

# Manuale d'uso e manutenzione per impianti micro irrigui



Count on it



**TORO**

**Count on it.**

# Manuale d'uso e manutenzione per impianti micro irrigui



Questo documento è basato su  
"Toro Micro-Irrigation Owner's Manual" di Inge Bisconer  
Toro Micro-Irrigation  
El Cajon, CA  
Edizione 2011

[www.toro-ag.it](http://www.toro-ag.it)

**Panoramica del sistema di irrigazione a goccia**

**1**

**Avvio del sistema**

**2**

**Funzionamento di base del sistema**

**3**

**Fertirrigazione e chemigazione**

**4**

**Gestione della salinità**

**5**

**Filtrazione**

**6**

**Manutenzione del sistema**

**7**

**Bibliografia**

**B**

# Indice

<b>Introduzione</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Panoramica del sistema di irrigazione a goccia</b> .....	<b>7</b>
1.1 Progettazione del sistema .....	8
1.2 Consigli importanti per i componenti del sistema .....	9
<b>2 Avvio del sistema</b> .....	<b>15</b>
2.1 Lavaggio, pressurizzazione, test e regolazione del sistema .....	16
2.2 Collegamento delle linee laterali alle linee secondarie .....	17
2.3 Test sul funzionamento del sistema e rinterro degli scavi.....	20
2.4 Determinazione delle letture di base.....	21
<b>3 Funzionamento di base del sistema</b> .....	<b>25</b>
3.1 Monitoraggio dei principali parametri operativi.	26
3.2 Programmazione dell'irrigazione .....	29
A. Utilizzo del metodo del bilancio idrico .....	31
B. Considerazioni aggiuntive .....	44
C. Monitoraggio delle apparecchiature.....	52
D. Calcolo del tempo di funzionamento per colture permanenti e a filari.....	54
<b>4 Fertirrigazione e chemigazione</b> .....	<b>57</b>
4.1 Rapporti acqua/ suolo/pianta .....	58
A. Analisi dell'acqua e relativa interpretazione .	59
B. Analisi del suolo e relativa interpretazione ...	63
C. Analisi della pianta e relativa interpretazione	66
4.2 Linee guida generali per l'iniezione di sostanze chimiche .....	67
4.3 Apparecchiature per l'iniezione di sostanze chimiche .....	70
4.4 Formule di iniezione delle sostanze chimiche.....	73
<b>5 Gestione della salinità</b> .....	<b>75</b>
<b>6 Filtrazione</b> .....	<b>79</b>
6.1 Scopo e capacità della filtrazione .....	80
6.2 Capacità filtrante.....	80
6.3 Selezione e dimensionamento delle stazioni di filtraggio.....	80
6.4 Tipologie di filtri.....	81
A. Idrocycloni o separatori di sabbia .....	81
B. Filtri a rete .....	81
C. Filtri a dischi.....	82
D. Filtri a sabbia.....	82
<b>7 Manutenzione del sistema</b> .....	<b>87</b>
7.1 Applicazione di sostanze chimiche.....	89
7.2 Lavaggio del sistema .....	92
7.3 Controllo dei parassiti .....	94
7.4 Manutenzione del sistema di filtrazione.....	96
7.5 Manutenzione delle apparecchiature ausiliarie .....	99
7.6 Preparazione del sistema per l'impiego a basse temperature.....	99
7.7 Procedure di avvio.....	99
<b>B Bibliografia</b> .....	<b>101</b>

## Benefici a lungo termine

L'irrigazione intelligente è un metodo preciso, efficiente e pratico per somministrare acqua alle colture, che consente agli agricoltori di aumentare al massimo la redditività e ridurre al minimo l'utilizzo delle risorse. Con il sistema a goccia, molti agricoltori hanno incrementato con successo la resa e/o la qualità delle colture incrementando il reddito, riducendo contestualmente i costi di acqua, fertilizzanti, energia, manodopera, diserbo, somministrazione di sostanze chimiche, utilizzo di apparecchiature e assicurazione.

Spesso, l'aumento del reddito e la diminuzione dei costi compensano in tempi rapidi l'investimento in apparecchiature per l'irrigazione, permettendo quindi agli agricoltori di godere di una maggiore redditività derivante dal loro investimento in sistemi di irrigazione a goccia. Spesso, oltre alla possibilità di coltivare su terreni di forma irregolare, viene migliorata anche la facilità di accesso ai campi. Nella maggior parte dei casi, i problemi ambientali associati a ruscellamento delle acque d'irrigazione, percolazione profonda, evaporazione o velocità del vento sono sostanzialmente ridotti o eliminati e la natura può essere valorizzata in quanto l'habitat non viene deturpato. A prescindere da qualsiasi motivazione, l'irrigazione a goccia offre svariati benefici e richiede impegno per una gestione e una manutenzione corrette.

### La goccia è diversa

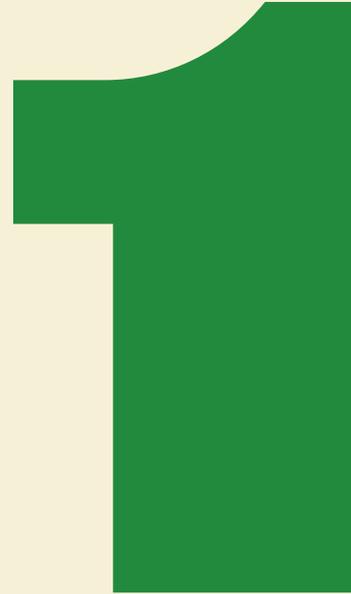
L'irrigazione a goccia è diversa da quella a scorrimento o a pioggia e deve essere gestita in modo diverso per valorizzarne al massimo i benefici ed evitare problemi. Per esempio, l'irrigazione a goccia è utilizzata per mantenere l'umidità costante, mentre quella ad allagamento o a pioggia può essere usata come soccorso. Lo schema della pagina seguente riassume le principali differenze.

Ecco perché  
la goccia  
è diversa.

### Confronto fra sistemi di irrigazione a goccia, aspersione e per gravità

Caratteristica	Goccia	Aspersione	Gravità
• Portata	litri all'ora (l/h)	litri al minuto (l/min)	N/D
• Pressione operativa	0.3–4 bar	2–6 bar	bassa
• Durata dell'irrigazione	sec / min o ore	min-ore	ore / giorni
• Frequenza irrigua	Giornaliera	Settimanale	Mensile
• Filtrazione richiesta	120–200 mesh	20–80 mesh	Nessuna
• Ampiezza superficie bagnata	0.15–1.2 metri	1.5–30 metri	Diffuso
• Uniformità di erogazione	Eccellente	Moderata	Scarsa
• Capacità di distribuire l'acqua "dove serve"	Eccellente	Moderata	Scarsa
• Capacità di evitare la crescita di piante infestanti	Eccellente	Scarsa	Scarsa
• Capacità di evitare ruscellamento, percolazione profonda e deriva causata dal vento	Eccellente	Moderata	Scarsa
• Capacità di evitare ristagni di acqua sul fogliame e ridurre le patologie favorite dall'umidità	Eccellente	Scarsa	Scarsa
• Capacità di automatizzare la distribuzione di acqua e nutrienti	Eccellente	Scarsa	Scarsa
• Capacità di dosare con precisione la distribuzione di nutrienti attraverso la fertirrigazione	Eccellente	Scarsa	Scarsa
• Capacità di ridurre i costi legati agli interventi irrigui e di controllo delle piante infestanti	Eccellente	Eccellente-moderata	Scarsa
• Capacità di ridurre i consumi energetici	Moderata	Scarsa	Moderata
• Capacità di permettere un facile accesso al campo durante l'irrigazione	Eccellente	Scarsa	Scarsa





# PANORAMICA DEL SISTEMA DI IRRIGAZIONE A GOCCIA

- 1.1 Progettazione del sistema
- 1.2 Consigli importanti per i componenti del sistema

Fonte idrica, pompa, prevenzione del riflusso, sistema di filtrazione, sistema di chemigazione, misuratori di portata e manometri, valvole di controllo, valvole di sfiato vuoto/aria, apparecchiature di automazione, tubazioni e raccordi, erogatori.

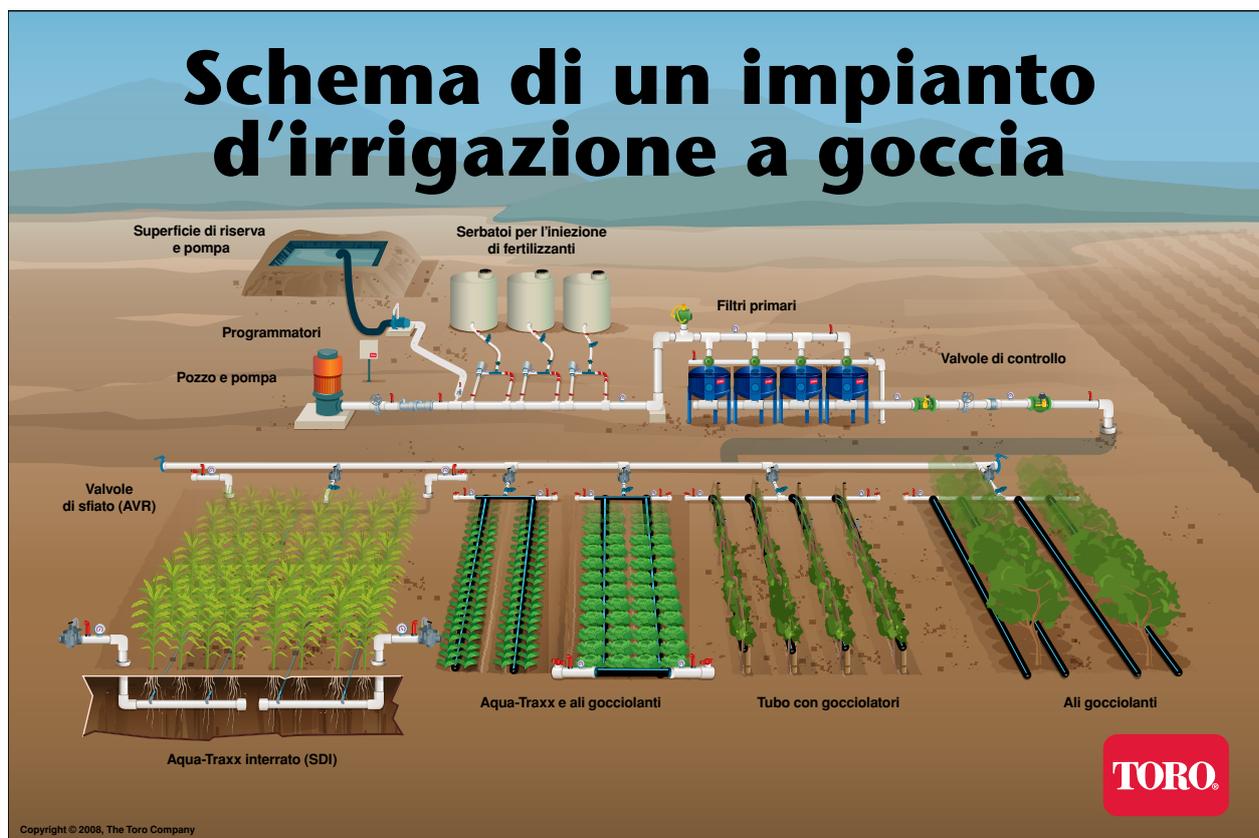
## 1.1 Progettazione del sistema

Di seguito è riportato un riepilogo di questioni importanti di cui occorre aver tenuto conto in fase di progettazione e nel processo di selezione.

Si consiglia di riesaminare tali questioni con il tecnico incaricato della progettazione sia prima che dopo la progettazione del sistema, l'installazione e l'acquisto per garantire che il sistema funzioni correttamente e risponda alle aspettative.

**Riesaminate  
il vostro impianto  
con il progettista,  
sia prima che  
dopo l'acquisto**

<b>I passi principali per progettare un sistema di irrigazione a goccia</b> ✓	
✓ <b>Durata dell'impianto</b>	La tipologia e la qualità dei componenti installati nell'impianto influenzano la durata dello stesso. Un impianto di irrigazione a goccia può lavorare per 10 o anche 20 anni se si installano componenti di qualità e li si gestisce correttamente.
✓ <b>Uniformità</b>	La qualità dei componenti scelti influenza anche l'uniformità irrigua del sistema. Gli impianti di irrigazione a goccia operano con più del 90% di uniformità se si installano componenti di qualità e li si manutiene a dovere.
✓ <b>Analisi delle acque</b>	Analizzare la composizione delle acque prima che l'impianto venga progettato. La "qualità" delle acque influenza significativamente la scelta di alcune parti del sistema, quali stazione di filtraggio ed erogatori, e può variare in funzione della stagione o in presenza di prelievi superiori alla capacità di reintegro della falda.
✓ <b>Analisi del suolo</b>	Analizzare la composizione del suolo al fine di determinare il più corretto sistema di erogazione (portata e spaziatura) così che aspetti fisici o chimici correlati al suolo possano essere affrontati e risolti sin dalla fase di progetto.
✓ <b>Informazioni colturali</b>	Il progettista deve tenere in considerazione il costo e la quantità di acqua e fertilizzanti di cui la coltura ha bisogno così come le pratiche colturali e l'estensione della superficie coltivata.
✓ <b>Controllo sistema di pompaggio</b>	Se un sistema di pompaggio è già presente, è necessario ottenere una "curva di funzionamento" per assicurarsi che il sistema lavori efficientemente fornendo la portata richiesta alla pressione richiesta.
✓ <b>Informazioni sull'areale</b>	Il progettista deve poter avere accesso ad informazioni topografiche, meteo, idriche, energetiche ed ad altre informazioni infrastrutturali.
✓ <b>Manodopera</b>	Costo e disponibilità di manodopera sono elementi importanti nella selezione dei componenti e nelle decisioni riguardo un'eventuale automazione.
✓ <b>Espandibilità</b>	Piccoli "aggiustamenti" al progetto possono rendere più facile un eventuale ampliamento dell'impianto.
✓ <b>Manutenzione</b>	Il progettista deve assicurarsi che la distribuzione di elementi chimici, inclusi fertilizzanti e acidi possa avvenire in modo efficace e sicuro. Inoltre il progettista deve assicurare il corretto spurgo delle linee.
✓ <b>Automazione</b>	L'impiego di un sistema di automazione, se richiesto, deve essere specificato fin dalle prime fasi del progetto.
✓ <b>Sistemi di controllo</b>	Un sistema di controllo, anche basilare, della portata e della pressione dovrebbe sempre essere incluso nell'impianto. L'integrazione di eventuali sistemi di controllo addizionali (suolo, meteo) con il sistema di controllo dell'irrigazione deve essere valutato.



## 1.2 Consigli importanti per i componenti del sistema

I sistemi di irrigazione a goccia sono particolari, in quanto la maggior parte del sistema è interrata. Come mostra l'illustrazione del tipico layout di un sistema di irrigazione a goccia, le fonti d'acqua, le pompe, i filtri, le apparecchiature di iniezione delle sostanze chimiche e i comandi sono chiaramente visibili, mentre il sistema "sul campo" è visibile solo in parte. Ciò vale per l'irrigazione a goccia interrata (SDI) di colture a pieno campo, ortive, a breve termine, ortive a lungo termine, vigneti e frutteti. Di seguito è riportato ciò che è necessario sapere sui componenti principali, insieme a una breve descrizione del ruolo di ciascun componente del sistema.

È probabile che molti di questi componenti facciano parte del vostro sistema.

### Fonte idrica

**La qualità dell'acqua influenza molti aspetti dell'irrigazione, ivi compresi filtrazione, schemi di bagnatura, compatibilità dei fertilizzanti e crescita della piante.** Anche se capita, a volte, che le colture

**Informatevi su cosa contiene la vostra acqua e su come possono cambiare le condizioni nel corso della stagione.**

siano irrigate con l'acqua pulita, potabile fornita da un distretto, è più probabile che l'acqua per irrigare provenga da un fiume, un torrente, un lago, un canale o da una falda freatica con la perforazione di un pozzo. In base alla qualità dell'acqua, sarà necessario utilizzare un bacino di raccolta e un sistema di filtrazione a rete, a dischi e/o a sabbia per eliminare sabbia, alghe e altri agenti contaminanti che potrebbero intasare il sistema di irrigazione a goccia. Se sono presenti certi minerali o se il pH non è corretto, è possibile che si renda necessario anche un trattamento chimico. Anche se non è stata fatta un'analisi della qualità dell'acqua prima di installare il sistema, non è mai troppo tardi. Una tale analisi fornirà un aiuto immediato per decisioni importanti in merito

**Ci vogliono 250.000 litri di acqua per eguagliare una precipitazione di 25 mm/ha quindi l'efficienza di pompaggio è fondamentale per il risparmio energetico.**

alla gestione del sistema di irrigazione. *Ved. Cap. 4 per maggiori informazioni su test e analisi dell'acqua.*

### Pompa

**Accertarsi che la pompa sia adeguata ed efficiente per le condizioni di portata e pressione.** A meno che l'acqua non sia pressurizzata alla fonte, sarà necessario installare una pompa per portare l'acqua attraverso le tubazioni e gli erogatori. Di solito, si usano pompe verticali a turbina per i pozzi e pompe centrifughe per le forniture di acqua di superficie. Procurarsi una curva delle prestazioni della pompa e apportare eventuali modifiche se non è corretta — il risparmio

energetico da solo compenserà facilmente qualsiasi potenziamento si renda necessario, il che migliorerà anche il funzionamento del sistema e, in ultima analisi, la produttività della coltura.

### Prevenzione del riflusso

Con l'installazione di un dispositivo di prevenzione del riflusso, evitare che l'acqua di irrigazione e/o le sostanze chimiche contaminino accidentalmente l'approvvigionamento idrico. Gli innumerevoli tipi di sistemi di prevenzione del riflusso possono includere sensori di flusso e connessione elettriche di interblocco che, in caso di guasto in uno dei sistemi, chiudono sia la pompa di irrigazione sia quella di chemigazione. Ciò impedisce alle sostanze chimiche di immettersi nella fonte idrica ed anche nel sistema di irrigazione qualora il sistema non funzionasse correttamente.

**La prevenzione del riflusso è importante, raccomandata e in alcune aree richiesta per legge.**

### Sistema di filtrazione

**Una buona filtrazione è fondamentale per un corretto funzionamento del sistema e prestazioni a lungo termine.** In genere, i filtri sono utilizzati per eliminare sabbia, materiale argilloso, minerali precipitati e materiale organico in modo che l'acqua di irrigazione non otturi gli erogatori. Le specifiche della qualità

**La pulizia dei filtri è fondamentale per un corretto funzionamento del sistema.**

dell'acqua e dei dispositivi di erogazione determinano il tipo di filtrazione, il livello e il dimensionamento, ma la maggior parte dei sistemi a goccia richiede filtri da 120-200 mesh. I filtri per irrigazione NON eliminano sali, solidi disciolti o altri elementi tossici e non regolano neppure il pH. Anche se si usa acqua potabile, è comunque richiesto un filtro di base per eliminare sabbia e minerali. Per una buona filtrazione, i filtri devono essere sottoposti a controlavaggio quando si sporcano.

### Sistema di chemigazione

**In caso di utilizzo di un sistema di chemigazione, verificare che le sostanze chimiche iniettate non ostruiscano o danneggino in alcun modo il sistema di irrigazione.** Prima di procedere alla chemigazione, è consigliabile eseguire un semplice "jar test" (campionamento) e/o consultare una scheda di compatibilità. Gli iniettori di sostanze chimiche apportano alle piante non solo nutrienti miscelati ad acqua, ma possono iniettare anche sostanze chimiche di manutenzione del sistema, quali detergenti delle linee a base di acidi, cloro o altro. Alcuni sistemi fanno uso di una pompa separata ed altri di un dispositivo tipo Venturi che, grazie a un differenziale di pressione nel circuito, crea un'aspirazione all'interno dei tubi collegati ai serbatoi di sostanze chimiche. *Ved. Cap. 4 per istruzioni sul campionamento dell'acqua.*

## Misuratori di portata e manometri

### Verificare che il sistema sia dotato di misuratore di portata e manometri correttamente funzionanti

Pur essendo semplici e relativamente economici, questi indicatori sono spesso ignorati e non sottoposti a manutenzione. Questi dispositivi di monitoraggio sono fondamentali per il corretto funzionamento del sistema. La portata del sistema contribuisce a rilevare perdite o intasamenti e deve essere nota per determinare il rapporto di applicazione ai fini della programmazione delle irrigazioni. Anche la pressione del sistema contribuisce a rilevare perdite o intasamenti ed è essenziale per gestire filtri, iniettori di sostanze chimiche e la finestra operativa del sistema.

## Valvole di controllo

### Le valvole di controllo devono essere correttamente selezionate e impostate affinché il sistema raggiunga valori di portata e pressione corretti.

A volte, si utilizzano semplici valvole a sfera o a farfalla, ma il sistema fa spesso uso di valvole di regolazione della portata e della pressione. Le valvole di maggiori dimensioni controllano la portata che dalla pompa va ai filtri e poi al campo e di tanto in tanto una valvola riduce la portata al campo per potenziare il controlavaggio del filtro. Le valvole di zona controllano i blocchi che ricevono acqua, mentre le valvole di lavaggio all'estremità di tutte le tubature del sistema fanno sì che il sistema venga liberato dalle impurità. Pur essendo in genere azionate a mano, adesso molte valvole sono automatizzate.

**Una pressione di aspirazione negativa può causare problemi di intasamento.**

### Valvole di sfiato aria/vuoto (AVR)

Le valvole AVR contribuiscono a prevenire la formazione di una pressione di aspirazione negativa, che può causare gravi problemi di intasamento — soprattutto se le linee laterali sono interrate o in contatto costante con suolo assestato. Di solito, le valvole AVR sono installate in punti alti e all'estremità delle linee irrigue — tra cui linee di approvvigionamento, linee principali, linee secondarie e montanti di controllo — per far fuoriuscire aria quando le linee si stanno riempiendo,

far entrare aria mentre le linee si stanno svuotando, eliminare tasche d'aria nei punti alti del sistema prodotte da aria convogliata o disciolta e prevenire la formazione di una pressione di aspirazione negativa nei laterali dopo la chiusura del sistema. Nella maggior parte dei casi, l'intasamento da aspirazione negativa può essere prevenuto con l'appropriata installazione delle valvole (AVR), nei punti alti, all'ingresso e sui terminali delle linee secondarie.

## Apparecchiature di automazione

Le apparecchiature di automazione comprendenti dispositivi di controllo, valvole e/o sensori possono contribuire a massimizzare i benefici dei sistemi di irrigazione a goccia. Molti sistemi incorporano un dispositivo di controllo che comunica con valvole e sensori tramite cavi o dispositivi wireless. Di solito l'utilizzatore programma il dispositivo di controllo per attivare e disattivare le valvole a tempi desiderati. Poiché la maggior parte dei dispositivi di controllo consente anche l'inserimento di un sensore, i sistemi possono essere automatizzati anche in base alle condizioni di clima, suolo e sistema. Si noti che i sistemi automatizzabili possono anche essere fatti funzionare manualmente.

**Evitate potenziali danni alle colture sottoponendo preventivamente le tubazioni a test di pressione.**

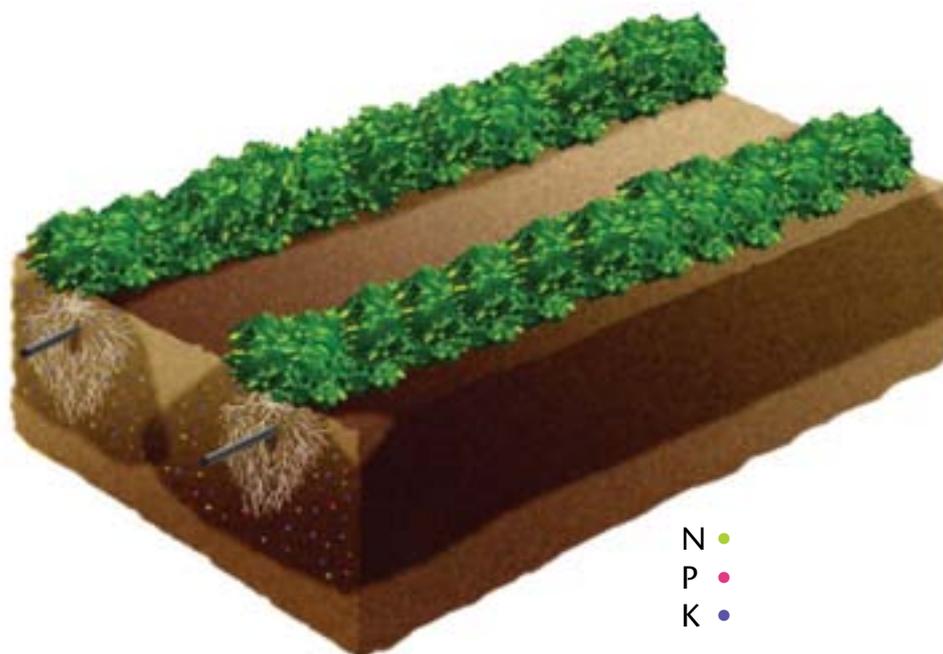
## Tubazioni e raccordi

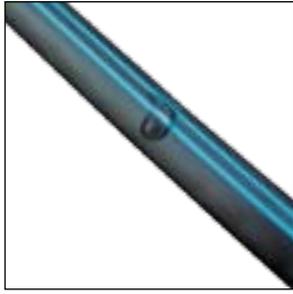
È importante che tutte le tubazioni e i raccordi siano correttamente dimensionati per sopportare pressioni d'esercizio massime e convogliare acqua senza perdite o guadagni eccessivi di pressione.

Le tubazioni trasportano acqua dalla pompa ai filtri, alle valvole e ai dispositivi di erogazione. La tubazione in PVC o PE può essere utilizzata in tutto il sistema o combinata con acciaio all'altezza della stazione di pompaggio, mentre PVC flessibile o tubo piatto in polietilene (PE) per le linee secondarie e tubi in polietilene o manichetta per linee laterali. È importante valutare l'espansione e la contrazione che hanno luogo in normali condizioni operative all'aria aperta ed accertarsi che i tubi siano correttamente fissati, bloccati e collegati tra loro mediante saldatura, colla o raccordi a compressione. Le tubazioni e i raccordi dovrebbero essere puliti, sbavati e preparati prima di essere installati. Siccome la maggior parte dei tubi è interrata e di difficile accesso e riparazione, in particolare dopo la crescita della coltura, accertarsi che i raccordi siano ben saldi in fase di installazione può evitare importanti problemi di riparazione in seguito.

## Erogatori

**Gli erogatori devono essere selezionati e installati con la massima attenzione, perché eventuali problemi sono difficili da risolvere — dato che un sistema tipico conta letteralmente centinaia di migliaia di erogatori. Gli erogatori distribuiscono acqua e nutrienti direttamente alla zona radicale della pianta come mostrato nella figura che segue.** Manichetta e ala gocciolante sono dotate di erogatori incorporati, mentre i tubi in polietilene sono provvisti di gocciolatori, microjet o minirrigatori. La qualità è essenziale, in quanto un tipico sistema di gocciolamento comprende centinaia o anche migliaia di erogatori. Ogni dispositivo deve essere duraturo, resistente all'intasamento ed erogare la stessa quantità di acqua anche in condizioni di pressione variabili. Oltre alla qualità, anche la portata e la distanziatura tra i dispositivi di erogazione sono elementi importanti per determinare lo schema di bagnatura, nonché la probabilità di avere problemi di ruscellamento o percolazione in profondità. L'illustrazione che segue (Mikkelsen, 2009) mostra come un sistema di irrigazione a goccia ben gestito fornisca acqua e nutrienti alla zona radicale della coltura senza causare ruscellamento o percolazione in profondità. Gli erogatori di scarsa qualità richiedono più manutenzione, non forniscono efficienza irrigua e richiedono sostituzione in tempi molto più brevi rispetto a erogatori di qualità. In poche parole, non è questa un'area per provare a tagliare i costi — la qualità è essenziale. I dispositivi di erogazione devono avere un Coefficiente di Variazione (CV) della produzione basso, il sistema di irrigazione deve avere un'Uniformità di Emissione (EU) del design alta e tutti i componenti dovrebbero avere una buona garanzia supportata da una società su cui è possibile contare.

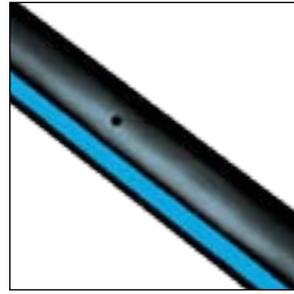




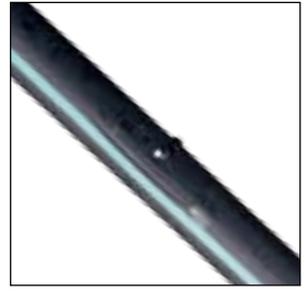
*Aqua-Traxx PBX*



*Aqua-Traxx PC*



*BlueLine PC e Classic*



*Neptune*



*Lay Flat*



*Raccordi*



*Gocciolatori*



*Mini Irrigatori*



*Iniettori*



*Valvole*



*Programmatori*



# 2

## AVVIO DEL SISTEMA

- 2.1 Lavaggio, pressurizzazione,  
test e regolazione del sistema
- 2.2 Collegamento delle linee laterali  
alle linee secondarie
- 2.3 Test sul funzionamento del sistema  
e rinterro degli scavi
- 2.4 Determinazione delle letture di base

## Avvio del sistema

I sistemi di irrigazione a goccia correttamente progettati, installati, azionati e mantenuti possono durare molto a lungo. Ciononostante, i sistemi di irrigazione sono esposti a sovrappressurizzazione e intasamenti che possono ridurre in modo drastico la vita e le prestazioni del sistema. La guida dettagliata, riportata di seguito, mostra come il sistema deve essere inizialmente pressurizzato e regolato, e come deve essere abitualmente azionato e monitorato per garantire prestazioni ottimali.

*Nota: Si parte dal presupposto che il sistema sia stato completamente installato e che le tubazioni siano state parzialmente rinterrate, ma che le linee laterali NON siano ancora state collegate alle linee secondarie.*

### 2.1 Lavaggio, pressurizzazione, test e regolazione del sistema

- a. Aprire tutte le valvole di controllo e di lavaggio.
- b. Chiudere tutte le valvole di controllo delle linee secondarie.
- c. Azionare la pompa, riempire lentamente e lavare le linee principali, permettendo all'aria di fuoriuscire dal sistema mediante le valvole di sfiato aria.
- d. Una volta lavate accuratamente le linee principali, chiudere le valvole di lavaggio della linea principale portandola alla pressione di prova.
- e. Mantenere la pressione di prova per 24 ore. In caso di perdite nella linea principale, chiudere immediatamente il sistema, riparare le perdite, lavare di nuovo la linea principale e ripetere il test della pressione.
- f. Una volta lavata la linea principale e superato il test della pressione, lavare le linee secondarie finché non saranno pulite aprendo le valvole di controllo e di lavaggio delle linee secondarie.
- g. Dopo aver ultimato il lavaggio delle linee secondarie, regolare le valvole di controllo del blocco in modo che la pressione a valle non ecceda la pressione massima di esercizio delle linee laterali che saranno collegate dopo aver chiuso le valvole di lavaggio/scarico. Le manichette tipo l'Aqua-Traxx potranno avere una pressione massima di esercizio di 0,7 bar, mentre le ali gocciolanti di maggiore spessore avranno pressione massima di esercizio di 3,5 bar o più (4,1 bar per l'ala gocciolante autocompensante BlueLine).
- h. Durante il lavaggio delle linee secondarie, verificare che i filtri stiano funzionando correttamente e siano stati sottoposti ad un accurato controlavaggio. Se si utilizza un dispositivo di controllo del controlavaggio, impostare il punto del differenziale di pressione che azionerà automaticamente il controlavaggio del filtro. In base alla marca e al modello del filtro la pressione in ingresso e quella in uscita dovrebbero mantenere una differenza di circa 0,1 - 0,2 bar, quando i filtri sono puliti, e di circa 0,5-0,6 bar quando i filtri sono sporchi e devono essere sottoposti a controlavaggio. Se non si utilizza alcun dispositivo di controllo, i manometri devono essere monitorati spesso in modo da poter eseguire un controlavaggio manuale prima che i filtri si sporchino. Si dovranno tenere in considerazione anche le variabili nelle letture della pressione e le differenze di elevazione. **Si ricordi che un metro di elevazione equivale a 0,1 bar.** La valvola che controlla il volume dell'acqua di lavaggio che esce dalla linea di drenaggio del filtro a sabbia durante il controlavaggio, deve essere impostata con attenzione. Durante il controlavaggio la valvola deve mantenere una contropressione sui filtri tale da impedire alla sabbia di uscire dai serbatoi di filtrazione. Allo stesso tempo, la valvola deve lasciar fuoriuscire dai filtri un volume sufficiente a sollevare e depurare in modo adeguato il letto di sabbia. La valvola è impostata nel modo corretto quando quantità minime di sabbia cominciano a comparire nell'acqua di lavaggio.
- i. Dopo aver correttamente impostato le valvole di blocco che regolano le linee secondarie e le valvole dei filtri, chiudere le valvole di lavaggio delle linee secondarie e pressurizzare le linee per verificare la pressione per un determinato tempo. In caso di perdite, chiudere il sistema, eseguire le riparazioni e ripetere il test della pressione.

**Il test della  
pressione è  
fondamentale!**

**Si raccomanda  
vivamente di  
automatizzare  
la funzione del  
controlavaggio filtri**

## 2.2 Collegamento delle linee laterali alle linee secondarie

- a. Dopo aver correttamente lavato le linee secondarie e superato il test della pressione, aprire le valvole di lavaggio delle linee secondarie e le estremità di tutte le linee laterali per il lavaggio, dopo aver eseguito i collegamenti. Se le linee laterali sono collegate a un tubo di lavaggio interrato, aprire le valvole di lavaggio del tubo interrato.
- b. Collegare le linee laterali al tubo interrato e lavare le linee laterali fino a completa pulizia. Se necessario, chiudere le valvole di lavaggio del tubo interrato per raggiungere un corretto volume di lavaggio nelle linee laterali.
- c. Dopo aver ben lavato le linee laterali, chiudere tutte le valvole di lavaggio delle linee secondarie e laterali e consentire al sistema di stabilizzarsi alla pressione d'esercizio.
- d. Regolare di nuovo le valvole di settore delle linee secondarie in modo tale che si conformino alle specifiche della pressione di progettazione, facendo attenzione a non superare la massima pressione di esercizio delle linee laterali.

**Non sovra-  
pressurizzare  
o intasare  
gli erogatori**

**È molto importante che le linee laterali siano collegate in modo corretto alle linee secondarie per prevenire perdite, pieghe o intasamento.** I fori devono essere eseguiti correttamente prestando attenzione a rimuovere trucioli e sbavature. Si noti anche la grande varietà di connessioni terminali per le linee laterali a disposizione per facilitare il lavaggio, sia esso automatico o manuale. Sebbene le valvole di lavaggio posizionate all'estremità della linea o i tubi di lavaggio interrati siano più costosi, essi migliorano enormemente il lavoro consentendo di lavare le linee laterali con facilità, anziché chiudere ogni laterale.

*Le immagini seguenti mostrano delle applicazioni.*



*Le illustrazioni riportate di seguito mostrano come manichette, tubi o ali gocciolanti possono essere collegati al tubo in polietilene, al tubo piatto in PVC flessibile o ai tubi interrati di alimentazione o lavaggio in PVC rigido o PE. I costi iniziali di alcune opzioni sono più alti di altre, ma in cambio esse forniscono prestazioni, durata e longevità di grado superiore. Siccome alcune operazioni quali il lavaggio delle linee laterali possono ricorrere di frequente, anche il costo della manodopera deve essere incluso nella decisione che riguarda il tipo di connessione.*

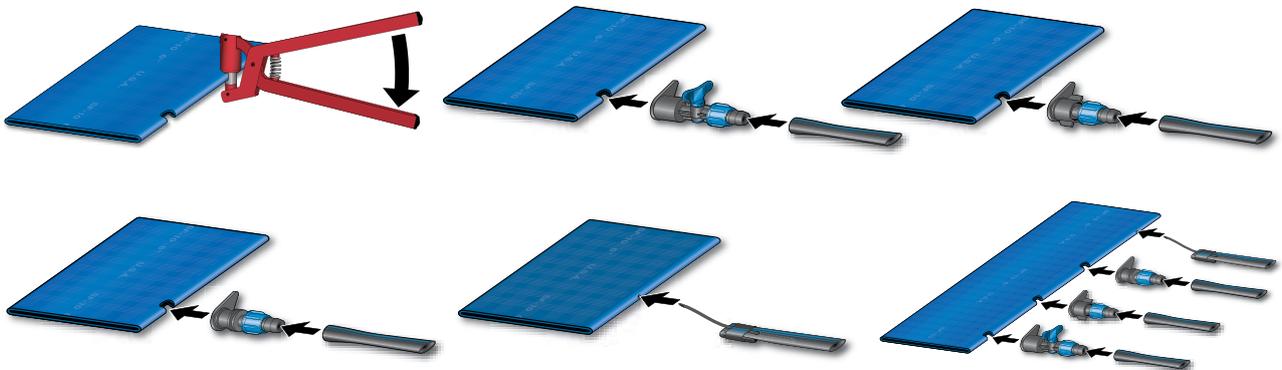
## Tubo in polietilene

Le sei illustrazioni che seguono mostrano come si perfora il tubo in polietilene e lo si collega alle linee laterali della manichetta mediante tubi o connettori di diverse misure. Si noti che l'illustrazione in basso a sinistra mostra la partenza a innesto con l'opzione di una valvola che facilita il controllo delle singole linee laterali provenienti dal tubo in polietilene interrato.



