



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
FACOLTÀ DI AGRARIA

Dipartimento *Territorio e Sistemi agro-forestali*

*TESI DI LAUREA IN PAESAGGIO, PARCHI E GIARDINI*

**ASPETTI GENERALI DELLA REALIZZAZIONE DI  
TETTI VERDI INTENSIVI LEGGERI**

Relatore:

Dott.ssa Lucia Bortolini

Correlatori:

Dott. Stefano Macolino

Dott. Giampaolo Zanin

Laureando:

Alessandro Simonato

Matricola n. 536928

ANNO ACCADEMICO 2010- 2011

# INDICE

• <b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
• <b>CAPITOLO 1</b>	
1. INTRODUZIONE .....	2
1.1. STORIA DEI GIARDINI PENSILI.....	2
1.2. GIARDINI PENSILI IN ITALIA E IN EUROPA AI GIORNI D'OGGI.....	4
1.3. LA NORMATIVA IN ITALIA .....	5
• <b>CAPITOLO 2</b>	
2. PROGETTAZIONE DEL VERDE PENSILE .....	7
2.1. ISOLAMENTO TERMICO E RISPARMIO ENERGETICO.....	7
2.2. ELEMENTO PORTANTE.....	8
2.3. IMPERMEABILIZZAZIONE – STRATO INTEGRATO .....	10
2.4. GUAINA ANTIRADICE (se non presente lo strato integrato) .....	12
2.5. STRATO DI ACCUMULO E PROTEZIONE MECCANICA.....	13
2.6. STRATO DRENANTE, FILTRANTE E COLTURALE.....	13
2.7. IRRIGAZIONE.....	16
2.7.1. IMPIANTO IRRIGUO .....	17
2.7.2. MANUTENZIONE IMPIANTO IRRIGUO .....	20
• <b>CAPITOLO 3</b>	
3. MANUTENZIONE DEL VERDE PENSILE .....	21
3.1. LA NORMA UNI 11235:2007 IN MATERIA DI MANUTENZIONE.....	21
3.2. MANUTENZIONE OPERE A VERDE NEL DETTAGLIO .....	23
• <b>CAPITOLO 4</b>	
4. SPERIMENTAZIONE IN CAMPO .....	27
4.1. PREPARAZIONE DEL MATERIALE.....	27
4.2. PROTOCOLLO DI SPERIMENTAZIONE .....	33
4.3. OPERAZIONI PRATICHE .....	35
4.4. I DATI FORNITI DALL' A.R.P.A.V. ....	39
4.5. LE INFESTANTI.....	44
4.6. TABELLE, GRAFICI E ANALISI .....	47
4.7. CONCLUSIONI .....	59
• RINGRAZIAMENTI.....	60
• <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>60</b>

## **PREMESSA**

Negli ultimi decenni, in varie parti del Mondo così come nel Veneto, si è assistito ad un aumento esponenziale di strutture abitative, fabbricati ad uso industriale, residenziale e rurale. La continua sottrazione di terreno per tali scopi ha portato ad un aumento di tutta una serie di problematiche ambientali.

Tali effetti si sono cominciati a vedere con il passare degli anni.

Con la diminuzione delle aree verdi si è andati incontro a una diminuzione della trattenuta idrica del terreno, all'aumento della velocità di scolo dell'acqua e del tempo di corrivazione con conseguenze sempre più drammatiche per le aree fortemente urbanizzate nei periodi di forti piogge.

Inoltre, c'è da ricordare che una diminuzione delle aree a verde comporta, oltre al cambiamento a livello paesaggistico, anche una diminuzione della capacità delle piante di trattenere le polveri inquinanti e di produrre ossigeno (Yang et al., 2008.).

Tutti questi fattori hanno portato alla studio di soluzioni tecnologiche che potessero unire i bisogni di verde dei singoli e dell'intera collettività con la necessità di una gestione sostenibile delle acque meteoriche. Tra queste soluzioni, sicuramente una che sta trovando notevole applicazione è la creazione di aree verdi sulla copertura degli edifici. A seconda delle loro caratteristiche, queste aree verdi sono denominate tetti verdi e/o giardini pensili.

La struttura si compone di strati di coltivazione e drenaggio con diversa profondità e una copertura vegetale. La vegetazione utilizzata può andare da specie con bassissime richieste di manutenzione (tipo estensivo) ad altre con maggiori necessità (tipo intensivo), come i tappeti erbosi, che richiedono, tra l'altro, periodici interventi di sfalcio e quindi frequenti accessi.

Lo scopo di questa tesi è stato quello di approntare una sperimentazione per valutare gli effetti di una struttura vegetata, a copertura degli edifici, sulla qualità e quantità dell'acqua di percolazione derivante dagli apporti di pioggia e irrigazione.

Per questo è stata condotta una indagine in bibliografia al fine di verificare le tipologie di tetti verdi esistenti e le modalità di costruzione.

