

Il candidato tratti il controllo dell'evapotraspirazione nella tecnica colturale delle specie arboree da frutto, per una produzione quali-quantitativa ottimale ed eco-compatibile.

L'irrigazione ha avuto un ruolo determinante per lo sviluppo dell'agricoltura in molte parti del mondo. In Italia ha tradizioni molto antiche; attualmente vengono irrigati circa 2.5 milioni di ettari, pari al 19% della superficie agricola nazionale, localizzati prevalentemente al Nord e incidono per circa il 50% sul consumo nazionale di acqua.

Il capitolo relativo all'irrigazione è stato, rispetto alle altre pratiche colturali, più trascurato negli anni. Infatti pur avendo preso un certo avvio agli inizi degli anni '90, si è poi limitato, alla definizione della quantità d'acqua consumata dalle principali specie frutticole, più precisamente l'evapotraspirato (ET0) che tuttavia è valso a porre dei precisi riferimenti per un'adeguata restituzione idrica nei diversi periodi. Negli anni successivi, pur continuando nell'attività di assistenza tecnica, a fornire durante la stagione irrigua, le indicazioni dell'evaporato, ci si è resi conto che queste non sempre si identificavano con la variegata realtà pedologica dei vari territori, fornendo indicazioni che non di rado sovrastimavano le effettive esigenze delle colture.

L'opportunità per l'azienda agricola di massimizzare il reddito colturale e al contempo minimizzare i costi per coltivazione del campo passa sempre più attraverso l'impiego delle risorse che, come nel caso dell'acqua, hanno un ruolo determinante nella produzione. A ciò si deve aggiungere che per molte l'acqua è l'elemento cardine per poter raggiungere obiettivi di produzione che diano sostenibilità all'azienda agricola. I problemi che accomunano tutte le aziende agricole riguardano sempre il momento più opportuno per dare avvio all'irrigazione ed i volumi con cui intervenire.

Tra gli operatori la certezza è che l'unico metodo utilizzabile sia di tipo empirico, basato esclusivamente sull'esperienza, e che non vi sia invece un approccio agronomico più analitico e oggettivo per dimensionare correttamente i volumi di acqua necessari e di conseguenza le caratteristiche tecniche dell'impianto.

In realtà si può fare molto per aumentare l'efficienza nell'uso di una risorsa che fino a oggi è stata utilizzata quasi a costo zero o comunque con dei costi di gestione poco significativi rispetto ad altri

mezzi tecnici, soprattutto se si considera che un corretto approccio all'utilizzo dell'acqua ha delle ripercussioni sui costi e sui benefici che non si possono più trascurare.

Proprio perché oggi nell'agricoltura da reddito non è possibile pensare all'irrigazione come a una serie di interventi di soccorso, ma è necessario inserirla nella normale gestione dell'azienda, è andata aumentando negli ultimi anni la sensibilità verso un uso più razionale della risorsa acqua rispetto alla comune pratica seguita dalla maggior parte delle imprese.

L'approccio moderno alla gestione razionale dell'acqua nell'irrigazione passa quindi attraverso le seguenti considerazioni preliminari:

- l'acqua non è una risorsa a disponibilità infinita e occorre impiegarla al meglio senza dispersione e inutili dispendi;
- è accertata una competizione tra gli utilizzatori (aumento prelievi). Nel bacino del Po il 95% dei prelievi superficiali è destinato all'irrigazione ed il 47% dei prelievi sotterranei è destinato all'irrigazione (Fonte Lega ambiente);
- l'agricoltura è accusata di "consumare" troppa acqua;
- è necessaria una riduzione dei costi di produzione (manodopera; costi energetici);
- il miglioramento qualitativo delle produzioni (minor incidenza fitopatie) passa attraverso una gestione mirata dell'acqua;
- Il sistema di irrigazione e le modalità di reintegrazione irrigua devono essere estremamente finalizzate al fabbisogno della pianta, conoscendo al meglio i comportamenti dinamici dell'acqua e degli elementi nutritivi nel complesso suolo-pianta-atmosfera.

II SISTEMA SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

L'acqua è un elemento fondamentale per la crescita dei vegetali, infatti le piante hanno sviluppato apposite strutture per regolarne il trasporto, e hanno subito percorsi evolutivi diversi a seconda della disponibilità idrica dell'ambiente in cui si sono affermate. In condizioni normali il movimento dell'acqua del suolo all'atmosfera, attraverso la pianta, avviene in modo passivo (senza consumo di energia) per una differenza potenziale che crea una forza in grado di risucchiare l'acqua del terreno.

Il fattore limitante di questo movimento è rappresentato dall'umidità del terreno che, asciugandosi progressivamente, rende più difficoltoso il passaggio dell'acqua alle radici.

Oltre certi valori di umidità del suolo tale passaggio diventa impossibile pertanto la pianta chiude gli stomi, interrompendo la fotosintesi, per evitare la disidratazione.

IL SUOLO

Occorre prendere in considerazione la tipologia del suolo e mettere in moto tutti quei meccanismi tecnici che permettono di mantenere l'equilibrio tra questo e le radici, dato che la piante prelevano dalla soluzione circolante del terreno gli elementi nutritivi necessari per il loro sviluppo.