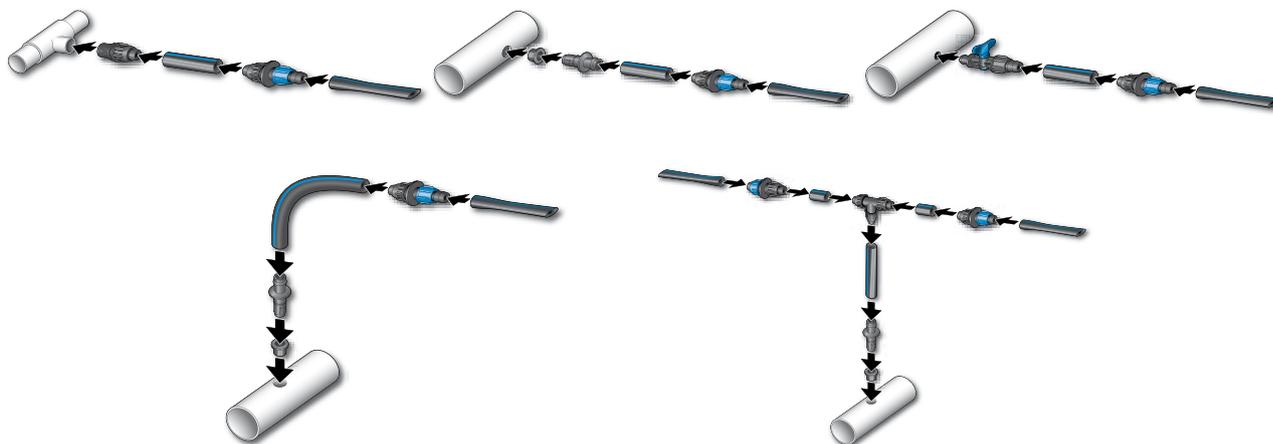
## Tubo piatto in PVC flessibile

Questo tipo di materiale (Lay Flat) è molto popolare, in quanto collassa facilmente migliorandone la portabilità. Per collegare il tubo piatto alle linee laterali della manichetta è possibile utilizzare un raccordo, come mostrano le prime quattro illustrazioni, oppure uno o più tubi spaghetti come illustrato nelle ultime due immagini.



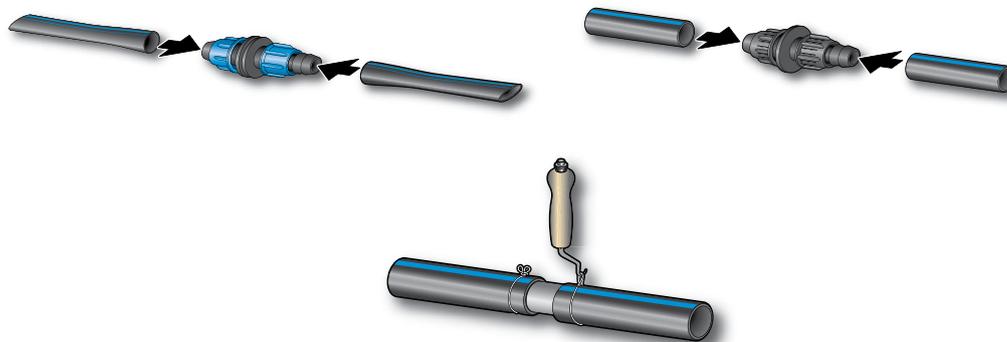
### Tubo rigido in PVC o PE

Di solito, il PVC o il PE rigido sono utilizzati per collegare le linee laterali in colture permanenti e in sistemi di irrigazione a goccia interrati. Poiché le tubature di solito sono interrate, è importante che i raccordi siano fissati in modo affidabile e che i tubi di transizione non si pieghino o si rovinino ostruendo il flusso.



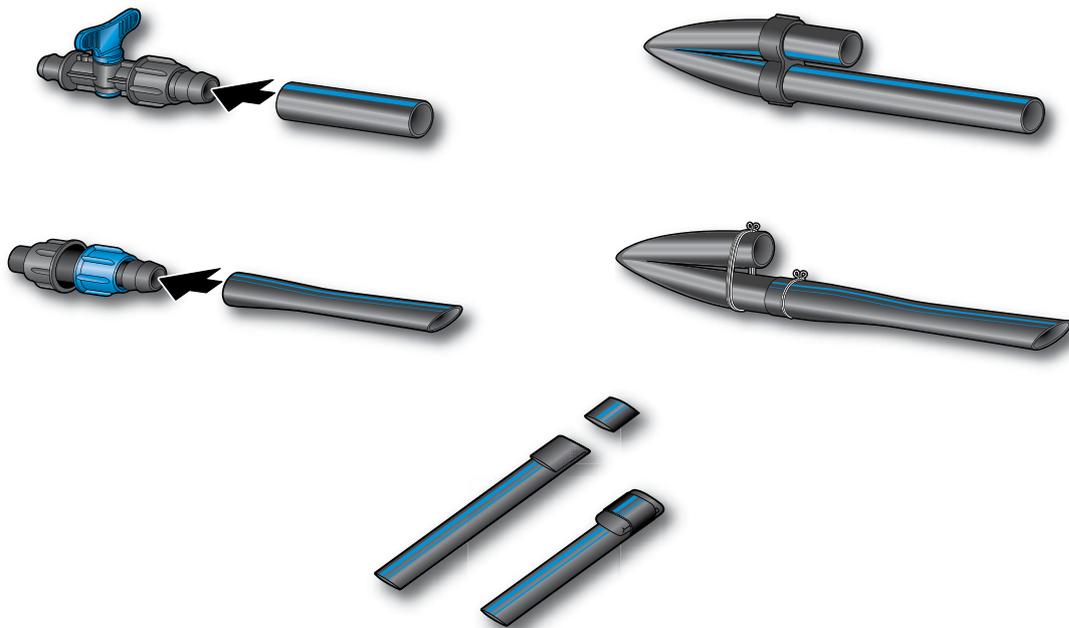
### Raccordi per linee laterali

Le illustrazioni che seguono mostrano come le manichette e le ali gocciolanti sono raccordate per giunzioni in campo.



### Estremità delle linee laterali

Le estremità delle linee laterali delle manichette, delle ali gocciolanti e dei tubi possono essere chiuse in svariate modalità, ivi compresi un raccordo con valvola di arresto, un raccordo a 8 (solo per tubi flessibili), un raccordo con valvola di lavaggio, una fascetta, o una chiusura tipo "portatovagliolo" (solo per manichette).



### 2.3 Test sul funzionamento del sistema e rinterro degli scavi

A questo punto i collegamenti del sistema, il lavaggio, i test della pressione e l'impostazione della pressione sono stati completati. Dopo aver stabilito che tutti i componenti interrati, ivi compresi tubature, raccordi, cavi di controllo e tubi funzionano correttamente, eseguire il rinterro degli scavi. Durante il rinterro occorre prestare attenzione per evitare collabimento o danno di altro genere alle tubature, in particolare con tubature larghe, a parete sottile. Si noti che i fossati aperti possono rappresentare un pericolo e dovrebbero essere protetti prima del rinterro. In alcuni casi, potrebbe essere lecito procedere ai lavori di rinterro prima di eseguire i test della pressione.

## 2.4 Determinazione delle letture di base

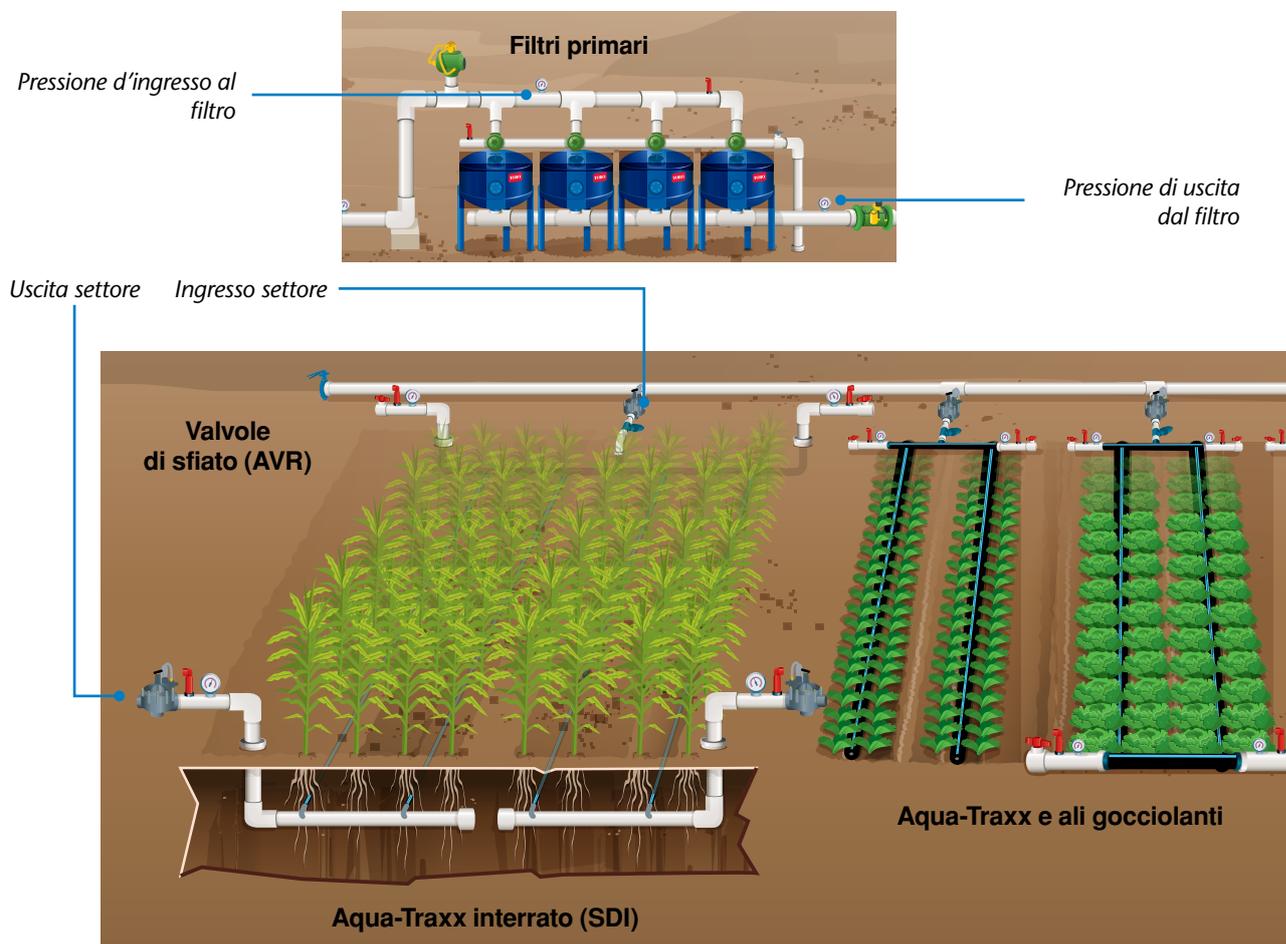
Poiché porzioni importanti del sistema a goccia sono interrate e non possono essere facilmente visionate, i manometri e i misuratori di portata sono fondamentali per diagnosticare i problemi e verificare lo stato operativo. Dopo che il sistema è stato collegato, lavato e sottoposto ai test della pressione con valvole di controllo correttamente impostate – ed è stato accertato che tutti i componenti interrati funzionano correttamente – effettuare le letture di base riportate di seguito:

Confrontare le letture di base con le specifiche di progettazione

- **Registrare le letture di tutti i manometri e di tutti i misuratori di portata**, compresi quelli a monte e a valle di pompe, filtri, valvole di controllo di tubature in superficie e in entrata e in uscita di manichette o ai gocciolanti.
- **Esaminare la condizione dell'acqua di lavaggio del filtro** per verificare che la valvola di controlavaggio sia stata correttamente impostata.
- **Esaminare l'acqua di lavaggio delle manichette** raccogliendo dell'acqua in un contenitore per accertarsi che non ci sia pericolo di intasamento.

Queste letture devono essere eseguite per verificare la conformità del sistema alle specifiche di progettazione e dovrebbero servire come riferimenti funzionali per il futuro. La lettura del misuratore di portata dovrebbe essere effettuata anche per determinare e/o verificare il rapporto di applicazione per i calcoli della futura programmazione delle irrigazioni (argomento trattato nella sezione 3.2).

*Le immagini seguenti mostrano dove effettuare le letture di pressione*



### Letture di base (impianto) - SDI

	Portata del sistema	Pressione Pompa	Pressione in ingresso filtro	Pressione in uscita filtro	Pressione in uscita alla valvola di controllo principale	Aspetto delle acque di spurgo in uscita al filtro	Valvola 1				Aspetto delle acque di spurgo delle linee
							Press. in ingresso alla valvola	Press. in uscita alla valvola	Press. in ingresso alla manichetta	Press. in uscita alla manichetta	
<b>Esempio: Valore indicato dal progettista del sistema</b>	100 m <sup>3</sup> /hr	3.0 bar	2.9 bar	2.0 - 2.5 bar	1.9 bar	No sabbia e pulito dopo la pulizia del filtro	1.2 - 1.5 bar	1.0 bar	0.7 - (0.8) bar	0.3 bar	Pulito
<b>Valori all'avvio:</b>											
<b>Letture</b>	Settimana 1										
	Settimana 2										
	Settimana 3										
	Settimana 4										
	Settimana 5										
	Settimana 6										
	Settimana 7										
	Settimana 8										
	Settimana 9										
	Settimana 10										
	Settimana 11										
	Settimana 12										
	Settimana 13										

### Letture di base (blocco valvola) - SDI

	Valvola N.				Aspetto delle acque di spurgo delle linee
	Press. in ingresso alla valvola	Press. in uscita alla valvola	Press. in ingresso alla manichetta	Press. in uscita alla manichetta	
<b>Esempio: Valore indicato dal progettista del sistema</b>	1.2 - 1.5 bar	1.0 bar	0.7 - (0.8) bar	0.3 bar	Pulito
<b>Valori all'avvio:</b>					
<b>Letture</b>	Settimana 1				
	Settimana 2				
	Settimana 3				
	Settimana 4				
	Settimana 5				
	Settimana 6				
	Settimana 7				
	Settimana 8				
	Settimana 9				
	Settimana 10				
	Settimana 11				
	Settimana 12				
	Settimana 13				

## Quando fare le letture

Di norma, le letture di base e il successivo monitoraggio dovrebbero avvenire dopo aver stabilizzato la pressione e la portata del sistema. Il sistema dovrebbe venir riempito lentamente in modo tale che l'aria abbia tutto il tempo necessario per fuoriuscire attraverso le valvole di sfiato ed evitare un colpo d'ariete su filtri, valvole e punti critici nelle tubazioni. Una valvola a farfalla manuale o automatica preimpostata per consentire un riempimento lento, è spesso posizionata a valle della pompa ed a monte dei filtri per aiutare ed ottenere un lento flusso di riempimento.

## Come determinare il tempo di stabilizzazione

I calcoli riportati di seguito servono a determinare il tempo che il sistema in funzione impiega prima di raggiungere la stabilizzazione di pressione e portata, l'operatore quindi da quando si possono fare le letture. Se, per esempio, l'area compresa tra tutte le tubazioni e la manichetta consuma 20 metri cubi d'acqua e la portata del sistema è di 100 m<sup>3</sup>/ora, la stabilizzazione avverrà dopo circa 12 minuti di funzionamento.

### Equazione:

1. Calcolare il volume totale dell'area compresa all'interno delle manichette e delle tubazioni di alimentazione in metri cubi. Usare la seguente formula:

$$\text{Volume tubazioni (metri cubi)} = 3.14 \times \mathbf{D^2} / 4 \times \mathbf{L}$$

Nota: D = diametro interno tubazione (in metri) e L = lunghezza tubazione (in metri)

2. Dividere il volume totale in metri cubi (step 1) per il flusso in metri cubi per ora (m<sup>3</sup>/ora). Poi moltiplicare questo numero per 60 per determinare quanti minuti ci vogliono per riempire le tubazioni.

### Esempio:

**200 metri di tubazione (L)** con un diametro interno di **83,4 mm (D)** avrebbero il seguente volume interno in metri cubi (è importante ricordarsi di convertire i mm in metri):

$$\begin{aligned} \text{Volume tubatura (metri cubi)} &= 3.14 \times (\mathbf{83.4 \text{ mm}} / 1,000 \text{ mm/metro}^2) / 4 \times \mathbf{200 \text{ metri}} \\ &= 3.14 \times 0.00696 / 4 \times 200 \text{ metri} \\ &= 3.14 \times 0.00174 \times 200 = \mathbf{1.09 \text{ metri cubi di acqua}} \end{aligned}$$

Se la portata del sistema fosse di 10 m<sup>3</sup>/ora, ci vorrebbero (1,09 m<sup>3</sup>/ 10 m<sup>3</sup>/ora) x 60 minuti = **6,5 minuti** per riempire le tubazioni.



# 3

## FUNZIONAMENTO DI BASE DEL SISTEMA

- 3.1 Monitoraggio dei principali parametri operativi
- 3.2 Programmazione dell'irrigazione
  - A. Utilizzo del metodo del bilancio idrico
  - B. Considerazioni aggiuntive
  - C. Monitoraggio delle apparecchiature
  - D. Calcolo del tempo di funzionamento per colture permanenti e a filari

## Funzionamento di base del sistema

Ora che il sistema è stato realizzato e sta funzionando correttamente, è tempo di irrigare! Per proteggere e valorizzare al massimo il proprio investimento, si raccomanda vivamente di monitorare il sistema in maniera sistematica, per garantirne il corretto funzionamento e di programmare le irrigazioni in modo intelligente per evitare sprechi.

### 3.1 Monitoraggio dei principali parametri operativi

Una volta iniziata la stagione delle irrigazioni, occorrerà monitorare le pressioni e le portate, analizzare l'acqua di lavaggio e garantire l'integrità del sistema in maniera sistematica.

#### Monitoraggio per la verifica di eventuali differenze di pressione e portata del sistema

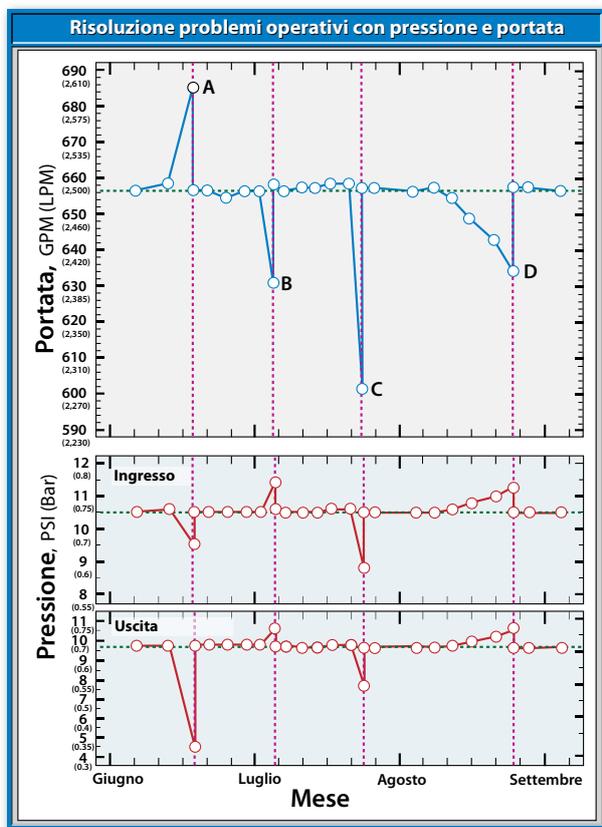
Dopo aver stabilizzato il sistema, occorrerà monitorare la pressione e la portata di esercizio attuali del sistema e confrontarli con le letture di riferimento registrate dopo l'avvio iniziale del sistema per accertarsi che il sistema funzioni come da progettazione. Si ricordi che portata e pressione sono strettamente correlate, pertanto differenze rispetto alle letture di riferimento possono indicare:

- Impostazioni sbagliate dell'apparecchiatura di controllo o guasto dell'apparecchiatura di controllo;
- Intasamento dei filtri o dei dispositivi di erogazione da precipitati inorganici, organici o minerali;
- Perdite da guasto delle tubazioni o delle manichette, raccordi allentati, danno da roditori o insetti.

*Usare la Guida alla Risoluzione dei problemi dell'impianto illustrata qui accanto per cercare di identificare il problema.*

Guida alla risoluzione dei problemi dell'impianto				
<b>Pressione in uscita alla pompa</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>
<b>Portata dell'impianto</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>
<b>Possibile problema e soluzione</b>	1. La valvola della pompa è troppo aperta 2. La valvola della pompa deve essere ridotta	1. La valvola della pompa deve essere più aperta	1. C'è una perdita nell'impianto 2. Una valvola è erroneamente aperta	1. Gli erogatori o i filtri sono occlusi 2. Una valvola necessita di maggiore apertura 3. Valvole in altre zone necessitano apertura 4. Devono essere aperte le valvole nelle zone corrette
<b>Pressione in uscita al filtro</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>
<b>Portata dell'impianto</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>
<b>Possibile problema e soluzione</b>	1. La valvola della pompa è troppo aperta 2. La valvola della pompa deve essere ridotta	1. I filtri sono occlusi e devono essere puliti 2. La valvola della pompa deve essere più aperta	1. C'è una perdita nell'impianto 2. Una valvola è erroneamente aperta	1. Gli erogatori sono occlusi 2. Una valvola necessita di maggiore apertura 3. Valvole in altre zone necessitano apertura 4. Devono essere aperte le valvole nelle zone corrette
<b>Pressione in uscita alla valvola del settore</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>
<b>Portata dell'impianto</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>	 <b>Alta</b>	 <b>Bassa</b>
<b>Possibile problema e soluzione</b>	1. La valvola del settore è troppo aperta 2. La valvola della pompa deve essere ridotta	1. La valvola del settore deve essere più aperta 2. La valvola della pompa deve essere più aperta 3. I filtri sono occlusi e devono essere puliti	1. C'è una perdita nell'impianto 2. Una valvola è erroneamente aperta	1. Gli erogatori sono occlusi 2. Una valvola necessita di maggiore apertura

Questi esempi mostrano tra l'altro come le registrazioni delle misurazioni di pressione e portata possano essere utilizzate per individuare e risolvere problemi operativi (Lamm & Rogers, 2009).



**Anomalia A:** L'operatore osserva un improvviso aumento della portata con una leggera riduzione della pressione all'ingresso della Zona ed un'ampia riduzione della pressione all'uscita della Linea di lavaggio. L'operatore controlla e trova un danno da roditori e ripara la linea gocciolante.

**Anomalia B:** L'operatore osserva un'improvvisa riduzione della portata con un basso aumento della pressione all'ingresso della Zona e all'uscita della Linea di lavaggio. L'operatore controlla e trova un'improvvisa proliferazione di batteri nelle linee di gocciolamento. Provvedere a clorurare e acidificare immediatamente il sistema per porre rimedio al problema.

**Anomalia C:** L'operatore osserva un improvviso calo della portata rispetto all'ultimo evento irriguo con riduzioni della pressione sia all'ingresso della Zona sia all'uscita della Linea di lavaggio. Un'ispezione rapida rivela un ampio calo della pressione nel sistema di filtrazione che indica la necessità di fare una pulizia. Dopo la pulizia, portata e pressioni tornano a valori normali.

**Anomalia D:** L'operatore osserva un graduale calo della portata durante gli ultimi quattro eventi irrigui con aumenti della pressione sia all'ingresso della Zona sia all'uscita della Linea di lavaggio. L'operatore controlla e trova che le tubazioni si stanno lentamente intasando. Trattare immediatamente il sistema con sostanze chimiche per porre rimedio al problema.

## Monitoraggio della qualità dell'acqua di lavaggio delle linee laterali

Ad ogni singola irrigazione, le estremità dei laterali dovrebbero venire aperte e il contenuto ispezionato visivamente. Quando la qualità dell'acqua comincia a degradarsi, come evidenziato da colore, arenaria, materiale organico o eventuale materiale solido presente nell'acqua di lavaggio, occorrerà eseguire la manutenzione del sistema. Poiché le estremità delle linee laterali nei sistemi SDI sono di solito bloccate in un tubo di lavaggio interrato, come mostrato nell'illustrazione in fondo a pagina 21, la valvola del tubo di lavaggio interrato dovrà essere aperta per consentire il controllo dell'acqua di lavaggio. Se quest'intervento non è pratico da eseguire durante ogni irrigazione, in alternativa è possibile inserire un raccordo a T nell'estremità di una linea con la diramazione chiusa da un tappo che sporge in superficie per facilitare, su base periodica, l'ispezione dell'acqua di lavaggio della linea laterale.



Da sinistra a destra: manometro sulla linea principale, flussometro, manometro sulla manichetta, controllo acqua di spurgo.

## Monitoraggio per la verifica di eventuali danni meccanici

Ali gocciolanti e manichette sono suscettibili a danni meccanici derivanti da svariate fonti, comprendenti apparecchiature per l'installazione e per la coltivazione, insetti, volatili, roditori, pressione eccessiva o l'effetto lente della luce solare quando amplificato dall'acqua sotto pacciamatura di plastica trasparente. Le apparecchiature per l'installazione della manichetta dovrebbero essere ispezionate di routine, mentre il sistema di gocciolamento dovrebbe essere ispezionato per verificare l'eventuale presenza di danni meccanici, indicati da pozze di acqua, schizzi, perdita di pressione o perdita di coltura. In presenza di danni di questo tipo, si devono adottare misure di controllo dei parassiti — o si dovrebbero mettere a punto le apparecchiature — per evitare problemi futuri. Le immagini riportate di seguito illustrano i diversi tipi di danni meccanici che possono verificarsi. Si noti che l'effetto lente della luce solare non si presenta nelle applicazioni SDI, in quanto le linee laterali sono interrate e pertanto non sono soggette all'amplificazione della luce solare sotto pacciamatura trasparente. Tuttavia, i sistemi SDI sono particolarmente suscettibili al danno da roditori.



*Danno da uccello*



*Danno da utensile*



*Danno da utensile*



*Pressione eccessiva*



*Danno da insetto*



*Danno da insetto*



*Danno da insetto*



*Effetto lente*



*Danno da roditore*



*Danno da roditore*



*Danno da roditore*



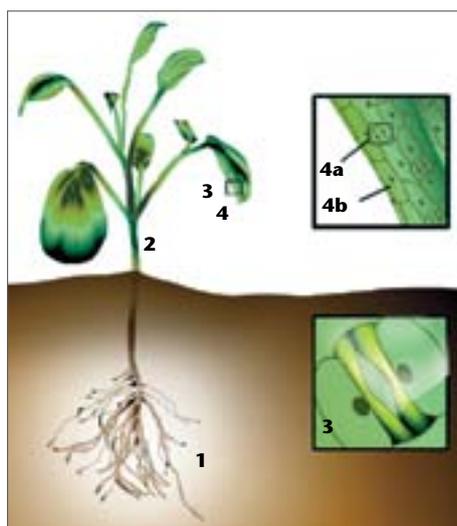
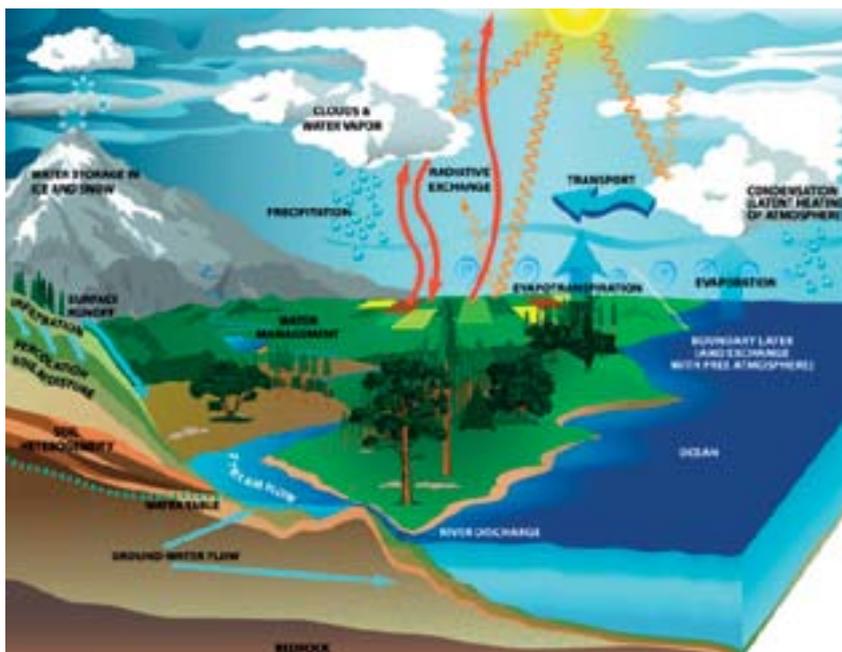
*Danno da roditore*

## 3.2 Programmazione dell'irrigazione

La programmazione dell'irrigazione è il processo che porta a decidere quando e per quanto tempo l'impianto di irrigazione dovrà funzionare. Si tratta di un argomento complesso ma importante, in quanto esso determina se la coltura riceverà la giusta quantità di acqua e di nutrienti, se acqua preziosa verrà sprecata per ruscellamento o percolazione profonda e se i sali saranno portati oltre la zona radicale.

L'illustrazione del Ciclo Idrologico (NASA, 2009) dimostra come sia complessa l'influenza che clima, suolo, geografia, geologia e crescita della pianta esercitano sul movimento dell'acqua e il suo utilizzo. La programmazione dell'irrigazione si avvale sia dell'arte che della scienza per bilanciare fatti noti come il tipo di suolo, il rapporto di applicazione del sistema e le varietà colturali con condizioni che mutano come il tempo, la chimica, lo stadio di crescita della pianta e le operazioni colturali dell'azienda agricola. Da un lato, l'operatore può prendere decisioni valutando fisicamente il tenore di umidità in un campione di terreno oppure monitorando visivamente l'aspetto e il colore della coltivazione.

Dall'altro, può fare uso di strumenti per raccogliere dati sull'umidità del suolo, lo stress idrico della pianta, le condizioni del tempo e il fabbisogno idrico teorico della pianta.



L'immagine della Traspirazione (Techalive, 2009), qui accanto mostra il processo con il quale le piante utilizzano l'acqua mentre viene assorbita attraverso le radici, risale lungo lo stelo e traspira poi nell'atmosfera. Dei ricercatori hanno elaborato dati riguardanti questo processo per molti tipi di colture e li hanno messi a disposizione degli agricoltori. Sono disponibili anche dei software che possono essere usati per interpretare queste informazioni e generare raccomandazioni sulla programmazione per applicazioni avanzate o funzionamento automatizzato.

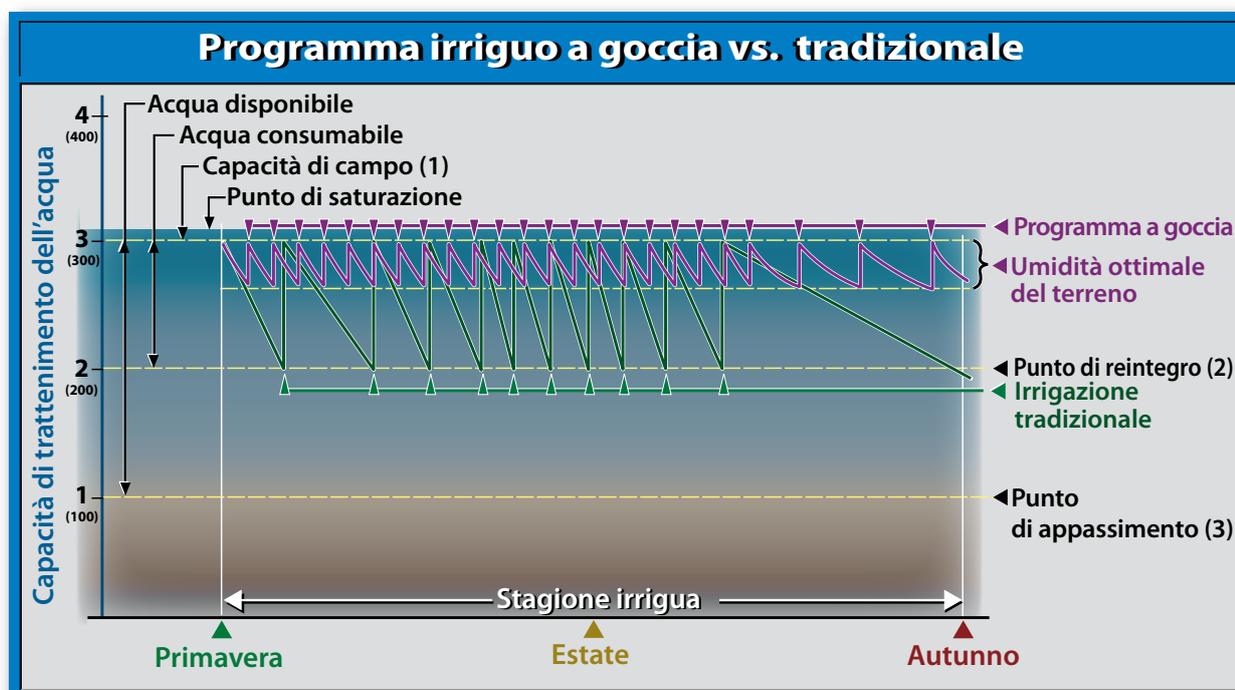
### TRASPIRAZIONE

1. L'acqua è assorbita tramite l'apparato radicale.
2. L'acqua risale lungo lo stelo attraverso i vasi xilematici, che convogliano acqua e minerali alle foglie.
3. Le cellule di guardia si aprono, creando un poro attraverso il quale il vapore acqueo può fuoriuscire.
4. Il vapore acqueo fuoriesce dagli stomi aperti che si trovano principalmente sul lato inferiore delle foglie.  
(4a. Stomi, 4b. Cellula della pianta)

Una programmazione corretta valorizza al massimo i profitti e riduce al minimo i problemi.

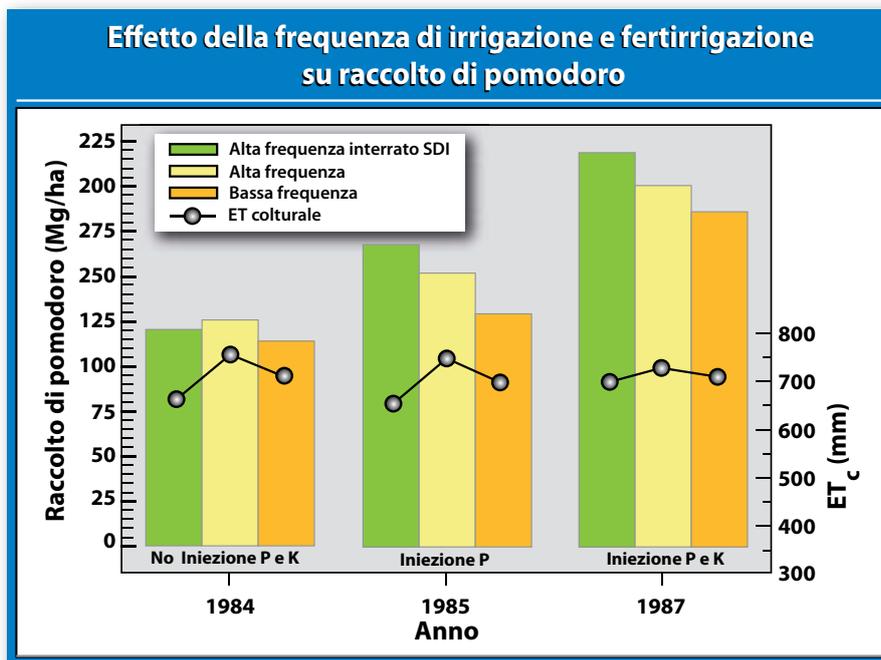
L'immagine che segue, Programma di irrigazione basato sullo stato di umidità del suolo (adattato da USBR, 2000, pag. 87), mostra due diverse strategie di programmazione dell'irrigazione. La prima strategia (color porpora) fa uso di un sistema di irrigazione a goccia in maniera frequente, mantenendo costantemente il suolo in condizioni ottimali. La seconda strategia (color verde) ricostituisce l'umidità ottimale del suolo, consentendo a circa un 50% dell'umidità del suolo disponibile di venire consumata prima di riempire di nuovo il profilo. Questo programma è tipico dei sistemi di irrigazione a pioggia ed anche di alcuni sistemi

a scorrimento/allagamento, e potrebbe non fornire un'umidità ottimale alla coltura. Si noti che la definizione di "umidità ottimale" può variare in base a coltura, stadio di crescita, parametri di qualità e altre variabili, e può prevedere un certo grado di irrigazione in deficit con qualsiasi tipo di sistema di irrigazione.