Sulla base di questa indagine si è provveduto a ricreare, in appositi contenitori, le condizioni di tetti verdi intensivi leggeri, utilizzando una specie a bassa manutenzione quale è la *Zoysia japonica*, confrontando una diversa gestione degli sfalci e delle concimazioni.



Figura 1. Giardino pensile intensivo-leggero. Fonte: "Calhoun School Green Roof Learning Center"

## **1. INTRODUZIONE**

Prima di soffermarsi sulla sperimentazione vera è propria è bene ribadire, in forma bibliografica, quali sono i concetti e gli elementi che hanno permesso all'uomo di poter iniziare a creare tetti verdi e giardini pensili.

Partendo dalla storia sino ad arrivare ai concetti tecnici , pratici e funzionali.

### **1.1. STORIA DEI GIARDINI PENSILI**

L'esempio principale, quando si pensa ai giardini pensili nella storia, è senza alcun dubbio quello relativo a Babilonia (Figura 2). L'imponente torre, che si ergeva per collegare la vita terrena dell'uomo con la vita spirituale nei cieli e raggiungere la vicinanza a Dio, rappresenta il punto d'inizio di quelli che oggi sono chiamati giardini pensili intensivi.

Di quest'opera non rimane molta traccia, tutto si basa sulla



Figura 2. Giardini pensili di Babilonia

ricostruzione e ricerca basata sull'iconografia rinvenuta fino ai giorni d'oggi.

I giardini dovevano esser disposti su terrazzamenti, erano formati da vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea. Il terreno su cui erano poste a dimora le piante si suppone fosse composto da uno strato drenante e lo spessore complessivo doveva raggiungere un metro o due. La cosa straordinaria era la capacità di riuscire a mantenere sempre verdi le piante, considerando che il clima del luogo non favoriva certamente la crescita se non si

interveniva con irrigazioni frequenti. E' per questo motivo che si suppose che tutta l'intera costruzione doveva essere stata pensata per far scorrere al proprio interno, tramite appositi canali, l'acqua per il fabbisogno delle piante e per gli ambienti interni. Babilonia e i suoi giardini furono commissionati da Nabucodonosor II (605-506 a.C.) per la moglie Aniti.

Altri esempi nella storia, relativi ai giardini pensili, sono quelli che si possono ricondurre alle tombe risalenti al periodo degli Etruschi (XI secolo a.C. In poi). Il terreno che veniva asportato per ricavare una tomba sotto terra, era poi utilizzato per coprire la parte superiore con vegetazione.

Oltre agli Etruschi, esempi di giardini pensili, si ebbero nel periodo romano con il mausoleo di Augusto (Figura 3), il mausoleo di Adriano a Roma, la villa dell'imperatore Adriano a Tivoli e le ville di Plinio il Giovane.

A seguire, nel periodo medioevale, il giardino pensile si poteva ritrovare nei monasteri e nelle fortezze dei castelli. Essi svolgevano ruoli diversi da quelli estetici, nel primo caso i giardini erano utilizzati dai monaci come orti dove coltivare le molte essenze officinali, nel secondo caso invece



Figura 3. Mausoleo di Augusto - Roma

erano semplicemente degli accumuli di terra ricoperta da vegetazione, a ridosso dei muri e dei bastioni, allo scopo di attutire i colpi d'arma da fuoco e prevenire danni strutturali. Le funzioni estetico-ornamentali calano ed aumentano quelle strettamente funzionali al luogo.

Successivamente il giardino pensile riacquisterà il suo valore ornamentale. E' nel periodo, dal XV secolo sino alla seconda metà del XIX secolo, che la funzione estetica e ornamentale torna in auge.

Alcuni esempi sono:

- la villa D'Este a Tivoli (Figura 4)
- Villa Aldobrandini a Frascati
- la Reggia di Versailles a Parigi
- il Palazzo Reale a Napoli
- i giardini del Belvedere in Vaticano

- il Castello di Collepardo a Frosinone



Figura 4. Villa D'Este a Tivoli

Se fino ad ora il giardino pensile racchiudeva un giusto equilibrio fra bellezza e funzionalità è nel 1865 che ne vengono, invece esposti i pregi a livello ambientale ed ecologico.

Fu un architetto tedesco a ribadire questo concetto. Il suo nome era Von Rabitz. In quel periodo, l'alto tasso di inquinamento industriale e

la forte densità di aree antropizzate, fece evidenziare la necessità di individuare metodi che permettessero una maggior mitigazione ambientale e una miglior compensazione urbana.

Oltre a creare interi quartieri con al centro intere aree estese a parco, gli architetti e i progettisti, cercano di investire sulla creazione di aree verdi sui tetti degli edifici.

