

LUCIANO MUNARETTO, ROBERTO OMETTO, ROBERTO VILA

IL QUADERNO DELL'IRRIGAZIONE

PRATOVERDE



PratoVerde Srl

Via San Pelagio 2

35020 Due Carrare (PD) -IT

tel. +39 049 9128 128

info@pratoverde.it

www.pratoverde.it

I contenuti di questa pubblicazione sono di proprietà di PratoVerde e sono da intendersi come ausilio tecnico e pratico. PratoVerde cura che le informazioni contenute rispondano ai requisiti di attendibilità, accuratezza, completezza e attualità. In ogni caso PratoVerde declina ogni responsabilità per le possibili inesattezze contenute nel presente documento riservandosi il diritto di apportare ai prodotti, le modifiche che si riterranno necessarie o utili, senza pregiudicarne le caratteristiche.

E' proibita la riproduzione, anche parziale, con ogni forma o mezzo, dei contenuti visivi o informativi riportati nel seguente manuale fatto salvo espresso permesso

Quaderni Pratoverde

- 1.**
Introduzione alla progettazione ed installazione
- 2.**
Cenni sul rapporto esistente fra acqua, terreno e strutture vegetali
- 3.**
Un po' di idraulica
- 4.**
Generalità sul posizionamento degli irrigatori
- 5.**
Costruzione di un impianto di irrigazione
- 6.**
Suggerimenti per l'installazione e la manutenzione dei prodotti Toro

A cura di:
Luciano Munaretto
Roberto Ometto
Roberto Vila

Introduzione alla progettazione ed installazione

La progettazione e la realizzazione di un impianto d'irrigazione si svolge in 5 fasi:

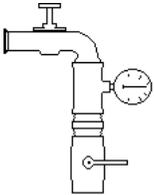
1. Verifica della disponibilità idrica
2. Valutazione della necessità globale di acqua
3. Scelta e posizionamento degli irrigatori
4. Schema e dimensionamento idraulico
5. Installazione

Nella descrizione si sviluppa un esempio pratico per illustrare le varie fasi.

Nell'esempio sono stati utilizzati i valori di gittata degli irrigatori riportati nelle tabelle del catalogo. Nella pratica, considerando l'effetto del vento e delle variazioni di disponibilità di acqua, è opportuno ridurre i valori di gittata del 10 - 15%.

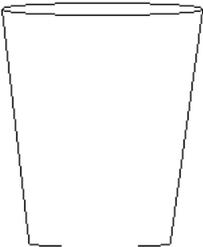
1) VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA

Di una fonte idrica (p.e. un rubinetto disponibile nel giardino) si devono verificare le caratteristiche, portata e pressione. Un metodo semplice per ricavare questi dati, potrebbe consistere nell'utilizzo di un secchio da 10 litri, di un raccordo con manometro, di una saracinesca e di un contasecondi.



Considerando che la richiesta idrica del sistema irriguo potrà variare a seconda del tipo e del numero di irrigatori che potranno essere utilizzati, si effettueranno più letture di portata e pressione a diversi gradi di apertura della saracinesca.

- 1) Chiudere la saracinesca e aprire completamente il rubinetto. In questo modo si rileva la pressione statica: la massima a portata zero.
- 2) Aprire lentamente la saracinesca e cronometrare il tempo di riempimento del secchio.



Si supponga di ottenere i seguenti valori:

- saracinesca aperta di 3/4 => 10 litri in 20" a 3,2 bar => portata $10 \times (60/20) = 30$ l/min
- saracinesca aperta di 2/4 => 10 litri in 30" a 3,5 bar => portata $10 \times (60/30) = 20$ l/min
- saracinesca aperta di 1/4 => 10 litri in 60" a 3,7 bar => portata $10 \times (60/60) = 10$ l/min

Si deve subito fare una piccola considerazione: le pressioni rilevate sono quelle relative al rubinetto, che nel nostro impianto costituisce la fonte di alimentazione. L'acqua all'interno delle tubazioni subisce però degli attriti, incontra degli ostacoli e quindi, per effetto delle perdite di carico, la pressione alla base dell'irrigatore sarà inferiore rispetto alla fonte.

Nella scienza idraulica esistono metodi analitici molto precisi per determinare l'entità di tali perdite e a tali metodi consigliamo sempre di riferirsi. Nel Catalogo Prodotti sono riportate le tabelle per determinare le perdite di carico delle Valvole e, a pag. 40, sono riportati i grafici per il calcolo della perdita per le tubazioni di uso più corrente.

Per una trattazione più esauriente dell'argomento vedere il capitolo "Un po' di idraulica" a pag. 61

A livello pratico, in installazioni per giardini che non superino i 1000 m² circa di superficie, si può assumere che le perdite di carico fra la fonte e la base dell'irrigatore consistano nel 15-20% delle pressioni lette al manometro.

Si riassume quanto sinora detto nella seguente tabella:

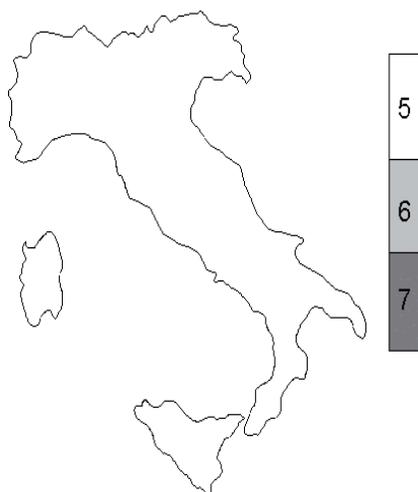
Portata in litri /sec	Portata in l/min	Pressione alla presa	Perdita di carico	Pressione all'irrigatore
10 litri / 15 sec	40 l/min	3,7 bar	0,74 bar	3 bar
10 litri / 20 sec	30 l/min	4 bar	0,8 bar	3,2 bar
10 litri / 30 sec	20 l/min	4,3 bar	0,86 bar	3,4 bar

NB: è consigliabile effettuare queste misurazioni durante le ore di minimo impegno dell'acquedotto al quale la presa è collegata, in modo da riprodurre il più possibile le reali condizioni di funzionamento dell'impianto; non si dimentichi, infatti, che l'irrigazione dovrebbe essere effettuata di notte, quando la perdita d'acqua per evapotraspirazione è minore, come anche la temperatura del terreno (le piante possono subire danni da shock termico per la repentina variazione di temperatura dovuta all'acqua d'irrigazione)

2) VALUTAZIONE DELLA NECESSITÀ GLOBALE D'ACQUA

Questa fase ha lo scopo di valutare la quantità d'acqua necessaria al giardino da irrigare.

Per una trattazione più esauriente dell'argomento vedere il capitolo "Cenni sul rapporto esistente fra acqua, terreno e strutture vegetali" a pag. 47



In fase di progetto, sulla base dell'esperienza Toro si può considerare, per l'Italia, un fabbisogno di 5 litri d'acqua al giorno per ogni metro quadrato di giardino da irrigare.

Si tratta di un dato medio che deve essere aumentato fino a 7 litri per metro quadrato nelle regioni più calde e secche.

3) SCELTA E POSIZIONAMENTO DEGLI IRRIGATORI

La scelta ed il posizionamento degli irrigatori è uno degli aspetti più qualificanti dell'intervento dell'installatore Toro - Prato Verde.

Da un punto di vista meccanico, esistono due tipi di irrigatore:



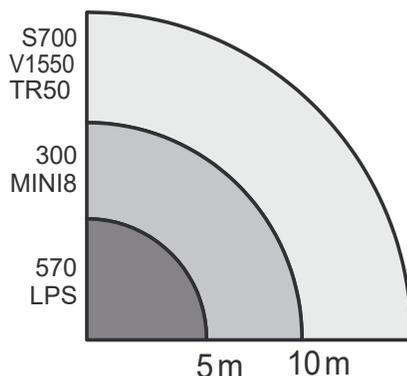
STATICO

- Distribuisce l'acqua ad ombrello e copre nello stesso istante tutta l'area ad esso sottoposta.
- Gittata massima 5 metri
- Richiede abbastanza acqua, ma a bassa pressione (2-3 bar)
- Serie: LPS e 570



DINAMICO

- L'ugello ruota emettendo uno o più getti interessando progressivamente l'area.
- Gittata superiore a 5 metri.
- Richiede relativamente poca acqua però ad una buona pressione (3-4 bar)
- Serie più diffuse: 300, MINI8, S700, V1550 TR50



Entrambi questi tipi d'irrigatore sono poi disponibili, in funzione dell'impiego e della zona d'installazione, in due versioni:

pop-up: per interrimento che estromette la torretta solo durante il suo funzionamento

shrub: da esterno utilizzabile per l'irrigazione specifica di piante e cespugli

Per una trattazione più esauriente dell'argomento vedere il capitolo "Generalità sul posizionamento degli Irrigatori" a pag. 76

Prima di scegliere e posizionare gli irrigatori ci sono due importanti considerazioni da fare:

A) Non si può essere certi della posizione da assegnare ad ogni irrigatore se non si ha un'esatta idea delle dimensioni e delle proporzioni dell'area da irrigare.

Per una corretta progettazione del nostro impianto dovremmo poter disporre di una planimetria in scala che soddisfi le nostre esigenze.

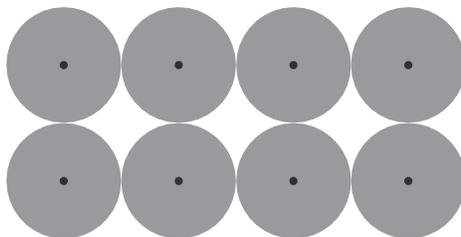
Il più delle volte il cliente dispone di disegni che rispondono alle nostre necessità: in loro mancanza, comunque, si devono rilevare le dimensioni del giardino e riportarle in un foglio di carta millimetrata. La "scala" che permette una più facile lettura e che, quindi, Vi si consiglia di adottare è 1:100 (1 cm sulla planimetria equivale ad 1 metro reale).

Sul disegno devono essere riportate tutte le informazioni utili per la successiva scelta e posizionamento degli irrigatori. Vale a dire tutte le misure fondamentali, le posizioni di costruzioni, sentieri e vialetti, le prese d'acqua, nonché la localizzazione di cespugli e di aiuole, magari con

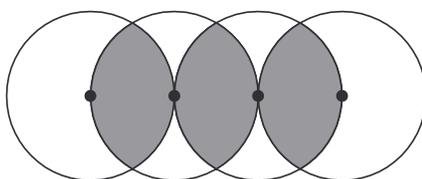
indicate le piante che necessitano di particolari trattamenti irrigui.

B) Se un irrigatore distribuisce l'acqua uniformemente sulla propria area di influenza, ci si trova davanti ad un problema; lavorando gli irrigatori in aree circolari (o in settori di cerchio), sarebbe impossibile interessare tutta la superficie da irrigare senza creare sovrapposizioni.

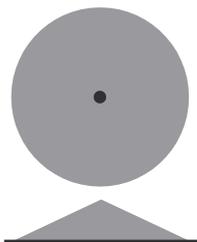
Il risultato migliore che si può ottenere sarebbe quello schematicamente rappresentato qui sotto:



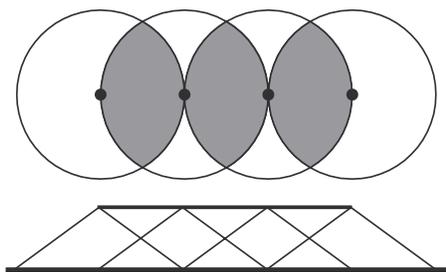
Si può facilmente notare che, per conservare un'uniforme distribuzione sulle parti interessate dagli irrigatori, si dovrebbero sacrificare porzioni di prato che non verrebbero minimamente irrigate. Per coinvolgere tutta la superficie si rende necessaria, perciò, la sovrapposizione delle aree influenzate da ogni singolo irrigatore. Anche in questo caso, però avremo un problema: sempre partendo dal concetto che l'irrigatore distribuisca l'acqua con uniformità, sulle zone di sovrapposizione la stessa cadrebbe in quantità doppia rispetto alle zone interessate dall'irrigatore singolo.



Per ovviare a questo inconveniente gli irrigatori Toro sono studiati per fornire una curva di caduta (la quantità d'acqua che cade sulla superficie in un certo tempo) che decresce man mano che ci si allontana dall'ugello verso la periferia.

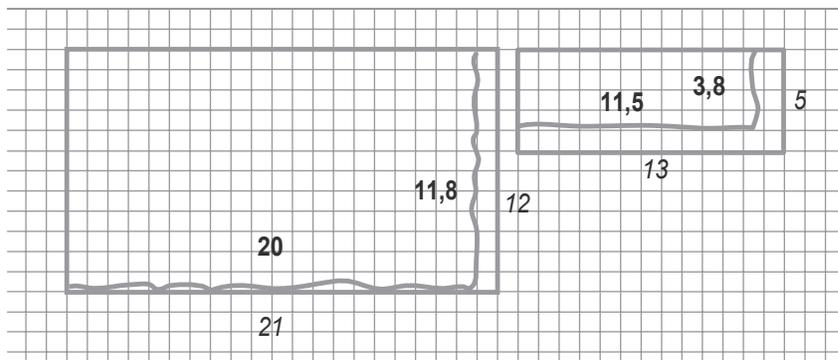


Due irrigatori contigui così costruiti, posti ad una distanza pari alla loro gittata, originano cadute che, andandosi a sommare, rendono omogenea la distribuzione dell'acqua sul terreno.



Ritornando al nostro esempio, si suppone di aver rilevato dal giardino le aree verdi da irrigare:

- l'area più grande si presenta di 12 per 21 metri.
- l'area più piccola si presenta di 5 per 13 metri.



In base alle precedenti considerazioni, dalle quali si realizza che la caduta sarà tanto più omogenea quanto più si potrà conservare l'adeguata distanza fra un irrigatore ed il suo contiguo, si cercherà di suddividere le aree da irrigare in figure regolari (quadrati o triangoli di lato pari alla gittata dell'irrigatore) ai vertici dei quali si posizioneranno gli irrigatori.

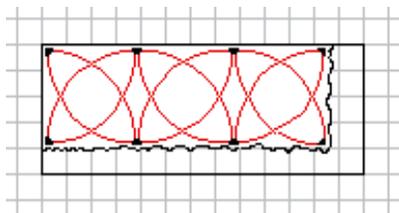
L'irrigatore va dunque scelto in funzione dell'ampiezza dell'area da bagnare e della portata e pressione dell'acqua disponibile.

Nel nostro esempio l'area rettangolare più piccola ha un lato corto di 5 metri, ed un lato lungo di 13 metri, ma presenta una fioritura su due lati che riduce l'area da irrigare a 3,8 metri per 11,5 metri.

La distanza più corta di 3,8 metri, ci porta a scegliere irrigatori statici.

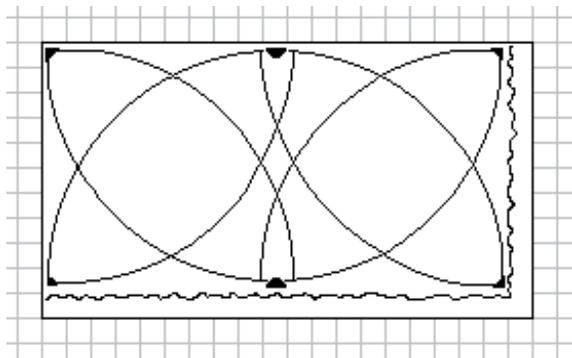
Dal Catalogo Prodotti (pag.76) scegliamo l'irrigatore statico 570. Dalle tabelle di pag.81-82 rileviamo che l'ugello più adatto è il tipo 12 che ha una gittata di 3,8 metri.

Suddividendo quindi il lato più lungo in tre parti si ottiene una distribuzione del tipo a quadrato, e un'ottima copertura formata da otto irrigatori e, più precisamente, quattro irrigatori con ugello a 90° (12-Q) e altri quattro a 180° (12H).



Analogamente si proceda per l'area più grande di m 12 x 21. Anche qui la fioritura riduce l'area irrigabile a pioggia ad una superficie di m 11,8 x 20.

In questo caso, l'ampiezza dell'area consente di utilizzare irrigatori dinamici. Il lato corto di 11 metri porta alla scelta dal Catalogo Prodotti (pag.94) ad esempio dei collaudatissimi irrigatori dinamici del tipo S700 che anche con l'ugello più piccolo del tipo 1.5 hanno una gittata utile di 11,8 metri alla pressione di 3 bar.



Poiché il lato lungo di 20 metri non è divisibile in parti da 11,8 metri, si andranno a posizionare gli irrigatori ad una distanza pari a 10 metri in modo da dividere l'intera superficie da irrigare in due quadrilateri di 10 per 11,8 metri, ai vertici dei quali si posizioneranno gli irrigatori.

Il fatto di non rispettare rigorosamente la regola che vorrebbe che l'interdistanza fra gli irrigatori sia uguale al loro gittata, potrebbe sembrare un'incongruenza: in effetti, dal punto di vista teorico è un'incongruenza, ma, praticamente non ci si deve aspettare che i giardini che si irrigano siano fatti su misura per i nostri irrigatori, al contrario sono gli irrigatori che devono adattarsi al giardino.

Si avrà quindi il massimo rispetto per la regola, ma, quando necessario, si potranno accettare distanze fra due irrigatori limitrofi che da essa differiscano di un 5 - 10%.

Per quanto riguarda la gittata, va notato che quasi tutti gli irrigatori sono dotati di dispositivi che ne consentono la regolazione sino al 75% di quella nominale.

Nell'irrigatore dinamico S700, a differenza dello statico 570, è possibile regolare l'angolo di lavoro. Prevedendo, quindi, 6 irrigatori con ugello tipo 1.5 da regolarsi a 90° negli angoli ed a 180° al centro del lato lungo, si potrebbe pensare di aver risolto il problema in ordine alla scelta ed il posizionamento. Purtroppo non è così; si rende necessaria un'altra piccola considerazione.

Se si usassero su tutti gli irrigatori della serie S700 l'ugello 1.5 si creerebbe un problema in quanto a omogeneità di distribuzione dell'acqua irrigua; va infatti notato che l'area interessata da un irrigatore a 90° è esattamente la metà di quella coperta da un irrigatore dello stesso tipo regolato a 180° e che, a parità di tempo di funzionamento e di portata dell'ugello, la caduta che si origina sull'area interessata dall'irrigatore regolato a 90° è esattamente il doppio rispetto a quella originata dall'irrigatore a 180°.

In altre parole, per mantenere costante la caduta, ci deve sempre essere proporzionalità fra la quantità di acqua erogata dall'ugello dell'irrigatore (la portata) e la superficie dell'area da esso coperta (quello che non serve con irrigatori proporzionali statici 570 e dinamici 300).

Toro ha sopperito a questa necessità di adeguamento mettendo a disposizione per l'irrigatore S700 una vasta gamma di ugelli con portate diverse fra loro proporzionali.

Nel nostro caso per gli irrigatori a 180° servirà un ugello con portata doppia rispetto al tipo 1.0 già scelto per quelli a 90°: l'ugello in questione è il tipo 3.0.

4) SCHEMA E DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

L'ultima fase della progettazione, prima di procedere all'installazione, consiste nella stesura dello schema idraulico e nel suo successivo dimensionamento.

Per una trattazione più esauriente dell'argomento vedere il capitolo "Un po' di idraulica" a pag.61

Con lo studio dello schema idraulico ci si propone di riportare, nella nostra planimetria, il percorso che le tubazioni dovranno seguire per alimentare idraulicamente gli irrigatori precedentemente scelti e posizionati.

Due importanti considerazioni si impongono in questa fase:

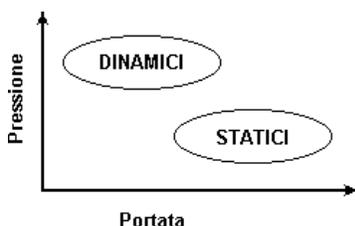
1. Gli irrigatori che possono essere serviti da un ramo della rete idraulica non possono avere una richiesta idrica complessiva superiore alla quantità d'acqua disponibile, cioè alla portata del rubinetto che è stata rilevata all'inizio del nostro piccolo progetto.
2. Sullo stesso ramo della rete idraulica non possono sussistere irrigatori aventi differenti caratteristiche di funzionamento, quali la caduta specifica o la pressione richiesta.

Quando ci si trova di fronte alla necessità di applicare quanto sopra, si deve suddividere l'impianto in "zone irrigue", il che equivale a frazionarlo in tanti "rami" ognuno dei quali soddisfi le condizioni imposte dalle considerazioni fatte, "rami" che verranno, poi, interessati dal flusso idrico non contemporaneamente, ma in successione uno dopo l'altro.

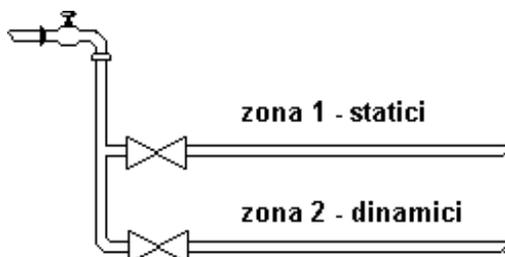
Si ritorna adesso all'esempio: in merito a quanto sopra dovremo o no suddividere il nostro impianto in "zone irrigue"?

La risposta è senz'altro SI per quanto imposto dalla seconda considerazione.

Si deve ricordare infatti, di aver previsto il posizionamento di irrigatori della serie 570 nell'area piccola e di irrigatori S700 in quella più grande, cioè di irrigatori statici e dinamici che fra di loro differiscono, dal punto di vista idraulico, sia per la pressione di funzionamento sia per la caduta specifica.



Avendo caratteristiche di funzionamento diverse, quindi, gli irrigatori della Serie 570 non possono funzionare assieme a quelli della Serie S700, il che ci obbliga a suddividere l'impianto per lo meno in 2 "zone irrigue", una con irrigatori statici ed una con irrigatori dinamici.



Soddisfatta la condizione imposta dalla considerazione fatta al punto (2) si deve adesso sincerarsi che sia anche soddisfatta l'imposizione della considerazione (1).

Si deve verificare che la portata globale richiesta dalle zone sia compatibile con quella a disposizione alla presa di allacciamento.

Dal Catalogo Prodotti (pagg.82 e 94) si possono rilevare le portate unitarie di tutti gli ugelli previsti, ricordando che per gli irrigatori statici si è prevista una pressione di funzionamento di 2,5 bar e per i dinamici di 3.0 bar: a questo punto risulta semplice totalizzare la portata totale moltiplicando le portate unitarie per il numero di ugelli corrispondenti.

Irrigatore	Ugello	N°	Portata l/min	Totale
570	12Q	4	2,13	8,5
570	12H	4	4,62	18,5

				27
S700	1.5	4	5,8	23,2
S700	3.0	4	12,3	49,2

				72,4

Ora ci sono tutti gli elementi per confrontarci con la considerazione fatta al punto (1).

Ricordiamo la rilevazione portata/pressione effettuata:

Portata in litri /sec	Portata in l/min	Pressione alla presa	Perdita di carico	Pressione all'irrigatore
10 litri / 15 sec	40 l/ min	3,7 bar	0,74 bar	3 bar
10 litri / 20 sec	30 l/ min	4 bar	0,8 bar	3,2 bar
10 litri / 30 sec	20 l/ min	4,3 bar	0,86 bar	3,4 bar

Si analizzi per prima la situazione degli irrigatori statici (serie 570 - area piccola):

- la portata totale richiesta è di 27 litri/minuto alla pressione di 2,5 bar
- la portata corrispondente alla presa (30 l/min) è disponibile alla pressione di 4 bar
- le perdite di carico (15 -20% della pressione di presa) sono pari a 0,8 bar
- si possono perdere $4 - 2,5 = 1,5$ bar.