- (1) Piena riserva
- (2) Spesso 50% della capacità di campo
- (3) Riserva del terreno vuota

Oltre all'irrigazione ad alta frequenza, anche la fertirrigazione ad alta frequenza in esperimenti con fosforo e potassio ha evidenziato risultati con rese superiori come mostrato nel grafico nella pagina seguente (Lamm, 2007 after Phene et al.,1990).



Raccolto di pomodoro e ET culturale in funzione del tipo di irrigazione e fertirrigazione (P) fosforo, (K) potassio su terreno franco argilloso. Fonte Phene et al. (1990).

In breve, il responsabile dell'irrigazione deve decidere quando e per quanto tempo irrigare per ottenere i migliori risultati per una data coltura e le sue particolari condizioni. Nel presente manuale, discuteremo del metodo per la valutazione del bilancio idrico ed esamineremo poi altri fattori che influenzano la programmazione prima di creare un programma di irrigazione tipico, basato su condizioni teoriche.

## A. Utilizzo del metodo del bilancio idrico

Il metodo del bilancio idrico parte dal presupposto che la zona radicale della coltura è una riserva d'acqua, simile a un conto bancario. Man mano che la coltura utilizza acqua mediante il processo di evapotraspirazione (ET), l'acqua viene prelevata dal conto. Questa acqua può essere sostituita da depositi di acqua piovana o per irrigazione. Un bilancio corrente tiene traccia del livello teorico di acqua nella riserva idrica e il monitoraggio effettivo sul campo verifica il bilancio teorico prima di prendere le decisioni finali per l'irrigazione.

### Come calcolare il tempo di funzionamento teorico (Run Time) e fare la programmazione

Si devono conoscere almeno due cose per calcolare con successo il tempo di funzionamento teorico e programmare le irrigazioni utilizzando il metodo del bilancio idrico: 1) fabbisogno idrico per la coltura (per determinare il prelievo giornaliero); 2) rapporto di applicazione netto del sistema di irrigazione (per determinare la quantità di acqua applicata per ora di irrigazione). Entrambi sono utilizzati per calcolare il tempo di funzionamento teorico. I dati riguardanti il coefficiente di copertura della coltura, il coefficiente culturale K<sub>c</sub> e ET di riferimento sono disponibili presso fonti del governo locale e fonti universitarie e vi invitiamo a fare uso di queste risorse per ricavarne un valido aiuto.

Il tasso di applicazione netto del sistema di irrigazione dovrebbe essere fornito dal rivenditore del sistema di irrigazione all'atto dell'acquisto, ma possono essere d'aiuto anche i produttori dei sistemi di irrigazione, consulenti ed esperti agronomi. Le formule riportate di seguito faciliteranno il calcolo del tempo di funzionamento teorico, del fabbisogno idrico della coltura e del tasso di applicazione netto.

### EQUAZIONE 1 - TEMPO DI FUNZIONAMENTO TEORICO:

Tempo di funzionamento (min.) = Fabbisogno idrico coltura (mm) / Tasso di applicazione netto del sistema (mm/ora) x 60

#### Esempio

Se il fabbisogno idrico colturale è di 8 mm al giorno e il tasso di applicazione irriguo è di 2 mm all'ora, per quanto tempo al giorno deve essere attivato l'impianto per reintegrare il consumo idrico della coltura?

<b>Equazione 1 - Tempo di funzionamento teorico giornaliero</b>				
<b>Fabbisogno idrico della coltura</b>	<b>÷</b>	<b>Tasso di applicazione netto</b>	<b>x 60</b>	<b>= Tempo di funzionamento giornaliero</b>
Esempio: <b>8 mm / giorno</b>	<b>÷</b>	<b>2 mm / h</b>	<b>x 60</b>	<b>= 240 min / giorno</b>

Poiché il tasso di applicazione netto del sistema normalmente non cambia, per calcolare il tempo di funzionamento teorico si dovranno raccogliere con frequenza i dati relativi al fabbisogno idrico della coltura. Tuttavia, per verificare che il programma impostato produca i risultati desiderati o per imparare come si devono regolare i valori teorici, si dovranno monitorare anche le condizioni di campo di pianta e suolo.

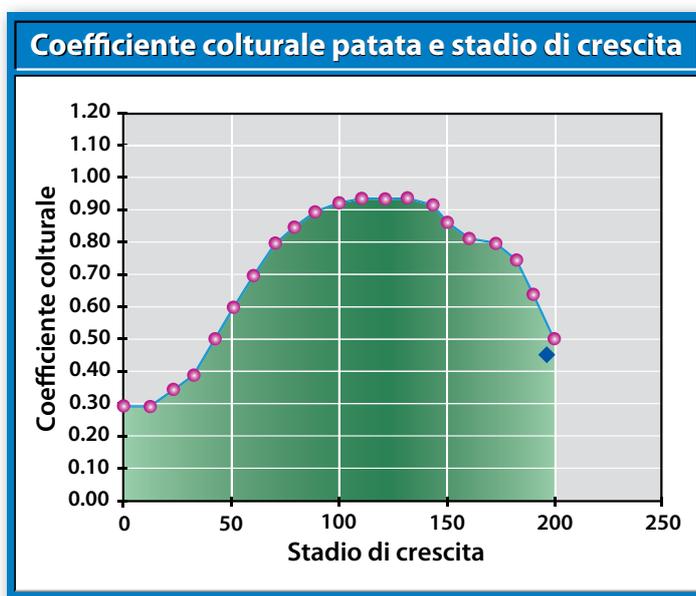
Di seguito sono riportate informazioni più dettagliate sull'evoluzione del fabbisogno idrico della coltura ed informazioni sul tasso di applicazione netto.

### Determinazione del fabbisogno idrico della coltura

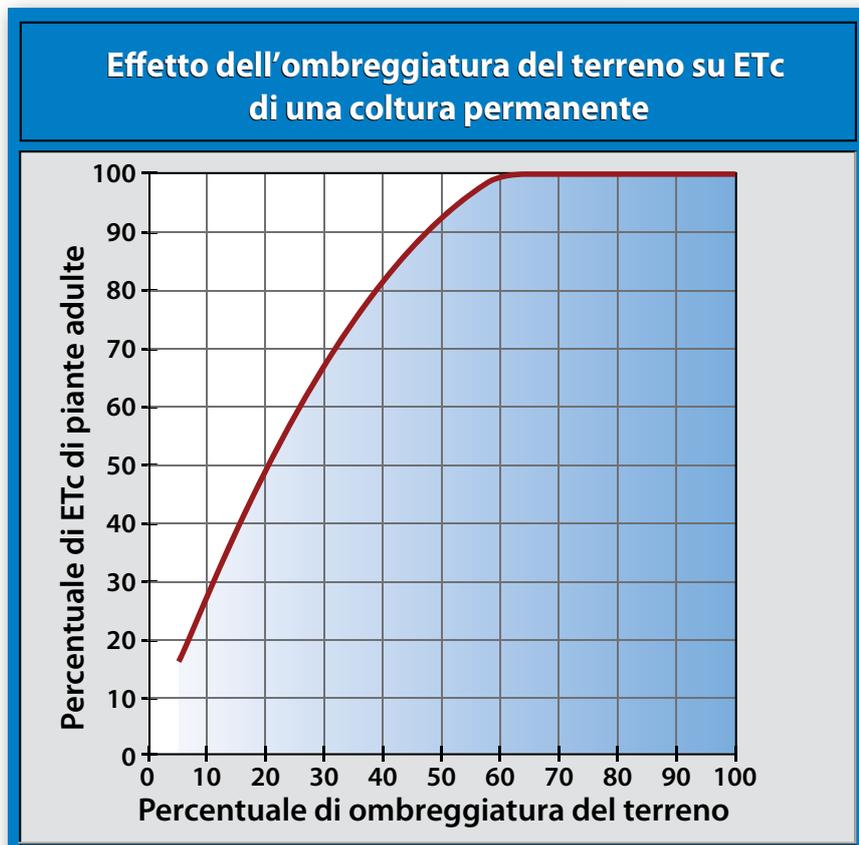
Di solito il fabbisogno idrico della coltura è espresso in millimetri di acqua al giorno come ETC (evapotraspirazione della coltura). In genere è calcolato moltiplicando il tasso dell'evapotraspirazione di riferimento (ET<sub>o</sub>), che è generato dai dati quotidiani delle stazioni climatiche locali, per il coefficiente colturale (K<sub>c</sub>), che è specifico della coltura e della geografia in cui viene coltivata. Lo scopo del K<sub>c</sub> consiste nell'adattare delle informazioni meteorologiche generiche in modo tale che riflettano la coltura specifica da coltivare. I dati sul tempo e sul coefficiente colturale possono essere richiesti a fonti del governo locale o a fonti universitarie, oppure possono essere generati all'interno della stessa azienda agricola con apparecchiature e procedure di ricerca specifiche.

L'illustrazione a fianco, Coefficiente Colturale Patata vs. Stadio di crescita (AgriMet, 2009), mostra le variazioni del coefficiente colturale in base allo stadio di crescita percentuale (0 = emergenza, 100 = chiusura filare, 200 = piante disseccate). Si noti come i valori ETC ed anche i valori K<sub>c</sub> cambino durante la stagione.

Anche il fabbisogno idrico teorico della coltura deve essere ridotto se la coltura non copre il 100% della superficie del suolo. Secondo dei ricercatori dell'Università della California, per esempio, se una coltura arborea genera un'ombreggiatura superiore al 62%, si dovrebbero usare i coefficienti colturali standard dei frutteti. Tuttavia, se meno del 62% della superficie del suolo è ombreggiato dall'estensione della chioma delle piante, si dovrebbe utilizzare un rapporto di 2:1 per generare un fattore di correzione. Se, per esempio, un'estensione di chiome giovani ombreggiasse solo il 20% della superficie del suolo, il fabbisogno stimato di acqua del frutteto di piante giovani sarebbe  $2 \times 20 = 40\%$ , del consumo di un frutteto completamente sviluppato. Quindi, si dovrebbe usare un moltiplicatore di 0,4.



Il grafico riportato di seguito illustra come la percentuale di ETc di piante adulte varia con la percentuale di ombreggiatura del terreno (Snyder, UC Leaflet 21259).



### EQUAZIONE 2 - FABBISOGNO IDRICO DELLA COLTURA (mm al giorno):

Fabbisogno idrico della coltura, ETC (mm) = ETo x Kc x Fattore di copertura della coltura

#### Esempio

ETo 9 mm al giorno in giugno. Una coltura di mandorle avente un Kc=0.95 in questa fase. Fattore di copertura colturale 80% della superficie.

Qual è il fabbisogno idrico della coltura (ETc) per giorno?

Equazione 2 - Fabbisogno idrico colturale (mm / giorno)					
ETo	x	Kc	x	Fattore di copertura	= Utilizzo idrico colturale, ETc
Esempio:					
9 mm / giorno	x	0.95	x	1.00	= 8.55 mm / giorno

In alcune aree, le informazioni sull'ETc (ET colturale) sono rese disponibili in base a una modellazione di situazioni di coltivazione medie, eliminando così la necessità di rintracciare informazioni su ETo e Kc.

### EQUAZIONE 3 – FABBISOGNO IDRICO DELLA COLTURA (Litri per pianta):

In alcuni casi, si possono convertire i dati sul fabbisogno idrico della coltura da millimetri a litri per pianta. In questo caso, si dovrebbe usare la seguente formula:

Fabbisogno idrico della coltura (litri/pianta) = fabbisogno idrico della coltura (mm/giorno) x spaziatura filari (metri) x spaziatura piante (metri)

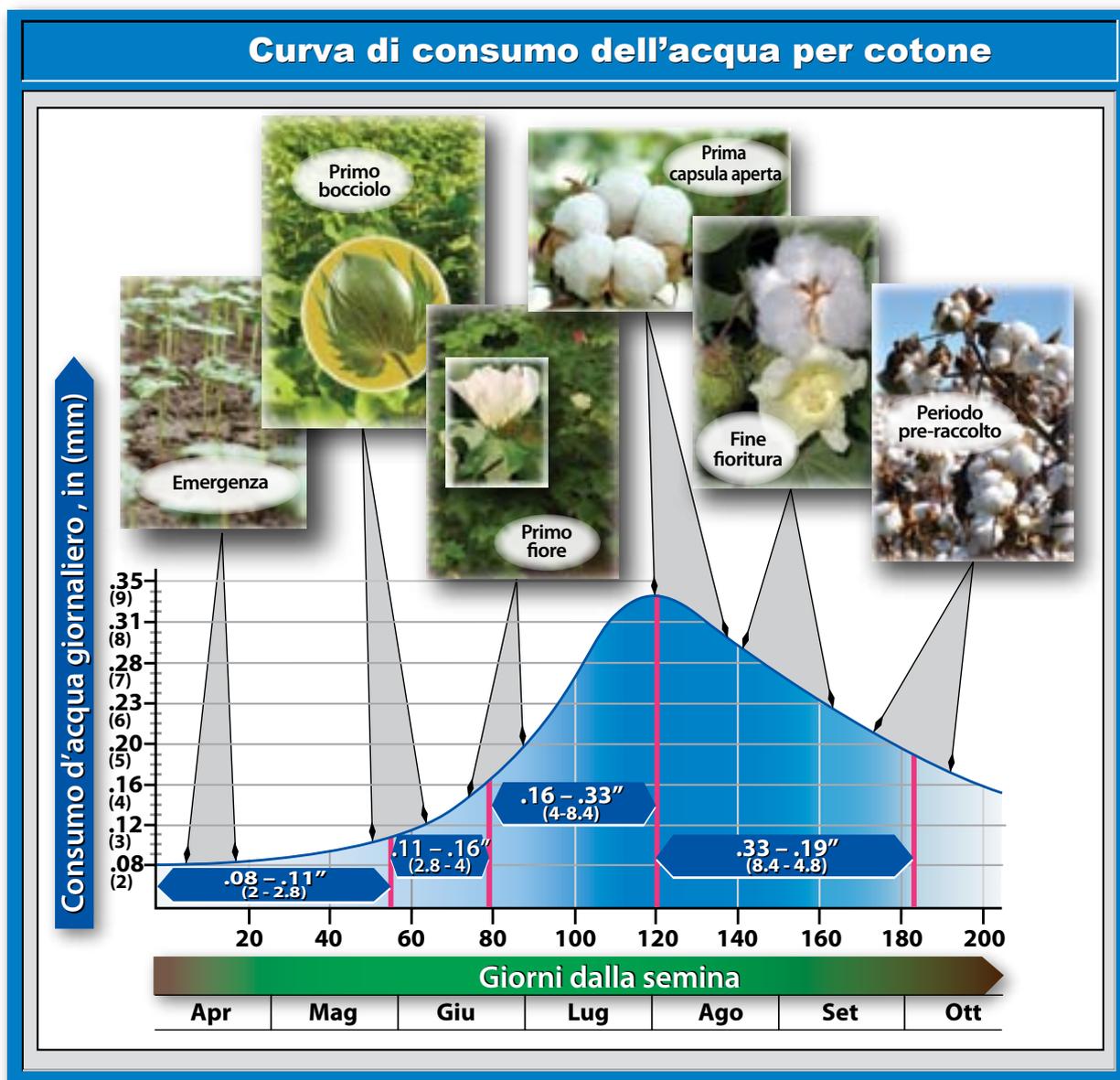
#### Esempio

Il mandorleto considerato precedentemente ha un sesto d'impianto 6 x 6 m.

Quanti litri per pianta al giorno necessita la coltura?

Equazione 3 - Fabbisogno idrico colturale (litri / pianta)					
Fabbisogno idrico colturale	x	Distanza tra i filari (m)	x	Distanza fra le piante (m)	= Litri per pianta al giorno
Esempio:					
8.55 mm / giorno	x	6 metri	x	6 metri	= 307.8 litri / giorno

Come previsto, il fabbisogno idrico della coltura cambia con il tempo e con lo stadio di crescita della coltura. La figura che segue mostra una curva teorica del fabbisogno idrico della coltura riferita al cotone, in millimetri al giorno, in forma grafica nell'arco di un intero anno, espresso in misure imperiali (in) e metriche (mm).



### EQUAZIONI 4a e 4b: TASSO DI APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI IRRIGAZIONE

Il tasso di applicazione del sistema di irrigazione a goccia, che dipende dalle portate degli erogatori e dalla loro spaziatura, è definito come il volume di acqua applicata ad una superficie, ed è di solito espresso in millimetri per ora. Le equazioni 4a e 4b calcolano i tassi di applicazione per la manichetta con unità di spaziatura delle linee laterali della manichetta in mm o metri, mentre l'equazione 5 calcola i tassi di applicazione per sistemi con gocciolatori on-line, ai gocciolanti, microgetti e minirrigatori. Una volta noto il tasso di applicazione deve essere ridotto dell'uniformità di emissione del sistema a goccia utilizzando l'equazione 6 per calcolare un tasso di applicazione "netto".

### EQUAZIONE 4A - TASSO DI APPLICAZIONE DELLA MANICHETTA (millimetri per ora)

(Spaziatura delle linee laterali in Centimetri)

Tasso di applicazione (mm/h) = Q-100 x 60 / Spaziatura della manichetta (centimetri)

dove: Q-100 = portata Aqua-Traxx in l/min x 100 metri

Spaziatura delle manichette = Spaziatura tra le linee laterali della manichetta (centimetri)

#### Esempio

Ipotizziamo l'uso di manichetta per l'irrigazione di peperoni. La portata è di 4.5 l / min / 100 m e la spaziatura delle linee laterali è di 110 cm. Qual è il tasso di applicazione?

Equazione 4a — Tasso di applicazione, mm / h (spaziatura tra le linee laterali in cm)					
<b>Q-100</b> Portata per 100 m	x	<b>60</b>	÷	<b>Spaziatura laterale (cm)</b>	= <b>Tasso di applicazione (mm / h)</b>
Esempio: 4.5 l / min / 100 m	x	<b>60</b>	÷	<b>110 cm</b>	= <b>2.45 mm / h</b>

### EQUAZIONE 4B - TASSO DI APPLICAZIONE DELLA MANICHETTA (millimetri per ora)

(Spaziatura delle linee laterali in Metri)

Rapporto di applicazione (mm/ora) = Q-100 x 0,6 / Spaziatura della manichetta (metri)

dove: Q-100 = portata Aqua-Traxx in l/min x 100 metri

Spaziatura = Spaziatura tra linee laterali della manichetta (metri)

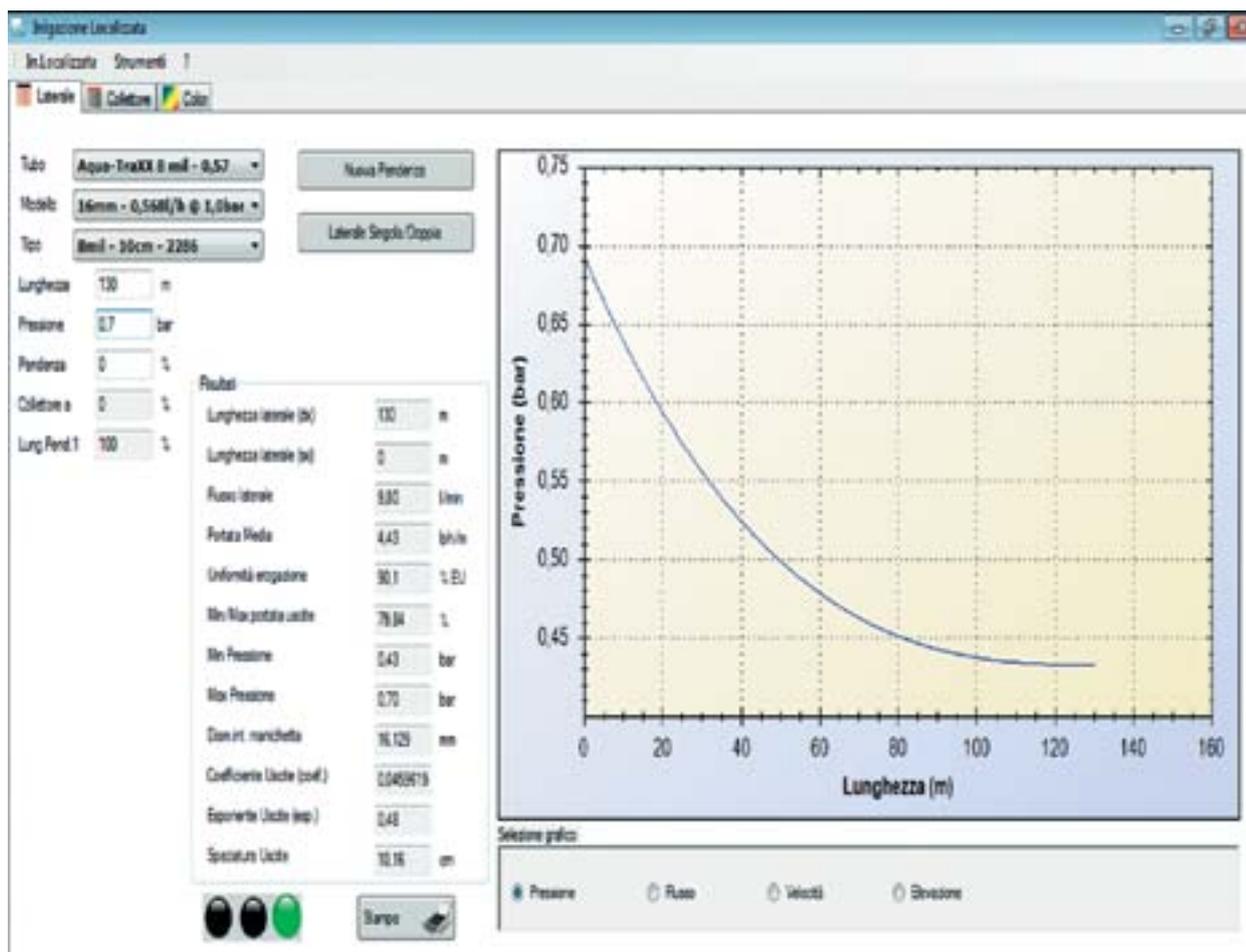
#### Esempio

Ipotizziamo l'uso di manichetta per l'irrigazione di peperoni. La portata è di 4.5 l / min / 100 m e la spaziatura delle linee laterali è di 1,1 m. Qual è il tasso di applicazione?

Equazione 4b — Tasso di applicazione, mm / h (spaziatura tra le linee laterali in m)					
<b>Q-100</b> Portata per 100 m	x	<b>0.6</b>	÷	<b>Spaziatura laterale (m)</b>	= <b>Tasso di applicazione (mm / h)</b>
Esempio: 4.5 l / min / 100 m	x	<b>0.6</b>	÷	<b>1.1 m</b>	= <b>2.45 mm / h</b>

## Disponibilità di un calcolatore online

Si noti che gli utilizzatori di **Aqua-Traxx**, **Neptune** e **BlueLine** possono calcolare i tassi di applicazione e i tempi di funzionamento con l'uso dei programmi online Irriloc e Aquaflow disponibili sul sito [toro-ag.it](http://toro-ag.it) illustrato di seguito. Una volta scelto il modello Aqua-Traxx e inserite la pressione del sistema, la spaziatura delle linee laterali e l'uniformità di emissione, il calcolatore mostrerà il tasso di applicazione del sistema.



### EQUAZIONE 5 - TASSO DI APPLICAZIONE PER EROGATORI (millimetri per ora)

Tasso di applicazione (mm/ora) =

Portata degli erogatori, (l/h) / Spaziatura filari, (metri) x spaziatura erogatori (metri)

dove: Portata Erogatori = Portata di ogni gocciolatore o dei minirrigatori, indicata in l/h per dispositivo

Spaziatura filari = Spaziatura tra le linee laterali del tubo o delle ali gocciolanti (metri)

Spaziatura erogatori = Spaziatura tra gli erogatori lungo la linea laterale (metri)

#### Esempio

Ipotizziamo l'uso di ala gocciolante per l'irrigazione di mandorli. La portata del gocciolatore è 2.0 l/h e la spaziatura del gocciolatori 1.2 m. La spaziatura delle linee laterali è di 3 m.

Qual è il tasso di applicazione?

#### Equazione 5 - Tasso di applicazione dei gocciolatori (mm / h)

Portata gocciolatore (l/h)	÷ Distanza fra le linee laterali (m)	x Spaziatura gocciolatori (m)	= Tasso di applicazione (mm / h)
Esempio: 2 l/h	÷ (3 m	x 1.2 m)	= 0.56 mm / h

## Tasso di applicazione "netto" del sistema di irrigazione

Ora che il tasso di applicazione è noto, deve essere ridotto dell'uniformità del sistema di irrigazione per calcolare il tasso di applicazione netto. L'uniformità del sistema esprime la regolarità di applicazione dell'acqua su tutto il campo e indica quale grado di sovra-irrigazione deve essere applicato per garantire alla parte più secca del campo di ricevere una quantità di acqua sufficiente, ossia quanta sovra-irrigazione sarà necessaria per compensare un'uniformità imperfetta. Chi progetta il sistema fornisce l'uniformità teorica, tuttavia, l'uniformità effettiva di un sistema esistente può essere determinata misurando le portate di diversi erogatori e dividendo poi la misurazione media delle "misurazioni del quarto inferiore" (il 25% più basso delle letture) per la media globale. I termini usati dai progettisti dell'irrigazione per descrivere l'uniformità del sistema sono numerosi, ivi compresi Uniformità di Distribuzione (Distribution Uniformity - DU) e Uniformità di Emissione (Emission Uniformity - EU). L'illustrazione che segue è stata creata con l'uso del software di progettazione Irriloc di Toro: la variazione di flusso del progetto del sistema è suddivisa per colori in tutto il campo. Si noti che un progetto con un EU del 93,5% ha una variazione di colori, o variazione di flusso, minore di quella di un progetto con un EU inferiore, meno auspicabile dell'88,6%.

### Toro - EAP5xx1245

EU 93,5%

193 gpm, 12,0 psi

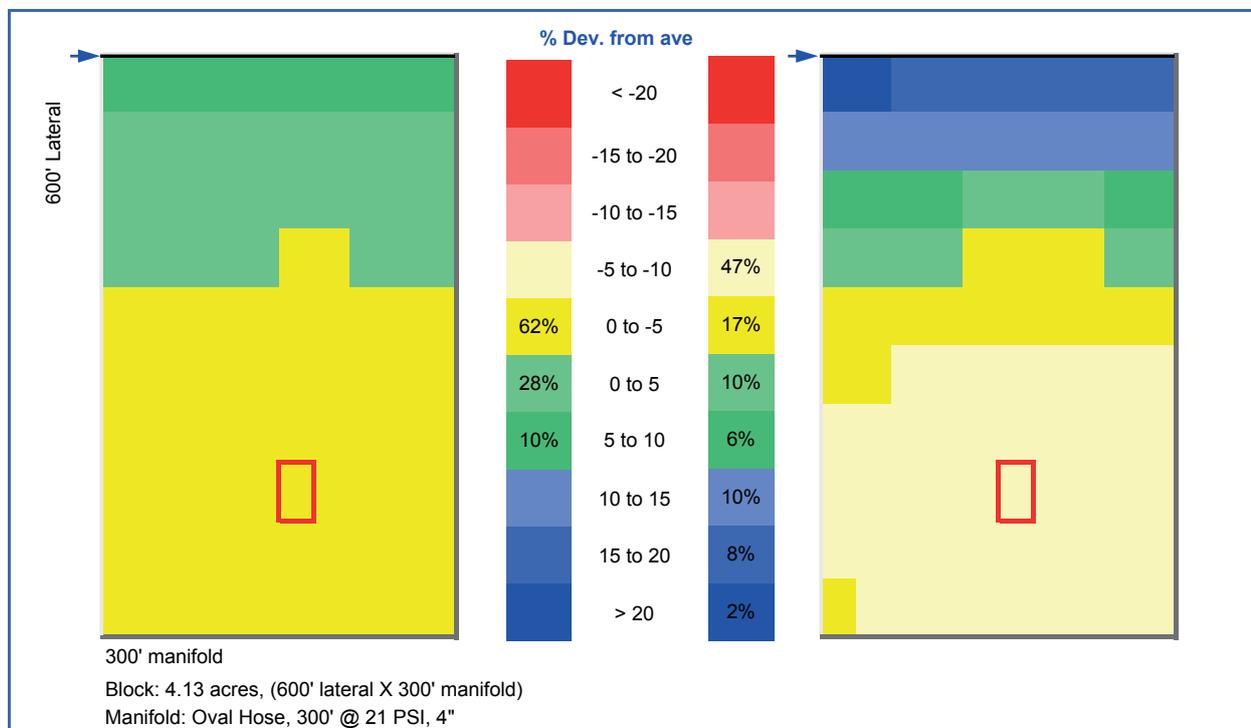
46,8 gpm/ac, 0,103 pollici/ora

### Altri - 5/8" HF 12"

EU 88,6%

198 gpm, 12,0 psi

48,0 gpm/ac, 0,106 pollici/ora



Uno dei principali vantaggi dell'irrigazione a goccia è la possibilità di ottenere un'alta uniformità del sistema. In generale, i sistemi di irrigazione a goccia spesso raggiungono un'uniformità superiore al 90% con progettazione, installazione e manutenzione adeguate. Questo dato si contrappone alle uniformità consuete di un 40-60% per i sistemi di irrigazione a scorrimento e di un 50-80% per i sistemi a pioggia. Per determinare il tasso di applicazione "netto", basta moltiplicare il tasso di applicazione per l'uniformità di emissione, espressa in decimali, come mostrato nell'equazione 6 seguente.

### EQUAZIONE 6 - TASSO DI APPLICAZIONE NETTO (tutti i tipi di sistemi)

Tasso di applicazione netto (millimetri/ora) = Tasso di applicazione x Uniformità di emissione (EU)

#### Esempio

Il tasso di applicazione teorico dell'impianto è di 3 mm / h e l'uniformità di erogazione risultante in campo è del 90%. Qual è il tasso di applicazione netto?

<b>Equazione 6 - Tasso di applicazione netto - per tutti gli erogatori</b>			
<b>Tasso di applicazione (mm / h)</b>	<b>x</b>	<b>Uniformità di Erogazione</b>	<b>= Tasso di applicazione netto (mm / h)</b>
Esempio: <b>3 mm / h</b>	<b>x</b>	<b>0.90</b>	<b>= 2.7 mm / h</b>

**Un'alta uniformità del sistema riduce le ore di esercizio.**

Per chiarire meglio l'importanza dell'uniformità di emissione, lo schema che segue indica quante ore sono necessarie per applicare una quantità minima di 25 mm d'acqua a tutte le parti di un campo irrigato, ipotizzando diverse uniformità di emissione ed ipotizzando anche un tasso di applicazione di 2,29 mm per ora:

<b>Effetto dell'uniformità sul tempo di funzionamento per applicare 25 mm</b>			
<b>Tasso di applicazione (mm/h)</b>	<b>Uniformità di erogazione</b>	<b>Tasso di applicazione netto (mm/h)</b>	<b>Tempo di funzionamento in ore per applicare 25 ore(h)</b>
2,29	0,95	2,176	11,7
2,29	0,90	2,061	12,3
2,29	0,80	1,832	13,9
2,29	0,70	1,603	15,9
2,29	0,60	1,374	18,5
2,29	0,50	1,145	22,2

Quindi, se il tasso di applicazione desiderato è una quantità minima pari a 25,4 mm d'acqua a tutte le parti del campo, il sistema dovrebbe funzionare per 12,3 ore se l'uniformità del sistema fosse del 90%, mentre il sistema dovrebbe funzionare per 13,9 ore se l'uniformità del sistema fosse dell'80%. Chiaramente, alte uniformità del sistema sfruttano tempo e risorse in modo più efficiente. Inoltre, un'alta uniformità del sistema spesso previene ruscellamento, percolazione in profondità, spreco di fertilizzante e sovra-irrigazione a singole parti del campo e i conseguenti danni alla coltura.

### **RIEPILOGO DELLE FORMULE DI CALCOLO**

Una volta noti il fabbisogno idrico della coltura e il tasso di applicazione netto con l'uso delle Equazioni da 2 a 6, è facile poi calcolare il tempo di funzionamento teorico usando l'Equazione 1.

### Equazione 1 - Tempo di funzionamento teorico giornaliero

$$\text{Fabbisogno idrico della coltura} \div \text{Tasso di applicazione netto} \times 60 = \text{Tempo di funzionamento giornaliero}$$

Esempio:

$$8 \text{ mm / giorno} \div 2 \text{ mm / h} \times 60 = 240 \text{ min / giorno}$$

### Equazione 2 - Fabbisogno idrico colturale (mm / giorno)

$$\text{ETo} \times \text{Kc} \times \text{Fattore di copertura} = \text{Utilizzo idrico colturale, ETc}$$

Esempio:

$$9 \text{ mm / giorno} \times 0.95 \times 1.00 = 8.55 \text{ mm / giorno}$$

### Equazione 3 - Fabbisogno idrico colturale (litri / pianta)

$$\text{Fabbisogno idrico colturale} \times \text{Distanza tra i filari (m)} \times \text{Distanza fra le piante (m)} = \text{Litri per pianta al giorno}$$

Esempio:

$$8.55 \text{ mm / giorno} \times 6 \text{ metri} \times 6 \text{ metri} = 307.8 \text{ litri / giorno}$$

### Equazione 4a —

#### Tasso di applicazione, mm / h (spaziatura tra le linee laterali in cm)

$$\text{Q-100 Portata per 100 m} \times 60 \div \text{Spaziatura laterale (cm)} = \text{Tasso di applicazione (mm / h)}$$

Esempio:

$$4.5 \text{ l / min / 100 m} \times 60 \div 110 \text{ cm} = 2.45 \text{ mm / h}$$

### Equazione 4b —

#### Tasso di applicazione, mm / h (spaziatura tra le linee laterali in m)

$$\text{Q-100 Portata per 100 m} \times 0.6 \div \text{Spaziatura laterale (m)} = \text{Tasso di applicazione (mm / h)}$$

Esempio:

$$4.5 \text{ l / min / 100 m} \times 0.6 \div 1.1 \text{ m} = 2.45 \text{ mm / h}$$

### Equazione 5 - Tasso di applicazione dei gocciolatori (mm / h)

$$\text{Portata gocciolatore (l/h)} \div \text{Distanza fra le linee laterali (m)} \times \text{Spaziatura gocciolatori (m)} = \text{Tasso di applicazione (mm / h)}$$

Esempio:

$$2 \text{ l/h} \div (3 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}) = 0.56 \text{ mm / h}$$

### Equazione 6 - Tasso di applicazione netto - per tutti gli erogatori

$$\text{Tasso di applicazione (mm / h)} \times \text{Uniformità di Erogazione} = \text{Tasso di applicazione netto (mm / h)}$$

Esempio:

$$3 \text{ mm / h} \times 0.90 = 2.7 \text{ mm / h}$$

## B. Considerazioni aggiuntive: incidenza sul programma di irrigazione

Una volta calcolato il tempo di funzionamento teorico, il responsabile dell'irrigazione deve adattare quanto calcolato teoricamente alle condizioni di campo al fine di decidere la frequenza di utilizzo del sistema e reintegrare i prelievi quotidiani. Tale decisione dipenderà dalla pianificazione MAD (Management Allowable Depletion) nonché da altri fattori agronomici, colturali e correlati al clima.

Utilizzare gli strumenti di programmazione online per iniziare, poi procedere alla messa a punto.