## 1.2. GIARDINI PENSILI IN ITALIA E IN EUROPA AI GIORNI D'OGGI

E' a partire dagli anni '60 che in molte zone d'Europa inizia ad espandersi la tecnica del verde pensile. Enormi capannoni industriali e aree degradate, potevano essere modificate in meglio creando vere e proprie aree verdi al di sopra delle coperture. Tutte le aree fortemente antropizzate subiscono i medesimi problemi, quali: inquinamento,



Figura 5. Tetti verdi – Isole Faroe

problemi nel deflusso idrico, polveri nell'aria, rumori, ecc. Per cercare di diminuire tutte queste problematiche è in questo periodo (anni '70 e '80) che gli stati del nord Europa, assieme a quelli dell'area centrali compresi Svizzera e Austria iniziano ad individuare nei giardini/tetti pensili il vero motivo per incentivarne il loro sviluppo ovvero la mitigazione ambientale. Se nel resto d'Europa, il verde pensile è ormai una realtà consolidata e ben

sfruttata, così non si può dire per quanto riguarda il nostro paese. In Italia infatti, l'uso del verde pensile è ancora molto limitato, seppur in lenta crescita. Motivi di carattere economico e la poca conoscenza sono alla base di questo poco sviluppo nel nostro paese. Predisponendo degli incentivi e una maggior informazione capillare si avrebbe una maggior richiesta di intervento per i numerosi vantaggi di questa tecnica che unisce vantaggi per l'uomo e per l'ambiente.

### 1.3. LA NORMATIVA IN ITALIA

Dopo molti anni di lavoro fra le varie figure professionali in Italia e all'estero è finalmente nata, nel 2007, la norma UNI 11235:2007 “Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde”.

Vengono intesi i tetti verdi come una “tipologia di copertura continua”.

La norma UNI racchiude, al suo interno, tutta una serie di regole teoriche e pratiche per realizzare una copertura a verde nel migliore dei modi. Permette inoltre di qualificare il lavoro delle ditte produttrici del materiale, dei progettisti, di chi realizza e di chi cura e mantiene la copertura verde. Si occupa quindi di coprire, indicando standard di qualità, tutte le varie fasi per ottenere un tetto verde. La norma non è comunque obbligatoria. Ma nel caso di un contenzioso vi possono essere problemi nel momento in cui si verifica che non vi è stata alcuna conformità, in base alla norma UNI, nella realizzazione.

La norma UNI 11235:2007 differenzia e classifica gli elementi che andranno a comporre il tetto verde in: elementi primari, elementi secondari e elementi accessori.

Inoltre vengono classificati i giardini pensili in: estensivo ed intensivo.

<b>Elementi primari</b>	<b>Elementi secondari</b>	<b>Elementi accessori</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elemento portante</li> <li>-Elemento di tenuta dell'acqua ed elemento di protezione dell'azione delle radici</li> <li>-Elemento di protezione meccanica</li> <li>-Elemento drenante ed elemento di accumulo idrico</li> <li>-Elemento filtrante</li> <li>-Strato colturale</li> <li>-Strato di vegetazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Strato termoisolante</li> <li>-Strato di zavorramento</li> <li>-Strato antierosione</li> <li>-Impianto di irrigazione</li> <li>-Strato di barriera al vapore</li> <li>-Strato di pendenza</li> <li>-Strato di regolarizzazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elementi di ancoraggio della vegetazione</li> <li>-Elementi di trattenimento dello strato colturale</li> <li>-Elementi di trattamento dell'elemento drenante</li> <li>-Elementi di barriera al fuoco</li> </ul>

Per verde pensile estensivo si intende quel tipo di copertura a verde che non richiede un numero elevato di manutenzioni e non prevede la fruizione del tetto stesso come un vero e proprio giardino. Di solito si comprendono coperture piane o inclinate di elevate dimensioni, prevalentemente di zone industriali o di edifici pubblici o commerciali. Il substrato arriva fino ai 15 cm di spessore.

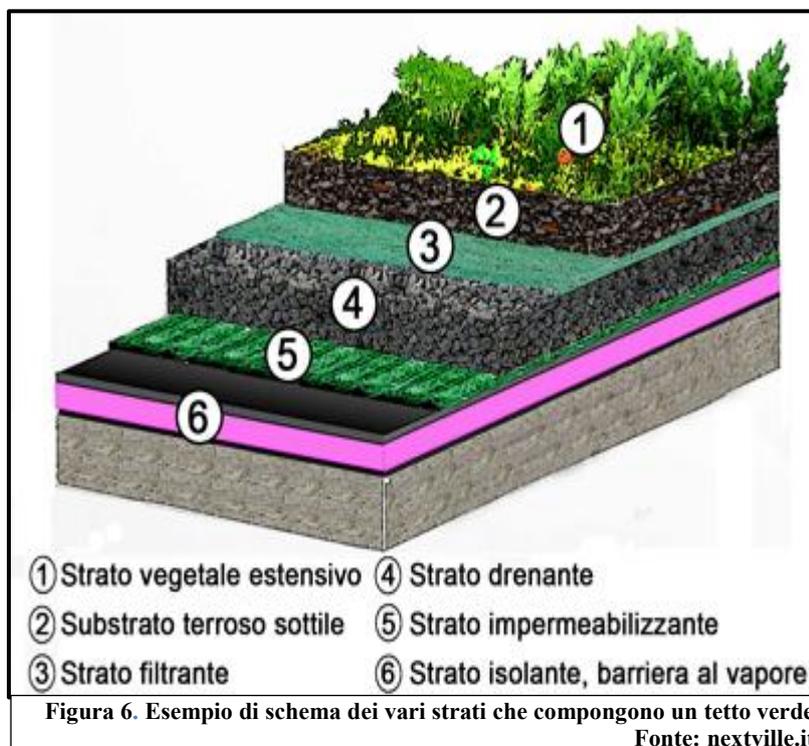
Viceversa il verde pensile intensivo richiede manutenzioni costanti, le specie vegetali utilizzabili sono molte di più. Lo stesso tappeto erboso viene considerato intensivo, visto il modesto numero di interventi all'anno per mantenerlo in ottimo stato e fruibile. In questo caso, invece, il substrato avrà uno spessore che parte dai 15 cm sino a oltre i 150 cm.