Conclusioni

Anche considerando le massime perdite di carico (0,74 bar), con una portata di 30 l/m, la pressione richiesta dall'irrigatore (2,5 bar) sarà comunque disponibile, infatti:

pressione iniziale 3,7 - perdita di carico 0,74 = pressione all'irrigatore 3 bar per cui:

Si possono raccogliere gli irrigatori statici in un unico settore.

Si veda adesso la situazione degli irrigatori dinamici (serie S700 - area grande):

- la portata totale richiesta è di 72,4 litri/minuto alla pressione di 3,0 bar
- la portata massima rilevata alla presa di 40 litri/minuto è disponibile alla pressione di 3,0 bar

In questo caso, il costituire un'unica "zona irrigua" che comprenda tutti gli irrigatori della serie S700 posizionati sull'area grande non consente di alimentare gli stessi alla pressione richiesta, per cui:

NON si possono raccogliere tutti gli irrigatori dinamici previsti in un unico settore.

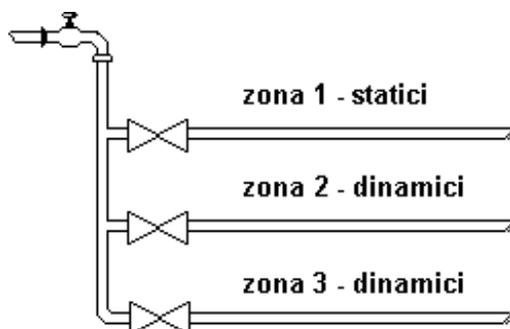
NB: alla conclusione di cui sopra, per quanto riguarda il raggruppamento per zone degli irrigatori dinamici, si sarebbe potuto arrivare anche per altra via.

Si ricorda, a tal proposito, quanto detto in precedenza al punto 1) **VERIFICA DELLA QUANTITÀ DELL'ACQUA.**

Per consentire il funzionamento degli irrigatori alla pressione di 3,0 bar e tener conto di una perdita di carico nelle tubazioni e nelle valvole di circa il 20%, la pressione alla presa non può essere inferiore a 3,7 bar e la quantità d'acqua erogata dal rubinetto in questa condizione di pressione è di 40 l/min.

Richiedendo i nostri irrigatori una portata globale di 72,4 l/min, nettamente superiore ai 40 l/min disponibili, è intuitiva l'impossibilità di includerli tutti in un'unica "zona" come è altrettanto chiaro il fatto che, raccogliendo gli irrigatori dinamici in due zone della portata di $72,4 / 2 = 36,2$ l/min, saremo certi che la pressione richiesta (3 bar) sarà disponibile, per cui:

Si raccolgano gli irrigatori dinamici della serie S700 in due settori.



Riassumendo, lo schema idraulico prevede la suddivisione dell'impianto in 5 zone irrigue:

1. tutti gli irrigatori statici (serie 570) nell'area piccola
2. gli irrigatori dinamici (S700) in uno dei lati lunghi dell'area grande
3. gli irrigatori dinamici (S700) nell'altro lato lungo dell'area grande

A questo punto lo schema idraulico va completato con il tracciato delle tubazioni che costituiscono i tre rami dell'impianto: non esiste per questa operazione una regola a cui attenersi, vale generalmente il principio di ricercare il percorso più breve, meno accidentato e che si presta alla facile realizzazione dello scavo anche nell'ottica di danneggiare il meno possibile il giardino, se questo è preconstituito.

Non resta che scegliere il diametro delle tubazioni costituenti i vari tronchi dei tre rami.

È stato usato il termine "scegliere" quando si sarebbe dovuto usare, in modo tecnicamente più corretto, "calcolare". Il diametro di una condotta andrebbe in effetti valutato in funzione della portata che l'attraversa e delle perdite di carico che in essa si realizzano, prestando attenzione alla velocità che l'acqua assume nella condotta stessa.

Tale valutazione è resa possibile dall'uso di opportune formule o di abachi. (Vedere il capitolo "Un po' di idraulica".)

Volendo rimanere nello spirito semplice e pratico che abbiamo adottato sin dall'inizio, utilizzeremo la seguente tabella che, senza pretesa di scientificità, ci permette di "scegliere" il diametro delle tubazioni del nostro impianto in modo coerente assumendo che le perdite di carico siano il 15 / 20% della pressione iniziale.

Portata	Diametro
da 0 a 20 l/min	25 mm
da 20 a 40 l/min	32 mm
da 40 a 65 l/min	40 mm
da 65 a 110 l/min	50 mm

I dati della tabella possono essere ritenuti validi sia per le tubazioni in PVC che per quelle in Polietilene Alta Densità PN10 o Bassa Densità PN6 e possono essere applicati per impianti su giardini con superficie massima di circa 1000 m².

Si applichi quanto sopra al nostro esempio.

La prima cosa da fare è stabilire la portata di ogni singolo "tronco" costituente i rami della rete di distribuzione.

La seconda operazione consiste nell'attribuire dei diametri seguendo le indicazioni della tabella.

Zone	Irrigatori	Portata in l/min	Diametri
1	statici	30	32
2	dinamici	15	25
3	dinamici	15	25

A questo punto lo schema idraulico del nostro impianto va completato con l'inserimento delle valvole e del programmatore che presiede al loro funzionamento.

Le valvole hanno la funzione di intercettare ogni singola "zona irrigua" onde permettere il suo funzionamento in modo indipendente dalle altre: più propriamente, collegate ad un programmatore che ne controlla le funzioni, le elettrovalvole consentono il flusso dell'acqua nei vari rami in sequenza, nei tempi e nei modi desiderati.

Le valvole Toro normalmente usate per giardini residenziali sono le EZ-FLO II ed EZ-FLO Plus (pagg.59 e 60). Si tratta di elettrovalvole particolari, costruite con un numero ridotto di componenti, in modo da semplificare al massimo l'installazione e la manutenzione.

Ritornando al nostro esempio, essendo tre le "zone irrigue" in cui abbiamo suddiviso l'impianto, 3 saranno le valvole necessarie, una per ogni ramo della rete di distribuzione.

Il programmatore è il "cervello" dell'impianto: il suo impiego permette di predeterminare ed eseguire automaticamente funzioni quali: l'ora di inizio del ciclo irriguo, in modo da effettuare l'irrigazione nei periodi più adatti della giornata, i giorni di attività e di inattività dell'impianto, il tempo di funzionamento in ordine alle necessità delle singole zone e la frequenza degli interventi irrigui in funzione ad esempio del grado di umidità del terreno.

Nel Catalogo Prodotti TORO, per un uso nel settore residenziale, consigliamo l'utilizzo dei prodotti DDC, Greenkeeper o VisionII (pagg.22-26).

Calcolo del tempo di funzionamento

Fra le funzioni che il programmatore è in grado di gestire è stato menzionato "il tempo di funzionamento in ordine alle necessità delle singole zone".

Si veda di seguito come valutare i tempi di intervento per le tre zone del nostro impianto:

1. il risultato che ci si è imposti di conseguire è quello di distribuire, con la massima uniformità possibile, 5 litri di acqua su ogni m² di prato del nostro giardino.

2. il giardino è costituito da due aree: una piccola delle dimensioni di m 3,8 x 11 per un totale di circa 42 m², ed una più grande delle dimensioni di m 11,8 x 20 per un totale di 236 m².
3. le quantità di acqua da aspergere sono, quindi, 42 x 5 = 210 litri sull'area piccola e 236 x 5 = 1180 litri sull'area grande, per un consumo complessivo di 210 + 1180 = 1390 litri per ciclo.
4. l'area più piccola è interessata da un solo settore di irrigatori statici (serie 570) aventi una portata complessiva di 27 litri minuto: l'erogazione di 210 litri avviene in $210/27 =$ circa 8 minuti per ciclo.
5. l'area più grande è interessata da due settori di irrigatori dinamici (serie S700) aventi ognuno una portata complessiva di 36,2 litri/minuto. Ogni settore sopperisce al fabbisogno di metà della superficie dell'area più grande, cioè per $1180/2 = 590$ litri e deve, pertanto, funzionare per $590/36,2 =$ circa 17 minuti.

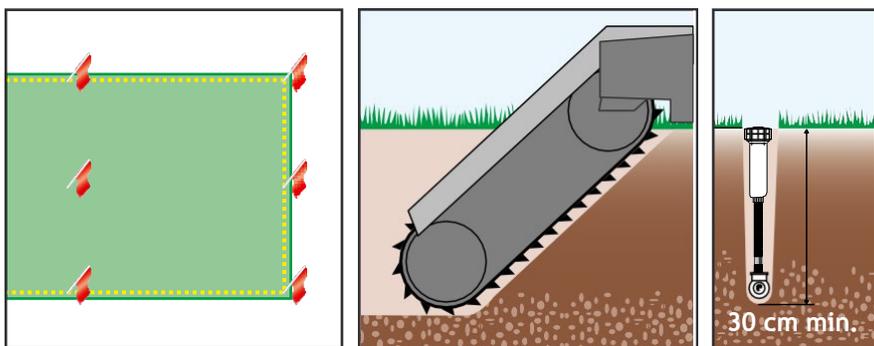
A questo punto, tutte le considerazioni sono state fatte. Lo schema idraulico, il dimensionamento della rete e i parametri di funzionamento dell'impianto sono stati debitamente valutati: si può completare la nostra planimetria e passare alla fase successiva: l'installazione.

5) INSTALLAZIONE

Per una trattazione più esauriente dell'argomento vedere la parte finale del capitolo "Costruzione di un Impianto di Irrigazione" a pag. 84

La prima operazione consiste nel segnare con delle bandierine il tracciato delle tubazioni, la posizione degli irrigatori e delle elettrovalvole: si raccomanda di eseguire accuratamente il tracciato e di controllare le distanze usando la cordella metrica.

Lo scavo può essere eseguito con la tecnologia Ditch Witch (scavatrice a catena – vedere a pag.128). La profondità dello scavo non deve essere inferiore a 30 cm, e il fondo della trincea deve essere piano e privo di sassi o detriti.



Si devono installare poi le tubazioni con i relativi raccordi.

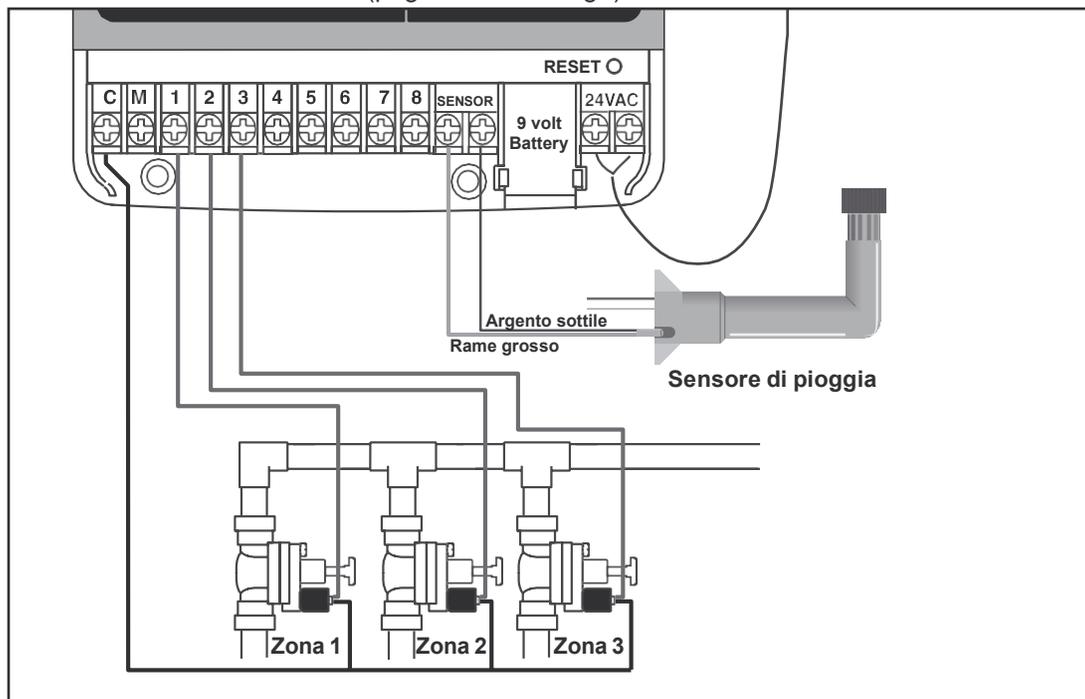
Gli irrigatori vanno montati con speciali raccordi in polietilene filettati, e in modo da far risultare l'irrigatore a livello del piano di calpestio: la loro sommità deve risultare, rispetto a quest'ultimo, più bassa di un centimetro.

Una volta montati, gli irrigatori vanno bloccati con la terra nella loro posizione definitiva.

Il posizionamento delle elettrovalvole sarà stato scelto in precedenza in funzione del percorso delle tubazioni.

Dove la rete lo permetta sarà preferibile l'uso di un pozzetto per tenere raggruppate le valvole, al fine di semplificare il collegamento elettrico ed eventuali interventi di manutenzione.

Per ridurre il numero dei cavi elettrici del nostro impianto tutte le elettrovalvole sfruttano un solo filo "comune" e uno di comando, pertanto nel nostro caso basterà ad esempio un cavo 5 conduttori come l'IRRICAVO-M-5 (pag.57 del Catalogo).



Connettori appositamente studiati (pag.58) consentono il collegamento stagno dei cavi debitamente spellati ed il successivo interrimento.

Usufruendo dello stesso scavo dell'alimentazione idrica, si possono posare i cavi di collegamento dalle elettrovalvole al programmatore.

Per le loro caratteristiche di resistenza ed impermeabilità si consiglia l'uso di cavi specifici con guaina in polietilene (pag.56).

Nel collegamento con il programmatore è necessario rispettare la numerazione dei settori fissata in precedenza.

Si consiglia l'installazione del programmatore al riparo dagli agenti atmosferici ed in posizione comoda per gli eventuali controlli e variazioni della programmazione.

Una volta effettuati tutti i collegamenti elettrici, si procede al controllo dei settori in modo automatico, si spurgano le tubazioni e si regolano gli ugelli.

Come ultimo compito l'installatore Toro – Prato Verde, dopo il collaudo e la programmazione delle varie zone, consegnerà al cliente la scheda dell'impianto, gli insegnerà l'uso del programmatore e le operazioni fondamentali per la gestione dell'impianto.

Cenni sul rapporto esistente tra acqua, terreno e strutture vegetali

L'acqua svolge un ruolo fondamentale per la vita di tutte le strutture vegetali, essendo per esse un particolare principio nutritivo, intervenendo in quei processi fisico - chimici di soluzione, di scambio e conservazione che stanno alla base della nutrizione del verde in generale.

Più in particolare nel tappeto erboso di un giardino così come in un campo da golf, l'acqua che il terreno riceve con la pioggia od attraverso l'impianto di irrigazione serve a:

- trasportare i sali sciolti nella cosiddetta soluzione circolante,
- sciogliere le sostanze minerali elaborate dalle piante o presenti nel suolo,
- consentire la regolazione termica necessaria alla traspirazione,
- formare, assieme ai fenomeni di fotosintesi, i composti idrocarbonati che costituiscono i tessuti vegetali.

Rappresentando l'85% circa del peso totale della pianta, si può ben immaginare quale importanza rivesta l'acqua per il sostentamento e la salute della vegetazione.

Anche se determinante, il solo apporto idrico non è sufficiente alla conservazione delle piante. Esso rappresenta solo uno dei molti fattori che intervengono per sostenere la vita, si pensi, per esempio, ai sali minerali presenti nel terreno, all'anidride carbonica dell'aria, alla luce e calore del sole: anche questi sono elementi di vitale importanza per la vegetazione.

Fra le cose che si sono citate, se è stato notato, non compare la voce "suolo"; è forse il suolo meno importante dell'acqua? Si deve rispondere "sì".

Moderne tecniche (leggi Idrocoltura) hanno dimostrato che la componente liquida è un elemento prioritario nello svolgimento di tutti i processi vitali della pianta, al punto da rendere possibile la coltivazione anche in assenza del terreno.

Ovviamente quella citata è una condizione limite che, anche se realizzabile, non deve sminuire l'importanza del suolo che, oltre ad offrire il sostegno fisico, agisce come un complesso "serbatoio" contenente l'acqua e gli elementi nutritivi utili all'alimentazione della vegetazione.

Meno tecnicamente, si potrebbe vedere la questione anche da un'altra angolazione.

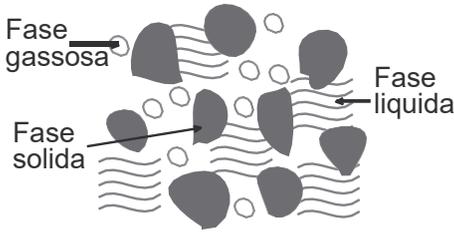
Salvo qualche eccezione, la natura ha trovato nel suolo il più valido "supporto" per i vegetali; essa gestisce questo rapporto molto bene, nel senso che solo certe piante hanno la possibilità di vivere e prosperare in certi terreni.

La cosa è tanto "naturale" da sembrare ovvia, ma solo se ci si sofferma a chiedere: "perché", si potrà notare che il rapporto suolo - pianta non è poi così semplice.

In effetti i processi di accumulo e scambio che avvengono fra terreno e pianta sono regolati da leggi fisiche ben precise che nulla lasciano al caso; la natura del suolo, o meglio, la sua capacità intrinseca di assorbire l'acqua da una parte, e la propensione a renderla disponibile dall'altra, sono parametri di un problema da risolvere, la soluzione del quale porge, come risultato, il miglior connubio possibile.

STRUTTURA DEL TERRENO

Il terreno che ospita una coltura vegetale ha una struttura piuttosto complessa: i vari elementi che lo compongono si possono ritrovare sotto forma di sostanze solide, liquide e gassose.



FASE SOLIDA

A sua volta costituita da una parte inorganica e da una parte organica, la parte solida può essere così suddivisa:

parte inorganica: scheletro, sabbia, limo e argilla

parte organica: elementi organici e biomassa (l'insieme dei microrganismi, insetti e vegetali)

FASE LIQUIDA

E' rappresentata dall'acqua e dalle sostanze in essa disciolte che, nell'insieme, si definisce "Soluzione circolante". Questa fase può trasformarsi in stato solido (ghiaccio) oppure passare allo stato aeriforme (vapore) in funzione della temperatura e dell'umidità relativa dell'ambiente.

FASE GASSOSA

E' rappresentata dai movimenti dell'aria, dall'attività metabolica delle radici e dai processi respiratori e fermentativi che avvengono nel terreno.

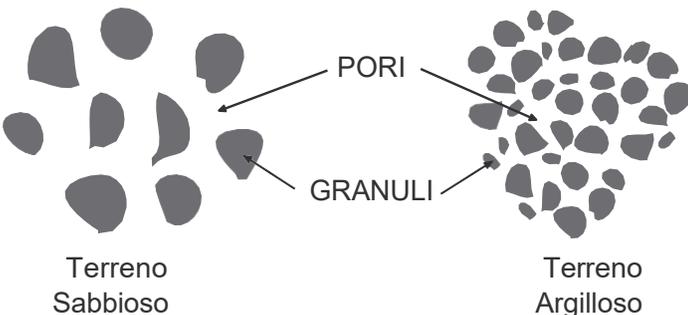
Conoscere il tipo di terreno è di conseguenza fondamentale per poi comprendere l'interrelazione dello stesso con l'acqua.

Sulla base del contenuto di sabbia, di argilla e di limo sono state definite 12 **classi di tessitura** di un terreno.

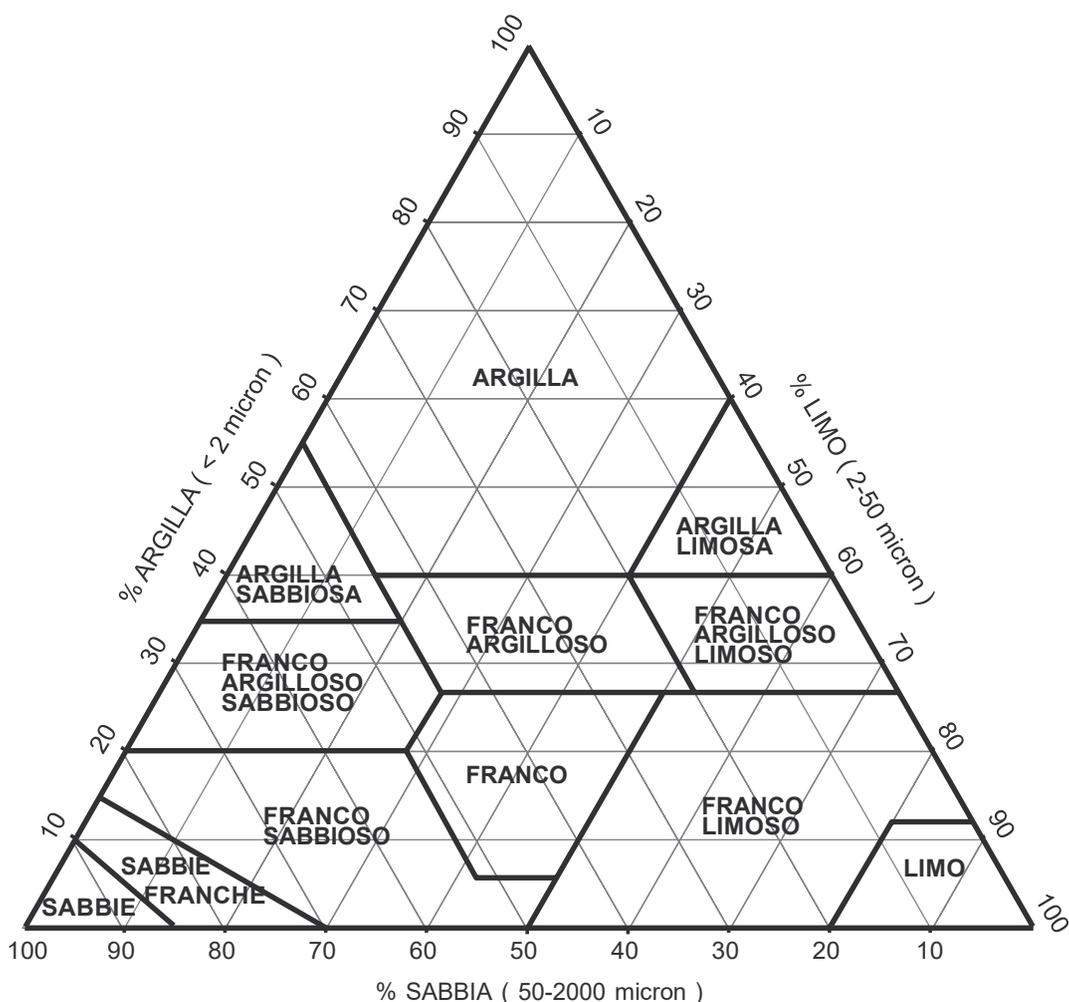
I terreni sono definiti sabbiosi quando contengono più del 70% di sabbia: l'aria e l'acqua circolano bene ma il terreno diventa arido nei periodi di più scarse precipitazioni.

Nei terreni argillosi (contenenti più del 40% di argilla) l'acqua ristagna, il terreno è povero di ossigeno e la vita delle piante è difficile.

I terreni sono infine definiti limosi quando contengono più del 70% di limo e sono poco favorevoli alla vita delle piante in quanto la circolazione di aria e acqua avviene con difficoltà.



Nel diagramma qui sotto riportato sono definite le varie classi di tessitura.