Il rifornimento d'acqua delle piante avviene attraverso l'assorbimento dal terreno, le cui caratteristiche giocano quindi un ruolo importante. La principale è la tessitura (o granulometria), cioè le dimensioni delle particelle di terreno; per quelle piccole è importante anche la struttura, ovvero l'aggregazione, o meno, delle particelle in glomeruli. Il terreno con particelle piccole (limo e argilla) e ben strutturato può trattenere molta acqua, mentre un terreno con particelle grandi (ghiaia e sabbia) può contenerne in quantità molto inferiori.

Di conseguenza anche l'effetto dell'irrigazione localizzata sarà differente. In base quindi al tipo di terreno su cui verrà installata l'irrigazione a goccia, verranno anche regolate le distanze tra i punti di distribuzione dell'acqua (sistemazione degli erogatori).

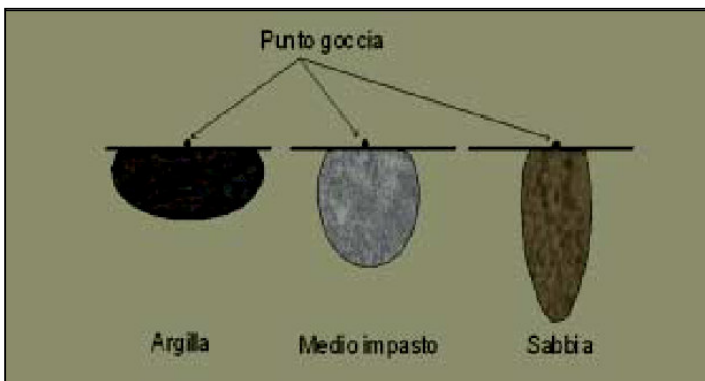


Fig. 1

A lato è riportata l'espansione dell'acqua in base al tipo di terreno

Non tutta l'acqua trattenuta del terreno è però disponibile per le piante. La maggiore o minore disponibilità è anche in funzione della profondità delle radici e della loro capacità di assorbire l'acqua, caratteristiche che dipendono dalla specie e che condizionano la sua tolleranza alla siccità. L'acqua disponibile, ovvero la riserva d'acqua utile del terreno, varia quindi in funzione del tipo di terreno e della coltura.

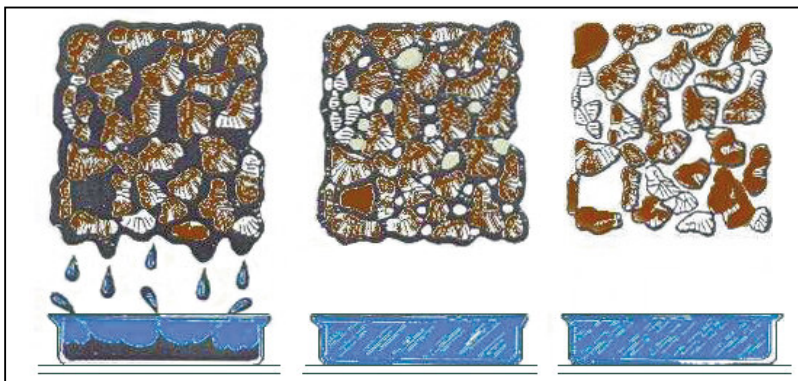


Fig.2

Da sinistra: terreno saturo, terreno alla "capacità di campo", terreno al "punto di appassimento".

Da non dimenticare è l'aria, che non è solo componente dell'ambiente esterno a contatto con l'apparato fogliare, ma deve essere anche presente nel suolo per evitare quelli che sono, per molte specie, i classici problemi dell'asfissia radicale.

II POTENZIALE IDRICO

Le caratteristiche fisico-meccaniche del profilo di suolo potenzialmente a disposizione delle radici, la dotazione in sostanza organica ed il tipo di gestione determinano la capacità del suolo di assorbire e trattenere l'acqua delle piogge e quella d'irrigazione. L'acqua presente nel terreno è soggetta a forze che agiscono nella direzione di trattenerla o allontanarla del suolo, pertanto per essere estratta dal suolo, obbliga la pianta ad esercitare una pressione almeno eguale ed opposta (suzione) a quella cui è trattenuta, con una forza crescente quanto minore è il suo contenuto. Il parametro impiegato per quantificare il lavoro che le piante devono spendere per l'assorbimento radicale è detto potenziale idrico, ed esprime, in termini di pressione, la differenza tra l'acqua contenuta nel suolo e quella libera di riferimento.

È importante, inoltre, conoscere il potenziale idrico del suolo in corrispondenza del quale si verifica l'entrata in stress di una pianta, e ricordare che, a parità di potenziale idrico, il contenuto di acqua varia da un suolo all'altro, in funzione della tessitura e anche della struttura. Di conseguenza le costanti idrologiche sono diverse da un suolo all'altro.

Il potenziale idrico dell'acqua presente nel terreno:

- è positivo nei rari casi di falde acquifere artesiane (a pressione maggiore di quella atmosferica)
- è considerato pari a zero nel caso di terreno saturo
- è negativo nel caso di terreno insaturo, vale a dire che è necessario compiere del lavoro per sottrarre l'acqua sottoposta a pressione negativa (o in tensione) al terreno, lavoro tanto più intenso quanto più secco è il terreno.