Vari programmi consentono all'utilizzatore di inserire dati su base giornaliera o settimanale per quanto riguarda l'ET colturale effettiva, informazioni sull'applicazione, dati sull'umidità del suolo e/o dati sulla coltura. Il foglio elettronico riportato di seguito può essere usato su base giornaliera per tenere traccia dell'acqua disponibile nel profilo del suolo unitamente alle letture dell'umidità del suolo.

### Programma interventi irrigui

#### Riepilogo dei dati del campo

Località	Madera	Efficienza irrigua	90%
Campo numero	1	Tasso di applicazione (mm/h)	1,07
Descrizione	Est	Base di pianificazione	Massimo esaurimento ammissibile
Coltura	Pomodoro	Gestione esaurimento ammissibile	10%
Ciclo coltura	Apr. - Ago	Esaurimento ammissibile in zona radicale	10.7
Fermo irrigazione	fine luglio	Funzionamento zona radicale (hh:mm)	11:01
Tipo terreno	Franco argilloso		
Max profondità radicale (m)	0,61		
Tipo di irrigazione	Goccia		

Settimana	Media Annuale		Anno corrente		Kc	Valori medi settimanali			Cambiamento anno corrente vs. media annuale	Etc Totale progressivo
	Eto (mm/giorno)	Precipitazione (mm/sett)	Eto (mm/giorno)	Precipitazione (mm/sett)		Etc (mm/giorno)	Zona radicale (m)	Tempo di funzionamento (hh:mm)		
14	3,0	7,9	N/A	N/A	0,30	0,8	0,3	06:17	N/A	6,1
15	3,0	2,8	N/A	N/A	0,30	1,0	0,3	06:45	N/A	12,7
16	3,3	6,1	N/A	N/A	0,30	1	0,3	07:14	N/A	19,6
17	3,8	2,3	N/A	N/A	0,32	1,3	0,34	08:28	N/A	27,9
18	4,1	4,3	N/A	N/A	0,38	1,5	0,42	11:09	N/A	38,6
19	4,6	1,3	N/A	N/A	0,51	2,3	0,51	17:10	N/A	55,1
20	5,3	1,8	N/A	N/A	0,70	3,8	0,6	26:45	N/A	81,0
21	5,8	3,6	N/A	N/A	0,80	5,1	0,61	36:50	N/A	116,8
22	6,4	0,5	N/A	N/A	1,03	6,6	0,61	46:50	N/A	162,3
23	6,9	1,3	N/A	N/A	1,09	7,6	0,61	54:42	N/A	215,1
24	7,4	0,0	N/A	N/A	1,10	8,1	0,61	58:39	N/A	272,0
25	7,6	0,0	N/A	N/A	1,10	8,4	0,61	59:57	N/A	329,9
26	7,4	0,0	N/A	N/A	1,10	8,1	0,61	59:04	N/A	387,1
27	7,1	0,0	N/A	N/A	1,08	7,9	0,61	56:35	N/A	442,0
28	7,1	0,0	N/A	N/A	1,02	7,1	0,61	51:51	N/A	492,3
29	6,9	0,0	N/A	N/A	0,89	6,4	0,61	45:00	N/A	535,7
30	7,1	0,0	N/A	N/A	0,76	5,3	0,61	38:39	N/A	573,3

Tempo di funzionamento totale: 592:03 hh:mm = 637 mm applicati

Programma Irriguo "reintegra quanto consumato"													
Campo A		Zona 1		Superficie 4ha		Tipo di suolo sabbioso/limoso							
Giorno	Pressione pompa kPa	Portata pompa m³/h	Tasso di erogazione mm/h*	Durata ciclo	Tasso di erogazione lordo mm	Tasso di erogazione netto mm**	ET Culturale mm/giorno	Riserva	Riserva Netta	Umidità terreno Sito 1	Umidità terreno Sito 2	Umidità terreno Sito 3	Umidità terreno Sito 4
1	350	90	2,25	6	13,5	12,2	5,1	7,1	7,1				
2	350	90	2,25	0	0,0	0,0	6,4	-6,4	0,7				
3	350	90	2,25	6	13,5	12,2	7,6	4,5	5,3				
4	350	90	2,25	4	9,0	8,1	7,6	0,5	5,7				
5	350	90	2,25	0	0,0	0,0	6,4	-6,4	-0,6				
6	350	90	2,25	6	13,5	12,2	7,6	4,5	3,9				
7	350	90	2,25	6	13,5	12,2	8,9	3,3	7,2				
8	350	90	2,25	4	9,0	8,1	10,2	-2,1	5,1				
9	350	90	2,25	6	13,5	12,2	10,2	2,0	7,1				
10	350	90	2,25	6	13,5	12,2	8,9	3,3	10,4				
11	350	90	2,25	0	0,0	0,0	7,6	-7,6	2,7				
12	350	90	2,25	6	13,5	12,2	7,6	4,5	7,3				
13	350	90	2,25	0	0,0	0,0	7,6	-7,6	-0,3				
14	350	90	2,25	6	13,5	12,2	5,1	7,1	6,7				

\* Millimetri per ora = Portata della pompa m³ / h x 1.000 / (numero ettari x 10.000)

\*\* Tasso di applicazione netto = Tasso di applicazione lordo (mm) x 0.9 efficienza di applicazione

Si noti che, in entrambi gli esempi, è necessario conoscere la tessitura del suolo, l'acqua disponibile e le condizioni di umidità del terreno. Gli strumenti disponibili facilitano la determinazione di questi valori, ma è anche possibile fare una semplice analisi sul campo e utilizzare risorse prontamente disponibili di fonti governative ed accademiche. Quanto segue prenderà in esame come la tessitura del suolo, il MAD, gli schemi di bagnatura e il desiderio di evitare la formazione di fango influenzino il programma di irrigazione al di là di ciò che prevedono le equazioni del bilancio idrico.

### Tessitura del suolo

La tessitura del suolo influenza la programmazione dell'irrigazione in due modi importanti. In primo luogo, essa determina la rapidità con cui il suolo accoglie l'acqua ed è consigliabile che tale dato sia noto prima di procedere alla progettazione, in quanto influenza la portata degli erogatori e la loro spaziatura. Dovrebbe essere stato scelto un tasso di applicazione, o tasso di precipitazione come talvolta viene definito, che non superi la capacità del suolo di accettare acqua. In caso contrario, si avrà ruscellamento o fango. La tabella sui Maximum Precipitation Rates (USDA, 1997) riportata a fianco, mostra che sui terreni più pesanti si avrà ruscellamento con un tasso di applicazione di soli 3-4 mm per ora. Uno dei vantaggi dei sistemi di irrigazione a goccia consiste nel fatto che i tassi di applicazione sono spesso ben al di sotto dei valori massimi mostrati in questo schema e costituiscono un minore rischio di creare ruscellamento rispetto ai sistemi

Precipitazione massima consentita*								
Pendenza	0-5%		5-8%		8-12%		12%+	
Copertura terreno	Inerbito	Nudo	Inerbito	Nudo	Inerbito	Nudo	Inerbito	Nudo
<b>Tessitura terreno</b>								
Sabbia grossa	50	50	50	38	38	25	25	13
Sabbia grossa su substrato compatto	45	38	30	25	25	19	19	10
Sabbioso/limoso	45	25	30	20	25	15	19	10
Sabbioso/limoso su substrato compatto	30	19	25	13	19	10	13	8
Limoso/argilloso	25	13	20	10	15	8	10	5
Limoso/argilloso su substrato compatto	15	8	13	6	10	4	8	3
Argilla pesante o argilloso/limoso	5	4	4	3	3	2	3	1.5

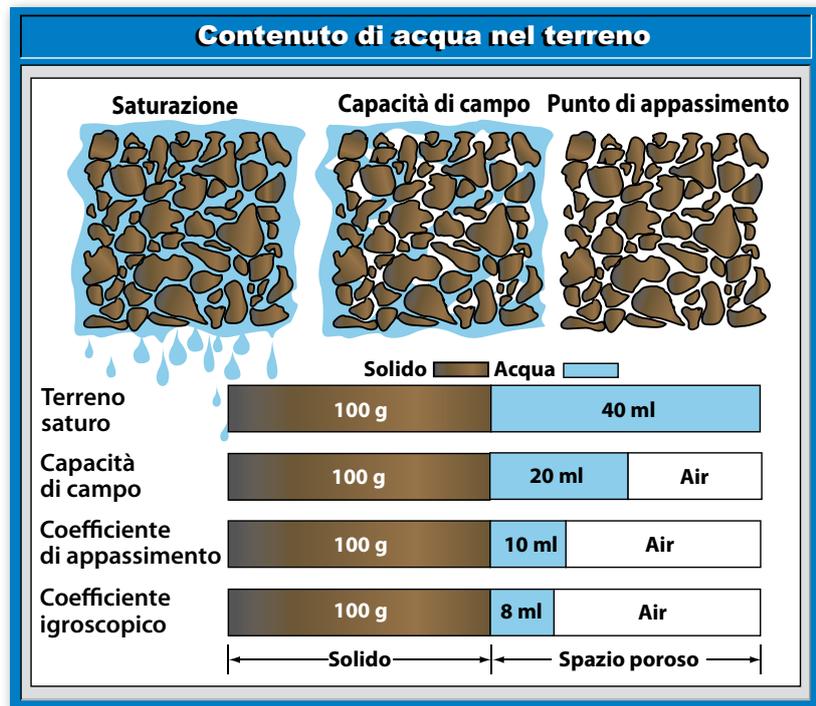
\* I massimi valori del tasso di precipitazione in mm/h sono indicati dal ministero dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America. I valori sono delle medie e possono variare in base alla reale tessitura del terreno ed alla copertura dello stesso.

a pioggia, in particolare su un terreno nudo, in pendenza. In secondo luogo, la tessitura del suolo determina la quantità di acqua trattenuta dalla zona radicale per metro di profondità e, quanta parte di tale acqua è disponibile per la pianta. L'illustrazione sul Contenuto d'acqua nel terreno, riportata qui a fianco, mostra tre livelli di umidità del terreno: saturazione, capacità di campo e punto di appassimento. Molta parte dell'acqua in un campo saturo andrà persa per gravità e non potrà essere usata per la crescita della pianta. Dopo circa 24 ore, il suolo acquisirà "capacità di campo": l'acqua è disponibile per essere utilizzata dalla pianta. Nel punto di appassimento, l'acqua continua ad essere presente nel suolo, ma è trattenuta dalle particelle del suolo così saldamente da non essere disponibile per essere usata dalla pianta. La differenza tra la capacità di campo e il punto di appassimento è considerata l'acqua che è "disponibile" per la pianta. Si tratta dell'umidità del terreno che gli agricoltori gestiscono per ottimizzare la produzione della coltura.

Lo schema Umidità del Terreno Disponibile (Plaster, 2003) riportato qui a fianco, mostra il range dell'umidità, in mm, che è

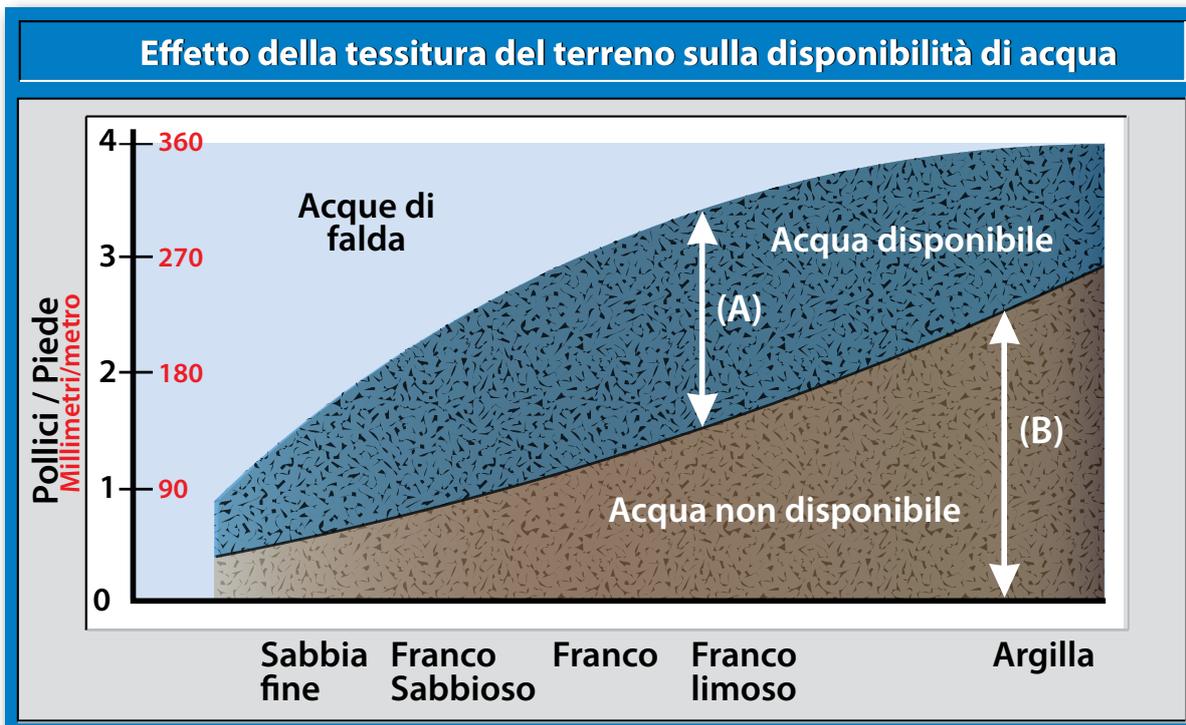
potenzialmente disponibile per le radici della pianta in suoli di diversa tessitura. Si noti che un suolo sabbioso ha disponibile solo 40-90 mm di acqua per metro di profondità del terreno, mentre un'argilla o un limo ha disponibile 170-230 mm di acqua per metro di profondità.

L'illustrazione che segue "Effetto della tessitura del terreno sulla disponibilità di acqua" (Plaster, 2003) chiarisce ulteriormente quanto già esposto. I suoli che hanno una quantità limitata di acqua a disposizione devono essere gestiti con molta attenzione, perché se il fabbisogno idrico della coltura non viene reintegrato su base quotidiana, se le colture hanno radici poco profonde e/o se il fabbisogno idrico della coltura è alto, l'acqua disponibile potrebbe venire interamente consumata e le piante potrebbero appassire in modo permanente. Gli operatori devono gestire l'acqua disponibile nella zona radicale in modo da garantire una produzione ottimale della coltura.

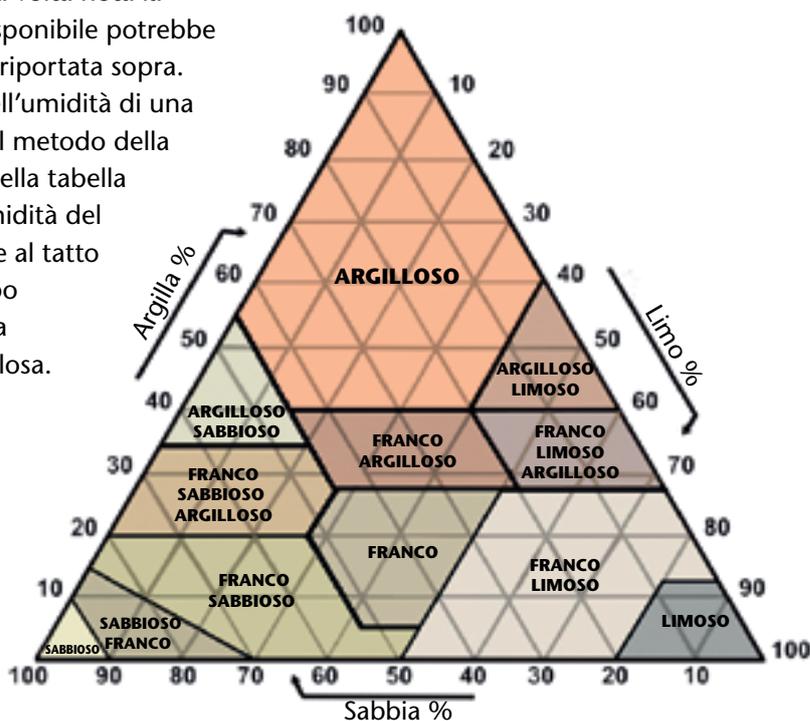


**Umidità del terreno disponibile**

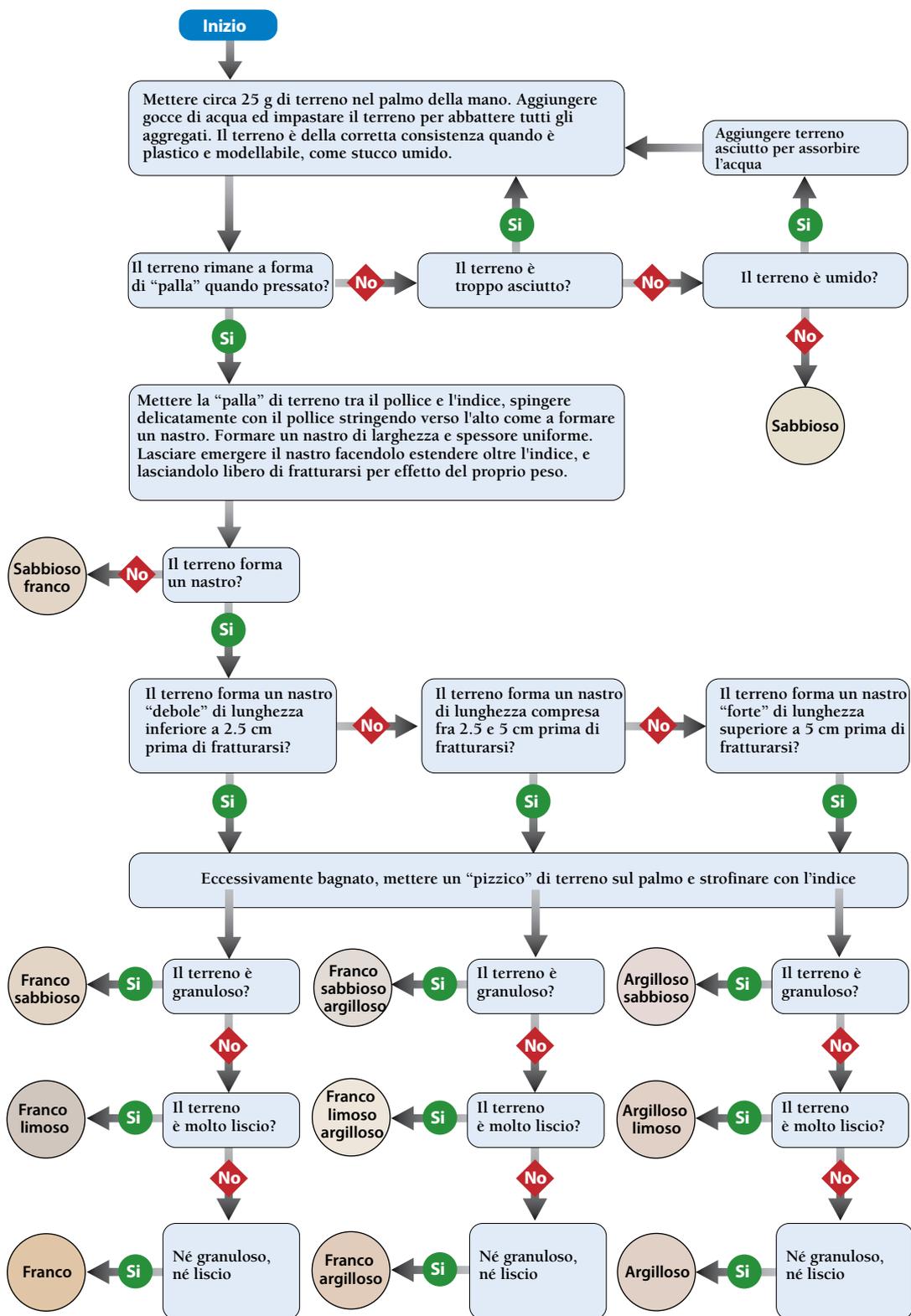
Tessitura terreno	mm / cm	mm / m
Sabbia grossa e ghiaia	0.2- 0.6	20-60
Sabbioso	0.4-0.9	40-90
Sabbia franco	0.6-1.2	60-120
Franco sabbioso	1.1-1.5	110-150
Franco sabbioso fine	1.4-1.8	140-180
Franco limoso	1.7-2.3	170-230
Franco argilloso	1.4-2.1	140-210
Franco limoso argilloso	1.4-2.1	140-210
Argilloso	1.3-1.8	130-180



La tessitura del terreno può essere determinata confrontando i risultati di un Test di sedimentazione con il triangolo che illustra la Tessitura del terreno, riportato di seguito ([www.soilsensor.com](http://www.soilsensor.com)). La tessitura del terreno può essere determinata anche valutando un cucchiaino di terreno con il palmo della mano e confrontandolo con le informazioni fornite dalla Chiave di identificazione della Tessitura del Terreno, riportata nella pagina seguente. Una volta nota la tessitura, l'acqua potenzialmente disponibile potrebbe essere stimata utilizzando la tabella riportata sopra. Per determinare lo stato effettivo dell'umidità di una tessitura nota, è possibile utilizzare il metodo della sensazione al tatto come illustrato nella tabella riportata nelle pagine seguenti, (Umidità del terreno, descrizione della sensazione al tatto e dell'aspetto) (USDA, 1998). A scopo illustrativo sono incluse figure di una sabbia fine e di una sabbia fine argillosa.



## Identificazione tessitura del terreno



### Gestione del consumo idrico (MAD)

Il MAD è un termine che descrive il limite minimo di acqua disponibile prima di procedere al reintegro con l'irrigazione. Si tratta in larga misura di una decisione agronomica, poiché la disponibilità di acqua è spesso usata per gestire la crescita e la qualità della coltura. In alcuni casi, si desidera una riserva piena e l'acqua viene reintegrata man mano che diminuisce, come discusso nel metodo del Bilancio idrico. In altri casi, si potrebbe desiderare un certo livello di stress idrico della pianta mantenendolo costante con il programma di irrigazione. In ogni caso, è possibile utilizzare il metodo del Bilancio idrico per gestire la riserva idrica del suolo. Chi prepara il programma deve semplicemente determinare se la riserva deve essere mantenuta piena o ridotta a un certo livello.

Talvolta il MAD è imposto dalla logistica del sistema o della coltura. Potrebbe essere sconveniente o impossibile riempire la riserva del suolo quotidianamente su ogni blocco, oppure le attività colturali potrebbero impedire l'irrigazione. Tuttavia, l'utilizzo dei sistemi a goccia elimina spesso questi problemi, perché:

- I tassi di applicazione dei sistemi a goccia sono bassi, quindi si possono irrigare contemporaneamente più superfici;
- Di solito, i sistemi a goccia applicano l'acqua alla zona radicale della coltura e/o alla baulatura e lasciano asciutti solchi e strade di accesso, consentendo le pratiche di irrigazione — anche quando sono in svolgimento operazioni sul campo (raccolta compresa);
- Siccome i nutrienti sono spesso applicati in toto con il sistema di irrigazione a goccia, si possono ridurre al minimo le applicazioni con trattore o addirittura eliminarle.

Umidità del terreno, descrizioni tattili e dell'aspetto				
Aqua disponibile*	Sabbia	Franco sabbioso	Franco limoso	Franco argilloso / argilloso
Sopra la capacità di campo	Acqua libera appare quando il terreno è soppesato in mano.	Acqua libera è rilasciata quando il terreno è impastato.	Acqua libera può essere "spremuta".	Pozze di acqua libera si formano sulla superficie
100% (capacità di campo)	Quando la zolla viene spremuta non appare acqua libera, ma contorni bagnati rimangono sulla mano <b>(83 mm / m) §</b>	Aspetto molto scuro. Quando la zolla viene spremuta non appare acqua libera, ma contorni bagnati rimangono sulla mano <b>(125 mm / m) §</b>	Aspetto molto scuro. Quando la zolla viene spremuta non appare acqua libera, ma contorni bagnati rimangono sulla mano. Formazione di un nastro di circa 25 mm <b>(167 mm / m) §</b>	Aspetto molto scuro. Quando la zolla viene spremuta non appare acqua libera, ma contorni bagnati rimangono sulla mano. Formazione di un nastro di circa 50 mm <b>(208 mm / m) §</b>
75-100%	Tende ad ammassarsi, a volte forma una "debole" palla quando pressato <b>(67-83 mm / m) §</b>	Piuttosto scuro. Forma una "debole" palla che si sbriciola facilmente. Non appiccica. <b>(100-125 mm / m) §</b>	Colore scuro. Forma una palla duttile. Si appiccica facilmente se con alto contenuto di argilla. <b>(125-167 mm / m) §</b>	Colore scuro. Fuoriesce facilmente tra le dita - liscio al tatto. <b>(158-208 mm / m) §</b>
50-75%	Aspetto asciutto. Non tende a formare una palla quando pressato. <b>(42-67 mm / m) §</b>	Abbastanza scuro. Tende a formare una palla quando pressato ma raramente si mantiene compatta. <b>(67-100 mm / m) §</b>	Abbastanza scuro. Forma una palla plastica. A volte appiccica quando pressato. <b>(83-125 mm / m) §</b>	Abbastanza scuro. Si forma una palla, fuoriesce tra il pollice e l'indice. <b>(100-158 mm / m) §</b>
25-50%	Aspetto asciutto. Non tende a formare una palla quando pressato. <b>(17-42 mm / m) §</b>	Leggermente colorato. Aspetto asciutto non tende a formare una palla <b>(33-67 mm / m) §</b>	Leggermente colorato. Lievemente friabile si mantiene compatto quando pressato <b>(42-83 mm / m) §</b>	Leggermente scuro. Lievemente duttile. Forma una palla quando pressato. <b>(50-100 mm / m) §</b>
0-25%	Asciutto, sciolto, grana visibile, fluisce tra le dita. <b>(0-17 mm / m) §</b>	Colore molto chiaro. Asciutto, sciolto fluisce tra le dita. <b>(0-33 mm / m) §</b>	Colore chiaro. Polveroso, asciutto, leggermente crostoso, facilmente polverizzabile. <b>(0-42 mm / m) §</b>	Colore chiaro. Duro, screpolato con scaglie sulla superficie. <b>(0-50 mm / m) §</b>

\* L'acqua disponibile è la differenza fra la capacità di campo e il punto di appassimento permanente.  
§ I valori in grassetto fra parentesi rappresentano il contenuto di acqua disponibile espresso in mm di acqua per metro di profondità del terreno.

Riassumendo, nella programmazione dell'irrigazione a goccia le ragioni agronomiche prevalgono sulla logistica



Aspetto di terreni franco sabbioso argilloso, franco e franco limoso a varie condizioni di umidità (da sinistra a destra): 25-50%, 50-75%; 75-100%.

## Schema di bagnatura desiderato

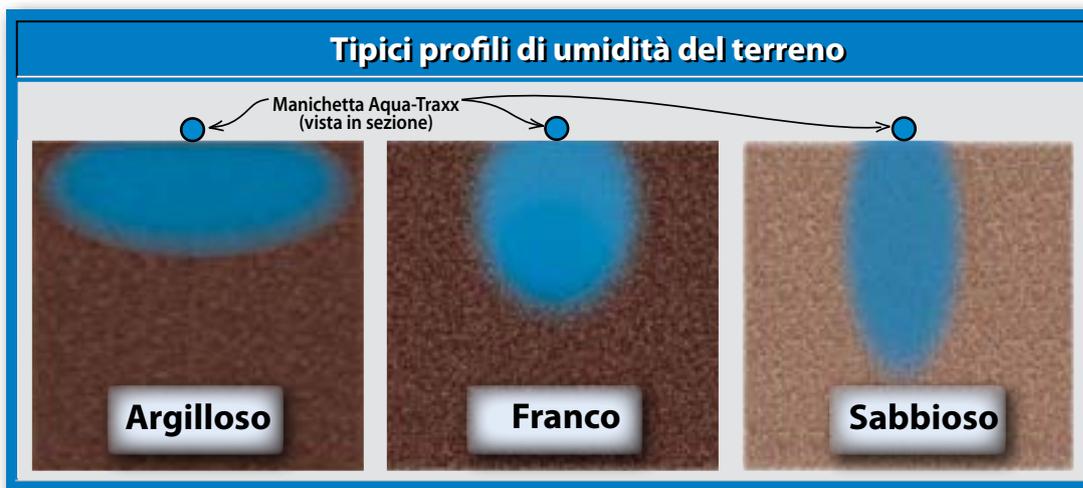
Il movimento dell'acqua nel suolo è determinato dalla capillarità, come mostrato nella foto riportata a fianco, dove l'acqua "risale" contro la forza di gravità fino a raggiungere il letto. Gli schemi di bagnatura sono dettati principalmente dalla tessitura del suolo, ma possono anche essere influenzati da lavorazione, struttura, compattazione

**Sondate il suolo per verificare che l'acqua non vada oltre la zona radicale.**

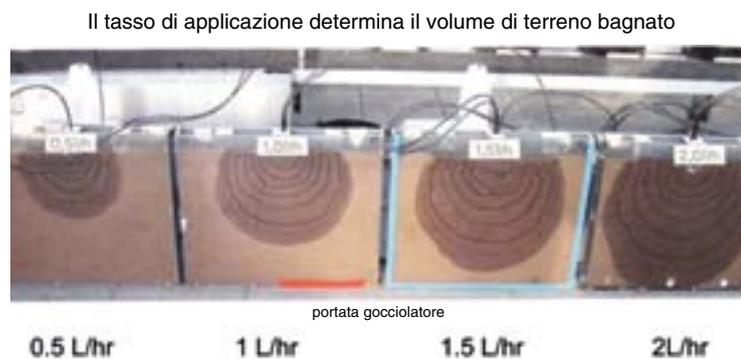
e composizione chimica del suolo, portata e spaziatura dei gocciolatori, spaziatura delle linee laterali e profondità di interrimento, pressione del sistema e programma di irrigazione. In generale, l'acqua che fuoriesce da un gocciolatore presenterà un movimento più laterale, orizzontale, in suoli argillosi più pesanti e un movimento più verticale, verso il basso, in suoli sabbiosi più leggeri. Le immagini e le figure che seguono illustrano le forme che gli schemi di bagnatura potrebbero creare sotto un gocciolatore in vari tipi di suolo



nonché le portate e le condizioni di esercizio:



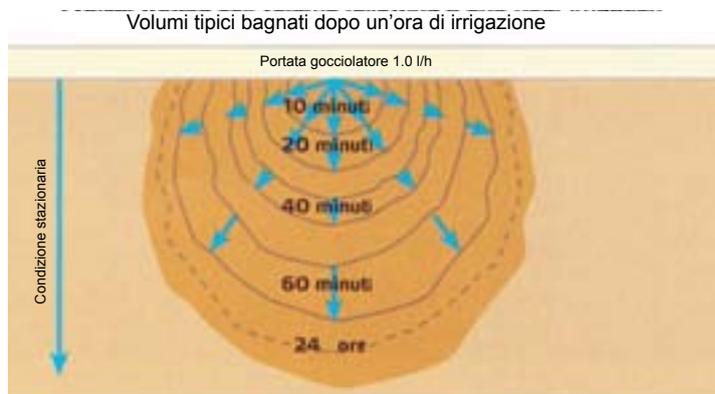
Si noti che la portata del gocciolatore determinerà anche lo schema di bagnatura come illustrato nelle foto di laboratorio riportate a fianco, dove la portata del gocciolatore è cambiata, mentre il suolo e la durata di esercizio sono rimasti costanti (Mikkelsen, 2009).



Il diagramma qui a fianco illustra come l'acqua si muova lateralmente e verso il basso durante le prime 24 ore di fuoriuscita da un gocciolatore da 1,0 l/h (Mikkelsen, 2009).

### Monitoraggio degli schemi di bagnatura

Così come il responsabile dell'irrigazione esegue il monitoraggio dell'umidità del suolo, si dovrebbe monitorare anche gli schemi di bagnatura per garantire i risultati desiderati. Si dovrebbe esaminare il diametro della superficie bagnata e "mappare" poi lo schema di bagnatura sotto-superficie sondando e valutando in modo sistematico l'umidità del terreno. Se c'è la presenza di un'umidità eccessiva oltre la zona radicale o il letto vegetale è evidente, il programma dovrebbe essere adattato di conseguenza. La figura qui a fianco mostra lo schema di bagnatura iniziale a sinistra e lo schema di bagnatura dopo 12 ore di funzionamento a destra. Si noti come si è formata una striscia uniforme che attraversa l'intero impianto.



### Irrigazione a impulsi

L'irrigazione a impulsi, ovvero la pratica di applicare l'acqua per durate brevi inframmezzate da intervalli, è usata talvolta per favorire il movimento laterale dell'acqua. Nonostante le svariate esperienze in termini di ricerca e di aneddotica, sono scarse le evidenze che ci consentono di concludere che l'irrigazione a impulsi migliora significativamente gli schemi di bagnatura. Ciononostante, l'irrigazione a impulsi dovrebbe rimanere un'opzione se il movimento orizzontale dell'acqua è un'impresa difficile. Anziché applicare la quantità desiderata di acqua in un singolo evento irriguo, si potrebbero programmare due eventi di più breve durata inframmezzati da un intervallo. Per esempio, anziché far funzionare il sistema una sola volta per quattro ore ininterrotte, si potrebbe farlo funzionare per due ore, spegnerlo per un'ora e farlo poi funzionare di nuovo per due ore. Un monitoraggio e un'osservazione attenti saranno utili per determinare se questa tattica è efficace nelle condizioni specifiche in esame.

**Attuate buoni schemi di bagnatura con gocciolatori a spaziatura ravvicinata e tecniche di irrigazione a impulsi.**

### Gocciolatori a spaziatura ravvicinata

L'uso di gocciolatori a spaziatura ravvicinata sta guadagnando rapidamente popolarità grazie alla capacità di ottenere bagnature uniformi in tempi più brevi rispetto a gocciolatori con spaziatura più ampia. Le foto riportate di seguito (Klauzer, 2009) mettono a confronto gli schemi di bagnatura di gocciolatori con spaziatura a 30 e 20 cm e la conseguente "striscia bagnata" ottenuta dopo 30 ore di irrigazione con spaziatura a 20 cm. Un "annerimento dei letti d'impianto" così rapido è certamente auspicabile per molti agricoltori, soprattutto quando si trapiantano piante o si mettono a germinare semi.



*Manichetta Toro Aqua-Traxx, spaziatura 30 cm, 3.09 lpm/100 a sinistra, spaziatura 20 cm, 3.09 lpm/100 a destra*



*Manichetta Toro Aqua-Traxx spaziatura 20 cm, 3.09 lpm/100 dopo 30 ore di irrigazione*

### Evitare fango e ruscellamento

Anche gli schemi di irrigazione possono essere adattati al fine di evitare ruscellamento o formazione di fango a causa delle condizioni di un suolo pesante e/o problemi chimici, ambedue risultanti in bassi tassi di infiltrazione. Come precedentemente menzionato, la scelta di tassi di applicazione bassi contribuirà a ridurre il ruscellamento in suoli con tassi di infiltrazione bassi quali suoli argillosi o franco-argillosi. Anche l'irrigazione a impulsi in durate brevi e frequenti può contribuire ad evitare ruscellamento o formazione di fango.

Nel caso di condizioni di suolo salino e/o sodico, dove le proprietà chimiche del suolo e/o dell'acqua sono all'origine del problema, la lisciviazione in presenza di gesso spesso scambia gli effetti negativi del sodio con gli effetti positivi del calcio (vedere cap. 4 "Fertirrigazione e chemigazione" per ulteriori informazioni). Se nel suolo è presente calce, l'applicazione di acido potrebbe produrre lo stesso beneficio. Anche l'aggiunta di una sostanza organica potrebbe dimostrarsi vantaggiosa. In conclusione, i sali nocivi devono essere dilavati dalla zona radicale.

In alcuni casi, il trattamento dell'acqua potrebbe dimostrarsi utile. Alcuni agricoltori hanno riferito buoni risultati con l'applicazione di gesso nel sistema di irrigazione a goccia, pur essendo necessaria massima cautela in quanto potrebbe verificarsi intasamento. In commercio sono reperibili altri trattamenti per acqua con svariati risultati. Consultare un esperto prima di spendere tempo, denaro ed energia in questa attività.