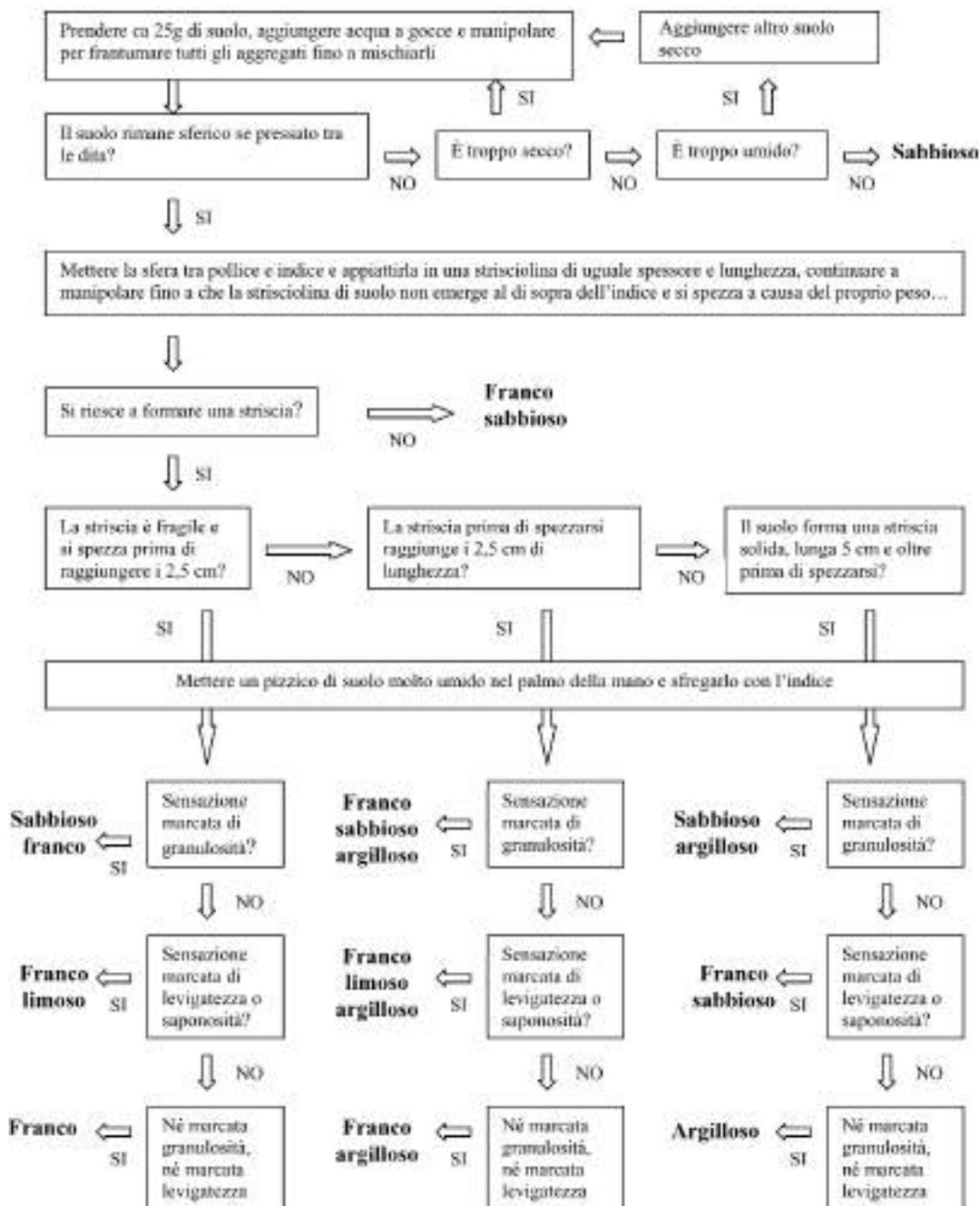


Il terreno su cui avviene la semina del prato è normalmente un terreno “franco”.

Come vedremo più avanti la capacità del terreno di trattenere l’acqua (della pioggia o fornita dall’impianto di irrigazione) dipende dalla sua composizione e quindi dal bilanciamento delle tre componenti base (argilla, sabbia e limo).

Per offrire un ausilio pratico a chi si occupa di progettare, realizzare o gestire un impianto di irrigazione riportiamo nella pagina successiva uno schema pratico per riconoscere i vari tipi di suolo.

Come definire la classe di tessitura del suolo?



Schema ricavato da:
 Progetto didattico "Gli indicatori ambientali: lo stato del suolo"
 realizzato dalla Provincia di Milano
 Settore Educazione e Tutela Ambientale - Pegaso,
 in collaborazione con CREDA (Centro Ricerca Educazione Documentazione Ambientale).

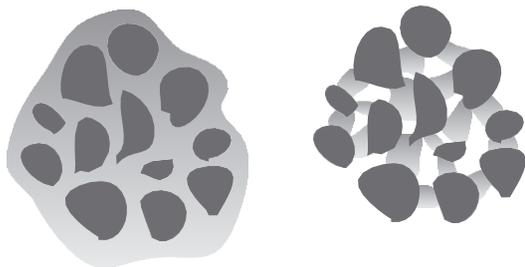
RAPPORTI FRA TERRENO E ACQUA

Precedentemente si era accennato al terreno quale serbatoio in grado di “contenere l’acqua”, così necessaria all’esistenza della vita vegetale.

In effetti sarebbe stato più esatto usare il termine “trattenere l’acqua”, in quanto la forza gravitazionale avrebbe la tendenza a portare la stessa sempre più in profondità.

A seconda della sua struttura, però, il terreno è in grado di contrastare la gravità opponendo ad essa altre forze, ovviamente agenti in senso contrario. Queste sono:

- il legame con i “colloidi”
- la tensione capillare



Quando il terreno è saturo di acqua, una parte di essa, per effetto della gravità “percola”, mentre una parte è tratteneuta dal terreno

La prima forza citata ha a che fare con la composizione chimica del suolo, e più propriamente alla presenza dei colloidi che hanno un potere “legante”, soprattutto rispetto al punto di vista dimensionale dei suoi componenti.

Il terreno dovrebbe essere conformato in modo che, fra le particelle che lo compongono, sia presente dell’aria; la porosità e la struttura capillare che ne risulta, contrasta il percolamento. Al diminuire del diametro del capillare, la tensione del terreno aumenta, opponendosi più sensibilmente alla gravità e migliorando la capacità di ritenzione dell’acqua. Il contrario avviene con l’aumentare del diametro del capillare, in quanto la minor tensione che da questo fatto deriva, facilita l’azione del percolamento.

Ad esempio, un terreno sabbioso, con struttura fisica grossolana e grandi spaziature tra i granuli di sostanza inorganica, tende a perdere l’acqua con grande velocità e dispone di una capacità di immagazzinamento idrico inferiore a quella di un terreno argilloso.

Un terreno argilloso infatti, se ben lavorato, dispone di una notevole struttura capillare che gli consente di accumulare e di trattenere più a lungo l’acqua, vincendo le forze gravitazionali.

Si è accennato, sino ad ora, ad un rapporto fra il suolo e l’acqua che ha a che fare solo con la capacità che il terreno ha di trattenerla e immagazzinarla.

L’acqua, comunque, può anche avere effetti deleteri sulla composizione e sulla struttura di un terreno, e se usata impropriamente, essa può intervenire a modificarlo negativamente agendo in due modi:

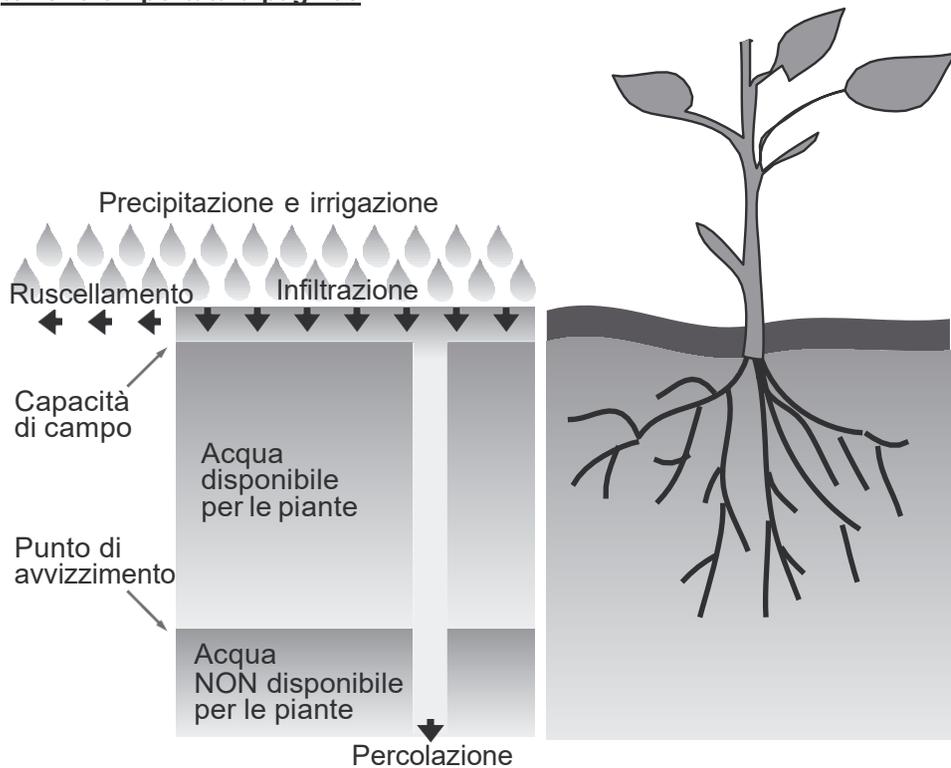
- **attraverso la sua azione battente, se la dimensione delle gocce è tale da trasmettere una pressione anomala al suolo**
- **attraverso l’azione di dilavamento, disperdendo i colloidi che tengono legate fra di loro le particelle di terreno.**

Il calpestio esercitato su un terreno bagnato, poi, è sicuramente la fonte di maggior danno in riferimento al mantenimento della sua struttura originale. I problemi causati dal conseguente compattamento, possono generare gravi situazioni, a volte irreversibili, alterando i normali scambi gassosi e ostacolando la regolare circolazione dell’acqua.

Per riassumere, si potrà dire:

- Il terreno tende a perdere l'acqua per effetto della forza gravitazionale.
- Una parte dell'acqua viene trattenuta nel terreno per effetto di forze di ritenzione che variano in funzione della granulometria, della porosità e della presenza di colloidali.
- Il percolamento dell'acqua avviene progressivamente dai pori maggiori a quelli minori e quindi dai capillari; la porosità capillare è caratteristica dei terreni argillosi: essi, comunque sono facilmente compattabili e tendono a perdere questa struttura, se compressi.
- Ogni terreno manifesta un proprio comportamento che lo caratterizza nei confronti dell'acqua, sia nella sua capacità di assorbirla che di conservarla o perderla.

La quantità massima di acqua assorbibile in funzione del tipo e della pendenza del terreno è riportata a pag.193



RAPPORTI FRA TERRENO E PIANTA

Si è visto come nel terreno esistano condizioni estremamente dinamiche, con tensioni di natura diversa che interagiscono attivamente, e quanto importante sia, dal punto di vista della ritenzione idrica, la sua composizione e la sua struttura.

Tornando al diagramma triangolare con la definizione delle classi di tessitura (pag. 49), si nota che la composizione dei terreni comparabile con quella indicata nei vertici del triangolo non è adatta agli scopi agronomici, e come, invece, siano preferibili tipi di suolo con composizioni intermedie, dotati di una buona presenza di sabbia.

Il scegliere, o comunque, il modificare artificialmente la struttura di un terreno al fine di renderlo idoneo alla coltivazione di una certa essenza vegetale, è condizione primaria alla creazione dell'ambiente più idoneo per la vita dell'essenza vegetale stessa.

Il valutare la scelta sotto il profilo della composizione e della struttura dimensionale del suolo, però, potrebbe essere un errore.

In effetti, quello che dovrebbe anche preoccupare, è la destinazione o l'uso che di quel terreno e di quella coltura si intende fare.

Si dovrebbe, in altre parole, porsi il problema della stabilità nel tempo della composizione e della struttura scelta.

Abbiamo già avuto modo di vedere, per esempio, come un terreno argilloso abbia miglior capacità di ritenzione idrica rispetto un terreno sabbioso, a tutto vantaggio delle essenze che su di essa sussisteranno.

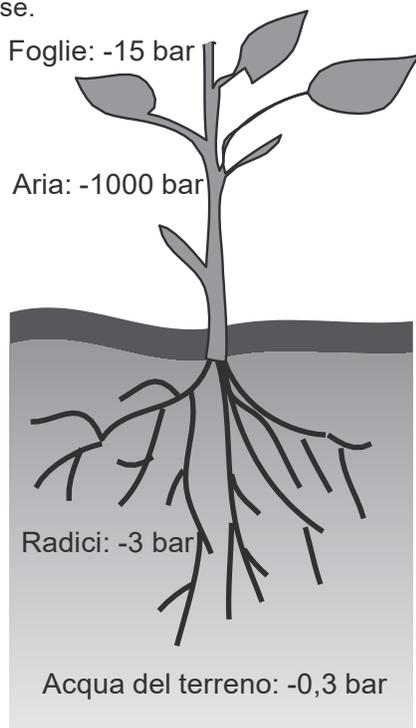
E' da notare, però, che l'argilla tende a compattarsi molto di più della sabbia, ragion per cui essa, specialmente se soggetta ad azioni di compressione, perderà rapidamente la struttura capillare originata da una prima lavorazione.

Facciamo il caso di un tappeto erboso soggetto a calpestio: una volta costituito esso non offrirà la possibilità di intervenire radicalmente sulla struttura fisica del terreno su cui sussiste: se quest'ultimo non fosse studiato e preparato in modo ottimale, il risultato che otterremo sarà certamente negativo.

RAPPORTI FRA ACQUA E PIANTA

La pianta assorbe il nutrimento dalla "soluzione circolante" attraverso i peli radicali i quali dispongono di membrane semipermeabili che regolano il flusso idrico attraverso un meccanismo di tipo osmotico, basandosi, cioè, sulla differente concentrazione salina del terreno rispetto a quella del liquido contenuto nell'apparato radicale.

Per effetto di questo meccanismo, separando due soluzioni a diversa concentrazione con una membrana semipermeabile, si originerà un certo flusso dalla soluzione a concentrazione minore verso quella a concentrazione maggiore tanto più marcata quanto più grande è la differenza delle concentrazioni stesse.



Da quanto sopra si può arguire come il flusso idrico con direzione terreno - pianta, sia dovuto ad una più elevata concentrazione salina del liquido radicale del vegetale rispetto a quella della soluzione circolante, e che tale flusso può essere influenzato dalle variazioni di concentrazione salina della "soluzione circolante".

E' intuibile come, durante i periodi siccitosi, in quanto il fenomeno della evapotraspirazione sottrae al terreno solamente acqua e non sali minerali, questi si ritrovino in soluzione via via più concentrata nella restante "soluzione circolante" del suolo, originando un problema di assorbimento idrico da parte della pianta.

Va ricordato, a questo proposito, che la capacità di assunzione è diversa da pianta a pianta a seconda delle sue caratteristiche: conformazione ed esposizione fogliare, struttura e concentrazione salina dei tessuti radicali, ecc., e può variare da 15 a 25 atm, per le essenze comunemente coltivate, fino ad arrivare a 150 atm, in alcune specie alofite e xerofite, questo a giustificare il grande adattamento che certe piante hanno anche nei riflessi dei terreni siccitosi.

La pianta, dunque, assorbe l'acqua e i sali in essa disciolti sino al limite della sua capacità di assunzione: quando le tensioni nel terreno superano tale capacità la pianta avvizzisce e muore. Il processo, comunque, non è istantaneo. Ci sono dei segni premonitori che, nel caso dell'erba, sono costituiti dalla colorazione. Quando questa tende al verde scuro - blu - grigio, se si interviene prontamente, la pianta è ancora in grado di riprendersi. L'assunzione da parte dell'erba di colorazioni tendenti al marrone sta invece ad indicare l'avvizzimento delle piante.

Così come si possono verificare casi in cui la soluzione circolante sussiste in condizioni tali per cui la pianta non ha la forza di assumerla, esiste il caso di massima disponibilità.

E' il caso del terreno saturo d'acqua. Questa condizione è definita: capacità idrica di campo.

Possiamo concludere che il rapporto acqua - pianta riconosce tre possibili condizioni:

- **Il punto di avvizzimento:** al di sotto del quale l'apparato radicale non è più in grado di assorbire l'acqua, provocando la morte della pianta.

- **La capacità idrica di campo:** in cui tutti gli spazi del terreno risultano riempiti d'acqua.

- **Il punto igroscopico:** dove esiste un equilibrio tra l'umidità del terreno e l'umidità dell'aria.

Tra il punto di avvizzimento e la capacità di campo si ha l'acqua disponibile per la pianta, mentre al di sopra della capacità di campo si ha l'acqua che si perde per percolazione.

I valori delle tre condizioni sopracitate sono caratteristici di ogni tipo di suolo, e si possono ricavare sperimentalmente con prove (essiccamento) del terreno.

La loro individuazione permette la costruzione di curve che rappresentano la variazione del potenziale del terreno al variare dell'acqua in esso presente.

Il conoscere detto potenziale permette, a sua volta, la determinazione dei volumi di annacquamento.

Richiamando brevemente quanto citato, dovremo ricordare che;

- La disponibilità di acqua nel terreno è positiva nella misura in cui essa è assimilabile dai meccanismi di assorbimento della pianta.

- Questa disponibilità dipende, primariamente, dalle tensioni che essa concorre a creare nel terreno, che risultano minime (valore = 0) in un ambiente completamente saturo d'acqua e raggiungono valori via via crescenti con il diminuire della percentuale d'acqua, rendendone sempre più difficoltoso l'assorbimento da parte delle piante.

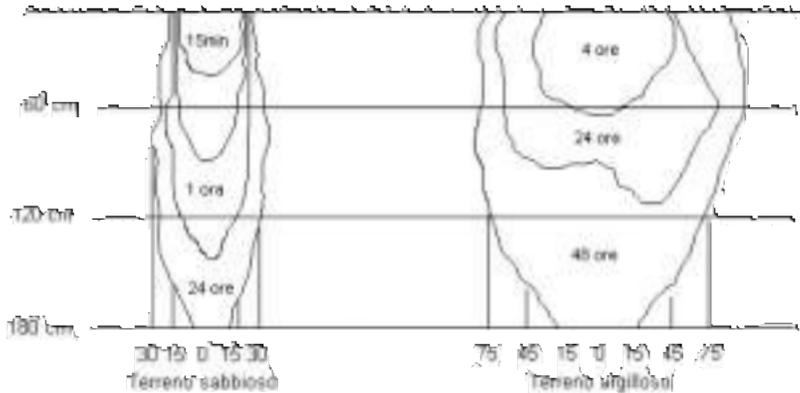
(In pratica, la curva delle tensioni comincia ad alzarsi molto rapidamente appena si superano le 10 atm. per cui è attorno a questi valori che si dovrebbe intervenire con il soccorso idrico).

In altri termini si può dire che la presenza dell'acqua nel terreno in misura sufficiente, serve non solo a portare in soluzione le sostanze nutritive già presenti o apportate con concimazioni, ma di sostentamento.

Essa evita, inoltre, concentrazioni saline troppo elevate attorno agli apparati radicali, tali da determinare situazioni di fitotossicità.

VELOCITA' DI INFILTRAZIONE DELL'ACQUA NEL TERRENO

Considerando la destinazione finale del terreno, sarà compito del progettista predisporre le opportune miscele di terreno vegetale, cercando comunque di garantire una perfetta omogeneità e distribuzione delle particelle.



L'infiltrazione dell'acqua nel terreno avviene con modalità e tempi diversi a seconda del tipo di terreno, con velocità di 50-100 cm/ora in terreni sabbiosi (dove ci saranno minime dispersioni laterali), fino ad assumere tempi estremamente lenti (pochi cm/ora), in terreni argillosi, dove la dispersione seguirà sia la direzione orizzontale che verticale.

La velocità di infiltrazione deve risultare omogenea nei primi strati del terreno, per garantire un corretto sviluppo degli apparati radicali.

Se ciò non avviene, come ad esempio in un terreno composto da uno strato superficiale con prevalente macroporosità, sostenuto da uno strato dove prevale una porosità capillare, l'acqua filtra prima velocemente, rallentando poi la velocità di percolazione nel secondo strato più compatto, provocando una falsa saturazione del terreno.

Altrettanto negativa per un regolare sviluppo degli apparati radicali, è la presenza di uno strato drenante troppo superficiale che ostacoli la regolare infiltrazione dell'acqua negli strati profondi. I terreni destinati ad ospitare tappeti erbosi specializzati per attività agonistiche o comunque per grandi carichi di calpestio, vengono preparati e modificati rispettando precisi test che determinano la distribuzione granulometrica delle sabbie, la velocità di infiltrazione e la capacità di ritenzione idrica, in modo da rispettare dei valori ideali di riferimento, che normalmente sono:

STRUTTURA FISICA

- Scheletro (diametri granulometrici superiori a 1 mm) assente;
- Sabbia grossa (diametri granulometrici compresi tra 1 e 0,2 mm) 70%;
- Sabbia fine (diametri granulometrici compresi tra 0,2 e 0,05 mm) 20%;
- Argilla/Limo (diametri granulometrici inferiori a 0,05 mm) 10%.

VELOCITA' DI INFILTRAZIONE IDRICA

- 10/15 cm/ora.

POROSITA'

- 50% del volume, equamente distribuita tra capillari e macropori.

RITENZIONE IDRICA

- Aumento del 15-25% in peso su terreno secco a 105°C.

La stratigrafia tipica di un terreno coltivato a tappeto erboso, è composta da uno strato superficiale chiamato FELTRO (fusti, foglie, residui di taglio e di vegetazione morta) il cui spessore varia in funzione della quantità e della qualità degli interventi di manutenzione quali: altezza e frequenza degli sfalci, interventi con aeratori o verticutizzatori.

Il feltro rappresenta un grosso ostacolo ai fini dell'apporto idrico, ostacolando una corretta infiltrazione dell'acqua, in quanto frappone uno strato, soprattutto se molto asciutto, che causa una azione repulsiva nei confronti dell'acqua, la quale tenderà a scorrere superficialmente senza interessare il terreno sottostante. Una volta che il feltro è completamente imbevuto, invece, presenterà le caratteristiche di una spugna, e manterrà una elevata percentuale di umidità rispetto le zone circostanti, favorendo lo sviluppo superficiale della massa radicale, nonché la proliferazione di insetti e funghi patogeni.

Il profilo successivo è rappresentato dallo strato esplorato dalle radici, che dovrà avere una buona struttura, il più delle volte modificata secondo criteri di permeabilità e di ritenzione idrica ottimali capace di garantire una regolare infiltrazione dell'acqua e di mantenere la sua struttura porosa nel tempo. La profondità di questo strato determina non solo il potenziale sviluppo dell'apparato radicale, ma anche la potenziale riserva idrica, ed è valutabile in 30-40 cm. di terreno utile, anche se lo spessore effettivamente esplorato dalle radici non supera mediamente i 20 cm.

La quantità d'acqua necessaria per portare a saturazione un m² di terreno per una profondità di 30 cm è di circa 50-60 litri.

La porosità di un terreno, oltre a favorire una corretta circolazione dell'acqua, è in grado di assicurare che negli spazi vuoti avvengano degli scambi gassosi derivati dai processi biochimici e di fermentazione delle sostanze organiche presenti nel terreno, che sono fondamentali per la vita delle piante e che influenzano direttamente lo sviluppo degli apparati radicali.

Considerando che la maggiore perdita idrica di un terreno coltivato a tappeto erboso è dovuta alla traspirazione della parte aerea delle piante, un ridotto sviluppo dell'apparato radicale che non è in grado di ripristinare sufficienti quantità d'acqua, provoca l'appassimento della pianta stessa.

