

*Facoltà di Agraria - Università di Pisa*



*Corso di Laurea di I livello*

*“Gestione del verde urbano e del  
paesaggio”*

***La progettazione di un  
Impianto di irrigazione***

*Anno accademico 2002/2003*

*Docente*

***Sonia Pecchioli***

## **Le macro-aree**

La progettazione di un impianto di irrigazione è in tutto e per tutto un'operazione progettuale perciò, come in ogni altro caso nel quale si debba mediare un'idea in una forma bidimensionale di trasposizione cartacea, occorre seguire una serie di passi susseguenti e necessari.

L'obbiettivo del corso sarà quindi il definire queste procedure semplificate in modo da renderle sempre riproducibili a prescindere dell'entità dell'intervento o dalla scala dell'impianto.

Il campo di applicazione dell'irrigazione, ovviamente, spazia in tutti i campi nei quali si ritrova il verde, sia ornamentale sia produttivo: dalla coltivazione in pieno campo a quella in serra, dal verde ornamentale al verde sportivo dei campi da gioco.

Negli ultimi anni si è assistito a due fenomeni contraddittori tra loro: l'aumento del costo dell'acqua e l'aumento della richiesta di verde irrigato.

A ben guardare la contraddizione è solo apparente: da una parte, infatti, il verde è divenuto, nella percezione sociale, un fattore di miglioramento della qualità della vita dall'altro la maggiorazione dei costi ha aumentato la sensibilità verso forme di consumo ottimizzato che fanno corrispondere il miglior risultato al minor carico economico.

Qualsiasi siano i campi di applicazione dell'irrigazione l'approccio metodologico rimane invariato perciò cominceremo ad occuparci del verde ornamentale solo perché è il terreno dove maggiori sono stati i progressi tecnologici e dove più facilmente è sotto gli occhi di tutti l'eventuale inefficienza di un impianto.

Per prima cosa sarà necessario comprendere un punto fondamentale non sempre ben chiaro a chi si occupa di irrigazione quale committente intermedio o utente finale:

**un impianto di irrigazione, per quanto ben realizzato, non risolve da solo il problema del fabbisogno idrico di un'area: l'esito finale si risolverà in fase gestionale. Non sarà il progettista o l'idraulico a garantire il buon esito della coltivazione ma chi,**

**all'atto pratico, definirà modalità e tempi di somministrazione dell'acqua, in altre parole l'agronomo, il giardiniere o il vivaista.**

Lo scopo di un buon impianto di irrigazione sarà quindi quello di offrire un valido strumento a chi intenda usarlo conoscendo il fabbisogno delle specie vegetali presenti sull'area.

La domanda sarà dunque: come deve essere un impianto di irrigazione affinché sia lo strumento ideale di gestione idrica?

La risposta è in una caratteristica fondamentale dell'impianto: **l'omogeneità.**

Anche ad un'analisi superficiale qualsiasi area verde presenterà una serie di disomogeneità legate all'andamento planimetrico, all'esposizione o anche solo alla diversità colturale, alcune di queste disomogeneità saranno significative ai fini progettuali mentre altre potranno essere omesse ed ignorate: la scelta, e quindi le priorità, dovranno essere riformulate di volta in volta in base agli obiettivi dell'intervento.

La definizione delle gerarchie e quindi la definizione delle macroaree omogenee sarà l'obiettivo iniziale del processo progettuale: si tratterà ovvero, di dividere il giardino in aree omogenee per fabbisogno idrico alle quali somministrare dosi di acqua commisurate.

Le macroaree saranno quindi delle parcellizzazioni della planimetria generale. Ma com'è la planimetria utile alla realizzazione di un impianto di irrigazione?: è una planimetria che riporta fedelmente le informazioni utili ed omette, altrettanto fedelmente, le inutili: tanto più affidabili saranno le informazioni raccolte nella fase iniziale tanto maggiore sarà la rispondenza del progetto al fabbisogno dell'area.

**Quale sono i criteri in base ai quali si definiscono le macroaree?**

Criteri legati all'area

Criteri legati alla vegetazione

Criteri legati al tipo di utenza

## **Criteri legati all'area**

Esposizione

Altimetria

Vegetazione

Caratteristiche del terreno

Ostacoli architettonici o naturali

Dimensioni delle aree o aiuola

## **Esposizione**

E' abbastanza intuitivo comprendere come un giardino godrà, probabilmente, di una diversa esposizione nei suoi vari punti, esposizione che si tradurrà in un diverso fabbisogno idrico e quindi in un diverso modo di somministrare artificialmente l'acqua sia in ragione del numero di adacquamenti, sia della loro durata e sia infine degli orari di somministrazione: una porzione del giardino posta in posizione soleggiata avrà bisogno di una certa quantità di acqua al giorno ma un'area ugualmente soleggiata ma più esposta potrà avere un fabbisogno idrico ancora maggiore della prima.

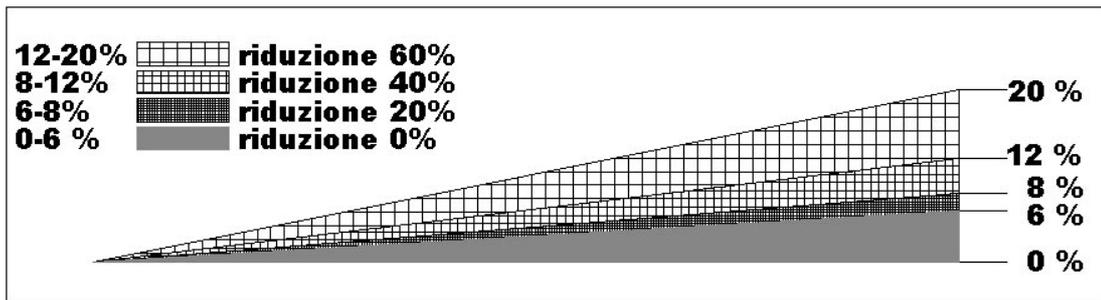
Non sarà quindi inutile individuare la posizione dell'area da irrigare rispetto ai punti cardinali in modo da riconoscere le aree esposte più a nord rispetto a quelle esposte a mezzogiorno.

## **Altimetria**

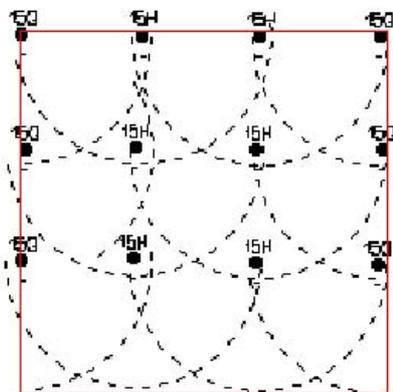
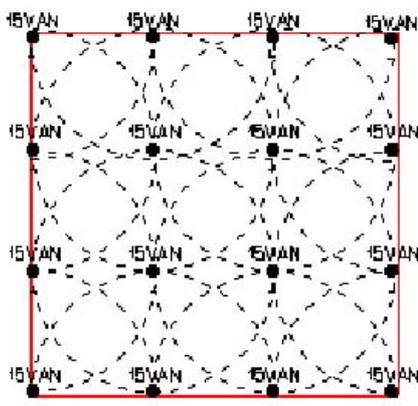
La planimetria di più facile soluzione progettuale è chiaramente la pianeggiante ma non sempre abbiamo questa condizione ideale.

Una maggiore o minore pendenza del terreno influirà in tre modi diversi sui risultati dell'irrigazione:

- riducendo la quantità di acqua assorbita dal terreno
- variando la quantità di acqua erogata da ciascun irrigatore al variare della pressione
- provocando un dilavamento accentuato con eventuale erosione superficiale del terreno



Conoscere il reale andamento planimetrico dell'area ci consentirà di optare per una delle due diverse soluzioni progettuali che si offrono quale alternativa:



esempio di sistemazione a ventaglio

sempre consigliabile una sistemazione degli irrigatori a ventaglio piuttosto che in avanzamento a quadrato o triangolo.

- individuare gli irrigatori che possiedono, quali optional tecnologici, dispositivi atti a ridurre le differenze di erogazione o la fuoriuscita dell'acqua a fine ciclo ("rimpozzamento")
- studiare soluzioni progettuali atte a minimizzare i disagi prodotti dalle differenze altimetriche

Ovviamente le due strade possono non essere in alternativa tra loro ma occorre comprenderne i risvolti economici in modo da valutarle l'incidenza sul budget globale. Altro elemento mai abbastanza considerato nell'irrigazione di aree in pendenza è l'azione meccanica esercitata da un irrigatore funzionante a 8 atm. che può danneggiare direttamente il terreno provocandone l'erosione: in questo caso è

## Vegetazione

Le piante utilizzano l'acqua per tre scopi principali:

- come mezzo di trasporto di sostanze chimiche
- come mezzo per il controllo della forma fisica e della direzione di crescita (pressione idrica nelle cellule della pianta che determinano la struttura)
- come strumento di controllo della temperatura con l'evaporazione fogliare

Quando la pianta ha un livello adeguato di umidità esiste un flusso costante dai peli radicali alle foglie, quando l'acqua nel terreno non è sufficiente, o il tasso di evaporazione fogliare eccede la velocità di risalita, la pianta può subire uno stress idrico.

Ciascuna pianta ha una diversa resistenza allo stress idrico dovuta a diverse caratteristiche fisiologiche:

- apparati radicali profondi e ben sviluppati
- superficie fogliare cerata o dotata di peluria per ridurre il movimento dell'aria sulla superficie
- superficie lucida per riflettere la luce
- foglie che si piegano o cadono in condizione di stress

Troppa acqua nella zona radicale può creare, per contro, un analogo stress alla pianta per carenza di ossigeno: irrigazioni troppo frequenti possono condizionare lo sviluppo di radici più superficiali esponendo la pianta ad asfissia radicale.

In considerazione di quanto detto occorre notare come la diversa vegetazione presente sull'area deve determinare un diverso approccio progettuale ma, sempre con l'obiettivo di semplificare la casistica nella definizione delle macroaree, possiamo così operare una prima classificazione:

- Prato estensivo
- Prato alberato
- Aiuole fiorite
- Cespugli
- Alberature isolate
- Alberature in filari

Ognuna di queste classi ha un diverso fabbisogno idrico e, soprattutto, richiede un diverso frazionamento dei tempi di adattamento.

### **Prato estensivo**

Una grande estensione monocolturale, qualsiasi essa sia, è sempre la situazione ideale dal punto di vista della progettazione di un impianto di irrigazione infatti non solo si presenta come la più semplice per la scelta ed il posizionamento degli irrigatori ma presenta anche altri due aspetti significativi:

- riduzione dei costi a mq in quanto si possono impiegare erogatori di maggior raggio
- riduzione dei costi di ripristino per danni da atti vandalici in quanto si possono impiegare irrigatori più robusti

Da un confronto dei vari irrigatori appartenenti a classi pluviometriche diverse realizzato ricorrendo ai criteri dell'analisi prezzi è possibile ricostruire una parabola rappresentativa del rapporto tra raggio e costo/mq: semplificando è possibile individuare negli irrigatori con un raggio di circa 20 m. la miglior soluzione dal punto di vista economico prima che l'aumento del raggio, e quindi l'aumento delle pressioni di esercizio e delle portate, determini diseconomie di scala.

### **Prato alberato**

Fino a non molto tempo fa l'irrigazione di un prato alberato veniva realizzata con l'impiego dei soli irrigatori a pioggia ma attualmente la progettazione è orientata alla divisione dell'irrigazione del prato e degli alberi in quanto si preferisce variare sia quantità sia intervalli di adacquamento. La possibilità di somministrare l'acqua secondo le migliori modalità colturali ovviamente si traduce in un aggravio dei costi a mq. che va considerato in fase progettuale.

### **Aiuole fiorite**

Occorre distinguere secondo le varietà delle piante impiegate e soprattutto in base alla loro resistenza all'irrigazione a pioggia: nel caso sia preferibile evitarla si dovrà ricorrere all'irrigazione a goccia o sub-irrigazione per evitare che il getto possa spoliare le corolle.

Nella valutazione dell'irrigazione migliore per un'aiuola fiorita andrà considerata anche la ciclicità del trapianto: nel caso si tratti di piante stagionali la preferenza per un sistema di subirrigazione sottochioma rimovibile al momento del

trapianto, per poi essere riposizionato secondo sesti di impianto diversi, potrebbe essere la soluzione preferibile ad una irrigazione a pioggia definitiva.

### **Cespugli**

La gamma dei prodotti per l'irrigazione prevede una serie di alternative possibili per l'irrigazione di aree cespugliate ricorrendo sia ad irrigatori pop-up con diverso sollevamento per compensare le diverse altezze della vegetazione, sia ad irrigatori fuori terra o, in alternativa alla sub-irrigazione.

### **Alberature isolate**

Occorre considerare la tipologia di impianto delle alberature, la presenza o meno di griglie di protezione ed il rischio o meno di costipazione del terreno. Occorre tener conto, inoltre, del range di portata delle elettrovalvole e calcolare quindi il numero minimo di alberi da irrigare nonché il tipo di erogatori migliori affinché la portata globale consenta l'impiego dei materiali nelle loro migliori condizioni di esercizio.

### **Alberature a filari**

Oltre alle considerazioni valide per le alberature isolate occorre anche valutare lo sviluppo del filare, lunghezza, differenza di quota ed interfila tra le piante.

Oltre alla classificazione delle diverse tipologie di verde da irrigare vi sono ulteriori differenziazioni della vegetazione che devono trovare adeguato riconoscimento nella definizione delle macroaree: sono significative, ad esempio, l'età dei trapianti o delle semine: un prato appena seminato richiede un diverso fabbisogno idrico di un prato ormai assestato, così come una siepe di nuovo trapianto ha un fabbisogno diverso da una siepe ormai affrancata.

In effetti la profondità delle radici individua quella che viene **chiamata Zona radici attiva** ovvero la profondità massima alla quale una pianta può arrivare per soddisfare la maggior parte del suo fabbisogno idrico: la profondità della zona radici attiva può coincidere o meno con la profondità dell'acqua immagazzinata nel terreno in seguito all'irrigazione.

La quantità d'acqua disponibile per le radici è quindi uguale alla **Capacità disponibile di ritenzione idrica**, espressa in mm di acqua per cm di spessore e tipica di ogni terreno, per la Profondità della zona radici.

### **Caratteristiche del terreno**

Volendo sintetizzare al massimo il terreno è costituito da tre elementi principali che espressi in percentuale del volume possono essere così riassunti:

- particelle solide e materiale organico (circa 50%)
- acqua allo stato liquido (circa 25%)
- gas quali ossigeno e anidride carbonica (circa 25%)

Tra le proprietà che caratterizzano un terreno, ai fini dell'irrigazione, prenderemo in considerazione:

- granulometria
- struttura
- capacità di campo
- velocità di infiltrazione

Mentre le prime due si possono definire come principali le ultime sono ad esse conseguenti.

### **Granulometria**

La **granulometria** è il termine usato per descrivere le dimensioni delle particelle individuali del terreno quindi la **classe di granulometria** è la suddivisione usata per descrivere le quantità relative di sabbia, limo o presenti in diverso rapporto di miscelazione.

La granulometria ha un'influenza enorme sulla quantità d'acqua che può essere accumulata nel terreno, in opposizione alla forza di gravità. Essa ha anche una grande influenza sulla velocità di infiltrazione (la velocità di penetrazione dell'acqua nel terreno) e sulla permeabilità (la velocità con cui l'acqua si muove all'interno di un terreno).

Alcune **comuni classi granulometriche** sono elencate nella seguente tabella:

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Granulometria del terreno</b>
Terreni sabbiosi	Terreni a granulometria molto grossa	Sabbie Sabbie e terriccio
	Terreni a granulometria grossa	Terriccio sabbioso

		Terriccio sabbioso fine Terriccio sabbioso molto fine
Terricci	Terreni a granulometria media	Terriccio
		Terriccio limoso Limo Terriccio argilloso
	Terreni a granulometria moderatamente fine	Terriccio argilloso sabbioso
		Terriccio argilloso limoso
		Argilla sabbiosa
Terreni argillosi	Terreni a granulometria fine	Argilla limosa
		Argilla

### **Struttura del terreno**

La **struttura** rappresenta la disposizione delle particelle del terreno ovvero tutte le unità facenti parte della sua composizione, inclusi gli elementi primari (sabbia, limo o argilla) o le particelle aggregate secondarie: le zolle e i granuli sono esempi di struttura estremi.

La struttura è assai importante perché dalla sua qualità dipende la porosità e dunque la migrazione dell'acqua e dell'aria: tanto maggiore sarà la porosità, e quindi la quantità di spazio tra le particelle solide, tanto migliore risulterà la circolazione dei liquidi e dei gas.

La porosità dei terreni sabbiosi è molto elevata mentre quella degli argillosi è molto ridotta perciò mentre i primi faranno penetrare molto rapidamente l'acqua di irrigazione e ne riterranno una quantità minima, i secondi, caratterizzati da maggior adesione e coesione rallenteranno, la circolazione dell'acqua ma, una volta penetrata, ne riterranno una percentuale maggiore.

Occorre ricordare che per convenzione si parla sempre di circolazione di acqua nel terreno, scopo dell'irrigazione, ma il contenuto in aria è altrettanto importante per il corretto sviluppo delle piante: così come la siccità è dannosa altrettanto lo sarà la saturazione di tutti i pori per un eccesso di irrigazione.

### **Capacità di campo**

La **capacità di campo**, anche detta **capacità di ritenzione idrica del terreno**, è la quantità d'acqua che rimane nel terreno dopo che l'acqua in eccesso è

stata sottratta per opera della forza di gravità. Quando un terreno è a capacità di campo, c'è una quantità sufficiente d'aria nei pori e di acqua disponibile per il fabbisogno della pianta.

La quantità d'acqua accumulabile può essere determinata mediante procedure di laboratorio ed è espressa in millimetri d'acqua per centimetri di profondità del terreno.

Quando un terreno ha raggiunto la capacità di campo, l'acqua viene eliminata attraverso l'**evapotraspirazione** e la **percolazione profonda**. Mano a mano che queste forze eliminano l'acqua dal terreno, diminuiscono le risorse idriche a disposizione della pianta: per ciascun tipo di terreno, c'è un punto in cui l'acqua non è più disponibile per la pianta, il **punto di avvizzimento permanente**.

Il punto di avvizzimento permanente di un terreno varia al variare della granulometria e della struttura del terreno stesso. Esso può essere calcolato in laboratorio, sottoponendo un campione di terreno a una tensione di -15 atmosfere: cioè alla tensione approssimativa alla quale la pianta avvizzisce in modo irreversibile a causa di stress da umidità, e viene espresso come profondità dell'acqua per unità di profondità del terreno (millimetri d'acqua per centimetri di profondità del terreno).

L'acqua disponibile per le piante ovvero la differenza tra capacità di campo e punto di avvizzimento è chiamata **capacità disponibile di ritenzione idrica** e in un terreno dipende dalla granulometria e dalla struttura del terreno.

La quantità d'acqua compresa tra i livelli della capacità di campo e del punto di avvizzimento permanente è chiamata acqua disponibile. Quest'acqua è facilmente utilizzabile dall'apparato radicale della pianta. Per una crescita ottimale delle piante, il profilo del terreno dovrebbe trovarsi sempre in queste condizioni.

### **Velocità di infiltrazione**

La **velocità di infiltrazione** del terreno indica la velocità di migrazione dell'acqua e viene espressa in millimetri d'acqua: si tratta di un parametro molto importante nella gestione dell'irrigazione delle aree verdi, poiché influisce sulla rapidità con cui l'acqua potrà essere applicata senza che si verifichi il ruscellamento ovvero lo scorrimento superficiale che oltre a determinare la

dispersione dell'apporto idrico può creare anche numerosi danni al terreno o alle colture.

Le velocità di infiltrazione variano al variare della granulometria del terreno: i terreni sabbiosi in genere lasciano penetrare l'acqua molto rapidamente, di solito più di 25 mm l'ora. I terreni argillosi in genere lasciano penetrare l'acqua molto lentamente, di solito meno di 0,2 mm l'ora. Oltre alla granulometria incide sulla velocità anche la pendenza del terreno e la durata del turno irriguo in quanto abbiamo una riduzione della velocità con la progressiva saturazione.

Il seguente diagramma mostra velocità di infiltrazione tipiche per differenti granulometrie dei terreni.

#### Velocità di infiltrazione

Granulometria terreno	mm all'ora
Sabbia – grossa	25,0 - 200,0
Sabbia – molto fine	12,5 - 80,0
Terriccio sabbioso	10,0 - 65,0
Terriccio	02,0 - 25,0
Terriccio argilloso	01,0 - 15,0
Argilla	00,2 - 02,5

Questi valori, estrapolati dalla documentazione Maxicom2, sono approssimativi.

Le velocità di infiltrazione hanno ampie variazioni, a seconda delle condizioni delle superfici e del contenuto d'acqua dei terreni.

Alla velocità di infiltrazione, e quindi alle caratteristiche del terreno, si legano anche il **Tasso di percolazione** ed la **Percentuale di Percolazione profonda** che si verifica quando l'acqua oltrepassa la zona delle radici delle piante e si disperde. La percolazione profonda liscivia i fertilizzanti trasferendoli in profondità fino alla falda freatica. Quanto incida sulla quantità globale dell'acqua irrigata quella persa a causa della percolazione profonda non è possibile calcolarlo se non per via sperimentale.

