

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA

Dipartimento Territorio e sistemi agro-forestali

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN RIASETTO DEL TERRITORIO E
TUTELA DEL PAESAGGIO

**VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE SUI
DIVERSI SISTEMI IRRIGUI PER I TAPPETI
ERBOSI**

Relatore:

Prof. Bortolini Lucia

Laureando:

Ballani Enrico

Matricola: 599575

Anno accademico 2011/2012

Dedicata alla mia famiglia, agli amici e a tutte la persone che
in questi anni mi hanno permesso di studiare.

— Enrico Ballani

Riassunto

Affinché un prato sia in salute deve essere denso, verde e a crescita contenuta e perché avvenga tutto ciò occorre irrigarlo soprattutto in stagioni più sfavorevoli.

Lo scopo della tesi è quello di valutare alcuni sistemi per irrigare i tappeti erbosi di piccole dimensioni, analizzando vari parametri.

In particolare, si sono confrontati sistemi per aspersione e sistemi di microirrigazione interrata dotati di dispositivi diversi per il controllo dei volumi di acqua irrigua.

Per l'aspersione sono stati utilizzati irrigatori statici con due delle testine più commercializzate: "Precision" e "T van".

Per la subirrigazione si è usata una particolare ala gocciolante rivestita particolarmente adatta ad essere interrata.

Gli interventi irrigui sono stati gestiti da centraline, eventualmente anche corredate da sensori (umidità o pioggia).

La prova è stata effettuata in cinque parcelle prova allestite presso la ditta PratoVerde srl di Due Carrare (Pd) nei mesi da luglio a ottobre. I primi due mesi sono serviti per la realizzazione dei campi prova e il periodo successivo è stato utile per il rilievo dei dati.

Sono stati raccolti dati sulla bagnatura, utili per calcolare l'uniformità di distribuzione (solo nelle parcelle con impianti per aspersione) nonché dati relativi al consumo idrico; per ogni parcella è stata fatta inoltre una valutazione visiva soggettiva e una quantitativa (accrescimento erba).

Alla fine di questo periodo di osservazione, sulla base dei dati che ho rilevato ho potuto esprimere le prime valutazioni. In particolare, si è visto che il sensore di umidità consente un risparmio idrico; le testine "Precision" presentano una distribuzione più uniforme anche in presenza di leggero vento; l'ala gocciolante permette una migliore efficienza, ma solo superate le fasi iniziali di attecchimento del tappeto erboso.

Indice

1	Premessa	7
2	La pratica agronomica dell'irrigazione	9
2.1	Quanto irrigare	10
2.2	Quando irrigare	10
2.3	Come irrigare	11
2.4	Limitare i tagli dell'erba	11
2.5	Eeguire una periodica manutenzione	11
3	La struttura e l'idrologia del terreno	13
4	I metodi di irrigazione	15
4.1	Irrigazione per aspersione	15
4.2	Sub irrigazione	18
5	Realizzazione della prova	21
5.1	Descrizione dei sistemi irrigui	22
5.1.1	Irrigatori per aspersione	22
5.1.1.1	Serie "Precision"	22
5.1.1.2	Serie LPS (Testina T VAN)	23
5.1.2	Sub irrigazione	23
5.2	Materiale a corredo	24
5.2.1	Le valvole	24
5.2.2	I contatori	25
5.2.3	Le centraline	25
5.2.4	I sensori	26
5.3	Allestimento dei campi prova	28
6	Criteri di valutazione	35
6.1	Uniformità di distribuzione	35
6.2	Valutazione del consumo idrico complessivo	37

6.3	Valutazione visiva	37
6.4	Crescita del tappeto erboso	38
7	Analisi dei risultati	39
7.1	Uniformità di distribuzione	39
7.2	Consumi idrici	41
7.3	Valutazione visiva	42
7.4	Accrescimento del tappeto erboso	42
8	Conclusioni	45

Capitolo 1

Premessa

Per avere un prato in salute, denso, verde ed in crescita continua, è necessario irrigarlo specialmente nei periodi più asciutti della stagione vegetativa. Non bisogna tuttavia eccedere, perché una quantità sovrabbondante d'acqua potrebbe creare maggiori problemi rispetto ad una carenza, come maggior sviluppo delle piante infestanti, una maggiore incidenza delle patologie fungine, un minore approfondimento dell'apparato radicale, nonché un notevole spreco di acqua, bene ormai diventato prezioso.

La frequenza dell'irrigazione varia da sito a sito e deve essere determinata osservando attentamente lo stato del tappeto erboso: i primi segni di stress idrico si manifestano con una colorazione delle foglie tendente al verde-blu ed una disposizione degli steli a non raddrizzarsi una volta calpestati, cosicché rimangono le orme sul tappeto erboso. Il momento ideale per intervenire è proprio quando questi sintomi si rendono evidenti: le piantine che compongono il prato resistono molto bene allo stress idrico fino a questo punto, per cui irrigazioni preventive non portano sostanziali benefici.

Se lo stress idrico persiste, le piante cominciano ad appassire ed il loro colore vira verso un verde pallido: un prato in queste condizioni necessita di un intervento irriguo immediato. Se si fornisce prontamente l'acqua il tappeto erboso recupera rapidamente il vigore e lo stato di salute originario, in caso contrario le piantine cesseranno di crescere, con un ingiallimento delle foglie ed un loro irrecuperabile appassimento.

Proprio a causa di queste considerazioni, se si dispone di un impianto automatico di irrigazione, bisogna valutare con moltissima attenzione la programmazione della centralina di comando, tenendo conto di tutte le esigenze del prato e determinare con esattezza la quantità di acqua da somministrare. È molto importante variare i tempi di funzionamento in relazione all'andamento stagionale.

Lo scopo della tesi è quello di investigare sulle prestazioni di alcuni sistemi per l'irrigazione dei tappeti erbosi al fine di valutare la capacità di gestire in modo razionale la risorsa idrica consentendo allo stesso tempo di assicurare uno sviluppo ottimale dell'erba.

Non si tiene conto in questa fase dei costi di impianto, che pur essendo molto importanti, non vanno ad incidere in modo determinante nella gestione.

Capitolo 2

La pratica agronomica dell'irrigazione

L'irrigazione è una pratica agronomica che prevede l'apporto di acqua, al fine di migliorare l'attitudine globale del sistema suolo-pianta-atmosfera alla produzione vegetale.

Il tipo di irrigazione utilizzata per i tappeti erbosi è quella umettante che si propone ad elevare il contenuto idrico del suolo al fine di soddisfare le esigenze idriche della coltura.

Esistono poi altri tipi di irrigazione, oltre a quella umettante, distinguendosi nei vari tipi:

- Termica: modifica la temperatura del terreno e delle piante;
- Dilavante: serve ad asportare gli eccessi di salinità;
- Ammendante: per migliorare le proprietà fisiche dei suoli;
- Correttiva: mira a modificare il pH;
- Concimante: somministra le sostanze nutritive;
- Antiparassitaria: combatte certi parassiti delle piante.

L'irrigazione umettante può essere suddivisa in:

- Normale: praticata ordinariamente durante l'intero ciclo colturale;
- Di soccorso: per sopperire deficit idrici che compromettono la produzione colturale;
- Ausiliaria: mirata al superamento di delicate fasi fenologiche della coltura.

L'irrigazione del giardino mira a risolvere, prima di tutto, le esigenze del prato, che, con il suo apparato radicale superficiale, è il primo ad accusare i sintomi di stress idrici.

Gli obiettivi dell'irrigazione, quindi, si individuano nel soddisfacimento dei fabbisogni idrici, evitando pericolose situazioni di stress derivati da carenze o eccessi, con una gestione ottimale della risorsa "acqua" per una diminuzione dei costi e dell'inquinamento. Molto spesso, infatti, gli apporti idrici non sono commisurati con lo stato del sistema: o si interviene quando le piante sono in stress conclamato oppure si interviene quando le condizioni idriche del suolo e delle piante non lo richiederebbero.