Quanto più aumenta la profondità del terreno, tanto più diminuisce la sua permeabilità all'aria, con relativa diminuzione degli scambi gassosi, del rinnovamento dell'aria e dell'apporto di ossigeno portando ad una progressiva riduzione delle condizioni di vita per gli apparati radicali e per la microflora.

EVAPOTRASPIRAZIONE

Con il termine EVAPOTRASPIRAZIONE, si riassumono i dati relativi alla dispersione idrica del sistema terreno/pianta.

La differenza tra evapotraspirazione e apporto idrico naturale di un determinato periodo, determina il volume d'acqua da fornire artificialmente.

L'esatto calcolo di tali valori dovrebbero portare alla parità il risultato della formula:

$$E+T+P = A+I$$

dove:

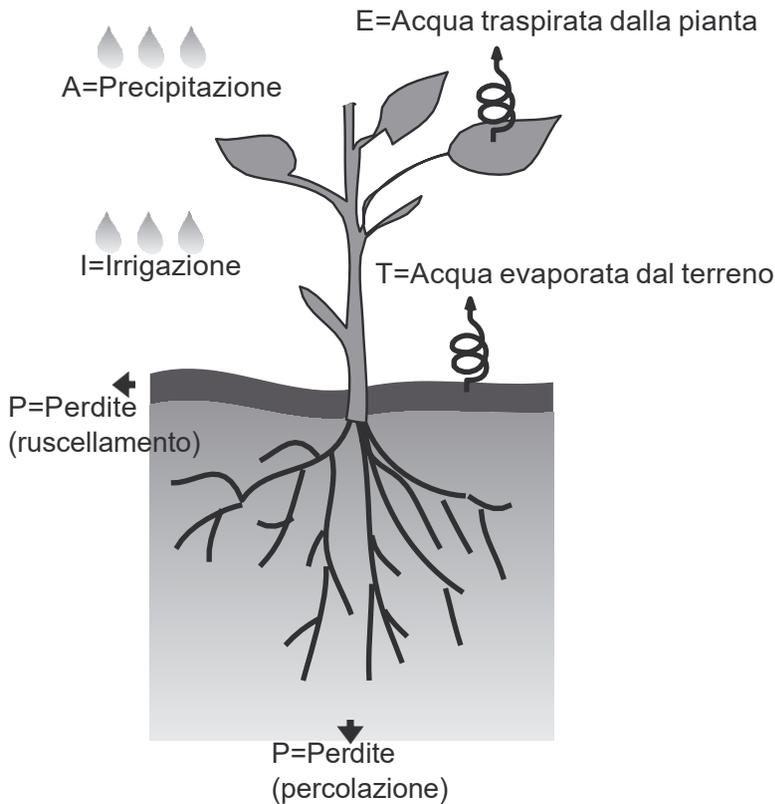
E = acqua evaporata dal terreno;

T = acqua traspirata dalla pianta;

P = perdite di percolazione, ruscellamento, ecc.

A = apporto idrico naturale da precipitazioni;

I = apporto idrico artificiale da irrigare.



Il valore di evapotraspirazione può variare sia in funzione dello sviluppo delle masse radicali e della vegetazione aerea, che in funzione di fattori climatici, quali:

- esposizione alle radiazioni solari;
- umidità relativa;
- temperatura;
- ventosità.

La somma di tali parametri meteorologici identificano una “zona climatica”, il cui bilancio idrico può essere definito, previo una rilevazione dei dati almeno decennale.

Sono stati avviati in Italia degli importanti progetti per acquisire, omogeneizzare ed elaborare una grossa quantità di dati raccolti nel tempo dalla Rete Agrometeorologica Nazionale.

Nel frattempo sono a disposizione delle elaborazioni parziali, effettuate dagli organismi provinciali o regionali, che confermano i dati di una esperienza trentennale.

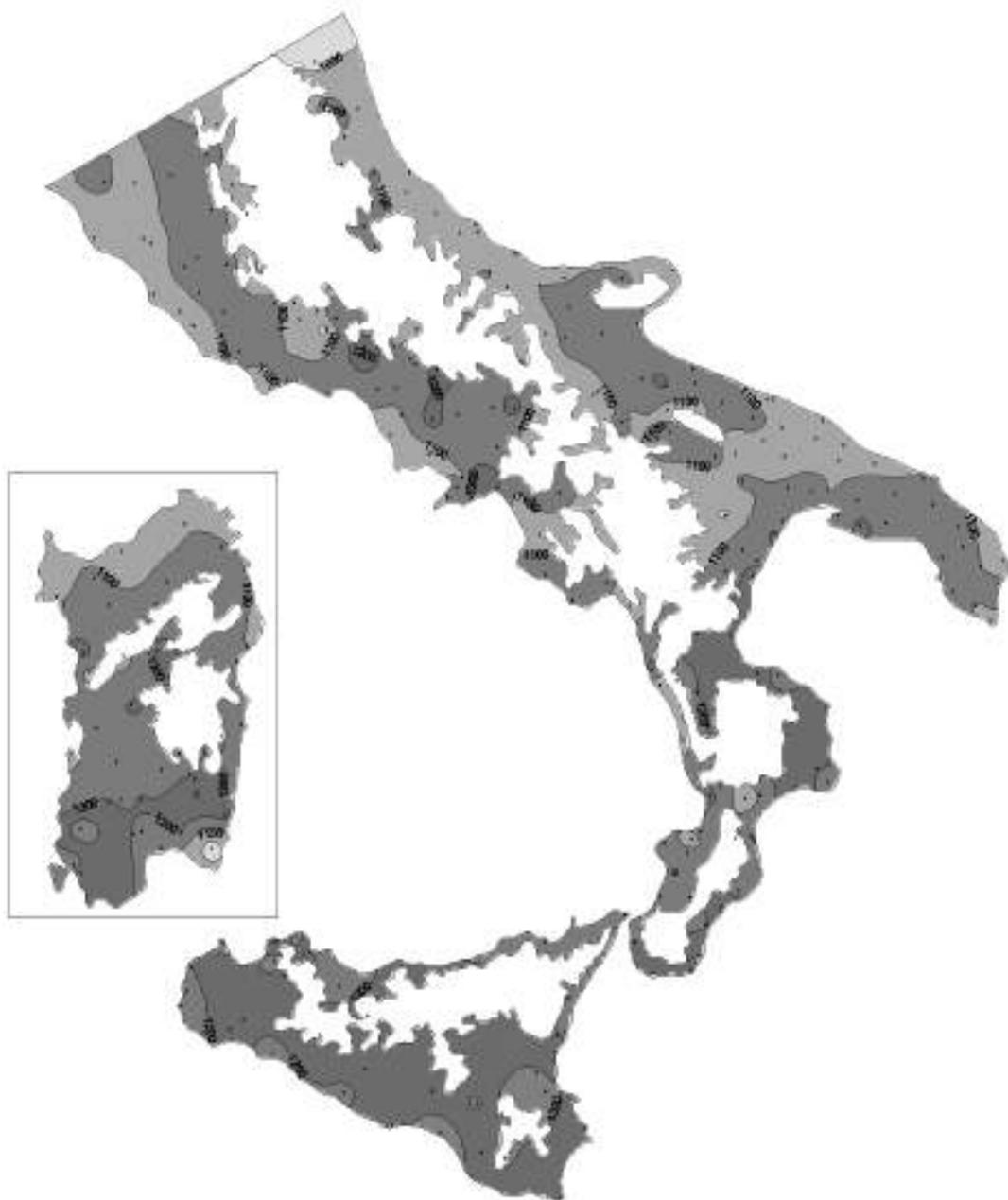
L'unico studio su vasta scala ad oggi disponibile nel nostro paese risale al 1999 a cura del prof. Franco Ravelli dell'Ufficio Sperimentazione Irrigazione dell'ex Agenzia per lo Sviluppo del Mezzogiorno (vedi pagina successiva).

I valori rilevati ci confermano ancora una volta la validità dei raffronti con alcune regioni americane (dove esistono tavole di evapotraspirazione date da rilievi trentennali), il cui clima ha comportamenti simili all'Italia, e l'esperienza ventennale di pratica impiantistica.

Il dato di evapotraspirazione ci consente di ricavare il fabbisogno irriguo. Si tratta del valore alla base del progetto di un impianto di irrigazione. In assenza di apporto idrico naturale ($A=0$), l'impianto deve essere in grado di compensare tutta l'acqua persa da piante e terreno.

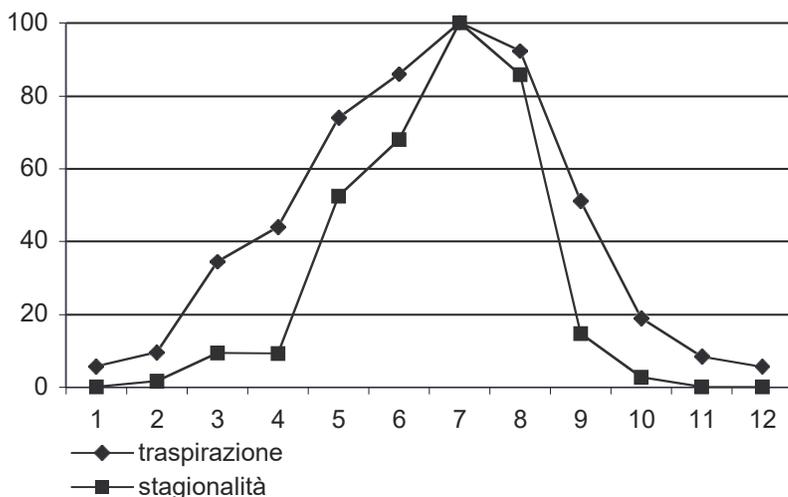
Da tutto ciò consigliamo di adottare, in fase di progettazione, un **fabbisogno medio, nel periodo più siccitoso, variabile da 4 a 6 mm/giorno in una stagione irrigua che normalmente comprende i mesi da Aprile a Settembre.**

Attraverso la regolazione dei tempi irrigui, attraverso il sistema di controllo, è poi possibile effettuare una effettiva taratura sulle evidenze generate dal microclima nel terreno da irrigare.



La conoscenza dei valori di evapotraspirazione e quindi dei deficit idrici territoriali, consente inoltre di individuare il cosiddetto periodo critico, cioè il momento più opportuno per iniziare l'intervento irriguo artificiale. A puro titolo di indicazione riportiamo una elaborazione effettuata sui dati mensili ricavati dal sito del CE.SPE.VI. (Centro Sperimentale Vivaismo) di Pistoia dell'ultimo decennio dei valori E (acqua evaporata dal terreno) e della differenza di questo valore con la quantità d'acqua (A) fornita dalle precipitazioni.

Non si tratta di un vero calcolo del deficit idrico (all'acqua evaporata dal terreno bisognerebbe infatti aggiungere l'acqua traspirata dalle piante e quella persa per percolamento), ma di una semplice indicazione di come impostare (come possibile su tutti i Programmatori Toro) una curva di stagionalità.



Oltre ai dati climatici generali, chi ha responsabilità manutentiva del tappeto erboso e ne conosce a fondo le sue caratteristiche di ritenzione idrica, può ricavare i valori specifici per il proprio terreno avvalendosi di sistemi di esplorazione pratica come l'individuazione di aree test particolarmente sensibili, o il controllo attraverso sonde che consentano di osservare l'umidità lungo il profilo del terreno.

Dato lo sviluppo ridotto dell'apparato radicale del tappeto erboso, l'irrigazione diventa una pratica inevitabile nei mesi estivi, quando cioè le graminacee microterme (agrostis, poa, festuca, lolium), riducono la loro attività vegetativa e di conseguenza presentano la minor espansione del loro apparato radicale, mentre le specie macroterme, come la zoysia ed il cynodon (gramigna), presentano in questo periodo il massimo del loro sviluppo vegetativo, e la loro maggiore resistenza a situazioni di stress idrico, è dato dal maggiore approfondimento degli apparati radicali.

Le pratiche agronomiche di manutenzione, come concimazioni bilanciate, tosature regolari e frequenti, interventi di aerificazione, stimolano lo sviluppo in profondità degli apparati radicali, aumentandone la resistenza alla siccità.

Anche l'irrigazione è in grado di influire sull'approfondimento dell'apparato radicale, purché vengano interessati tutti gli strati di terreno esplorato dalle radici e si eviti di mantenere a lungo livelli di saturazione idrica nel terreno, inibendo la circolazione dell'aria.

Eccessi irrigui favoriscono la perdita di calore per l'assorbimento del contenuto di clorofilla nelle foglie, perdita di turgore nei tessuti ed il dilavamento di elementi nutritivi, soprattutto azoto e ferro, diventando da fattore complementare al clima, fattore di alterazione, con conseguente aumento dei costi di gestione e di manutenzione.

ACQUA IRRIGUA

Con la scelta dell'impianto e delle modalità irrigue, dovrà essere valutata anche la sorgente idrica di approvvigionamento, solitamente derivata da laghi, fiumi, pozzi sotterranei, ecc., e le caratteristiche chimiche dell'acqua, soprattutto l'eventuale presenza di sostanze inquinanti o fitotossiche, sali solubili, presenza di alghe o altro materiale organico in sospensione.

Disporre di acqua proveniente da falde freatiche, garantisce una maggiore continuità e costanza dell'approvvigionamento, assicurando contemporaneamente un migliore controllo della qualità.

La valutazione qualitativa dell'acqua viene eseguita consultando specifiche tavole di classificazione, per determinarne il rischio di salinità e di alcalinità sodica, che preoccupano soprattutto in quelle regioni a clima arido, dove l'elevata frequenza irrigua porta a modificare, anche sostanzialmente, le stesse caratteristiche fisico - chimiche del terreno vegetale.

CONCLUSIONI

In una coltura come il tappeto erboso, dove il valore estetico e funzionale è dato dalla fittezza e dall'intensità di coltivazione, dobbiamo tenere in debito conto che se ne viene elevato il livello qualitativo agendo sul fattore acqua, migliorando di conseguenza l'assimilazione degli elementi nutrizionali, contemporaneamente si dovranno adeguare anche le altre normali pratiche agronomiche, quali lo sfalcio, la fertilizzazione, ecc.

Da quanto sopra si comprende che la struttura fisica del terreno, influenza in modo determinante la capacità di assorbimento superficiale, di ritenzione idrica e che le variabili in gioco sono molteplici.

Un terreno dotato di buona struttura avrà una buona capacità di assorbimento e di riserva idrica, un terreno dotato di una cattiva struttura presenterà un'elevata tensione dell'acqua e risulterà difficile l'allontanamento della stessa in condizioni di eccesso di umidità, mentre un terreno privo di struttura, come nel caso di un terreno sabbioso, presenterà una disponibilità immediata dell'acqua, ma non garantisce alcuna riserva durevole nel tempo.

Un impianto di irrigazione artificiale, se ben dimensionato, garantisce la fornitura ed il mantenimento dei valori idrici ottimali allo sviluppo ed al mantenimento del tappeto erboso.

Un po' di idraulica

LO STATO LIQUIDO

La materia si può presentare sotto diverse forme a seconda del suo stato di aggregazione. Lo stato "liquido" è caratterizzato da una coesione relativa fra le particelle elementari che costituiscono la materia.

Potrebbe essere considerato uno stato intermedio fra lo stato "solido", nel quale dette particelle sono fortemente aggregate, e lo stato "gassoso", dove le singole molecole costituenti non presentano, fra di loro, coesione alcuna.

Nello stato liquido le particelle elementari godono di una relativa libertà: esse possono muoversi in ampi spazi l'una rispetto all'altra.

Per questo motivo una massa liquida non ha forma propria; in effetti possiamo facilmente notare come questa prenda la forma del recipiente che la contiene.

E' interessante analizzare un po' più da vicino questo fenomeno, perché ciò ci permette di introdurre un concetto fondamentale nello studio dell'idraulica, il concetto di "pressione idrostatica".

Se noi ci immaginiamo la massa liquida non come un tutt'uno, ma, come in effetti è, un aggregato di minute particelle in grado di muoversi liberamente una rispetto l'altra, possiamo anche figurarci come esse, dotate come sono di peso, siano individualmente influenzate dalla gravità: ognuna di esse è attratta irresistibilmente verso il centro della terra ed è in questa direzione che esse si muoverebbero se non incontrassero il fondo dell'ipotetico recipiente che le contiene. Così come ogni particella elementare di liquido ha un peso, essa ha anche una dimensione e occupa un proprio volume. Quando il fondo del nostro ipotetico recipiente sarà completamente "coperto" altre particelle dovranno assestarsi al di sopra di questo strato.

La forza di gravità le costringerà, comunque a scegliere la posizione più bassa possibile, cosa che esse fanno sfruttando proprio la libertà di movimento di cui godono. E' da questo momento che la funzione di contenimento richiede la presenza, oltre che del fondo, anche delle pareti del recipiente ed è per questo motivo che il liquido ne assume la forma.

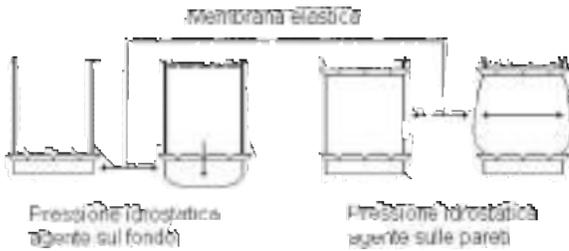
Ciò spiega anche la planarità e l'assoluta orizzontalità della superficie (pelo libero) di una massa liquida, che si può intendere formata dalla sovrapposizione di microscopici strati di particelle, una parallela all'altra.

Tutto ciò può sembrare banale, ma da quanto sopra possiamo trarre qualche conclusione: ogni particella di liquido grava su quelle sottostanti esercitando una forza premente pari al proprio peso.

Il fatto che le particelle liquide si possono liberamente muovere, permette di trasportare gli effetti di questa forza in tutte le direzioni.

La risultante delle forze elementari agenti all'interno di una massa liquida per effetto della gravità è direttamente rilevabile dalla reazione delle parti del recipiente entro il quale il liquido è contenuto.

Essa può essere facilmente evidenziata dalle esperienze illustrate di seguito.



Come si può notare la deformazione delle pareti non rigide del recipiente sono dovute, solamente al peso della massa liquida.

LA PRESSIONE IDROSTATICA

Generalmente, possiamo definire “pressione” la forza che agisce perpendicolarmente rispetto una certa superficie. In pratica, la pressione è un’espressione della forza e da questa si differenzia solo per l’aspetto che include la dimensione dell’area su cui la forza stessa insiste.

Un banale esempio potrebbe essere quello di un cartellone stradale: esso deve restare eretto anche in presenza del vento, che su di esso insiste. E’ intuitivo il fatto che, la forza che tende a farlo cadere, non dipende solo dall’intensità del vento, ma anche dalle sue intrinseche dimensioni.

In effetti, la relazione che lega le grandezze in gioco è la seguente:

$$F = p \times S \text{ (Forza = pressione } \times \text{ Superficie) .}$$

Noi già sappiamo che la forza riconosce nel Kg l’unità di misura, mentre la superficie si valuta in m^2 , da ciò risulta facile dimensionare la grandezza “pressione”:

$$p = F/S \text{ (pressione = Forza / superficie) } p = \text{Kg}/m^2$$

la pressione, infatti, altro non è che la forza che agisce sull’unità di superficie.

In una massa liquida le cose non differiscono: la forza che agisce in un qualsiasi piano di una massa liquida è facilmente determinabile, ricordando che essa è rappresentata dal peso di liquido che sovrasta questo piano e che questo peso altro non è che il volume di liquido per il suo Peso specifico, il che si scrive:

$$F = V \times P_s \text{ (Forza = Volume } \times \text{ Peso specifico)}$$

infatti, nel Sistema Tecnico dimensionalmente otteniamo:

$$m^3 \text{ (unità del volume) } \times \text{Kg}/m^3 \text{ (unità del Peso specifico) } = \text{Kg} \text{ (unità di forza)}$$

E’ da considerare che abbiamo valutato, con la precedente relazione, la forza agente su un piano generico della massa liquida, a prescindere dalla sua superficie.

Noi, però, abbiamo imparato che la pressione non fa riferimento ad aree arbitrarie, ma all’unità di superficie. Per ottenere la forza agente sulla superficie unitaria giacente sul piano di cui sopra (pressione idrostatica), sarà sufficiente dividere la forza che insiste su tutto il piano per la superficie dello stesso:

$$p = F / S \text{ che possiamo anche scrivere, per quanto detto:}$$

$$p = V \times P_s / S \text{ (pressione = Volume } \times \text{ Peso specifico / Superficie)}$$

Quest'ultima relazione è particolarmente interessante, perché ci permette di fare alcune considerazioni che risulteranno molto utili in seguito.

L'ALTEZZA DELLA COLONNA LIQUIDA E' PROPORZIONALE ALLA PRESSIONE IDROSTATICA

La relazione citata si può anche scrivere:

$$p = P_s \times V / S \text{ (pressione = Peso specifico} \times \text{Volume / Superficie)}$$

ora il rapporto V/S (Volume / Superficie di base) della nostra colonna liquida altro non è che la sua altezza espressa in metri, cioè:

$$V = S_b \times h \text{ (Volume = Superficie della base} \times \text{altezza) da cui traiamo}$$

$$h = V / S_b$$

Quanto sopra ci consente di "manipolare" ulteriormente la nostra formula per la determinazione della pressione idrostatica. Possiamo anche scrivere, cioè:

$$p = P_s \times V / S = P_s \times h$$

dove h è, appunto l'altezza della colonna liquida che sovrasta il nostro piano generico.

Si può concludere che la pressione idrostatica che su esso agisce, è direttamente proporzionale alla distanza che lo separa, verticalmente, dal pelo libero della massa liquida (altezza della colonna liquida).

Non ha, a questo punto, necessità di dimostrazione il fatto che la pressione idrostatica all'interno di una massa liquida non è costante, ma variabile in rapporto con l'altezza della colonna: risulta cioè, tanto maggiore quanto più profondo (distante dal pelo libero) è il nostro piano generico. Un'altra considerazione che è necessario fare è quella che riguarda le caratteristiche del liquido che, in ultima analisi, è quello che ci interessa: l'acqua.

Quanto sino ad ora detto è valido per qualsiasi liquido, acqua compresa, ma se noi usassimo quanto sopra "solo" per l'acqua, ci accorgiamo che sono possibili ulteriori semplificazioni.

L'acqua, in effetti, forse per il fatto di essere il liquido più conosciuto e comune, è servita come elemento di confronto, termine di paragone, per parecchie grandezze fisiche:

Il peso specifico dell'acqua vale $1 \text{ Kg} / \text{dm}^3$ ($1000 \text{ Kg} / \text{m}^3$)

1 dm^3 equivale a 1 litro (1 litro di acqua pesa 1 Kg)

Alla luce di tutto questo, ripeschiamo per un attimo l'ultima relazione che avevamo trovato per esprimere la pressione idrostatica:

$$p = P_s \times h$$

Per la misura della pressione idrostatica le unità di misura comunemente usate sono:

- Kg / cm^2 (Chilogrammo al centimetro quadrato)
- Atm (Atmosfera) che equivale a $1.03323 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- Bar che corrisponde a $1.01972 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- m.c.a. (metro colonna acqua) equivalente a $0.1 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

tutto ciò anche se l'unità definita a livello internazionale è:

Pa (Pascal) che equivale a $0.0000101972 \text{ Kg} / \text{cm}^2$, e suoi multipli, come:

Kpa (Kilopascal) che corrisponde, ovviamente, a $0.0101972 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

Nelle tabelle del Catalogo Prodotti (v. es pag. 81), per agevolare la consultazione, la pressione

viene indicata in tre unità di misura:

- bar
- kPa
- Kg / cm²

Tutte le considerazioni fatte, ci portano ora ad una conclusione molto importante:

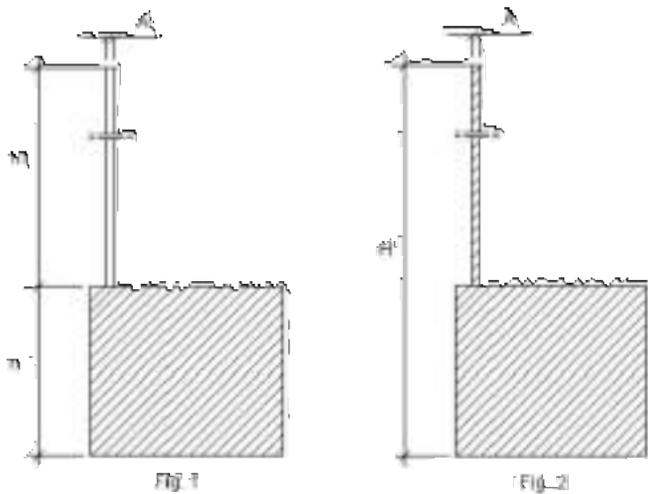
qualsiasi piano interno alla massa liquida, parallelo alla superficie libera della stessa, è sottoposto ad una uguale pressione idrostatica, che può essere misurata dalla distanza "h" che separa detto piano dal pelo libero. La pressione idrostatica è proporzionale alla distanza "h" nei liquidi con peso specifico diverso da quello unitario e coincide con la stessa nel caso dell'acqua.