Individuare, su una planimetria, le macroaree caratterizzate da diversi tipi di terreno, per granulometria o struttura e dunque diversa capacità di campo, consentirà di dividere i settori in modo tale da avere diversi turni di adattamento. Le informazioni necessarie a riconoscere la diversa caratterizzazione del terreno si potranno desumere dall'analisi diretta ma anche

dallo storico dell'area: diversi fabbisogni avranno infatti le aree con terreno di riporto piuttosto che costipato, le aree che hanno subito lavorazioni profonde piuttosto che superficiali o infine, dove siano stati compiuti operazione di drenaggio su larga scala.

### **Ostacoli architettonici o naturali**

Un terreno per quanto regolare, è caratterizzato da una serie di ostacoli che possono condizionare lo sviluppo dell'impianto di irrigazione.

Gli ostacoli possono essere rappresentati da:

- arredi
- percorsi
- ingombro della vegetazione

### **Arredi**

Abbiamo parlato della fedeltà di una planimetria alla realtà: normalmente non è necessario riportare ogni elemento di arredo presente come lampioni, cestini dei rifiuti o segnaletica, mentre saranno significativi quelli che possono rappresentare un ostacolo per l'irrigazione come una panchina in pietra con montanti pieni.

### **Percorsi**

I vialetti di accesso dei giardini possono costituire un ostacolo all'irrigazione nel caso si decida di evitarne l'aspersione: una scelta che può essere motivata dal tipo di utenza del parco e quindi dell'impossibilità di garantire uno spazio finestra dedicato all'irrigazione sicuramente senza fruitori, situazione ricorrente in caso di aree verdi non recintate. E' necessario ricordare che optare per la non aspersione dei percorsi riduce le dimensioni dei prati estensivi e dunque provoca un aumento dei costi a mq, del resto bagnando anche i vialetti, se non esiste un sistema di recupero delle acque, si ottiene un aumento dei costi per i consumi idrici.

Non secondariamente dovrà essere valutato il ritorno d'immagine su una opinione pubblica sempre più sensibile nei confronti dello sperpero delle idriche soprattutto quando il sopraggiungere di una emergenza pone limitazione all'impiego di acqua per usi privati.

Infine il bagnare dei percorsi potenzialmente utilizzati nelle ore di irrigazione ha come risultato immediato un aumento dei costi per atti vandalici operati dai fruitori del parco che intendono così ripristinarne l'agibilità.

Allo scopo di minimizzare i disagi per l'utenza ed i costi di gestione è consigliabile operare una selezione delle priorità, individuando i percorsi più facilmente utilizzati rispetto a quelli secondari i quali potranno essere contraddistinti anche con cartelli nei quali si segnalino le ore probabili di irrigazione.

Tutto ciò vale quando il progetto dell'impianto di irrigazione sia realizzato in contemporanea all'esecuzione delle opere verdi: nel caso invece l'impianto segua la realizzazione del giardino è probabile che i vialetti saranno ostacoli all'irrigazione, a prescindere dalla loro utilizzazione, solo per il fatto di aumentare i costi dell'impianto per il ripristino delle pavimentazioni.

Nel caso si stia progettando un parco nel quale non si intenda prevedere un impianto di irrigazione è sempre consigliabile almeno prevedere una serie di passatubi posizionati strategicamente attraverso i quali poi ricucire la rete distributiva. In caso invece non si sia presa nessuna precauzione occorrerà definire la gerarchia dei vialetti sacrificabili: in caso contrario il percorso più tortuoso delle tubazioni determinerà un forte aumento dei costi.

### **Ingombro della vegetazione**

Abbiamo già parlato di come la vegetazione costituisca elemento fondamentale nella definizione di un impianto di irrigazione ma quello che è necessario riportare, sulla planimetria dettagliata, oltre alla specie, età o classe, è anche l'ingombro: una pianta, infatti, portata ad alberello avrà un ingombro diverso e quindi rappresenterà un ostacolo diverso che se avesse un andamento cespugliato in quanto quest'ultimo costituirà un doppio ostacolo poichè

- creerà una zona d'ombra oltre la quale non arrivando il getto, non ci sarà irrigazione
- creerà un "rimpozzo" : l'acqua battendo contro la pianta si accumulerà su un'area molto ristretta provocando l'asfissia radicale del prato

Normalmente sarebbe corretto definire la dimensione e la posizione esatta del tronco delle piante presenti ma nel caso non si possa rilevare con tanta esattezza il giardino occorre accettare il fatto che il progetto è sempre uno

schema indicativo e che poi l'impianto subirà un aggiustamento in fase di realizzazione.

### **Dimensioni delle aree o aiuole**

Infine la dimensione delle aree e la loro frammentazione: a prescindere da tutte le considerazioni anzi esposte la forma e la dimensione delle porzioni nelle quali il giardino è diviso influisce sulla scelta degli irrigatori e dunque sul tipo di progetto da realizzarsi: occorre ricordare che non esiste una sola soluzione univoca e che occorre conoscere molto bene l'assortimento della gamma di irrigatori per poter operare il diritto di scelta

### **Tipo di utenza**

Il tipo di utenza di un giardino influenza il progetto di irrigazione infatti è fondamentale conoscere:

- età dei fruitori
- orari di fruizione
- rischio vandalico

### **Età dei fruitori**

Il mancato rispetto del perimetro delle aiuole, e quindi il conseguente debordamento dell'acqua di irrigazione, può causare disagi all'utenza appartenente a fasce più deboli come anziani e bambini che potrebbero scivolare o bagnarsi in zone dove non vi sia un perfetto smaltimento dell'acqua, senza contare i rischi conseguenti alla aspersione diretta a mezzo di irrigatori a lungo raggio e quindi a pressione elevata di esercizio.

Sempre in relazione all'età dei fruitori occorre porre una particolare attenzione quando le zone da bagnare siano aree gioco per bambini: in questo caso non sarà sufficiente rispettare i perimetri delle aiuole ma occorrerà anche scegliere nella gamma dei prodotti disponibili sul mercato quelli che offrono le migliori condizioni di sicurezza quali coperchio in gomma e bordi antitaglio.

### **Orari di fruizione**

E' fondamentale definire fin dall'inizio del percorso progettuale lo spazio finestra utile all'irrigazione poiché parametro fondamentale nella valutazione economica

di un impianto, oltre alla quantità di acqua è proprio il tempo: diminuendo il tempo occorrerà aumentare la quantità di acqua mentre se non abbiamo una grossa disponibilità idrica dovremo necessariamente avere molto tempo a disposizione.

Normalmente nel caso si operi in un giardino recintato lo spazio finestra è già definito dall'orario di chiusura al pubblico mentre se ci stiamo occupando di aree aperte occorrerà individuare l'intervallo temporale nel quale la fruizione è ridotta al minimo.

A queste considerazioni puramente quantitative occorrerà aggiungere, in base all'esperienza agronomica del progettista, tutte quelle considerazioni relative all'orario migliore per l'irrigazione. Nel passato l'unico criterio di riferimento era sfruttare le ore notturne sia per ridurre la differenza di temperatura tra l'acqua, proveniente da pozzi, e il suolo allo scopo di evitare gli shock termici, sia per evitare l'effetto lente sulle foglie delle piante. In tempi recenti, invece si è andata diffondendo l'idea di concentrare l'irrigazione nelle prime ore del mattino allo scopo di evitare il proliferare di muffe o altre patologie al tessuto erboso. Il ridurre lo spazio finestra dell'irrigazione comporta, ovviamente un aumento dei costi generali dell'impianto.

### **Rischio vandalico**

I costi relativi al ripristino dei danni prodotti dagli atti vandalici agli impianti di irrigazione costituiscono una costante per ogni pubblica amministrazione, tali costi si esprimono come:

- costi diretti di reintegro dei materiali danneggiati
- danni al patrimonio vegetale
- disagi all'utenza

In fase progettuale si possono prendere una serie di precauzioni allo scopo di ridurre l'incidenza di questi costi:

- scelta di materiali più resistenti che oppongano una maggiore resistenza al danneggiamento
- scelta di irrigatori di raggio maggiore in modo da ridurre il numero tenendo conto tuttavia che nel caso ne venga danneggiato uno l'area privata dell'irrigazione sarà, ovviamente, più ampia.

- scelta di irrigatori con una minore superficie esposta in modo da renderli meno visibili
- scelta di irrigatori provvisti di dispositivi tecnici che limitino gli sbilanci idrici in caso di danneggiamento di uno dei corpi irriganti
- rispetto del perimetro delle aree da bagnare in modo da evitare vialetti o altri ostacoli oggetto di fruizione (giochi per bambini, panchine ecc.)
- riduzione dell'assortimento di irrigatori impiegati in uno stesso impianto per contenere l'assortimento di magazzino ai manutentori e dunque garantire interventi più rapidi

Le case produttrici di materiale per l'irrigazione si stanno sempre più interessando al problema del vandalismo in risposta alla domanda esplicita sollevata dai responsabili delle amministrazioni pubbliche e molto si sta facendo per individuare materiali più resistenti o sistemi di controllo che denuncino le anomalie di funzionamento con forte riduzione dei tempi di intervento, tuttavia sembra una lotta impari e a niente vale la scelta, operata in alcune amministrazioni, di procedere con una sistematica recinzione delle aree a verde: a posteriori si è notato solo la creazione di enclavi protetti nei quali i vandali possono agire indisturbati.

Esaurita l'indagine conoscitiva legata al reperimento delle informazioni efferenti l'area ed il tipo di utenza occorre procedere alla fase successiva inerente al reperimento delle informazioni che chiameremo strumentali ovvero la verifica della fonte di approvvigionamento idrico.

### **L'acqua**

L'acqua è, ovviamente, indispensabile ai fini dell'irrigazione ed è necessario conoscerne le caratteristiche sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, caratteristiche che possono variare in relazione alla provenienza.

L'eventuale presenza di sostanze anomale in sospensione o in soluzione può avere conseguenze varie e mutevoli se si considerano gli effetti sulla vegetazione, sull'uomo o sulle componenti tecnologiche dell'impianto: possono essere, cioè dannosi per entrambi oppure anche se tollerate dalla vegetazione

ed innocue per l'uomo, essere estremamente dannose per l'efficienza dei componenti impiantistici.

Le caratteristiche che contraddistinguono l'acqua e la rendono più o meno adeguata all'uso irriguo possono essere così riassunte:

- temperatura
- torbidità
- durezza
- PH
- neutralità batterica

### **Temperatura**

Normalmente il ciclo di irrigazione prende l'avvio nelle ore notturne sia per evitare che l'acqua, distribuita a pioggia possa danneggiare le foglie a causa dell'effetto lente combinato con i raggi del sole, sia perché si riduca la quantità di acqua che potrebbe andar perduta per effetto dell'evaporazione. Tuttavia altro vantaggio conseguente all'irrigazione notturna è la riduzione della differenza di temperatura tra l'acqua, proveniente da pozzi profondi e la vegetazione.

Per determinare se l'acqua impiegata sia o meno adatta all'irrigazione, in funzione del tipo di coltura in atto e delle modalità di erogazione, occorrerebbe rilevare la temperatura al punto di ingresso nell'impianto irriguo infatti se la temperatura è troppo bassa l'escursione termica sulle radici può innescare un ritardo di crescita della pianta mentre per certe colture floricole l'irrigazione a pioggia con acqua troppo fredda può ledere le foglie, con risultati simili a quelli della grandine.

Se l'acqua della quale si dispone presenta una temperatura particolarmente bassa può essere necessaria una sosta di acclimatazione in cisterna di accumulo mentre un sistema utilizzato soprattutto in agricoltura è il passaggio in tubazioni esterne di colore nero, non interrate, in modo che possano accumulare calore.

## **Torbidità**

Questa caratteristica dell'acqua esprime la presenza di sospensioni solide, che possono essere organiche o inorganiche. Le prime sono composte di solito da semi, uova di pesci, alghe, mentre le seconde sono normalmente formate da sabbia, limo, argille o residui di incrostazioni delle pareti delle condutture.

Se l'acqua presenta sostanze in sospensione che possono pregiudicare l'efficienza dell'impianto di irrigazione occorrerà provvedere ad un sistema di decantazione o di filtraggio, a seconda della portata e della qualità dell'investimento.

Per prima cosa occorrerà individuare l'origine e la natura delle sospensioni: se un pozzo aspira in proporzione maggiore alla sua portata è probabile che la pompa aspiri anche sabbia o altro materiale dal fondo, in questo caso sarà opportuno ridimensionare l'aspirazione introducendo, per soddisfare il fabbisogno dell'impianto, una cisterna di accumulo.

Aspirando da un fiume o da un lago, o comunque da un deposito di superficie, è probabile che l'acqua presenti maggiori torbidità derivate dalla sostanza organica presente e dall'azione degli agenti atmosferici. Considerando le portate in gioco nell'impianto si può decidere se optare per una vasca di decantazione, nella quale l'acqua potrà rimanere il tempo necessario a depositare le sospensioni, o per una stazione di pompaggio in continuo, eventualmente composta da un prefiltro sgrossante e da un filtro finale più fine: in un caso o nell'altro avremo costi diversi e soprattutto diversa esigenza di manutenzione.

Affronteremo nella fase finale del processo progettuale l'analisi dei vari sistemi di filtraggio.

## **Durezza**

Questo parametro è determinato dalla concentrazione di sali di calcio e di magnesio.

Una durezza eccessiva provoca inconvenienti all'impianto, creando incrostazioni nelle tubazioni e negli ugelli, fino alla loro totale otturazione. Attraverso test effettuati si è calcolato che ogni millimetro in più di calcare depositato nelle condutture aumenta del 7% il consumo di combustibile necessario per alimentare l'impianto, con evidenti diseconomie di esercizio.

Le modalità per ridurre la durezza dell'acqua sono assai varie e dipendono, ancora, dalla natura dell'investimento previsto e dalla garanzia che si vuol assicurare: rientrando ancora nel campo del trattamento acque affronteremo le alternative nella parte conclusiva del processo progettuale.

## **PH**

Il valore del PH dell'acqua per irrigazione si dovrebbe collocare normalmente tra i valori 6,5 di minimo e 8,4 di massimo infatti la gran parte delle specie vegetali richiede un valore di pH subacido.

## **Neutralità batterica**

In relazione alla provenienza dell'acqua questa può non essere battereologicamente neutra e quindi rappresentare, nel caso di aspersione a pioggia, un pericoloso aerosol per l'uomo. In questo caso se non si intende procedere con un'ulteriore potabilizzazione diventa perentoria la scelta della sub-irrigazione.

## **Fonti di approvvigionamento**

Viste le caratteristiche peculiari dell'acqua vediamo adesso, in relazione alla provenienza, le possibili alternative.

Le più comuni fonti di approvvigionamento possono essere:

- acquedotto
- pozzi artesiani
- fiumi o laghi
- impianti di depurazione di acqua reflue
- acque di recupero sistemi di drenaggio

Nei due primi casi la scarsa portata può richiedere l'installazione di una cisterna di accumulo dal quale poi partirà il circuito di alimentazione per l'irrigazione.

## **Acquedotto**

Appurata la possibilità, sancita da regolamenti comunali, di utilizzare l'acqua potabile per irrigazione, libertà spesso soggetta a limitazioni nei periodi estivi in coincidenza di siccità stagionali, impiegare l'acqua dell'acquedotto per l'irrigazione ha quali vantaggi:

- assenza di torbidità
- temperatura non eccessivamente fredda
- disponibilità costante

per contro, quali aspetti negativi, si riscontra:

- pressione e portata non sempre compatibile con le esigenze di un impianto di irrigazione medio-grande
- costo non indifferente

Quindi per valutare a pieno la convenienza ad utilizzare l'acqua dell'acquedotto occorrerà confrontare la portata disponibile con il fabbisogno dell'impianto.

E' inutile negare che negli ultimi anni si è assistito ad un progressivo aumento dei costi dell'acqua distribuita dagli acquedotti comunali (dal 1992 i costi sono aumentati del 30%), aumenti resi necessari dagli investimenti per modernizzare una rete distributiva ormai obsoleta, ed è altrettanto inutile negare che tali aumenti continueranno a verificarsi per adeguare il costo dell'acqua in Italia al costo sostenuto dagli utenti negli altri paesi Europei.

una tabella dei costi in lire a mc in alcune città italiane	
città	Costo
Palermo	3.050
Bologna	2.641
Torino	1.593
Firenze	1.472
Cagliari	1.443
Roma	1.381
Napoli	1.239
Bari	1.050
Trieste	945
Genova	854
Venezia	627
Milano	450

Considerando infatti una statistica Europea l'Italia, con una media di L. 1.395/mc si colloca al settimo posto ben distanziata dalla Germania dove l'acqua costa circa 3.425 L. a mc (dati NUS National Utility Service) ma anche dalla Francia dove il costo medio sostenuto dall'utente è di L. 2.111 per mc.

Per comprendere l'incidenza dei costi idrici per l'irrigazione di un'area verde occorre considerare che, previsto un fabbisogno medio di 5 litri/mq di prato, un giardino di 400 mq richiederà al giorno 2 mc di acqua e dunque, durante una stagione irrigua stimata di 120 giorni, circa 240 mc. che a Firenze corrispondono ad una spesa annua di circa L.350.000.

## Pozzi

Escludendo i pozzi freatici, che captano falde superficiali e perciò assai rari e non sempre sicuri dal punto di vista della qualità dell'acqua, i pozzi artesiani possono essere ottenuti, invece per percussione o trivellazione e arrivano alle

falde di profondità nelle quali l'acqua, scorrendo tra strati impermeabili di terreno possiede una sufficiente pressione da risalire in superficie, una volta creata una strada preferenziale.

I pozzi artesiani, che a seconda delle zone, possono avere anche profondità molto considerevoli, si caratterizzano per la loro:

- profondità di scavo
- diametro
- livello statico dell'acqua
- livello dinamico dell'acqua

Per quanto profondo possa essere lo scavo l'acqua se dotata di sufficiente pressione può risalire anche a quote molto prossime alla superficie definendo quello che viene indicato come **livello statico** dell'acqua. La pompa sommersa che vi verrà introdotta, quando entrerà in funzione, aspirerà l'acqua spostandone il livello a quello che viene definito come **livello dinamico**. La differenza di quota tra il livello statico ed il livello dinamico è funzione della portata del pozzo e può avere un andamento condizionato anche dalla stagionalità della falda.

E' assai importante la conoscenza della quota del livello statico e del livello dinamico dell'acqua nel pozzo ai fini del dimensionamento della pompa necessaria a garantire all'acqua la pressione utile all'impianto di irrigazione.

Per la valutazione della convenienza alla perforazione di un pozzo occorre considerare che l'acqua sarà, nella maggior parte dei casi:

- di buona qualità ed esente da torbidità
- abbondante

per contro occorre prevedere i costi relativi:

- alla trivellazione del pozzo e all'acquisto della pompa
- all'esercizio della pompa ed ai costi di manutenzione
- alla temperatura, spesso bassa, dell'acqua, che può richiedere un sistema di stoccaggio per l'acclimatazione.

Occorre tuttavia introdurre un concetto assai importante: la trivellazione dei pozzi, soprattutto in zone a rischio per la disponibilità idrica, rischia di compromettere il già precario equilibrio destabilizzando la falda e aggravando i fenomeni di salinizzazione. Allo scopo di mantenere un regime di controllo le più recenti disposizioni amministrative obbligano alla autodenuncia dei pozzi e

all'intallazione, di contatori e/o limitatori di portata delle quantità di acque autorizzate ad essere emunte in base alla superficie da servire: le quantità dovrebbero essere proporzionali alle caratteristiche dei pozzi e alla dinamica della falda e nonostante queste precauzioni la coincidenza d'uso, non programmabile, dei vari pozzi di una stessa zona, può rischiare di mettere in crisi qualsiasi rete idrica.

### **Laghi, fiumi o canali di irrigazione**

La caratteristica che accomuna queste diverse fonti di approvvigionamento idrico è lo scorrere superficiale dell'acqua ma, mentre nei canali di irrigazione gestiti da Enti di Bonifica l'acqua sarà disponibile in turni prestabiliti di adattamento, negli altri due casi la captazione potrà essere libera compatibilmente con la disponibilità stagionale.

I vantaggi sono assi semplici:

- costi contenuti
- acqua a temperatura ambientale

per contro gli svantaggi richiedono un'attenta valutazione

- necessità di una pompa di aspirazione
- distanza non sempre minima dall'area da irrigare
- acqua ricca di sospensioni organiche che richiedono sistemi di filtraggi complessi spesso composti da pre-filtro sgrossante e filtro finale a maggior grado di finezza.

### **Impianti di depurazione di acqua reflue**

Secondo l'art.2 del decreto legislativo n. 152 del 11.05.99 le acque reflue domestiche sono quelle provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi, derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche. Lo stesso articolo riconosce quali acque reflue industriali quelle scaricate da edifici in cui si svolgono attività commerciali o industriali e si presentano diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento. Infine sono acque reflue urbane quelle domestiche o il miscuglio di acque reflue civili, industriali ovvero meteoriche di dilavamento.

Il recupero delle acque reflue potrebbe essere una valida alternativa alle altre fonti di approvvigionamento idrico, soprattutto dove l'acqua scarseggia come

nel Sud d'Italia. Attualmente la situazione è piuttosto confusa non essendo noti né il numero di impianti funzionanti né quali siano i flussi di entrata e di uscita. Potenzialmente si potrebbe arrivare al 35-36% di recupero (dati Inea) ma allo stato attuale siamo ben lontani dal raggiungimento di questo obiettivo.