Nella gestione della pratica irrigua, la formulazione di un programma di interventi per uno specifico tappeto erboso, è difficoltosa, ma essenziale per un buon mantenimento dello stesso. I turni irrigui vanno, infatti, programmati nel ambito della giornata, della settimana e della stagione e devono essere scelti in funzione delle specie insediate, delle condizioni pedoclimatiche, delle pratiche colturali e del tipo di utilizzo del tappeto erboso.

Uno degli errori facilmente commesso da chi gestisce l'irrigazione è quello di irrigare in modo sovrabbondante con conseguenze negative non solo in termini di risparmio idrico ma anche per le piante stesse. Per questo sarebbe opportuno che i quantitativi di acqua venissero decisi quasi giornalmente, attraverso la valutazione delle specifiche richieste delle piante, mediante l'osservazione diretta e/o indiretta di vari parametri legati allo stato idrico del suolo e della vegetazione.

2.1 Quanto irrigare

I volumi irrigui dovrebbero essere scelti in base alle reali esigenze delle piante che variano a seconda delle specie, della loro densità e delle condizioni climatiche e microclimatiche (ombreggiamento, protezione dell'area). In letteratura è possibile reperire dei valori di riferimento dell'evapotraspirazione per climi differenti, valori che, opportunamente modificati per tener conto delle caratteristiche delle piante e delle condizioni ambientali in cui vegetano, possono fornire una valida stima delle quantità dell'acqua necessarie a soddisfare i fabbisogni giornalieri delle piante.

2.2 Quando irrigare

È preferibile effettuare gli interventi al mattino presto quando la temperatura è ancora bassa e l'umidità tendenzialmente più alta oltre ad esserci più

facilmente calma di vento. In queste condizioni si riducono al massimo le perdite per evaporazione. In ogni caso è bene fare attenzione a bagnare nelle giornate ventose: il vento provoca lo spostamento delle gocce d'acqua (effetto deriva) al di là della zona da irrigare.

2.3 Come irrigare

Nell'irrigazione dei tappeti erbosi, la scelta oculata della portata degli irrigatori, il loro reciproco posizionamento (schema di avanzamento) e la valutazione della durata dell'intervento irriguo, consentono di evitare sprechi d'acqua per ruscellamento e infiltrazione profonda.

Per facilitare l'approfondimento radicale è necessario allungare gradualmente l'intervallo tra le irrigazioni con il progredire della stagione vegetativa.

2.4 Limitare i tagli dell'erba

I tagli inducono stress al prato aumentando la traspirazione e riducendo lo sviluppo radicale. La maggior altezza dell'erba favorisce l'approfondimento dell'apparato radicale. Le altezze variano comunque a seconda delle specie che costituiscono il tappeto erboso. Solo nei tappeti erbosi giovani è necessario procedere con il taglio regolarmente per favorire l'infoltimento prevenendo le perdite di acqua dalla superficie del suolo.

È importante anche controllare periodicamente l'affilatura delle lame del taglia erba; un taglio netto consente di ridurre le perdite di acqua dalla cuticola erbosa.

2.5 Eseguire una periodica manutenzione

Controllare periodicamente il funzionamento degli irrigatori e degli altri dispositivi, verificare l'eventuale presenza di rotture e procedere con la riparazione o sostituzione dei pezzi rotti o mal funzionanti. Non dimenticare di mantenere l'impianto pulito.

Capitolo 3

La struttura e l'idrologia del terreno

Il terreno è formato da delle particelle solide e spazi vuoti. Le particelle solide vanno a formare la tessitura del terreno, che viene classificato in base alla percentuale della dimensione delle particelle e alla loro quantità. Esso può essere sabbioso con una percentuale maggiore di particelle con la dimensione dai 2 ai 0.02 mm; limoso con una percentuale maggiore di particelle della dimensione dai 0.02 ai 0.002 mm; argilloso con una percentuale maggiore di particelle della dimensione inferiore ai 0.002 mm.

Gli spazi vuoti che si trovano tra le piccole particelle vengono chiamati pori. I pori, in base alla loro dimensione, maggiori o minori agli 8 μm , vengono distinti in macropori e micropori.

In un terreno standard all'interno dei macropori troviamo l'aria e all'interno dei micropori l'acqua.

Un terreno con un numero elevato di macropori è un terreno che trattiene poco l'acqua, perché la forza di gravità la spinge verso il basso; esso può essere classificato come sabbioso.

All'interno dei micropori troviamo l'acqua che grazie alla capillarità, riesce a trattenerla contro la forza di gravità. Questi sono terreni molto compatti con ridotti scambi gassosi al suo interno e si possono considerare terreni argillosi. Un buon terreno con un giusto equilibrio tra macropori e micropori è il migliore per la vita delle piante e si considerano franchi o di medio impasto. Nel caso in cui tutta la porosità fosse occupata dall'acqua, per un apporto di acqua elevato, questo rappresenterebbe la *capacità idrica massima* (CIM), cioè tutta quell'acqua che il terreno può trattenere dentro di sé diventando così saturo.

Una situazione del genere, tranne in casi particolari, non dura nel tempo, la gravità agisce sul liquido favorendo il movimento verso il basso; l'acqua con-

tenuta nei macropori viene perduta dal terreno; esso viene chiamata *acqua di percolazione* (ap).

Questa frazione di acqua può essere utilizzata dalle piante, ma solo temporaneamente, perché la mancanza di aria crea sofferenza nella pianta. Dopo che l'acqua in eccesso ha lasciato i macropori, che si riempiono di aria, l'umidità del terreno raggiunge un valore importante: l'acqua può essere quindi trattenuta dal terreno costituendo una riserva per la vita delle piante. Questo livello di umidità prende il nome di *capacità di campo* (CC).

L'evaporazione e l'assorbimento idrico da parte delle piante sono ora i fenomeni in grado di prosciugare ulteriormente il terreno. Quando i vegetali non riescono più a vincere la forza di tensione dell'acqua nei micropori l'accrescimento cessa e muoiono; a questo punto il terreno arriva al *coefficiente di avvizzimento* (CA). Il CA può essere considerato una caratteristica del tipo di terreno e quindi una costante per le varie colture.

La frazione di acqua costituita fra i suddetti limiti (CC e CA) rappresentano la cosiddetta acqua disponibile massiva; da esso dipende la capacità del terreno di costituire riserve idriche per permettere alle colture di resistere a periodi più o meno lunghi in cui vengono a mancare apporti naturali o artificiali di acqua.

Al di sotto del CA solo l'evaporazione può ulteriormente prosciugare il terreno.

Capitolo 4

I metodi di irrigazione

4.1 Irrigazione per aspersione

Il metodo irriguo per aspersione simula l'apporto di acqua naturale della pioggia.

I numerosi vantaggi di questo sistema sono legati all'assenza di sistemazione del terreno, consentendo l'irrigazione anche in zone acclivi. Con una buona progettazione e gestione degli interventi si possono ridurre gli sprechi; i volumi di acqua sono ridotti rispetto ad altri metodi. Questo sistema è possibile utilizzarlo anche in terreni sciolti e permeabili dove si possono controllare meglio le perdite di percolazione.

Purtroppo, questo metodo di irrigazione ha anche degli svantaggi tra cui: i costi di impianto e di esercizio elevati; i getti possono essere sensibili al vento; l'effetto battente può causare problemi al suolo; se l'intervento è effettuato durante le ore calde della giornata ci possono essere perdite per evaporazione diretta dal getto. I componenti base di un impianto pluvirriguo sono: una stazione di pompaggio che mette l'acqua in pressione nelle condotte, una rete di distribuzione e più irrigatori.

Gli impianti pluvirrigui delle aree verdi possono essere essenzialmente di tre tipi: mobili, semifissi e fissi. Generalmente passando da un impianto mobile



Figura 4.1: Irrigazione per aspersione

ad uno fisso si riducono le richieste di manodopera, ma aumentano i costi di installazione.