E' da notare il fatto che la pressione idrostatica dipende solamente dalla distanza, che abbiamo chiamato "h" (cioè dalla profondità del piano rispetto il pelo libero) e dal peso specifico del liquido (che nel caso di acqua è unitario). Essa non dipende assolutamente dalle dimensioni del piano stesso.

Una facile esperienza può aiutare a meglio comprendere il concetto.

Supponiamo di disporre di un recipiente cubico di 1 metro di lato.

Il suo volume vale, quindi, 1 m³, essendo la sua superficie di base pari a 1 m² e la sua altezza "h" uguale a 1 m. Esso, da quanto sinora detto, ha la capacità di 1000 litri.



Se riempito con acqua esso conterrà 1000 Kg di liquido, che graveranno sul fondo con una pressione di 1000 Kg / m², o 0.1 Kg / cm², o 1 m.c.a.

Supponiamo di alimentare detto recipiente tramite un tubo, con sezione interna A = 1 cm², che, a partire dalla sua sommità, si innalzi per una altezza h1 pari a 100 m.

Una volta riempito il recipiente, supponiamo di riempire anche il tubo di alimentazione.

Quanta acqua ci necessiterà? Per stabilirlo basta calcolare il suo volume interno.

Valutiamolo in dm³ (1dm³ = 1 litro).

Sezione del tubo => A = 1 cm² = 0.01 dm²

Lunghezza del tubo => h1= 100 m = 1000 dm

Volume interno del tubo => A x h1 = 0.01 x 1000 = 10 dm³ (oppure 10 litri).

Il sistema ora contiene 1010 litri d'acqua: 1000 nel recipiente e 10 nel tubo di alimentazione.

E la pressione idrostatica? L'avevamo valutata, nel fondo del recipiente, pari a 1000 Kg / m², o 0.1 Kg / cm² o 1 m.c.a nel caso che il contenuto del sistema fosse di 1000 litri.

Con il tubo di alimentazione pieno, però, la colonna di liquido che grava sul fondo è, ora, di 101 m. (h+h1): la pressione idrostatica, di conseguenza, diventa pari a 101 m.c.a.

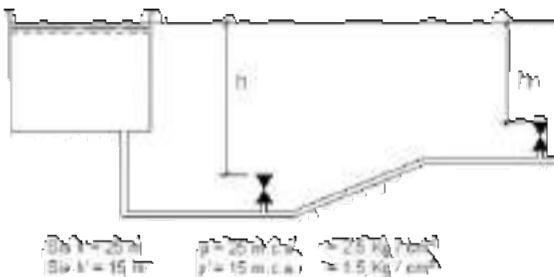
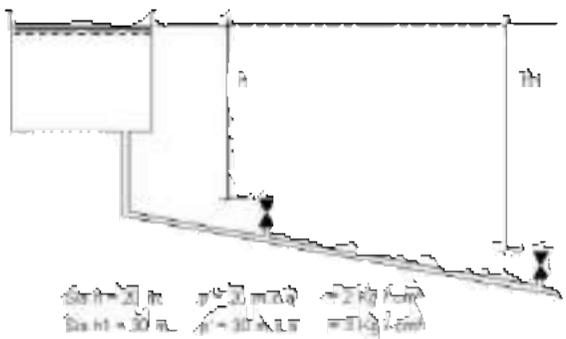
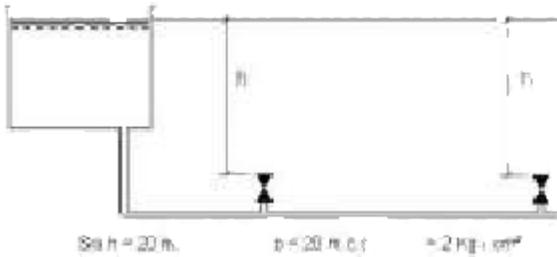
L'apporto di una quantità minima d'acqua è stato sufficiente per far crescere a dismisura la pressione idrostatica nel recipiente.

Prima di passare all'esemplificazione pratica delle poche cose sinora viste, marchiamo quei punti notevoli che abbiamo già incontrato.

In un punto interno di una massa liquida a riposo e soggetta alla pura forza di gravità, rileviamo una certa pressione che:

- è **proporzionale al peso specifico del liquido**
- **crece proporzionalmente alla profondità, restando uguale in tutti i punti giacenti sullo stesso piano orizzontale**
- **non dipende dalla dimensione ne dalla forma del recipiente che contiene il liquido.**

IN PRATICA



L'ACQUA IN MOVIMENTO

Quanto sino ad ora visto ci ha permesso di conoscere e valutare quella grandezza fisica che abbiamo denominato "pressione idrostatica".

Tutte le considerazioni sin qui fatte, però, sono riferite ad una massa liquida in quiete.

Le pressioni rilevabili al suo interno, in quanto espressione di "forza", proprio perché in quiete, sono rappresentative di uno stato energetico di tipo potenziale.

In altre parole, la massa liquida possiede un'energia dovuta alla forza peso, energia che sarà, a parità di volume, tanto più grande quanto maggiore è la pressione idrostatica, ma che non viene utilizzata sin tanto che la massa liquida rimane in quiete.

L'unico riscontro che noi possiamo rilevare, in questo caso, è la pura reazione del recipiente alla spinta originata al suo interno: se le pareti del recipiente sono indeformabili, si può ben dire che la massa liquida non compie nessun "lavoro" e tutta l'energia da essa posseduta rimane "imprigionata".

Abbiamo usato un termine nuovo: "**lavoro**". E' questo un termine che trova riscontro nello studio della Fisica che, elementarmente, lo definisce quale:

prodotto di una forza applicata a un grave per lo spostamento da questo realizzato.

Il concetto di "lavoro" è ben più ampio di questa semplice definizione non significativi e non è questa la sede in cui valga la pena di ampliarlo; a noi basta percepire il fatto che la produzione di "lavoro" da parte dell'energia disponibile è strettamente legata al concetto di "movimento".

Riprendendo il nostro ormai vecchio recipiente, possiamo dire che potremmo sfruttare l'energia in esso contenuta solo "liberandola" dal vincolo delle pareti che la tengono "imprigionata".

Supponiamo quindi di praticare un foro alla base del recipiente, in modo da mettere in comunicazione il suo contenuto con l'ambiente esterno.

Se all'esterno sussiste una pressione inferiore di quella idrostatica esistente nel punto in cui abbiamo praticato il foro, allora l'acqua fluirà dal recipiente verso l'esterno.

Possiamo tranquillamente accettare il fatto che, là dove esiste una corrente fluida, esiste anche uno squilibrio di pressione e che il verso di detta corrente sarà sempre dal punto a pressione maggiore a quello a pressione minore.

LA PORTATA

L'entità di questo flusso, o corrente, viene denominata "portata", che possiamo identificare con il volume di liquido che passa attraverso l'ormai famoso foro, in un certo tempo.

Cerchiamo di conoscere un po' meglio questa nuova grandezza.

Nel Sistema tecnico, l'unità di misura della portata è il:

m³/s (metri cubi al secondo)

E' questa un'unità molto grande (ricordiamo che 1m³ corrisponde a 1000 litri)

Nella pratica sono usate altre unità di portata, generalmente più piccole, quali:

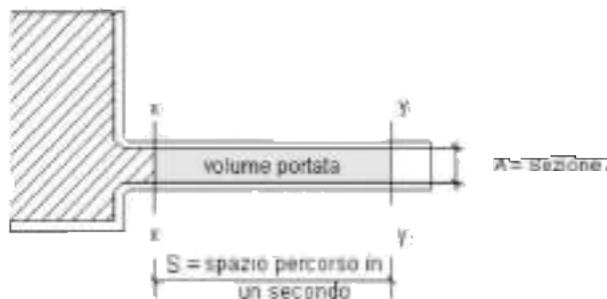
l/s (litri al secondo) e **l/m'** (litri al minuto primo)

Il concetto di portata è intuitivo, ma un piccolo esempio, oltre a meglio chiarirlo, può risultare utile per introdurre altre grandezze che ci serviranno più avanti.

In un recipiente forato applichiamo sul foro un tubo perfettamente cilindrico con sezione interna A. Considerando ora una sezione x-x dell'acqua in movimento lungo la tubazione. Visto che il liquido si muove, dopo un certo tempo T, le particelle di liquido giacenti sulla sezione x-x si saranno spostate in una nuova posizione che chiamiamo y-y. Indichiamo con S lo spazio da esse

percorso (la distanza fra la sezione x-x e quella y-y).

L'acqua contenuta nel volume compreso fra le due sezioni, rappresenta la "portata".



Supponiamo ad esempio che:

A = sezione interna del tubo sia pari a 1 dm²

S = distanza che separa la posizione delle sezione (x-x) e (y-y) sia di 2 m.

T = tempo impiegato dalla sezione (x-x) per raggiungere la posizione (y-y) sia di 2 secondi.

Valutiamo il volume interno del tubo fra le due sezioni:

V = A x S = 1 x 20 = 20 dm³ (pari a 20 litri).

Siccome la distanza (S) è stata percorsa in 2 secondi, la portata risulta:

Q = V / T = 20 / 2 = 10 litri al secondo

L'acqua è un elemento che, allo stato liquido, non si lascia dilatare né comprimere.

Riprendendo il nostro recipiente e supponendo che questo sia pieno, essendo l'acqua incomprimibile, affinché dal lato recipiente possa entrare nella tubazione una certa quantità di acqua, dobbiamo ammettere che la stessa quantità deve anche uscire dal lato opposto.

Da questa ovvia conclusione, possiamo ricavare una considerazione:

in una condotta in cui si riconosca un solo punto di ingresso e un solo punto di uscita, la portata si mantiene costante in ogni punto, qualsiasi ne sia la forma e la dimensione.

LA VELOCITA'

Possiamo, chiederci se fra la portata e la velocità (rapporto fra lo spazio ed i tempo impiegato per percorrerlo) esiste una relazione.

Ricordiamo innanzitutto le grandezze coinvolte nella determinazione della portata:

V = A x S (volume = sezione interna del tubo x spazio percorso dalla sezione x-x)

Q = V / T (Portata = Volume / tempo)

ma se V = A x S allora possiamo anche scrivere:

Q = A x S / T (Portata = Sezione interna x Spazio percorso dalla sez. x-x / tempo)

A questo punto notiamo che il rapporto S / T contenuto nella precedente relazione, altro non è che la velocità e il gioco è fatto.

Possiamo allora dire che:

Q = A x U (Portata = Sezione interna del tubo x Velocità dell'acqua)

E' un risultato interessante perché rende evidente il fatto che quando è costante la portata (e abbiamo visto come questa sia costante lungo tutta la condotta qualsiasi ne sia la forma e la dimensione) allora **la velocità dipende solo dalla sezione del tubo.**

Se la sezione rimane sempre la stessa allora la velocità sarà costante, ma se la sezione varia,

anche la velocità dell'acqua cambia in modo inversamente proporzionale: se il tubo si restringe, la velocità aumenta; se il tubo si allarga, la velocità diminuisce.

LA PRESSIONE IDRODINAMICA

A questo punto abbiamo a disposizione tutte le grandezze di base necessarie per poter valutare una semplice rete di distribuzione, ma prima di procedere con qualche esemplificazione è necessario considerare ancora qualche aspetto a riguardo della pressione.

Quando ne abbiamo parlato, abbiamo sempre considerato i suoi effetti su di una massa liquida in quiete, sottoposta alla sola forza di gravità; quando l'acqua entra in movimento, però, si generano dei fenomeni che influenzano la pressione idrostatica.

Con il sistema in quiete, la forza "peso" rilevabile dalla pressione idrostatica, non genera "lavoro" in quanto passivata dalla reazione delle pareti del recipiente.

Quando pratichiamo il classico foro nel recipiente rompiamo questo equilibrio e l'acqua viene messa in movimento, spinta verso l'esterno.

Parte dell'energia posseduta dalla massa liquida viene impiegata proprio per imprimere questo movimento, dell'altra energia viene poi dissipata per vincere le resistenze che l'acqua incontra nel suo cammino, forze antagoniste che si oppongono al moto (le stesse che contrastano il movimento di un'automobile sulla strada o di un aereo nell'aria).

Queste forze vengono generalmente chiamate "resistenze passive" e la perdita di pressione a loro imputabile viene definita "perdite di carico".

In pratica, misurando con un manometro la pressione in un tubo derivato da un sistema in quiete, rileviamo la pressione idrostatica; quando dalla stessa tubazione preleviamo dell'acqua, la pressione che leggeremo sul manometro sarà senz'altro minore di quella idrostatica.

La differenza fra le due letture esprime il valore delle "perdite di carico" che si sono originate lungo la condotta.

Essere in grado di valutare l'entità di questa perdita di pressione è di fondamentale importanza nel dimensionamento di una rete idrica e, in ultima analisi, è lo scopo che ci prefiggiamo.

LE RESISTENZE PASSIVE

Le resistenze passive, forze che si oppongono al movimento dell'acqua in una condotta possono essere, fondamentalmente di due tipi:

- continue
- occasionali o accidentali

Le prime sono quelle che si generano lungo tutto il percorso del liquido e sono dovute a due cause:

- all'attrito interno che si verifica nella massa liquida a livello delle singole particelle che la costituiscono. Esse, potendo muoversi l'una rispetto l'altra, perdono energia per effetto delle collisioni e degli sfregamenti che tale moto comporta.
- all'attrito esterno che si origina per la collisione delle particelle elementari costituenti la massa liquida con le pareti della tubazione con le quali vengono in contatto.

Le resistenze occasionali o accidentali, come arguibile dal loro nome, sono invece originate, localmente, dalla presenza di ostacoli particolari quali, bruschi cambiamenti di sezione o di direzione, valvole, saracinesche ecc.

PERDITE DI CARICO CONTINUE

Normalmente le resistenze passive di tipo continuo, sono quelle che hanno maggior peso nel determinare il fenomeno di perdita di pressione sopracitato.

Le perdite di carico continue possono essere determinate con l'applicazione di opportune formule ricavate sperimentalmente. Consigliamo l'uso della relazione sperimentata dai Professori *Marzolo, Dategi e Veronese* per due essenziali motivi:

la formula è stata ricavata dall'analisi del comportamento delle tubazioni in PVC ed è applicabile per le tubazioni definite "super lisce" come quelle in Polietilene e Polipropilene.

Questi materiali sono ampiamente usati nell'impiantistica irrigua, non solo per le loro particolari caratteristiche meccaniche e chimiche, ma anche perché, offrendo al passaggio dell'acqua superfici interne particolarmente levigate, riducono la perdita di carico per attrito esterno.

Il secondo motivo sta nella semplicità della formula. Essa si esprime come segue:

$$i = Q^{1.8} \times K \quad \text{dove:}$$

i = perdita di carico in mm.c.a. originata su un metro di tubazione

Q = Portata che attraversa la tubazione espressa in l / s.

K = Coefficiente ricavabile dall'espressione $K = 15.860 / d^{4.8}$

nella quale il termine (d) rappresenta il diametro interno della tubazione misurato in cm.

Questa formula si applica per condotte aventi diametro interno superiore a 4.7 cm:

Per tubazioni aventi diametri interni minori di 4.7 cm., può essere invece usata la seguente relazione:

$$i = Q^2 \times K1 \quad \text{dove:}$$

i = Perdita di carico in mm.c.a. originata su un metro di tubazione

Q = Portata che attraversa la tubazione espressa in l / s.

$K1$ = Coefficiente ricavabile dall'espressione: $K1 = 8570 \times (1 + 1 / \sqrt{d})^2 / d^5$

nella quale il termine (d) rappresenta il diametro interno della tubazione misurato in cm.

Osservando le formule di cui sopra, viene spontanea una considerazione.

Si noti come la perdita di carico (i) sia legata, proporzionalmente e in modo all'incirca quadratico, alla portata (Q).

Da quanto detto precedentemente, ricordiamo che la velocità (U) è a sua volta proporzionale alla portata (Q). Possiamo senz'altro arrivare alla conclusione che anche la velocità (U) è proporzionale alla perdita di carico (i).

In teoria non c'è limite al valore che può assumere il termine U = velocità.

In pratica, però, ci sono alcune considerazioni da fare:

- **La velocità incide sul valore delle perdite di carico in modo pressoché quadratico, cioè, a parità di sezione se la velocità raddoppia, le perdite di carico si quadruplicano.**
- **Se nell'acqua vengono trasportate sostanze in sospensione (un pò di sabbia, limo, ecc), cosa, purtroppo tutt'altro che rara, il controllarne la velocità permette di limitare il fenomeno di erosione che queste particelle solide sono in grado di originare urtando le pareti della tubazioni, specialmente in occasione di scambi di direzione e di sezione. Il fenomeno è tanto più evidente quanto minore è la durezza del materiale costituente la tubazione e merita, perciò, particolare considerazione con l'uso delle moderne materie plastiche (PVC, Polietilene, Polipropilene ecc.)**
- **Il colpo di ariete, fenomeno che origina un'onda d'urto dovuta alla brusca interruzione del flusso idrico, è pure una funzione della velocità: i valori che esso può raggiungere sono tali da compromettere, in alcuni casi, la stessa integrità dell'impianto.**

Tutte le su menzionate ragioni indicano la necessità di contenere la velocità dell'acqua nelle tubazioni entro limiti ragionevoli.

Con l'uso di tubazioni plastiche, tali limiti non dovrebbero discostarsi da:

$$(\underline{U = 1.5 - 1.6 \text{ m/s}})$$

I principali produttori forniscono per ogni tipo e diametro di tubazione delle tabelle con l'indicazione della velocità in funzione della portata.

Sulla base della relazione *Marzolo, Datei e Veronese* abbiamo riportato nelle pagine seguenti dei grafici dai quali si può desumere, in funzione della velocità dell'acqua che si vuole mantenere all'interno di una tubazione, la perdita di carico per metro (in mm.c.a) corrispondenti alla portata (l/min).

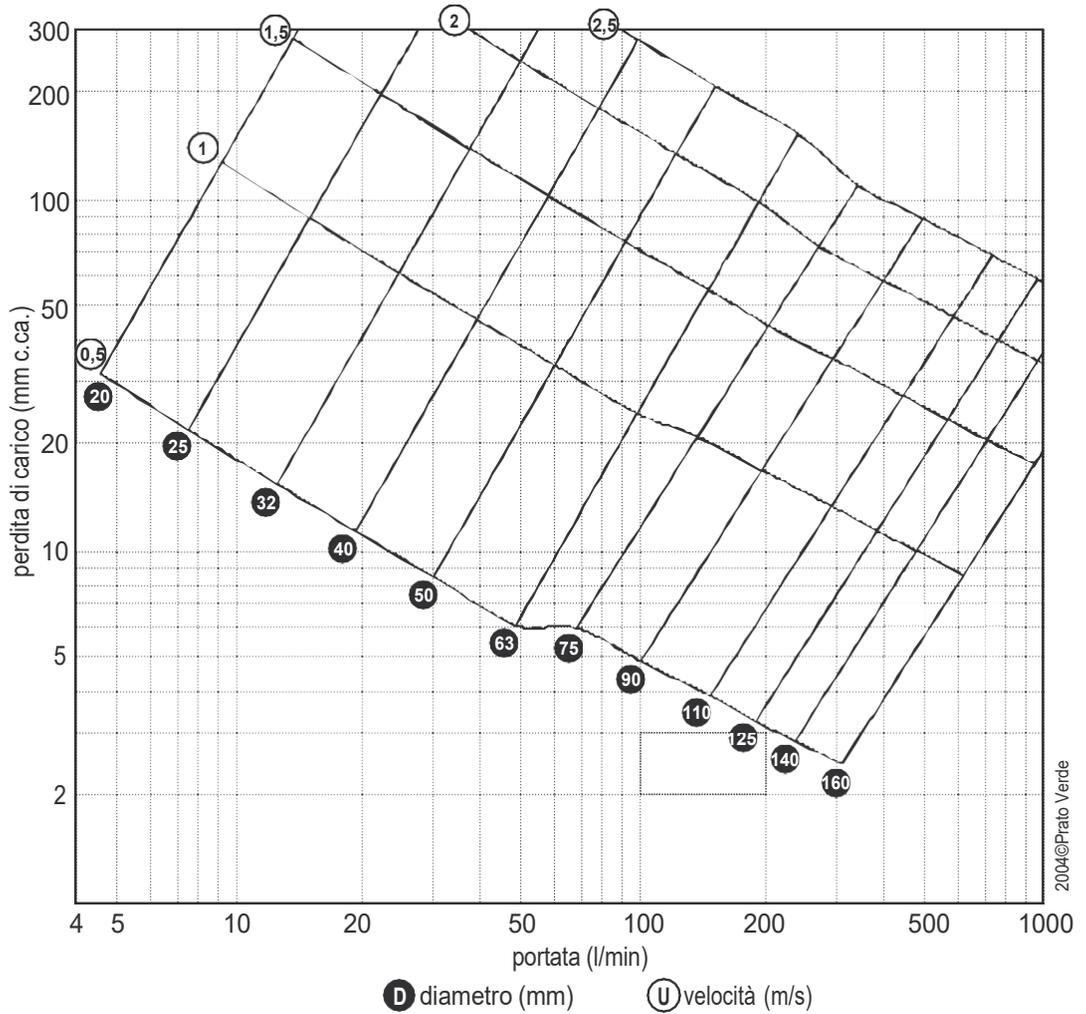
Coerentemente con le nuove normative i tubi sono identificati in termini di:
SDR (Size Dimensions Ratio - rapporto fra diametro e spessore)
D (diametro)