Le FRAZIONI DELL'ACQUA NEL SUOLO

ACQUA GRAVITAZIONALE (O DI PERCOLAZIONE):

si forma dopo abbondanti precipitazioni o irrigazioni. L'acqua gravitazionale ha un potenziale alto (da -0,3 bar a 0 bar) perciò è facilmente soggetta ad essere sottratta per azione della forza di gravità (percolazione profonda), dell'assorbimento radicale e dell'evaporazione diretta.

L'acqua gravitazionale occupa i macropori del terreno e ha una permanenza limitata: da poche ore nei terreni a tessitura grossolana a qualche giorno in quelli a tessitura fine o finissima. Persiste per tempi più lunghi solo nei terreni mal drenati o con falde superficiali.

La presenza di acqua gravitazionale non rappresenta affatto una condizione ottimale in quanto sottrae spazio all'aria rendendo il terreno asfittico. Per questo motivo è fondamentale un buon drenaggio al fine di allontanare in tempi brevi l'eccesso idrico.

ACQUA CAPILLARE ASSIMILABILE:

detta anche acqua disponibile o riserva utilizzabile, si tratta della frazione di maggiore interesse agronomico, in quanto trattenuta stabilmente dal terreno e resa disponibile alle piante. La sua presenza è legata alla tessitura e alla struttura di un suolo: molto bassa nei terreni sabbiosi, privi o quasi di micropori, e molto alta in quelli argillosi e in quelli strutturati, dove può arrivare a occupare sino all'80% dei micropori. Essa è trattenuta per capillarità ed è quella maggiormente utilizzata dalle piante per le deboli forze con le quali viene trattenuta dalle particelle di suolo, e può essere allontanata solo con l'assorbimento radicale e con l'evaporazione diretta. Il potenziale idrico è relativamente alto (da -20 bar a 0 bar) e permette a questa frazione di sottrarsi alla forza di gravità.

I tempi di esaurimento dipendono dall'intensità dell'evapotraspirazione; Un aspetto importante da tenere in considerazione è che, nel corso del suo esaurimento, l'acqua disponibile residua è trattenuta con tensioni via via più alte, che fanno scendere il potenziale idrico. Alcuni distinguono spesso due frazioni dell'acqua disponibile: una trattenuta a potenziali alti (acqua o riserva facilmente utilizzabile o umidità equivalente), l'altra trattenuta a potenziali bassi.

Il limite critico che separa queste due frazioni non è ben definito e varia di coltura in coltura, soprattutto in relazione alla fase fenologica e alle esigenze fisiologiche specifiche.

ACQUA CAPILLARE NON ASSIMILABILE:

è quella frazione di umidità trattenuta con potenziali che vanno da un massimo di -20 bar ad un minimo di -500 bar. Questa frazione non ha interesse agronomico in quanto solo alcune piante a forte adattamento xerofitico riescono ad utilizzarne una parte. Al di fuori di questi casi particolari,

l'acqua non disponibile è trattenuta a una tensione talmente alta che la pianta non riesce ad assorbirla ed è allontanata dal terreno solo per evaporazione.

ACQUA IGROSCOPICA:

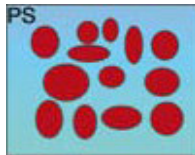
è quella frazione di umidità che rimane nel terreno secco all'aria perché trattenuta a tensioni troppo elevate a potenziali molto bassi. Condizioni di questo genere si raggiungono solo in caso di marcata aridità, in genere negli strati più superficiali del suolo e in ogni caso rappresentano contesti che esulano dagli ambiti agronomici.

Le COSTANTI IDROLOGICHE

Le costanti idrologiche esprimono in modo più pratico le relazioni esistenti tra potenziale idrico, contenuto d'acqua e fabbisogni idrici delle piante, e sono di grande utilità nel calcolo dei volumi irrigui. Esse sono:

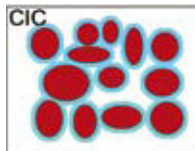
CAPACITÀ IDRICA MASSIMA O PUNTO DI SATURAZIONE:

si ha quando tutti i pori del suolo sono occupati dall'acqua. Per evitare problemi di asfissia radicale è bene che questa condizioni siano di breve durata.



CAPACITÀ IDRICA DI CAMPO:

corrisponde alla piena saturazione dei micropori e all'assenza totale di acqua nei macropori. Mediamente corrisponde al 50-70% della capacità idrica massima. Tale condizione è ottimale per la vita della pianta in quanto rappresenta il punto di equilibrio tra la disponibilità d'acqua, la disponibilità d'aria e allo sforzo esercitato dalle piante nell'assorbimento idrico.