Gli irrigatori sono i dispositivi per la distribuzione dell'acqua; la gamma di irrigatori presenti sul mercato è estremamente articolata. Questi modelli differiscono per prestazione e caratteristiche di funzionamento.

Le caratteristiche fondamentali che permettono di distinguere i diversi irrigatori sono:

- Pressione di esercizio: si tratta della pressione, espressa in bar, che deve essere assicurata al boccaglio;
- Portata: la quantità di acqua che un irrigatore è in grado di distribuire nell'unità di tempo;
- Gittata: la distanza massima alla quale un irrigatore può garantire una minima aspersione;
- Alzo: esprime l'angolo di inclinazione dell'asse del boccaglio rispetto all'orizzontale;
- Boccaglio: la parte terminale dell'irrigatore da cui fuoriesce l'acqua. Le sue caratteristiche influenzano la gittata, la dimensione delle gocce, la forma dell'area bagnata e la portata;
- Arco di lavoro: esprime l'ampiezza dell'angolo di lavoro di bagnatura e si misura in gradi;
- Pluviometria: rapporto tra portata e superficie bagnata, esprime la quantità di acqua distribuita dagli irrigatori su un'area di ampiezza nota nell'unità di tempo e si indica in millimetri all'ora.

Fondamentalmente dal punto di vista della modalità con cui avviene la distribuzione dell'acqua, si possono distinguere due tipi di irrigatore:

- Irrigatori statici: non hanno nessuna parte in movimento e formano un getto che distribuisce l'acqua nello stesso istante in tutta l'area ad essi sottoposta;

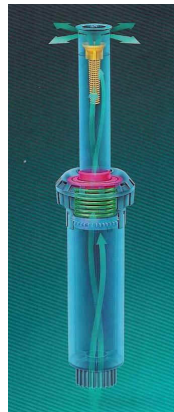


Figura 4.2: Irrigatore statico

- Irrigatori dinamici: dotati di uno o più getti che ruotano bagnando un'area circolare. La rotazione avviene per mezzo di un meccanismo interno (turbina) o esterno.

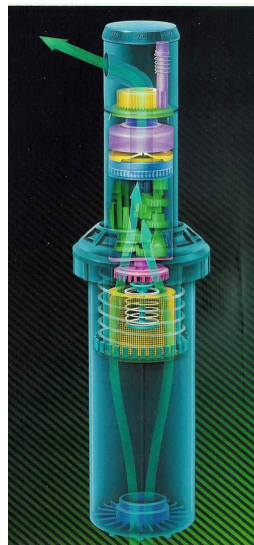


Figura 4.3: Irrigatore dinamico

Gli irrigatori, sia statici che dinamici, sono disponibili in due versioni: fuori terra o a scomparsa. Gli irrigatori fuori terra restano sempre sopra il livello del terreno, mentre gli irrigatori a scomparsa (pop-up) sono dotati di una torretta che rimane costantemente interrata ed emerge solo durante il funzionamento.

4.2 Sub irrigazione

Negli ultimi anni si sta diffondendo la possibilità di irrigare zone a prato utilizzando ali gocciolate interrate.

In tal modo l'acqua viene distribuita direttamente alle radici e si rende completamente invisibile l'impianto irriguo.

Le caratteristiche principali di questo sistema sono:

- elevata efficienza irrigua;
- ridotte perdite di percolazione;
- l'assenza di perdite per ruscellamento ed evaporazione durante l'irrigazione;
- possibilità di irrigare con modesti volumi d'acqua e basse pressioni di esercizio.

Il sistema si presta per irrigare zone a prato di dimensioni ridotte e/o irregolari, soprattutto nei casi in cui non sia possibile debordare; interessante è anche l'applicazione al di sotto delle pavimentazioni grigliate per le aree di parcheggio.



Figura 4.4: Area di parcheggio con sub-irrigazione

Inoltre, risulta particolarmente agevole la somministrazione del concime durante l'intervento irriguo con vantaggi sia per il prato che per l'ambiente.

I benefici sono ottenibili solo con una accurata progettazione dell'impianto e una regolare manutenzione. Infatti, per una adeguata distribuzione dell'acqua in tutto il tappeto erboso, particolare cura deve essere riposta alla scelta della portata dei gocciolatori e nella loro disposizione (distanza).

La disposizione delle ali può essere fatta in parallelo, affiancando le ali gocciolanti alimentate dalla tubazione di testata, o a serpentina, facendo compiere un percorso sinuoso ad un'unica ala gocciolante. In entrambi i casi, è bene ricordare che la lunghezza finale dell'ala gocciolante può essere tale da

richiedere, per un corretto funzionamento, la presenza di gocciolatori auto-compensanti.

Il rifornimento idrico sotto superficie, e quindi la presenza di acqua ad una certa profondità, favorisce l'approfondimento delle radici che sono spinte naturalmente a cercare l'acqua dove ne trovano più facilmente; di conseguenza, la massa radicale si concentra soprattutto al di sotto dello strato di terreno più superficiale, in una zona meno soggetta a oscillazioni di umidità e stress idrici.

Capitolo 5

Realizzazione della prova

La sperimentazione è stata effettuata in collaborazione con la ditta Prato-Verde srl di Due Carrare (Padova), che si occupa da anni della vendita, installazione e assistenza di impianti irrigui per tappeti erbosi di tipo residenziale e sportivo.

Sono stati allestiti cinque tappeti erbosi attigui di forma quadrata di dimensioni 4 x 4 metri, corredati da una combinazione di sensori e irrigatori diversi, posizionati in modo tale da ricevere la stessa esposizione di sole e di precipitazioni di pioggia. Solo una siepe a sud potrebbe creare qualche problema di ombreggiamento in alcune ore della giornata.

In particolare, gli allestimenti sono stati:

1. T1: impianto con irrigatori statici con testine T Van con programmazione dell'intervento mediante un sensore di umidità del suolo;
2. T2: impianto con irrigatori statici con testine Precision con programmazione mediante centralina (programma water budget) e controllo con sensore pioggia;
3. T3: impianto con irrigatori statici con testine Precision e controllo con sensore pioggia;
4. T4: impianto con irrigatori statici con testine Precision con programmazione dell'intervento mediante un sensore di umidità del suolo;
5. T5: impianto interrato ad ala gocciolante e programmazione dell'intervento mediante un sensore di umidità del suolo.



Figura 5.1: Schema disposizione plot

5.1 Descrizione dei sistemi irrigui

L'impianto utilizzato nella prova è un impianto di irrigazione fisso, costituito cioè da una tubazione principale collegata alla pompa e da una rete di tubazioni secondarie sempre interrate sulle quali vengono installati gli irrigatori o le ali gocciolanti.

In questo tipo di impianto sono stati utilizzati irrigatori per aspersione di tipo statico e un'ala gocciolante interrata utilizzata per la sub irrigazione.

5.1.1 Irrigatori per aspersione

In questo impianto sono stati utilizzati irrigatori sottosuolo, detti pop-up, nei quali la parte dell'irrigatore dotato di spruzzatore (testina) emerge quando l'acqua entra in pressione nell'impianto per poi rientrare, a molla, quando termina l'irrigazione.

Gli irrigatori pop-up utilizzati nella sperimentazione sono di tipo statico, cioè non hanno nessuna parte in movimento al loro interno e formano un getto che distribuisce l'acqua nello stesso istante in tutta l'area ad essi sottoposta. Le testine utilizzate nella prova sono della Toro serie Precision e serie LPS.

5.1.1.1 Serie "Precision"

La serie di ugelli Precision fornisce elevati standard di uniformità nella distribuzione dell'acqua con irrigatori statici. Sono stati progettati per usare

meno acqua e ridurre i ruscellamenti. Gli ugelli sono inoltre meno sensibili alle pressioni di esercizio elevate, controllando la nebulizzazione. Nella prova sono stati utilizzati quelli con arco di lavoro di 90°.