Perdite di carico

Tubazioni SDR 7,4

PE80 - pressione nominale 20 bar

PE100 - pressione nominale 25 bar

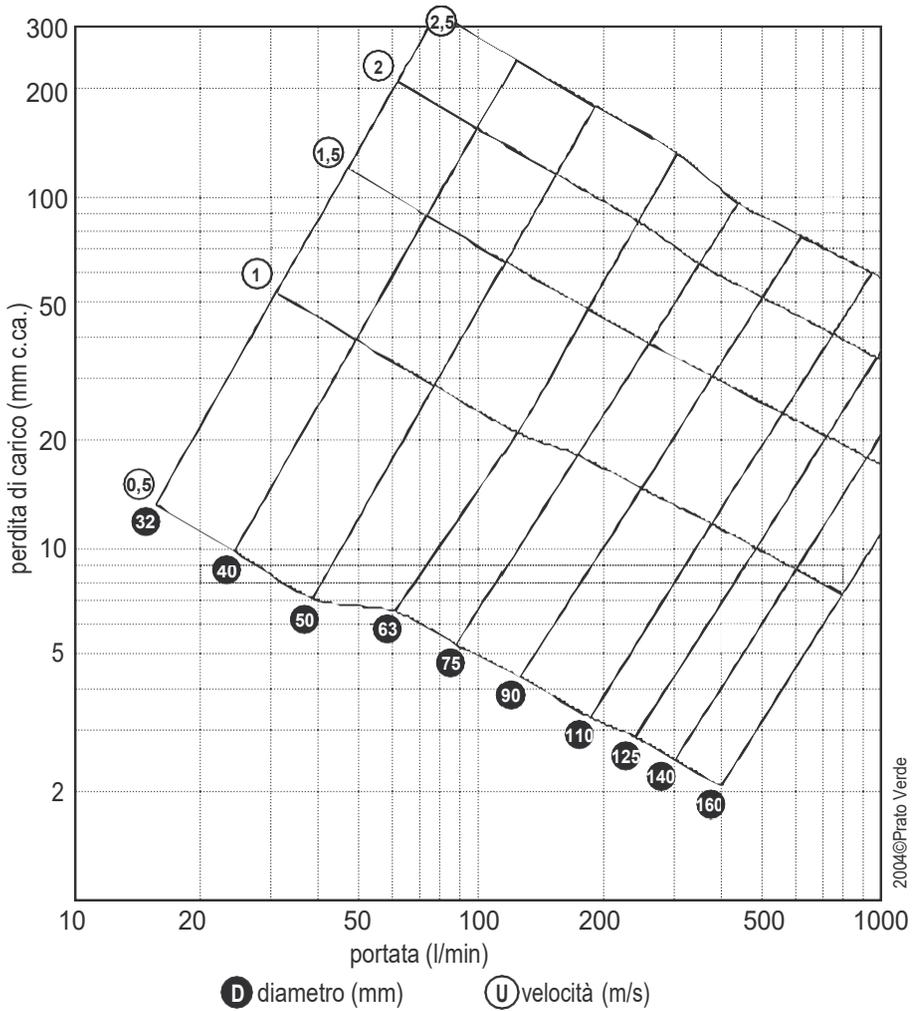


Perdite di carico

Tubazioni SDR 11

PE80 - pressione nominale 12,5 bar

PE100 - pressione nominale 16 bar



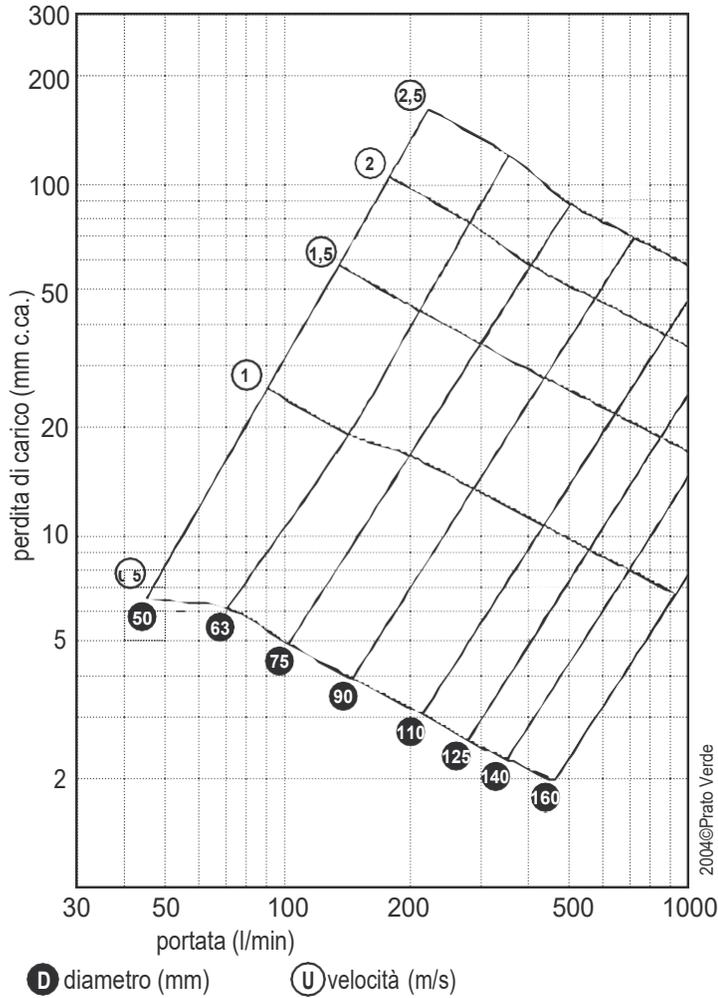
2004©Prato Verde

Perdite di carico

Tubazioni **SDR 17**

PE80 - pressione nominale **8 bar**

PE100 - pressione nominale **10 bar**



2004©Prato Verde

PERDITE DI CARICO OCCASIONALI O ACCIDENTALI

Esiste, ovviamente, una teoria per la precisa valutazione delle perdite di carico accidentali. L'uso delle formule che da essa derivano, comunque, è tutt'altro che semplice e pratico. Anche in questo caso, per semplicità, si può ricorrere ad un sistema di valutazione alternativo che si avvale di opportune tabelle che permettono di trasformare ogni possibile "accidente", cioè ogni fonte di perdita occasionale, in metri equivalenti di tubazione.

Per meglio chiarire facciamo un semplice esempio, avvalendoci della seguente tabella:

TABELLA DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO

Denominazione	Particolari costruttivi o di esercizio	Grado di apertura	L / D
Valvola a globo	Sede libera	100 %	340
	Otturatore guidato	100 %	450
Valvola ad angolo	Sede libera	100 %	145
	Otturatore guidato	100 %	200
Valvola a flusso libero	Asta inclinata di 60°	100 %	175
	Asta inclinata di 45°	100 %	145
Saracinesca	A cuneo	100 %	13
		75 %	35
		50 %	160
		25 %	900
Valvola a farfalla	DN maggiore di 150	100 %	20
Valvola a sfera	Passaggio totale	100 %	5
Rubinetto a maschio (a 2 oppure 3 vie)	Flusso dritto	100 %	44
	Flusso a 90°	100 %	140
Valvola di ritegno	A globo	100 %	340
	Ad angolo	100 %	145
	A battente	100 %	135
	A sfera (verticale)	100 %	150
	A sfera (orizzontale)	100 %	150
Valvola di fondo	Con succheruola	100 %	420
Raccordi	Gomito a 90°		30
	Gomito a 45°		16
	Curva a 90°		20
	Te (passaggio dritto)		20
	Te (passaggio a 90°)		60

Nota per l'uso della tabella:

Il rapporto L / D mette in relazione la lunghezza equivalente di tubazione (L) con il diametro dell'elemento in considerazione (D), il tutto valutato in metri.

Si abbia, a titolo di esempio, una condotta del diametro di 63 mm. Con uno sviluppo di 50 metri. Lungo il suo percorso, siano posizionate:

- 1 saracinesca
- 1 valvola di non ritorno a sfera
- 3 gomiti a 90°

Dalla tabella rileviamo:

- per la saracinesca (supposta completamente aperta): $L / D = 13$
- per la valvola di non ritorno: $L / D = 150$
- per un gomito a 90° : $L / D = 30$

Il rapporto L / D mette in relazione la lunghezza equivalente della tubazione con il diametro dell'accessorio che provoca la perdita di carico accidentale, diametro che si valuta in metri. Supponendo ora che gli "accidenti" presenti lungo la tubazione in discussione, ne conservino il diametro, possiamo valutare:

- per la saracinesca: $L = 13 \times 0,063 = 0,819$ metri equivalenti
- per la valvola di ritegno: $L = 150 \times 0,063 = 9,450$ metri equivalenti
- per i 3 gomiti a 90° : $L = 3 \times (30 \times 0,063) = 5,670$ metri equivalenti

per un totale di 15,939 metri equivalenti (circa 16 metri)

In pratica, i vari "accidenti" produrranno la stessa perdita di carico che avremmo in 16 metri di condotta lineare. A questo punto, se noi sommiamo alla lunghezza reale della nostra tubazione (50 m.) la lunghezza equivalente agli "accidenti" (16 m.), valutando le perdite di carico continue con l'uso delle formule precedentemente citate, comprenderemo anche le perdite occasionali.

Generalità sul posizionamento degli irrigatori

Quando si progetta un impianto di irrigazione si cerca di ottenere la distribuzione d'acqua più uniforme possibile, in altre parole si cerca di costruire un sistema che fornisca lo stesso quantitativo d'acqua a tutti i punti dell'area sottoposta ad irrigazione.

Definiamo prima di tutto l'intensità di pioggia:

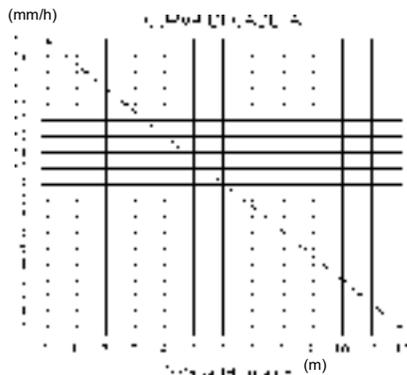
L'intensità di pioggia (I_p) è il volume d'acqua caduto nell'unità di tempo nell'unità di superficie. Si misura in millimetri all'ora (mm/h) o litri ora per metro quadro (l/h m²).

Le due misure sono numericamente uguali.

Esaminiamo sotto questo aspetto il comportamento e le caratteristiche degli irrigatori a pioggia e si comincia con il verificare il caso di un irrigatore isolato.

La prima cosa da considerare è la curva o profilo di caduta dell'irrigatore.

Questo grafico mette in relazione la quantità d'acqua fornita nell'unità di tempo e di superficie con la quale, sull'asse delle ascisse, si legge la distanza dall'irrigatore, mentre sull'asse delle ordinate si trova l'intensità di precipitazione.



La prima osservazione che risulta dall'esame di questa curva è che non si può certo parlare di uniformità di distribuzione. Al contrario, si può osservare che l'intensità di precipitazione tende a diminuire con l'aumentare della distanza.

Con un semplice ragionamento ci si può anche rendere conto del perché si osservi questo comportamento: si immagini l'area circostante l'irrigatore delimitata in cerchi concentrici e, rifacendoci all'esperimento descritto in precedenza, si traccino questi cerchi alla distanza di 25 centimetri l'uno dall'altro.

Si considerino ora due corone circolari:

- quella che va da 0.75 metri ad 1.00 metro ha un'area pari a 13744 cm²
- quella che va da 3.75 metri a 4.00 metri ha un'area pari a 19375 cm²

Si vede subito che la corona più distante dall'irrigatore ha un'area sensibilmente superiore rispetto a quella della corona più vicina. E' chiaro quindi che, all'aumentare della distanza, l'irrigatore dovrebbe fornire una portata sempre più grande perché, distribuendola sulla rispettiva corona, si generi una caduta costante.

Da tutte queste osservazioni risulta chiaro come un irrigatore isolato non rappresenti un mezzo idoneo ad ottenere un'accettabile uniformità di distribuzione.

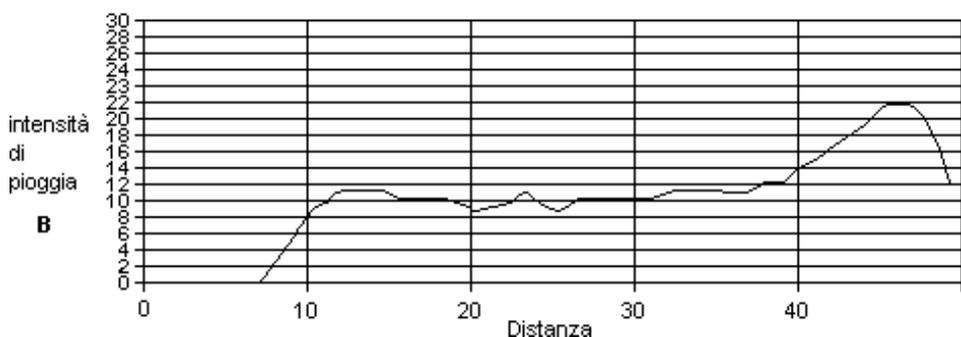
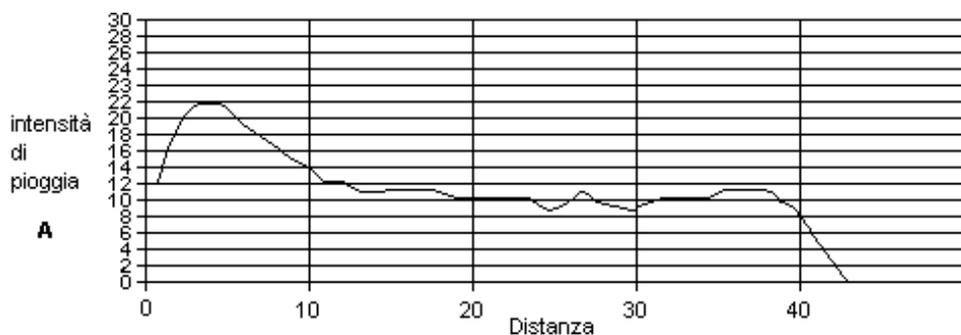
La soluzione di questo problema consiste nell'impiegare gli irrigatori associandoli in maniera da compensare le irregolarità di distribuzione di ciascuno.

SOVRAPPOSIZIONE DEGLI IRRIGATORI

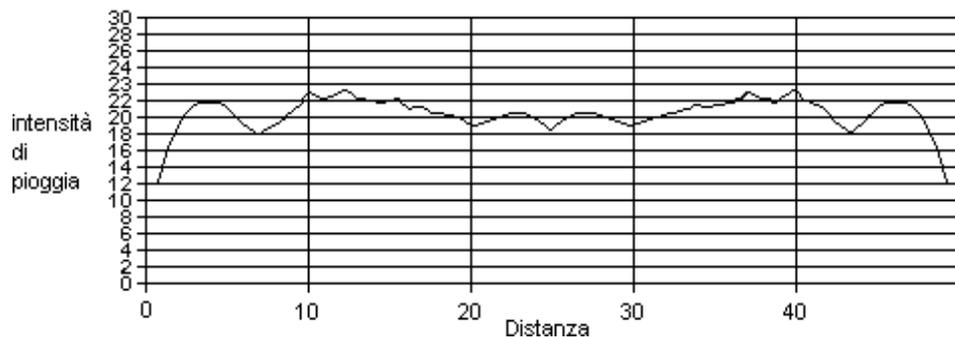
Disponiamo due irrigatori uguali ad una distanza pari alla loro gittata ed esaminiamo la qualità della distribuzione lungo la linea che li congiunge.

Nella figura sono riportate le curve di caduta di due irrigatori (A e B) e la curva risultante dalla loro sovrapposizione.

Si può vedere che, a mano a mano che uno dei due riduce il suo apporto idrico, l'altro lo aumenta compensando esattamente la perdita. Il risultato netto è che su tutta la linea l'intensità di pioggia rimane costante, si ha, cioè, una distribuzione ottima.



CADUTA RISULTANTE



IL VENTO

Il vento può modificare di molto le caratteristiche di distribuzione di un irrigatore e per renderci conto di come ciò avvenga si considera il modo in cui viene distribuita l'acqua in condizioni di assenza di vento. Supponendo che l'irrigatore ruoti con una velocità uniforme, si avrà una zona di caduta di forma circolare, nella quale, a parità di distanza, si avrà un tasso di precipitazione costante e corrispondente con quanto riportato nella curva di caduta.

Sotto l'effetto del vento questa disposizione circolare e simmetrica viene deformata in due modi:

- Il primo, e più macroscopico, effetto del vento sarà quello di modificare la forma e la posizione della zona di caduta. Si può infatti osservare come la zona irrigata si sposti nella direzione del vento e da circolare assuma una forma ovoidale. In tali condizioni l'irrigatore non si trova più al centro della zona di caduta.
- Il secondo effetto è meno visibile ma non è per questo meno importante. Misurando l'intensità di pioggia nei punti raggiunti dall'azione dell'irrigatore si può osservare come questa non segua più l'andamento che aveva in assenza di vento, in altre parole si verifica come il vento modifichi l'andamento della curva di caduta.

E' evidente che questo effetto pregiudica gravemente l'uniformità della distribuzione.

Nel progettare un impianto di irrigazione si dovranno tenere presenti le condizioni di vento e di esposizione della zona interessata e, per ovviare a queste condizioni, è necessario modificare la distanza ideale alla quale vengono posizionati gli irrigatori.

Toro suggerisce di non utilizzare i dati di spaziamento per vento nullo, ma di progettare prendendo in considerazione le peggiori condizioni di ventosità.

PRINCIPALI SCHEMI DI POSIZIONAMENTO

Esistono fondamentalmente tre modi per posizionare gli irrigatori e la scelta dipende principalmente dalla forma dell'area da irrigare.

Questi sono: a quadrato, a triangolo e in linea.

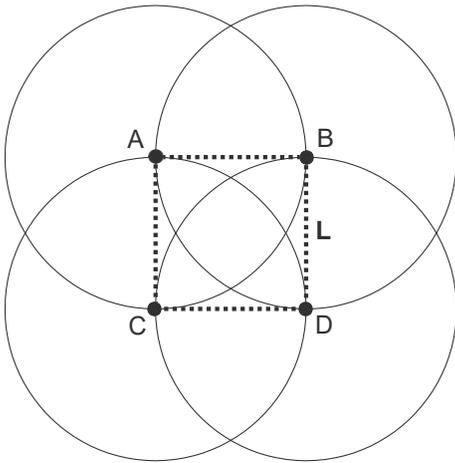
La distanza degli irrigatori viene determinata dalla casa costruttrice in relazione al tipo di irrigatore per garantire l'uniformità di caduta all'interno dell'area. La presenza di vento contribuisce a creare disuniformità e il raggio di influenza degli irrigatori può quindi variare.

	Posizionamento in quadrato	Posizionamento in triangolo	Posizionamento in singolo rango
Senza vento	110%	120%	-
Vento a 7 Km/h	-	110%	-
Vento a 13 Km/h	90%	-	90%

Nella pratica succede spesso che, per coprire aree irregolari, la disposizione a quadrato si mescoli alla disposizione a triangolo. In questi casi non è possibile mantenere costante la distanza fra gli irrigatori.

Disposizione a Quadrato

Gli irrigatori sono posizionati ai vertici di un quadrato e sono caratterizzati da una portata Q .



Nell'area ABCD cade $1/4$ della portata di ciascun irrigatore per cui la caduta totale nell'area, espressa in l/min è pari a $Q/4 \times 4 = Q$.

L'intensità di pioggia (I_p) espressa in $l/m^2 h$, è pertanto data da:

$$I_p = (Q/4 \times 4 \times 60) / A$$

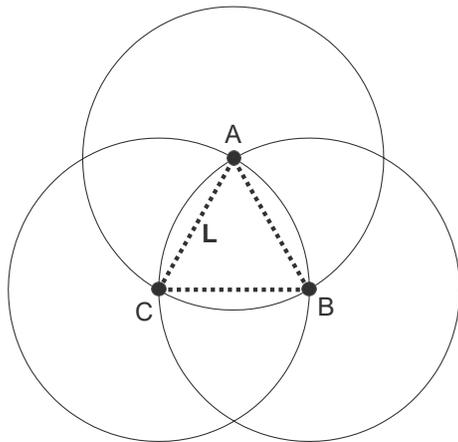
dove A = area del quadrato ABCD espressa in metri quadrati.

Se il lato dell'area vale L , l'area misura L^2 e l'intensità di pioggia I_p è:

$$I_p = (Q \times 60) / L^2$$

Disposizione a Triangolo

Gli irrigatori sono posizionati ai vertici di un triangolo e sono caratterizzati da una portata Q .



Esprimendo:

I_p in litri / $m^2 h$

Q in litri/minuto

L in metri

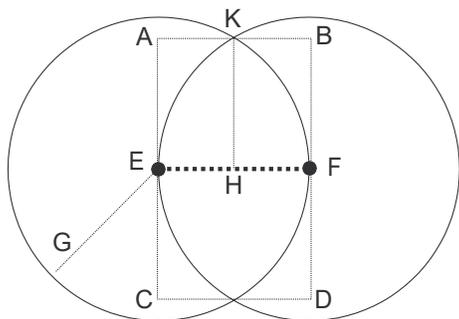
e considerando che nel triangolo ogni irrigatore insiste per $1/6$ della sua copertura, l'intensità di pioggia deriva dalla seguente formula:

$$I_p = (Q/6 \times 3 \times 60) / (L^2 \times \text{sen } 60^\circ) = 69,28 \times Q / L^2$$

dove $(L^2 \times \text{sen } 60^\circ)$ è l'area di un triangolo equilatero di lato L.

Disposizione in Linea

Con una distribuzione in linea l'area di influenza di due irrigatori adiacenti è considerata quella compresa nel rettangolo ABCD.



Definendo con:

G = la distanza fra due irrigatori limitrofi

Q = la portata dell'irrigatore in l/min

I_p = la caduta media che si realizza nel rettangolo espressa in l/m² h

2HK = distanza fra i due punti limite dell'incrocio fra le due circonferenze d'azione dell'irrigatore (raggio x 0,866)

La superficie su cui cade l'acqua (superficie del rettangolo ABCD) è:

$$DC \times 2HK = G \times 2HK = 2 \times 0,866 \times G^2$$

Approssimando la caduta di ogni singolo irrigatore nel rettangolo a 1/2 della portata totale, l'intensità di pioggia sarà pari a:

$$I_p = (Q/2 \times 2 \times 60) / (2 \times 0,866 \times G^2) = 34,64 \times Q / G^2$$

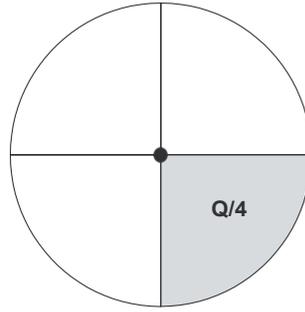
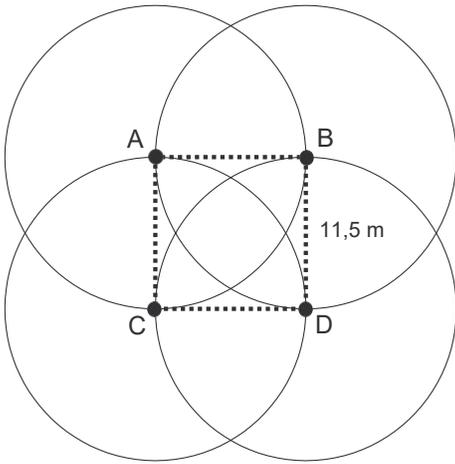
ESEMPI:

Caso A

Ipotizziamo di posizionare ai vertici di un quadrato di lato ca. 11,5 m quattro irrigatori V1550 funzionanti alla pressione di 3,5 bar e di impostare sugli stessi l'ugello 3.