PUNTO DI APPASSIMENTO:

riduzione della quantità di soluzione circolante presente nel terreno dovuta all'evaporazione e alla traspirazione. Le piante sono costrette ad un lavoro sempre maggiore per estrarre l'acqua dal terreno fino al punto in cui le forze che trattengono l'acqua nel terreno, non ne permettono più

l'assorbimento da parte della radice. Va distinto dall'appassimento temporaneo, che si può avere nelle ore calde della giornata, quando una pianta non riesce a estrarre rapidamente acqua dal suolo, ma si riduce nelle ore notturne dove la pianta riacquista turgore.



UMIDITÀ CRITICA:

rappresenta il punto intermedio tra la capacità di campo e il punto di appassimento, e può rappresentare quindi, per la maggior parte delle colture, il 50% dell'acqua disponibile.

I MOVIMENTI DELL'ACQUA NEL SUOLO

L'acqua si sposta nel suolo in dipendenza delle differenze di potenziale idrico, ma il potenziale indica solo la tendenza al movimento e non la velocità con cui questo avviene: questa varia non solo col tipo di suolo, ma è differente se l'acqua occupa tutti i pori (suolo saturo) oppure no (suolo insaturo). Il parametro che esprime la velocità dell'acqua nel suolo è la conducibilità idraulica, che nel caso del suolo saturo è costante, mentre varia col grado di umidità nel suolo insaturo.

I movimenti, da un punto di vista pratico, possono essere distinti in:

INFILTRAZIONE:

il termine si riferisce all'acqua che dalla superficie penetra nel suolo, come avviene in seguito alla pioggia o all'irrigazione. La velocità con cui l'acqua approfondisce viene detta velocità di infiltrazione e viene misurata in mm/h.

PERCOLAZIONE:

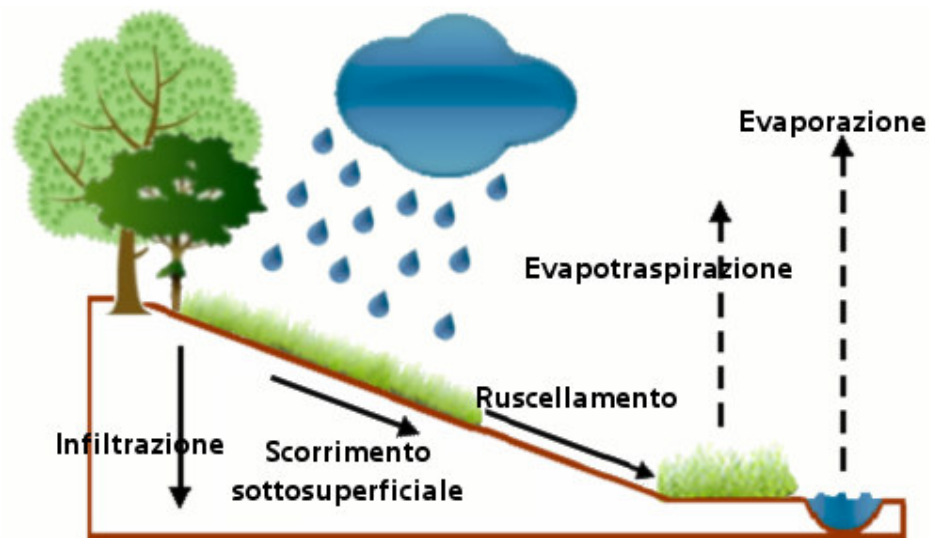
il fenomeno riguarda il movimento dell'acqua quando il suolo è saturo.

EVAPORAZIONE:

avviene quando, in un terreno non saturo, l'acqua si muove sotto forma di vapore. Rappresenta uno dei meccanismi, accanto alla traspirazione, attraverso cui il suolo cede acqua all'atmosfera. Dipende da una serie di cause, quali insolazione, pendenza, colore del suolo, presenza o meno di vegetazione, e può essere influenzato dalle lavorazioni.

CAPILLARITÀ:

è un fenomeno che riguarda l'acqua capillare, che si sposta nel suolo in qualsiasi direzione, verso i potenziali più negativi, ossia dalle zone più umide a quelle più asciutte.



La PIANTA

L'acqua è contenuta nelle piante in misura variabile a seconda degli organi; il mantenimento di un adeguato stato di idratazione è essenziale per la loro vita e il loro sviluppo. Le piante hanno infatti una necessità di acqua non uniforme durante l'intero ciclo biologico: durante alcuni periodi il fabbisogno è particolarmente elevato, per cui se non vi è disponibilità, la pianta diventa estremamente sensibile alla carenza idrica. Questo periodo di maggiore sensibilità alla stress idrico si chiama periodo critico.

Nella pianta l'acqua è però soggetta a continue perdite per evaporazione, principalmente attraverso le foglie, nel processo chiamato "traspirazione". Gli organi che risentono per primi di uno stress idrico sono i germogli i quali d'altra parte reagiscono sempre all'irrigazione. Infatti, l'acqua contenuta nella pianta è solo una minima parte (1-2%) di quella assorbita dal terreno; di tutta l'acqua assorbita dalle radici e trasferita alla parte aerea della pianta, il 99% circa viene dispersa nell'aria come vapore attraverso la traspirazione.

È quindi necessario un continuo rifornimento d'acqua alla pianta, attraverso l'assorbimento dal terreno; sussiste infatti un flusso d'acqua ininterrotto dal terreno all'atmosfera, attraverso le radici, il fusto, i rami e le foglie.