Infine la norma UNI 11235:2007 fa una grossa distinzione fra le varie tipologie di stratificazione utilizzabili: inverdimento a tre strati con drenaggio in materiale sfuso e inverdimento a tre strati con drenaggio in pannelli preformati.

Nel primo caso avremo tre strati comprendenti:

- strato drenante in materiale sfuso;
- strato filtrante;
- substrato colturale;

Nel secondo caso invece lo strato drenante è sostituito con pannelli preformati e non più da



materiale sfuso. Con ottimi risultati in termini di durevolezza nel tempo e funzionamento del sistema di drenaggio.

C'è inoltre un aspetto che molti ignorano, ma che va preso in considerazione prima di iniziare un lavoro abbastanza importante sull'edificio. Questo aspetto è l'insieme di tutti i permessi da richiedere per la costruzione di strutture.

Richieste che valgono per le strutture fisse come gazebi, pergole, serre fissati a muri e pavimenti. Gli uffici tecnici del proprio Comune permettono di sapere se ci sono particolari

vincoli. Ogni Comune infatti suddivide il territorio in varie zone con caratteristiche limitative differenti. Si procederà con la presentazione della domanda presso l'ente comunale preposto, alla quale si allegheranno: planimetrie della proprietà e del fabbricato, il progetto dell'area verde realizzato da un professionista abilitato, una relazione con la descrizione dei lavori da effettuare e infine una documentazione fotografica.

Le norme UNI più importanti a cui fare riferimento:

**UNI 11235:2007**

*Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde.*

**UNI 10838:1999**

*Edilizia-Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

**UNI 8290-1:1981 + A122:1983**

*Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.*

**UNI 8290-2:1983**

*Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.*

**UNI 8290-3:1987**

*Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti.*

**UNI 11345:2010**

*Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione delle coperture continue.*

**UNI EN ISO 10318:2005**

*Geosintetici – Termini e definizioni*

**D.M 14 Gennaio 2008**

*“Approvazione delle nuove tecniche per le costruzioni”*

**Circolare del 2 Febbraio 2009, n 617**

*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.*

Fonte: *Il verde pensile*, Paolo Abram

## **2. PROGETTAZIONE DEL VERDE PENSILE**

### **2.1. ISOLAMENTO TERMICO E RISPARMIO ENERGETICO**

Fra i fattori principali da tener in considerazione, vi è senza alcun dubbio l'isolamento termico e acustico. La sequenza di materiali (strato drenante, teli impermeabilizzanti, vegetazione, ecc.) posizionati sulla soletta di cemento permettono questo importantissimo vantaggio che si ottiene nella realizzazione di un tetto verde. Si otterrà così la possibilità di avere, all'interno delle abitazioni, un ambiente caldo d'inverno e fresco d'estate. Tutto questo a vantaggio delle spese per riscaldamento e raffreddamento dell'abitazione. Costi di non poco conto. E' da ricordare comunque che gli studi in questo ambito sono tutt'ora

in corso, si stanno valutando costantemente i pregi e gli eventuali punti negativi, in una



copertura a verde, a seconda delle varie stagioni (Teemusk, A. e Mander, U. 2009). Ad esempio i benefici in estate sono sicuramente vantaggiosi in quanto l'ombreggiamento della copertura a verde, sulla soletta, determina sicuramente una riduzione del flusso di calore del 60 % (fonte Castellotti), ma in inverno?? il dubbio rimane. Nell'insieme comunque i vantaggi di un tetto verde

sono senza dubbio maggiori rispetto agli svantaggi. Motivo per cui nel giugno del 2009 il DPR 59 ha allineato il nostro Paese con gli altri Paesi europei in ambito di politiche sul risparmio energetico nel settore abitativo. E il tetto verde ha avuto un aumento notevole di realizzazioni e richieste. La funzione fonoassorbente (riduzione dei rumori), altro vantaggio, è permessa grazie all'uso della vegetazione. Barriere più o meno alte come siepi o arbusti permettono sicuramente un vantaggio per la riduzione dell'inquinamento acustico (Figura 7).