Prestazioni ugello V-1550 MultiMatrix a bassa pressione dati a 25° di traiettoria – Valori Metrici																								
Pressione alla base		Serie Ugelli Consigliati per la maggior parte delle prestazioni																						
		1			1.5			2			3			4			4.5			6				
bar	kPa	Kg/cm ²	Gittata	l/min	m ³ /hr																			
2,0	200	2,04	9,1	4,0	0,24	9,4	4,8	0,29	9,8	7,7	0,46	10,0	9,5	0,57	10,0	12,4	0,74	10,0	13,7	0,82	10,3	19,1	1,15	10,3
2,5	250	2,55	9,2	4,4	0,26	9,8	5,3	0,32	10,7	8,5	0,51	11,0	10,8	0,65	11,0	14,3	0,86	11,4	15,7	0,94	12,3	21,9	1,31	12,3
3,0	300	3,06	9,5	4,8	0,29	10,1	5,8	0,35	11,1	9,3	0,56	11,4	11,9	0,72	11,9	15,9	0,95	12,2	17,8	1,07	13,4	24,7	1,48	13,6
3,5	350	3,57	9,5	5,1	0,30	10,1	6,3	0,38	11,3	10,0	0,60	11,6	13,0	0,78	12,5	17,2	1,03	12,8	19,4	1,16	14,3	26,1	1,56	14,6
4,0	400	4,08	9,3	5,3	0,3	10,1	6,8	0,4	11,6	10,5	0,63	11,9	14,7	0,83	12,6	18,4	1,11	13,2	20,8	1,25	15,1	27,7	1,66	15,4
4,5	450	4,59	9,2	5,5	0,3	10,1	7,2	0,4	11,6	10,7	0,64	11,9	14,6	0,87	12,8	19,5	1,17	13,7	21,9	1,32	15,5	29,3	1,76	15,8
5,0	500	5,10	9,2	5,7	0,3	9,8	7,5	0,4	11,5	11,0	0,7	11,8	15,3	0,9	12,8	20,2	1,2	14,0	23,0	1,4	15,9	30,6	1,84	16,5

Dalla tabella delle prestazioni ricaviamo che la portata dell'irrigatore a quella gittata è di 13 litri al minuto.



Nel quadrato ABCD l'acqua che esce dall'irrigatore A e che cade nel quadrato stesso è un quarto della portata totale dell'irrigatore. Indicando questa quantità con Q_A risulta:

$$Q_A = 3,25 \text{ litri/min.}$$

Lo stesso vale per gli altri tre irrigatori B, C e D con il risultato che la portata totale nel quadrato risulta:

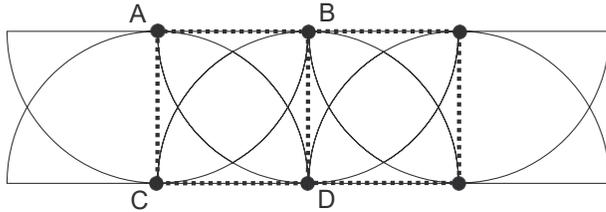
$$Q_{ABCD} = 3,25 \times 4 = 13 \text{ l/min}$$

Applicando la formula di pag.78 per il calcolo dell'intensità di precipitazione

$$I_p = (Q \times 60) / L^2 = (13 \times 60) / 11,5^2 = 5,9 \text{ l/h m}^2$$

Caso B

Posizioniamo gli stessi irrigatori V1550, sempre regolati sull'ugello 3 e quindi con una gittata di 11,5 m e portata di 13 l/m nella configurazione sotto indicata e ne regoliamo il funzionamento a 180°.



L'apporto idrico di ciascuno degli irrigatori A, B, C e D nel quadrato da essi delimitato è metà della portata dell'irrigatore e quindi di 6,5 l/min. Ne consegue che la portata totale che insiste sul quadrato ABCD ad opera dei quattro irrigatori risulta di 26 l/min.

Applicando la formula per l'intensità della precipitazione si ha:

$$I_p = 60 \times 26 / 11,5^2 = 11,8 \text{ l/h m}^2$$

Si può notare come I_p sia doppia di quanto risulta nel caso A, pertanto, per ottenere la distribuzione della stessa quantità di acqua, gli irrigatori disposti come in questo caso dovranno essere fatti funzionare per un tempo pari alla metà di quello del caso A.

Volendo somministrare una quantità d'acqua di 5 l/m² ed indicando con T la durata dell'irrigazione risulta, nei due casi:

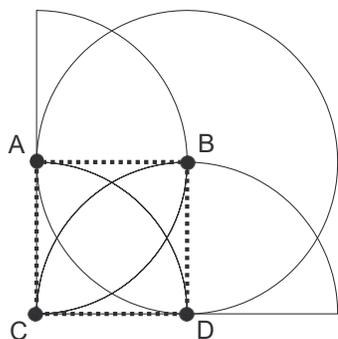
$$T \text{ (caso A)} = 5/5,9 = 0,85 \text{ ore} = 51 \text{ minuti}$$

$$T \text{ (caso B)} = 5/11,8 = 0,42 \text{ ore} = 25 \text{ minuti}$$

La proporzionalità

Come combinare irrigatori diversi nella stessa area

Consideriamo la configurazione riprodotta nella figura seguente.



Utilizziamo sempre irrigatori V1550FLP alla pressione di 3.5 bar.

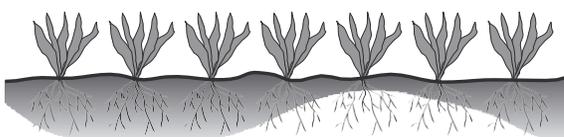
Se i 4 irrigatori fossero tutti regolati sull'ugello 3 avremmo che le portate nell'area ABCD sarebbero rispettivamente:

$$Q_A = Q_D = 13/2 \text{ l/min}$$

$$Q_B = 13/4 \text{ l/min}$$

$$Q_C = 13 \text{ l/min}$$

L'apporto di acqua nella superficie sarebbe quindi non uniforme.



Gli irrigatori TORO sono caratterizzati dalla proporzionalità delle prestazioni fra i vari ugelli. Scegliendo quindi per i 4 irrigatori ugelli fra loro proporzionali è possibile avere la stessa precipitazione nell'area da parte di ogni irrigatore.

Prestazioni ugello V-1550 MultiMatrix a bassa pressione dati a 25° di traiettoria- Valori M

Pressione alla base	Serie Ugelli																						
	Serie Ugelli Consigliati per la maggior parte delle prestazioni																						
	1			1.5			2			3			4			4.5			6				
bar	kPa	kg/cm ²	Gittata	l/min	m ³ /hr																		
2,0	200	2,04		4,0	0,24	9,4	4,8	0,29	9,8	7,7	0,46	10,0	9,5	0,57	10,0	12,4	0,74	10,0	13,7	0,82	10,3	19,1	1,15
2,5	250	2,55		4,4	0,26	9,8	5,3	0,32	10,7														
3,0	300	3,06		4,8	0,29	10,1	5,8	0,35	11,1														
3,5	350	3,57		5,1	0,30	10,1	6,3	0,38	11,3														
4,0	400	4,08	9,3	5,3	0,3	10,1	6,8	0,4	11,6														
4,5	450	4,59	9,2	5,5	0,3	10,1	7,2	0,4	11,6	10,7	0,64	11,9	14,6	0,87	12,8	19,5	1,17	13,7	21,9	1,32	15,5	29,3	1,76
5,0	500	5,10	9,2	5,7	0,3	9,8	7,5	0,4	11,5	11,0	0,7	11,8	15,3	0,9	12,8	20,2	1,2	14,0	23,0	1,4	15,9	30,6	1,84

Supponiamo che il lato del nostro quadrato sia di 10 metri e che non ci sia presenza di vento per cui scegliamo l'ugello che a 3.5 bar ha una gittata di 10 metri.

Usiamo l'ugello così scelto (1.5) per l'irrigatore C che funziona a 90° e che quindi "versa" nel quadrato tutta la sua portata.

Scegliamo poi l'ugello 3 per gli irrigatori A e D che funzionano a 180°.

L'ugello 3 ha infatti una portata doppia dell'1.5 e insistendo sul quadrato per metà della sua area di funzionamento, apporterà la stessa quantità d'acqua dell'irrigatore C.

Analogo ragionamento per l'irrigatore B che apporta sul quadrato solo 1/4 della sua portata. Scegliendo l'ugello 6 avremo anche qui la stessa portata dell'irrigatore che funziona a 90°.

Partendo dalle tabelle delle prestazioni dei vari irrigatori TORO per utilizzo in aree residenziali e commerciali abbiamo identificato, alla pressione di 2.5 bar per gli irrigatori statici e di 3.5 bar per gli irrigatori dinamici, le combinazioni di ugelli per l'utilizzo di irrigatori con angoli di lavoro diversi nello stesso quadrato. La distanza indicata è uguale al lato del quadrato ed è pari alla gittata dell'ugello che lavora a 90°. Poichè però la distanza fra gli irrigatori è influenzata dal vento i valori sono pari alla gittata più il 10% in caso di vento nullo e alla gittata meno il 10% per vento forte.

Una volta stabilite le distanze è possibile, come illustrato a pag.81, calcolare il tempo di funzionamento per fornire nell'area un determinato fabbisogno d'acqua. Ipotizzando (vedi pag.58) un fabbisogno di acqua di **5 litri per m²** al giorno, nella tabella sono indicati i tempi di funzionamento nelle varie combinazioni di ugelli.

Irrigatore	bar	Angolo				Vento nullo		Vento 7 km/h		Vento 13 km/h	
		90°	180°	270°	360°	Distanza ^(m)	Tempo ^(min)	Distanza ^(m)	Tempo ^(min)	Distanza ^(m)	Tempo ^(min)
Serie LPS											
LPS210/410	2,4	ugello regolabile incorporato				3,74	9,1	3,40	7,5	3,06	6,1
LPS212/412	2,4	ugello regolabile incorporato				4,73	9,7	4,30	8,0	3,87	6,5
LPS215/415	2,4	ugello regolabile incorporato				5,39	9,3	4,90	7,7	4,41	6,2
LPS217/417	2,4	ugello regolabile incorporato				6,05	9,7	5,50	8,0	4,95	6,5
Serie 570											
570MPR-5	2,5	5Q	5H	5TQ	5F	1,65	10,2	1,5	8,4	1,35	6,8
570MPR-8	2,5	8Q	8H	8TQ	8F	2,64	10,6	2,4	8,8	2,16	7,1
570MPR-10	2,5	10Q	10H	10TQ	10F	3,3	10,9	3	9,0	2,7	7,3
570MPR-12	2,5	12Q	12H	12TQ	12F	4,07	11,4	3,7	9,4	3,33	7,6
570MPR-15	2,5	15Q	15H	15TQ	15F	5,06	11,2	4,6	9,3	4,14	7,5
Serie 300											
300	3,5	ugello 01 regolabile				6,05	16,6	5,5	13,7	4,95	11,1
300	3,5	ugello 02 regolabile				8,14	25,5	7,4	21,1	6,66	17,1
300	3,5	ugello 03 regolabile				10,12	20,8	9,2	17,2	8,28	13,9
300	3,5	ugello 63 regolabile				10,12	41,6	9,2	34,4	8,28	27,8
300	3,5	ugello 93 regolabile				10,12	27,7	9,2	22,9	8,28	18,5
Serie Super700											
S700 (25°)	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	13,42	37,0	12,2	30,6	10,98	24,8
S700 (25°)	3,5	2.0	4.5	6.0	9.0	13,75	27,4	12,5	22,7	11,25	18,3
S700 (15°)	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	11,77	28,5	10,7	23,5	9,63	19,0
S700 (15°)	3,5	2.0	4.5	6.0	9.0	12,43	22,4	11,3	18,5	10,17	15,0
S700 (7°)	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	8,8	15,9	8	13,1	7,2	10,6
S700 (7°)	3,5	2.0	4.5	6.0	9.0	9,13	12,1	8,3	10,0	7,47	8,1
Serie V1550 Stand rd											
V1550STD	3,5	1.0	2.0	3.0	4.0	10,45	33,8	9,5	27,9	8,55	22,6
V1550STD	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	10,45	23,5	9,5	19,4	8,55	15,7
V1550STD	3,5	2.0	4.0	6.0	8.0	11,44	20,7	10,4	17,1	9,36	13,9
Serie V1550 Bassa Pressione											
V1550LFLP	3,5	1.0	2.0	3.0	4.0	10,45	29,1	9,5	24,1	8,55	19,5
V1550LFLP	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	11,11	23,9	10,1	19,8	9,09	16,0
V1550LFLP	3,5	2.0	4.0	6.0	8.0	12,43	21,9	11,3	18,1	10,17	14,7
Serie TR50											
TR50 (25°)	3,5	1.0	2.0	3.0	4.5	12,43	46,8	11,3	38,7	10,17	31,3
TR50 (25°)	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	13,42	39,8	12,2	32,9	10,98	26,6
TR50 (25°)	3,5	2.0	4.5	6.0	7.5	13,42	29,4	12,2	24,3	10,98	19,7
TR50 (7°)	3,5	1.0	2.0	3.0	4.5	8,47	21,7	7,7	17,9	6,93	14,5
TR50 (7°)	3,5	1.5	3.0	4.5	6.0	10,12	22,6	9,2	18,7	8,28	15,1
TR50 (7°)	3,5	2.0	4.5	6.0	7.5	11,11	20,1	10,1	16,6	9,09	13,5

Costruzione di un impianto di irrigazione.

Considerazioni sugli elaborati grafici

L'esecuzione di un impianto di irrigazione è, generalmente, preceduta da uno studio dello stesso. Il risultato di detto studio è rappresentato dall'analisi economica (computo metrico estimativo), da una relazione tecnica (atta ad indicare tutti i vantaggi che l'impianto porterà, i suoi pregi, le soluzioni proposte), e da un elaborato grafico, che, generalmente, riporterà, in forma schematica:

- la posizione di ciascun irrigatore
- il percorso delle tubazioni previste e le dimensioni delle stesse
- il percorso e la dimensione dei cavi elettrici (se necessari)
- la posizione delle valvole, dei pozzetti, delle valvole di drenaggio e di sfogo d'aria,
- del programmatore, della pompa o delle prese d'acqua esistenti ecc.

L'installatore, come prima cosa, deve familiarizzare con l'elaborato grafico: va ricordato, per inciso, che nel campo dell'impiantistica irrigua non esiste una normativa che regoli l'uso di particolari simboli: progettisti diversi possono usare simboli diversi per indicare lo stesso componente; questo fatto non deve indurre confusione. Qualora l'elaborato non sia corredato di una legenda, elemento grafico che correla ogni simbolo usato con una precisa definizione, l'installatore prima di iniziare il montaggio, provvederà a costruirsi personalmente una propria legenda che lo metterà al riparo da possibili errori di valutazione.

Proprio perché fornito in maniera schematica, l'elaborato grafico può essere meno preciso per facilitarne la comprensione e avere approssimazione nella lettura della scala.

Passare dalla lettura del disegno alla fase pratica, quindi, richiede un po' di raziocinio.

Si vede quali piccoli ostacoli si possono trovare nell'eseguire le prime vere fasi dell'impianto.

1a Fase - Picchettamento

E' l'operazione con cui si assegna, fisicamente, la posizione di ogni singolo irrigatore. Segnalare queste posizioni con infissione di bandierine o picchetti nel terreno per farle risultare ben visibili. Buona norma sarebbe quella di codificare con colori diversi i picchetti rappresentanti gli irrigatori di ciascun settore in cui l'impianto si suddivide.

In generale si dovrebbe tenere presenti piccole considerazioni del tipo:

1. Non fidarsi mai di considerazioni approssimative come la distanza a passi o a prima vista.
2. Usare sempre strumenti di misura quali bindelle, metri a nastro ecc.
3. Attenersi scrupolosamente al progetto. Piccole differenze che sovente si riscontrano, devono essere diluite fra i vari irrigatori costituenti la linea in cui si rileva l'errore, mai concentrate su di un solo apparecchio. Qualora l'errore fosse tale da indurre differenze di distanza sul campo rispetto alle misure dello schema del 3% (specie se superiori), sarebbe opportuno sentire il progettista.
4. Qualora durante il picchettamento ci si dovesse trovare di fronte al problema di spostare un apparecchio rispetto alla posizione prevista e l'entità di questo spostamento comportasse il suo allontanamento rispetto agli apparecchi limitrofi di una distanza superiore al 10% di quella di progetto, sarebbe bene contattare il progettista.

5. Sopprimere od aggiungere un apparecchio irrigatore è sempre una decisione che deve essere sottoposta al giudizio del progettista.

2a Fase - Tracciatura

E' la fase con la quale viene definito il percorso delle tubazioni, la posizione dei pozzetti e di quanto deve venire interrato e posto nell'impianto.

Questa operazione non può prescindere dalla conoscenza dei materiali che verranno poi impiegati, specie per quanto riguarda la rete di distribuzione.

PE

E' il materiale elastico e flessibile per antonomasia. Anche in questo caso le derivazioni dovrebbero essere normali alla condotta per evitare non tanto le tensioni sulla tubazione derivata, quanto anomali inserimenti nei giunti a compressione tanto usati con le condotte di questo materiale.

Di contro, il cambio di direzione di un tubo in PE deve essere realizzato con un tracciato a largo raggio, onde evitare stiramenti e compressioni della condotta al di là delle caratteristiche fisiche di deformità del materiale. Si potrebbero verificare, al limite, piegamenti dal lato interno del tubo rispetto alla curvatura, a volte gravi da compromettere l'integrità del tubo stesso.

Fermo restando quanto sopra, piccoli accorgimenti riguardanti la tracciatura possono essere i seguenti:

- usare traccianti che non siano facilmente asportabili, in modo da rimanere ben visibili.
- evitare, per quanto possibile sovrapposizioni o accavallamenti.
- cercare di concentrare e in posizione comoda i pozzetti delle valvole e delle saracinesche per facilitare le manovre e le manutenzioni.

3a Fase - Lo scavo

Lo scavo a mano: a prescindere dalle difficoltà che si possono incontrare nell'effettuarlo (per primi il costo ed i tempi di realizzo), oggi la tecnica mette a disposizione mezzi tali da relegare questo tipo di operazione a livello di ausiliaria (comunque sempre necessaria).

Lo scavo con escavatore a braccio: molto usato e valido per tutte le casistiche. Viene utilizzato in qualsiasi tipo di terreno, è rapido e probabilmente il meno costoso. Di contro offre un grado di finitura discutibile, è dirompente e porge materiali di risulta grossolani.

Deve sempre essere abbinato ad operazioni di pulizia e perfezionamento manuale.

Lo scavo con escavatrice catenaria (tecnologia Ditch Witch – pag.130): è senza dubbio il sistema migliore.

Offre l'impagabile vantaggio di una finitura pressoché perfetta. Pochi gli interventi manuali di appoggio e perfezionamento.

Ottima la terra di risulta, finemente sminuzzata ed accuratamente allineata ai bordi dello scavo. Eventuali sassi o trovanti sono sempre separati dalla massa terrosa e quindi facilmente eliminati. La quantità del terreno di risulta è tale da consentire, direttamente, l'allettamento del tubo, fornendo, generalmente, elemento valido anche alla creazione del letto di posa.

Le uniche limitazioni nell'impiego di escavatori a catena si trovano con terreni ricchi di trovanti, sassosi o ghiaiosi e nella larghezza dello scavo che è generalmente compresa tra 20 e 40 centimetri.

Qualità dello scavo

Lo scavo deve avere qualità tali da garantire opportuna stabilità e sicurezza alle tubazioni. Deve altresì essere effettuato in modo tale da facilitare l'operazione di posa.

In primo luogo il fondo dello scavo dovrebbe presentarsi il meno accidentato possibile, cioè privo di grossolane disuguaglianze e soprattutto di trovanti e detriti che potrebbero sollecitare la tubazione a rotture.

In secondo luogo la tubazione interrata dovrebbe essere protetta dagli effetti negativi di tutte quelle tensioni originate dalle forze, interne ed esterne, che su di essa vengono esercitate o possono agire. Tali forze, nel caso di una tubazione interrata, sono essenzialmente quattro.

- La pressione idrostatica di esercizio (sempre attiva dall'interno verso l'esterno del tubo).
- Il colpo d'ariete: forza occasionale, agente dall'interno verso l'esterno della tubazione, che tende ad essere passivata o quanto meno ridimensionata dalla tecnica di progettazione e dalla tecnologia moderna. Essa trae infatti origine da fattori quali:
 - la velocità dell'acqua nella condotta, (entità facilmente controllabile in sede di progetto)
 - il tempo di arresto del flusso liquido in movimento, (fattore cui sopperisce il sistema di costruzione degli organi di intercettazione, operanti su tempi lunghi, relativamente all'ordine di grandezza pericolosa per il colpo d'ariete). Le moderne tubazioni in PE hanno caratteristiche fisiche (elasticità e plasticità) che già di per se stesse ridimensionano sensibilmente gli effetti di tale fenomeno.
- Il carico dovuto al peso proprio del terreno che sovrasta e avvolge la tubazione.
- Il carico dovuto a quanto, occasionalmente, possa gravare sul terreno sovrastante la tubazione.

Nei cataloghi dei principali produttori di tubazioni sono riportate delle tabelle che indicano la rispondenza dello spessore alle 4 forze su menzionate.

Praticamente la profondità dello scavo è una variabile che, scelto lo spessore del tubo da usare, dipende esclusivamente dalle caratteristiche del terreno di posa e dei carichi occasionali che su di esso possono insistere.

Conclusioni pratiche sulla profondità degli scavi

Premettendo che:

- gli impianti nei quali i materiali Toro trovano pratica applicazione hanno, generalmente, destinazione ornamentale, sportiva o ricreativa e pertanto non sono oggettivamente previsti carichi particolari se non quelli dovuti al calpestio ed alle attrezzature di manutenzione (relativamente leggere)
- a parte casi particolari, i diametri impiegati non eccedono mai i 160-200 millimetri
- e pressioni di esercizio non raggiungono mai valori elevati e pericolosi. (diversamente la verifica diventa necessaria).

In pratica, profondità di interrimento di 40-50 centimetri risultano ideali per tubazioni in PE sino ad un diametro di 63 millimetri, 80-90 centimetri di interrimento sono invece in grado di garantire stabilità e sicurezza a tubazioni con diametro superiore a 75 millimetri.

Un ultimo punto che può interessare la profondità di interrimento delle tubazioni riguarda la difesa della stessa contro gli effetti della temperatura esterna: ciò solo per ricordare come i materiali plastici perdano rapidamente le loro apprezzabili caratteristiche fisiche con il diminuire della temperatura e che la loro elasticità non li preserva affatto dalla possibilità di rotture dovute al gelo.

4° Fase - La posa delle tubazioni

PVC

La tubazione in PVC si presenta, solitamente, sotto forma di barre, ordinariamente della lunghezza di 6 metri (su richiesta anche di lunghezza sino a 10-12 metri).

I diametri commerciali sono comunemente compresi fra 25 e 400 millimetri (alcune case offrono anche diametri maggiori).

Salvo costruzioni particolari sono disponibili tubazioni classificate per 4,6,10 e 16 kg/cm² di esercizio alle normali temperature dell'acqua irrigua.

Sistemi di giunzione

La giunzione barra/barra può essere effettuata in due modi:

- con giunto a bicchiere, con l'interposizione, fra maschio e femmina, di una guarnizione alloggiata in una apposita cava ricavata nel lato femmina (bicchiere)
- per incollaggio diretto, cioè con l'interposizione fra maschio e femmina di un particolare collante che, agendo chimicamente a livello delle parti superficiali, provoca la fusione e la compenetrazione dei materiali dei due elementi da collegare garantendo una saldatura estremamente solida e stabile nel tempo.

Quanto detto per la giunzione barra/barra vale anche per la giunzione tubo/raccordo, con un solo appunto: le giunzioni del tipo a bicchiere mettono a disposizione una gamma di raccordi che permettono di eseguire tutti i tipi di giunzione (Tee, Tee con derivazione ridotta, curve e riduzioni ma solo per diametri elevati).

Le giunzioni di tipo incollato offrono invece una massima scelta, addirittura paragonabile a quella dei raccordi in ghisa malleabile.

Il sistema di collegamento che si avvale del bicchiere è semplice e rapido.

Non vincolando stabilmente maschio e femmina permette l'assestamento dei vari elementi costituenti, dovuto sia a variazioni di temperatura, alle quali il PVC è molto sensibile, sia per il naturale movimento dovuto all'andamento delle pressioni all'interno del tubo. Tutto ciò senza creare tensioni, scaricandosi le forze agenti mediamente il movimento relativo di un elemento rispetto all'altro.