L' ATMOSFERA

Riguarda principalmente i fattori climatici:

- Temperatura. Traspirazione ed evaporazione sono processi che assorbono calore dall'ambiente, pertanto l'evapotraspirazione è più intensa con temperature dell'aria elevate.
- Umidità atmosferica. Il potere evaporante dell'atmosfera cresce all'abbassarsi dell'umidità relativa, perciò l'intensità dell'evapotraspirazione è maggiore in caso di aria secca.
- Vento. In generale i venti caldi e asciutti intensificano l'evapotraspirazione, mentre quelli freddi e umidi la deprimono. L'azione del vento sull'evapotraspirazione è la risultante del concorso di più fattori: la velocità, l'umidità relativa e la temperatura delle masse d'aria apportate e di quelle rimosse.
- La radiazione solare è l'energia radiante emessa dal sole come radiazioni elettromagnetiche (onde elettromagnetiche). L'energia radiante rappresenta, in mancanza di limitazioni di disponibilità d'acqua alla sorgente evaporante, il parametro più importante che regola l'evaporazione.
- Precipitazioni. Comprendono il complesso degli afflussi meteorici, sia liquidi (piogge) che solidi (neve, grandine). Ai fini dell'assorbimento radicale, una pioggia di consistenza limitata (inferiore ai 7-8 mm) non sia utilizzabile dalle radici, in quanto bagna uno strato molto superficiale di terreno.

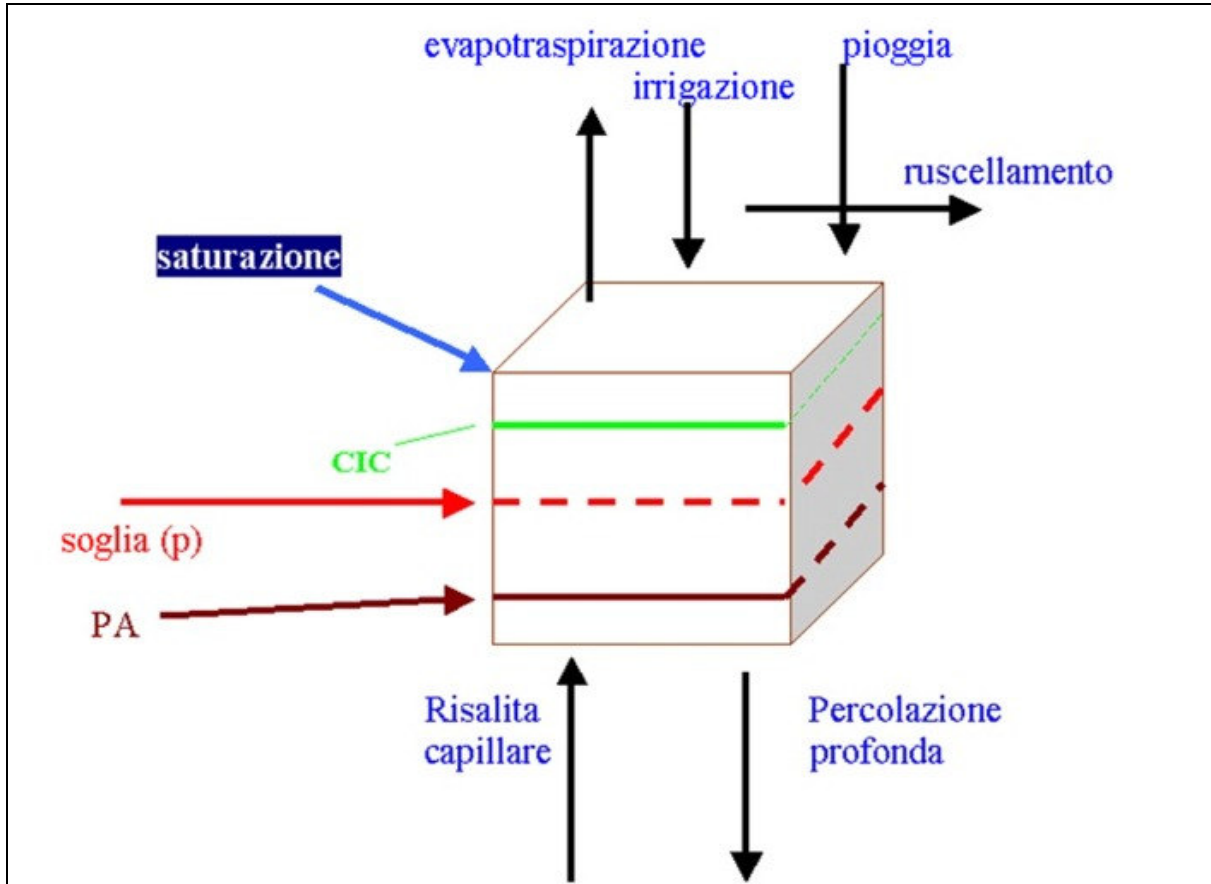
II BILANCIO IDRICO

Per bilancio idrico si intende la comparazione, nel periodo di tempo considerato, fra le risorse idriche (disponibili o reperibili) in un determinato bacino o sottobacino, superficiale e sotterraneo, al netto delle risorse necessarie alla conservazione degli ecosistemi acquatici ed i fabbisogni per i diversi usi (esistenti o previsti).