## 2.2. ELEMENTO PORTANTE

Per elemento portante si intende la soletta e l'intero piano d'appoggio (orizzontale o inclinato) su cui verrà progettato la copertura verde.

Non sono assolutamente da sottovalutare, tutto l'insieme di carichi gravanti sul piano d'appoggio. I carichi agenti sulla struttura dovranno essere dimensionati in base al metodo di costruzione del piano in riferimento anche all'anno di costruzione.



Costruzioni nuove avranno una maggior resistenza alle sollecitazioni del peso anche in base ai nuovi materiali utilizzati per costruirle. Per capire e calcolare se una struttura è in grado o

meno di reggere una copertura a verde, si farà riferimento al peso di massima saturazione d'acqua. Oltre a sopportare il carico d'acqua previsto per il collaudo dell'elemento di tenuta. Nelle tabelle successive sono riportati alcuni pesi relativi agli elementi che compongono la stratificazione della copertura a verde.

ELEMENTO	PESO ASCIUTTO	MAX SATURAZIONE
Protezione meccanica	0,45 kg/m <sup>2</sup>	5,45 kg/m <sup>2</sup>
Strato drenante	3,00 kg/m <sup>2</sup>	11,00 kg/m <sup>2</sup>
Strato filtrante	0,20 kg/m <sup>2</sup>	0,40 kg/m <sup>2</sup>
Substrato	900 kg/m <sup>3</sup>	1.350 kg/m <sup>3</sup>

**Fonte: *Il verde pensile*, Paolo Abram**

ELEMENTO	SPESSORE SUBSTRATO	PESO VEGETAZIONE
Perenni	Da 8 a 15 cm	Da 10 kg/m <sup>2</sup> a 15 kg/m <sup>2</sup>
Tappeto erboso	25 cm	30 kg/m <sup>2</sup>
Perenni ed arbusti < 3mt	Da 15 a 40 cm	Da 20 a 30 kg/m <sup>2</sup>
Alberi fino a 10 mt	Da 40 a >100 cm	Da 60 a 150 kg/m <sup>2</sup>

**Fonte: *Il verde pensile*, Paolo Abram**

Se analizziamo, per esempio, un inverdimento ad intensivo a tappeto erboso per una superficie di 200 m<sup>2</sup> avremo:

DATI	
Superficie	200 m <sup>2</sup>
Spessore medio strato colturale	25 cm
Drenaggio e accumulo	Pannello preformato

ELEMENTO	QUANTITA'	PESO ASCIUTTO	PESO MAX SATURAZIONE
Protezione meccanica	200 m <sup>2</sup>	0,45 x 200 = 90 kg	5,45 x 200=1090kg
Drenaggio e accumulo	200 m <sup>2</sup>	3,00 x 200 = 600 kg	11 x 200=2200kg
Strato filtrante	200 m <sup>2</sup>	0,20 x 200 = 40 kg	0,40 x 200= 80 kg
Substrato	0,25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	(900kg/m <sup>3</sup> =225kg/m <sup>2</sup> ) 225 x 200 = 45000 kg	(1350kg/m <sup>3</sup> =337,5kg/m <sup>2</sup> ) 337,5 x 200 = 67500 kg
Tappeto erboso	200 m <sup>2</sup>	-	30 x 200 = 6000 kg
<b>TOTALE</b>		<b>45.730 kg</b>	<b>76.870 kg</b>

### 2.3. IMPERMEABILIZZAZIONE – STRATO INTEGRATO

Che si intenda realizzare un giardino pensile intensivo o estensivo è comunque fondamentale una buona e corretta impermeabilizzazione della soletta in cemento. L'impermeabilizzazione è formata da un insieme di materiali garantiti affinché l'acqua non penetri al di sotto dello strato di accumulo per il deflusso. E' molto importante, infatti, eseguire una corretta impermeabilizzazione nei punti di giuntura, a contatto dei pozzetti di scarico, sugli angoli e in tutti quei punti in cui la guaina dovrà adattarsi a forme particolari dovute alle strutture presenti. Sono suddivisi, a seconda della loro caratteristica strutturale, tre tipi di tetto su cui è possibile creare un giardino pensile estensivo o intensivo.



Figura 9. Impermeabilizzazione e guaina antiradice.  
Fonte: giardinipensili.it

Le tre tipologie sono: tetto freddo, tetto caldo e tetto rovescio.

Nel primo caso si ha una copertura priva di elementi isolanti e priva di strato di ventilazione.

Copertura	Tipologia di verde pensile
Tetto freddo non ventilato	Tutti gli interventi a verde pensile sono ammessi, nel limite di carico sopportabile
Tetto caldo non ventilato	Tutti gli interventi a verde pensile sono ammessi, nel limite di carico sopportabile
Tetto caldo ventilato	Solo estensivi leggeri
Tetto rovescio	Solo estensivi leggeri con specie con apparato radicale non troppo invasivo sempre nel milite di carico sopportabile. Attenzione all'elemento termoisolante!!