Ma senza voler arrivare alla progettazione di un sistema di recupero acque reflue a scala territoriale è possibile ipotizzare sistemi in scala ridotta utili per l'irrigazione di un giardino medio/grande di una villetta.

In effetti in Italia i dati relativi ai consumi procapite di acqua sono assai inquietanti:

Fabbisogno giornaliero medio pro capite in litri/abitante al giorno	
Consumo medio nazionale	350
Consumo domestico medio così ripartito:	150-250
Uso igienico	100-150
Uso alimentare	15-25
Uso per lavaggio indumenti o pulizie	30-50
Usi vari	5-25

Il che significa che una famiglia di 4 persone giornalmente può arrivare a utilizzare 1 mc, sufficiente, se integralmente recuperato ad irrigare 200 mq di giardino. Non sono solo le utenze domestiche interessanti infatti:

Fabbisogno idrico per strutture pubbliche (valori medi)	
Hotel con camere con doccia	250-450 l/letto
Scuole	20-30 l/persona
Uffici e stabilimenti	50-60 l/addetto
Ristoranti	45-70 l/coperto

Certo un elemento limitante per l'investimento in sistemi di recupero acque reflue è rappresentato dalla stagionalità dello sfruttamento, infatti se per 12 mesi vengono prodotte, e quindi trattate, le reflue queste possono essere poi convenientemente utilizzate solo per i 4-5 mesi di irrigazione. Inoltre da non sottovalutare i costi di investimento soprattutto inerenti alla riduzione dell'odore: le acque riciclate da impianti domestici, economicamente alla portata di tutti, non sono completamente prive di odori sgradevoli e dunque possono essere

utilizzate solamente in caso di sub-irrigazione se non si intenda affrontare costi ben più consistenti.

### **Acque di recupero sistemi di drenaggio**

Un discorso a parte meritano i sistemi di recupero dell'acqua:

- acqua piovana
- acqua di drenaggio

### **Acqua piovana**

Un assioma sempre valido recita che se piove non occorre prevedere l'irrigazione artificiale e quando è necessaria l'irrigazione artificiale significa che l'andamento stagionale non è sufficiente a garantire il giusto apporto idrico.

La banalità del concetto sottolinea il fatto che raramente si può irrigare con l'acqua piovana a meno che non si operi in ville storiche nelle quali esistano cisterne di recupero enormi, già predisposte, e dunque disponibili ad essere riempite durante tutta la stagione invernale. In caso contrario il costo per la realizzazione di una cisterna o di un vaso adeguato a garantire l'autonomia per almeno una settimana, rappresenta un onere insostenibile nel bilancio economico di un impianto di irrigazione: mediamente un prato alle nostre latitudini richiede 5 mm. di acqua al giorno e un temporale anche di forte intensità non distribuisce più di 7-11 mm d'acqua perciò sufficiente al limite per due cicli di irrigazione, senza considerare che, per bagnare un giardino di 400 mq. occorrerà una superficie di raccolta altrettanto ampia(es. il tetto di una casa) ed una cisterna di 4 mc. per lo stoccaggio.

### **Acqua di drenaggio**

Diverso il discorso del recupero delle acque distribuite in eccesso tramite un sistema di drenaggio: pratica diffusa sui terreni sportivi allo scopo di garantire le migliori condizioni di sviluppo del manto erboso si sta assistendo al suo diffondersi anche in contesti non sportivi.

L'acqua che giornalmente viene distribuita ad un'area verde in parte non viene trattenuta poiché eccede la capacità di campo del terreno, in questo caso defluisce andando a rimpinguare, nella migliore delle ipotesi, dopo un percorso più o meno tortuoso, la falda della zona, o nella peggiore delle ipotesi la rete

fognaria. Questa stessa acqua, predisponendo un sistema di drenaggio con tubazioni di raccolta convoglianti in un bacino di accumulo, potrebbe essere recuperata giornalmente e resa nuovamente disponibile per l'irrigazione.

I vantaggi sono certo innegabili:

- acqua di ottima qualità, talvolta già fertilizzata
- costi di esercizio contenuti

per contro gli svantaggi sono chiaramente evidenti:

- alti costi iniziali per la realizzazione di un sistema di drenaggio diffuso, che comunque garantirebbe anche le migliori condizioni di sviluppo per la vegetazione.

A conclusione è possibile quindi, una volta conclusa la disamina delle caratteristiche fisico chimiche dell'acqua, operare con interventi diversificati allo scopo di renderla adatta all'irrigazione:

- interventi passivi: con soste di decantazione in bacini opportunamente dimensionati al fabbisogno idrico
- interventi attivi con sistemi di filtraggio o di trattamento acque
- precauzioni tecniche con la scelta nella gamma di prodotti disponibili per la realizzazione di un impianto di irrigazione di quelli che si manterranno in efficienza nonostante le caratteristiche dell'acqua.

I primi due punti verranno trattati diffusamente nella parte conclusiva del testo mentre il terzo punto sarà oggetto del prossimo capitolo.

### **La quantità**

Stabilita la qualità dell'acqua il problema successivo è la definizione della sua quantità: valore quanto meno fondamentale per la definizione dei costi dell'impianto in progetto.

La quantità dell'acqua si esprime secondo due parametri fondamentali:

- portata
- pressione

Non esiste una portata o una pressione ideale ma i valori possono variare in base alle caratteristiche dell'impianto in progetto, in base cioè all'estensione dell'area ed al tipo di irrigatori da impiegarsi: una portata sufficiente ad irrigare

un giardino di 100 mq sarà assolutamente inadeguata ad irrigarne uno di 1000 sempre che non si voglia moltiplicare il numero dei settori con forti diseconomie legate allo sviluppo delle tubazioni ed al tipo di automatismo.

La fase conoscitiva è comunque indispensabile per definire l'entità dell'intervento perciò occorre procedere sia al rilievo della portata che della pressione.

### **Portata**

Normalmente si procede all'irrigazione nelle ore notturne perciò, nel caso si impieghi l'acquedotto quale fonte di approvvigionamento, occorrerebbe verificarne la portata ad orari il più prossimi possibile a quelli di esercizio poichè anche nella rete pubblica vi sono fluttuazioni possibili derivate dai picchi di consumo.

Le modalità di rilevamento della portata possono essere di due tipi:

- ricorrendo ad uno strumento di misura come un flussometro o contatore volumetrico
- ricorrendo a un metodo empirico ovvero un contenitore di capacità nota rilevando in quanto tempo, espresso in secondi, viene riempito

### **Pressione**

Premesso che parleremo diffusamente in seguito della pressione per adesso occorre solo rilevarla quale valore rappresentativo della fonte di approvvigionamento idrico.

Da un rubinetto collegato alla rete di alimentazione si potrà desumere, ad utenza chiusa un valore di pressione massimo, detto pressione statica. Dal punto di vista del dimensionamento dell'impianto questo valore è assolutamente inutile dato che corrisponde ad una portata di 0 litri. Perciò occorrerà effettuare nuovamente la misurazione a rubinetto aperto rilevando quella che viene detta pressione dinamica.

Una fonte di approvvigionamento idrico è sempre rappresentata da una curva lungo la quale ogni valore di pressione è sempre associato, in maniera univoca, ad un valore di portata: l'obbiettivo di una corretta rilevazione è definire quella curva limitandola, chiaramente, ai range di esercizio previsti per l'impianto di irrigazione.

Lo strumento che si impiega per questa operazione è il manometro che montato dopo un rubinetto di parzializzazione è in grado di rilevare la variazione di pressione con una diversa apertura della saracinesca. Il manometro potrà essere associato ad un flussometro oppure si utilizzerà il secchio di capienza nota per rilevare i valori di portata.

Quello che si dovrà ottenere è qualcosa di simile:

portata	Pressione
0 litri/minuto	4 bar
20 litri/minuto	3 bar
40 litri/minuto	2 bar
60 litri/minuto	1 bar

Ai fini progettuali saranno altrettanto inutili sia la prima rilevazione con portata nulla, sia la quarta con pressione troppo bassa e quindi incompatibile con la maggior parte degli irrigatori.

Queste misurazioni risultano superflue se si usa quale fonte di approvvigionamento idrico un sistema di pompaggio posizionato in pozzo, cisterna o bacino superficiale: in questo caso sarà la curva rappresentativa della pompa a darci i valori utili alla progettazione.

Nel caso si preveda l'impiego di una pompa ma ancora questa non sia stata definita sarà il progetto a indicare la pompa più idonea a garantire la portata e la pressione necessaria: in questo ultimo caso occorrerà acquisire i dati altimetrici relativi alla posizione dell'acqua, ovvero la quota della cisterna, del bacino o del probabile livello dinamico dell'acqua nel pozzo.

### **Parametri gestionali**

Concluso il reperimento delle informazioni oggettive, legate all'area o all'utenza, e delle informazioni strumentali, legate alla fonte di approvvigionamento idrico, possiamo passare al reperimento delle informazioni gestionali: si tratterà di una serie di informazioni utili nel caso si tratti di un impianto pubblico e quindi che preveda un responsabile di gestione diverso dal progettista e dal committente.

Le scelte che si dovranno effettuare prevederanno una selezione dei prodotti impiegabili per la realizzazione dell'impianto, selezione da effettuarsi in merito a:

- resistenza e garanzie
- versatilità
- semplicità di funzionamento
- budget di spesa previsto

### **Resistenza e garanzie**

Non tutti i prodotti offrono la stessa resistenza e garanzia di funzionamento, perciò occorrerà esercitare un diritto di selezione possibile solo se si avrà una conoscenza accurata di ogni prodotto disponibile sul mercato

### **Versatilità**

La necessità di ridurre i tempi di intervento in caso di danneggiamento per atti vandalici e la pratica sempre più diffusa presso gli uffici competenti la manutenzione del verde urbano di tenere, a questo scopo, un magazzino dei pezzi di ricambio, obbliga a ridurre ulteriormente la scelta a una serie di prodotti per l'irrigazione che offrano versatilità e sostituibilità tra loro.

### **Semplicità di funzionamento**

Non sempre un'amministrazione pubblica possiede manodopera specializzata dedicata alla manutenzione e gestione del verde perciò la conoscenza di questo elemento può condizionare la scelta dei prodotti e soprattutto degli automatismi da installare tra quelli che offrano la maggiore semplicità di regolazione e programmazione.

### **Budget di spesa previsto**

Tenere conto dei costi di realizzazione e di manutenzione di un impianto è obbligatorio per qualsiasi progettista si accinga a pianificare un intervento in un'area a verde.

Qualsiasi gamma di prodotti per irrigazione offre numerose alternative a costi diversi e sarà necessario una conoscenza approfondita del mercato per operare il diritto di scelta: ovviamente se due componenti sono disponibili a prezzi diversi avranno sicuramente diverse caratteristiche, perciò è fondamentale tener presente le priorità progettuali affinché si possano riconoscere le qualità

tecnologiche che un prodotto deve assolutamente per rispondere a tutti gli altri requisiti essenziali.

La conoscenza accurata del mercato consentirà anche al progettista dell'impianto di irrigazione di essere parte attiva e propositiva nella definizione della conformazione delle aree verdi: anche le gamme più ricche ed articolate di prodotti per irrigazione infatti hanno dei limiti tecnici insuperabili. E' possibile quindi trovarsi in situazioni nelle quali la soluzione andrà cercata più nel ridisegno delle aree e nella scelta delle specie vegetali adeguate che nella scelta di un particolare irrigatore.

## **I materiali impiegati nell'irrigazione**

Per poter procedere correttamente nella progettazione effettuando le scelte corrette dei materiali più adeguati occorre conoscere la gamma disponibile sul mercato.

I componenti principali di un impianto di irrigazione sono:

- irrigatori
- elettrovalvole
- programmatori

La scelta di ogni elemento deve rappresentare la risposta migliore ad una serie di domande che devono scaturire dalle priorità definite nella fase di raccolta dati.

### **Gli irrigatori**

Gli irrigatori sono gli ultimi componenti del sistema di distribuzione dell'acqua ma sono gli elementi dai quali partire nella fase progettuale, sono quindi i mattoncini sui quali costruire tutto l'apparato di erogazione.

Parametri fondamentali di verifica per la qualità di un irrigatore sono:

- Coefficiente di uniformità o CU
- Proporzionalità di distribuzione della gamma dei bocchigli
- Pluviometria
- Pressione di esercizio
- Portata di lavoro
- Avanzamento consigliato
- Raggio di lavoro
- Traiettoria del getto

### **Coefficiente di Uniformità**

Si tratta di un valore che esprime l'omogeneità di distribuzione di un irrigatore misurata su un'area di ampiezza nota. Il CU è rappresentativo della qualità di un irrigatore ma varia sia in relazione della pressione applicata al bocchiglio sia

in relazione all'ampiezza dell'area di rilevazione: un'analisi imparziale assume quali valori quelli dichiarati dalle case produttrici sulle tabelle prestazionali.

Normalmente le operazioni di verifica vengono effettuate al chiuso, entro laboratori ove i getti non risultano influenzati dalle normali condizioni ambientali presenti in pieno campo, perciò, in fase progettuale è sempre consigliabile ridurre di una percentuale pari a circa il 5-10% i valori dichiarati dalle tabelle distribuite dalle case produttrici.

### **Proporzionalità della gamma di bocagli**

Gli irrigatori devono avere diverso angolo di lavoro per adattarsi alla diversa conformazione planimetrica dell'area da irrigare ma, affinché in ogni punto del giardino cada la stessa quantità di acqua (principio dell'omogeneità di distribuzione) occorre che al variare dell'ampiezza dell'angolo vari anche il tipo di bocaglio e dunque la quantità di acqua distribuita.

Le case produttrici dovrebbero garantire questa proporzionalità affinché si possano trovare, entro la stessa gamma, bocagli che si adattino ad ogni angolo di lavoro. Spesso i nomi dei bocagli sono contraddistinti con un numero che può esprimere la loro portata in galloni/minuto di funzionamento.

### **Pluviometria**

Esprime la quantità di acqua distribuita da un irrigatore su una porzione di giardino di ampiezza nota in una data unità di tempo.

Il calcolo della pluviometria può essere preventivo o consuntivo: nel primo caso si considerano le indicazioni distribuite dalla casa produttrice considerando l'avanzamento consigliato (in genere espresso in percentuale del diametro di lavoro e diverso con avanzamento ad angolo e a quadrato), nel secondo si verifica la pluviometria di progetto inserendo nella formula di calcolo il reale avanzamento previsto.

Dipendendo la pluviometria dalla somma delle singole portate è, ovviamente, influenzata dalla pressione di esercizio e dall'avanzamento dei corpi irriganti.

### **Pressione di lavoro**

Si tratta della pressione, espressa in bar, che deve essere assicurata al boccaglio, o alla testina, affinché l'irrigatore possa garantire la pluviometria e la gittata prevista dalle tabelle prestazionali.

Ogni catalogo riporta, per ciascun irrigatore, i dati relativi ad una selezione di pressioni di esercizio ma oltre a quelle indicate, normalmente questo può lavorare con un range di pressioni molto più ampio: la selezione operata dalle case produttrici corrisponde a quei valori per i quali, in fase di test, si è ottenuto il maggiore CU.

### **Portata di esercizio**

Si tratta della quantità di acqua che un irrigatore può distribuire lavorando ad una certa pressione. Viene misurata in litri/minuto oppure in mc/ora di lavoro

### **Avanzamento consigliato**

In seguito ai valori di CU ottenuti nella fase di test le case produttrici consigliano le distanze massime di installazione, espressa in percentuale del diametro di lavoro e diversificate per avanzamento a quadrato o a triangolo.

Normalmente il valore consigliato è il 50% del diametro, ovvero , allo scopo di garantire la migliore omogeneità di distribuzione, si dovrebbero installare gli irrigatori ad una distanza relativa pari al raggio risultante dalle tabelle prestazionali.

Tra le condizioni che influenzano l'avanzamento e lo possono ridurre rispetto al consigliato vi sono il vento e la pendenza del terreno.

### **Raggio di lavoro**

Esprime in metri la distanza massima alla quale un irrigatore può garantire la migliore aspersione.

Vi sono irrigatori disponibili con boccagli Gittata+, in grado cioè di migliorare il raggio di lavoro a discapito però della uniformità di distribuzione, inoltre occorre ricordare che aumentando la pressione di esercizio non migliorano le prestazioni ma, anzi, ottenendo una maggiore nebulizzazione, si espone l'irrigatore alla dispersione ad azione del vento e dunque si riduce il raggio di lavoro.

### **Traettoria del getto**

Si esprime in gradi di inclinazione rispetto all'orizzontale: cambiando la conformazione della parabola del getto l'irrigatore con un angolo di inclinazione maggiore ha, a parità di altri parametri, maggiore raggio di lavoro ma anche maggiore altezza nel punto di culmine.

Sono disponibili sul mercato irrigatori con boccagli ad inclinazione diverse dallo standard rappresentato da 25-30°: i cosiddetti Angolo Basso possono arrivare anche ai 5° e gli Angolo Piatto agli 0°.

Oltre a quelli analizzati vi sono ulteriori parametri significativi dei quali tener conto nella scelta di un irrigatore:

- velocità di rotazione
- dimensioni dell'irrigatore e superficie visibile
- altezza di sollevamento
- semplicità di manutenzione
- semplicità di regolazione
- robustezza
- versatilità
- disponibilità di accessori particolari

### **Velocità di rotazione**

Negli irrigatori dinamici l'angolo di lavoro viene coperto dall'avanzamento progressivo del getto: il tempo necessario per completare il lavoro dipenderà dalla velocità di rotazione. Allo scopo di garantire la migliore copertura ogni boccaglio ha una velocità ottimale di avanzamento che viene regolata tramite le impostazioni su uno statore.

La possibilità di variare la velocità di rotazione ha, comunque, un ulteriore vantaggio: si può adattare l'irrigatore ad usi particolari quali l'abbattimento delle polveri lungo percorsi o la ricompattazione dei campi da tennis.

Cambiando in modo forzoso la velocità di rotazione cambierà, ovviamente, il raggio di lavoro e la pluviometria.

### **Dimensioni degli irrigatori e superficie visibile**

L'altezza del corpo dell'irrigatore, legata all'altezza di sollevamento, consente la scelta del modello più adeguato all'impiego: nel caso di tetti inerbati o vicino a cordoli cementati con scarsa profondità del terreno saranno da preferire irrigatori di minor altezza oppure per contro con terreni profondi ma con tubazioni superficiali saranno da preferire irrigatori di maggior altezza ma con attacco laterale.

La superficie esposta del coperchio dell'irrigatore è, invece, significativa, se l'irrigatore è impiegato in terreni sportivi o in aree deputate al gioco dei bambini: la minore superficie, riducendo l'ingombro, ridurrà il rischio di incidenti.

### **Altezza di sollevamento**

Nel caso nell'area da bagnare vi siano ostacoli di modesta entità, tipo aiuole o cespugli e siepi basse, può essere utile la scelta di un irrigatore con una maggiore altezza di sollevamento che riesca, quindi, a superarli.

Altro vantaggio conseguente all'uso degli irrigatori di maggiore altezza di sollevamento è l'allungamento del tempo di sfalcio del prato poiché nel caso si impieghino irrigatori bassi il getto potrebbe urtare l'erba un po' più alta e variare così il risultato finale.

In genere l'altezza di sollevamento è espressa da un numero rappresentativo dei pollici di altezza del canotto.

### **Semplicità di manutenzione**

La semplicità dei meccanismi di erogazione dell'acqua può contribuire a ridurre le operazioni di manutenzione necessarie a mantenere l'efficienza dell'irrigazione. Importante è il sistema di lubrificazione degli irrigatori dinamici che può essere ad olio o ad acqua: nel secondo caso è l'acqua di irrigazione che transitando dal canotto aziona il meccanismo di avanzamento allungando i tempi di funzionamento dell'irrigatore e riducendo i rischi di inquinamento qualora si danneggiasse la tenuta.

### **Semplicità di regolazione**

Gli irrigatori con testine ad angolo di lavoro regolabile necessitano di una regolazione all'installazione. Questa può essere realizzata mediante il ricorso ad utensili diversi, più o meno complessi, o ottenibile solamente con le mani.

Il grado di complessità può richiedere l'operato di installatori specializzati ma per contro può essere un valido ostacolo ad eventuali manomissioni vandaliche.

### **Robustezza**

Alcuni impieghi speciali, come l'irrigazione di campi sportivi, richiedono irrigatori di maggiore robustezza come pure l'installazione in zone fortemente soggette ad atti di vandalismo. Questa maggiore robustezza può essere garantita da rivestimenti esterni in acciaio o da rinforzi interni.

### **Versatilità**

Normalmente un irrigatore può coprire un angolo di ampiezza variabile da 0 a 360° o essere predisposto per coprire il cerchio intero senza ritorno. L'esistenza di irrigatori in grado di assicurare, con lo stesso corpo, ambedue le possibilità, garantisce una maggiore versatilità e dunque la possibilità di intervenire più prontamente, in caso di danneggiamento, accorciando i tempi delle riparazioni.