### C. Monitoraggio delle apparecchiature

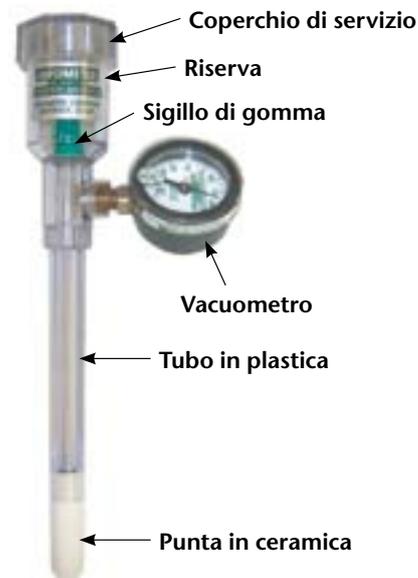
Ci sono molti modi per prevedere il fabbisogno idrico della coltura e misurare il tenore di umidità del suolo e lo stress idrico della pianta. Mentre i dati storici, reali e predittivi del fabbisogno idrico della coltura sono di solito reperibili presso consulenti di aziende locali o università, l'umidità del terreno e lo stress idrico della pianta devono essere misurati direttamente sul campo.

L'umidità del terreno può essere esattamente valutata con l'uso di molti metodi. In primo luogo, l'umidità del terreno può essere misurata da una mano esperta con l'uso del "feel method" (sensazione al tatto) menzionato in precedenza. In secondo luogo, l'umidità del terreno può essere misurata mediante dispositivi con corpo poroso quali i sensori a matrice granulare (GMS) e i tensiometri mostrati rispettivamente nelle illustrazioni qui a fianco e nella pagina seguente (per gentile concessione di The Irrrometer Company). Si noti l'output del datalogger a destra.

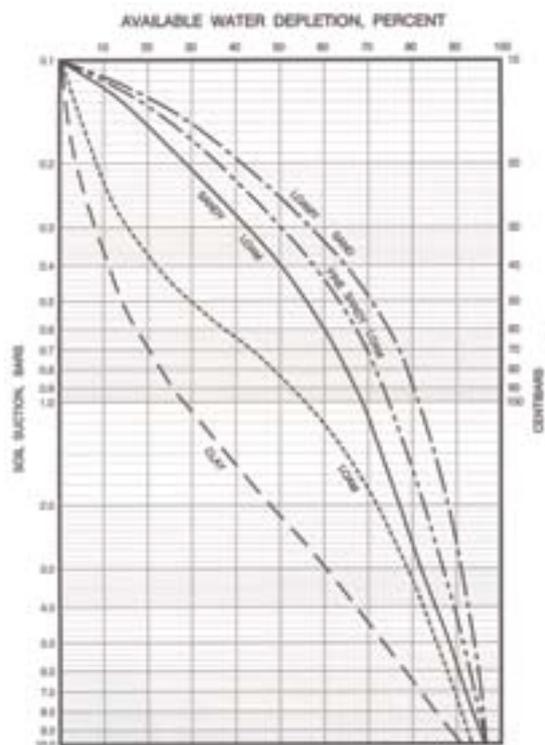


I tensiometri misurano la pressione negativa, in centibar, che le radici della pianta esercitano sul suolo a contatto con il dispositivo, mentre i GMS misurano la resistenza elettrica, in centibar, del sensore GMS che è a contatto con il suolo. In entrambi i casi, quanto più alte sono le letture in centibar, tanto più secco è il suolo. Inoltre, entrambi i sensori possono essere letti manualmente sul campo oppure possono trasmettere automaticamente i dati a un datalogger (esempio mostrato nella pagina precedente). Tuttavia, i tensiometri deve essere sottoposti a manutenzione di routine per sostituire l'acqua che viene persa per aspirazione man mano che il suolo diventa più secco.

I risultati devono essere interpretati a sostegno delle decisioni per la programmazione dell'irrigazione. Ad esempio, una data lettura del tensiometro può tradursi in un tenore di umidità del suolo estremamente diverso in base alla tessitura del suolo. Il grafico che segue mostra il deficit di acqua disponibile (Available Water Depletion), in percentuale vs. lettura centibar (Van der Gulik, 1999). Si noti che una lettura di 50 centibar si traduce in un deficit di acqua disponibile del 70% in un terreno sabbioso-franco, ma in un deficit di umidità del suolo di meno del 15% in un terreno argilloso. Quindi, in terreni più leggeri che hanno una capacità totale di trattenimento dell'acqua inferiore, gli agricoltori possono voler mantenere letture del tensiometro inferiori rispetto a quelle che vorrebbero per suoli più pesanti. È evidente che si deve possedere una conoscenza approfondita della tessitura del suolo del campo per interpretare i dati in una maniera utile.



Componenti del tensiometro



In terzo luogo, l'umidità del suolo potrebbe essere misurata con altre tecnologie, ivi comprese la Riflettometria nel Dominio del Tempo (TDR), la Riflettometria nel Dominio della Frequenza (FDR) e sonde ai neutroni. La scelta della tecnologia dipende da svariati fattori, tra cui la dimensione dell'azienda agricola, la variabilità dei suoli, la disponibilità di manodopera, la precisione desiderata, la capacità di automatizzare, i costi e il supporto locale a disposizione. Poiché i risultati devono essere interpretati, una formazione sul loro utilizzo e un'interpretazione sono spesso le valutazioni più importanti.

Anche lo stress idrico della pianta può essere misurato in molti modi diversi. L'osservazione visiva della coltura rivelerà immediatamente all'occhio esperto determinati indicatori quali accartocciamento delle foglie, cambiamenti di colore, appassimento o distacco dei frutti. Tuttavia, questi indicatori sono soggettivi e qualitativi. Camere a pressione e termometri a infrarossi sono tecnologie che forniscono una misurazione quantitativa dello stress idrico della pianta. A prescindere dal metodo, le misurazioni dello stress idrico della pianta sono di solito utilizzate in associazione a misurazioni atmosferiche (fabbisogno idrico della pianta)

e dell'umidità del suolo per prevedere e decidere quando e per quanto tempo irrigare. Per ottenere i migliori risultati, si dovrebbero consultare esperti locali di queste tecnologie per calibrare dati atmosferici, del suolo e della pianta e per interpretare i risultati. Teoricamente, la programmazione dell'irrigazione dovrebbe avvalersi di dati tecnici e di conoscenza localizzata.

## D. Calcolo del tempo di funzionamento per colture permanenti e a filari

I calcolatori del tempo di funzionamento illustrati di seguito per colture permanenti e a filari, possono essere utilizzati per integrare il tasso di applicazione, l'acqua disponibile nella zona radicale, il fabbisogno idrico della coltura e il tempo di funzionamento raccomandato.

### Esempio di coltura permanente

#### Calcolo del tempo di funzionamento per gocciolatori/micro

Completare i passi da 1 a 6 per determinare il tempo di funzionamento giornaliero

<b>Passo 1:</b>	Per determinare il tasso netto di applicazione, inserire i quattro valori in grassetto riportati a destra. Nell'esempio: ala gocciolante con gocciolatore da 2 l/h, spaziatura 1,2 m e distanza fra le linee 3 metri. L'uniformità di erogazione è 90%. Il tasso netto di applicazione è 0.50 mm/h	Flusso gocciolatore (l/h)	Spaziatura (m)	Distanza fra le linee (m)	Uniformità di erogazione	Tasso netto di applicazione (mm/h)	
		<b>2</b>	<b>1,2</b>	<b>3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,500</b>	
<b>Passo 2:</b>	Inserire l'acqua disponibile nella zona radicale <b>per 1 solo giorno</b> . Questo valore dipende dalla tessitura del suolo e dalla profondità dell'apparato radicale. Nell'esempio sotto riportato, il terreno è limoso con 83 mm di acqua disponibile per metro in condizioni di capacità di campo. La profondità dell'apparato radicale è 1.5 m per cui possono essere gestiti un totale di 125 mm di acqua. Si assume che l'apparato radicale sia in condizioni di capacità di campo al giorno 1.						
<b>Passo 3:</b>	Inserire il fabbisogno idrico giornaliero. Nell'esempio, 14 giorni sono stati presi in considerazione: 2,5 mm al giorno per la prima settimana, 5 mm al giorno per la seconda.						
<b>Passo 4:</b>	Inserire la quantità di acqua da erogare nella colonna in blu. La quantità di acqua deve essere la stessa del fabbisogno idrico giornaliero, ovvero un deficit può essere considerato qualora una politica di "Gestione dell'impoverimento ammissibile" sia stata prevista. Nell'esempio sono stati considerati 5 mm così che le irrigazioni sono state programmate quando l'acqua disponibile raggiunge 120 mm.						
<b>Passo 5:</b>	Inserire le precipitazioni, se presenti						
<b>Passo 6:</b>	Calcolo del tempo di funzionamento in ore o minuti al giorno. Tempo di funzionamento = Quantità da applicare / Tasso di applicazione						
<b>Sommario:</b>	<b>Passo 1:</b> Calcolare il tasso netto di erogazione	<b>Passo 2:</b> Inserire l'acqua disponibile, in mm, nella zona radicale per 1 solo giorno	<b>Passo 3:</b> Inserire il fabbisogno idrico in mm, per ogni giorno	<b>Passo 4:</b> Inserire la quantità di acqua in mm da applicare	<b>Passo 5:</b> Inserire le precipitazioni, se presenti	<b>Passo 6:</b> Calcolo del tempo di funzionamento in ore o minuti al giorno	
	Giorno	Acqua disponibile nella zona radicale all'inizio del giorno, mm	Fabbisogno idrico giornaliero, mm	Quantità di acqua da applicare, mm	Precipitazioni nette, mm	Tempo di funzionamento in ore al giorno	Tempo di funzionamento in minuti al giorno
	1	125	2,5		0,0	0,00	0
	2	122,5	2,5	5	0,0	10,00	600
	3	125	2,5		0,0	0,00	0
	4	122,5	2,5		0,0	0,00	0
	5	120	2,5	7,5	0,0	15,00	900
	6	125	2,5		0,0	0,00	0
	7	122,5	2,5		0,0	0,00	0
	8	120	5	10	0,0	20,00	1200
	9	125	5		0,0	0,00	0
	10	120	5	10	0,0	20,00	1200
	11	125	5		0,0	0,00	0
	12	120	5	10	0,0	20,00	1200
	13	125	5		0,0	0,00	0
	14	120	5	10	0,0	20,00	1200
	15	125					

Esempio: la prima settimana, il fabbisogno idrico è stato 125 mm al giorno, e gli interventi irrigui sono stati programmati per il giorno 2 e 5 per sostituire l'acqua persa. Nel giorno 8 il fabbisogno idrico è raddoppiato fino a 5 mm al giorno (per il resto della settimana) conseguentemente gli interventi irrigui sono stati programmati per applicare 10 mm ogni giorno per sostituire l'acqua consumata.

**Esempio di coltura a filare stagionale**

Calcolo del tempo di funzionamento per manichetta							
Completare i passi da 1 a 6 per determinare il tempo di funzionamento giornaliero							
<b>Passo 1:</b>	Per determinare il tasso netto di applicazione, inserire i tre valori in grassetto riportati a destra. Nell'esempio: manichetta con una portata lineare Q-100 di 4,5 l/m / 100 m e distanza fra le linee 1.1 metri. L'uniformità di erogazione è 90%. Il tasso netto di applicazione è 2.2 mm/h	Q-100 (l/m/100m)	Distanza fra le linee (m)	Uniformità di erogazione	Tasso netto di applicazione (mm/h)		
		<b>4,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>2,20</b>		
<b>Passo 2:</b>	Inserire l'acqua disponibile nella zona radicale per <b>1 solo giorno</b> . Questo valore dipende dalla tessitura del suolo e dalla profondità dell'apparato radicale. Nell'esempio sotto riportato, il terreno è sabbioso con .42 mm di acqua disponibile per cm in condizioni di capacità di campo. La profondità dell'apparato radicale è 30 cm per cui possono essere gestiti un totale di 13 mm di acqua.						
<b>Passo 3:</b>	Inserire il fabbisogno idrico giornaliero. Nell'esempio, 14 giorni sono stati presi in considerazione: 1,5 mm al giorno per la prima settimana, 2 mm al giorno per la seconda.						
<b>Passo 4:</b>	Inserire la quantità di acqua da erogare nella colonna in blu. La quantità di acqua deve essere la stessa del fabbisogno idrico giornaliero, ovvero un deficit può essere considerato qualora una politica di "Gestione dell'impoverimento ammissibile" sia stata prevista. Nell'esempio sono stati considerati 1.3 mm così che l'acqua persa è sostituita giornalmente.						
<b>Passo 5:</b>	Inserire le precipitazioni, se presenti						
<b>Passo 6:</b>	Calcolo del tempo di funzionamento in ore o minuti al giorno. Tempo di funzionamento = Quantità da applicare / Tasso di applicazione						
<b>Sommario:</b>	<b>Passo 1:</b> Calcolare il tasso netto di erogazione	<b>Passo 2:</b> Inserire l'acqua disponibile, in mm, nella zona radicale per 1 solo giorno	<b>Passo 3:</b> Inserire il fabbisogno idrico in mm, per ogni giorno	<b>Passo 4:</b> Inserire la quantità di acqua in mm da applicare	<b>Passo 5:</b> Inserire le precipitazioni, se presenti	<b>Passo 6:</b> Calcolo del tempo di funzionamento in ore o minuti al giorno	
	Giorno	Acqua disponibile nella zona radicale all'inizio del giorno, mm	Fabbisogno idrico giornaliero, mm	Quantità di acqua da applicare, mm	Precipitazioni nette, mm	Tempo di funzionamento in ore al giorno	Tempo di funzionamento in minuti al giorno
	1	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	2	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	3	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	4	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	5	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	6	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	7	12,60	1,50	1,50	0,0	0,68	41
	8	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	9	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	10	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	11	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	12	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	13	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	14	12,60	2,00	2,00	0,0	0,91	55
	15	12,60					

Esempio: la prima settimana, il fabbisogno idrico è stato 1,5 mm al giorno, per cui l'irrigazione è stata programmata per 41 minuti ogni giorno per sostituire l'acqua impiegata giornalmente. Nella seconda settimana, considerato l'aumento del fabbisogno idrico della coltura, la durata dell'irrigazione è stata aumentata a 55 minuti al giorno. Si potrebbe comunque scegliere di irrigare ogni due giorni apportando il doppio, ovvero ogni tre giorni apportando il triplo, ma in nessun caso nessun intervallo dovrà essere così lungo da permettere il consumo di tutta l'acqua disponibile.



# 4

## FERTIRRIGAZIONE E CHEMIGAZIONE

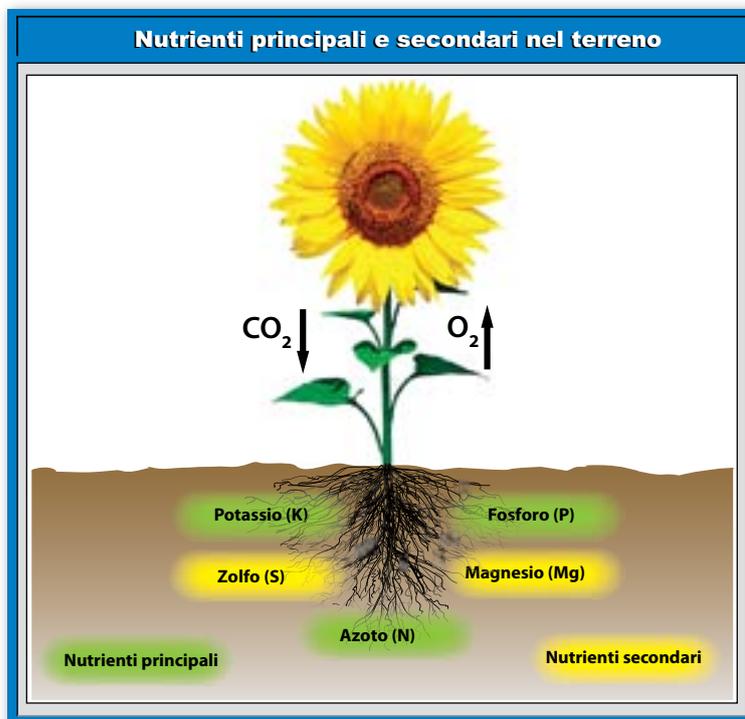
- 4.1 Rapporti acqua/suolo/pianta
  - A. Analisi dell'acqua e relativa interpretazione
  - B. Analisi del suolo e relativa interpretazione
  - C. Analisi della pianta e relativa interpretazione
- 4.2 Linee guida generali per l'iniezione di sostanze chimiche
- 4.3 Apparecchiature per l'iniezione di sostanze chimiche

## Fertirrigazione e chemigazione

### 4.1 Rapporti acqua/suolo/pianta

Ci sono molte ragioni per distribuire sostanze chimiche con l'uso del sistema d'irrigazione a goccia. Di seguito sono riportati alcuni esempi:

- **Le sostanze chimiche di manutenzione** del sistema possono essere distribuite per trattare e prevenire intasamento da fonti sia organiche che inorganiche.
- **Gli ammendanti** del terreno e dell'acqua possono essere distribuiti per correggere squilibri fisici e chimici che impediscono l'infiltrazione di acqua nel terreno o minacciano la salute della pianta.
- **I nutrienti** possono essere apportati in modo semplice e preciso direttamente nel terreno e alle radici della pianta senza bagnare le foglie.
- **Altre sostanze chimiche agronomiche** possono essere distribuite per combattere i parassiti o migliorare la crescita.



#### 17 principali nutrienti richiesti dalle piante

<b>Principali nutrienti dall'acqua e da CO<sup>2</sup></b>	C	Carbonio
	H	Idrogeno
	O	Ossigeno

<b>Macronutrienti principali</b>	N	Azoto
	P	Fosforo
	K	Potassio

<b>Macronutrienti secondari (Mesonutrienti)</b>	Ca	Calcio
	Mg	Magnesio
	S	Zolfo

<b>Micronutrienti</b>	Fe	Ferro
	Cu	Rame
	Mn	Manganese
	Mo	Molibdeno
	B	Boro
	Cl	Cloro
	Ni	Nichel
	Zn	Zinco

In breve, il sistema di chemigazione deve essere progettato per distribuire in modo sicuro le sostanze chimiche prescelte, nella quantità giusta, al momento giusto.

L'illustrazione riportata sopra (Improving Plant Life, 2009) mostra come foglie e radici di una pianta collaborino per ottenere i 17 nutrienti richiesti dalle piante, come illustrato nella schema qui a fianco (Adapter from Plaster, 2003). Un sistema d'irrigazione a goccia può essere molto efficace nella distribuzione diretta di molti di questi nutrienti.

### Test per i nutrienti

L'irrigazione a goccia distribuisce acqua e nutrienti al terreno affinché la pianta li assorba attraverso le radici. Per determinare lo stato dei nutrienti occorrono dati scientifici e conoscenze locali dell'ambiente acqua/suolo/pianta.

- Prima di passare alla progettazione del sistema d'irrigazione, è necessario fare le analisi del terreno e dell'acqua per garantire che il rapporto di applicazione del sistema corrisponda alla capacità del terreno di accettare acqua — e per individuare e correggere eventuali sbilanci chimici o tossicità che minacciano infiltrazione e salute della pianta.
- Poiché acqua, fertilizzanti e altre sostanze chimiche vengono distribuiti durante la stagione della crescita, è importante monitorare e correggere anche l'eventuale insorgenza di sbilanci fisici e chimici.
- I progressi delle apparecchiature di monitoraggio in campo, consentono l'esecuzione di frequenti analisi del terreno e dell'acqua per controllare la crescita della coltura e lo stato dei nutrienti.

Grazie ad una gestione corretta di tutti questi parametri (suolo, acqua e piante), è possibile massimizzare la redditività e ridurre al minimo il rischio di applicare acqua e sostanze chimiche in modo non corretto. Lo schema che segue (Burt, 1995) riassume i tempi, le determinazioni, le osservazioni e le procedure di vari test su acqua/suolo/pianta. Di seguito sono riportati altri dettagli su test di acqua, suolo e pianta.

Test sui nutrienti					
	Terreno	Soluzione circolante nel terreno	Analisi dei tessuti	Analisi della linfa	Acqua di irrigazione
<b>Frequenza</b>	Prima della messa in campo e se emergono sintomi di carenza	Settimanale	Diverse volte durante la stagione	Diverse volte durante la stagione	Una o due volte durante la stagione
<b>Cosa viene determinato</b>	Fertilizzante richiesto durante la stagione	Disponibilità di nutrienti in quel momento	Sono i livelli di nutrienti sufficienti per quella fase fenologica?	Sono i livelli di nutrienti sufficienti per quella fase fenologica?	Contributo di nutrienti attraverso l'acqua; potenziali elementi tossici quali boro e cloro
<b>Osservazioni speciali</b>	Potenziali problemi di fertilità o infiltrazione. Analizzare i rapporti di nutrienti nel terreno	Tasso di rilascio dei vari fertilizzanti	Nutrienti nella pianta	Nutrienti nella pianta	Rischi di permeabilità
<b>Procedura tipica</b>	Laboratorio	Campo	Laboratorio	Campo	Laboratorio o campo

### A. Analisi dell'acqua e relativa interpretazione (Boswell, 2000)

Lo studio preliminare di un sistema di microirrigazione richiede un'attenta analisi dell'acqua della fonte.

Un sistema di microirrigazione richiede un'acqua di buona qualità che non presenta alcun tipo di solidi in sospensione, ad eccezione dei più fini. **L'omissione di analizzare la qualità dell'acqua della fonte e di provvedere a un trattamento adeguato è una delle ragioni più comuni dell'incapacità di un sistema di microirrigazione di funzionare correttamente e in maniera redditizia**

## Prelievo di un campione di acqua

Il campione di acqua prelevato deve essere rappresentativo. Se la fonte è un pozzo, il campione dovrebbe essere raccolto dopo aver fatto funzionare la pompa un tempo adeguato. In caso di un rubinetto su una linea di alimentazione domestica, l'alimentazione dovrebbe essere fatta funzionare per diversi minuti prima di fare il prelievo. Quando si raccolgono campioni da una fonte di acqua in superficie come un canale, un fiume o una riserva, i campioni dovrebbero essere prelevati lontano dalla sponda, vicino al centro e sotto la superficie dell'acqua. Laddove le fonti di acqua di superficie siano soggette a variazioni stagionali di qualità, tali fonti dovrebbero essere campionate e analizzate quando la qualità dell'acqua è nelle peggiori condizioni.

**Eseguite i test dell'acqua all'inizio per verificare eventuali pericoli di intasamento, tossicità, salinità e infiltrazione.**

Dei contenitori di vetro o plastica da due litri sono perfetti per raccogliere i campioni. Tali contenitori dovrebbero essere accuratamente puliti e lavati con acqua del campione per evitare la contaminazione del campione stesso. Si dovrebbero raccogliere due campioni; il primo utilizzato per tutti i test ad esclusione del ferro (non sono necessari additivi); il secondo impiegato per l'analisi del ferro a cui

vanno aggiunte dieci gocce di HCl (comunemente disponibile in forma di acido muriatico). Verificare quindi, il raggiungimento di un Ph inferiore a 4.

I flaconi di campione dovrebbero essere riempiti fino all'orlo (rimozione completa dell'aria), accuratamente etichettati, ben sigillati e conservati in un luogo fresco (non congelare!). I campioni dovrebbero essere inviati immediatamente a un laboratorio per l'esecuzione del test dell'acqua.

## Costituenti tipici di un'analisi dell'acqua

**Solidi in sospensione** – I solidi in sospensione nella fonte di approvvigionamento idrico comprendono particelle di terreno che, considerate per dimensioni, vanno dalle sabbie grossolane alle argille fini, agli organismi viventi tra cui alghe e batteri fino ad un'ampia gamma di materiale vario trasportato dall'acqua. I carichi dei solidi in sospensione possono variare considerevolmente di giorno in giorno e di stagione in stagione, in particolare quando la fonte di approvvigionamento idrico è un fiume, un lago o una riserva. Poiché i solidi in sospensione che superano una determinata misura devono essere filtrati ed eliminati dall'acqua prima che questa venga convogliata nel sistema, è auspicabile eseguire una valutazione affidabile della quantità totale di materiale da eliminare.

**pH** – Di norma il pH di acque di sorgente usate per l'irrigazione è compreso tra 6,5 a 8,0 e raramente rappresenta un problema in sé e per sé. Tuttavia, poiché il pH svolge un ruolo importante in un gran numero di reazioni chimiche nell'acqua e nel terreno, occorre tenerne conto. Il pH dell'acqua di sorgente può determinare se i vari elementi disciolti presenti nell'acqua, quali ferro o carbonato

di calcio, precipiteranno causando intasamento degli erogatori. Il pH dell'acqua può favorire o ostacolare l'azione del cloro utilizzato per il controllo della crescita biologica, può condizionare il pH del terreno e può fare precipitare i fertilizzanti dalla soluzione causando problemi di intasamento.

**Solidi disciolti totali (TDS)** – Di solito i TDS sono indicati in ppm e descrivono il contenuto salino totale dell'acqua. I TDS possono essere determinati facendo evaporare tutta l'acqua da un campione di peso noto e pesando poi il sale residuo. Più spesso la stima è fatta misurando l'Ecw in ds/m e moltiplicandolo poi per 640. In questo modo si ottiene la stima dei TDS in ppm. Per calcolare i chilogrammi di TDS applicati per metro di acqua di irrigazione su un ettaro, moltiplicare i TDS in ppm per 9,989. In questo esempio, un'acqua con 736 ppm di TDS aggiunge 7,352 kg di sale per ettaro con ogni metro di acqua applicata.

**Bicarbonato** – Il bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) è comunemente presente nelle acque naturali. I bicarbonati di sodio e di potassio possono esistere sotto forma di sali solidi, come il bicarbonato di sodio. I bicarbonati di calcio e

di magnesio esistono solo in soluzione. Poiché l'umidità nel terreno diminuisce per traspirazione o evaporazione, il bicarbonato di calcio si decompone, l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) passa nell'aria e l'acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) si forma lasciando dietro di sé calce insolubile ( $\text{C}_a\text{CO}_3$ ).  $\text{C}_a(\text{HCO}_3)_2$  dopo essiccazione =  $\text{C}_a\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
Una reazione analoga si ha con il bicarbonato di magnesio. Man mano che il terreno si asciuga grandi quantità di ioni bicarbonato presenti nell'acqua di irrigazione fanno precipitare il calcio, prelevandolo, di fatto, dall'argilla, lasciando il sodio al proprio posto. In questo modo un terreno in cui prevale il calcio può diventare un terreno in cui prevale il sodio (sodico), nel caso in cui si usi un'acqua di irrigazione ad alto contenuto di bicarbonato.

**Carbonato** – Il carbonato ( $\text{CO}_3$ ) è presente in alcune acque. Poiché i carbonati di calcio e di magnesio sono relativamente insolubili, acque con un alto contenuto di calcio indicano che è probabile che i cationi ad essi associati siano costituiti da sodio, eventualmente con una piccola quantità di potassio. Dopo essiccamento nel terreno, lo ione carbonato sottrarrà calcio e magnesio all'argilla in un processo simile a quello del bicarbonato, dando così origine ad un terreno alcalino (sodico).

**Manganese** – Il manganese (Mn) è presente nelle acque freatiche meno di frequente del ferro e in genere in minore quantità. Analogamente al ferro, il manganese in soluzione può precipitare a causa dell'attività chimica o biologica, formando un sedimento che intaserà gli erogatori e gli altri componenti del sistema. Il colore dei depositi varia dal marrone scuro, se è presente una miscela di ferro, al nero se l'ossido di manganese è puro. Occorre usare cautela durante la clorinazione di acque che contengono manganese a causa del ritardo tra la clorinazione e lo sviluppo di precipitato.

**Ferro** – Il ferro (Fe) può essere presente in una forma solubile (ferrosa) e può creare problemi di intasamento degli erogatori a concentrazioni di soli 0,1 ppm. Il ferro disciolto può precipitare dall'acqua a causa di cambiamenti di temperatura o pressione, in risposta a un aumento del pH o mediante l'azione di batteri. Il risultato è un fango o una massa melmosa color ocra, capace di mettere fuori uso l'intero sistema di irrigazione (Ved. Cap. 15).

**Solfuri** – Se l'acqua di irrigazione contiene più di 0,1 ppm di solfuri totali, all'interno del sistema di irrigazione possono svilupparsi solfobatteri che formano masse di fango in grado di intasare i filtri e gli erogatori.

**Popolazioni batteriche** – Popolazioni di meno di 10.000/ml sono considerate poco pericolose, mentre è probabile che popolazioni di oltre 10.000/ml richiedano un trattamento.

**Petrolio** – Il petrolio blocca in poco tempo i filtri a sabbia e a rete e può intasare tutti i tipi di erogatori e aperture. Il petrolio può anche causare la degradazione chimica dei componenti di plastica, tubi o altri elementi.

**Sodio** – I sali di sodio (Na) sono tutti facilmente solubili e presenti nella maggior parte delle acque naturali. Un terreno con un alto contenuto di sodio associato alla frazione di argilla presenta scarse proprietà fisiche per lo sviluppo della pianta. Quando è bagnato si ammassa, diventa appiccicoso e quasi impermeabile all'acqua. Quando si asciuga, forma delle zolle dure rendendo difficoltosa la coltivazione. Un uso continuo di acque con un'alta percentuale di sodio può causare gravi cambiamenti in un terreno altrimenti buono. Il sodio è valutato anche con il Rapporto di Assorbimento del Sodio (Sodium Adsorption Ratio - SAR).

**Cloro** – Il cloro (Cl) è presente in tutte le acque naturali e, ad alte concentrazioni, è tossico per alcune piante. Tutti i tipi comuni di cloro sono solubili e contribuiscono a determinare il contenuto salino totale del terreno (salinità). Il contenuto di cloro deve essere determinato per valutare in modo corretto le acque di irrigazione.

**Boro** – Il Boro (B) è presente nell'acqua in una qualche forma anionica. Una piccola quantità di boro è fondamentale per lo sviluppo della pianta, ma una concentrazione leggermente superiore a quella ottimale diventa tossica. Alcune piante sono più sensibili al boro di altre.

**Salinità (EC e TDS)** – Le radici della pianta assorbono acqua principalmente dal terreno grazie alla pressione osmotica che è determinata dal fatto che le cellule delle piante contengono una concentrazione di sali disciolti maggiore di quella presente nell'acqua del terreno. Questa differenza di concentrazione di sali spinge l'acqua a spostarsi

dall'area di concentrazione salina più bassa a quella più alta, attraverso le pareti permeabili della cellula della pianta, secondo un processo detto osmosi. Quando il terreno viene trattato con acqua salina aumenta il contenuto di sale dell'acqua del terreno, abbassando la pressione osmotica attraverso la membrana permeabile delle radici e riducendo l'assorbimento di acqua da parte delle radici della pianta. Nel periodo compreso tra le diverse irrigazioni, mentre l'acqua pura viene prelevata dal terreno, la concentrazione salina nell'acqua presente del terreno aumenta per ridurre ulteriormente la pressione osmotica.

La salinità può essere espressa come conducibilità elettrica (EC) in mmho/cm o come solidi totali disciolti (TDS) in ppm, con 1,0 mmho/cm equivalente all'incirca a 640 ppm. Tra i metodi di irrigazione tradizionali, l'acqua per irrigazione con un valore EC di 0,75 o più (TDS = 480) può costituire un potenziale problema di salinità per colture sensibili al sale (per es. fragole), mentre certe colture tolleranti al sale (per es. cotone) possono prosperare grazie all'utilizzo ripetuto di acqua con un alto contenuto salino.

Un sistema di microirrigazione progettato e utilizzato correttamente può ridurre significativamente i problemi di salinità, poiché mantiene un elevato contenuto di umidità del terreno ed anche perché l'acqua che si sposta all'esterno dalle fonti di emissione sposta i sali verso i margini esterni della zona radicale secondo un processo chiamato micro-lisciviazione.

Tuttavia, quanto detto non vuole significare che sia possibile ignorare il fattore salinità nella progettazione e nel funzionamento dei sistemi di microirrigazione. Al contrario, a causa dell'assenza di una percolazione profonda sotto la microirrigazione, non si verificherà praticamente alcuna lisciviazione verticale dei sali, a meno che il tecnico non abbia inserito questa funzionalità nel progetto del sistema.

**Rapporto di assorbimento del sodio (SAR)** – Il SAR, che confronta la concentrazione di ioni sodio con la concentrazione di ioni calcio e magnesio, è utile per valutare in quale misura avverrà la sostituzione del sodio dannoso con il calcio benefico sulle particelle di argilla del terreno. Negli ultimi

anni, è stato sviluppato un altro calcolo detto "SAR aggiustato" (adj. RNA) che include il ruolo dei bicarbonati nel privare il terreno degli effetti benefici del calcio. Attualmente si ritiene che esista un'interrelazione tra RNA e EC<sub>w</sub> per la corretta valutazione del pericolo della permeabilità.

**Calcio** – Il calcio (Ca) è presente in una certa misura in tutte le acque naturali. Un terreno saturato prevalentemente con calcio è friabile e facilmente lavorabile, di solito permette all'acqua di penetrare nel terreno e non produce fango, né si ammassa se bagnato. Per questa ragione il calcio, sotto forma di gesso, è spesso applicato ai terreni compatti per migliorarne le proprietà fisiche. In generale, è auspicabile un'acqua per irrigazione con un alto contenuto di calcio disciolto.

**Magnesio** – Il magnesio (Mg) è presente, solitamente, in quantità determinabili e si comporta in modo molto simile al calcio nel terreno. Spesso i laboratori non separano calcio e magnesio, ma li indicano semplicemente come Ca + Mg in me/l.

**Potassio** – Il potassio (K) è presente di solito nelle acque naturali solo in piccole quantità. Si comporta prevalentemente come il sodio nel terreno. Nell'analisi dell'acqua è incluso, di solito, con il sodio anziché essere indicato separatamente.

**Solfato** – Il solfato (SO<sub>4</sub>) è abbondante in natura. I solfati di sodio, magnesio e potassio sono facilmente solubili. Il solfato di calcio (gesso) ha una solubilità limitata. Il solfato non ha un'azione specifica sul terreno, se non quella di contribuire al contenuto salino totale. La presenza di calcio solubile limiterà la solubilità del solfato.

**Nitrato** – Il nitrato (NO<sub>3</sub>) non è comunemente presente in grandi quantità nelle acque naturali. Pur avendo effetti positivi come nutriente della pianta, il nitrato può avere effetti indesiderati sulla piena crescita o maturazione della coltura. Elevati livelli di nitrato nell'acqua possono indicare contaminazione da uso eccessivo di fertilizzanti o da acque di scolo. I nitrati non hanno alcun effetto sulle proprietà fisiche del terreno se non quello di contribuire leggermente alla sua salinità.

Utilizzare lo schema riportato di seguito come riepilogo e come linee guida per i parametri dell'analisi delle acque e le possibili interpretazioni:

Analisi ed interpretazione delle acque					
Costituente	Perché ci interessa	Livello di Rischio			Fonte
		Basso	Medio	Alto	
Solidi sospesi	Occlusione fisica	<50 ppm	50-100 ppm	>100 ppm	1
pH	Occlusione chimica	<7.0	7.0 - 8.0	>8.0	1
Sale	Occlusione chimica	<500 ppm	500-2,000 ppm	>2,000 ppm	1
Bicarbonato	Occlusione chimica	---	100 ppm	---	1
Manganese	Occlusione chimica	<0.1 ppm	0.1-1.5 ppm	>1.5 ppm	1
Ferro totale	Occlusione chimica	<0.2 ppm	0.2-1.5 ppm	>1.5 ppm	1
Idrogeno solforato	Occlusione chimica	<0.2 ppm	0.2-2.0 ppm	>2.0 ppm	1
Popolazione batterica / ml	Occlusione biologica	<10,000/ml	10,000-50,000/ml	>50,000/ml	1
Petrolio	Occlusione fisica		Sconosciuto		1
Sodio, R <sub>Na</sub> :	Tossico per le piante	<3.0	3.0 - 9.0	>9.0	2
Cloruri, mg / l o ppm	Tossico per le piante	< 142	142 - 355	>355	2
Boro, mg / l o ppm	Tossico per le piante	< 0.5	0.5 - 2.0	2.0-10.0	
EC <sub>w7v</sub> , dS/m	Salinità (impedisce alle radici di estrarre l'acqua)	<0.75	0.75 - 3.0	>3.0	2
EC <sub>w7v</sub> , TDS		480	1,920	1,920	2
Sodio, R <sub>Na</sub>	Problemi di infiltrazione (l'acqua non penetra nel terreno)				
0-3	...insieme con EC <sub>w</sub> =	>0.7	0.7 - 0.2	<0.2	3
3-6	...insieme con EC <sub>w</sub> =	>1.2	1.2 - 0.3	<0.3	3
6-12	...insieme con EC <sub>w</sub> =	>1.9	1.9 - 0.5	<0.5	3
12-20	...insieme con EC <sub>w</sub> =	>2.9	2.9 - 1.3	<1.3	3
20-40	...insieme con EC <sub>w</sub> =	>5.0	5.0 - 2.9	<2.9	3

Fonti:

1. Bucks and Nakayama, 1980
2. Ayers, 1977
3. Westcott & Ayers, 1984

## B. Analisi del suolo e relativa interpretazione

La tecnologia dell'irrigazione a goccia consente agli agricoltori di apportare nutrienti e ammendanti al terreno molto più di frequente di quanto non si faccia con le pratiche tradizionali. Oltre alle tradizionali analisi di laboratorio pre-pianta che indicano i fabbisogni totali di fertilizzante per coltura, i test rapidi sul campo indicano lo stato attuale dei nutrienti della soluzione del terreno (acqua trattenuta nel terreno). Con questi dati, le applicazioni di fertilizzante e di ammendanti al suolo possono essere regolate tempestivamente per ottimizzare la produzione della coltura e la redditività.