Fonte: *Il verde pensile*, Paolo Abram

Il secondo caso presenta invece la presenza di uno strato isolante.

Nel terzo caso avremo sempre la presenza dello strato isolante, ma quest'ultimo sarà posato come ultimo elemento verso l'alto senza alcun elemento di tenuta al di sopra, quindi in questo caso se si procede con la predisposizione del tetto verde ci si dovrà ricordare che l'impermeabilizzazione sarà a diretto contatto con l'isolante termico.

Una buona membrana impermeabilizzante integrata (elemento di tenuta) dovrebbe essere:

- resistente alle azioni meccaniche;
- flessibile;
- molto ben aderente;
- priva di sostanze tossiche per le piante;
- resistente ai vari prodotti che potrebbero venir utilizzati per mantenere il verde quali fertilizzanti e fitofarmaci;
- composta da materiali antiradice secondo la norma UNI EN 13948;

Le nuove membrane sono realizzate con bitumi distillati e resine ed elastomeri che ne garantiscono una maggiore elasticità.

Da un punto di vista della posa pratica della membrana, c'è da ricordare che la superficie di appoggio dovrà essere predisposta ed adeguata per accogliere la membrana. Dovranno quindi essere eliminate e livellate quelle parti che presentano una superficie che rischia di creare un danno alla membrana, nonché una minor aderenza della membrana stessa.

Una pendenza della soletta che va dall'1 al 3%, garantisce sicuramente un aiuto per il deflusso. Se questa pendenza non c'è è opportuno crearla. Si definiscono coperture piane quelle che hanno pendenza che arriva sino al 5%. Superiore al 5% vengono considerate invece le superfici inclinate. La pendenza non corrisponde all'inclinazione.

<b>Pendenza</b>	<b>Inclinazione</b>	<b>Inclinazione</b>	<b>Pendenza</b>
1%	~ 0,6°	1°	~ 1,7%
3%	~ 1,7°	3°	~ 5,2%
10%	~ 5,7°	10°	~ 17,6%

La posa della membrana dovrà essere eseguita solo se le condizioni climatiche lo permettono, il che vuol dire: evitare di posare la membrana in giornate di pioggia, neve, nebbia o freddo eccessivo. L'umidità che potrebbe formarsi fra la soletta e la membrana potrebbe in questi casi portare a condensa che ne limita l'aderenza. La tecnica di “aderenza a caldo” è ormai sorpassata, non serve più munirsi di una caldaia per incollare il bitume alla soletta, salvo casi in cui è necessario mantener ferma la membrana e farla ben aderire ad angoli o in quei punti di giuntura (si può utilizzare una bombola con una fiamma da indirizzare nel punto preciso). Normalmente la membrana viene stesa partendo dalla parte della soletta con minor pendenza salendo verso il punto opposto. In questo caso i teli vanno sormontati di almeno 15 cm per evitare che quello al di sotto sia sopra a quello successivo. L'acqua in quel caso essendo in pendenza penetrerebbe al di sotto nel punto in cui i teli si sovrappongono. Lateralmente i teli andrebbero sormontati di almeno 10 cm.

## 2.4. GUAINA ANTIRADICE (se non presente lo strato integrato)

Le radici delle piante tendono ad essere molto aggressive nei confronti della membrana impermeabile, che normalmente viene posta sulla soletta di edifici già edificati da tempo, e si possono creare fessurazioni anche abbastanza evidenti (Figura). Per evitare questi danneggiamenti bisogna stendere una speciale guaina antiradice al di sopra della membrana impermeabile, si avranno quindi due strati impermeabili. La guaina antiradice è prodotta con sostanze sintetiche come PVC e



Figura 10. Esempio di danni causati da una posa non corretta dell'impermeabilizzazione, priva di

polietilene (esclusivo per gli estensivi a *Sedum* – norma UNI 11235:2007). Come consistenza è morbida e ben si adatta ai vari andamenti del piano orizzontale sottostante. Attualmente è molto spesso, le stesse guaine impermeabili sono già complete, al loro interno, di guaina antiradice (strato integrato). E' comunque da ricordare che la guaina non deve presentare tossicità per le piante e che è comunque da utilizzare anche nel caso di tappeto erboso, piante erbacee e arbusti di piccole dimensioni.

L'associazione tedesca per il verde pensile (FBB) ha classificato le specie che possono causare danni alla guaina antiradice, facendo riferimento alla norma FLL che esclude specie dalla forte crescita rizomatosa.