### **Disponibilità di accessori particolari**

Il mercato offre una serie di accessori utili a risolvere problemi particolari:

- **coperchio in gomma**

adatto all'impiego in aree gioco per bambini copre i bordi taglienti del canotto riducendo i rischi di lesione

- **valvola SAM**

adatto all'impiego in terreni in pendenza, la valvola può trattenere una colonna d'acqua di altezza differente secondo il modello di irrigatore e dunque in relazione al range di pressione di esercizio: in questo modo l'irrigatore non lascia trafilare l'acqua contenuta nella tubazione a monte a fine ciclo di irrigazione.

- **regolatore di pressione PRS**

controlla la pressione in uscita dal boccaglio svincolando le prestazioni dell'irrigatore dalla pressione in ingresso. In caso di danneggiamento

dell'irrigatore il PRS, controllando la quantità di acqua in uscita, non sbilancia il settore permettendo una normale irrigazione per il resto dell'area.

- **testine autocompensanti**

se un settore è formato da irrigatori posti a quote diverse si avrebbe una disomogeneità di distribuzione conseguente alla diversa pressione di esercizio: le testine autocompensanti possono ristabilire l'omogeneità di erogazione svincolando la quantità d'acqua erogata dalla pressione in ingresso.

Una prima classificazione degli irrigatori può essere la seguente:

- irrigatori fuori terra
- irrigatori a scomparsa o pop-up

**Irrigatori fuori terra**

Sono utilizzati prevalentemente in agricoltura o in situazioni particolari nelle quali è necessaria un'altezza di sollevamento della testina non ottenibile con i modelli a scomparsa sempre che vi siano elementi fissi tali da consentire la mimetizzazione l'asta di installazione (come nel caso delle recinzioni delle piste di equitazione), in ogni caso quando il risultato da ottenere prescinde da considerazioni estetiche.

Normalmente l'irrigatore viene installato su un'asta rigida, in genere in metallo, opportunamente fissata al terreno in modo da non danneggiarsi per le vibrazioni di esercizio.

**Vantaggi:**

- Costi contenuti
- Possibilità di variare l'altezza dell'irrigatore in relazione alla crescita delle piante

**Svantaggi:**

- Sgradevolezza dal punto di vista estetico
- Ingombro per le lavorazioni del terreno
- Facilità di danneggiamento vandalico

### **Irrigatori a scomparsa**

Si tratta degli irrigatori più comunemente impiegati nella realizzazione di impianti per il giardinaggio o per il verde sportivo.

Dal punto di vista costruttivo sono composti da 3 parti:

- il carter o corpo
- il canotto
- la testina o boccaglio

In condizioni di riposo, il canotto rientra completamente nel carter, grazie ad una molla di richiamo, normalmente in acciaio inox, per poi fuoriuscire per effetto della pressione di esercizio.

In questo modo non resta nessun apparato esterno a vantaggio dell'estetica dell'impianto, della sicurezza antivandalica e della riduzione di ingombro per le lavorazioni o le manutenzioni ordinarie.

La gamma di irrigatori a scomparsa presenti sul mercato è estremamente articolata ed è possibile trovare l'irrigatore adatto a risolvere qualsiasi necessità sia in relazione alle prestazioni sia in relazione alle caratteristiche tecnologiche.

### **Vantaggi:**

- Perfetta mimetesi nel giardino
- Nessun ingombro per le lavorazioni, se correttamente installati
- Ridotta visibilità e dunque riduzione dei danni da vandalismo
- Maggiore assortimento disponibile sul mercato

### **Svantaggi:**

- Costo più elevato
- Maggiore accuratezza di installazione
- Altezza di sollevamento non superiore ai 30 cm

Ulteriore classificazione degli irrigatori è la seguente:

- irrigatori statici
- irrigatori dinamici

entrambi sono disponibili sia nella versione a scomparsa che fuori terra.

## **Irrigatori statici**

Si dicono irrigatori statici quei corpi irriganti che coprono contemporaneamente l'angolo previsto di lavoro durante il tempo di funzionamento.

Dal punto di vista strutturale si tratta di un canotto vuoto nel quale è la testina che regola sia la quantità di acqua che l'ampiezza dell'angolo.

Concepiti in modo tanto semplice è possibile così riassumerne i vantaggi:

- massima affidabilità anche con acqua non perfettamente pulita
- assenza di manutenzione
- ampia gamma, precisione ed affidabilità totale delle testine a distribuzione proporzionale
- tempi di irrigazione ridotti
- pressione di esercizio ridotta
- fine polverizzazione dell'acqua
- costi unitari contenuti

Per contro gli svantaggi possono essere:

- alta pluviometria e dunque alto fabbisogno di acqua
- alti costi a mq dell'impianto

## **Bassa manutenzione**

La presenza di un filtro posto al di sotto della testina riduce ulteriormente il rischio, già molto basso, di occlusione

## **Testine intercambiabili ad erogazione proporzionale**

Gli irrigatori statici possono essere equipaggiati con:

- testine ad angolo fisso, contraddistinte da lettere-acronime dell'angolo coperto, es: F per full 360° o H per half 180°
- testine ad angolo variabile, es: VAN
- testine con doppia taglio per una migliore distribuzione sotto l'irrigatore
- testine a figure, es: strisce o quadrato

Ognuna delle testine ha una erogazione proporzionale che garantisce la migliore omogeneità di distribuzione.

### **Raggio di lavoro**

La vasta gamma di testine garantisce una perfetta erogazione da 1 a oltre 5 metri. Normalmente il raggio di lavoro è espresso in piedi (1 piede = 0,304 m).

### **Pluviometria**

Gli irrigatori statici sono caratterizzati da un'elevata pluviometria compresa tra i 37 ed i 56 mm di pioggia per ora di funzionamento: ne deriva un alto fabbisogno d'acqua al quale corrisponde, ovviamente, un spazio-finestra molto ridotto per l'irrigazione.

### **Altezza di sollevamento**

Gli irrigatori statici sono disponibili con corpi di altezza variabile cui corrisponde un'altezza di sollevamento diversa compresa tra i 5 e i 30 cm. L'altezza di sollevamento viene indicata in pollici.

### **Polverizzazione sottile dell'acqua**

La leggera polverizzazione del getto, prodotta da un irrigatore statico, lo rende adatto anche alla vegetazione più delicata, quali le aiuole fiorite

### **Irrigatori dinamici**

Si dicono irrigatori dinamici quei corpi irriganti il cui funzionamento è legato al movimento del getto d'acqua che, in certo periodo di tempo, copre l'angolo di lavoro impostato.

E' possibile così riassumerne i vantaggi:

- vasta gamma dei modelli disponibili che arrivano a coprire anche aree molto estese
- vasta gamma di bocchiglie per ciascun modello
- bassa pluviometria
- basso costo dell'impianto a mq
- getto più potente e dunque meno sensibile all'effetto del vento
- maggiore robustezza del corpo

Per contro gli svantaggi possono essere:

- alte pressioni di esercizio

- tempi più lunghi di irrigazione
- costi unitari più alti

In relazione al meccanismo di movimentazione del getto gli irrigatori dinamici possono essere ancora divisi in due categorie:

- a martelletto o massa battente
- a turbina

### **Irrigatori dinamici a martelletto**

L'avanzamento del getto è determinato da un cucchiaio posto di fronte all'ugello il cui contraccolpo, causato dalla pressione dell'acqua, agisce sul meccanismo di avanzamento.

I vantaggi degli irrigatori a martelletto sono:

- grande resistenza e durata nel tempo
- funzionalità anche con acque sporche

per contro gli svantaggi che ne hanno determinato l'abbandono progressivo sono:

- rumorosità durante il funzionamento, particolarmente fastidioso durante le nottate estive
- dimensioni ingombranti del corpo e della superficie visibile

### **Irrigatori dinamici a turbina**

Ultima generazione degli irrigatori: l'avanzamento del getto avviene per il movimento dell'acqua entro una turbina posta lungo il canotto dell'irrigatore.

La turbina può essere lubrificata ad acqua o ad olio: nel secondo caso una fuoriuscita dell'olio può danneggiare il prato perciò è consigliabile adottare turbine autolubrificate dall'acqua in transito.

Dal confronto con gli irrigatori dinamici a martelletto possiamo desumerne i vantaggi:

- totale silenziosità
- gamma più ampia dei bocchigli

- maggiore economicità dei modelli a grande raggio, realizzati comunemente in bronzo

Per contro gli svantaggi sono:

- funzionalità garantita solo in condizioni di acque pulite: in caso di occlusione della turbina questa non potrà essere pulita ma occorrerà sostituire il corpo dell'irrigatore.

Caratteristiche prestazionali tipiche degli irrigatori dinamici sono:

### **Raggi di lavoro**

Gli irrigatori dinamici a turbina sono disponibili sul mercato in diverse misure alle quali corrispondono diversi raggi di esercizio:

#### **Dinamici residenziali**

Si tratta degli irrigatori che vengono normalmente impiegati nei giardini medio-piccoli con raggio di lavoro compreso tra i 5 ed i 10 metri.

Normalmente in questa fascia si trovano irrigatori che richiedono una pressione compresa tra i 2 e i 4 bar ed una portata variabile dai 10 ai 30 litri/minuto con pluviometria di 7-27 mm/ora. I boccagli, o le testine, sono di tipo proporzionale.

#### **Dinamici di medio raggio**

Sono normalmente impiegati in aree prative estensive per parchi urbani o aree sportive di piccole dimensioni quali campi da calcetto. Particolarmente resistenti hanno raggi di lavoro compresi tra i 15 ed i 20 metri.

Normalmente in questa fascia si trovano irrigatori che richiedono una pressione compresa tra i 3 e i 5 bar ed una portata variabile dai 30 ai 80 litri/minuto con pluviometria di 5-25 mm/ora. In questa fascia non è possibile garantire la proporzionalità dei boccagli.

#### **Dinamici per grandi terreni sportivi**

Si tratta degli irrigatori che vengono normalmente installati su campi golf o su altri terreni sportivi quali i campi di calcio, con raggio di lavoro dai 20 ai 30 m.

Normalmente in questa fascia si trovano irrigatori che richiedono una pressione compresa tra i 5 e i 9 bar ed una portata variabile dai 100 ai 300 litri/minuto con pluviometria di 2-20 mm/ora.

Conclusa l'analisi dei tipi di irrigatori disponibili sul mercato possiamo riassumere i criteri che ne determinano la scelta grazie all'ausilio di una serie di domande:

- **Qual è la dimensione dell'area da bagnare?**
- **Di quant'acqua si dispone?**
- **Quanto è ampio lo spazio di tempo dedicabile all'irrigazione?**
- **Di che pressione si dispone all'allacciamento?**
- **E' possibile debordare oltre il perimetro dell'aiuola?**
- **Il terreno è in declivio?**
- **Che tipo di vegetazione è esistente o prevista?**
- **Che rischio vandalico è prevedibile?**
- **Con che frequenza è previsto lo sfalcio dell'erba?**
- **Che profondità del terreno esiste o a che profondità sono interrabili le tubazioni?**
- **Quanto è importante la sicurezza degli utenti del parco?**

## **Le elettrovalvole**

Una disponibilità d'acqua limitata obbliga, nella maggior parte dei casi, alla divisione di un impianto in più settori, ciascuno formato da tanti irrigatori quanti sono alimentabili con la portata garantita dall'allacciamento.

L'elemento che regola l'accensione programmata e sequenziale dei vari settori è l'elettrovalvola il cui funzionamento, assai semplice, si basa sulla differenza di pressione esercitata dall'acqua sulla superficie di una membrana che apre e chiude il passaggio dell'acqua verso gli irrigatori.

Le elettrovalvole sono normalmente chiuse e vengono aperte tramite la sollecitazione di un solenoide che, sollevando il pistoncino posto al suo interno, libera un microcondotto che collega la camera superiore all'esterno: scaricandosi così parte dell'acqua che teneva premuta la membrana la pressione della rete la spinge verso l'alto e l'elettrovalvola si apre.

Il solenoide è normalmente alimentato da corrente alternata a 24 V ma esistono sul mercato anche solenoidi alimentati a corrente continua a 9V per sistemi a batteria.

Le dimensioni molto esigue del microcondotto permettono l'impiego di un solenoide con pistoncino ugualmente di ridotte dimensioni e dunque con un assorbimento molto contenuto: in questo modo si possono impiegare cavi di alimentazione elettrica di sezione ridotta anche per lunghe distanze senza che la caduta di tensione sulla linea pregiudichi il funzionamento.

Altra implicazione vantaggiosa delle ridotte dimensioni del microcondotto è l'allungamento dei tempi di svuotamento e successivo riempimento della camera superiore, quando il solenoide, non più sollecitato chiude il collegamento di svuotamento: questo dispositivo che prende il nome **di apertura e chiusura lenta** è il miglior sistema per il corpo d'ariete.

## **Il corpo d'ariete**

Il corpo d'ariete è una condizione dinamica transitoria che viene a crearsi qualora una tubazione in pressione venga chiusa in modo repentino; per l'incomprimibilità dell'acqua la quantità di moto da questa posseduta si traduce in una sovrappressione di entità diversa in relazione alla velocità dell'acqua e alla distanza tra il punto di chiusura e il bacino di espansione. La sovrappressione, della quale impareremo a calcolare l'entità, può scaricarsi, in

modo imprevedibile sulle tubazioni o sulla raccorderia portandola al collasso. Il rischio rappresentato dal colpo d'ariete sulla integrità delle parti componenti un impianto è talmente grave da obbligarci a contenere la velocità di circolazione dell'acqua entro valori di sicurezza (1,5 m/sec) e ad allungare, per quanto possibile, il tempo di apertura e chiusura dei punti di intercettazione.

### **Prestazioni delle elettrovalvole**

Ogni elettrovalvola ha un range di lavoro significativo, espresso dalle tabelle prestazionali, perciò affinché si abbia la garanzia di funzionamento è necessario garantire le migliori condizioni di esercizio si apre quanto riguarda la pressione minima che per quanto riguarda la massima.

La **pressione minima** è normalmente di 1 bar mentre la portata minima dipende dalla dimensione: il mancato rispetto di questi valori allunga i tempi di chiusura non garantendo la precisa determinazione della quantità di acqua somministrata.

Per quanto riguarda la **pressione massima** di esercizio questa dipende dal tipo di polimero impiegato per la realizzazione e quindi normalmente le elettrovalvole potranno essere PN10 o PN16. La portata massima invece dipenderà dalla perdita di carico accettabile per il tipo di impianto.

Altro valore del quale tener conto, in relazione alla portata, è la velocità del moto dell'acqua: se il tempo di svuotamento della camera superiore sarà superiore al tempo di riempimento della stessa, tramite il filtro della membrana, non si verificherà mai quella differenza di pressione tra camera superiore ed inferiore che determinerà la completa apertura dell'elettrovalvola.

Infine la velocità di moto dell'acqua, soprattutto se associata ad impurità sospese, potrà provocare una rapida usura delle parti a contatto e quindi abbreviare i tempi di sostituzione dei componenti.

Comprendere il meccanismo di azionamento di una elettrovalvola consente di controllarne il funzionamento e la manutenzione:

- considerando le ridotte dimensioni del microcondotto di scarico la sua occlusione può pregiudicare il funzionamento del sistema poiché non liberandosi la camera superiore l'elettrovalvola non si apre.

- dipendendo la funzionalità di una elettrovalvola dalla qualità dell'acqua in transito, le cui sospensioni possono depositarsi nel corpo bloccando la chiusura della membrana, è fondamentale che questa sia dotata di una serie di filtri: sul solenoide per evitare il blocco del pistoncino, sulla membrana per evitare il passaggio delle impurità nella camera superiore dove potrebbero occludere il canale di collegamento con il vano solenoide, prima dell'elettrovalvola, montato sulla linea, nel caso di acque particolarmente sporche

Definito il principio di funzionamento delle elettrovalvole vediamo adesso quale sono le caratteristiche significative che possono influenzare la scelta di un modello rispetto ad un altro:

- portata complessiva dell'impianto
- pressione in rete di entità contenuta
- limpidezza dell'acqua
- difformità di pressione tra settori

### **Portata di alimentazione**

La scelta di una elettrovalvola è motivata, in primo luogo dalla portata del settore: il passaggio forzato che un'elettrovalvola comporta rappresenta un ostacolo alla libera circolazione dell'acqua nel circuito e quindi un punto potenziale di perdita di carico.

Affronteremo in seguito le conseguenze di una perdita di carico per l'equilibrio idraulico di un impianto per adesso sarà sufficiente stabilire che, affinché non vi siano squilibri troppo evidenti, occorrerà contenere la perdita di carico puntuale entro i 3 m. di colonna d'acqua (0,3 bar). In base a questo parametro dovremo scegliere l'elettrovalvola di dimensione più adeguata controllandone la tabella prestazionale che rapporta portata di settore a perdita di carico.

Un modo di ridurre le perdite di carico a parità di portata consiste nell'installare l'elettrovalvola ad angolo piuttosto che in linea: il movimento dell'acqua sarà così perpendicolare alla membrana di chiusura e dunque l'acqua dovrà percorrere un percorso più lineare compiendo quindi un minor lavoro. La possibilità di installare un'elettrovalvola ad angolo potrà essere quindi caratteristica preferenziale

Per contro, nel caso vi siano settori con portata d'acqua molto esigua, ad esempio per settori a goccia, potrebbero non essere garantite le condizioni minime di lavoro per una corretta apertura e chiusura perciò la presenza di un dispositivo come il **regolatore di flusso** che agisca sulla membrana variando la resistenza della molla di compressione, può abbreviare i tempi di chiusura e quindi la rapidità di risposta del dispositivo.

### **Pressione in rete di entità contenuta**

Abbiamo già constatato come l'acqua passando in una elettrovalvola compia un lavoro che riduce la pressione di rete quindi, nel caso che al punto di allacciamento si disponga di una pressione molto contenuta, sarà necessario sovradimensionare l'elettrovalvola rispetto alla portata per contenere ulteriormente questa diminuzione di pressione a favore di un miglior funzionamento degli irrigatori senza dover ricorrere a pompe di rilancio.

### **Limpidezza dell'acqua**

Il tipo di filtro montato sulla membrana e sul solenoide dell'elettrovalvola ne condiziona la funzionalità in caso di acque non particolarmente pulite: in particolare la posizione del filtro, periferica o centrale rispetto al flusso dell'acqua ad elettrovalvola completamente aperta, ne può garantire un più efficace autolavaggio e quindi una maggiore funzionalità nel tempo.

### **Diffomità di pressione tra i settori**

Nel caso un impianto preveda l'installazione di irrigatori operanti con pressioni di esercizio diverse occorrerà garantire in rete la pressione massima necessaria al settore con irrigatori di maggiori dimensioni, in conseguenza i settori composti da irrigatori di dimensioni più contenute riceveranno una pressione che supera il loro range di lavoro e quindi avranno subiranno una nebulizzazione eccessiva del getto a detrimento della qualità di distribuzione.

La possibilità di installare elettrovalvole dotate di regolatore di pressione tarabile sulla pressione corretta in uscita, indifferentemente dalla pressione di ingresso, garantirà le migliori condizioni di lavoro a tutti i settori dell'impianto.

Questi regolatori di pressione o PRS presentano una ghiera tarata di riferimento oppure richiedono il collegamento ad un manometro esterno per la taratura.

Come per gli irrigatori anche la scelta delle elettrovalvole deve rispondere ad una serie di domande:

**Di che portata sono i settori?**

**Com'è la qualità dell'acqua?**

**Quant'è la pressione in rete?**

**I settori sono formati da irrigatori di uguale range di pressione?**

**Esistono settori di porta molto bassa che potrebbe pregiudicare la corretta chiusura?**

**Esistono rischi da vandalismo?**

## **Le centraline di programmazione**

L'ultimo dei componenti principali di un impianto di irrigazione è la centralina di programmazione: si tratta del cervello centrale che tramite il collegamento elettrico ai solenoidi delle elettrovalvole è in grado di trasmettere loro i comandi di apertura e quindi di trasferire operativamente il programma di irrigazione.

All'interno della centralina esistono una serie di contatti numerati ai quali dovrà essere collegato uno dei cavi uscenti dai solenoidi, cavo definito come **pilota**. Un ulteriore cavo, definito come comune, collegherà invece insieme gli altri cavi uscenti dai solenoidi per collegarsi poi al morsetto dedicato sul programmatore.

Ormai quasi tutti i modelli presenti sul mercato presentano programmi multipli ovvero la possibilità di definire, sulla stessa centralina, cicli con giorni diversi di irrigazione. Occorre tuttavia ricordare, che eccetto casi particolari, un'elettrovalvola potrà appartenere ad un solo programma di irrigazione e che all'interno di uno stesso programma l'apertura di una elettrovalvola seguirà alla precedente secondo un ordine assolutamente sequenziale, senza possibilità di inserire pause.

Le caratteristiche che contraddistinguono una centralina possono essere così riassunte:

- numero di stazioni
- numero di accensioni giornaliere
- tipo di programmazione espresso in giorni o in intervalli
- numero di programmi
- tipo di funzionamento
- tipo di alimentazione
- tipo di collegamento alle elettrovalvole
- prestazioni particolari

## **Numero di stazioni**

Dal punto di vista della programmazione elettrovalvola, settore o stazione finiscono per essere sinonimi per indicare la stessa porzione di impianto che verrà irrigata da un comando singolo di programmazione.

Le centraline si distinguono perciò in base al numero massimo di stazioni che possono comandare, corrispondente al numero di attacchi sulla morsettiera interna.