La metodologia tradizionale utilizzata per determinare il fabbisogno idrico delle colture frutticole è quella basata sulla determinazione del bilancio idrico. Lo scopo di questo è quello di far sì che il quantitativo di acqua che si va a somministrare alla pianta sia rapportato al quantitativo di acqua perso dal sistema suolo – pianta – atmosfera (bilancio apporti – asporti). Le variazioni di umidità del suolo sono date dalla differenza tra gli apporti dovuti all'irrigazione e alla pioggia e le perdite dovute all'evapotraspirazione (traspirazione pianta + evaporazione suolo).

Spesso, durante il periodo irriguo si verificano intervalli di tempo particolarmente secchi per cui la voce relativa alla pioggia viene meno, di conseguenza l'input sarà dato esclusivamente dagli apporti irrigui mentre l'output dall'evapotraspirato.

$$\text{Bilancio Idrico} = [(\text{pioggia utile}) + (\text{irrigazione})] - (\text{evapotraspirazione})$$



MISURARE L'ACQUA

Per quanto riguarda valori d'acqua da reintegrare giornalmente la base di riferimento è data da strumenti specifici (tensiometri e TDR), dall'evapotraspirato e dalla misura della pioggia.

Oltre all'impiego di capannine meteorologiche, le precipitazioni sono misurabili attraverso l'uso dei **pluviometri**, facilmente reperibili in commercio. La pioggia caduta si misurerà in mm come si esprimono i valori d'acqua forniti con l'irrigazione.

Per cui:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ litro/m}^2 = 10.000 \text{ litri/Ha} = 10\text{m}^3 / \text{Ha}$$

Tensiometri:

il funzionamento di questi si basa sulla “fatica” che compie la radice ad assorbire l’acqua dal terreno . Per poter avere un dato attendibile è necessario posizionare almeno 2 tensiometri ad una profondità di 25 e 45 cm nel terreno, piazzati lungo la fila in una posizione intermedia fra due gocciolatori al fine di avere un’indicazione chiara dell’andamento dell’umidità nella parte di suolo più soggetta a continue variazioni di umidità a causa delle irrigazioni.

Time Domain Reflectometry (tecnica TDR):

misura l’umidità attraverso la determinazione della velocità di propagazione di un onda elettromagnetica nel suolo. Per questi strumenti sono in atto una serie di prove sperimentali aventi l’obiettivo di ottimizzarne l’uso e comprenderne la loro affidabilità in ambito frutticolo, per questo motivo il loro impiego in pieno campo necessita ancora di maggiori esperienze, ma in futuro queste strumentazioni, potranno essere alla base della pianificazione irrigua. Infatti, conoscendo il contenuto idrico di un suolo (umidità) è possibile programmare e quantificare le irrigazioni muovendoci nella fascia di umidità del suolo compreso tra la capacità di campo e il punto di appassimento.



Pluviometro



Tensiometro



TDR

EVAPOTRASPIRAZIONE

L'evapotraspirazione è una variabile o grandezza fisica consistente nella quantità d'acqua (riferita all'unità di tempo) che dal terreno passa nell'aria allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione, direttamente dal terreno. È spesso indicata nei manuali con la sigla ET.

L'evapotraspirazione è più intensa durante il giorno, nei mesi più caldi e in giornate asciutte e ventose, mentre diminuisce d'intensità durante la notte, nelle giornate umide, con cielo coperto e in assenza di vento.

EVAPORAZIONE:

è il passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello gassoso. L'evaporazione dell'acqua dal suolo è influenzata da fattori agronomici (principalmente dalla lavorazione del suolo), copertura vegetale, climatici (temperatura, l'intensità delle idrometeorie, il vento e la pressione atmosferica), idrologici (la capacità di ritenzione idrica dei suoli, la profondità della falda) e infine pedologici (la tessitura, la struttura, il contenuto di sostanza organica, il colore).

TRASPIRAZIONE:

è il fenomeno mediante cui le piante espellono acqua dagli stomi, sotto forma di vapore, al fine di regolare la propria temperatura interna. Di tutta l'acqua assorbita dalle piante solo l'1% viene utilizzato per i processi fotosintetici; tutta la restante parte viene restituita all'atmosfera. La traspirazione è importante perché favorisce il mantenimento della turgidità, il trasporto degli elementi nutritivi attraverso i canali linfatici e il raffreddamento.

L'evapotraspirazione di riferimento (ET₀):

può essere direttamente misurata nei lisimetri a pesata: in un cassone cresce la coltura di riferimento e questo viene pesato con frequenza giornaliera; è un metodo difficile e oneroso, limitato ad alcuni centri di ricerca.

Può essere stimata a partire dai dati climatici, principalmente dalla radiazione netta (apporto di energia per l'evaporazione dell'acqua) e dal gradiente di pressione di vapore tra foglia e ambiente (umidità relativa e vento) e viene calcolata con l'uso di formule complesse (circa un centinaio e richiedono apparecchiature complesse).