Va notato che i test del terreno e i test della soluzione circolante del terreno sono diversi, così come lo sono le loro interpretazioni. Le linee guida che seguono contribuiranno a garantire un buon esito:

- **Rivolgersi a un laboratorio di buona reputazione** e/o utilizzare test rapidi sul campo attendibili.
- **Fare attenzione a interpretare i risultati usando le unità di misura corrette.** Diversi laboratori esprimono risultati in unità e forme diverse che influenzano l'interpretazione.
- **Consultare il personale di laboratorio per quanto riguarda le esatte procedure di campionamento** per i test del terreno e/o le raccomandazioni del produttore sui test della soluzione circolante del terreno in campo. I risultati saranno validi solo se lo è la tecnica di campionamento.

**I test del terreno devono essere interpretati in modo diverso dai test della soluzione circolante del terreno.**

- **Ricordare che i risultati dei test della soluzione circolante del terreno sono di solito interpretati in modo diverso dai test del terreno** e dipendono in larga misura dalla coltura, dal tipo di terreno e dalla percentuale di terreno bagnato dal metodo d'irrigazione. Per questo motivo i test della soluzione circolante del terreno sono generalmente usati per rilevare i livelli di sufficienza dei nutrienti e spesso utilizzati in abbinamento alle analisi del tessuto della pianta. Alcuni ritengono che i test della soluzione circolante del terreno siano più adatti al monitoraggio delle tendenze nutrizionali di quanto lo sia la determinazione dei livelli assoluti di sufficienza.

- **Molti credono che si debba tenere in considerazione non solo il bilancio dei nutrienti in un terreno, ma anche la quantità totale di nutrienti presenti nel terreno (Burt, 1995).**

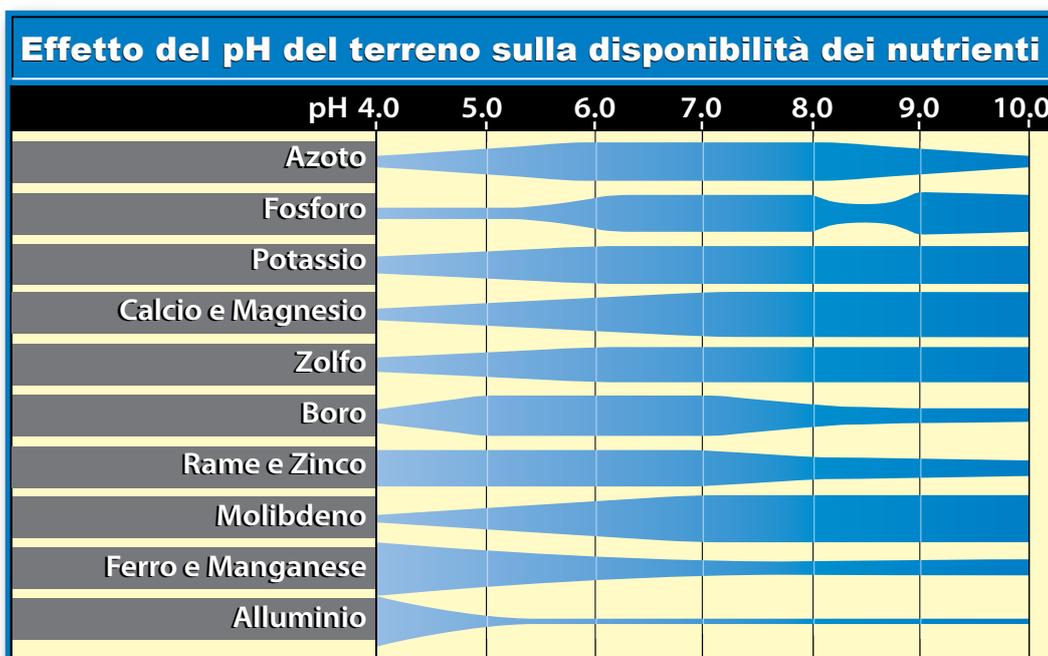
Di seguito sono riportate le Regole generali per l'interpretazione dei risultati delle analisi del terreno (Burt, 1995 after Tisdale et al., 1985):

<b>Regole generali per l'interpretazione dei risultati delle analisi del terreno</b>	
<b>Nutriente</b>	<b>Regola</b>
<b>NO<sub>3</sub>-N</b> (Nitrati-Azoto)	Deficienza se NO <sub>3</sub> -N < 10 ppm Generalmente sufficiente se NO <sub>3</sub> -N > 20 ppm
<b>Ca</b> (Calcio)	Ca (mEq) dovrebbe occupare 65-75% della Capacità di Scambio Cationico. Se Ca/Mg < 2/1 potrebbe presentarsi una carenza di calcio
<b>Mg</b> (Magnesio)	Mg (mEq) dovrebbe occupare 10-15% della Capacità di Scambio Cationico. Se Ca/Mg < 20/1 potrebbe presentarsi una carenza di Magnesio
<b>K</b> (Potassio)	K (mEq) dovrebbe occupare 2.5-7.0% della Capacità di Scambio Cationico

Di seguito sono riportate le Regole generali per interpretare i nutrienti in soluzione nel terreno (Burt, 1995 after Tisdale et al., 1985):

Regole generali per interpretare i nutrienti in soluzione nel terreno		
Nutriente	Livello sufficiente	Note
NO <sub>3</sub> -N ((Nitrati-Azoto)	> 50-75 ppm	Generalmente considerato sufficiente nel corso della prima metà della stagione.
K (Potassio)	20 - 60 ppm è generalmente corretto	Equilibrio di soluzione suggerito: $K \text{ (ppm)} = 0.10 \times Ca \text{ (ppm)}$
Ca (Calcio)	Non chiaro	Equilibrio di soluzione suggerito: $Ca \text{ (ppm)} = 10 \times K \text{ (ppm)}$
Mg (Magnesio)	24 ppm	

Oltre ai nutrienti occorre monitorare anche il pH del terreno, poiché la disponibilità di nutrienti, la solubilità di ioni tossici e l'attività microbica sono complessivamente influenzati dal pH. Il pH di suoli acidi può essere aumentato aggiungendo calce libera. Questa scheda illustra come determinati elementi tossici come l'alluminio diventino più solubili, e disponibili con un pH basso, e come il pH neutro o leggermente acido favorisca la disponibilità di nutrienti utili e l'attività microbica. Quanto più spessa è l'ampiezza della barra, tanto più disponibile è il nutriente. (Truog, 1943).



Va notato che le sostanze chimiche di manutenzione e i comuni fertilizzanti spesso riducono il pH dell'acqua e, a loro volta, possono anche ridurre il pH del terreno.

Per prevenire danni alle piante e il collasso dei suoli, oltre al pH si devono monitorare anche i livelli di sale e di sodio nel terreno. Di seguito sono riportate le caratteristiche dei terreni salini (Plaster, 2003):

<b>Caratteristiche dei terreni salini</b>					
<b>Classe di sale nel terreno</b>	<b>Conduttività (mmhos/cm)</b>	<b>Sodio scambiabile (%)</b>	<b>Tasso di assorbimento del sodio</b>	<b>pH terreno</b>	<b>Struttura terreno</b>
<b>Salino</b>	>4.0	<15	<13	<8.5	Normale
<b>Sodico</b>	<4.0	>15	>13	>8.5	Povero
<b>Salino-sodico</b>	>4.0	>15	>13	<8.5	Normale

La quantità di calce libera (carbonato di calcio) presente imporrà i materiali e i metodi di trattamento. La tabella che segue fornisce le linee guida per il trattamento dei terreni salini, sodici (alcalini) e salino-sodico (adattato da Plaster, 2003, pagg. 191-192). Come sempre, una manutenzione e un monitoraggio preventivi sono la soluzione migliore per prevenire tossicità e/o problemi d'infiltrazione d'acqua. Per ulteriori informazioni sulla gestione della salinità consultare il Cap. 5.

<b>Linee guida per il trattamento dei terreni salini, sodici e salino-sodico</b>					
	<b>ECe (dS/m)</b>	<b>ESP (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Proprietà fisiche</b>	<b>Emendamenti</b>
<b>Salino</b>	>4.0	<15	<8.5	Buone	Percolazione con acqua di buona qualità; necessario un buon drenaggio
<b>Sodico (alcalino)</b>	<4.0	>15	>8.5	Povere –altrimenti detto alcalino nero	Gesso e/o acidi; materiale organico per migliorare la percolazione
<b>Salino-sodico</b>	>4.0	>15	<8.5	Leggermente povero. La penetrazione dell'acqua è inibita	Percolazione in presenza di gesso; acido in presenza di calcare; necessario un buon drenaggio

### C. Analisi della pianta e relativa interpretazione

Le analisi dei tessuti della pianta rivelano ciò di cui la pianta ha effettivamente bisogno, mentre quelle del terreno ciò di cui il terreno può disporre o di cui è carente. Sebbene l'analisi dei tessuti sia una pratica consueta nell'agricoltura irrigata, la capacità di apportare nutrienti a una coltura con un sistema d'irrigazione a goccia ha indotto una tendenza a eseguire i test dei tessuti con maggiore frequenza, consentendo di fare degli aggiustamenti della fertirrigazione in copertura per la coltura corrente. I test di linfa e dei tessuti di piante fresche possono essere fatti dai laboratori o sul campo dagli stessi agricoltori. Ciò consente un'esecuzione frequente e non costosa dei test.

Ci sono molte tecniche e interpretazioni per i test dei tessuti. Indipendentemente dalla tecnica, quando si raccolgono campioni di tessuto è importante considerare lo stadio di crescita, la parte della pianta e il corretto tempo di campionamento. Per una corretta interpretazione, il tessuto campionato deve essere lo stesso di quello utilizzato come standard di confronto nell'eseguire la raccomandazione per i nutrienti. I tipi di approccio comprendono l'approccio del livello critico, l'approccio del range di sufficienza, l'approccio prodotto/rapporto nutriente e l'approccio sistema integrato diagnosi/raccomandazione (DRIS). Anche il test della linfa di piante fresche ha riscosso popolarità grazie alla rapidità e semplicità dello stesso rispetto ai test tradizionali dei tessuti. Le tecniche d'interpretazione dei tessuti della pianta possono essere potenzialmente applicate anche alle misurazioni della linfa della pianta.

### Riepilogo dei rapporti acqua/suolo/pianta

I sistemi di irrigazione a goccia hanno permesso ai coltivatori di gestire e nutrire le proprie colture come mai prima. Per questa ragione, i nuovi tipi di test su suolo/acqua/pianta vengono eseguiti sempre più di

**Con l'irrigazione a goccia le vecchie pratiche potrebbero non essere più valide**

frequente e, in molti casi, **le vecchie linee guida vengono riscritte per tenere conto del potenziale di resa più alto del sistema a goccia.**

Allo scopo di massimizzare i benefici dei sistemi a goccia, è importante reperire informazioni correnti su colture e condizioni locali ed essere aperti al cambiamento delle pratiche precedenti che potrebbero non essere più applicabili all'ambiente che cresce con l'irrigazione a goccia.

## 4.2 Linee guida generali per l'iniezione di sostanze chimiche

Per mantenere pulito il sistema di irrigazione e per proteggere i componenti dai danni è possibile ricorrere all'utilizzo di acidi, cloro, pesticidi e altre sostanze chimiche. Le sostanze chimiche sono applicate di routine anche a scopi agronomici. È importante eseguire una chemigazione corretta al fine di evitare un intasamento del sistema di irrigazione, mettere a repentaglio i componenti, inquinare l'acqua della fonte e/o dell'ambiente circostante, o mettere in pericolo la sicurezza degli esseri umani che hanno accesso ai sistemi di irrigazione. La chemigazione può essere complicata e dannosa e dovrebbe essere eseguita con estrema cautela e attenzione. Questa discussione non vuole essere esaustiva, ma intende semplicemente fornire alcune linee guida generali. Altre informazioni riguardanti i rapporti di iniezione delle sostanze chimiche, le formule, le informazioni sulla sicurezza e la compliance sono prontamente disponibili presso rivenditori locali, produttori, fonti universitarie e consulenti. È vivamente consigliato consultare queste o altre fonti in merito a un argomento tanto importante. L'etichetta deve essere sempre letta e osservata con attenzione.

### Linee guida per l'applicazione di prodotti chimici

Sono di seguito riportate alcune linee generali da tenere in considerazione quando si distribuiscono prodotti chimici (Boswell, 2000):

1. I prodotti chimici **devono essere solubili**.
2. Se due o più prodotti chimici sono miscelati per preparare una soluzione da iniettare nel sistema di irrigazione, è **bene verificare attraverso un "jar test"** (si veda paragrafo seguente) che i prodotti chimici non reagiscano tra loro formando dei precipitati.
3. I prodotti chimici devono essere **compatibili con l'acqua irrigua**. Parametri quali la salinità e il pH possono influenzare la solubilità dei prodotti chimici iniettati. Cloro e altri solidi disciolti possono reagire con i prodotti chimici iniettati anche dopo l'iniezione in acqua.
4. Quando disciolti in acqua, i prodotti chimici non devono formare schiuma o sedimenti che possano creare problemi una volta entrati nell'impianto di irrigazione. I prodotti chimici

**non devono contenere impurità che possano ostruire l'impianto.**

5. I prodotti chimici utilizzati **non devono attaccare, corrodere o comunque danneggiare l'impianto di irrigazione ed i suoi componenti**. Alcuni prodotti chimici possono essere particolarmente dannosi per esempio il cloro può danneggiare i componenti di ottone utilizzati nei manometri, nelle giranti delle pompe ed alcuni pesticidi possono attaccare il PVC ed altri materiali plastici.
6. Il punto di iniezione dei prodotti chimici deve essere posizionato **a monte** del sistema di filtraggio così che eventuali impurità o precipitati possano essere rimossi.
7. **ATTENZIONE: AGGIUNGERE SEMPRE ACIDO ALL'ACQUA. MAI AGGIUNGERE ACQUA ALL'ACIDO.**
8. **ATTENZIONE: MAI MISCELARE NE' CONSERVARE ACIDI E CLORO INSIEME.**

### Eeguire un test di compatibilità ("Jar Test")

Prima di iniettare nel sistema una sostanza chimica, fertilizzante compreso, si dovrebbe eseguire sempre un semplice test di compatibilità, noto talvolta come "jar test". Prendere un vaso trasparente e riempirlo con l'acqua proveniente dalla fonte di approvvigionamento del sistema di irrigazione. Aggiungere una piccola quantità della sostanza chimica da iniettare in modo che la concentrazione sia leggermente più alta di quella prevista per l'iniezione, poi agitare bene. Lasciar riposare il vaso indisturbato per 24 ore ed esaminarlo poi per verificare la presenza di intorbidamento, sedimenti sul fondo o schiuma sulla superficie dell'acqua. Qualora si verifichi una qualsiasi reazione, l'iniezione di tale sostanza chimica è sconsigliata.

**Eeguire sempre un jar-test prima di applicare sostanze chimiche**



*Queste immagini mostrano il risultato di un test di 24 ore. Un diverso fertilizzante è stato in questo caso scelto.*

Se s'iniettano contemporaneamente più sostanze chimiche, si possono consultare in via preventiva le schede di compatibilità, come quella mostrata di seguito (Van der Gulik, 1999, p. 241), per evitare problemi di tollerabilità delle sostanze iniettate.

Diagramma di compatibilità dei fertilizzanti														
	Urea	Nitrato di ammonio	Solfato di ammonio	Nitrato di calcio	Nitrato di potassio	Cloruro di potassio	Solfato di potassio	Fosfato di ammonio	Fe, Zn, Cu, Mn solfati	Fe, Zn, Cu, Mn chelati	Solfato di magnesio	Acido fosforico	Acido Solforico	Acido nitrico
Urea	■													
Nitrato di ammonio	■	■												
Solfato di ammonio	■	■	■											
Nitrato di calcio	■	■	■	■										
Nitrato di potassio	■	■	■	■	■									
Cloruro di potassio	■	■	■	■	■	■								
Solfato di potassio	■	■	■	■	■	■	■							
Fosfato di ammonio	■	■	■	■	■	■	■	■						
Fe, Zn, Cu, Mn solfati	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Fe, Zn, Cu, Mn chelati	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Solfato di magnesio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Acido fosforico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Acido Solforico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Acido nitrico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pienamente compatibile	■													
Solubilità ridotta	■													
Incompatibile	■													

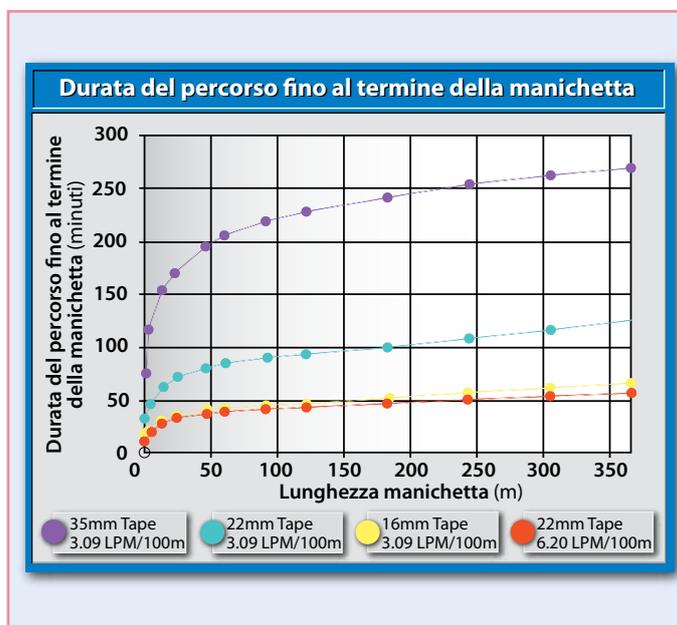
### Osservare le prassi migliori

Inoltre, è importante osservare le migliori prassi di gestione delineate dal produttore per assicurare che la sostanza chimica abbia l'utilità prevista, non venga sprecata e/o non causi danni involontari. Seguire le raccomandazioni riguardo a quando la sostanza chimica deve essere applicata, per quanto tempo e se dopo l'iniezione occorre praticare un lavaggio con acqua pulita. Il momento migliore per l'applicazione di alcune sostanze chimiche è l'inizio dell'evento irriguo, per altre invece è verso la fine. Per esempio, i fertilizzanti a base di azoto, che è un elemento molto mobile, dovrebbero essere iniettati verso la fine del ciclo irriguo piuttosto che all'inizio per prevenire lisciviazione.

## Considerazioni sulla programmazione

Teoricamente, la sostanza chimica iniettata viene uniformemente distribuita su tutto il campo. Il grafico riportato di seguito, "Durata del percorso fino al termine della manichetta" (Burt, 2007), illustra quanto tempo impiega una sostanza chimica per muoversi dall'inizio alla fine delle diverse linee laterali gocciolanti, partendo dall'ipotesi che la linea laterale sia già piena d'acqua (Ved. Determinazione delle letture di base per il calcolo del tempo di riempimento). Per esempio, una sostanza chimica che è all'inizio di una linea laterale potrebbe impiegare dai 40 minuti a più di 4 ore per arrivare alla fine della linea in base alla portata e alla lunghezza del percorso. Si tratta di un dato che va considerato nel momento in cui si programmano gli eventi di chemigazione, poiché la durata dell'operazione deve superare la durata del percorso della sostanza chimica, affinché tutti i gocciolatori ricevano tale sostanza.

Occorre considerare la durata del percorso della sostanza chimica.



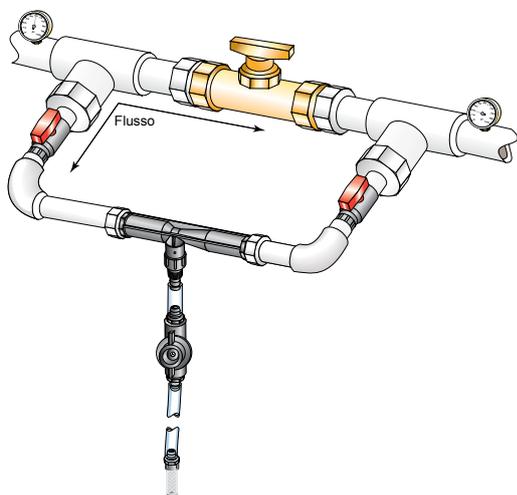
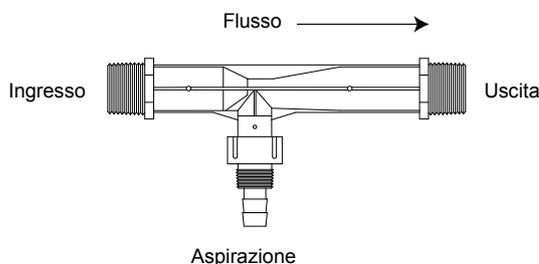
Per evitare problemi legati alla durata del percorso, avviare il sistema nella modalità lavaggio (flush mode) ed iniettare poi la sostanza chimica alla concentrazione desiderata finché non inizia ad uscire dalla linea di lavaggio. Chiudere quindi le valvole di lavaggio e riprendere le normali condizioni operative. Ciò accelera la durata del percorso della sostanza chimica e aiuta a bilanciare l'applicazione a tutte le parti del campo. Se la sostanza chimica fosse il cloro, per un trattamento shock di alghe e altri contaminanti, bisogna arrestare il sistema di irrigazione dopo che le valvole di lavaggio si sono chiuse. In questo modo, il cloro concentrato sarà distribuito più rapidamente e più uniformemente per tutto il campo e sarà quindi in grado di trattare le alghe nelle tubazioni (Burt, 2007, p. 233).

## 4.3 Apparecchiature per l'iniezione di sostanze chimiche

Le sostanze chimiche possono essere iniettate in sistemi a goccia pressurizzati mediante numerosi metodi, tra cui pompe volumetriche positive, serbatoi a pressione differenziale e dispositivi di aspirazione tipo Venturi. I dispositivi Venturi del tipo illustrato, sono popolari per la loro semplicità e il basso costo e perché non richiedono alcuna fonte di alimentazione elettrica. Fanno uso di una pressione differenziale nel sistema di irrigazione per creare una zona di bassa pressione, o vuoto, nella gola dell'iniettore. Questo vuoto attira con

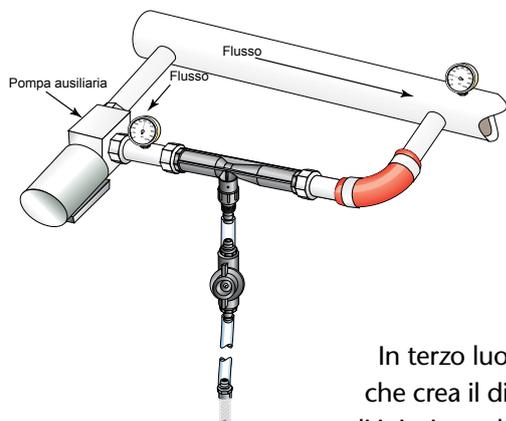
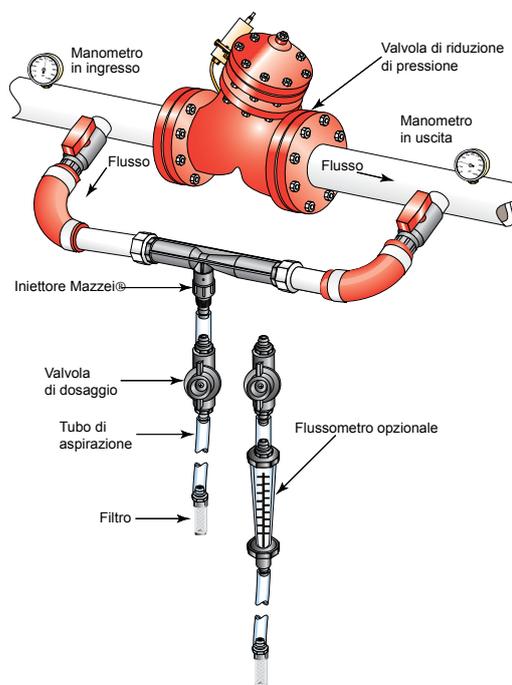
efficienza le sostanze chimiche nella linea di acqua pressurizzata, eliminando così la necessità di una pompa separata per l'iniezione delle sostanze chimiche. I dispositivi Venturi possono essere installati direttamente nella linea principale o possono essere collegati in serie con una piccola pompa centrifuga in un circuito parallelo.

Un iniettore Venturi può anche essere collegato in parallelo con una valvola o un filtro per sfruttare il differenziale di pressione in questi componenti del sistema. Grazie alla loro semplicità, i sistemi di iniezione Venturi sono altamente affidabili e sono disponibili in un'ampia gamma di misure per soddisfare la maggior parte delle applicazioni. Gli iniettori trasportabili, azionati da pompe con motore a scoppio, sono idonei per un uso normale ed anche per svariate applicazioni speciali.



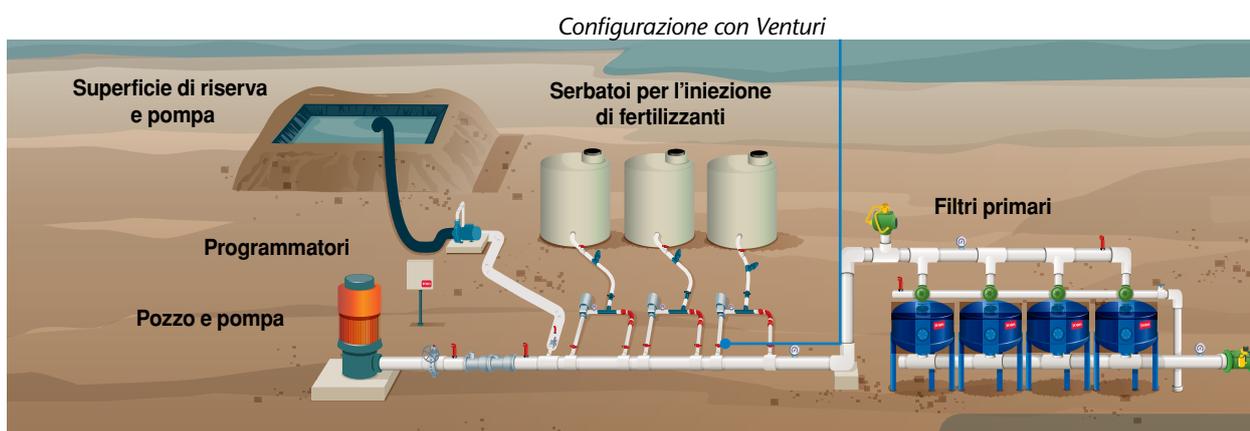
Nelle seguenti illustrazioni sono presentate tre configurazioni tipiche (per gentile concessione di Mazzei® Injector Company). In primo luogo, l'iniettore può essere collegato in parallelo con una semplice valvola azionata manualmente sul circuito delle linee principali, come illustrato qui a sinistra. La restrizione del flusso sulla valvola della linea principale creerà un differenziale di pressione tra l'ingresso e l'uscita del Venturi, producendo quindi una pressione di aspirazione che va alla linea delle sostanze chimiche.

In secondo luogo, l'iniettore può essere collegato in parallelo con una valvola di riduzione della pressione, come mostrato qui a destra, che crea automaticamente un differenziale di pressione e una pressione di aspirazione.



In terzo luogo, possono essere collegati con una piccola pompa ausiliaria che crea il differenziale di pressione richiesto solo durante i periodi di iniezione delle sostanze chimiche, come illustrato a sinistra, con un importante risparmio energetico

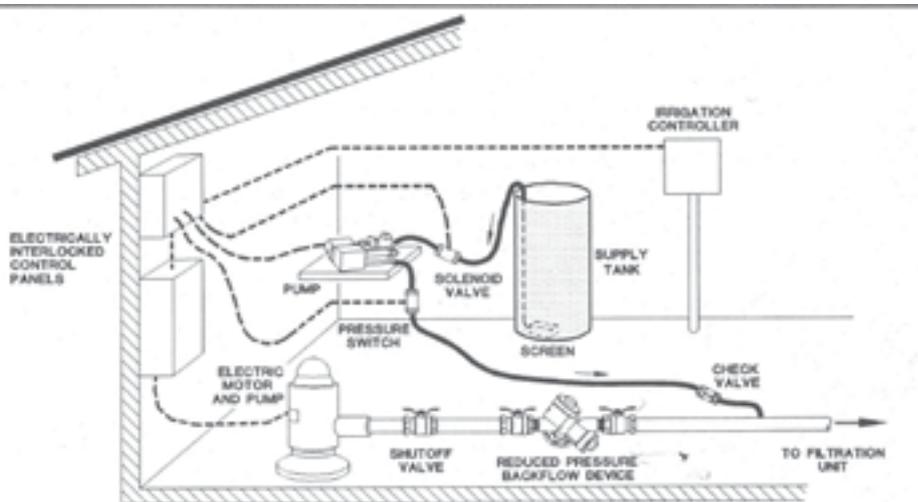
L'illustrazione che segue mostra la configurazione Venturi con pompe ausiliarie utilizzate su tre serbatoi separati di sostanze chimiche. Di solito, un serbatoio dovrebbe essere utilizzato per il fertilizzante, uno per il cloro o altri ossidanti e un altro per l'acido, così da poter abbassare il pH mentre si inietta il cloro da un serbatoio separato, migliorandone quindi l'efficacia. Se si inietta più di un tipo di fertilizzante o sostanza chimica che non siano acido o cloro, potrebbero essere necessari altri serbatoi e iniettori.



La scelta della configurazione dipende dalla portata desiderata dell'iniezione, dalla pressione e dalla portata d'esercizio standard del sistema e dai costi dell'energia, ed è meglio che tale scelta venga fatta in fase di progettazione del sistema per massimizzare l'efficienza energetica. È meglio consultare i fornitori di sostanze chimiche in anticipo in modo che le portate d'iniezione desiderate possano essere fornite al progettista del sistema di irrigazione.

### Considerazioni sulla sicurezza

Indipendentemente dal tipo del sistema d'iniezione, occorre utilizzare un'apparecchiatura di sicurezza adeguata per impedire alle sostanze chimiche di contaminare la fonte d'acqua e l'ambiente circostante ed anche per impedire alle sostanze chimiche di venire iniettate senza che venga pompata acqua. La figura che segue (Van der Gulik, 1999) illustra le principali caratteristiche di sicurezza che dovrebbero venire impiegate in ogni sistema di chemigazione, tra cui pannelli di controllo elettricamente interbloccati, valvole di controllo e dispositivi di prevenzione del reflusso omologati.



Questo schema illustra le caratteristiche di sicurezza del sistema di iniezione (nel caso in cui il sistema includa pompa per l'irrigazione e pompa per l'iniezione)

## 4.4 Formule di iniezione delle sostanze chimiche

Consultare un professionista per determinare la portata corretta dell'iniezione di sostanze chimiche al fine di ottenere i risultati desiderati e soddisfare tutte le precauzioni e i requisiti di sicurezza.

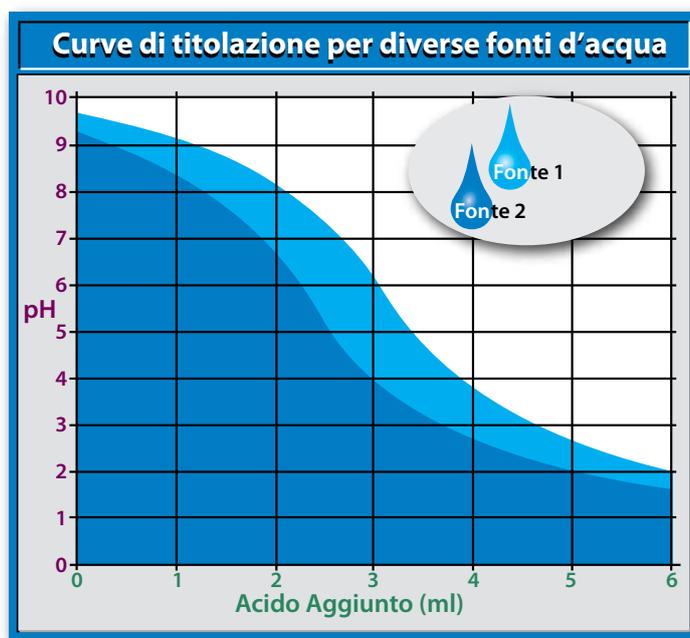
### Acido

Per calcolare la quantità di acido da aggiungere all'acqua per l'irrigazione per ottenere il pH desiderato, è necessaria una curva di titolazione. Tale curva può essere sviluppata in un laboratorio o sul campo con

un bidone da 200 litri riempito con acqua. Aggiungere lentamente il tipo di acido che si vuole iniettare nel bidone e mescolare l'acqua per garantire una completa miscelazione. Misurare il pH dell'acqua insieme alla quantità di acido aggiunto, poi ripetere finché non si

**Il cloro e l'acido dovrebbero essere sempre iniettati da serbatoi separati e mai miscelati insieme.**

ottiene il pH desiderato. Una volta noto il rapporto, lo si può applicare al volume d'acqua che sarà applicato durante l'irrigazione. La curva di titolazione mostrata nella figura 4-4 è tipica di due diversi campioni di acqua con due diversi pH (Boswell, 1990).



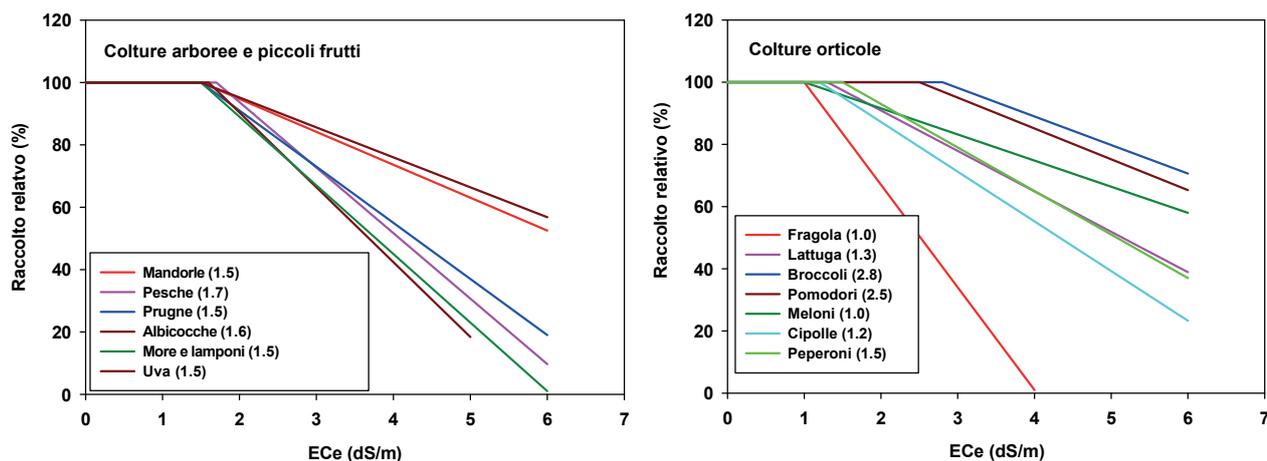


5

GESTIONE  
DELLA SALINITÀ

## Gestione della salinità

Spesso l'acqua d'irrigazione contiene sali che rimangono nel terreno dopo che l'acqua è stata rimossa mediante il processo di evapotraspirazione. Laddove le precipitazioni sono insufficienti, è possibile che si debba intervenire con un'irrigazione integrativa per dilavare i sali dalla zona radicale, dato che molte colture sono sensibili a livelli relativamente bassi di sali e possono subire un calo di resa. I grafici che seguono (Hanson, 2003) illustrano come le rese possano scendere con livelli di sali relativamente bassi:



**Per garantire che i sali siano dilavati oltre la zona radicale occorre far funzionare il sistema di irrigazione durante le precipitazioni.**

Nelle regioni aride dove si utilizza acqua irrigua salina, accade di frequente che ci sia un accumulo di sali sulla superficie del terreno. I sali si concentrano anche sotto la superficie del terreno, sul perimetro del volume del terreno bagnato da ogni dispositivo di erogazione.