### **Tipo di programmazione espresso in giorni o in intervalli**

Su una centralina di programmazione si possono effettuare programmazioni su cicli di numero di giorni variabile, ad esempio con cicli di 2 giorni si possono effettuare alternanze regolari a prescindere dai giorni della settimana mentre con cicli di 7 giorni si potrà effettuare una programmazione legata all'avanzamento settimanale. Normalmente si possono avere r cicli di 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 15 giorni ma in alcuni programmatori dell'ultima generazione si possono fare programmazioni anche su base annuale stabilendo, ad esempio i giorni di esclusione.

### **Numero di accensioni giornaliere**

Può essere necessario, per ovviare ai fabbisogni idrici di un certo tipo di vegetazione più esigente o per limitare il ruscellamento su un terreno particolarmente calcareo, frazionare il tempo complessivo di irrigazione in più momenti distinti: in questo caso il numero delle accensioni giornaliere finisce per essere la discriminante fondamentale nella scelta di una centralina.

### **Tipo di funzionamento**

Normalmente una centralina apre sequenzialmente le elettrovalvole iniziando dalla prima collegata sul primo morsetto per finire all'ultima prevista sullo stesso programma. Per ogni elettrovalvola è possibile così stabilire la durata dell'apertura ma non l'ora di inizio. Si trovano però in commercio centraline di programmazione che consentono di stabilire tempi pausa tra le stazioni particolarmente utili ad esempio, nel caso si debba attendere il reintegro di una cisterna se la quantità d'acqua disponibile fosse limitata.

### **Tipo di alimentazione**

I programmatori sono alimentati a 220V con trasformatori, interni o esterni, a 24V, tensione del segnale per i solenoidi. Sono tuttavia disponibili sul mercato anche i cosiddetti programmatori a batteria nei quali l'alimentazione è costituita

da 1 o 2 batterie alcaline a 9V. In questo caso la corrente applicata al solenoide non è più alternata ma continua e quindi la corretta installazione risentirà della polarità applicata.

Questo sistema, che si è andato diffondendo negli ultimi anni soprattutto negli impianti pubblici permettendo di automatizzare l'irrigazione in aree non raggiunte dall'elettricità, si basa su un particolare tipo di solenoide, detto **bistabile**, nel quale ovvero la sollecitazione del pistoncino non avviene durante tutta la fase di apertura ma con due impulsi distinti di attivazione e di disattivazione estremamente brevi da ridurre a niente l'assorbimento e quindi il consumo della batteria. La differenza più appariscente tra un solenoide tradizionale ed un solenoide bistabile è il colore dei cavi uscenti: nel primo caso saranno dello stesso colore mentre nel secondo i colori dovranno essere diversi affinché si possa garantire il rispetto della polarità.

### **Tipo di collegamento alle elettrovalvole**

Dalla centralina di programmazione, sia questa tradizionale o a batteria, partono due cavi, il pilota ed il comune, che collegano l'elettrovalvola. La lunghezza massima di questi cavi dipenderà dalla tensione di alimentazione del solenoide ma in ogni caso per impianti di grandi dimensioni la quantità di cavo necessario sarà molto elevata senza considerare i costi necessari all'installazione entro passacavi e i rischi di guasto conseguenti ad una possibile interruzione accidentale dei collegamenti.

Per ovviare a questo problema esistono i cosiddetti **sistemi monocavo** nei quali il comando di apertura e chiusura all'elettrovalvola arriva non da due cavi distinti ma da uno unico, di tipo e sezione adeguata, che traduce il segnale tramite un sistema di decodificatori. Il sistema, nato per i campi da golf, si va diffondendo anche in impianti pubblici di grandi dimensioni dove si fa apprezzare per la sensibile riduzione dei costi.

### **Prestazioni particolari**

Una centralina di programmazione dell'ultima generazione deve garantire accessori e routine di programmazione particolari in grado di risolvere particolari problemi:

- **disattivazione in caso di pioggia**

in questo caso è possibile installare un dispositivo, detto controllo della pioggia, che agisce come interruttore: nel caso le precipitazioni superino una soglia programmata: la centralina disattiverà l'irrigazione finché l'evaporazione non ripristinerà le condizioni di umidità adeguate.

- **dispositivo water budget**

La durata del tempo di irrigazione viene stabilita nel momento della programmazione ma nel caso l'andamento stagionale lo richieda è possibile applicare un coefficiente di correzione globale, sulla stazione o sul ciclo, che incrementi o decrementi tutti i tempi: in questo modo l'operazione di riprogrammazione è assai veloce e non richiede particolari conoscenze.

- **circuito di autotest**

Nel caso vi siano malfunzionamenti il programmatore è in condizione di operare un controllo automatico per l'individuazione comunicando poi i risultati tramite display.

- **batteria tampone o memoria non volatile**

Nel caso delle centraline collegate in rete la sospensione della corrente ovviamente determina l'interruzione dell'irrigazione ma non la perdita del programma impostato almeno finché la batteria tampone riesce a garantirne la conservazione (8 o 24 ore secondo il modello). Nel caso il programma si perda la centralina automaticamente provvederà, al ripristino della corrente, ad irrigare secondo un programma di soccorso con tempi standard di apertura.

In alcuni programmatori allo scopo di evitare questa casualità di funzionamento sono state previste memorie non volatili per i programmi perciò, anche nel caso di una prolungata interruzione di alimentazione, al suo ripristino l'irrigazione riprenderà regolarmente.

Analizzate le caratteristiche fondamentali di un programmatore possiamo adesso riassumerle con un rapido sunto dei modelli in commercio.

In base alle loro specifiche possiamo così riassumere una classificazione:

- programmatori elettromeccanici
- programmatori elettronici
- programmatori con sistema monocavo
- programmatori di unità centralizzate a scala urbana
- programmatori a batteria

### **Programmatori elettromeccanici**

Si tratta della prima serie di programmatori nei quali la programmazione non viene trasmessa tramite una scheda elettronica ma attraverso una serie di motorini elettrici ai quali i comandi vengono impartiti da ingranaggi provvisti di cavallotti. Il sistema, per quanto antiquato, gode ancora di grande diffusione poiché risulta il più stabile in zone soggette a sbalzi di tensione o colpite frequentemente da temporali e fulmini, che possono danneggiare la scheda elettronica di centraline più moderne. I programmatori elettromeccanici non hanno, ovviamente, memoria tampone né altri dispositivi elettronici di programmazione.

### **Programmatori elettronici**

Diffusi già da moltissimi anni hanno risentito degli sviluppi del settore informatico: sempre più sofisticati ed economici possono presentare caratteristiche così diverse tra loro da richiedere un'attenta analisi prima della scelta. Normalmente consentono di comandare fino a 24 elettrovalvole con 3 programmi distinti e fino ad 8 partenze giornaliere.

### **Programmatori con sistema monocavo**

Queste centraline, nate per campi sportivi molto estesi tipo golf, sono previste per un numero molto alto di stazioni e spesso con moduli di espansione che possono portare il numero delle elettrovalvole comandabili fino a 200.

### **Programmatori di unità centralizzate a scala urbana**

Uno dei problemi più seri che una pubblica amministrazione si trova ad affrontare negli ultimi anni è il consumo idrico necessario per l'irrigazione del patrimonio vegetale comunale per questo i sistemi centralizzati di controllo stanno incontrando un favore diffuso. Si tratta di sistemi computerizzati di gestione che collegati ad una stazione meteorologica sono in grado di decidere autonomamente la quantità di acqua da somministrare in base alle effettive necessità. I collegamenti tra il computer centrale e le varie unità satelliti avvengono per via telefonica e non più via radio, come nei primi modelli, più soggetti ad interferenze in ambito urbano. Sempre allo scopo di aumentare il controllo sull'erogazione ogni satellite locale è collegato ad una valvola volumetrica, in grado di rilevare il passaggio effettivo di acqua nell'impianto: questo valore viene confrontato, giorno per giorno, con la portata teorica in

modo da rilevare prontamente eventuali discrepanze e quindi individuare immediatamente disfunzioni in atto.

### **Programmatori a batteria**

I sistemi a batteria, basati su un particolare tipo di solenoide bistabile consentono di risolvere i problemi legati all'automazione di aree non raggiunte dall'energia elettrica ma equipaggiate con prese idriche. Le amministrazioni in questo modo possono irrigare anche porzioni di verde pubblico un tempo raggiungibili solo con il ricorso alla manodopera, con costi ormai non più sostenibili. I sistemi a batteria sono di due tipi: la prima è una centralina tradizionale, con un massimo di 6 stazioni collegabili, mentre la seconda è una consolle mobile di programmazione che trasferisce il programma su una unità locale collegata alle elettrovalvole. In quest'ultimo caso si pone rimedio anche all'altra grossa piaga degli impianti pubblici, ovvero il vandalismo, poiché nel pozzetto non rimangono che unità non utilizzabili se non collegate al sistema e perciò prive di interesse economico.

Come per gli irrigatori anche la scelta delle centraline di programmazione deve rispondere ad una serie di domande:

**Quante sono le elettrovalvole da comandare?**

**Di quanti programmi ed aperture giornaliere abbiamo necessità?**

**La zona è soggetta a forti sbalzi di tensione?**

**Si tratta di automatizzare un impianto pubblico?**

**E' possibile disporre di allacciamento elettrico?**

**Esistono rischi da vandalismo?**

## La progettazione di un impianto di irrigazione

Nelle sezioni precedenti del manuale si è affrontato la conoscenza dei materiali e il corretto approccio per il reperimento dei dati sull'area da irrigare. Procederemo adesso con la definizione delle regole base per l'inserimento degli irrigatori, qualsiasi sia il modello che abbiamo scelto quale più adeguato a risolvere i problemi di irrigazione che dobbiamo risolvere.

Le ditte produttrici indicano le caratteristiche degli irrigatori da loro prodotti tramite le tabelle prestazionali. Tra tutte le informazioni disponibili nella prima fase di progettazione prenderemo in considerazione solamente il raggio di lavoro e l'avanzamento consigliato.

Fondamentale ai fini del corretto posizionamento degli irrigatori è la conoscenza della parabola di distribuzione dell'acqua, parabola dipendente dalla pressione di esercizio nonché dal tipo di testina o boccaglio installato.

Assodato che la migliore acqua è quella che cade dal cielo l'impiego di irrigatori con CU il più prossimo al 100% garantisce la migliore distribuzione artificiale.

Tuttavia, per quanto il CU sia alto la distribuzione dell'acqua seguirà una curva pluviometrica caratteristica condizionata dall'attrito che le microgocce incontreranno spostandosi nell'aria.

Evidenziando su un sistema cartesiano sulle ascisse la distanza dal corpo irrigante e sulle ordinate la quantità di acqua distribuita possiamo evidenziare le seguenti zone:

- area a ridosso dell'irrigatore nel quale non ci sarà irrigazione.

L'ampiezza di questa zona varia a seconda dei modelli e della pressione di esercizio. Il dato non deve stupire poiché un getto rivolto verso il basso potrebbe danneggiare, a causa della pressione di esercizio, il prato, soprattutto se di nuova semina. Per ovviare a questo problema si sono introdotti irrigatori con doppio boccaglio o con doppio taglio sulla stessa testina.

- area intermedia ad irrigazione piena.

In questa fascia, di ampiezza variabile secondo il modello di irrigatore, la quantità di acqua andrà progressivamente diminuendo con l'aumentare della distanza. Anche in questo caso il dato non deve stupire poiché con l'aumentare

della distanza aumenta anche l'ampiezza della zona da irrigare che infatti è semplificabile come un cuneo con vertice sull'irrigatore.

- area terminale ad irrigazione molto ridotta

Arrivati all'estremo limite del raggio di lavoro di un irrigatore la quantità di acqua distribuita sarà ridotta al minimo: la sua entità dipenderà dalla correttezza della casa produttrice che potrà privilegiare la quantità alla qualità pubblicizzando prestazioni limiti per i suoi irrigatori. Per contro un buon irrigatore alla fine del suo raggio di lavoro dovrà distribuire sempre una minima quantità di acqua e non arrivare proprio con le ultime gocce!

Dal confronto del diagramma ottenuto e di quello che corrisponderebbe alla distribuzione ideale si rileva quanto approssimativa sia anche la migliore irrigazione. Se tuttavia incrociamo due irrigatori posti ad una distanza pari al raggio di lavoro si vedrà che i due diagrammi sommandosi riportano la qualità dell'irrigazione ai valori di qualità necessari.

La prima regola della progettazione di un impianto di irrigazione può essere quindi così sintetizzata:

**Gli irrigatori, qualsiasi sia il modello scelto, vanno  
posizionati alla distanza pari al raggio di lavoro.**

Si tratta adesso di applicare la regola ad un'area da irrigare:

### **La scelta degli irrigatori**

Occorre osservare il rilievo del giardino e, tenuto conto di tutte le informazioni raccolte, scegliere il tipo di irrigatori da installare.

Normalmente si opterà per gli irrigatori di maggior raggio possibile in relazione all'estensione dell'area. Individuato il tipo si dovrà verificare che:

- sia compatibile con la portata d'acqua disponibile, o almeno con il tipo di intervento previsto: è inutile in un impianto residenziale prevedere irrigatori da 20 metri quando questa scelta obbligherà a impiegare sicuramente una pompa di rilancio.
- sia compatibile con la vegetazione presente o prevista: è inutile prevedere un irrigatore da 10 metri se saranno previste fioriture stagionali delicate.
- sia compatibile con i budget previsto: se è vero che il costo di ogni irrigatore aumenta all'aumentare del raggio di lavoro ma progressivamente diminuisce il costo a mq dell'impianto realizzato questo vale fino agli irrigatori di circa 20

metri di raggio, oltre questa soglia l'aumento della pressione di esercizio crea una diseconomia progressiva per l'aumento del costo delle tubazioni necessarie di maggior diametro e di maggior resistenza.

La scelta di un irrigatore, nella fase iniziale della progettazione, significa la scelta del modello, statico, dinamico residenziale, dinamico a medio raggio o dinamico sportivo. Ad ogni modello corrisponde un range di lavoro espresso in metri, minimi e massimi, entro il quale poi si andrà a definire il boccaglio o la testina adeguato.

Occorre ricordare che, per quanto possa essere articolata un'area da irrigare, una volta scelto il modello di irrigatore da installare, occorrerà rimanere entro la stessa classe pluviometrica, almeno in una porzione sufficientemente estesa dell'area da giustificare la realizzazione di un settore autonomo.

La seconda regola fondamentale dell'irrigazione può essere infatti così sintetizzata:

**Non si possono inserire in uno stesso settore di irrigazione irrigatori appartenenti a classi pluviometriche diverse**

Ovvero irrigatori che nello stesso tempo di lavoro non distribuiscano la stessa quantità di acqua per unità di superficie. Il perché è chiaramente intuibile: se due irrigatori di tale natura fossero installati sulla stessa linea ci sarebbero porzioni di giardino che riceverebbero quantità di acqua disomogenee e dunque il prato verrebbe a soffrire di siccità o per asfissia radicale.

Definito il modello di irrigatori da prevedersi si comincerà con il posizionarli sul disegno ricorrendo ad un compasso.

Se l'area è regolare gli irrigatori possono essere previsti con un avanzamento standard a quadrato o a triangolo: nel primo caso si otterrà il vantaggio di avere un debordamento minimo oltre il perimetro dell'aiuola mentre nel secondo si avrà una copertura più intensa a fronte di un numero di irrigatori più basso.

Nel caso però, assai frequente, si debba coprire un'area più irregolare allora le operazioni da compiere sono leggermente più complesse.

E' consigliabile iniziare dagli angoli delimitanti i lati più stretti poiché saranno questi a definire il modello più adeguato dei lati più grandi, comunque riducibili più facilmente ai loro sottomoduli. L'iniziare dagli angoli consente di ridurre al

minimo il debordamento a tutto vantaggio del risparmio d'acqua e della qualità dell'irrigazione.

Nella prima fase della progettazione non è necessario ancora inserire le misure precise dei raggi estrapolate dalle tabelle prestazionali: si tratta piuttosto di seguire lo sviluppo del giardino mantenendo l'apertura del compasso entro il range di lavoro del modello previsto: in una fase successiva si procederà con il riconoscere nelle circonferenze generiche inserite il modello di testina più adeguato.

Conclusa la copertura del perimetro si procederà con la copertura dell'area centrale.

Ogni irrigatore dovrà essere previsto alla distanza pari al raggio di lavoro perciò occorrerà sempre ripartire dalla fine della circonferenza disegnata e questo in ogni direzione, sia lungo la fila che nello spazio tra file parallele.

Conclusa l'opera di inserimento degli irrigatori si controllerà che non vi sia mai, tra due contigui, una distanza superiore al loro raggio di lavoro.

Nel caso fosse necessario, per l'andamento planimetrico, prevedere due irrigatori contigui di raggio molto diverso, quello di raggio minore potrebbe essere posizionato alla fine della circonferenza di lavoro del modello di raggio maggiore ma sicuramente non sarebbe possibile garantire il viceversa: sarà necessario o cambiare gli irrigatori impiegati o raddoppiare il corpo irrigante inserendo un ulteriore irrigatore che garantisca l'omogeneità di distribuzione.

Ovviamente se l'irrigatore scelto non risultasse adeguato a coprire l'area da irrigare, ovvero se non fosse possibile usarlo come modulo di ripartizione, occorrerà scegliere un modello appartenente ad un altro range di lavoro di raggio minore.

Sarebbe comunque sempre consigliabile, almeno nella fase iniziale dell'apprendimento, verificare sempre due soluzioni alternative, con due irrigatori di raggio diverso, in modo da verificare la differenza di impianto che ne potrebbe derivare sia in funzione della portata in acqua necessaria sia in funzione dei costi d'impianto.

### **Scelta delle testine o dei boccali**

Quando l'area da bagnare sarà completamente coperta di circonferenze tracciate con il compasso si potrà passare all'assegnazione dei boccali o delle

testine anche se in questa fase ancora non verrà definita la portata corrispondente: si tratterà di assegnare all'irrigatore genericamente definito da una circonferenza la famiglia esatta di appartenenza, in base all'ampiezza del raggio, e il nome preciso, in base all'ampiezza dell'angolo di lavoro.

Sono i boccali o le testine che definiscono con precisione la quantità di acqua erogata dall'irrigatore: normalmente si parlerà di testine quando l'irrigatore prevede la sostituzione di tutta la parte terminale del canotto, sul quale ci sarà il boccalo ed eventuali altri dispositivi quali l'autocompensazione, si parlerà invece di boccali quando sul top dell'irrigatore si sostituirà solo l'orifizio di emissione.

Regola fondamentale della progettazione di un impianto di irrigazione nella scelta dei boccali o delle testine sarà:

**Ad ogni irrigatore dovrà essere assegnata la testina o il boccalo adeguato in modo che la quantità di acqua erogata sia proporzionale alla quantità di area da coprire in base all'angolo di lavoro previsto.**

In questo modo ogni porzione di giardino riceverà, nella stessa unità di tempo di funzionamento dell'impianto, la stessa quantità di acqua.

Al fine di definire la testina o il boccalo adeguato si dovranno consultare le tabelle prestazionali.

Da questo momento in poi il livello di complessità dell'operazione cambia se si prevederanno irrigatori statici o dinamici.

### **La scelta delle testine per gli irrigatori statici**

Il carter degli irrigatori statici sono dei semplici tubi di passaggio per l'acqua quindi la definizione dell'angolo di lavoro spetta all'unità terminale, ovvero alla testina.

I vari irrigatori statici prevedono, nella maggior parte dei casi, testine ad angolo fisso perciò consultando una tabella prestazionale sarà immediatamente riconoscibile il modello di testina da prevedersi grazie anche al simbolo esplicativo.

Sarà anche possibile immediatamente verificare la proporzionalità di erogazione infatti una testina ad angolo fisso 360°, o cerchio intero, distribuirà

una quantità di acqua doppia rispetto ad una testina a 180°, e quattro volte tanta acqua quanto quella erogata da una testina a 90°.

Nel caso l'angolo di lavoro disegnato sulla planimetria non trovi il suo corrispondente esatto nelle tabelle prestazionali si potrà ricorrere ad un irrigatore VAN, ovvero ad angolo variabile, in grado di coprire tutta la circonferenza di lavoro con una portata proporzionale.

### **La scelta dei bocchigli negli irrigatori dinamici**

Gli irrigatori dinamici, prevedendo la copertura dell'area da irrigare con il movimento progressivo del getto, possono installare qualsiasi bocchiglio che di conseguenza distribuirà una quantità di acqua per unità di superficie variabile in relazione all'angolo di regolazione impostato sul corpo dell'irrigatore: è perciò fondamentale controllare la scelta del bocchiglio affinché sia garantita omogeneità di irrigazione.

Controllando le tabelle prestazionali di un irrigatore dinamico si rileverà facilmente l'esistenza o meno della proporzionalità di erogazione: in genere qualsiasi buona azienda produttrice l'assicura sui bocchigli degli irrigatori dinamici della fascia residenziale mentre passando ai modelli a maggior raggio la proporzionalità viene meno in virtù della necessità di raggiungere prestazioni più spinte.