Figura 5.2: Serie “Precision”

5.1.1.2 Serie LPS (Testina T VAN)

La serie LPS con ugelli ad arco variabile (T VAN) utilizzata in uno dei settori, è caratterizzata da un angolo di bagnatura variabile, ovvero è possibile regolare il grado di apertura del bocaglio.



Figura 5.3: Testina T VAN

5.1.2 Sub irrigazione

L'impianto di sub irrigazione è stato installato predisponendo l'ala gocciolante a formare una serpentina con una distanza media tra le file di 30 cm. L'ala gocciolante autocompensante e autodrenante (ALA-RIV-INT) da interro utilizzata è un tipo particolare brevettata dalla Pratoverde che prevede un

rivestimento in poliestere intrecciato che impedisce le occlusioni del foro del gocciolatore da parte dalle radici e protegge l'ala da interventi accidentali di manutenzione.



Figura 5.4: Ala gocciolante (ALA-RIV-INT)

5.2 Materiale a corredo

5.2.1 Le valvole

Per consentire l'apertura e la chiusura dell'irrigazione dei vari settori, si sono utilizzate delle valvole. Le valvole sono i dispositivi che regolano il passaggio dell'acqua nelle condotte e possono essere manuali o automatiche.

Le valvole automatiche sono normalmente chiuse e vengono aperte eccitando elettricamente il solenoide. Questo sollevando il pistoncino posto al suo interno, libera un microcondotto che scarica l'acqua verso l'uscita della valvola; in tal modo si riduce la pressione sulla membrana, le si permette quindi di sollevarsi aprendo così il passaggio dell'acqua sul condotto principale.[foto] A monte dell'impianto è stata installata una valvola manuale a sfera, di dimensione da 1, 1/2 pollici, utile per consentire la chiusura dell'intero impianto in caso di manutenzione.

In ogni settore, che irriga ogni singolo plot di tappeto erboso è stata installata, per l'apertura e la chiusura dell'irrigazione, una elettrovalvola da $\frac{3}{4}$ di pollice, quindi una valvola automatica

Tra la valvola manuale e le elettrovalvole dei vari settori è stata installata una master valve da un pollice, una elettrovalvola sempre aperta che serve come regolatore di pressione.

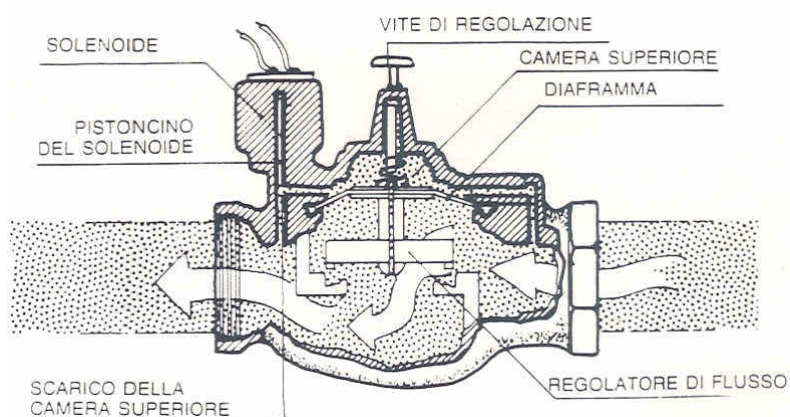


Figura 5.5: Funzionamento di una elettrovalvola

5.2.2 I contatori

Per controllare i volumi di acqua erogati complessivamente dall'impianto e fornire informazioni sulla quantità di acqua distribuita su ogni singola parcella con gli interventi, sono stati installati dei contatori SEFL della Toro irrigazione.

I SEFL sono contatori per acqua fredda a quadrante asciutto, cioè senza nessun ruotismo immerso in acqua. La lettura diretta su rulli cifrati è determinata dalla rotazione di una turbina che è mossa dal getto di acqua al suo interno e trasmesso ai rulli cifrati mediante un speciale giunto magnetico.

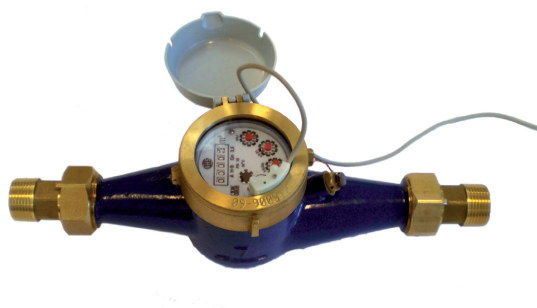


Figura 5.6: Contatore SEFL

5.2.3 Le centraline

La centralina di programmazione può essere considerata il cervello dell'impianto irriguo, in grado di trasmettere i comandi di apertura ai solenoidi delle

elettrovalvole, tramite il collegamento elettrico, trasferendo operativamente il programma di irrigazione.

La centralina utilizzata è una “Serie DDC” della Toro. È un piccolo programmatore per le applicazioni residenziali; si distingue per la sua tecnologia a selettore digitale, che guida l’utente finale in tutte le fasi della programmazione.



Figura 5.7: Centralina “DDC”

È una centralina di ultima generazione che può essere corredata di accessori e routine di programmazione per migliorare l’automazione degli interventi irrigui. In questo caso si è utilizzata la routine Water budget che stabilisce il tempo di irrigazione sulla base della stagione, applicando gli opportuni coefficienti correttivi per tener conto della piovosità prevista ed del ciclo vegetativo.

5.2.4 I sensori

I sensori utilizzati nella prova sono il sensore pioggia e il sensore di umidità del suolo:

- Il sensore pioggia usato è il “Sensore Pioggia” della Toro un sensore pioggia wireless (via radio), che interrompe l’irrigazione in caso di pioggia, ripristinandola automaticamente senza modificare la programmazione impostata. È stato installato in un punto esterno in posizione tale da ricevere la pioggia da tutte le direzioni, ma al riparo dal getto degli irrigatori. Quando le precipitazioni superano la soglia programmata, la centralina disattiva l’irrigazione finché l’evaporazione, percepita dal sensore, non ne consente il ripristino.



Figura 5.8: Sensore pioggia

- Il sensore umidità è un sensore che viene installato nel terreno in grado di gestire completamente l'irrigazione in modo automatico o semplicemente interromperla a partire dal ciclo irriguo successivo. Previene quindi irrigazioni non necessarie in seguito a piogge che hanno apportato un quantitativo di acqua tale da interessare i primi strati di terreno ed inoltre protegge le colture da un eccessivo ristagno idrico, operando al tempo stesso un sensibile risparmio di gestione. Una volta ripristinata la riserva idrica, sospende l'irrigazione anche per giorni, fino a quando l'umidità misurata a livello radicale non ritorna sotto la soglia. Ma mano che il livello dell'acqua nel terreno scende, viene richiamata dalla superficie altra aria ricca di ossigeno che penetra nel terreno. In questo modo si può realizzare un sistema in grado di irrigare solo quando le piante ne hanno bisogno lasciandole nel contempo respirare. È stato utilizzato il “kit AquaBlu” commercializzato dalla Pratoverde. Questo sistema è dotato di un sensore di umidità di tipo capacitivo basato sulla tecnologia FDR (Frequency Domain Reflectometry) che è stato inserito a 5 cm sotto il piano del tappeto erboso, e collegato a un regolatore che consente di programmare il livello di umidità limite al di sopra della quale vengono interrotti i cicli di irrigazione (valori da 0 per terreno secco a 130 per terreno saturo). In pratica, questo tipo di sensore di umidità viene regolato dall'utente in base a una valutazione soggettiva “a occhio” che considera lo stato idrico della pianta. Se si vede che il tappeto erboso è in sofferenza si può aumentare il livello soglia portando il selettore verso un valore più alto, viceversa se si notano condizioni di terreno troppo bagnato. Dopo pochi tentativi si arriva a una posizione del selettore definitiva che può essere mantenuta a lungo. Il regolatore è stato connesso alla centralina, in modo da far eseguire l'irrigazione tutti i giorni all'ora programmata, escludendola automaticamente quando l'umidità è oltre al valore soglia.