Va comunque ricordato che a tale vantaggio si contrappone il fatto che, mancando il vincolo, tubazioni e raccordi uniti tramite bicchiere sono esposti alla possibilità dello sfilamento dell'uno rispetto all'altro. Questa eventualità deve pertanto essere prevenuta con la formazione di vincoli esterni alle tubazioni (gli ancoraggi).

L'ancoraggio deve offrire un valido vincolo alle tubazioni che si propone di contenere, essere in grado, quindi, di reggere la spinta in essa originata dalla pressione idrostatica controbilanciandola con l'equivalente reazione offerta dal vincolo.

L'uso dell'incollaggio non pone generalmente questo problema, realizzando, il metodo, un vincolo stabile in grado di reagire positivamente alle spinte di origine idrostatica.

A questo vantaggio si oppone l'impossibilità di movimento del tubo che deve ricercare quindi un assestamento, in merito alle dilatazioni termiche, nella sua deformabilità ed elasticità.

L'incollaggio, comunque, è un'operazione da eseguire con estrema attenzione. Essa deve essere preceduta da una accurata pulizia delle parti da incollare, operazione che si esegue con l'ausilio di particolari diluenti o solventi in grado di eliminare dalle estremità da giuntare (tubo e raccordo) ogni minima traccia di grasso.

Il collante va quindi distribuito uniformemente, con pennelli di adeguate dimensioni, sulle superfici da unire.

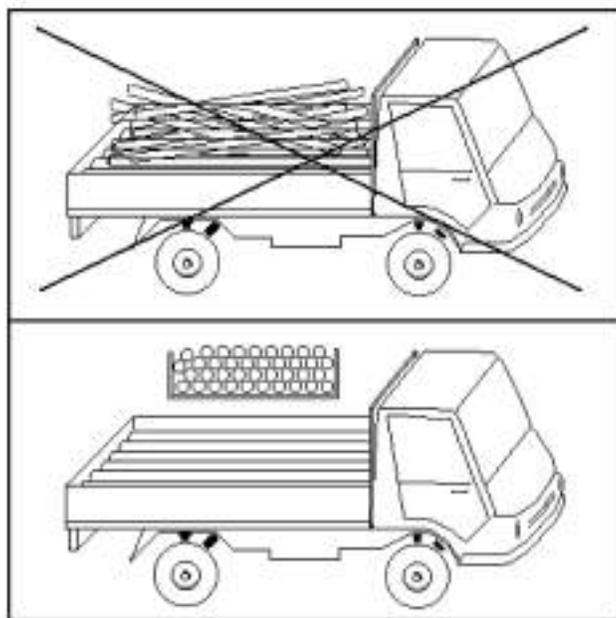
Eseguita l'unione, i pezzi raccordati devono rimanere a riposo (non devono essere sottoposti a movimenti, a sforzi di pressione, trazione o torsione) per un periodo di almeno due ore e potranno essere posti in esercizio non prima di 24 ore.

Molta attenzione deve essere posta nell'eseguire l'incollaggio in ambiente particolarmente umido, (quando c'è nebbia o pioggia). L'acqua crea un velo sulle superfici da unire che si oppone alla fusione del collante. Giunzioni eseguite in simili condizioni possono essere poco stabili e con il tempo si possono originare sfilamenti.

Indiscutibilmente le tubazioni in resina sintetica sono oggi le più comunemente usate nell'impiantistica irrigua.

Esse offrono grandi e numerosi vantaggi rispetto ad altri tipi di manufatto: ciò non toglie che non siano esenti da piccoli problemi. Uno di questi, che va senz'altro considerato, è quello del trasporto e stoccaggio.

Per esempio il PVC ha ottime caratteristiche fisico-chimiche, è leggero e maneggevole, pratico da montare, relativamente poco costoso. Di contro risulta fragile ed instabile se sottoposto ai raggi ultra violetti. Pertanto l'accantonamento dei tubi in PVC dovrebbe essere effettuato con attenzione, evitando brusche cadute, con la formazione di cataste non più alte di 1,5 metri, supportate da appoggi piani onde evitare la stabile deformazione delle barre, e soprattutto proteggerle dall'influsso diretto dei raggi solari.

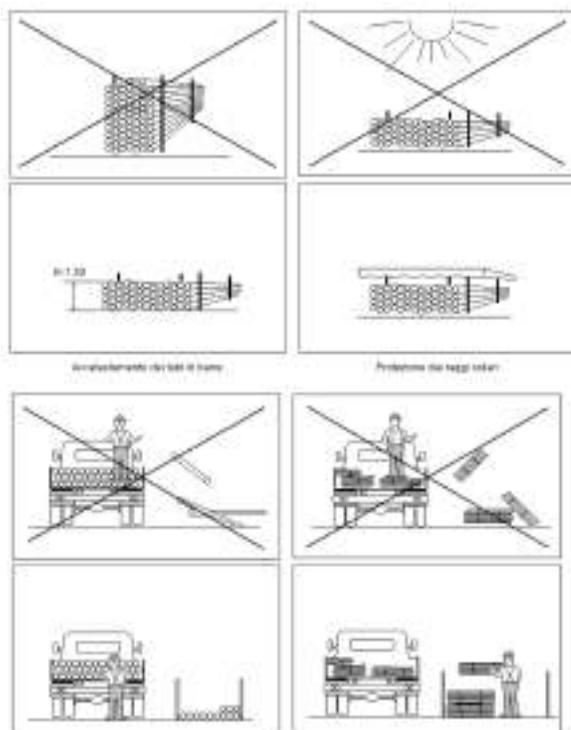


Trasporto in forma corretta di tubi in barre

PE

Per quanto riguarda l'uso di tubazioni in PE, va ricordato come queste siano disponibili in rotoli da 50 o 100 metri sino al diametro di 110 millimetri e in barre di 6 metri o più a richiesta per i diametri superiori.

I diametri disponibili sono generalmente da 20 a 1200 millimetri; ciò, unito alla possibilità di poter usufruire di tubi per pressioni di esercizio di 2.5, 4.0, 6.0, 10.0, 16.0 Kg/cm², offre la più vasta scelta per tutti i tipi di applicazione irrigua.



Sistemi di giunzione

Il PE non si presta ad essere filettato, né ad essere saldato con l'apporto di sostanze o collanti chimicamente attivi. Le giunzioni fra le barre, o fra i terminali dei rotoli, o fra tubo e raccordo possono essere effettuate in quattro soli modi:

- con raccordi a compressione
- per polifusione
- saldatura di testa
- per elettrofusione

Esiste in commercio, una grande varietà di raccorderia per il tubo in PE, sia del tipo a compressione, sia adatta alla polifusione.

Il raccordo a compressione agisce rispetto alla tubazione pressappoco come il giunto a bicchiere del PVC salvo l'inserimento di un anello di graffaggio che penetra nel materiale tanto più quanto più si agisce sulla ghiera di fissaggio. Ciò equivale a creare la tenuta idraulica, vista la presenza di una apposita guarnizione a questo scopo preposta, e la tenuta meccanica in quanto la tubazione, graffiata com'è, non può sfilarsi dal raccordo.

Il pericolo dello sfilamento accennato nella trattazione del tubo in PVC, nel PE non esiste. Oltre a questo fattore, decisamente positivo per il PE, esistono anche elementi che parlano a

favore del PVC: indubbiamente questi è più leggero e, a parità di portata, ha a minori perdite di carico. Ciò nonostante il PE da qualche anno è diventato il materiale più usato nell'impiantistica che contempla l'uso di condotte in pressione. Estremamente pratico e resistente si antepone oggi a qualsiasi altro materiale specialmente per usi irrigui.

Anche il sistema di giunzione per polifusione offre adeguate garanzie di stabilità e resistenza. La polifusione si distingue in tre tecniche:

1. La saldatura **"testa a testa"**, che è un procedimento attraverso il quale due sezioni di tubazione di uguale diametro e spessore, opportunamente pulite e portate ad una particolare temperatura, possono essere tra loro collegate stabilmente. Tale operazione deve essere comunque eseguita con apposite macchine in grado di controllare sia la temperatura delle superfici da unire sia la pressione da esercitare all'atto del collegamento.
2. L'**elettofusione**, che si basa su una vasta gamma di raccordi atti allo stesso scopo. Tra questi sono preferibili quelli "integrali" perché dimezzano il numero di saldature, diminuiscono la quantità di operazioni da svolgere e aumentano la produttività. Essi dispongono di particolari resistenze interne in grado di portare sia la superficie interna del raccordo che la superficie esterna del tubo alla temperatura adatta per l'esecuzione della polifusione. L'impostazione dei necessari parametri può essere svolta manualmente, o con sistemi di lettura automatici (bar code), o di riconoscimento con resistore (tipo Plasson-Fusamatic).
3. La **saldatura nel bicchiere**, scarsamente utilizzata. Per tutti questi sistemi oggi sono state approntate norme operative che prevedono l'uso di appositi certificati di qualifica del saldatore.

La posa nello scavo

Qualunque sia il tipo di tubazione e di giunzione scelta, la posa della tubazione nello scavo è sempre un'operazione che merita particolare considerazione.

La tubazione dovrà essere posta sul fondo della trincea al di sopra di uno strato di materiale incoerente di 10/15 centimetri di spessore, opportunamente rinfiancata e ricoperta con altrettanto materiale sciolto. Il reinterro dello scavo potrà essere poi effettuato con il materiale di risulta. Va menzionato il fatto che il collaudo della tubazione in PVC non può essere realizzato, con l'uso delle giunzioni a bicchiere, senza una preventiva fase di parziale reinterro. Questo dovrebbe essere realizzato in modo da non permettere il movimento della tubazione lasciando scoperti, nel contempo, i giunti di unione, possibili fonti di perdite.

Il collaudo della tubazione, sia essa in PVC o in PE, dovrebbe essere effettuato pressurizzando la stessa, previa l'evacuazione di tutta l'aria, aumentando la pressione di 1 bar/min fino alla pressione nominale di esercizio per la quale è stata costruita.

Questa pressione deve essere mantenuta per un periodo di 2 ore.

Soddisfatta questa condizione, la pressione deve essere elevata ad un valore pari a 1,5 volte la pressione nominale di esercizio. Tale condizione deve rimanere inalterata per ulteriori 2 ore.

Ancoraggio delle tubazioni (dal catalogo NITAR)

I giunti del tipo scorrevole con guarnizione elastometrica non possono reagire alla spinta dovuta alla pressione che viene esercitata nelle testate e nelle curve. E' quindi necessario predisporre dei masselli di calcestruzzo allo scopo di distribuire detta spinta sulle pareti dello scavo. Questi masselli devono rispondere alle formule qui sotto riportate.

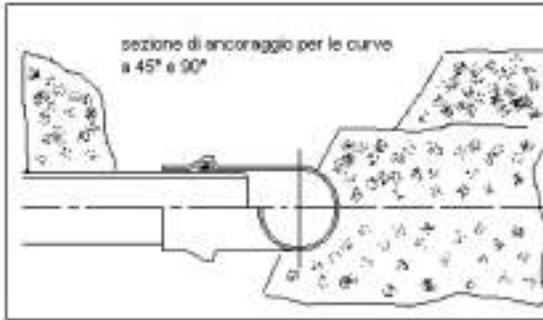
La spinta ha il valore: $F = K p S$ dove:

$K =$ 1 per le estremità e per i TE a 90°
1,414 per le curve a 90°
0,766 per le curve a 45°

$p =$ pressione massima interna di prova in kg/cm^2

sezione interna del tubo in cm^2

$S =$ sezione della derivazione per i Tee ridotti in cm^2
differenza delle sezioni per le riduzioni in cm^2



La reazione di spinta del terreno è data da: $B = K1 H S1$

Il coefficiente $K1$ dipende dalla natura del terreno e vale:

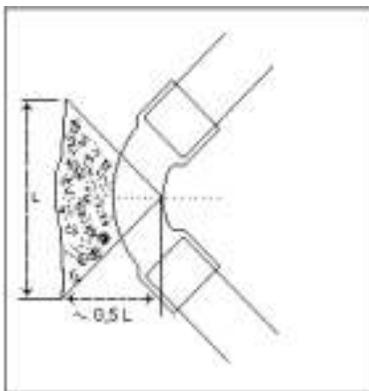
- circa 3000 kg/m^3 per sabbia argillosa
- circa 5000 kg/m^3 per terreni di media compattezza
- circa 6000 kg/m^3 per sabbia o ghiaia

$H =$ profondità di interramento all'asse mediana del tubo in m

$S1 =$ sezione di appoggio ($l \times h$) in m^2 , ($l =$ larghezza, $h =$ altezza del massello)

Occorre che sia: $B > 1,5 F$

Le figure riportate rappresentano la sezione di ancoraggio per le curve a 45° e 90° e la pianta di ancoraggio per la curva a 90°



Pianta di ancoraggio per la curva a 90°

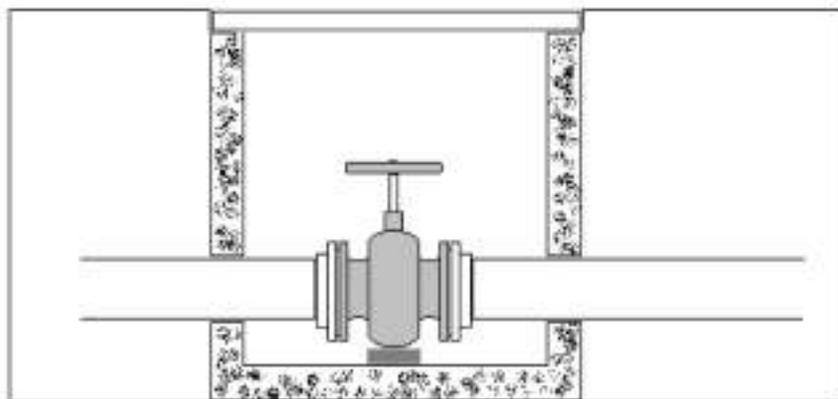


Sezione di ancoraggio per le curve a 45° e 90°

I POZZETTI

E' indispensabile (specie su grandi impianti) l'uso di pozzetti per il contenimento di apparecchiature: saracinesche, valvole di scarico, valvole di sfiato ecc.

L'inserimento di una saracinesca, su una tubazione principale o lo stacco da una tubazione di diversa natura, o con diverso diametro, un tempo poteva presentare dei veri problemi. Oggi la moderna tecnologia mette a disposizione una vasta gamma di raccordi che consentono ogni tipo di accoppiamento, sia per tubazioni in PVC che per tubazioni in PE.



Esempio classico di una saracinesca a corpo ovale inserita su tubazione di pari diametro, ma che potrebbe essere di diversa natura: PVC/PE, PE/ferro ecc.

Suggerimenti per l'installazione e la manutenzione dei prodotti Toro.

- 6.1 Installazione dei programmatori residenziali
- 6.2 Installazione di valvole a comando elettrico
- 6.3 Installazione di valvole a comando idraulico

6.1 Installazione dei programmatori residenziali

1. **La linea di alimentazione 220 volt** di tutti i programmatori non deve essere in comune con altre utenze e deve essere protetta da un proprio interruttore. Controllare che la tensione sia compresa tra 210 e 230 volt.
2. Di regola tutte le apparecchiature funzionanti a 220 volt devono essere collegate ad **un impianto di messa a terra**, perciò controllare se esistente o farlo installare se inesistente. Tutti i programmatori Toro sono a norme, presentano il marchio CE e montano solo trasformatori di sicurezza.
3. Si raccomanda di porre particolare attenzione **nelle giunzioni dei cavi di comando sulle elettrovalvole e di usare gli appositi connettori stagni**, forniti da Pratoverde o simili. Prima del collegamento finale dei cavi sul programmatore è importante eseguire una prova di funzionamento. Collegando i cavi di ogni singola valvola, direttamente sui morsetti a 24 volt del trasformatore, si può infatti verificare il regolare funzionamento di tutte le elettrovalvole. Si evita in questo modo qualsiasi danno al programmatore nel caso di collegamenti errati o di eventuali cortocircuiti. Una ulteriore verifica di conducibilità, prima di collegare i cavi al programmatore, può essere eseguita misurando con un Tester in Ohm, la resistenza dei cavi di comando e dei solenoidi; tra il cavo comune e ogni altro singolo cavo dovranno risultare da 60 a 70 ohm.
4. Il comando pompa o valvola Master è disponibile in tutti i programmatori Toro ed è formato da un'uscita a 24 volt, esattamente uguale alla potenza dei settori che comandano le elettrovalvole. L'errore più comune è quello di comandare direttamente la bobina del teleruttore pompa, senza considerare che l'assorbimento più elevato può portare alla rottura del trasformatore o del "triac" di detto comando. Pertanto su tutti i **programmatori il comando pompa deve essere utilizzato attraverso un relè a 24 volt alternati**.

5. Il montaggio di un filtro antidisturbo può essere necessario solo (su programmatori elettronici) quando la linea di **alimentazione (220 volt) è disturbata da alte frequenze**. Questi disturbi si manifestano sul programmatore con partenze irregolari o ricicli dei programmi. Il filtro messo a disposizione dalla Toro (pag. 134) risolve questi inconvenienti solo se installato correttamente (secondo schema allegato ad ogni filtro) e con la relativa messa a terra. Esiste inoltre il protettore/antidisturbo contro le sovratensioni, picchi di alta tensione o scariche provocate da fulmini.

6. **Il dimensionamento dei cavi** per il comando di elettrovalvole è ampiamente documentato sulle schede tecniche di ogni valvola, pertanto determinare lunghezza e sezione non dovrebbe rappresentare alcun tipo di problema. Avendo però necessità di fare un calcolo si può usare la seguente formula:

$$R = \frac{RO \times L}{S}$$

RO = Resistività del rame pari a 0,018 Ohm x metro/mm²
 L = Lunghezza del cavo singolo, in metri.
 S = Sezione del cavo di rame in mm²

Dovendo ad esempio comandare una valvola a 200 metri con un cavo a due fili da 1,5 mm² possiamo calcolare la resistenza del cavo.

$$R = 0,018 \times 400 \text{ metri } (200+200) / 1,5 \text{ mm}^2 = 4,8 \text{ Ohm}$$

Conoscendo l'assorbimento di corrente (Ampere) del nostro solenoide, pari a 0,3 Ampere, si può calcolare la caduta di tensione con la legge di Ohm.

$$V = R \times I$$

$$\text{quindi: } 4,8 \text{ Ohm} \times 0,3 \text{ Ampere} = 1,44 \text{ Volt di caduta}$$

Poichè la tensione di comando disponibile sul programmatore è di 24 Volt, alla elettrovalvola arriveranno 24-1,44=22,56 Volt.

Normalmente la caduta massima accettabile fra programmatore ed elettrovalvola non deve superare i 4 volt e quindi, in questo caso, si può utilizzare il cavo da 1,5 mm²; diversamente, si dovrà rifare il calcolo considerando un cavo di diametro superiore.

7. **Il collaudo finale**, di un impianto di irrigazione, prevede l'avvio di un ciclo irriguo completamente in automatico:
- dare tensione al programmatore.
 - impostare un adeguato e completo programma.
 - eseguire una partenza manuale del ciclo irriguo, passare di zona in zona per vedere il regolare funzionamento di tutti i settori.
 - ultimare le operazioni con partenza in automatico.

Portare avanti l'orologio sino ad un minuto prima dell'ora di inizio ciclo, precedentemente stabilito e attendere la partenza.

Alla fine della prova ricordarsi di rimettere l'orario corrente.

6.2 Installazione di valvole a comando elettrico.

Le valvole a comando elettrico del tipo “Normalmente chiuso” sono da usarsi preferibilmente con acqua pulita o filtrata.

Per la scelta delle valvole più appropriate in un impianto si dovranno controllare, dalla scheda tecnica, le prestazioni secondo la portata in esame e le relative perdite di carico. Bisogna ricordare che esiste un limite massimo e minimo di pressione: se si va oltre il valore massimo di pressione, le conseguenze sui componenti interni (membrana) saranno letali, se invece la pressione minima non è raggiunta, la valvola potrà rimanere parzialmente aperta.

Consigli di installazione.

Per il montaggio si raccomanda di usare solo nastro Teflon e di avvitare ogni valvola con le mani senza l'uso di tenaglie, se non per il mezzo giro finale di fissaggio. E' buona regola per l'installazione in pozzetti, che le valvole siano facilmente raggiungibili per la regolazione ed eventuali manutenzioni.

N.B. CONTROLLARE SEMPRE LA DIREZIONE DEL FLUSSO.

Regolazione di valvole con riduttore di flusso.

Tutte le valvole con riduttore di flusso, devono essere registrate secondo la portata della zona in esame, pertanto agire come segue:

- **aprire manualmente la valvola di un settore,**
- **avvitare la manopola di regolazione, in senso orario sino a vedere che gli irrigatori iniziano a scendere di gittata,**
- **ritornare indietro di mezzo giro, in questo modo la valvola è tarata per la portata della zona in esame,**
- **richiudere la valvola e ripetere manualmente, apertura e chiusura per un paio di volte, controllando che i tempi di risposta siano contenuti entro dieci secondi.**

Malfunzionamenti.

Nei casi di malfunzionamento (escludendo quelli dovuti a difetti di costruzione) bisognerà determinare se la causa è di natura elettrica o idraulica. Generalmente quando un'elettrovalvola non apre il problema può essere elettrico, controllare pertanto che il solenoide non sia rotto o sporco. Quando invece, l'elettrovalvola non chiude, il problema può essere:

- un corpo estraneo che blocca la totale chiusura della membrana,
- di tipo idraulico quando il passaggio del carico alla parte superiore è otturato.

In ambo i casi controllare anche la membrana, (potrebbe essere bloccata nel primo caso o rotta nel secondo).

6.3 Installazione di valvole a comando idraulico.

Le valvole a comando idraulico del tipo "Normalmente Aperto" sono particolarmente indicate per impianti con acqua non filtrata.

Queste valvole sono totalmente diverse da quelle a comando elettrico in quanto il loro funzionamento avviene attraverso un tubicino in polietilene da 1/8". Il tubicino di ogni singola valvola o gruppo di valvole (sino ad un massimo di tre) che funzioneranno contemporaneamente, dovrà essere portato sino alla centralina o al programmatore che provvederà a riempirlo o vuotarlo, per chiudere o aprire in sequenza le valvole dell'intero sistema.

La membrana delle valvole idrauliche è senza alcun foro di passaggio; infatti l'acqua della tubazione che passa sotto alla membrana non va ad interessare la parte superiore di comando.

DA RICORDARE che il sistema a comandi idraulici, pur essendo in alcuni casi, migliore di quello a comandi elettrici, si presenta con alcune limitazioni:

1. la distanza massima tra valvole e programmatore non deve superare i 300 metri.
2. una diversa altezza tra il programmatore e le valvole può provocare dei disturbi o ritardi di funzionamento. Non posizionare valvole a un'altezza superiore a SETTE metri dal programmatore o VENTUNO metri più basse.

CARICO.

Il carico al selettore del programmatore, per brevi distanze, potrà essere eseguito con lo stesso tubicino in polietilene da 1/8", partendo dal punto di maggior pressione, all'ingresso della tubazione principale o all'uscita dell'elettropompa di spinta.

Ricordarsi di montare in serie una valvola di non ritorno per non scaricare la pressione dei tubicini quando la pompa si ferma, diversamente per lunghe distanze si dovrà prevedere una tubazione di carico da 20 mm.

SCARICO.

Oltre ai tubicini di comando e di carico bisognerà collegare un ultimo tubicino di scarico al centro del selettore e portarlo in un punto dove una modesta quantità di acqua che fuoriesce durante il funzionamento, non dia fastidio.