<i>Achnatherum calamagrostis</i>	<i>Glyceria spp.</i>
<i>Aesculus parviflora</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>
<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Leymus spp.</i>
<i>Aronia melanocarpa</i>	<i>Miscanthus spp.</i>
<i>Arundo donax</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Berberis vulgaris</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Brachypodium spp.</i>	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>
<i>Calamagrostis spp.</i>	<i>Rhus spp.</i>
<i>Carex spp.</i>	<i>Scirpus spp.</i>
<i>Chloris barbata</i>	<i>Sorbaria sorbifolia</i>
<i>Cornus stolonifera</i>	<i>Spartina pectinata</i>
<i>Elaeagnus commutata</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
<i>Elymus spp.</i>	<i>Typha spp.</i>

## **2.5. STRATO DI ACCUMULO E PROTEZIONE MECCANICA**

Lo strato di accumulo e protezione meccanica viene posato direttamente sopra lo strato antiradice o impermeabile integrato. Serve ad attutire i colpi dovuti a sollecitazioni meccaniche che avvengono sugli strati superiori. Evitando così danni all'impermeabilizzazione, anche nelle fase di predisposizione del tetto verde. Svolge inoltre una funzione di accumulo di acqua nei momenti di stress idrico. I materiali di cui è composto variano a seconda dell'uso finale in base al tipo di verde pensile che si intende realizzare.

## **2.6. STRATO DRENANTE, FILTRANTE E COLTURALE**

Precedentemente si faceva riferimento al problema relativo all'eccesso di scolo delle acque dai tetti delle strutture edili, prive di giardini pensili o tetti verdi. La presenza della vegetazione più uno strato colturale favorisce il rallentamento dello scorrimento superficiale, riducendo la quantità di acqua che finirà negli impianti di raccolta e/o sulle strade cittadine. Ma se si favorisce la riduzione di acque in eccesso allo stesso tempo si rischia di creare un problema di eccesso idrico a livello del terreno che va a comporre il tetto pensile. Non si può quindi non tener in considerazione il problema del drenaggio. Bisogna creare un equilibrio in tutto il sistema, che permetta una riduzione della quantità di acqua che arriva negli scarichi o a livello delle strade, evitando comunque che si arrivi ad un ristagno idrico eccessivo sul tetto verde.

Va quindi scelto un sistema drenante appropriato che permetta all'acqua, che supera certi livelli, di defluire facilmente. Un eccessivo accumulo di acqua è un serio problema per la vita delle piante e per l'intero sistema. Lo strato drenante comprende una serie di accorgimenti per far defluire l'acqua in eccesso quali: pendenza, scarichi, materiale drenante di diversa origine.

### **Da cosa è composto lo strato drenante?**

Lo strato drenante può essere composto da: materiali di origine minerale e strati drenanti in plastica preformati in piastre o rotoli.

Fra i materiali naturali che vengono utilizzati vi sono:

- argilla espansa: è la migliore e la più utilizzata, pesa molto meno rispetto alla ghiaia ( $400\text{kg/m}^3$  contro i  $1500$  della ghiaia), trattiene inoltre l'umidità che può essere utile in periodi estivi quando le irrigazioni naturali sono meno frequenti;

- pomice;
- perlite;
- lapillo vulcanico;
- ghiaia;

Materiali che dovrebbero essere sempre in regola secondo la norma, ormai citata più volte, UNI 11235:2007.

Per quanto riguarda invece i materiali prefabbricati in materiale plastico, sono strutturati in modo che si creino degli spazi pieni e vuoti dove l'acqua possa defluire senza problemi e senza incontrare ostacoli fino agli scarichi.

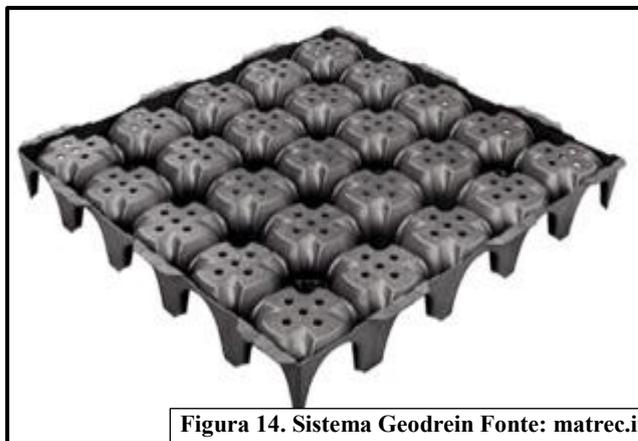


Figura 14. Sistema Geodrein Fonte: matrec.it

Le varie ditte nel settore producono vari modelli con vari tipi di aggancio e con diversi rapporti di spazi pieni e vuoti. Di sicuro presentano un miglior metodo di realizzazione e un minor carico di peso gravante sulla soletta e una maggior capacità drenante rispetto ai materiali sfusi.

### **Che spessore dovrebbe avere lo strato drenante?**

Le misure dello spessore dello strato drenante variano sostanzialmente a seconda del tipo di impianto che verrà realizzato sul giardino pensile. Generalmente si va da:

- 5-10 cm nel caso di piante erbacee e tappezzanti
- 10-20 cm nel caso dei tappeti erbosi e piccoli arbusti
- 20-30 cm nel caso di alberi e grandi arbusti

Nel caso di strati drenanti prefabbricati in plastica, lo spessore varia dai 2,5 cm ai 12 cm.