Figura 5.9: Sensore di umidità “kit acquablu”

5.3 Allestimento dei campi prova

Descrizione dell'area Il terreno dove è stata effettuata la prova è situato a Due Carrare in provincia di Padova presso la ditta Pratoverde srl (vedi Figura 5.11 e 5.12).

Secondo il sito dell'ARPAV il terreno preso in considerazione è di tipo BR1.2: è un suolo della pianura alluvionale, formato quindi da sabbie e limi, da molto a estremamente calcareo; in specifica sono dossi fluviali rilevati dai fiumi Brenta e Astico.

Nel sito si trova anche una stazione meteo in grado di registrare dati di precipitazione e altri dati per ricavare poi l'evapotraspirazione (ET). La formula utilizzata è quella classica di quando si dispone di tutti i dati climatici, ovvero la Penman-Monteith.

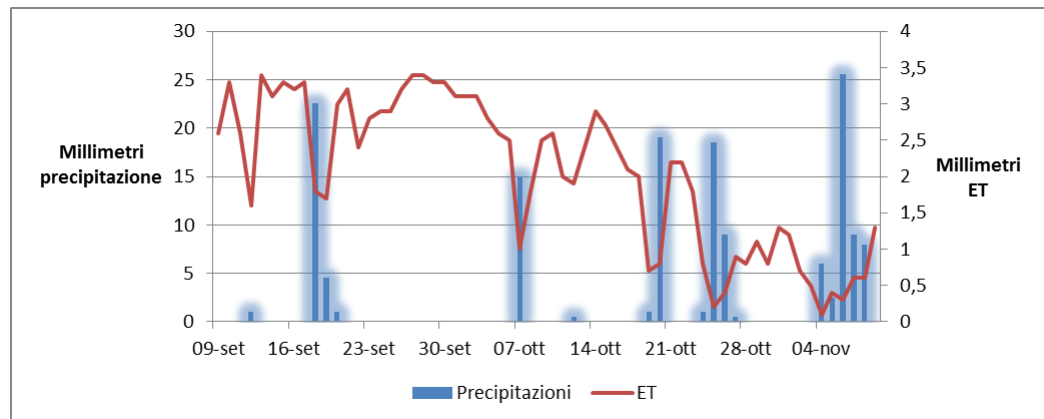


Figura 5.10: Grafico delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione



Figura 5.11: Ortofoto 1:10000



Figura 5.12: Ortofoto 1:1000

Preparazione del sito Mediante appositi macchinari sono state fatte le trincee per il posizionamento delle tubazioni.

Dalla condotta principale si è collegato un tubo in PE, fino ad arrivare a due pozzetti affiancati che sono stati posizionati in luogo sicuro e facile da ispezionare.

Nel primo sono collocati:

- una valvola manuale per la chiusura del flusso idrico in caso di manutenzione totale;
- un filtro a rete, tipo di filtro a schermo, nei quali l'elemento filtrante è costituito da una rete a maglie fini in nylon, utile per filtrare le impurità inorganiche contenute nell'acqua;
- una master valve.

Nel secondo sono stati collocati:

- un raccordo a cinque vie, che suddivide il flusso dell'acqua nei vari settori;
- un elettrovalvola per ogni via;
- un contatore per ogni via.

Le varie elettrovalvole sono state poi collegate con cavi elettrici alle centraline.

Le tubazioni secondarie, suddivise nei vari settori, sono state interrate nelle trincee e collegate ai corpi degli irrigatori attraverso delle "prolunghe antivandalo" della Toro. Le "prolunghe antivandalo" regolano con rapidità l'altezza dell'irrigatore rispetto al terreno. A terreno umido è sufficiente fare pressione con il piede per riportare l'irrigatore al livello del piano di calpestio, in caso l'irrigatore sia invece troppo depresso, con una rotazione della prolunga si può alzarlo riportandolo al piano di calpestio.



Figura 5.13: Prolunga antivandalo

Posizionamento degli irrigatori Per assicurare la buona riuscita del tappeto erboso è necessario che la distribuzione dell'acqua risulti il più uniforme possibile; sapendo che l'intensità di aspersione di un irrigatore diminuisce all'aumentare della distanza dell'irrigatore stesso, bisogna che la distanza tra gli irrigatori si tale da avere una adeguata sovrapposizione dei getti, così ottenendo un livello di uniformità accettabile. Per questo è stato usato uno schema di avanzamento con la disposizione a quadrato, questo schema pone i quattro irrigatori al vertice di un quadrato con la distanza pari, all'incirca, alla gittata dei vari irrigatori.

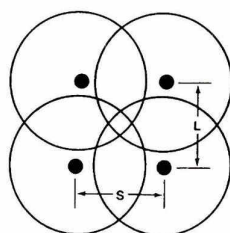


Figura 5.14: Disposizione a quadrato

Posizionamento ala gocciolante interrata Nel settore dove è stata posizionata l'ala gocciolante si è dovuto procedere alla formazione di un letto di posa adeguato, con particolare cura al livellamento, costituito da uno stato di circa 2 cm di sabbia al di sopra di un tessuto non tessuto. Su questo letto è stata distesa l'ala gocciolante (portata gocciolatore 2.2 l/h con passo 33 cm) in modalità spirale con una distanza di circa 30 cm tra le spire e una profondità di 6-7 cm dal livello del manto erboso.



Figura 5.15: Posizionamento ala gocciolante

Posizionamento centraline e sensori La cabina che ospita le centraline è stata posizionata adiacente ai campi prova.



Figura 5.16: Cabina delle centraline

Stesura tappeto erboso Dopo i vari collegamenti delle centraline con le varie elettrovalvole e i vari sensori di umidità e pioggia, il campo prova era pronto per la posa del tappeto erboso. Intorno al 20 di agosto è stato posizionato il tappeto erboso di microterme.

Interventi irrigui effettuati Le centraline sono state programmate a tempi diversi, secondo le caratteristiche dei vari ugello, in modo che fornissero 5 mm di acqua al giorno per ogni parcella. Il dettaglio dei tempi di funzionamento è riportato in tabella.

Plot	Modello irrigatore	Sensore	Tempo di funzionamento
T1	T van	Umidità	5'
T2	Precision	WB + Pioggia	9'
T3	Precision	Pioggia	9'
T4	Precision	Umidità	9'
T5	Ala gocciolante	Umidità	15

Tabella 5.1: Tempi di funzionamento

Nella centralina del T2 è stata impostata anche la funzione Water Budget in modo tale che nel mese di settembre l'irrigazione fosse ridotta al 70% rispetto al volume irriguo massimo (corrispondente al mese di luglio) e nel mese di ottobre al 40%. Il selettore del regolatore del sensore umidità è stato impostato con un valore soglia inizialmente massimo (per non bloccare alcun intervento irriguo programmato nella centralina) e quindi, superata la fase di attecchimento del prato, è stato selezionato un valore intermedio.

Il tappeto erboso nei primi giorni dell'impianto è stato annaffiato manualmente in modo abbondante, operazione questa che si è sovrapposta all'irri-

gazione automatica, per consentire l'attecchimento delle radici al substrato nel miglior modo possibile, visto il periodo piuttosto siccitoso. All'inizio di settembre, dopo un buon attecchimento del tappeto erboso, si è continuato ad irrigare secondo i tempi stabiliti dalle centraline in maniera automatica.

Capitolo 6

Criteri di valutazione

Per confrontare i sistemi irrigui installati nei campi prova è stata valutata l'uniformità di distribuzione e i volumi irrigui utilizzati.

È stata associata, anche, una valutazione del tappeto erboso mediante valutazione visiva soggettiva (qualità, colore e densità) e oggettiva-quantitativa (crescita).