L'Evaporimetro

Questo metodo mette in relazione l'evapotraspirazione potenziale standard con la quantità d'acqua evaporata, nel periodo di osservazione, da una vasca evaporimetrica (evaporimetro).

La diminuzione del livello della superficie liquida nel periodo considerato, detta evaporato si esprime in millimetri e si rapporta all'unità di tempo (generalmente l'intervallo di una giornata).

Il principio su cui si basa la relazione consiste nel fatto che intensità di evapotraspirazione e intensità di evaporazione da uno specchio d'acqua a pelo libero sono determinate dagli stessi fattori climatici.

L'evaporato non s'identifica con l'evapotraspirazione (potenziale o effettiva) per i seguenti motivi:

- la riflessione su un manto vegetale è in genere 4-5 volte superiore rispetto a uno specchio d'acqua, pertanto la radiazione netta che arriva su una superficie liquida è maggiore;
- l'accumulo di calore nell'acqua dell'evaporimetro fa sì che l'evaporazione prosegua anche durante le ore di buio, mentre in queste ore la traspirazione si arresta per la chiusura degli stomi;
- l'evapotraspirazione è influenzata da fattori biologici e pedologici che in generale non hanno riflessi sull'evaporazione da uno specchio libero.

Per i motivi sopraesposti l'evapotraspirazione potenziale standard ha un valore inferiore rispetto all'evaporato, pertanto la relazione fra le due variabili è mediata da un coefficiente di proporzionalità inferiore all'unità:

$$ETP = E \cdot K$$

dove

E è la misura (effettuata manualmente ogni mattina dal lunedì al venerdì) dell'evaporato nell'intervallo di riferimento espressa in mm;

K è il coefficiente di riduzione. (es. 0,7 per il Nord-Ovest Italiano)

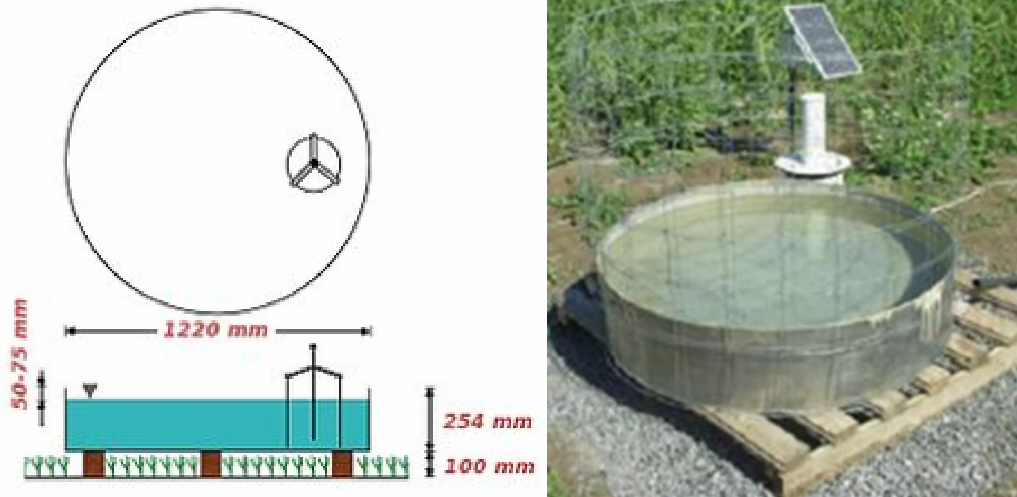
Il coefficiente di riduzione si desume tenendo conto del tipo di evaporimetro, della radiazione solare, dell'umidità relativa media dell'aria e della velocità del vento.

Il metodo evaporimetrico ha il pregio di essere di facile applicazione in quanto richiede il rilevamento di una sola variabile climatica (l'evaporato), offrendo al contempo una discreta affidabilità, con margini d'errore dell'ordine del 10%. Il limite principale è che si deve disporre di una vasca evaporimetrica che abbia requisiti standard perché altrimenti i valori del coefficiente di proporzionalità risulterebbero falsati.

L'evaporimetro è costituito da una vasca circolare in acciaio inox, di dimensioni standard, contenente acqua mantenuta a 50-75 mm dal bordo. Il dispositivo si posiziona in genere in una

stazione di rilevamento agrometeorologico, su un basamento di legno a 10 cm di altezza dal suolo con la superficie libera, recintato in modo da evitare che gli animali vengano ad abbeverarsi. È provvista di un pozzetto di calma nel quale si rileva quotidianamente l'abbassamento del livello per mezzo di una vite micrometrica o di un sensore elettrico.

Vasche evaporimetriche.



L'IRRIGAZIONE

Alla base di una corretta irrigazione vi è la conoscenza delle caratteristiche del terreno e delle esigenze irrigue delle colture, è necessario tenere in giusta considerazione i fattori che determinano la quantità d'acqua da restituire che sono così sintetizzabili:

1. tipo e struttura del terreno;
2. capacità di campo relativa (quantità massima di acqua utile che il terreno può assorbire senza dare luogo a perdite per ruscellamento e percolazione);
3. profondità dello strato occupato dalle radici;
4. fabbisogno idrico della coltura (diverso per specie e per fase fenologica);
5. tipologia d'impianto

L'efficienza di irrigazione è data dal rapporto tra il quantitativo di acqua totale somministrato e il quantitativo di acqua trattenuto dal terreno nello strato esplorato dalle radici.