### **Scelta dei bocchigli sugli irrigatori dinamici di fascia residenziale**

Dalle tabelle prestazionali sono spariti i simboli indicanti gli angoli di lavoro, dal momento che ciascun bocchiglio può essere impiegato per coprire qualsiasi frazione di circonferenza. Sono riportati però dei numeri o dei colori: i numeri spesso indicano la portata espressa in galloni per minuto di funzionamento mentre i colori sono un valido aiuto mnemonico in fase di installazione sul campo. Nel caso vi siano i numeri è abbastanza semplice riconoscere i bocchigli che presentano rapporto di proporzionalità tra loro, in caso contrario occorre analizzare i valori di portata in corrispondenza di una stessa pressione di esercizio.

Prendendo quale esempio un irrigatore modello Tbird, famiglia T40 è possibile individuare due diverse scale di proporzionalità nel caso si voglia coprire angoli di 90°, 180° e 360°.

Assegnando ad ogni irrigatore il boccaglio adeguato e confrontando la portata relativa si evidenzierà come la prima scala di proporzionalità eroga un quantitativo d'acqua minore della seconda.

Cosa cambia in caso si opti per una soluzione piuttosto che per l'altra:

- tempo di irrigazione: dovendo distribuire un quantitativo d'acqua giornaliero costante l'impiego di irrigatori con boccagli con portata inferiore allungherà i tempi di irrigazione.
- numero di elettrovalvole: disponendo di un quantitativo di acqua limitata l'impiego di irrigatori con boccaglio di minor portata consentirà di alimentare più elementi con una stessa elettrovalvola e dunque ridurre il numero complessivo.
- prestazioni degli irrigatori: ogni irrigatore, per quanto progettato per garantire le migliori prestazioni ha uno standard di lavoro diverso secondo il boccaglio impiegato, con boccagli più piccoli il raggio sarà minore e cambierà il CU di erogazione.
- tempi di installazione: normalmente un irrigatore viene venduto con un boccaglio preinstallato, in genere al centro della gamma e con il CU migliore, il doverlo sostituire allunga i tempi di installazione sul campo e obbliga l'operatore ad acquistare i boccagli alternativi.

Nel caso si stia progettando un impianto per un giardino dalla planimetria più articolata sarà necessario utilizzare l'intera gamma dei boccagli per garantire la proporzionalità di erogazione su aree di ampiezza variabile.

### **Scelta dei boccagli sugli irrigatori dinamici a medio raggio o sportivi**

Passando dagli irrigatori dinamici residenziali agli irrigatori di maggior raggio di lavoro non sempre si ha la possibilità di disporre di una gamma articolata di boccagli tali da garantire la proporzionalità di erogazione al variare dell'ampiezza dell'angolo di lavoro. In questo caso non sarà possibile aggregare nello stesso settore, comandato da un'unica elettrovalvola, irrigatori che abbiano angolo di lavoro diverso perciò occorrerà separarli prevedendo, in fase di gestione, tempi diversi di apertura in modo da compensare, con i tempi la differente pluviometria.

**In ogni caso, qualsiasi sia la scelta che il progettista opererà è fondamentale che sia rispettata la proporzionalità di erogazione in relazione all'area coperta dall'irrigatore**

### **Individuazione della portata degli irrigatori**

Definito il modello di irrigatore e il tipo di boccaglio o di testina adeguato, occorrerà definire la portata di ciascun corpo erogatore: dalla somma delle varie portate si desumerà la portata complessiva divisa per classi pluviometriche di appartenenza degli irrigatori.

Dai test effettuati dai laboratori di verifica sugli irrigatori vengono individuate le pressioni ideali di lavoro di ciascun modello una cui selezione viene riportata nei cataloghi. Le pressioni di lavoro cambiano, ovviamente con i modelli, e normalmente aumentano con l'aumentare del raggio di lavoro.

Dovendo rilevare le portate di ogni singolo boccaglio o testina è consigliabile, salvo casi particolari, considerare i valori corrispondenti alle pressioni di esercizio intermedie, escludendo i valori estremi per quanto, se riportate sui cataloghi, già siano risultato di una selezione delle migliori prestazioni.

Ciò premesso, soprattutto se il progettista è alle prime armi, è consigliabile, nel caso si stia progettando con statici e dinamici residenziali, calcolare le portate corrispondenti con un valore di pressione uguale per i due modelli in modo da poter, in seguito, definire in modo più omogeneo possibile le portate dei settori stabilizzando così lo sfruttamento dell'alimentazione.

Fatte queste considerazioni si può procedere con la somma delle portate corrispondenti ad ogni irrigatore assegnato alla corrispondente classe di pluviometria.

Come consiglio pratico è preferibile riportare sul disegno le somme parziali relative ad ogni porzione di giardino in modo da semplificare l'operazione di definizione dei settori.

### **Divisione in settori**

Effettuata la somma delle portate relative si tratterà di definire la portata di ciascun settore assegnandovi poi i vari irrigatori.

Tra le informazioni necessarie da raccogliere all'inizio del processo progettuale la quantità di acqua disponibile era considerata prioritaria.

Stabilito quindi un valore di partenza occorre confrontarlo con i risultati arrivati a questa fase della progettazione e definire o meno la sua pertinenza.

Non è possibile, infatti, stabilire a priori se una data quantità di acqua sia sufficiente o meno ad alimentare un impianto di irrigazione, dipendendo questa efficacia dalla scala dell'impianto: se 30 litri/minuto possono essere adeguati ad irrigare un giardino residenziale di 400 mq. altrettanto non si potrà dire per una alimentazione di 300 litri /minuto per un parco di 3 ha.

I parametri che possono essere presi in considerazione per verificare la pertinenza dell'alimentazione all'area da irrigare potranno essere:

- tempo di irrigazione: dividendo le portate complessive, divise per classi pluviometriche, per la quantità di acqua disponibile all'alimentazione possiamo ricavare, considerando i tempi medi di irrigazione per ciascun modello di irrigatore, il tempo complessivo di funzionamento dell'impianto. Si tratta di verificare se questo tempo sia pertinente con lo spazio finestra accettabile.
- complessità dell'impianto: diminuendo la quantità di acqua, a parità di portata complessiva, aumentano il numero dei settori e dunque la dimensione della centralina di programmazione ed il numero delle elettrovalvole, si viene così a creare una diseconomia di scala che occorre verificare per stabilire se non sia più conveniente inserire nell'impianto una cisterna di accumulo con una pompa di alimentazione invece di utilizzare l'acqua resa disponibile dall'acquedotto.

Per il calcolo del tempo globale di irrigazione è possibile assumere, quale fabbisogno giornaliero medio di un prato alle nostre latitudini, 5 mm. di acqua ovvero 5 litri/mq. Per calcolare quant'acqua ciascun irrigatore distribuisce sulla porzione di prato di sua pertinenza occorre calcolare la pluviometria relativa all'area coperta considerando l'avanzamento di progetto.

### **Calcolo della portata ideale**

Se dal confronto tra portata disponibile e il fabbisogno complessivo dell'impianto si evince l'inadeguatezza dell'acquedotto occorrerà stabilire una

nuova portata, definita come la quantità di acqua ideale all'alimentazione dell'impianto in progetto.

La portata ideale può essere definita tenendo conto sia delle informazioni relative all'area e raccolte nella fase iniziale del processo progettuale sia di alcune considerazioni di tipo pratico:

- spazio finestra dedicabile all'irrigazione
- entità della portata della classe pluviometrica meno consistente
- caratteristiche planimetriche dell'area
- esposizione dell'area
- vegetazione esistente o di progetto
- ottimizzazione dell'uso dei materiali

### **Spazio finestra di irrigazione**

La portata di alimentazione correttamente dimensionata è quella che consente di concludere il ciclo irriguo nel tempo previsto, tempo definito o dall'orario di chiusura al pubblico del giardino o dall'intervallo nel quale vi sia la minor affluenza possibile, nel caso di aree non recintate. Altre considerazioni che possono ridurre il tempo dedicabile all'irrigazione sono quelle di natura agronomica legate alle valutazioni sugli orari migliori di aspersione in relazione al rischio di patologie vegetali.

Diminuendo il tempo dedicabile all'irrigazione occorrerà aumentare la quantità di acqua.

### **Entità della portata della classe pluviometrica meno consistente**

Se in un progetto sono presenti più modelli di irrigatori appartenenti a classi di pluviometria diverse la portata ideale, dovendo essere il massimo comun divisore tra le sommatorie delle varie portate complessive, potrà essere corrispondente al valore della classe pluviometrica di minor consistenza.

Occorre tuttavia verificare, nel corso della progettazione, la corretta scelta degli irrigatori previsti, ovvero se prevedere un irrigatore per un'area molto ristretta condiziona eccessivamente la divisione in settori potrà essere preferibile sostituire il modello con un altro tipo appartenente alla stessa classe di pluviometria della quasi totalità degli irrigatori previsti.

### **Caratteristiche planimetriche dell'area**

Nel caso l'area oggetto dell'impianto sia caratterizzata da forti dislivelli altimetrici che richiedano una parcellizzazione dei settori affinché questi alimentino solo irrigatori posti in un intervallo di quota compensabile con le normali valvole di ritegno installate sui corpi (es. valvole SAM), la portata ideale corrisponderà alla somma delle portate degli irrigatori posti nella stessa fascia altimetrica.

Altro aspetto planimetrico del quale tener conto in fase di dimensionamento della portata ideale è la divisione in aiuole dell'area oggetto di intervento e soprattutto la vicinanza e accessibilità relativa: è sconsigliabile alimentare con una stessa elettrovalvola irrigatori installati in aiuole distanti tra loro o per quanto vicine, divise da ostacoli difficilmente aggirabili (strade ad intensa percorrenza o recinzioni), allo scopo di minimizzare le difficoltà che l'operatore alla manutenzione dovrà affrontare.

Per ridurre questo problema senza parzializzare troppo i settori è possibile prevedere due elettrovalvole comandate dallo stesso morsetto del programmatore: i due settori avranno tempi analoghi di lavoro ma l'operatore avrà maggior comodità nel caso debba intervenire sul settore disattivando la funzionalità dell'elettrovalvola corrispondente.

Infine altro fattore che potenzialmente può influire sulla definizione della portata di un impianto potranno essere le caratteristiche del terreno ovvero la sua tessitura e dunque in ultima analisi i tempi tollerabili di somministrazione dell'acqua.

### **Esposizione dell'area**

Per le stesse considerazioni planimetriche del punto precedente, se un'area oggetto di intervento presenta una netta divisione in macro-aree per tipo di esposizione la portata ideale corrisponderà alla sommatoria, o ad un suo sottomultiplo, delle portate di tutti gli irrigatori previsti in una stessa area ad esposizione omogenea in quanto non sarebbe pensabile alimentare con una stessa elettrovalvola l'irrigazione di aree con fabbisogno idrico diverso.

### **Vegetazione presente**

La divisione di un'area con vegetazione a diverso fabbisogno idrico richiede una divisione in più settori comandati da diverse elettrovalvole che possano avere tempi e modalità di funzionamento diversi: la portata ideale sarà quella che potrà alimentare gli irrigatori previsti sulle macro-aree omogenee per bisogno agronomico.

### **Ottimizzazione dell'impiego dei materiali impiegati**

Allo scopo di ottimizzare l'impianto minimizzando i costi occorre conoscere le soglie ideali di sfruttamento dei materiali previsti nell'impianto, come ad esempio le elettrovalvole, in modo da ipotizzare una portata ideale, che in mancanza di altri vincoli, vi si avvicinino il più possibile.

In ogni caso in questa fase della progettazione occorrerà ottimizzare il rapporto tra economicità dell'impianto e semplicità di gestione: occorrerà quindi prevedere una gerarchia di questi fattori in modo da selezionare quelli prioritari allo scopo di evitare che un numero eccessivo di elementi, riducendo la portata ideale, aumentino a dismisura i costi di impianto.

Definita la pressione ideale per l'impianto si tratterà di assegnare ogni irrigatore al settore di competenza. Le modalità secondo le quali si opera questa assegnazione risentiranno del percorso delle tubazioni e della posizione delle elettrovalvole.

### **Posizionamento delle elettrovalvole e percorso delle tubazioni**

Il posizionamento delle elettrovalvole e il percorso delle tubazioni sin influenzano reciprocamente e risentono di alcune considerazioni generali:

- posizione dell'alimentazione
- tipo di unità di controllo prevista
- ostacoli non attraversabili
- rischio di danneggiamento per atti vandalici

### **Posizione dell'alimentazione**

Nel caso l'alimentazione, rappresentata dall'acquedotto, da un pozzo o da una cisterna, sia già definita questo sarà il punto di partenza dell'impianto. In caso

contrario sarà preferibile posizionare la fonte di alimentazione nel punto più baricentrico possibile in modo da ridurre le dimensioni delle tubazioni. Le elettrovalvole potranno essere poi posizionate in prossimità dell'alimentazione o distribuite nel giardino.

### **Tipo di unità di controllo prevista**

Normalmente l'inserimento di più elettrovalvole in uno stesso pozzetto già rappresenta una riduzione dei costi e soprattutto un'ottimizzazione delle operazioni di manutenzione nella fase di gestione dell'impianto. Tuttavia vi sono situazioni nelle quali il raggruppare le elettrovalvole può essere consigliabile anche per altri motivi sempre tuttavia di natura economica:

- impianti realizzati con sistemi a batteria nelle quali le unità di controllo multistazioni hanno costi più contenuti
- impianti realizzati con sistemi monacavo nei quali, ugualmente, i decodificatori multistazioni, hanno costi più contenuti.

### **Ostacoli non attraversabili**

La presenza di vialetti o percorsi non attraversabili condiziona lo sviluppo delle tubazioni che dovranno avere quindi uno sviluppo maggiore per aggirare gli ostacoli. Ovviamente la maggiore lunghezza ne condiziona anche la dimensione e quindi i costi e per questo motivo è sempre consigliabile prevedere l'impianto di irrigazione contestualmente al progetto del giardino o, se da realizzarsi in seguito, prevedere delle predisposizioni passatubi di attraversamento dei percorsi.

### **Rischio di danneggiamento per atti vandalici**

Nel caso l'impianto sia realizzato in un'area esposta al rischio vandalico può essere consigliabile posizionare le elettrovalvole in modo che siano il meno visibili possibile. In questo senso può costituire un valido aiuto il ricorso a sistemi di programmazione a batteria con comando radio che consentono la programmazione senza l'apertura dei pozzetti.

### **Posizionamento delle elettrovalvole**

Dovendo semplificare gli schemi ricorrenti di posizionamento delle elettrovalvole si può così riassumere i tre possibili casi:

- collettore posizionato in prossimità della fonte di alimentazione
- elettrovalvole distribuite nel giardino
- sub-collettori distribuiti lungo la linea di alimentazione

### **Collettore posizionato in prossimità della fonte di alimentazione**

Le elettrovalvole dell'impianto saranno posizionate in un unico collettore nel punto di partenza dell'impianto.

#### **Vantaggi**

- azzeramento dello sviluppo dei cavi elettrici di comando con riduzione dei rischi di interruzione accidentale
- riduzione dei rischi di danneggiamento per atti vandalici in quanto le elettrovalvole potranno essere alloggiare entro locale fuori terra o in pozzetto in cemento con pozzetto in ghisa
- riduzione dei costi di manutenzione in quanto tutte le elettrovalvole poste in un unico locale potranno essere mantenute con forte riduzione dei tempi.

#### **Svantaggi**

- maggiori costi relativi alle quantità di tubo
- scavi molto profondi in prossimità del collettore per l'interramento dei fasci di tubi
- minor versatilità dell'impianto in quanto, nel caso si dovesse procedere con un ampliamento, si dovrà ripartire dal collettore e quindi realizzare lo scavo ex-novo per raggiungere il nuovo settore

In linea di massima è conveniente realizzare un collettore quando il numero delle elettrovalvole non è molto elevato, quando la posizione dell'alimentazione è in posizione baricentrica rispetto ad un giardino o quando questo ha un andamento planimetrico compatto.

### **Elettrovalvole distribuite nel giardino**

Le elettrovalvole saranno posizionate in pozzetti distribuiti lungo la linea di alimentazione dell'impianto.

#### **Vantaggi**

- miglior impiego delle tubazioni che saranno utilizzate per alimentare più elettrovalvole poste lungo la stessa direttrice
- maggiore versatilità dell'impianto: un qualsiasi ampliamento per l'aggiunta di un nuovo settore può essere realizzato riallacciandosi alla linea di alimentazione più prossima senza dover operare opere di scavo troppo estese

#### **Svantaggi**

- maggior numero di pozzetti distribuiti nel giardino che possono rappresentare un ostacolo di tipo estetico
- il maggior numero di pozzetti può offrire occasione di danneggiamenti per atti vandalici

#### **Sub-collettori distribuiti lungo la linea di alimentazione**

Le elettrovalvole saranno raggruppate in sub-collettori distribuiti lungo la linea di alimentazione

#### **Vantaggi**

- l'impiego delle tubazioni è ottimizzato rispetto alla soluzione di un unico collettore
- maggiore versatilità rispetto alla soluzione con un unico collettore in quanto per un ampliamento è possibile riallacciarsi al sub-collettore più prossimo riducendo gli oneri degli scavi

#### **Svantaggi**

- maggiori costi per i pozzetti distribuiti nel giardino in quanto dovranno essere realizzati di dimensioni maggiori in cemento con chiusino in ghisa o in locali fuori terra.

#### **Sviluppo e posizionamento delle tubazioni**

Prima di procedere nella scelta del tipo di posizionamento e nel dimensionamento delle tubazioni occorre definire con esattezza le caratteristiche dei materiali impiegati nell'irrigazione.

#### **La tipologia delle tubazioni**

Gli impianti di irrigazione possono essere realizzati ricorrendo a tubazioni in.

- PVC o cloruro di polivinile

- PeBd o PeAd Polietilene alta o bassa densità

### **PVC**

Prodotto dalla polimerizzazione del cloruro di vinile è costituito da una catena di molecole di carbonio nelle quali un atomo di idrogeno è stato sostituito da un atomo di cloro.

Prodotto dotato di una notevole rigidità è impiegato in Italia solo per la realizzazione di reti di alimentazione di notevole diametro per il convogliamento di portate elevate: la notevole rigidità ed il bassissimo spessore della parete infatti consentono di guadagnare almeno un diametro rispetto ad una tubazione in polietilene. .

### **Vantaggi**

- costo contenuto
- semplicità di collegamento con giunti a tazza ad incollaggio o con guarnizione elastomerica

### **Svantaggi**

- alta fragilità alle basse temperature
- maggiore accortezza per il trasporto e nell'installazione
- disponibile solo a barre di m.6 richiede un maggior ingombro dei mezzi di trasporto
- minor flessibilità nei cambi di direzione richiedendo sempre pezzi speciali di raccordo
- la raccorderai ad incollaggio richiede la realizzazione di blocchi di controspinta

### **Polietilene**

Resina termoplastica ottenuta dalla polimerizzazione dei monomeri di etilene è costituita da catene o macromolecole molto lunghe. Nel caso la catena di molecole di carbonio presenti la sostituzione di un atomo di idrogeno con un'altra catena di polietilene si ottiene un polietilene ramificato altamente amorfo detto Polietilene a bassa densità o PeBd di maggiore economicità e di più facile produzione.

In caso contrario, in assenza di ramificazioni secondarie, si ottiene il cosiddetto polietilene cristallino o lineare anche detto Polietilene ad alta densità.

La densità, nota anche come MVS, massa volumica standard, è dunque espressione della cristallinità del polimero, misurata a 23° ed espressa in kg/mc. Si parla quindi di:

- bassa densità se il valore è inferiore a 930 kg/mc
- media densità con valore compreso tra 930 e 940 kg/mc
- alta densità con valore superiore a 940 kg/mc.

Con l'aumentare della densità aumentano anche:

- punto di fusione (per PeAD 137°C)
- resistenza alla trazione
- luce utile di passaggio interna a parità di resistenza del tubo per la riduzione dello spessore del tubo
- durezza superficiale
- resistenza ai solventi

per contro con il diminuire della densità, diminuendo la rigidità, si ottiene un prodotto più morbido e flessibile e dunque più facilmente installabile anche con raggi di curvatura stretti.

Per ambedue i polietileni possiamo così riassumere, comunque, i vantaggi e gli svantaggi rispetto al PVC

### **Vantaggi**

- maggiore flessibilità nell'installazione con forte riduzione del fabbisogno di raccorderai per i cambi di direzione
- minor cura necessaria nella posa in opera per la minor fragilità del materiale
- disponibilità in rotoli fino al diametro di 110 mm.
- maggiore stabilità ai raggi Ultravioletti grazie al carbonblack o nerofumo aggiunto alla mescola

### **Svantaggi**

- maggior costo del materiale
- maggior costo della raccorderai con forte incidenza sugli oneri complessivi
- maggiore dilatazione termica a scavo aperto
- difficoltà a srotolare i rotoli nei diametri maggiori e alle basse temperature

### **Polietilene della terza generazione**

La necessità di proporre sul mercato prodotti sempre più performanti ha contribuito allo sviluppo, negli ultimi dieci anni, di un nuovo tipo di polietilene, detto di terza generazione o PE100.

Si tratta di un polietilene bimodale copolimero:

- copolimero significa che nel processo di polimerizzazione viene inserito un comonomero, una molecola formata da 4 (butene) o 6 (esene) atomi di carbonio. Il polimero lineare viene così ad essere parzialmente amorfo aumentandone alcune caratteristiche meccaniche.
- bimodale è la definizione del processo di doppia polimerizzazione realizzata da due reattori collegati tra loro che consente di inserire il comonomero e di controllare, al tempo stesso la distribuzione molecolare.