6.1 Uniformità di distribuzione

Poiché facilmente misurabile l'uniformità di distribuzione viene spesso utilizzata come indicatore di potenziale efficacia, si presuppone cioè che se la distribuzione è molto uniforme, il sistema di irrigazione sia anche molto efficace. Comunque l'uniformità di distribuzione deve essere considerata solo una condizione necessaria ma non sufficiente per valutare la bontà di un sistema irriguo.

Per ottenere una buona uniformità in un impianto irriguo, è importante che, in fase di progettazione, siano perseguite alcune regole che mettono in relazione fissa livelli idrici distribuiti e superficie interessata.

La conseguenza di una distribuzione non uniforme è la formazione di zone sovra irrigate e zone sotto irrigate che andrà a compromettere lo stato delle piante.

Per la stima dell'uniformità di distribuzione si possono utilizzare i seguenti coefficienti: l'uniformità di distribuzione del quantile inferiore (DU_{lq}), il coefficiente di Christiansen (CU) e lo Scheduling Coefficient (SC).

- *L'uniformità di distribuzione del quantile inferiore* si definisce il rapporto:

$$DU_{lq} = \frac{\text{Altezza media di acqua irrigua del quantile inferiore}}{\text{Altezza media di acqua irrigua sull'intera superficie}}$$

Il quartile inferiore rappresenta il 25% della superficie da testare, che riceve la minor quantità di acqua.

Valre DU_lq	Valutazione
0.75 e oltre	Eccellente
0.65 - 0.74	Molto buono
0.55 - 0.64	Buono
0.50 - 0.54	Discreto
0.40 - 0.49	Scarso

Tabella 6.1: Scala di valutazione del DU_lq

- Il CU è il coefficiente che serve per la stima dell'uniformità di distribuzione di un impianto irriguo per aspersione.

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i|}{M \cdot n} \right]$$

È un valore medio perché calcolato sulla media di tutti gli elementi. Questo coefficiente non dà nessuna indicazione sulla gravità delle aree disagiate o quanto queste possano essere estese, ma ci permette di dire quanto il nostro sistema di distribuzione si discosta dal valore ottimale (100%), teorico perché raggiungibile solo con la pioggia naturale. Sono ancora soddisfacenti situazioni caratterizzate da valori maggiori a 85%; sono invece da scartare situazioni con valori di CU inferiori al 65%.

- Lo Scheduling Coefficient è un parametro di misura dell'uniformità orientato a trovare la durata dell'adeguata che garantisce, anche nell'unità di superficie peggio servita, un apporto idrico sufficiente ai bisogni minimi.

$$SC = \frac{M}{M_{crit}}$$

Il mio lavoro, per i vari calcoli dell'uniformità di distribuzione è consistito nel posizionamento di una serie di contenitori (pluviometri o catch can) a formare una griglia sul tappeto erboso con distanza di un metro tra loro, seguendo le indicazioni dell'Irrigation Association americana. La durata dell'irrigazione è stata fissata a 5 minuti; trascorso questo tempo ho letto la quantità di acqua all'interno dei pluviometri, riportandola in millimetri in una tabella.



Figura 6.1: parte di schema di distribuzione dei punti di controllo per la determinazione dell'uniformità di distribuzione

6.2 Valutazione del consumo idrico complessivo

In questo caso si sono valutati i consumi dei diversi impianti irrigui installati. Periodicamente ho registrato con letture accumulative la quantità di acqua indicata dai contatori per ogni plot.

6.3 Valutazione visiva

La qualità è un aspetto complesso di fondamentale importanza nella valutazione di un tappeto erboso.

Prende in considerazione aspetti estetici e funzionali e dipende da un gran numero di parametri individuali, quali ad esempio: l'uniformità, la densità, la struttura, la modalità di crescita, la morbidezza ed il colore; tutti aspetti che possono variare con il tempo.

La qualità del tappeto erboso dipende largamente da come sono valutati questi singoli aspetti.

La valutazione a vista della qualità del tappeto erboso è effettuata normalmente su una scala da 1 a 9, con un valore crescente all'aumentare della qualità.

Il colore è un aspetto altamente soggettivo che tende inoltre a standardizzare ed appiattire le valutazioni dei tappeti erbosi, per cui è un aspetto da usare con cautela.

Inoltre la valutazione visiva di tutti i parametri tende ad essere soggettiva e richiede degli estimatori esperti che seguano una procedura standard di valutazione.

Il mio lavoro per questa valutazione è stato confrontare i vari tappeti erbosi a seconda della qualità, colore e densità secondo una scala soggettiva da 1 a 9.

6.4 Crescita del tappeto erboso

Per il calcolo della crescita del tappeto erboso ho misurato l'altezza dell'erba mediante l'erbometro, prestato dal Dipartimento di Agronomia ambientale e produzioni vegetali. Il rilievo, eseguito prima di ogni taglio, ha previsto la misura in quattro punti distinti su ogni parcella.

Capitolo 7

Analisi dei risultati

7.1 Uniformità di distribuzione

Sono stati rilevati dati in millimetri dopo una irrigazione stabilita di 5 minuti.

- Dati registrati in assenza di vento o con vento sotto lo standard ($<1.3\text{m/s}$)
 - Irrigatori "Precision"

3	3	3	2
3.5	2	2	2.5
4	2.2	2.7	3
4	3	3.2	3

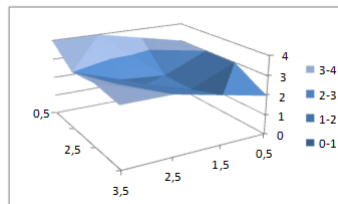


Figura 7.1: Uniformità degli irrigatori "Precision" con vento sotto lo standard

- Irrigatori "T van"

3.5	3	3	1
7	7	5	2
8	8	6	4
7	7	5.5	2.2

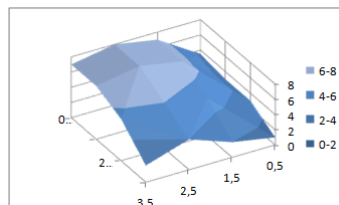


Figura 7.2: Uniformità degli irrigatori "T van" con vento sotto lo standard

- Dati registrati con vento superiore lo standard (2.2m/s) direzione NE
- Irrigatori “Precision”

2.5	2	2	1
2	2	2.5	1.5
3	2	2	2
4.2	3	3	2

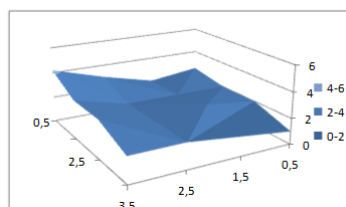


Figura 7.3: Uniformità degli irrigatori “Precision” con vento sopra lo standard

- Irrigatori “T van”

3.5	2.5	2	0.5
7.5	7.5	4.2	2
8	8	5	2.5
6	6.5	2.5	1.5

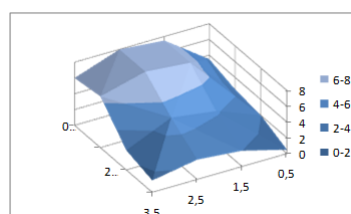


Figura 7.4: Uniformità degli irrigatori “T van” con vento sopra lo standard

Si può notare dai grafici che in presenza di vento l’acqua di irrigazione si sposta sospinta da questo, andando quindi ad irrigare in modo sovrabbondante alcune zone e lasciandone altre sotto irrigate. Si può notare ancora che anche in presenza di poco vento gli irrigatori della serie Precision hanno una distribuzione più uniforme rispetto alla serie LPS con testina T van, che vanno a creare delle significative zone disuniformi.

In tabella 7.1 si riassumono i vari risultati relativi ai diversi coefficienti di uniformità: uniformità di distribuzione del quantile inferiore (DU_{lq}), coefficiente di Christiansen (CU), e Scheduling coefficient (SC).