In assenza di precipitazioni, questo accumulo può essere tollerato intervenendo con irrigazioni occasionali per ridurre i sali mediante lisciviazione. Tuttavia, se si verificano precipitazioni prima che i sali siano stati dilavati di routine con l'irrigazione lisciviante, le precipitazioni possono determinare la risalita dei sali accumulati nella zona radicale, minacciando la salute delle piante. Per evitare livelli

tossici di sale nella zona radicale nel corso di un evento piovoso, occorre far funzionare il sistema d'irrigazione mentre sta piovendo finché i sali non saranno stati dilavati oltre la zona radicale.

### La spaziatura dei dispositivi di erogazione e la forma del letto di germinazione possono essere utili.

La gestione della salinità è particolarmente importante durante la germinazione dei semi e l'emergenza, e in queste fasi l'uso di dispositivi di erogazione a spaziatura ravvicinata e la forma del letto di germinazione possono essere utili. Utilizzare una manichetta in superficie o solo alcuni centimetri sotto la superficie del terreno, con gocciolatori a spaziatura ravvicinata per dilavare i sali verso il basso. In aree più aride, linee ampiamente distanziate (cioè una linea laterale ogni due filari o una spaziatura tra i fori superiore a 40 cm) possono causare accumulo di sale tra i fori. In quelle aree con un contenuto salino alto, i semi piantati successivamente non germineranno. Decenni di esperienza con l'irrigazione per allagamento hanno insegnato agli agricoltori a dare ai solchi una forma tale che l'acqua d'irrigazione carica di sale evapori nei punti alti del letto, mentre piante/semi stazionano ad un livello inferiore (Burt, 2007).

In modo analogo, la forma dei letti irrigati a goccia dovrebbe essere preparata con un'indentazione dove si accumuleranno i sali, rimanendo così a distanza dalla linea dei semi piantati sotto l'indentazione. (Burt, pagg. 76-77).

La gestione della salinità è importante anche in frutteti e vigneti già impiantati e irrigati a goccia. Di solito, le linee laterali bagnano meno di un 40% della superficie totale del terreno. Col tempo, i sali trasportati a questa striscia bagnata dall'acqua d'irrigazione saranno sicuramente dilavati via dal terreno vicino al gocciolatore.

Tuttavia, la concentrazione salina nel terreno aumenta all'aumentare della distanza dal dispositivo di erogazione. Ecco perché i principi e le equazioni del "fabbisogno di lisciviazione standard" di manutenzione non sono applicabili per l'irrigazione a goccia/microirrigazione. Per rimuovere il sale da queste zone periferiche del terreno è invece necessaria una lisciviazione "di bonifica" periodica.

### Una lisciviazione mirata riduce gli sprechi

Per la bonifica e quindi per dilavare questi sali concentrati sotto la zona radicale, di solito si utilizza l'irrigazione diffusa per allagamento o a pioggia, ma tale tecnica può essere uno spreco, in quanto solo il 20-40% della superficie del frutteto o del vigneto ha bisogno di lisciviazione. Se il 100% dell'area del terreno viene bagnato per trattare questo 20-40% di area, la quantità d'acqua di lisciviazione applicata sarà di 2,5 - 5,0 volte superiore a quella necessaria. La maggior parte dell'acqua non avrà alcun effetto in quanto è applicata a zone che non hanno bisogno di lisciviazione. Per praticare una "lisciviazione mirata" della zona della linea di gocciolamento del frutteto o del vigneto, i ricercatori dell'ITRC hanno invece suggerito di utilizzare un sistema a manichetta portatile. Nel 2005, Burt e Isbell hanno dimostrato che, in un campo di pistacchi, i sali erano stati efficacemente rimossi usando sei linee di manichetta recuperabile, disposta in superficie, provvista di dispositivi di erogazione a spaziatura ravvicinata, cioè a una distanza di 30 cm per praticare una "lisciviazione mirata" della zona della linea di gocciolamento (vedere foto seguente). Successivi esperimenti di lisciviazione hanno quasi eguagliato i risultati del frutteto di pistacchi. Una volta completata la lisciviazione, la manichetta può essere recuperata e riutilizzata. In questo modo, i dispositivi di erogazione a spaziatura ravvicinata consentono di praticare una lisciviazione con una quantità minore d'acqua (Burt, pagg. 82-83).



*Manichette a bassa portata distanziate 30 cm sono state utilizzate per la lisciviazione*

### Miglioramento della resa

L'irrigazione a goccia può servire anche a diluire la salinità del terreno per migliorare le rese. Di solito, le rese diminuiscono dopo che la salinità del terreno ha raggiunto un valore limite e siccome il terreno tra le irrigazioni tradizionali si asciuga, la concentrazione della salinità peggiora. Irrigare in modo frequente con dispositivi di erogazione a spaziatura ravvicinata può essere utile. Gli studi e l'esperienza dimostrano che se l'irrigazione a goccia è gestita in modo tale da mantenere diluita la salinità del terreno, le rese possono essere più alte di quanto sarebbero, con acqua della stessa qualità, utilizzando l'irrigazione a pioggia o l'irrigazione per scorrimento. Per alcune colture, come per esempio i pomodori da industria, alcune ricerche (Hanson e May, 2003) hanno dimostrato che, su campi con un alto grado di salinità, le colture non vengono danneggiate anche se, normalmente, tali livelli di salinità causerebbero forti cali della resa. (Burt, pag. 86).



# 6

## FILTRAZIONE

- 6.1 Scopo e capacità della filtrazione
- 6.2 Capacità filtrante
- 6.3 Selezione e dimensionamento delle stazioni di filtraggio
- 6.4 Tipologie di filtri
  - A. Idrocycloni o separatori di sabbia
  - B. Filtri a rete
  - C. Filtri a dischi
  - D. Filtri a sabbia

## Filtrazione

### 6.1 Scopo e capacità della filtrazione

La filtrazione a scopo irriguo è un processo fisico in grado di rimuovere i solidi (sia di natura organica che inorganica) sospesi in acqua, aventi dimensioni tali da costituire un problema occlusivo negli erogatori.

La filtrazione non è in grado di rimuovere sostanze in soluzione nell'acqua irrigua, come ferro, manganese, bicarbonati, acido solfidrico etc. La rimozione e i processi per ridurre i fenomeni occlusivi causati da questi soluti, sono parte del trattamento delle acque e non sono considerati in questa sezione.

### 6.2 Capacità filtrante

La capacità filtrante indica la capacità di un filtro di rimuovere le particelle aventi dimensioni superiori ad un determinato valore. Un filtro con capacità filtrante di 115 micron (0,115 mm) è un filtro in grado di bloccare le particelle con dimensioni maggiori di 115 micron. Spesso la capacità filtrante è espressa in mesh, misura derivante dall'industria tessile e che indica il numero di fori per unità di superficie; questo deriva dal fatto che i primi filtri sono stati realizzati con elementi filtranti costituiti da tele.

Esistono tabelle di corrispondenza mesh/micron che riportano valori orientativi perché la luce di passaggio di una tela dipende oltre che dal numero di fori per unità di superficie, anche dallo spessore del filo che costituisce la tela.

Da ciò deriva la differenziazione tra superficie filtrante totale e superficie filtrante attiva.

La superficie filtrante totale nel caso dei filtri a rete è costituita dalla circonferenza della massa filtrante moltiplicata per l'altezza della stessa. La superficie attiva è una frazione della superficie totale, ed è la superficie complessiva dei fori di passaggio liberi, non occlusi dalla struttura che sorregge la tela filtrante.

Questa differenziazione è molto importante soprattutto nella selezione dei filtri a rete automatici.

La capacità filtrante dovrà essere selezionata in funzione delle caratteristiche di flusso dell'erogatore presente nell'impianto (dimensione dei passaggi interni, livello di turbolenza del flusso).

### 6.3 Selezione e dimensionamento delle stazioni di filtraggio

Con acque aventi più di 300 ppm di solidi sospesi, è necessario prevedere una vasca di sedimentazione a monte della stazione di filtraggio. Contenuti inferiori possono essere rimossi con i dispositivi filtranti utilizzati in campo agricolo.

La selezione delle stazioni di filtraggio per impianti microirrigui dipende dalla natura delle sostanze da filtrare (organiche o inorganiche) e dalla loro quantità e provenienza.

Il dimensionamento delle stazioni di filtraggio è commisurato alla portata massima dell'impianto ed alla quantità di solidi sospesi nell'acqua, per cui è indispensabile quantificare tale presenza eseguendo una analisi fisica delle acque.

Tale analisi dovrà determinare il contenuto in parti per milione di solidi sospesi (1 ppm = 1 mg/l) e differenziare la percentuale organica da quella inorganica. In casi particolari potrà essere utile anche un'analisi dimensionale dei solidi sospesi. In caso di prelievi da pozzo sarà buona norma abbinare all'analisi fisica delle acque, una analisi chimica atta ad identificare e quantificare i soluti che possono causare problemi occlusivi agli impianti irrigui. In caso di prelievi idrici da canali o bacini a cielo aperto, la quantità di solidi sospesi varierà durante la stagione irrigua in funzione di clima, radiazione solare, carico di sostanze organiche (alghe e altra microflora) e altre condizioni ambientali. Prelievi ed analisi periodiche possono essere ripetute per monitorarne l'evoluzione.

Nel caso di bacini di raccolta è possibile intervenire con le opportune sostanze atte a ridurre la carica organica.

## 6.4 Tipologie di filtri

I filtri utilizzati negli impianti d'irrigazione possono essere classificati in base al principio di filtrazione adottato: idrocycloni o separatori di sabbia, filtri a rete, filtri a dischi e filtri a sabbia.

### A. Idrocycloni o separatori di sabbia

Gli idrocycloni o separatori di sabbia sono dispositivi che, sfruttando la forza centrifuga, separano dall'acqua le particelle grossolane aventi peso specifico superiore a quello dell'acqua (principalmente sabbia). Le particelle separate cadono nel serbatoio di fondo dell'idrocyclone dal quale vanno rimosse con interventi automatici o manuali. Gli idrocycloni per essere efficaci devono far sì che la velocità dell'acqua al loro interno sia molto elevata. Non essendo disponibili strumenti in grado di misurare economicamente questa velocità, si ricorre alla misurazione della perdita di carico tra entrata ed uscita dell'idrocyclone (velocità e perdita di carico sono direttamente proporzionali). Perché un idrocyclone sia efficace, deve verificarsi una caduta di pressione di 0,6 – 1,0 bar tra l'entrata e l'uscita. Con perdite di carico inferiori, l'efficacia sarà minima o nulla. La perdita di carico è strettamente correlata alla portata, per cui gli idrocycloni non devono essere utilizzati in impianti con portate variabili. Un idrocyclone correttamente dimensionato è in grado di separare il 70-90% della sabbia grossolana e media sospesa in acqua. Gli idrocycloni devono essere sempre seguiti a valle da filtri a rete, a dischi o a sabbia.

### B. Filtri a rete

I filtri a rete sono dispositivi costituiti da un involucro in metallo o plastica all'interno del quale è alloggiata una massa filtrante (cartuccia) composta da una rete (in acciaio inox o poliestere) sostenuta da una struttura di sostegno a sua volta in metallo o in materiale plastico.

La rete determina la capacità filtrante. I filtri a rete devono essere selezionati in modo tale che alla portata massima dell'impianto, la perdita di carico da loro determinata sia idealmente di 0,2 bar e in ogni caso non superiore a 0,3 bar con acqua pulita. Nel dimensionamento dovrà essere considerato il carico di solidi sospesi presenti nell'acqua. Maggiore sarà la superficie filtrante attiva del filtro, maggiore sarà l'intervallo di tempo che intercorre tra un intervento di pulizia ed il successivo. I filtri a rete devono essere puliti quando la differenza di pressione tra entrata ed uscita raggiunge il valore di 0,5-0,6 bar. Se questo valore venisse superato, la rete filtrante subirebbe lacerazioni o deformazioni, consentendo il passaggio di particelle. Queste particelle andranno a ostruire gli erogatori; l'eventuale sostanza organica sarebbe disgregata e forzata ad attraversare la massa filtrante, andando poi ad accumularsi negli erogatori con forti rischi di occlusione. Tempestivi interventi di pulizia dei filtri sono pertanto essenziali allo scopo di mantenere efficienti gli impianti irrigui. La pulizia può essere fatta manualmente, rimuovendo la massa filtrante e pulendola con una spazzola o con una idropulitrice. E' possibile utilizzare filtri automatici che tramite dispositivi azionati a tempo e/o da differenziale di pressione, effettuano automaticamente la pulizia della rete filtrante. Durante le operazioni di pulizia automatica, dovrà essere garantita una pressione minima di funzionamento il cui valore è indicato dal costruttore del filtro.

I filtri a rete sono idonei alla rimozione di particelle inorganiche (acque da pozzo) e per acque con valori di solidi sospesi non molto elevati. Sono utilizzati come filtri di sicurezza di campo nel caso di lunghe condotte principali ed a valle di filtri a sabbia.





### C. Filtri a dischi

I filtri a dischi sono dispositivi costituiti da un involucro in metallo o plastica al cui interno è alloggiata una massa filtrante costituita da una serie di dischi aventi superficie zigrinata, impilati strettamente attorno ad una struttura di sostegno. La capacità filtrante è determinata dalla zigrinatura presente sulla superficie dei dischi. Rispetto ai filtri a rete hanno minori rischi di rottura della massa filtrante.

Devono essere selezionati in modo tale che alla portata massima dell'impianto, la perdita di carico da loro determinata sia idealmente di 0,2 bar e in ogni caso non superiore a 0,3 bar con acqua pulita. Dovrà poi essere considerato nel dimensionamento il carico di solidi sospesi presenti nell'acqua. Maggiore sarà la superficie filtrante attiva del filtro, maggiore sarà l'intervallo di tempo che intercorre tra un intervento di pulizia ed il successivo.

Anche i filtri a dischi devono essere puliti quando la differenza di pressione tra entrata ed uscita raggiunge il valore di 0,5-0,6 bar. Se questo valore venisse superato, le particelle potrebbero incastrarsi fermamente tra i dischi e diventare difficilmente rimovibili durante le operazioni di lavaggio nonché talvolta deformare la struttura dei dischi. L'eventuale sostanza organica sarebbe disgregata e forzata ad attraversare il filtro, andando poi ad accumularsi negli erogatori con forti rischi di occlusione. Tempestivi

interventi di pulizia dei filtri a dischi sono pertanto essenziali allo scopo di mantenere efficienti gli impianti irrigui. La pulizia sarà effettuata rimuovendo le masse filtranti, allentando i dischi e intervenendo con idropulitrice o spazzola. Qualora i dischi siano incrostati con precipitati o sostanza organica non rimovibili meccanicamente, potranno essere lavati mediante immersione in sostanze acide (se presenti precipitati di bicarbonati) oppure ossidanti (se presente sostanza organica).

E' possibile utilizzare filtri automatici che, tramite dispositivi azionati a tempo e/o dal differenziale di pressione tra entrata e uscita, effettuano automaticamente la pulizia dei dischi mediante appositi meccanismi.

Durante la pulizia automatica si ha l'apertura del pacco di dischi che vengono poi investiti da getti d'acqua (provenienti dalla struttura di sostegno) che determinano una veloce rotazione dei dischi, l'espulsione dei sedimenti e il lavaggio della superficie dei dischi.

Durante le operazioni di pulizia automatica, dovrà essere garantita una pressione minima di funzionamento il cui valore è indicato dal costruttore del filtro.

I filtri a dischi sono idonei alla rimozione di particelle inorganiche e ridotte quantità di sostanze organiche. Il loro dimensionamento è correlato alla quantità di solidi sospesi in acqua.

### D. Filtri a sabbia

I filtri a sabbia sono costituiti da contenitori principalmente in metallo contenenti sabbia, trattenuta all'interno da diffusori a forma di "candelette" o di "fungo" che consentono il passaggio dell'acqua filtrata ma non della sabbia.

L'acqua attraversa il letto di sabbia e viene depurata dalle sostanze organiche ed inorganiche in sospensione sia per azione fisica che elettrostatica.

Affinché il processo di filtrazione sia efficace, la sabbia deve essere di elevata scabrosità (sabbia quarzifera frantumata), con dimensioni tali da garantire la prefissata capacità filtrante (ottimale per

impianti a goccia la granulometria 0,7-1,2 mm). La quantità di sabbia non deve essere tale da riempire completamente il filtro, bensì deve rimanere uno spazio vuoto sopra la superficie del letto di sabbia per consentire il sollevamento della sabbia durante il processo di pulizia. Ogni produttore indica la quantità di sabbia alla quale attenersi per ciascun modello di filtro.

Il passaggio dell'acqua attraverso il letto di sabbia deve avvenire a bassa velocità. Questa velocità è misurata come: metri cubi all'ora ( $m^3/h$ ) per metro quadrato di letto di sabbia; la velocità deve essere correlata alla quantità di solidi sospesi in acqua. Maggiore è il contenuto di contaminanti sospesi in acqua e minore deve essere la velocità di filtrazione per potere rimuovere efficacemente i solidi sospesi. In generale le acque con un contenuto compreso tra 100 e 200 ppm di solidi sospesi, richiedono una velocità di filtrazione minore o uguale a  $40 m^3/h$  per metro quadrato di letto di sabbia.

**Esempio:**

Prendiamo in considerazione una fonte idrica con 150 ppm di solidi sospesi di natura prevalentemente organica e portata dell'impianto di  $80 m^3/h$ . Essendo necessario predisporre una superficie filtrante minore o uguale a  $40 m^3/h$  per metro quadrato di sabbia, sarà corretto selezionare una stazione di filtraggio avente  $2,0 m^2$  di letto filtrante di sabbia.

I filtri a sabbia saranno dimensionati per avere una perdita di carico con acque pulite idealmente non superiori a 0,2 bar con limite di 0,3 bar e dovranno essere puliti quando il differenziale di pressione tra entrata e uscita raggiunge 0,5 - 0,6 bar. Le stazioni di filtraggio a sabbia devono essere costituite da almeno due elementi per potere effettuare le corrette operazioni di pulizia della sabbia, che si realizza mediante inversione del flusso (controlavaggio) attraverso la sabbia.

Tale processo può essere attivato manualmente, aprendo le opportune valvole manuali.

Si procede pulendo alternativamente con l'acqua filtrata dal primo elemento il secondo elemento e viceversa. La pulizia della sabbia può essere attivata automaticamente con l'utilizzo di elettrovalvole a tre vie collegate ad un programmatore a tempo e dotato di manometro differenziale di sicurezza. Il controlavaggio sarà programmato a tempo con determinati intervalli in funzione dei contaminanti presenti; qualora si verificasse un differenziale di pressione superiore al limite prefissato di 0,5-0,6 bar, il manometro differenziale attiverà automaticamente il controlavaggio chiudendo un contatto e inviando un impulso al programmatore. Qualora il controlavaggio non venisse realizzato con la frequenza e nelle modalità sopra descritte, si potranno creare delle vie preferenziali nel letto di sabbia che ne pregiudicheranno in maniera grave la struttura, con perdita della capacità filtrante.

La durata del controlavaggio varia in funzione della profondità del letto di sabbia, della granulometria della sabbia, dal differenziale di pressione esistente al momento del controlavaggio e dalla natura dei contaminanti, variando indicativamente da 1 a 5 minuti.

Il controlavaggio deve avvenire con l'opportuna velocità allo scopo di sollevare e fluidificare il letto di sabbia,

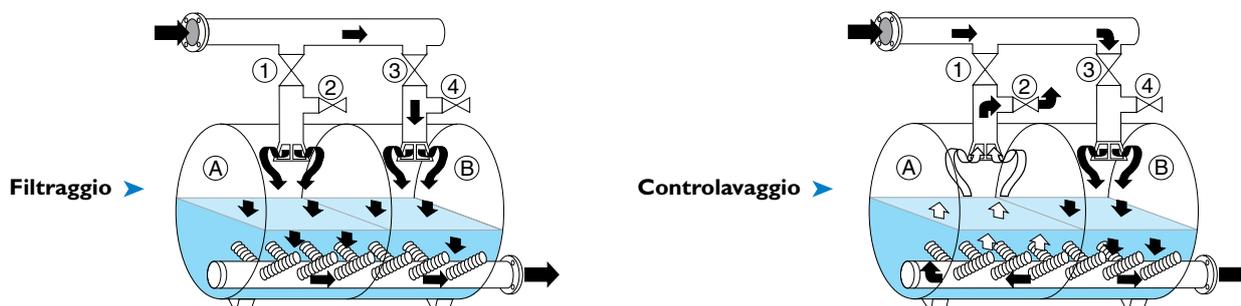
rimuovendo le impurità in esso trattenute. Tale valore per una sabbia con granulometria di 0,7-1,2 mm corrisponde a 40-45 m<sup>3</sup>/h per metro quadrato di sabbia.

La velocità di controlavaggio non deve essere troppo elevata poiché la sabbia potrebbe essere espulsa dal filtro e scaricata. Per evitare questo fenomeno è buona norma predisporre delle valvole di parzializzazione sullo scarico; infine per monitorare l'andamento del processo, installare un tratto di tubazione trasparente sul collettore drenante per rilevare visivamente l'eventuale presenza di sabbia.

Il tubo trasparente consente anche di verificare se i tempi impostati per il controlavaggio della sabbia sono idonei a rimuovere tutte le particelle trattenute dalla sabbia. Terminato il ciclo di lavaggio, alla ripresa del normale flusso, la perdita di carico attraverso la stazione di filtraggio dovrà essere la medesima registrata a filtro nuovo. In caso contrario, il lavaggio non è stato efficace.

### Funzionamento filtro a sabbia con doppia camera

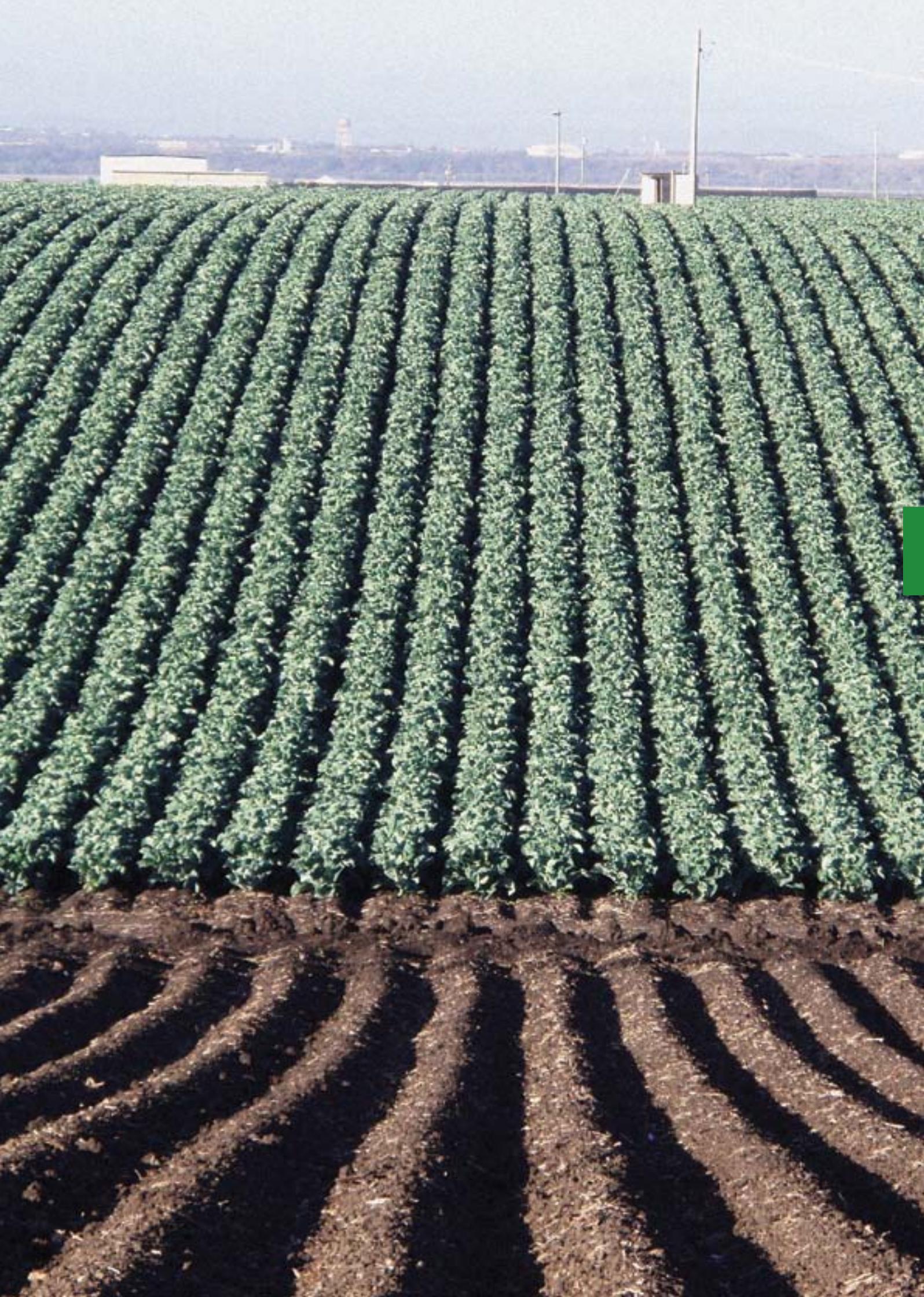
Funzionamento	Posizione 1	Posizione 2	Posizione 3	Posizione 4
Filtraggio	○	●	○	●
Controlavaggio A	●	○	○	●
Controlavaggio B	○	●	●	○



A valle dei filtri a sabbia è necessaria l'installazione di filtri a rete (oppure a dischi), aventi la funzione di filtri di sicurezza. Ciò al fine di impedire che, in caso di accidentale rottura degli elementi che trattengono la sabbia all'interno del filtro, la stessa fluisca nell'impianto, ostruendo gli erogatori.

Le stazioni di filtraggio a sabbia sono idonee per la gran parte delle acque irrigue e sono indispensabili per acque con elevata presenza di sostanze organiche quali canali in terra, bacini a cielo aperto e acque di superficie in genere.







## MANUTENZIONE DEL SISTEMA

- 7.1 Somministrazione di sostanze chimiche
- 7.2 Lavaggio del sistema
- 7.3 Controllo dei parassiti
- 7.4 Manutenzione del sistema di filtrazione
- 7.5 Manutenzione delle apparecchiature ausiliarie
- 7.6 Preparazione del sistema per l'impiego a basse temperature
- 7.7 Procedure di avvio

## Manutenzione del sistema

Per fornire ottime prestazioni i sistemi d'irrigazione a goccia richiedono una manutenzione di routine del sistema. Anche se le recenti innovazioni nella progettazione delle linee gocciolanti hanno reso facilmente reperibili prodotti resistenti all'intasamento, la natura delle fonti irrigue per l'agricoltura, le pratiche d'iniezione dei fertilizzanti, i limiti naturali delle apparecchiature di filtrazione e l'ambiente per le colture agricole hanno fatto della manutenzione una priorità. Ovviamente, un sistema d'irrigazione intasato significherebbe un disastro per la coltura corrente e metterebbe in pericolo un importante investimento. Come menzionato in precedenza, le letture di riferimento e il monitoraggio regolare di portata, pressione e della condizione dell'acqua di lavaggio forniranno indicazioni su quando programmare la manutenzione.

### Suggerimenti per la manutenzione del sistema di irrigazione durante la stagione

Cosa controllare	Frequenza	Riferimento	Cosa cercare	Cause possibili
Portata della pompa e della pressione in ogni settore	Settimanale	Portata e pressione di progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alte portate e/o bassa pressione</li> <li>Bassa portata e/o alta pressione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdite nei condotti principali</li> <li>Perdite nelle linee laterali</li> <li>Valvole di spurgo aperte; fine linee laterali aperte</li> <li>Valvole di settore chiuse; ostruzione nei condotti principali</li> <li>Ostruzione della manichetta</li> <li>Malfunzionamento della pompa; problemi di pozzo</li> </ul>
Perdita di carico attraverso il filtro	Ogni intervento	Specifiche del produttore del filtro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superamento o avvicinamento al massimo valore ammissibile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il filtro si sta occludendo</li> <li>Ostruzione del filtro</li> </ul>
Pressione alla fine delle linee laterali	Mensilmente, a meno che differenti controlli non indichino possibile occlusione	Pressione di riferimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pressione più alta dell'atteso</li> <li>Pressione più bassa dell'atteso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibile occlusione; Ostruzione nella manichetta</li> <li>linee laterali danneggiate; perdite nelle laterali; bassa pressione nel sistema</li> </ul>
Acqua alla fine delle linee laterali e valvole di spurgo	Bisettimanale	Fonte d'acqua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Particelle nell'acqua</li> <li>Altri detriti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Danneggiamento condotte;</li> <li>Rottura massa filtrante del filtro a rete</li> <li>Particelle più piccole della massa filtrante; Problemi sul filtro</li> <li>Precipitazione di concimi/fertilizzanti</li> <li>Crescita di alghe; crescita batterica</li> </ul>
Stazione di pompaggio	Settimanale	Specifiche del produttore	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdite, rotture, livello riserva motore, livello serbatoio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scarsa manutenzione</li> <li>Sistema obsoleto</li> </ul>
Regolazione pompa d'iniezione	Settimanale	Regolazione impostata come all'avvio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adeguate impostazione della durata del tempo di iniezione</li> </ul>	
Sistema generale	Settimanale	Impostazioni come all'avvio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Decolorazioni o colorazioni anomale degli erogatori o al termine delle linee</li> <li>Perdite nella manichetta</li> <li>Stress alla coltura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibile accumulo di minerali, fertilizzanti, alghe e/o fango batterico</li> <li>Danni meccanici o da parassiti</li> <li>Manichetta fuori dai raccordi</li> <li>Scoppio della manichetta per sovrappressione</li> <li>Coltura affetta da patologie</li> <li>Manichetta occlusa, ostruita o danneggiata</li> </ul>

## Checklist per la manutenzione

La tabella riportata nella pagina precedente (Simonne et al., 2008, pag. 18) fornisce una checklist di ciò che va ispezionato e quando va fatto. Si noti che, oltre a portata, pressione e condizioni dell'acqua di lavaggio, si dovrebbero ispezionare e/o calibrare di routine anche le condizioni generali della stazione di pompaggio e il sistema di distribuzione comprendenti apparecchiature di controllo, motori, riserve, iniettori, tubazioni, valvole, raccordi, misuratori di portata e manometri. Le apparecchiature rotte o malfunzionanti dovrebbero essere riparate o sostituite con apparecchiature identiche o simili che svolgono la stessa funzione in base ai criteri di progettazione del sistema.

Oltre alle regolazioni e alle riparazioni delle apparecchiature, la maggior parte dell'attività di manutenzione del sistema di solito rientra in tre categorie principali: applicazione di sostanze chimiche, lavaggio del sistema e controllo dei parassiti.

## 7.1 Applicazione di sostanze chimiche

Di solito acido, cloro o ossidanti vengono iniettati nei sistemi a goccia — ciascuno dal proprio serbatoio mediante l'uso di un iniettore separato per ragioni di sicurezza — per trattare l'acqua e prevenire l'occlusione da crescita organica, la precipitazione di minerali e/o l'intrusione di radici. La tabella della pagina seguente (Rogers, 2003) illustra un riepilogo dei vari problemi e delle possibilità di trattamento per danni causati dalle sostanze chimiche e dalla crescita biologica nei sistemi tradizionali. Si noti che tutte le possibilità ad eccezione di una (aerazione e sedimentazione) comportano l'uso di cloro, acido o ossidanti e che concentrazioni di minerali di soli 0,1 ppm possono determinare occlusione. Si noti anche l'importanza del controllo del pH e che le possibilità di trattamento comprendono strategie di iniezione intermittenti o continue.

Trattamento delle acque per prevenire l'occlusione nei sistemi a goccia	
Problema	Possibile trattamento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Precipitazione di carbonato (colore bianco)</b> HCO<sub>3</sub> maggiore di 2.0 meq / l - pH maggiore di 7.5</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniezione continua: mantenere il pH tra 5 e 7.</li> <li>2. Iniezione periodica: mantenere il pH inferiore a 4 per 30/60 minuti al giorno</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Precipitazione di ferro (colore rossastro)</b> Concentrazione di ferro maggiore di 0.1 ppm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniezione di aria per ossidare e fare precipitare il ferro (miglior trattamento per alte coconcentrazioni, 10 ppm o più).</li> <li>2. Precipitazione per mezzo del cloro - iniezione di cloro per far precipitare il ferro:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Usare un tasso di iniezione di 1 ppm di cloro per 0.7 ppm di ferro.</li> <li>b. Iniettare a monte del filtro così che il precipitato venga filtrato.</li> </ol> </li> <li>3. Ridurre il pH a 4 (o meno) per 30/60 minuti al giorno.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Precipitazione di manganese (colore nero)</b> concentrazione di manganese maggiore di 0.1 ppm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniettare 1 ppm di cloro per 1.3 ppm di manganese a monte del filtro.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ferrobatteri (fango rossastro)</b> Concentrazione di ferro maggiore di 0.1 ppm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniettare cloro ad un tasso di 1 ppm di cloro libero continuamente oppure da 10 a 20 ppm per 30/60 minuti al giorno</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Batteri di zolfo (fango bianco cotonoso)</b> Concentrazioni di solfuri maggiore di 0.1 ppm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniettare cloro continuamente ad un tasso di 1 ppm per 4-8 ppm di solfuro di idrogeno (acido solfidrico) - oppure -</li> <li>2. Iniettare cloro ad intermittenza ad un tasso di 1 ppm di cloro libero per 30/60 minuti al giorno.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fanghi batterici e alghe</b></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniettare cloro ad un tasso di 0.5-1 ppm di cloro libero continuamente oppure 20 ppm per 20 minuti al termine di ogni irrigazione.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Solfuro di ferro (materiali "sabbioso" nero)</b> Concentrazioni di ferro e solfuri maggiori di 0.1 ppm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sciogliere il ferro iniettando acido continuamente per abbassare il pH tra 5 e 7.</li> </ol>

Oltre a problemi chimici e biologici, spesso acido o cloro sono usati per risolvere problemi da intrusione di radici. Molti agricoltori riferiscono che l'intrusione delle radici può essere prevenuta se le irrigazioni sono frequenti — e se si evitano irrigazione in deficit e manichette con saldature. Se le radici sono entrate nel percorso del flusso, i coltivatori hanno ottenuto buoni risultati:

- applicando acido o fertilizzanti a contenuto acido una volta la settimana per ridurre il pH a 2,0 mentre la coltura è ancora in fase di crescita. Se si utilizzano fertilizzanti a contenuto acido, si dovrebbe monitorare con attenzione il pH del terreno per evitare effetti nocivi per la chimica del terreno;
- superclorinando a 400 ppm e con un pH di 6,0 - 6,5 per il tempo necessario a riempire i tubi con acqua, dopo aver tolto la coltura. (Burt 2007, pag. 272);
- utilizzando molti altri pesticidi e fumiganti. Consultare esperti locali per garantire un'applicazione delle sostanze chimiche sicura, efficace e legale.

**Usare manichette  
senza saldature  
per evitare  
l'intrusione  
di radici**

## Agricoltura biologica

Anche l'agricoltura biologica, come quella tradizionale, fa uso dell'irrigazione a goccia poiché, apportando acqua e fertilizzanti direttamente alla zona delle radici, spesso riduce lo sviluppo di malerbe e problemi derivanti da malattie e parassiti, tutti ugualmente difficili o costosi da controllare senza l'uso di sostanze chimiche. Alcune ricerche hanno dimostrato, come qui illustrato, che i campi irrigati per scorrimento o a pioggia sperimentano forte crescita di malerbe senza l'impiego di erbicidi, mentre i campi irrigati a goccia incontrano minori problemi (Lamm, 2007 after Grattan et al). Pur essendo significativo per tutti i campi irrigati a goccia, questo vantaggio è particolarmente importante laddove il controllo con sostanze chimiche non è consentito.