L'efficienza dipende in modo particolare dal metodo con cui si somministra l'acqua alle piante, ma è influenzata anche dalla natura del terreno e dalle modalità con cui si utilizza il metodo irriguo.

I tre metodi più utilizzati per irrigare sono:

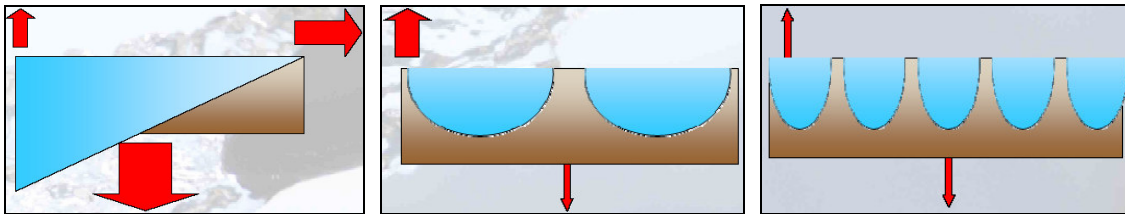
1. **L'irrigazione a scorrimento** ha un'efficienza media del 50%: ossia solo la metà dell'acqua somministrata è utile allo scopo irriguo, la restante quota è persa soprattutto per percolazione e ruscellamento.

2. **L'irrigazione localizzata a spruzzo** ha efficienze medie dell'80% con perdite dovute soprattutto a evaporazione (evitare le ore più calde).

3. **L'irrigazione localizzata a goccia** ha efficienze dell'90% con ridottissime perdite.

Le componenti progettuali da prendere in considerazione per la realizzazione di un impianto a goccia sono la condotta principale, il sistema di pompaggio e il sistema di filtraggio.

Con la microirrigazione, a goccia in particolare, si devono effettuare turni frequenti con apporti contenuti. **Turni giornalieri sono alla base di questa tipologia di irrigazione.** E' consigliabile irrigare la mattina presto in quanto l'acqua richiede qualche ora per arrivare nella zona di suolo interessata dall'apparato radicale, ed inoltre il maggior prelievo avviene nelle ore più calde della giornata che vanno dalla fine del mattino al pomeriggio inoltrato (in estate).



1. Irrigazione a scorrimento, 2. Irrigazione localizzata a spruzzo, 3. Irrigazione localizzata a goccia.

LA RESTITUZIONE IDRICA

Si utilizza un sistema di restituzione idrica giornaliera, nel quale ogni giorno viene somministrata una quantità d'acqua pari all'entità persa il giorno precedente, restituendo alla coltura la quantità di acqua per ripristinare la capacità idrica di campo, calcolata come la differenza tra la CIC e il punto di appassimento PA.

Si confrontano e valutano i risparmi tra l'utilizzo dell'irrigazione localizzata gestita osservando i dati di ET₀ forniti dalla vasca evaporimetrica e quella a scorrimento con l'aiuto dell'irrigazione localizzata attuata secondo la consolidata esperienza dell'agricoltore.

Il calcolo dell'acqua da restituire si è basato sull'uguaglianza:

$ET_0 \times K_c = \text{mm di acqua da restituire}$

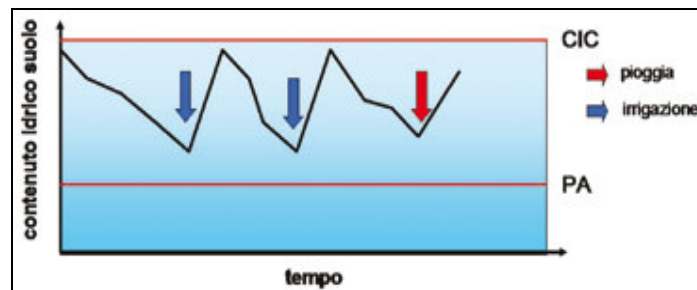
dove per ET_0 si intende l'evapotraspirato ottenuto come da sopra descritto e per K_c il coefficiente colturale.

Nella seguente tabella sono riportati il valore dei coefficienti colturali (K_c)

	Kc melo
Giugno	0,6
Luglio	0,7
Agosto	0,7

Altro parametro da tenere in profonda considerazione è il mantenimento di un'umidità costante nel terreno, in modo che la pianta sia in condizioni ottimali di prelevare dal terreno tutto ciò che necessita compiendo il minimo sforzo. Questa situazione si ha quando l'umidità del terreno è mantenuta tra la capacità idrica di campo e il punto di appassimento. All'interno di questa soglia sono anche molto importanti lievi oscillazioni del valore di umidità.

Esempio di mantenimento nella soglia dell'umidità di un irrigazione.



Esempio di irrigazione migliore della precedente. Con questa restituzione si cerca di avere un contenuto idrico costante, di evitare sbalzi e conseguenti stress della pianta.