Si può notare che l’irrigazione con irrigatori “Precision” ha una uniformità di distribuzione uguale a 0.71 che, come riportato in tabella 6.1, la classifica come un risultato “molto buono”; al contrario l’irrigazione con irrigatori T Van ha dato risultati “scarsi”.

Il coefficiente di Christiansen, in questa tabella, dà valori inferiori al livello considerato “buono” (85%), per cui i vari impianti dovranno essere controllati per una uniformità migliore.

Infine, il coefficiente SC indica il ricalcolo dei tempi di ogni adacquamento al fine di assicurare anche alle zone più scarsamente bagnate un adeguato rifornimento idrico.

	Irrigatore	Precipitazione (mm)			Coefficienti uniformità		
		Max	Min	Media	DUIq	CU (%)	SC
Vento sotto lo standard	Precision	4.0	2.0	2.9	0.71	83.1	1.4
	T VAN	8.0	1.0	5.0	0.41	59.7	3.3
Vento sopra lo standard	Precision	4.2	1.0	2.3	0.71	75.8	1.8
	T VAN	8.0	0.5	4.4	0.34	48.3	4.4

Tabella 7.1: Tabella riassuntiva dell'uniformità di distribuzione

7.2 Consumi idrici

Data	Consumo idrico accumulato (litri)				
	T1	T2	T3	T4	T5
09-set	0	0	0	0	0
16-set	370	280	660	390	880
21-set	790	420	930	580	1300
29-set	970	960	1530	680	1630
07-ott	1170	1390	2290	790	1770
10-ott	1260	1470	2460	790	1770
13-ott	1260	1590	2810	790	1770
14-ott	1430	1730	2810	790	1770
21-ott	1430	1970	3430	1140	1770
24-ott	1430	2090	3580	1140	1770
27-ott	1430	2130	3670	1140	1770
03-nov	1430	2290	4210	1140	1770
09-nov	1430	2290	4210	1140	1770
Totale litri	1430	2290	4210	1140	1770
mm tot	89,375	143,125	263,125	71,25	110,625

Tabella 7.2: Consumo idrico accumulato in litri

Si può notare come il T1 e il T4, i due tappeti erbosi irrigati per aspersione e coordinati dal sensore umidità, hanno avuto un risparmio idrico elevato

rispetto altri tappeti erbosi, irrigati sempre per aspersione, ma coordinati dal sensore pioggia.

Il risparmio tra il T2 e il T3, le due parcelle con il sensore pioggia, è stato significativo, circa del 50% grazie alla programmazione con la routine WB che in Settembre e Ottobre ha permesso di tener conto della ridotta ET senza dover riprogrammare la centralina.

Il T5, il tappeto erboso irrigato per sub irrigazione e coordinato dal sensore umidità, ha dato un risultato che non possiamo confrontare con un suo omologo irrigato utilizzando il sensore pioggia. Questo tappeto erboso, come vedremo nel punto successivo, ha dato qualche risultato inferiore sulla qualità visiva.

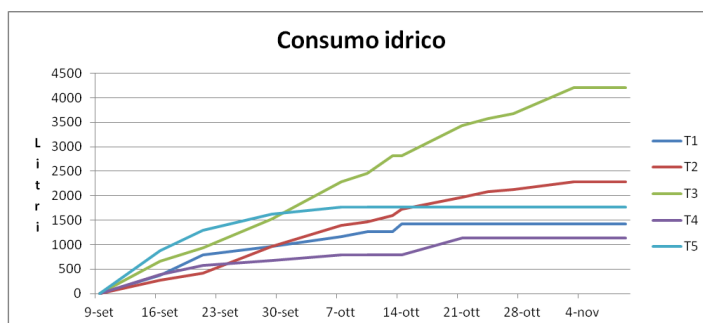


Figura 7.5: Grfico consumo idrico accumulato

7.3 Valutazione visiva

Le quattro parcelle irrigate per aspersione hanno dato valori soggettivi tutti omogenei presentando il massimo del punteggio. Solo la parcella T5 ha dato dei risultati diversi e inferiori per quanto riguarda la valutazione visiva.

Questa parcella ha presentato, per il periodo di osservazione, marcate zone di disuniformità nella crescita e nella densità, quasi a lasciar intravedere il sottostante segno dell'ala gocciolante e nel colore, che era più chiaro, rispetto agli altri soprattutto nei periodi con temperature più elevate, risultando quindi meno preferibile rispetto agli altri.

7.4 Accrescimento del tappeto erboso

Per quanto riguarda i valori medi di crescita dei vari tappeti erbosi si riportano in tabella xx i valori medi di accrescimento giornalieri dei vari periodi

registrati, ponendo come data di sfalcio la data del 22 Settembre ad una altezza del manto erboso alla media di 7 cm.

Periodo	ACCRESCIMENTO MEDIO GIORNALIERO IN MILLIMETRI				
	T1	T2	T3	T4	T5
22-29 Sett	4,84	6,25	7,03	3,90	1,87
29 Sett- 13 Ott	2,22	2,50	2,23	2,59	1,36
13-21 Ott	1,40	0,31	1,23	1,25	0,28

Tabella 7.3: Accrescimento medio giornaliero

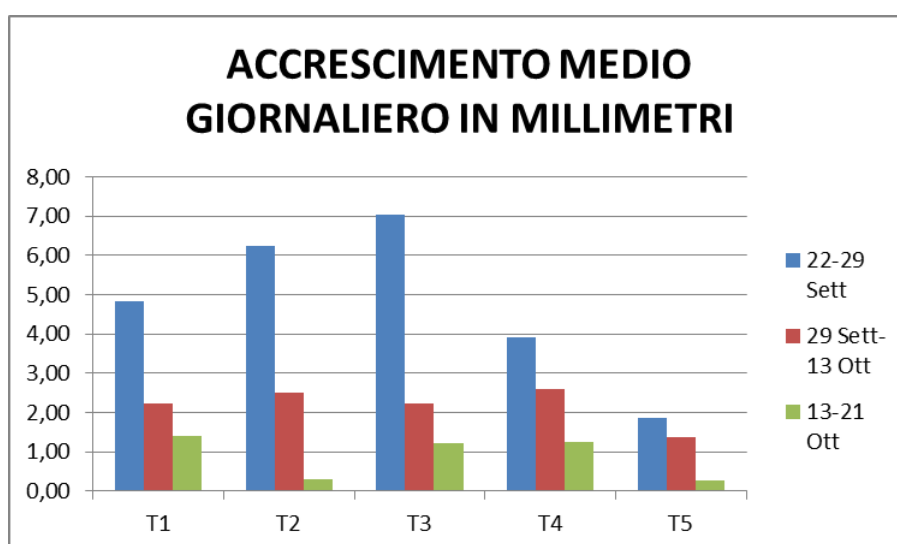


Figura 7.6: Grafico accrescimento medio giornaliero

Questo grafico mette in evidenza che la crescita media giornaliera dell'erba, è stata variabile nel primo periodo, con una crescita inferiore nel T5, ma da fine settembre a fine ottobre, entrando nel periodo autunnale, la crescita si è stabilizzata, andando poi a fermarsi in inverno.

Capitolo 8

Conclusioni

Dopo due mesi di rilievi condotti sulle cinque parcelle di test al fine di determinare quale fosse il sistema di irrigazione e di sensori più efficace per la buona riuscita di un tappeto erboso e prima di trarre le conclusioni definitive, credo sia necessario fare alcune considerazioni sulle modalità con cui è stata condotta la sperimentazione.

La sostanziale uniformità della resa qualitativo/estetica di tutti i sistemi ad aspersione (quattro parcelle su cinque), mi inducono a credere che, probabilmente, il periodo di osservazione sia stato troppo breve per far emergere la differenze di prestazioni l'uno dall'altro.

Valutati su tempi più lunghi e su diverse stagioni e condizioni di piovosità naturale, probabilmente i diversi mix di sistemi ad aspersione e sensori, avrebbero dimostrato delle marcate differenze di resa.