Poiché molti dei materiali applicati di routine per la manutenzione del sistema nei campi tradizionali non sono consentiti nei campi organici, è necessario ricorrere a materiali alternativi. Allo stesso modo, poiché molti dei materiali alternativi

**La crescita delle malerbe diminuisce drasticamente nei campi con irrigazione a goccia interrata.**

usati nei campi organici

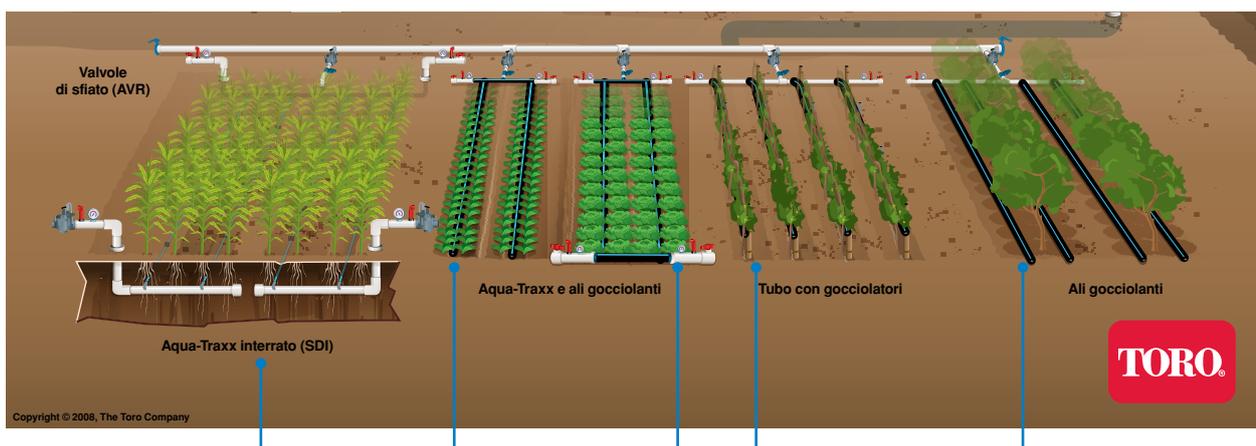
tendono a intasare un sistema di irrigazione a goccia, è consigliabile installare una filtrazione secondaria in ogni zona, nel caso in cui i materiali precipitino fuori dalla soluzione, tra l'uscita del filtro della stazione di pompaggio e l'ingresso alla zona (Ved. illustrazione Tipico Layout di un sistema di irrigazione a goccia a pag. 9).



## 7.2 Lavaggio del sistema

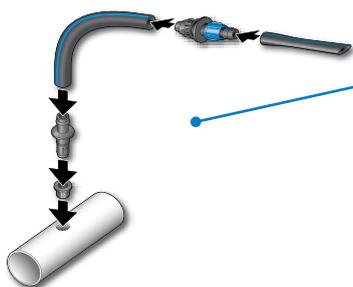
Nei sistemi d'irrigazione a goccia di superficie, il lavaggio del sistema è spesso trascurato o considerato un aspetto di secondaria importanza. Nei sistemi di subirrigazione (SDI), invece, il lavaggio deve essere oggetto di priorità alta, in quanto non è possibile praticare una sostituzione frequente delle linee gocciolanti che, tra l'altro, si prevede durino per 10 anni o più. Ma anche in caso di un utilizzo a breve termine, il lavaggio è importante per mantenere l'uniformità del sistema. Quindi, sia per l'irrigazione a goccia di superficie sia per la subirrigazione (SDI), è fondamentale che il sistema sia progettato non solo per un'uniformità di applicazione alta, ma anche per il lavaggio, allo scopo di liberare il sistema dai detriti depositati all'interno delle tubazioni e nei gocciolatori. Lo schema del tipico layout del sistema a goccia riportato di seguito mostra le varie opzioni di lavaggio, che comprendono un tubo interrato di lavaggio per i sistemi SDI, tubi di lavaggio ovali, valvole di lavaggio di fine linea e semplici raccordi di fine linea. Il cap. 2 riporta informazioni dettagliate su come fare queste connessioni.

Lavare il sistema con una pressione e un flusso adeguati.

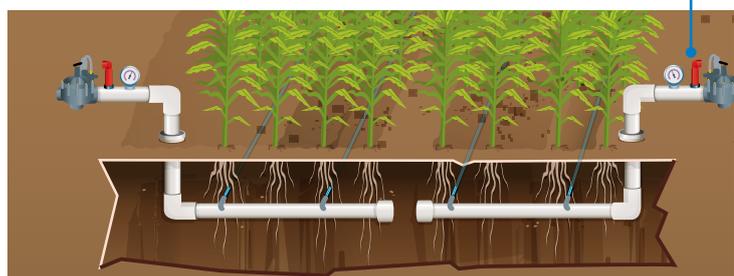


*Diversi tipi di fine-linea sono disponibili per impianti a goccia interrati e di superficie*

Nella maggior parte dei casi, la lunghezza del percorso delle linee gocciolanti e le dimensioni delle tubazioni saranno dettate dai requisiti di velocità del lavaggio, piuttosto che da un'uniformità di emissione specifica, mentre le pompe saranno dimensionate in base ai requisiti di portata del lavaggio.



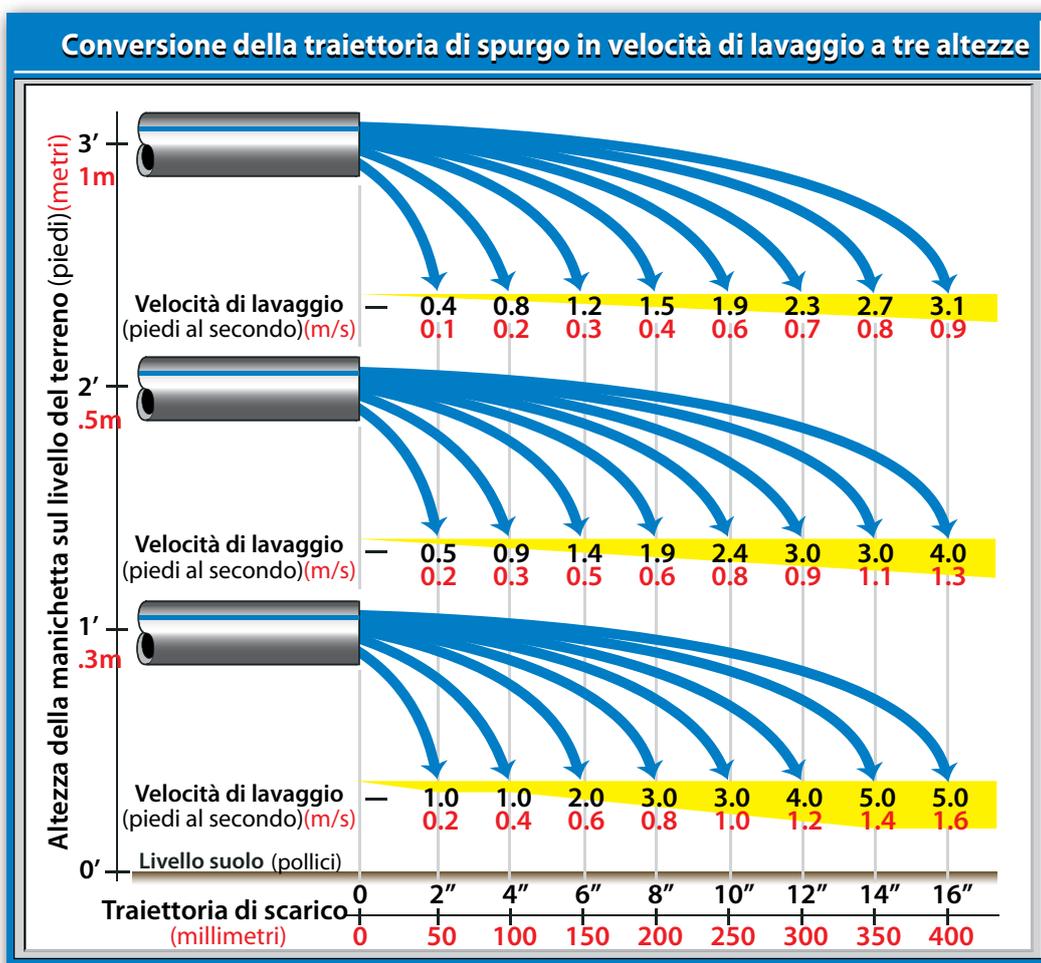
*I requisiti di pressione di lavaggio sono influenzati da dislivelli altimetrici e perdite di carico nel collettore primario*



Le foto riportate qui a fianco mostrano un sistema SDI ibrido, dove le estremità delle manichette interrato sono state riportate in superficie. In questo caso, ogni linea viene aperta manualmente e lavata finché l'acqua che fuoriesce è pulita.



I requisiti della pressione di lavaggio sono influenzati dalle variazioni di elevazione e dalle perdite di carico nel gruppo dei tubi di lavaggio interrati.



L'illustrazione precedente, "Conversione della traiettoria di lavaggio in velocità di spurgo (per tre altezze differenti)" può essere utilizzata dal personale sul campo per determinare se le velocità di spurgo raggiunte durante il lavaggio manuale sono adeguate. Questo dato viene determinato misurando la distanza della traiettoria di spurgo dall'estremità del tubo e comparando poi tale distanza con la velocità di spurgo indicata nello schema. Per esempio, se una manichetta è tenuta 0,3 metri sopra il livello del terreno e la traiettoria di lavaggio è 200 mm, la velocità di lavaggio sarà all'incirca di 0,8 m/s, il che nella maggior parte dei casi dovrebbe essere corretto.

Il lavaggio dovrebbe essere fatto ogni volta che è necessario per tenere pulite le linee e dipenderà dalla qualità dell'acqua stagionale, dalla temperatura e dall'efficacia del filtro del sistema. Le tubazioni principali, le linee secondarie e quelle laterali dovrebbero essere lavati in sequenza finché l'acqua non fuoriuscirà pulita per almeno due minuti. Siccome poi le pressioni in ingresso e le portate del sistema sono significativamente più alte durante gli eventi di lavaggio, essi devono essere supportati con pompe, tubazioni, linea di gocciolamento o manichette idonee ad eseguire correttamente il lavaggio.

### 7.3 Controllo dei parassiti

Poiché la manichetta è esposta ai danni meccanici di mammiferi, roditori e insetti, i parassiti devono essere controllati o gestiti. È disponibile un'ampia gamma di opzioni di trattamento, ivi inclusa la chemigazione.

**Prima di procedere alla chemigazione, occorre verificare che il prodotto sia etichettato per l'applicazione e che tutti i requisiti di sicurezza e le migliori prassi di gestione siano soddisfatti.**

Un danno da animali ai sistemi SDI può costituire un problema significativo, specialmente in aree ai confini

**Inserite il monitoraggio dei parassiti nelle vostre attività di routine in modo che le misure di controllo possano essere implementate prima che il danno sia compiuto.**

con terra non edificata. Gli animali che scavano — come roditori, ratti, topi, arvicole e scoiattoli di terra — possono causare danni alle linee laterali in polietilene sia di superficie che interrate. Spesso questi roditori non sono alla ricerca di acqua, ma di materiali duri da rosicchiare per consumare i denti che continuano a crescere (Lamm, 2007). È risaputo che anche altri animali, compresi corvi e cinghiali, danneggiano le linee laterali, apparentemente alla ricerca di acqua. Se presenti in numeri sufficienti, questi animali sono capaci di danneggiare pesantemente un sistema di microirrigazione.

#### Soluzioni di base per problemi causati dai parassiti

**Le soluzioni di base per i problemi causati dai parassiti consistono in:**

1. Utilizzare repellenti per tenere gli animali lontani dalle linee laterali
2. Mettere esche o trappole per controllare la popolazione di animali
3. Eliminare la fonte di cibo degli animali
4. Fornire una fonte di acqua da bere che non siano le linee laterali

## Repellenti

I repellenti respingono gli animali grazie a un tipo di sostanza chimica che sviluppa sapori o odori disgustosi per l'animale. I repellenti possono essere iniettati per mezzo del sistema irriguo o posati con le linee laterali durante l'installazione. In generale, l'iniezione della sostanza chimica per mezzo del sistema è la tecnica preferita, poiché questo tipo di sostanze applicate durante l'installazione finiscono col perdere la propria potenza o vengono dilavate col tempo. Le sostanze chimiche disponibili, nocive per gli animali, sono innumerevoli, ivi comprese ammoniaca anidra o in soluzione acquosa e svariati insetticidi.

## Trappole

Spesso la posa di trappole è efficace su impianti di ridotte dimensioni, ma può essere impraticabile su terreni di molti ettari a causa del molto lavoro richiesto. La posa di trappole può essere utile nel determinare la specie di animale responsabile del danno. Spesso l'adescamento viene fatto manualmente, inserendo l'esca sotto terra, oppure mediante applicazione aerea o sul terreno e nella maggior parte dei casi è efficace ed economica.

## Fonte di cibo

Le malerbe o la coltura stessa possono essere fonte di cibo per gli animali terricoli. Se le malerbe sono la fonte di cibo, il diserbo può eliminare il problema. Se la coltura è la fonte di cibo, il controllo della popolazione di animali sarà probabilmente utile in termini di salute e resa della coltura.

Gli animali assetati possono danneggiare le linee laterali di superficie o interrate rosicchiandole alla ricerca di acqua. Alcuni agricoltori hanno ridotto questo tipo di danno mettendo dei secchi di acqua in posizioni strategiche. Tali contenitori possono essere mantenuti pieni con un dispositivo di erogazione collegato a una linea laterale. (Boswell, 1990).

## Controllo dei parassiti

Per il controllo dei parassiti, Burt et al (2007) raccomanda 1) l'utilizzo di manichette e ali gocciolanti pesanti, 2) l'accensione del sistema d'irrigazione non appena la manichetta è installata, 3) l'uccisione degli insetti con sostanze chimiche, 4) l'uso di dispositivi per spaventare e far fuggire gli animali, 6) la distribuzione di recipienti pieni di acqua nella speranza che gli animali bevano da quei contenitori piuttosto che rosicchiare le linee di gocciolamento, 7) l'uso di ossa di bovino con cui giocare al posto delle linee di gocciolamento e 8) l'eliminazione degli animali.

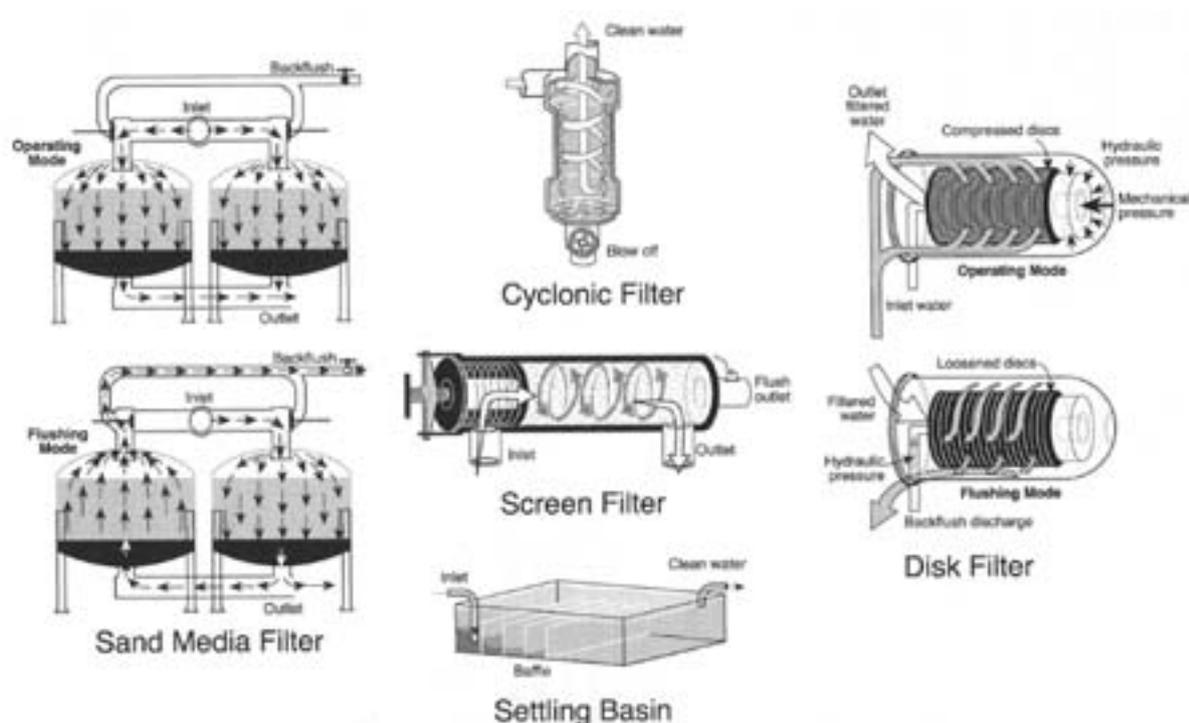
Howard Wuertz delle Sundance Farms in Coolidge, Arizona applica un fumigante della marca TELONE prima della piantagione per i nematodi galligeni ed il controllo dei roditori nei campi SDI coltivati a erba medica. Le trappole lungo i margini dei campi tengono i roditori a debita distanza dal sistema d'irrigazione (Western Farm Press, May 2009).

**Come sempre, prima di procedere alla chemigazione, occorre verificare che il prodotto sia dichiarato idoneo per l'applicazione sull'etichetta e che tutti i requisiti di sicurezza e le migliori prassi di gestione siano soddisfatti.**

Lamm (2007) fornisce informazioni specifiche sulle profondità di scavo e sugli habitat preferiti di alcuni mammiferi negli Stati Uniti e riferisce che molti di essi hanno una profondità tipica di scavo inferiore a 0,5 metri. Interrare quindi, le linee di gocciolamento ad una profondità maggiore di 0,5 metri può evitare i danni provocati dai roditori.

## 7.4 Manutenzione del sistema di filtrazione

Eseguire la manutenzione del sistema di filtrazione è fondamentale per la manutenzione generale del sistema. I filtri a sabbia, a ciclone, a rete e a disco, così come i bacini di sedimentazione, richiedono tutti una cura di routine durante e alla fine della stagione di irrigazione. L'illustrazione che segue mostra vari filtri che di solito si utilizzano nei sistemi a goccia (Lamm, 2007). Tutti possono funzionare bene in una qualsiasi applicazione, purché siano adeguatamente dimensionati per filtrare la qualità di acqua data al grado richiesto per proteggere gli erogatori. Toro fornisce i requisiti di filtrazione per tutti i prodotti e la maggior parte dei produttori di filtri indica il livello di filtrazione raggiunto in mesh di rete.



### Monitoraggio del differenziale di pressione

La maggior parte dei filtri va incontro a perdite di carico sempre più alte tra l'ingresso e l'uscita del filtro man mano che esso si intasa. È necessario quindi monitorare di frequente il differenziale di pressione del filtro, soprattutto perché le condizioni dell'acqua cambiano durante la stagione. Un differenziale di pressione eccessivo può determinare il passaggio di detriti attraverso i filtri e/o delle scadenti prestazioni del sistema di filtraggio. Molti sistemi di filtrazione sono automatizzati e si autopuliscono al raggiungimento di un differenziale preimpostato del filtro, grazie all'impiego di una valvola di controlavaggio a 3 vie elettrica o idraulica. Per questa procedura, il flusso dell'acqua viene invertito per un breve tempo in modo da portare via

**Tutti i filtri devono essere accuratamente ispezionati e mantenuti con frequenza.**

i detriti tramite una linea di controlavaggio. I filtri possono anche essere mantenuti manualmente azionando le valvole di controlavaggio a 3 vie a mano, oppure prelevando la cartuccia a rete o a disco dall'alloggiamento del filtro e pulendola con acqua pressurizzata e/o con spazzole.

## Ispezione dei filtri

Durante la manutenzione dei filtri occorre accertarsi che il sistema sia spento e depressurizzato. I filtri a rete dovrebbero essere ispezionati per verificare eventuale intasamento, lacerazioni o corrosioni, mentre i filtri a disco dovrebbero essere ispezionati per verificare usura o intasamento delle scanalature entro la pila di dischi. Gli O-ring dovrebbero essere ispezionati per verificare l'usura. I filtri a sabbia dovrebbero essere scaricati e lasciati asciugare per poter controllare il livello di sabbia e quest'ultima dovrebbe essere a sua volta ispezionata per verificare la presenza di segni di sedimentazione dura o problemi di altro genere. Molti operatori sostituiscono il mezzo sabbioso una volta l'anno. Anche l'impostazione della valvola di controllo dell'acqua di lavaggio dovrebbe essere controllata per verificare che dal filtro non fuoriesca



troppa sabbia durante il controlavaggio.

Spesso, a tale scopo, si installa un vetro d'ispezione trasparente, come illustrato a sinistra. Se i filtri sono automatizzati, occorre verificare il funzionamento della valvola, dell'elettrovalvola e del dispositivo di controllo. Infine, filtri e bacini di sedimentazione dovrebbero essere periodicamente trattati per prevenire la crescita di microrganismi.

## Manutenzione dei filtri

Vengono di seguito descritte le principali operazioni di manutenzione per mantenere nelle corrette condizioni di funzionamento le stazioni di filtraggio.

Nel caso di pescaggio da fonti idriche fortemente contaminate è opportuno prevedere l'installazione di un cestello autopulente sul condotto di aspirazione della pompa con una rete di 2-3 mm di luce e dotato di ugelli in grado di rimuovere le particelle aderenti alla rete del cestello. Questo accorgimento ridurrà gli interventi di manutenzione e pulizia.

## Operazioni comuni a tutte le tipologie di stazioni filtranti

Installare manometri a monte ed a valle di ciascun filtro per monitorare il differenziale di pressione tra entrata e uscita del filtro, il cui valore non deve mai superare 0,5 bar (eccetto filtri idrociclone). Sono da preferirsi ai manometri a secco, quelli in bagno di glicerina installati verticali e con tappo superiore aperto. È buona norma che i manometri siano sostituiti ogni anno se esposti in pieno sole, ad intervalli maggiori se in ambiente protetto.

Tutte le tipologie di filtri, una volta puliti e riattivata la funzione di filtraggio, devono evidenziare il medesimo differenziale di pressione tra entrata e uscita che avevano originariamente (segnare il valore di perdite di carico rilevato al momento del primo avvio della stazione di filtraggio). In caso contrario o il lavaggio non è stato efficientemente realizzato oppure gli elementi filtranti si sono danneggiati e sono da riparare o sostituire.

### a. Filtri idrociclone

Svuotare periodicamente la camera di accumulo della sabbia separata quando si è riempita la metà del volume del contenitore (effettuare uno scarico da ogni ora fino ad un minimo di uno nelle 24 ore).

Mantenere in alternativa la valvola posta sotto l'idrociclone, parzialmente aperta. Qualora questa operazione non venga effettuata tempestivamente, le prestazioni dell'idrociclone saranno compromesse.

Si verificherà inoltre una maggiore erosione delle pareti del filtro, in special modo nel punto di congiunzione tra il cono di separazione e la camera di accumulo.

Lo scarico può essere automatizzato tramite programmatori a tempo e valvole automatiche. In alternativa è possibile realizzare uno scarico continuo mediante una valvola installata sull'uscita di spurgo mantenuta parzialmente aperta e collegata ad un tubo di piccolo diametro (8-10 mm) lungo alcuni metri e mantenuto rettilineo.

### **b. Filtri a rete ed a dischi manuali**

Verificare con frequenza quotidiana che la massa filtrante sia integra e non presenti fessurazioni o deformazioni.

Verificare che non ci siano perdite dal filtro.

Verificare il differenziale di pressione tra entrata e uscita ad opportuni e frequenti intervalli (ogni 2 giorni).

Quando esso supera 0,5 bar:

- Arrestare la pompa.
- Chiudere le valvole d'intercettazione poste a monte e a valle del filtro.
- Aprire la valvola di spurgo e depressurizzare il filtro.
- Aprire il coperchio e rimuovere il corpo filtrante.
- Fare attenzione che il livello di acqua presente sul fondo del filtro non superi il livello del punto di battuta della massa filtrante per evitare che lo sporco accumulatosi sul fondo fluisca nell'impianto.
- Pulire con una spazzola o con idropulitrice la rete filtrante, verificare l'integrità delle guarnizioni; nel caso di filtri a dischi decomprimere i dischi della massa filtrante e pulirli con getto d'acqua.
- Rimontare la massa filtrante e chiudere il filtro.
- Aprire le valvole d'intercettazione poste a monte e a valle del filtro.
- Riavviare il sistema verificando che la caduta di pressione tra entrata e uscita del filtro sia come a filtro nuovo appena installato.

In ogni caso a fine stagione potrà essere opportuno provvedere alla pulizia della massa filtrante (eventualmente anche con immersione in acqua acidificata o arricchita di sostanze ossidanti) ed alla lubrificazione con prodotti siliconici delle guarnizioni.

### **c. Filtri a rete ed a dischi automatici**

Verificare con frequenza quotidiana che non ci siano perdite dal filtro e che gli elementi filtranti siano integri, che non siano presenti lacerazioni o deformazioni.

Se il programmatore lo consente, controllare il numero di controlavaggi avvenuti fra l'ispezione corrente e la precedente per rilevare, ed eventualmente identificare, situazioni anomale nella fonte idrica o nel funzionamento del filtro.

Verificare periodicamente (ogni 7-10 giorni) il corretto funzionamento degli automatismi mediante una attivazione manuale e una attivazione semi-automatica dei dispositivi di pulizia filtro. Infine verificare, a ciclo di pulizia ultimato, che alla ripresa del processo di filtrazione, il differenziale di pressione entrata/uscita sia quello originario.

A fine stagione oltre alle operazioni sopra descritte, aprire e svuotare la stazione filtrante e verificare lo stato di tutte le guarnizioni. Sostituire le guarnizioni che dovessero risultare danneggiate lubrificandole preventivamente con opportuni prodotti a base siliconica.

Nel caso di filtri a dischi, rimuovere i dischi e, se non fosse sufficiente il lavaggio con acqua, procedere ad un lavaggio o con acidi (per depositi di bicarbonati, ferro o altri minerali) o con ossidanti (ipoclorito di sodio o altre sostanze per rimuovere depositi di sostanza organica). Con frequenza più ampia, verificare la corretta risposta del manometro differenziale alla variazione di pressione entrata/uscita.

### **d. Filtri a sabbia**

Verificare quotidianamente che non ci siano perdite dal filtro e che il differenziale di pressione tra entrata e uscita non superi il valore limite di 0,5 – 0,6 bar. Al raggiungimento di questo valore, effettuare il

controlavaggio verificando che non venga scaricata sabbia filtrante dal drenaggio di controlavaggio e periodicamente che il livello della sabbia all'interno dei filtri sia costante.

A lavaggio ultimato ripristinare il processo di filtrazione e verificare che il differenziale di pressione entrata/uscita sia quello originario.

Se con ripetuti controlavaggi non si ripristina il differenziale originario, potrebbe essere opportuno sostituire il letto di sabbia o in alternativa indagare sui motivi dell'imperfetto lavaggio (tempi di lavaggio insufficienti, scarsa portata di controlavaggio per sovra dimensionamento filtro, mancanza valvola sostegno pressione a valle del filtro, imperfetta apertura delle valvole o altro).

In caso di sostituzione della sabbia, ricordarsi di inserire la sabbia dopo aver parzialmente riempito il filtro con acqua al fine di evitare che la sabbia stessa possa colpire e danneggiare i diffusori posti sul fondo del filtro. Nel caso di acque particolarmente ricche di sostanza organica iniettare, a fine ciclo, sostanze ossidanti così da evitare la proliferazione batterica o la formazione di una "crosta superficiale" durante il periodo di sosta tra una filtrazione e la successiva.

Per quanto riguarda le verifiche degli automatismi dei filtri a sabbia automatici, procedere come per i filtri a rete e dischi automatici.

## 7.5 Manutenzione delle apparecchiature ausiliarie

Valvole, regolatori, misuratori di portata, manometri, controlli e dispositivi di pompaggio dovrebbero essere ispezionati periodicamente per garantire impostazioni corrette e una buona funzionalità. Controllare che diaframmi di valvole, o-ring, elettrovalvole e tubi di controllo siano in buone condizioni operative e che tutti i fili elettrici siano integri. Lubrificare i dispositivi meccanici, se necessario. I misuratori di portata dovrebbero essere periodicamente sottoposti a taratura professionale e le letture dei manometri dovrebbero essere verificate con un manometro affidabile, a liquido o a bagno di glicerina, di precisione nota.

## 7.6 Preparazione del sistema per l'impiego a basse temperature

La preparazione del sistema per un impiego a basse temperature è necessaria in climi dove l'acqua gela e si espande, danneggiando eventualmente i componenti del sistema in plastica e metallo. Le linee laterali in polietilene non sono soggette a danni da congelamento, poiché gli erogatori sono dotati di punti di drenaggio e il polietilene è piuttosto flessibile. Tuttavia, l'acqua di filtri, valvole, apparecchiature di chemigazione, regolatori di pressione, montanti e linee secondarie dovrebbe essere evacuata con una pompa o un compressore ad aria, specialmente alle estremità inferiori del campo dove di solito l'acqua si accumula. Inoltre, i sistemi spesso vengono puliti prima di un periodo di fermo invernale. Di norma, ciò include iniezione di sostanze chimiche, lavaggio delle tubature e pulizia del filtro.

## 7.7 Procedure di avvio

Le procedure di avvio dopo un periodo di inattività sono simili a quelle eseguite dopo l'installazione del sistema. In breve, il sistema dovrebbe essere accuratamente pressurizzato e ispezionato per verificare la presenza di perdite e l'integrità del sistema. Ciò comprende la verifica della funzionalità di tutti i componenti del sistema ivi inclusi filtri, valvole, dispositivi di controllo, apparecchiature di chemigazione, misuratori di portata, manometri, regolatori di pressione e valvole di lavaggio. Una volta reso operativo il sistema, le sostanze chimiche dovrebbero essere iniettate, se necessario, e il sistema dovrebbe essere accuratamente lavato. Le letture di riferimento dovrebbero poi essere registrate e confrontate con le specifiche, facendo i dovuti aggiustamenti se necessario.





## BIBLIOGRAFIA

## Bibliografia

- AgriMet, 2009. Pacific Northwest Cooperative Agricultural Weather Network. United States Bureau of Reclamation, [http://www.usbr.gov/pn/agrimet/cropcurves/crop\\_curves.html](http://www.usbr.gov/pn/agrimet/cropcurves/crop_curves.html)
- Ayers, R.S., 1977. Quality of Water for Irrigation. Am. Soc. Civil Engr. Proc. J. Irrig. & Drain.
- Blake, Cary, 2009. Drip Irrigation Increasing Alfalfa Yields. Western Farm Press, [www.westernfarmpress.com](http://www.westernfarmpress.com)
- Boswell, M., 1990. Micro-Irrigation Design Manual, Hardie Irrigation, El Cajon, CA. [toro.com](http://www.toro.com)
- Bucks, D.A. and F.S. Nakayama, 1980. Injection of Fertilizer and Other Chemicals for Drip Irrigation. Proc. Agri-Turf Irrig. Conf., The Irrigation Association.
- Burt, C. and S. W. Styles, 2007. Drip and Micro Irrigation Design and Management for Trees, Vines, and Field Crops, 3rd Edition, Irrigation and Training Resource Center (ITRC), California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA. [www.itrc.org](http://www.itrc.org)
- Burt, C and K. O'Conner and T. Ruehr, 1995. Fertigation, Irrigation and Training Resource Center (ITRC), California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA, [www.itrc.org](http://www.itrc.org)
- California Irrigation Management Information System (CIMIS), 1999. Reference Evapotranspiration for California. University of California, Davis and California Department of Water Resources.
- Carpentier, Dale, 2003. Sedimentation Test of Soil Texture. Edited by the Georgia Agriculture Education Curriculum Office.
- Center for Irrigation Technology (CIT), 2009. Waterright scheduling tool, ([www.waterright.org](http://www.waterright.org)).
- Hanson, Blaine, Stephen Grattan and Allan Fulton, 2003. Agricultural Salinity and Drainage, University of California Irrigation Program, Davis, CA. Publication #93-01. [lawrweb@ucdavis.edu](mailto:lawrweb@ucdavis.edu)
- Hanson, Blaine and L. Schwankl, Stephen Grattan and T. Pritchard, 1994. Drip Irrigation for Row Crops. University of California, Davis, CA. Publication #93-05. [lawrweb@ucdavis.edu](mailto:lawrweb@ucdavis.edu)
- Improving Plant Life. [www.improvingplantlife.com/information-about-plant-nutrients/](http://www.improvingplantlife.com/information-about-plant-nutrients/)
- Klauzer, Jim, 2009. Photos of Aqua-Traxx wetting patterns. Clearwater Supply, Othello, Washington. [www.cwsupply.com](http://www.cwsupply.com)
- Lamm, F and James Ayers and Francis Nakayama, 2007. Microirrigation for Crop Production: Design, Operation and Management. Elsevier, Oxford, UK. [www.oznet.ksu.edu](http://www.oznet.ksu.edu)
- Lamm, F and Danny H. Rogers, 2009. Keys to Successful Adoption of SDI: Minimizing Problems and Ensuring Longevity. Proceedings of the 21st Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby, Kansas. [www.oznet.ksu.edu](http://www.oznet.ksu.edu)
- Mikkelsen, Rob, 2009. Fertilizer Efficiency with Drip and Microsprinklers. International Plant Nutrition Institute. [rmikkelsen@ipni.net](mailto:rmikkelsen@ipni.net)

NASA/EOS project. Average ET for North America.

[http://secure.ntsug.umd.edu/projects/files/images/mod16/global\\_ET/ET\\_avg\\_NACP.png](http://secure.ntsug.umd.edu/projects/files/images/mod16/global_ET/ET_avg_NACP.png)

NASA GSFC Water and Energy Cycle website.

[http://nasascience.nasa.gov/images/oceans-images/water\\_cycle.jpg/image\\_preview](http://nasascience.nasa.gov/images/oceans-images/water_cycle.jpg/image_preview)

Phene, C.J., K.R. Davis, R.L. McCormick, R. Hutmacher, J. Pierro. 1988. Water-fertility management for subsurface drip irrigated tomatoes. Proceedings, International Symposium on Integrated Management Practices for Tomato and Pepper Production in the Tropics, Shanhua, Taiwan, ROC.

Plaster, Edward J., 2003. Soil Science and Management, 4th Edition. Delmar Learning, Lifton Park, NY

Rogers, Danny and Freddie Lamm and Mahbub Alam, 2003. Subsurface Drip Irrigation Systems (SDI) Water Quality Assessment Guidelines. Kansas State University Publication #2575. [www.oznet.ksu.edu](http://www.oznet.ksu.edu)

Schwankl, L. and T. Prichard, 2001. Chemigation in Tree and Vine Micro Irrigation Systems, Publication 21599, University of California Division of Ag & Natural Resources.

Simonne, Eric et al., 2008. Drip-irrigation Systems for Small Conventional Vegetable Farms and Organic Vegetable Farms. University of Florida, IFAS Extension document #HS1144. [www.edis.ifas.ufl.edu](http://www.edis.ifas.ufl.edu)

Snyder, et al. Using Reference Evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) and Crop Coefficients to Estimate Crop Evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) for Trees and Vines. University of California Cooperative Extension, Leaflet #21428.

Techalive, 2009. <http://techalive.mtu.edu/meec/module01/images/transpiration.jpg>

Thien, S.J. 1979. A Flow Diagram for Teaching Texture-By- Feel Analysis. Journal of Agronomic Education. 8:54-55.

Truog, Emil, 1943. The Liming of Soils. USDA Yearbook of Agriculture, 1943 – 1947. [http://naldr.nal.usda.gov/NALWeb/Agricola\\_Link.asp?Accession=IND43893966](http://naldr.nal.usda.gov/NALWeb/Agricola_Link.asp?Accession=IND43893966)

Toro Micro-Irrigation, 2009. [toro.com](http://toro.com), [dripirrigation.org](http://dripirrigation.org)

United States Bureau of Reclamation (USBR), 2000. Achieving Efficient Water Management: A Guidebook for Preparing Agricultural Water Conservation Plans.

United States Department of Agriculture (USDA), 1997. Irrigation Guide: National Engineering Handbook. NRCS.

United States Department of Agriculture (USDA), 1998. Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance.

Van der Gulik, T.W., 1999. B.C. Trickle irrigation Manual. B.C. Ministry of Agriculture and Food, and the Irrigation Industry Association of British Columbia, Abbotsford, B.C. Canada

Westcot, D.W. and R.S. Ayers, 1984. Irrigation Water Quality Criteria. Report No. 84-1, California State Water Resources Control Board.

Wolfram, William L. (Bill), 2008. New Developments in Drip Irrigation. Presentation to American Society of Plasticulture. Toro Micro-Irrigation, El Cajon, CA. [toro.com](http://toro.com)





**I.S.E. S.r.l.**

Via dell'Artigianato, 1-3  
00065 Fiano Romano (Roma) - Italy  
Tel. (+39) 0765 40191  
Fax (+39) 0765 455386  
[www.toro-ag.it](http://www.toro-ag.it)

**YouTube** [www.youtube.com/ISEontheweb](http://www.youtube.com/ISEontheweb)



**Count on it**

IT-QOM-I