Il prodotto così ottenuto presenta tre caratteristiche fondamentali:

- resistenza idrostatica a lungo termine con decadimento, sotto stress, controllato ed affidabile per almeno 50 anni, limite di garanzia dei tubi in polietilene
- resistenza alla crescita lenta della frattura o Slow Crack Growth SCG, ovvero resistenza ai microtraumi che possono crearsi nel tubo in fase di trasporto e stoccaggio o di installazione
- resistenza alla propagazione rapida della frattura o Rapid Crack Propagation RCP, ovvero la capacità di fermare una frattura rapida (anche 300 metri/secondo) causata da un evento traumatico quale un urto violento durante uno scavo.

## **MRS**

La classificazione dei vari tipi di polimero, e dunque del polietilene, viene effettuata in base al coefficiente MRS ovvero Minimum Required Strength che rappresenta la massima tensione circonferenziale ammissibile, espressa in Mpa (Mega-Pascal) calcolata con un intervallo di confidenza (LCL) del 97,5%, corrispondente ad una durata di 50 anni alla temperatura di 20°.

L'LCL rappresenta il limite inferiore di confidenza della resistenza a lungo termine ed è quindi una proprietà univoca della materia esaminata.

In base alle curve di regressione dei materiali costruite in fase di test è possibile fare questa classificazione:

Resistenza idrostatica a lungo termine	MRS	Generazione	Designazione	Altra designazione
6.3-7.9	6.3	I generazione	PE 63	Sigma 50
8.0-9.9	8.0	II generazione	PE 80	Sigma 63
10.0-11.5	10.0	III generazione	PE 100	Sigma 80

Il valore Sigma, espressione della tensione circonferenziale generata nel tubo sotto pressione è il risultato dell'espressione:

$$\text{Sigma} = \text{Pressione (bar)} \times \frac{\text{diametro(mm)} - \text{spessore (mm)}}{2 \text{ spessore (mm)}}$$

### **Caratteristiche rappresentative di una tubazione**

Come risulta adesso evidente il primo elemento caratteristico di una tubazione è il tipo di miscela impiegato nella fabbricazione ma vi sono altri parametri dei quali tener conto:

- diametro esterno
- SDR e PN
- spessore della parete

### **Diametro esterno**

Le tubazioni vengono classificate per dimensione in base al loro diametro esterno riportato a stampa lungo il tubo insieme al riferimento normativo di fabbricazione, all'identificazione del produttore, alla serie SDR, al materiale e designazione, alla classe di pressione PN e al periodo di produzione.

Per quanto i diametri esterni dei tubi siano espressi in millimetri esiste una corrispondenza con i diametri espressi in pollici, misurati invece internamente, come da tabella:

20 mm.	1/2"
25 mm.	3/4"
32 mm.	1"
40 mm.	1 1/4"
50 mm.	1 1/2"
63 mm.	2"
75 mm.	2 1/2"
90 mm.	3"
110 mm.	4"

In base al diametro la tubazione sarà reperibile sul mercato in rotoli da 50 o da 100 m o in barre da 6 o 12 m. Indicativamente saranno disponibili in rotoli da 100 m. i tubi fino al diametro del 75 mm., in rotoli da 50 m. i tubi fino al diametro del 110 mm. ed in barre da 6 o 12 m. a richiesta i diametri a partire dal 63 mm. e come unica alternativa possibile a partire dal 125 mm. Ovviamente la disponibilità in barre o in rotoli contribuisce al variare dei costi di installazione e di

trasporto nonché le accortezze necessarie allo stivaggio di cantiere: in ambedue i casi occorrerà impedire deformazioni localizzate e deformazioni ma soprattutto nel caso dei rotoli occorrerà accertarsi che il loro diametro interno non sia minore di 18 volte il diametro del tubo.

### **SDR e PN**

A partire dal 1 marzo 2002 è divenuta operativa, sul territorio italiano, la norma UNI10910 per Sistemi di tubazioni in Polietilene (PE) per la distribuzione dell'acqua che sostituisce la norma UNI 7611.

In pratica la norma indica, nella parte 2, le caratteristiche che devono avere i tubi in PE per la distribuzione dell'acqua per uso umano destinati ad essere impiegati, in base al loro SDR e PN, ad una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar compresi, alla temperatura di esercizio di riferimento di 20°.

Dal punto di vista pratico la norma introduce quale classificazione operativa la sigla SDR anche se continua ad essere usata la classificazione in PN.

### **SDR**

Indica il rapporto dimensionale standard e si ottiene dividendo il diametro esterno nominale per lo spessore nominale

$$\text{SDR} = \frac{dn}{en}$$

Dall'SDR è possibile ricavare il coefficiente S indicante le serie delle tubazioni con il rapporto:

$$S = \frac{SDR-1}{2}$$

2

### **PN pressione nominale**

E' data dalla somma della

- **pressione di esercizio**  $pE$ , massima pressione assiale verificabile nelle più gravose condizioni di esercizio,
- **sovrappressione dinamica**  $\Delta p$  che nel caso di mancanza di calcoli può essere stimata come equivalente a 2,5 kg/cmq
- **pressione equivalente**  $p_o$  da calcolarsi solamente per i tubi di diametro superiore a 350 mm.: si tratta della massima tensione di trazione conferita alla tubazione dalla pressione complementare, ovvero da quella pressione non determinata dal lavoro idraulico ma da sollecitazioni esterne quali il carico del terreno dei reinterri o il transito di mezzi pesanti.

Il PN di una tubazione viene dichiarato dalla casa produttrice e riportato a stampa insieme alle altre indicazioni di legge.

In fase progettuale è necessario accertarsi che la tubazione non venga mai impiegata in condizioni di pressione superiori al suo PN.

Tabella delle relazioni tra PN, MRS, S e SDR

		Classi di materiali		
		PE63	PE80	PE100
SDR	S	PN in bar		
41	20	2.5	3.2	4
33	16	3.2	4	5
27.6	13.3			6
26	12.5	4	5	
22	10.5		6	
21	10	5		8
17.6	8.3	6		
17	8		8	10
13.6	6.3	8	10	12.5
11.6	5.3			
11	5	10	12.5	16
9.4	4.2			
9	4	12.5	16	20
7.4	3.2	16	20	25
6	2.5	20	25	32

### Spessore della parete

Stabilito per una tubazione un certo PN da ottenersi ricorrendo ad un dato tipo di mescola in polietilene il parametro che varierà sarà lo spessore della parete del tubo: avremo spessori più consistenti per PN elevate per andare ad un progressivo assottigliarsi con PN più contenute.

Con l'applicazione della norma UNI 10910 si è inteso uniformare la produzione del polietilene per la circolazione dell'acqua con quello per la circolazione del gas inserendo quale spessore minimo di produzione per l'Alta densità il 3 mm.

Dovendo riferirsi ad una tubazione parlando del suo diametro esterno il variare dello spessore della parete influirà sulla luce utile di passaggio interna ovvero, a parità di diametro esterno, tanto maggiore sarà il PN tanto maggiore sarà lo spessore e dunque tanto minore sarà il diametro interno utile di passaggio per l'acqua. In questo modo variando lo spessore ed il PN di una tubazione avremo

una variazione della velocità dell'acqua all'interno del circuito e dunque una variazione delle perdite di carico che potrebbe avere forti ripercussioni sull'efficienza dell'impianto se non si procederà ad una accurata verifica dei valori.

Per un confronto si veda la tabella:

<b>Tubazione 110 mm PN10</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Spessore</b>	<b>Diametro interno</b>	<b>Area utile</b>	<b>Incremento</b>
PVC	5.3 mm.	99.4	77.56	54%
PeBd	14.9	80.2	50.49	0
PeAD Pe80	10.0	90	63.56	26%
PeAD Pe100	6.6	96.8	72.34	44%

### **Mercato attuale**

In seguito all'adeguamento della produzione alle nuove specifiche della norma UNI 10910 il mercato presenta un doppio regime: da una parte è possibile ancora reperire tubazioni prodotte prima del 1 marzo 2002 e dunque classificate secondo il PN e con spessori, ai bassi diametri, inferiori ai 3 mm., dall'altra si iniziano a trovare i nuovi diametri e dunque tubazioni di spessore diverso e dunque di diverso diametro interno.

La più pesante ripercussione di questa nuova situazione è apprezzabile con le tubazioni di piccolo diametro, ovverosia fino al 50 mm.; infatti aver introdotto uno spessore minimo di 3 mm. ha determinato un aumento delle PN minime disponibili ma a discapito dei diametri interni.

Occorre precisare che in data anteriore al 1 marzo la tubazione più diffusa per gli impianti di irrigazione era di PN6, attualmente non più reperibile.

Si vedano per confronto vecchi e nuovi spessori e relativi diametri interni.

	UNI 7611		UNI 10910 PE100					
	PN6		SDR 17 PN10		SDR11 PN16		SDR7,4 PN25	
tubazione	spess.	d.i.	spess	d.i.	spess	d.i.	spess	d.i.
<b>25 mm.</b>	1.6	21.8	-	-	-	-	3.5	18.0
<b>32 mm.</b>	1.9	28.2	-	-	3.0	26.0	4.4	23.2
<b>40 mm.</b>	2.3	35.4	-	-	3.7	32.6	5.5	29.0
<b>50 mm.</b>	2.9	44.2	3.0	44.0	4.6	40.8	6.9	36.2

Come si evince dalla tabella il diametro 25 mm. fino ad adesso ampiamente utilizzato negli impianti medio piccoli sarà disponibile solo con PN25 e dunque quasi inutilizzabile per il ridottissimo diametro interno.

Nella tabella sono riportati i valori del PE100 ma gli spessori sono gli stessi per il PE80 variando solo il PN corrispondente, al variare del MRS del materiale, perciò si ottiene la tabella:

	<b>SDR 26</b>	<b>SDR 17</b>	<b>SDR 11</b>	<b>SDR 7,4</b>
<b>PE80</b>	PN 5	PN 8	PN 12,5	PN 20
	De $\geq$ 160	De $\geq$ 50	De $\geq$ 32	De $\geq$ 20
<b>PE100</b>	PN 6,3	PN 10	PN 16	PN 25
	De $\geq$ 250	De $\geq$ 50	De $\geq$ 320	De $\geq$ 20

In effetti la norma UNI10910 dovrebbe valere solo per i tubi in polietilene intesi per l'uso nel campo della distribuzione dell'acqua per uso umano mentre per il trasporto dell'acqua per irrigazione dovrebbe valere la norma UNI10955 anche se è assai difficile che i comuni rivenditori garantiscano lo stoccaggio di un doppio magazzino.

Stando così le cose sarà possibile utilizzare quali tubazioni alternative a quelle normate dalla UNI10910:

- tubazioni a Bassa densità che non rientrano nel campo di applicazione della nuova norma ma della precedente UNI7990 per PE32 . A titolo di esempio riportiamo spessori e caratteristiche di una selezione dei piccoli diametri:

diametro est.	<b>PN4 SDR17 mm.</b>	<b>PN6 SDR 11.6 mm.</b>	<b>PN10 SDR 7.4 mm.</b>
16 mm.	1.4	1.6	-

20 mm.	1.6	1.7	2.7
25 mm.	1.7	2.2	3.4
32 mm.	1.9	2.8	4.4
40 mm.	2.4	3.5	5.4
50 mm.	3.0	4.3	6.8

Come si può vedere prendendo in considerazione un PN6 PeBd, con spessore 2,2 mm. si ottiene un diametro interno utile di 20,6 mm. contro i 18 mm. del Pe100 PN25 previsto dalla norma 10910.

- tubazioni ad Alta Densità prodotte secondo la norma non più vigente 7611. Queste tubazioni, reperibili sul mercato fino ad esaurimento delle scorte potranno, con molta probabilità, essere prodotte anche in seguito all'entrata in vigore della norma UNI10910 e garantite dalle singole case produttrici, tutte certificate ISO. E' probabile non potranno essere utilizzate in impianti pubblici ma certamente in impianti privati non avranno limitazioni di installazione. Per confronto si riporta la tabella prevista dalla norma UNI10910 di corrispondenza con i prodotti normati UNI 7611: il criterio di equivalenza si basa sull'SDR. Non sempre esiste il prodotto o la categoria corrispondente nelle due norme.

Norma	<b>SDR 26</b>	<b>SDR 17,6</b>	<b>SDR 17</b>	<b>SDR 11</b>	<b>SDR 7,4</b>
UNI 7611	PN4	PN6		PN10	PN16
UNI 10910 PE80	PN5		PN8	PN12,5	PN20

## Dimensionamento delle tubazioni

Individuate le tipologie di tubazioni utilizzabili per un impianto di irrigazione occorre operare il loro corretto dimensionamento per garantire la massima efficienza del sistema.

In un impianto si dovranno pertanto:

- contenere le perdite di carico tra il punto di alimentazione e l'irrigatore più distante in modo da garantire la pressione di esercizio atta al miglior funzionamento dell'irrigazione. Stabilito il fabbisogno finale in termini di pressione, il dimensionamento delle tubazioni dovrà essere tale da rappresentare il giusto mezzo tra risparmio sulle tubazioni, con diametri contenuti, e risparmio dei costi di esercizio qualora la pressione debba essere garantita dal funzionamento di una pompa.
- contenere la velocità dell'acqua nella tubazione in quanto non solo, a valori elevati, si avrebbe un aumento delle perdite di carico e una maggior usura dei materiali, ma si ipotecherebbe pesantemente la funzionalità dell'impianto esponendo la rete al rischio di un corpo d'ariete.

### Perdite di carico

Senza volersi addentrare eccessivamente in considerazioni di natura idraulica occorre sapere che il **cadente J**, ovvero la perdita di carico, valutabile in metri di colonna d'acqua, che il fluido subisce all'interno della tubazione per effetto del movimento è direttamente influenzato dalla velocità e dunque dalla portata.

Se il liquido scorre nelle tubazioni ad una velocità molto contenuta è garantito il moto laminare ovvero la velocità di ogni particella fluida è rigorosamente costante e la loro traiettoria è rettilinea e parallela all'asse della tubazione.

All'aumentare della velocità del liquido il moto passa in regime turbolento ovvero le particelle fluide acquistano velocità variabile da punto a punto della loro traiettoria ed istante dopo istante. La traiettoria non sarà più rettilinea né parallela ma acquisterà direzioni casuali divergenti e convergenti.

Con il passaggio da un moto laminare al moto turbolento aumenta la perdita di carico per attrito lungo le pareti del condotto di scorrimento.

In un impianto si possono avere:

- perdite di carico continue

sono la somma delle riduzioni della pressione del liquido nel suo moto all'interno delle tubazioni a causa dell'attrito del fluido con le rugosità delle pareti interne delle tubazioni e a causa dell'attrito proprio della massa fluida (viscosità)

- perdite di carico localizzate

sono le riduzioni di pressione che il liquido subisce a causa di irregolarità del percorso quali gomiti, tee, valvole o restringimenti delle sezioni: parte dell'energia cinetica dell'acqua si perde per effetto dell'urto e per la successiva turbolenza che si ingenera.

Il calcolo delle perdite di carico avverrà sempre in modo approssimativo in quanto entrano in gioco numerose variabili di complessa valutazione quali ad esempio la rugosità della tubazione o la tolleranza del diametro commerciale del tubo ai quali si possono aggiungere difetti di montaggio quali ovalizzazioni di installazione o modifiche dei percorsi in fase di installazione. Occorre anche considerare che le perdite di carico possono aumentare nel corso del tempo ad esempio ad opera delle incrostazioni interne.

#### **Perdite di carico continue**

Per il calcolo delle perdite di carico continue si può utilizzare la formula generale di Colebrook, alla quale, per la complessa applicazione, vengono preferite, tuttavia, varie formule empiriche prive di significato concettuale poiché non risultanti da algoritmi analitici.

La più nota tra le formule empiriche è la Formula di Colebrook (White)-Darcy:

$$J = f (v^2/2g)(1/D)$$

dove J rappresenta la perdita di carico unitaria in metri di colonna d'acqua per metro di tubazione, f rappresenta il coefficiente di scabrezza, v la velocità del fluido espressa in m/sec, g l'accelerazione di gravità (9,81 m/sec<sup>2</sup>) e D il diametro interno della tubazione in m. Il valore f, coefficiente di scabrezza è stato oggetto di approfonditi studi successivi e dalle modalità di calcolo si sono ottenute una serie di formule empiriche successive di maggior esattezza.

In ogni caso quello che si può desumere immediatamente dalla formula è che la perdita di carico sarà direttamente proporzionale alla velocità dell'acqua espressa al quadrato, ed inversamente proporzionale al diametro della tubazione.

Nonostante la possibilità di ricorrere alle formule empiriche per la definizione delle perdite di carico continue normalmente si utilizzano gli abachi che dell'applicazione delle stesse formule sono il risultato.

### **Perdite di carico localizzate**

Dovendo calcolare la sommatoria delle perdite di carico localizzate lungo il percorso delle tubazioni andrebbe valutato il peso di ogni punto di disomogeneità.

Si possono seguire due metodi diversi:

- Coefficiente di sperimentale K

Ogni punto di discontinuità è rappresentato da un valore K, ottenuto per via sperimentale, che andrà sostituito nella formula

$$\Delta p = K \frac{v^2}{2g}$$

dalla quale si otterrà la perdita di carico in m colonna d'acqua.

Ecco un estratto dei valori che può assumere il coefficiente K tenendo conto che vi possono essere variazioni sul secondo decimale al variare del diametro:

Gomito	1,0
Curva a 90°	0,7
Curva a 45°	0,3
Riduzione di sezione	0,5
Allargamento di sezione	1,0
Tee	3,0

- lunghezze equivalenti

Ogni punto di discontinuità è equiparato ad una lunghezza virtuale addizionabile poi alla lunghezza della tubazione utilizzata nel calcolo delle perdite di calcolo continue.

Ecco un estratto delle lunghezze equivalenti per diametri di 1"

Gomito	0,8
Curva a 90°	0,5
Curva a 45°	0,4
Riduzione di sezione	0,2-0,5
Allargamento di sezione	0,2-1,0

Tuttavia, per quanto esistano metodi empirici dettagliati, il calcolo delle perdite di carico localizzate viene considerato nel sovradimensionamento delle perdite di carico continue, non essendo possibile conoscere, in fase progettuale, con esattezza le modalità di installazione che verranno adottate.

### **Colpo d'ariete**

Il colpo d'ariete si verifica quando ha luogo un repentino annullamento della velocità di un liquido in una tubazione.

In un tubo pieno di acqua ferma, non in scorrimento, l'energia che l'acqua possiede è solo quella potenziale, data dalla sua posizione o meglio dalla sua quota.

Se l'acqua inizia a scorrere, in un sistema gravitativo non soggetto a macchine per la movimentazione, l'aumento dell'energia cinetica compensa la riduzione dell'energia potenziale che l'acqua subisce per la riduzione di quota.

Perciò si ha

$$1/2mv^2 - mgz = 0$$

dove  $1/2mv^2$  rappresenta l'energia cinetica mentre  $mgz$  rappresenta l'energia potenziale di un corpo di massa  $m$  posto a quota  $z$ , essendo  $g$  l'accelerazione di gravità.

Dalla relazione si ricava perciò:

$$v = \sqrt{2gz}$$

che esprime la velocità di un corpo che cade da una certa quota  $z$ .

Provocando un rapido e repentino arresto del moto di un liquido per la chiusura di una elettrovalvola troppo rapida la velocità si annulla ( $v=0$ ) e dunque si annulla la sua energia cinetica ( $1/2mv^2=0$ ) e la sua quantità di moto ( $mv=0$ ).

La quantità di moto posseduta dal corpo, suo patrimonio energetico, non potendo essere annullato, si trasforma in un'onda di pressione che si propaga nella tubazione con la velocità del suono: è il colpo d'ariete, cioè un transitorio consistente in un'oscillazione elastica della colonna liquida entro la condotta.

Per quanto un liquido sia incompressibile le sovrappressioni che si possono generare sono così elevate da costringere a considerare il fluido come compressibile e a niente valgono le possibili perdite di carico che si possono verificare lungo la tubazione poiché i tempi sono di pochi centesimi di secondo.

Dovendo valutare le conseguenze di un corpo d'ariete queste si possono così schematizzare:

- parte dell'onda di pressione viene assorbita dall'elasticità del materiale della tubazione con possibili rotture nei punti critici eventualmente presenti, tipo saldature non correttamente eseguite.
- parte dell'onda di pressione si traduce in vibrazioni che determinano un invecchiamento precoce dei materiali.

Il corpo d'ariete, generandosi per un brusco annullamento della velocità del liquido in movimento, si genera quando il tempo di chiusura dell'organo di intercettazione è inferiore od uguale al tempo necessario all'onda di pressione per propagarsi dal punto di chiusura al serbatoio di carico o al punto di origine della rete e ritornare all'organo di chiusura, perciò il tempo minimo per evitare il corpo d'ariete sarà:

$$t > \frac{2L}{c}$$

con t tempo di chiusura dell'organo di intercettazione (s), L lunghezza del percorso (m), c celerità cioè velocità dell'onda di pressione (m/s)

In particolare:

$$c = \frac{C}{(1 + \frac{D}{E s})}$$

Con C velocità del suono nell'acqua pari a 1.420 m/s a 15°, ε modulo di elasticità di volume dell'acqua pari a 2.10<sup>8</sup> kg/m<sup>2</sup>, E modulo di elasticità del materiale delle tubazioni espresso in kg/m<sup>2</sup>, D diametro interno delle tubazioni espresso in m, s spessore della tubazione espresso in m.