Il fatto poi che le parcelle siano state costituite con zolle già in piena vegetazione e che si sia provveduto ad una buona annaffiatura manuale all'impianto, conferendo così una buona autonomia vegetativa al tappeto erboso ottenuto, ha reso ancora più breve il periodo valido alla raccolta di dati utili.

Probabilmente in un'annata a piovosità naturale che possiamo definire "normale" come quella dell'anno in corso, quelle parcelle avrebbero comunque avuto tutte un discreto risultato, nel breve termine, anche in assenza di irrigazione.

A tal proposito si è sentita la mancanza di una "parcella zero" cioè di un plot non irrigato, che avrebbe potuto fare da riferimento-base per tutti gli altri. Premesso quanto sopra sono in grado comunque di trarre dal mio esperimento indicazioni significative sull'efficacia dei vari sistemi di irrigazione confrontati.

Dopo due mesi di rilievi si può concludere che il metodo di irrigazione che ha ottenuto migliore uniformità di distribuzione, è stato quello ottenuto con gli irrigatori "Precision". Questi riescono a fornire una buona distribuzione sul

tappeto erboso anche in situazioni di vento leggero. Poiché sono caratterizzati da una frantumazione del getto molto marcata rispetto al T Van, appare opportuno aggiungere all'impianto un sensore vento collegato alle centraline, questo permetterebbe di interrompere l'irrigazione nei momenti di vento eccessivo e impedirebbe la deriva.

Avendo avuto in questi due mesi un clima piuttosto caldo per il periodo (settembre-ottobre) ma caratterizzato da condizioni che hanno favorito la presenza di rugiada al mattino, i tappeti erbosi muniti di sensore umidità sono stati irrigati un minor numero di volte, rispetto a quelli collegati alla centralina con il sensore pioggia, visto che l'abbondante umidità che condensava sulla superficie riusciva a tenere il tappeto erboso e i primi strati di terreno in un ottimale stato di umidità, contribuendo così a risparmiare acqua irrigua.

Inoltre bisogna correggere la distribuzione degli irrigatori T van che irrigano la zona in modo non uniforme, creando delle zone sovra adacquate e delle zone sotto adacquate.

Bisogna correggere anche il tempo di irrigazione, perché può essere buona l'uniformità di distribuzione, ma se questa irrigazione non porta al tappeto erboso una quantità adeguata di acqua lo stesso: può morire se la quantità è inferiore al fabbisogno o avere un eccesso idrico (come sintomo si può avere il cambiamento del colore delle lamine fogliare in un verde-blu) se il tappeto erboso è irrigato in modo abbondante.

Valutando la quantità di acqua nei vari plot, utilizzata per le irrigazioni, ho constatato che le irrigazioni gestite da programmatori corredati dal sensore umidità ha dato risultati inferiori rispetto a quelli irrigati con programmatori corredati dal sensore pioggia. Nel periodo iniziale il T5, il plot irrigato attraverso l'ala gocciolante, ha avuto un consumo idrico maggiore rispetto agli altri, per poi stabilizzarsi rimanendo sulla media di consumo.

Considerando la valutazione visiva, si può dire che i tappeti erbosi hanno avuto quasi tutti degli ottimi risultati, perché sono stati inseriti dei rotoli di tappeto erboso in ottime condizioni che nei giorni dopo la posa, affinché attecchissero, sono stati irrigati in maniera abbondante viste le alte temperature.

A impatto visivo la qualità del tappeto erboso è risultato migliore sui plot irrigati per aspersione rispetto a quello irrigato per subirrigazione.

Penso che il terreno troppo sciolto e altri fattori strutturali hanno fatto in modo che l'acqua non rimanesse nello strato superficiale o che non si spostasse in maniera orizzontale. Questa situazione andava a creare zone con colori differenti, quasi da intravedere il disegno della serpentina sul tappeto erboso, come se quella poca acqua arrivasse solo alle zone più adiacenti all'ala gocciolante.

Come detto in precedenza, la crescita del tappeto erboso non ha creato significativi problemi, perché i risultati hanno dato una crescita più o meno uniforme di tutti i plot senza incidere significativamente sui risultati di valutazione dei dati precedentemente raccolti.

Infine si può dire che un'irrigazione con gli irrigatori precision, gestiti da una centralina collegata con un sensore umidità, magari con qualche aggiustamento, possono dare un ottimo tappeto erboso e di ottime qualità arrivando anche a risparmiare acqua.

Elenco delle figure

4.1	Irrigazione per aspersione	15
4.2	Irrigatore statico	17
4.3	Irrigatore dinamico	17
4.4	Area di parcheggio con sub-irrigazione	18
5.1	Schema disposizione plot	22
5.2	Serie "Precision"	23
5.3	Testina T VAN	23
5.4	Ala gocciolante (ALA-RIV-INT)	24
5.5	Funzionamento di una elettrovalvola	25
5.6	Contatore SEFL	25
5.7	Centralina "DDC"	26
5.8	Sensore pioggia	26
5.9	Sensore di umidità "kit acquablu"	27
5.10	Grafico delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione	28
5.11	Ortofoto 1:10000	29
5.12	Ortofoto 1:1000	30
5.13	Prolunga antivandalo	31
5.14	Disposizione a quadrato	32
5.15	Posizionamento ala gocciolante	32
5.16	Cabina delle centraline	33
6.1	parte di schema di distribuzione dei punti di controllo per la determinazione dell'uniformità di distribuzione	37
7.1	Uniformità degli irrigatori "Precision" con vento sotto lo stan- dard	39
7.2	Uniformità degli irrigatori "T van" con vento sotto lo standard	39
7.3	Uniformità degli irrigatori "Precision" con vento sopra lo stan- dard	40
7.4	Uniformità degli irrigatori "T van" con vento sopra lo standard	40

7.5	Grafico consumo idrico accumulato	42
7.6	Grafico accrescimento medio giornaliero	43

Elenco delle tabelle

5.1	Tempi di funzionamento	33
6.1	Scala di valutazione del DU_lq	36
7.1	Tabella riassuntiva dell'uniformità di distribuzione	41
7.2	Consumo idrico accumulato in litri	41
7.3	Accrescimento medio giornaliero	43

Bibliografia

Bortolini L. 2010. Dispense del corso “Irrigazione e drenaggio”.

Cereti C.F., Rossini F., Nassetti F. 2005. Wear tolerance characterization of 110 turfgrass varieties. *International Turfgrass Society Research Journal* Volume 10: 538-542.

Giardini L. 2004. *Agronomia generale ambientale e aziendale*.

K. H. Solomon, J. A. Kissinger, G. P. Farrens, J. Borneman. 2007. Performance and Water Conservation Potential of Multi-Stream, Multi-Trajectory Rotating Sprinklers for Landscape Irrigation. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol 23(2): 153-163.

Melissa C. Baum, Michael D. Dukes P.E., Grady L. Miller. 2005. Analysis of Residential Irrigation Distribution Uniformity. *Journal of irrigation and drainage engineering*: 336-341.

Romani M., Piano E., Carroni A.M., Pecetti L. 2004. Evaluation of Native Bermudagrass Germplasm from Italy for the Selection of Adapter Turfgrass Cultivars. *Proceeding of the 1st international conference on turfgrass management and science for sports fields*: 381–386.

Russi L., Annicchiarico P., Martiniello P., Veronesi F., Tomasoni C., Piano E. 2004. Turf Quality of Cool Season Grasses at Low Inputs: Reliability Across Years, Season and Sites of Evaluation. *Proceeding of the 1st international conference on turfgrass management and science for sports fields*: 387-392.

Sitografia:

www.verdiincontri.com

Ringraziamenti

Si ringrazia la ditta Pratoverde srl di Due Carrare (PD), in particolare il direttore Dorigo Gian Domenico per aver dato la possibilità di realizzare questa prova e i sigg. Piva Lino e Rovolletto Massimo per avermi seguito nella fasi della sperimentazione.