I valori di E e di ε/E si ricavano dalla tabella:

<b>Materiale</b>	<b>E (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ε/E</b>
Acciaio	210.10 <sup>8</sup>	0,01
Ghisa	105. 10 <sup>8</sup>	0,02
PeAd	0,9. 10 <sup>8</sup>	2,2
PVC	3. 10 <sup>8</sup>	0,7

Volendo invece ricavare l'entità della sovrappressione ρ che può venirsi a creare possiamo ricorrere alla formula:

$$\rho = \frac{\gamma \cdot c \cdot V}{10 \cdot g}$$

dove  $\rho$  rappresenta la sovrappressione in kPa,  $\gamma$  rappresenta la massa volumica dell'acqua espressa in  $\text{kg/m}^3$ ,  $c$  la celerità in m/s,  $V$  la velocità dell'acqua nella tubazione prima della chiusura del rubinetto espressa in m/s,  $g$  l'accelerazione di gravità uguale a  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

La massa volumica dell'acqua varia al variare della temperatura perciò volendo applicare un valore possiamo considerarla a  $15^\circ$  pari a  $998,8 \text{ kg/mc}^3$

Dall'applicazione delle formule si può desumere che la sovrappressione da corpo d'ariete aumenta con l'accrescere della lunghezza della tubazione e della velocità del liquido e con la riduzione del diametro della tubazione.

Dal confronto dei valori di  $\varepsilon$  si può anche desumere come PVC e PeAd reagiscano meglio di materiali più rigidi in quanto assorbono una maggior quota dell'onda di pressione.

### **Dimensionamento delle tubazioni: la pratica**

Considerate le varie implicazioni delle perdite di carico e della velocità nelle tubazioni all'atto pratico occorrerà tenere conto solamente di poche semplici regole:

- affinché il rischio di sovrappressione per corpo d'ariete sia ridotto al minimo occorrerà verificare che la velocità nelle tubazioni non sia superiore a 1-2 m/sec per tubazioni di diametro inferiore a DN100 potendo arrivare alla velocità di 2,5 m/sec per tubazioni di diametro compreso tra DN100 e DN200 soprattutto se ad uso discontinuo.
- per impianti medio piccoli contenere la caduta di pressione tra il punto di alimentazione e l'irrigatore installato in posizione più disagiata (più lontano o a quota superiore rispetto a quella dell'alimentazione) entro i 10 metri colonna d'acqua: 3 metri per perdite continue sull'alimentazione (tra il punto di presa d'acqua e l'elettrovalvola), 3 metri per perdite localizzate all'elettrovalvola e 3 metri per perdite continue sulla distribuzione (dall'elettrovalvola agli irrigatori). Il metro residuo compenserà le perdite di carico localizzate sulla raccorderia.

Una formula mnemonica per un rapido calcolo orientativo sul diametro appropriato per una tubazione è la seguente:

$$\text{diametro} = \sqrt{Q/2}$$

Esprimendo la portata Q in mc/h e approssimando per difetto si ottiene il diametro massimo espresso in pollici da assegnare alla tubazione.

## **Percorso delle tubazioni**

Sia la perdita di carico che il rischio di sovrappressioni per corpo d'ariete sono influenzati dalla lunghezza delle tubazioni perciò una volta stabilito il tipo di tubazione, la posizione dell'alimentazione, qualora questa sia modificabile, e la posizione delle elettrovalvole si tratterà di collegare i vari irrigatori, riconosciuti come appartenenti ad uno stesso settore, con una tubazione detta di distribuzione. Andranno invece collegate le elettrovalvole con una tubazione che si dirà di alimentazione.

Sia nel caso dell'alimentazione che della distribuzione la tubazione potrà avere un andamento:

- in linea
- ad anello.

### **Tubazione in linea**

In questo caso la tubazione parte dal punto di allacciamento, sia questo l'acquedotto o il pozzo per l'alimentazione o l'elettrovalvola per la distribuzione, e collega ogni utenza successiva, elettrovalvole o irrigatori, senza chiudersi su se stessa.

Nel calcolo delle perdite di carico occorrerà considerare dunque integralmente la portata prevista per l'intera lunghezza della tubazione ed ovviamente occorrerà tener conto del fatto che, soprattutto per tubazioni di sviluppo considerevole, ci potrà essere una differenza di pressione ai due estremi con conseguente disomogeneità di funzionamento per le utenze previste.

### **Tubazione ad anello**

In questo caso la tubazione, di alimentazione o di distribuzione, dopo aver collegato le varie utenze previste, siano queste elettrovalvole od irrigatori, si richiude su se stessa strutturandosi così ad anello.

Nel calcolo delle perdite di carico si potrà considerare che la portata integrale dell'acqua si dividerà lungo i due bracci dell'anello e che ciascun braccio avrà una lunghezza dimezzata rispetto all'integrità del circuito: all'atto pratico dunque si dovrà considerare metà portata per metà sviluppo potendo così

impiegare tubazioni di almeno un diametro più piccole rispetto a quelle che si sarebbero impiegate con una distribuzione in linea.

## **La scelta della pompa**

Nel caso l'impianto non sia alimentabile dall'acquedotto per la scarsità della portata all'allacciamento allora si dovrà prevedere all'alimentazione tramite la scelta di una pompa centrifuga da installarsi o entro un pozzo o entro una cisterna di accumulo.

Il principio di funzionamento di una pompa centrifuga è assai semplice in quanto la girante, una ruota a pale sagomate, ruota all'interno di una camera chiusa spingendo il liquido verso l'esterno e creando, per forza centrifuga, una depressione al centro che determina l'aspirazione, ed una compressione alla periferia che determina la mandata.

La prima suddivisione possibile è tra:

- pompe di superficie
- pompe sommerse

### **Pompe di superficie**

Si dividono in :

- pompe monoblocco ad asse orizzontale

hanno il corpo della pompa parte integrante del carter del motore con girante montata a sbalzo sull'albero motore stesso, il tutto orizzontale rispetto al piano di appoggio. Sono pompe di relativo ingombro ma economiche.

- pompe monoblocco ad asse verticale

realizzate come le precedenti ma con asse motore e dunque asse della pompa verticale rispetto al piano di appoggio. Sono pompe di ridotto ingombro , compatte ed economiche adatte per utenze a media-alta prevalenza.

- pompe con base e giunto

con pompa indipendente dal motore con collegamento a mezzo di apposito giunto. Sono pompe molto ingombranti ma di grande durata anche se a fronte di costi mediamente più elevati

### **Pompe sommerse**

Con caratteristiche costruttive tali da lavorare completamente immerse. Sono pompe molto economiche, ad alto rendimento e nel caso si impieghino in cisterne è conveniente intubarle per favorirne il raffreddamento.

Dati caratteristici di una pompa sono:

- altezza di aspirazione o livello dinamico del pozzo
- portata richiesta e pressione necessaria sul piano di campagna
- numero di giri del motore
- potenza

### **Altezza di aspirazione o livello dinamico del pozzo**

E' estremamente importante assicurarsi che, nel caso si usi una pompa centrifuga monoblocco , l'altezza di aspirazione sia inferiore alla capacità di aspirazione della pompa stessa.

La capacità di aspirazione, espressa in m, è indicata dalla curva NPSH ( Net Positive Suction Head), riportata da ogni fabbricante di pompe sui cataloghi, e varia al variare della portata. Per ottenere la reale altezza di aspirazione occorre sottrarre il valore risultato dal diagramma NPSH dal valore della pressione barometrica rilevata al livello del mare (10.3) in modo da ottenere l'altezza teorica di aspirazione.

Tale altezza potrà essere ancora ridotta per effetto della caduta di pressione, continua e localizzata, lungo la tubazione di aspirazione.

Allo scopo di contenere tale caduta di pressione sarà necessario impiegare tubazioni di aspirazione di diametro appropriato senza tener conto del diametro della bocca di aspirazione della pompa alla quale la tubazione si dovrà rapportare a mezzo di un raccordo di allargamento, flangiato o filettato secondo la dimensione.

Sarà utile ricordare che l'impiego di una pompa centrifuga monoblocco in condizione di aspirazione inadatte alla sua capacità di aspirazione provocherà il blocco della pompa per cavitazione.

Nel caso il livello dinamico di aspirazione sia a profondità tale da non essere raggiungibile con una pompa centrifuga monoblocco sarà necessario impiegare una pompa sommersa.

### **Portata richiesta e pressione sul piano di campagna**

La portata di una pompa è espressa comunemente in l/s o in mc/h, mentre la pressione è espressa in bar o metri colonna d'acqua.

Le prestazioni di una pompa sono rappresentate da una curva caratteristica dalla quale si evince come esista una corrispondenza tra portata e pressione di esercizio: all'aumentare della portata corrisponderà una diminuzione della pressione perciò alla massima portata avremo la minima pressione e viceversa. E' utile considerare sempre, nel dimensionamento di una pompa, le prestazioni al centro curva in modo da non obbligare il motore a lavorare prossimo alle condizioni di stress.

Dal punto di vista progettuale, sarà utile considerare sempre criticamente l'andamento di una curva di una pompa sfruttandola al meglio nel dimensionamento dei settori soprattutto se l'impianto sarà realizzato ricorrendo ad irrigatori di diversa pressione di esercizio: considerando il fabbisogno degli irrigatori di maggior pressione potremo avere settori di portata più contenuta ma verificando poi il ridotto fabbisogno in termini di pressione degli irrigatori di minor raggio si potranno realizzare settori di maggior portata. Occorrerà solamente verificare che le tubazioni siano dimensionate come PN per la maggior pressione e come diametro per la maggior portata.

Nel caso si usi una pompa sommersa sarà bene ricordare di aggiungere alla pressione necessaria sul piano di campagna (pressione necessaria alla funzionalità dell'impianto di irrigazione ottenuta sommando alla pressione di esercizio degli irrigatori le perdite di carico sulla rete) il dislivello tra il livello dinamico dell'acqua e il piano di campagna.

Per livello dinamico dell'acqua si intende la quota alla quale questa arriva quando la pompa è in funzione e quindi il pozzo è a regime: il livello dinamico dell'acqua sarà sempre inferiore al livello statico, raggiunto dall'acqua a pompa spenta, e sempre superiore al livello di installazione della pompa e alla quota di scavo del pozzo.

### **Numero di giri del motore**

In relazione alle condizioni di impiego di una pompa, ovvero alle ore continue di funzionamento, è possibile optare per motori con RPM (rotazioni per minuto) diverse. Generalmente le pompe prevedono motori a 2900 RPM ma nel caso di uso molto intensivo, per contenere l'usura delle parti in movimento, può essere utile installare motori con 1450 RPM.

### **Potenza**

La potenza di una pompa viene espressa in kW, Hp o Cv in particolare:

HP = horsepower  
= 550 libbre/piede/secondo  
= 0,746 kW  
= 1,0174 CV

CV = cavallo vapore  
= 75 kg/m/s  
= 0,736 KW  
= 0,986 HP

### **Sistemi di pompe multiple**

In condizioni particolari di alimentazione per grossi impianti possono essere necessarie stazioni di pompaggio con sistemi di pompe multiple: si possono verificare due casi:

- pompe in serie

In questo caso se il sistema è costituito da due pompe, poste una di seguito all'altra, aventi uguale portata ma diversa prevalenza, le prestazioni finali del sistema vedranno una portata pari a quella di una sola pompa mentre la pressione risulterà la somma delle pressioni delle due pompe: in pratica sarà come se la seconda pompa riceverà l'acqua ad una quota maggiorata del valore della prevalenza della prima pompa.

- pompe in parallelo

In questo caso le due pompe saranno poste con la mandata su un unico collettore e quindi, se avranno portata diversa e prevalenza uguale, il risultato finale che determineranno sarà una portata pari alla somma delle due portate mentre la prevalenza rimarrà pari a quella di una singola pompa.

### **Installazione di una pompa sotto INVERTER**

In tempi recenti si è diffuso l'impiego degli INVERTER quale sistemi di avviamento delle pompe. Si tratta di dispositivi in grado di variare il numero di giri del motore agendo, per via programmabile, sul numero degli Hz.

In questo modo è possibile adeguare le prestazioni della pompa alle reali esigenze dell'impianto mantenendo un discreto margine di variazione in fase di collaudo.

Per quanto gli INVERTER si stiano facendo apprezzare in fase gestionale per i risparmi che inducono occorre ricordare di non abusarne: allo scopo di

mantenere l'efficienza del motore nel tempo è consigliabile non scendere sotto la soglia dei 35 Hz allo scopo di non pregiudicare le capacità di raffreddamento del motore.

### **Legge di reciprocità**

Variando il numero degli Hz del motore si ottengono una serie di modifiche nelle prestazioni della pompa, modifiche riassunte dalla legge di reciprocità.

Partendo da una pompa che con un motore funzionante a 50 Hz garantisce:

- 1200 l/m
- 86 metri di prevalenza
- 30 kW di potenza

riducendo a 40 Hz si avrà

$50:40 = 1,25$  fattore di correzione

- portata  $1200 : 1,25 = 960$  litri minuto
- pressione  $86: (1,25 \times 1,25) = 55$  metri di prevalenza
- potenza  $30: (1,25 \times 1,25 \times 1,25) = 15,4$  kW

Da ciò si evince la necessità di verificare volta per volta il risultato di una modifica delle Hz di un motore ma per contro il reale risparmio, in termini di costi di esercizio che un INVERTER può garantire nel caso si fosse installato una pompa sovradimensionata alle necessità.

## **Azionamento di una pompa in un impianto di irrigazione**

La pompa di alimentazione di un impianto di irrigazione può essere comandata in modi diversi:

- automatico in cascata con pressostato
- automatico in cascata con programmatore

### **Automatico in cascata con pressostato**

La pompa, collegata ad un pressostato, inizia a funzionare quando il sistema rileva una diminuzione di pressione nella rete per l'apertura di un'utenza quale un'elettrovalvola che riceve l'impulso dalla centralina di programmazione.

In questo caso l'impianto è costantemente in pressione perciò può verificarsi il caso che un guasto su un'elettrovalvola, anche con una perdita minima, mantenga in funzione la pompa fino al suo surriscaldamento.

Per ovviare a questo inconveniente è consigliabile installare una valvola generale, detta Master Valve, che intercetti l'impianto subito a valle del pressostato: in questo caso perché la pompa funzioni in modo scorretto è necessario che si danneggino contemporaneamente due elettrovalvole diminuendo fortemente la possibilità che ciò accada.

### **Automatico in cascata con programmatore**

In questo caso la pompa funziona solo quando la centralina di programmazione le dà il consenso. Il cosiddetto *comando pompa* del programmatore agisce, infatti, su un relè al quale sono collegate le fasi del motore: la pompa verrà quindi azionata alla partenza della prima elettrovalvola per essere poi spenta alla fine del tempo di funzionamento dell'ultima.

In questo caso la rete di alimentazione non è utilizzabile da altre utenze, quali rubinetti o idranti, fuori dello spazio finestra di irrigazione.

### **Collegamenti elettrici**

Conclusa la definizione della parte idraulica dell'impianto di irrigazione con la definizione del percorso delle tubazioni e con il loro dimensionamento si tratterà di definire la parte elettrica ovvero i collegamenti tra la centralina di programmazione e le elettrovalvole.

Le elettrovalvole comunemente installate prevedono solenoidi a 24V di bassissimo assorbimento dunque i contatti elettrici possono essere trasmessi anche a distanza molte elevate ricorrendo a cavi di sezione ridotta.

Dal punto di vista legislativo, trattandosi di bassissima tensione, i cavi potrebbero essere interrati direttamente, tuttavia è sempre consigliabili, per la gestione delle operazioni di manutenzione dell'impianto, prevedere l'installazione entro cavidotto in tubo corrugato. Per facilitare il passaggio dei cavi entro cavidotto sarà inoltre consigliabile l'inserimento di un pozzetto circolare ogni 50 m e ad ogni cambio brusco di direzione.

Tratto distintivo di tutti i cavi impiegati nella realizzazione di impianti di irrigazione è di essere in formazione filo, non trecciati in quanto più adatti a resistere all'ossidazione.

Circa le sezione dei cavi si può fare riferimento al seguente schema:

<b>Sezione</b>	<b>distanza</b>
0,8 mmq	fino a 350 m.
1,0 mmq	fino a 900 m
1,5 mmq	fino a 1500 m

Negli impianti pubblici è necessario l'impiego di cavo elettrico da 1,5 mmq a doppio isolamento.

## La gestione

Abbiamo visto che l'obiettivo dell'irrigazione non è altro che il reintegro della capacità di campo, ovvero dell'acqua che progressivamente viene eliminata dal terreno. Questo concetto può essere espresso ricorrendo al concetto dell'Evapotraspirazione: si tratta di un coefficiente che esprime la somma dell'acqua persa dalla superficie del terreno per evaporazione ed usata dalle piante per traspirazione. Molti fattori influenzano l'ET, ma oltre a quelli relativi al tipo ed età della pianta sono significativi i fattori meteorologici.

Per il reperimento delle informazioni relative ai dati meteorologici in genere si impiega una stazione meteo che può fornire informazioni relative alle condizioni climatiche, informazioni che vanno poi corrette in relazione alle singole difformità locali dal modello di riferimento.

Dalla misura iniziale dell'Evapotraspirazione potenziale  $E_{to}$  si passa al calcolo della Evapotraspirazione colturale, moltiplicando l' $E_{to}$  per un coefficiente ambientale, colturale o per altro fattore rappresentativo della situazione particolare: il valore che si ottiene può essere poi applicato ai tempi di irrigazione del sistema che si troverà così a distribuire esattamente l'acqua che la vegetazione necessita.

A scopo esemplificativo si riporta una tabella dei coefficienti ET in periodo estivo.

Clima	Millimetri al giorno
Freddo umido	2,5-3,8
Freddo secco	3,8-5,1
Caldo umido	3,8-5,1
Caldo secco	5,1-6,4
Molto caldo umido	5,1-7,6
Molto caldo secco	7,6-12,7

Freddo: temperatura massima media di mezza estate inferiore a 21°C

Caldo: temperatura massima media di mezza estate tra 21°C e 32°C

Molto caldo: temperatura massima media di mezza estate superiore a 32°C

Umido: umidità relativa media di mezza estate superiore al 50%

Stabilito il fabbisogno idrico giornaliero occorre verificare la pluviometria di progetto.

Presa in esame un'area significativa del giardino di ampiezza nota si sommano le portate di tutti gli irrigatori che insistono su detta area, considerando l'interezza della portata se l'angolo di lavoro è integralmente compreso o limitandosi alla somma della quota compresa.

Si ottiene così una data portata distribuita su una superficie di ampiezza nota.

Es:

Su un'area di 20x20 m = 400 mq insistono:

- 4 irrigatori con portata di 8 litri/minuto = 32 litri/minuto
- 4 irrigatori con portata di 14 litri/minuto = 56 litri/minuto
- 1 irrigatore con portata di 27 litri/minuto = 27 litri/minuto

in totale su un'area di 400 mq si distribuiscono 115 litri minuto

Considerando un fabbisogno idrico giornaliero medio di 5 mm. o di 5 litri a mq si può individuare il tempo minimo di funzionamento delle varie elettrovalvole procedendo in due modi diversi:

- esprimendo il fabbisogno in mm

$$115 \text{ lt}' \times 60' = 6.900 \text{ litri/h}$$

$$6.900 \text{ l} = 6,9 \text{ mc}$$

$$6,9 \text{ mc}/400 \text{ mq} = 0,017 \text{ m} = 17 \text{ mm /h}$$

$$17 \text{ mm.} : 60' = 5 \text{ mm.} : X$$

$$\mathbf{X = ( 60 \times 5) / 17 = 17 \text{ minuti}}$$

- esprimendo il fabbisogno in litri

$$115 \text{ lt}' / 400 \text{ mq} = 0,28 \text{ litri}' \text{ per metro}$$

$$\mathbf{5 \text{ litri} / 0,28 \text{ lt}' = 17 \text{ minuti di funzionamento}}$$

Attenzione verificare sempre alla fine della progettazione che l'irrigazione rientri nello spazio finestra disponibile

## **Dimensionamento della cisterna**

Nel caso non si disponga di acqua sufficiente all'irrigazione potrebbe essere necessario prevedere l'installazione di una cisterna per il cui dimensionamento si dovrà considerare la portata complessiva dell'impianto.

Es:

L'impianto è composto da 6 settori ad irrigatori statici della portata di 80 litri/minuto cad., per un totale di 2400 litri e di 30 minuti di irrigazione (5 minuti per settore), e da 4 settori ad irrigatori dinamici della portata di 70 litri/minuto cad, per un totale di 4200 litri e di 60 minuti di irrigazione (15 minuti per settore).

Il fabbisogno idrico giornaliero totale sarà di 6600 litri che verranno erogati in 90 minuti.

Considerando un'alimentazione fornita dall'acquedotto di 30 litri/minuto durante i 90 minuti di irrigazione si potranno disporre di 2700 litri perciò la cisterna dovrà garantire un accumulo di:

$$6600-2700= 3900 \text{ litri} \cong 4 \text{ mc}$$

Occorrerà assicurarsi che la capienza sia integralmente disponibile al netto quindi di eventuali perdite di capacità per pescaggio e troppo pieno.