Tutti questi dati variano comunque in base a pendenza, spessore del substrato, vegetazione e dai vari eventi piovosi durante l'anno.

### **Come posare lo strato drenante?**

Lo strato drenante, sia esso composto da materiale inerte o da preformati in plastica, va steso al di sopra allo strato di accumulo e protezione meccanica. E' da tener in considerazione che il materiale drenante dovrà esser posto solo dopo aver provveduto a controllare la tenuta stagna del materiale impermeabile. Nel caso in cui i pozzetti di scarico siano eccessivamente distanti fra loro è opportuno procedere alla posa di tubi forati in pvc che raccolgano l'acqua in eccesso e la convogliano verso gli scarichi più vicini.

### Da cosa è composto lo strato filtrante?

Lo strato filtrante è composto da un filtro che impedisce alle particelle fini di terreno di insinuarsi negli spazi vuoti dello strato drenante, col rischio di intasare e rallentare lo scolo dell'acqua.

E' importante una scelta corretta del materiale filtrante, se non si vuole compromettere l'intero sistema.

La membrana permeabile che compone lo strato filtrante dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- non essere degradabile;
- essere resistente per sopportare il peso della terra e la forza delle radici;
- essere flessibile;



Figura 15. Strato filtrante tessuto non tessuto. Fonte: safeguardeurone.com

I materiali utilizzati come strato filtrante sono generalmente teli di materiale sintetico o tessuto non tessuto in geotessile. Sono resistenti alle muffe e agli agenti chimici. Andranno stesi direttamente sullo strato drenante.

### Da cosa è composto lo strato culturale?

Lo strato fertile comprende lo strato dove le piante verranno messe a dimora e dove radicheranno. Un buon rapporto di aria, sostanze nutritive e acqua costituisce un ottimo strato fertile su cui le piante possono svilupparsi. Normalmente vanno preferiti terricci alleggeriti con argilla espansa, pomice, lapillo vulcanico ecc., che oltre a ridurre il peso complessivo dello strato fertile aiutano una maggior radicazione e un maggior deflusso idrico. Lo strato fertile ha uno spessore che varia a seconda delle piante messe a dimora. Mentre la scelta delle specie vegetali da inserire varia a seconda della portata della soletta, di conseguenza la scelta principale incide sulle specie vegetali. Secondo la norma UNI:

Vegetazione	Spessore strato culturale (cm)
<i>Sedum</i>	8
Erbacee perenni a piccolo sviluppo	10
Grandi erbacee perenni e piccoli arbusti tappezzanti	15
Tappeti erbosi	15
Arbusti di grande taglia e piccoli alberi	30
Alberi di III grandezza (piccola dimensione)	50
Alberi di II grandezza (media dimensione)	80
Alberi di I grandezza (grandi dimensioni)	100

Fra le caratteristiche che la stessa norma UNI definisce per un buon substrato si ricordano:

- Elevata capacità di ritenzione idrica;
- Buona dotazione di sostanza organica comunque entro i limiti per evitare principi di incendio e alterazioni strutturali ;
- Assenza di componenti fitotossici;
- Buona permeabilità;
- Leggerezza;
- Buona granulometria;
- pH max pari a 8,0;
- Salinità max di 50 mS/m;
- Densità apparente sub strato non superiore ai 1000 g/litro;

Un fattore molto importante da ricordare è il peso del substrato fertile in massima saturazione, che nel caso di uno a norma corrisponde a 1400 Kg/mc (in condizioni di umidità naturale il peso oscilla da 1100 a 1200 Kg/mc), mentre un terreno naturale ha un peso che oscilla fra 1800-2000 kg/mc.



Figura 16. Pomice

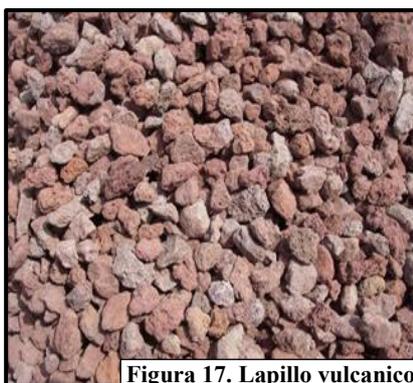


Figura 17. Lapillo vulcanico



Figura 18. Argilla espansa

E' possibile e consigliabile inoltre, la stesura di uno strato fertile a spessore variabile a seconda della vegetazione da mettere a dimora (ad esempio nel caso di arbusti di grande taglia si metteranno 30 cm di strato fertile e nelle zone adibite a tappeto erboso lo strato può scendere a 15 cm, creando anche un movimento estetico al piano). Lo strato fertile viene posato direttamente sullo strato filtrante in tessuto non-tessuto, facendo attenzione a non rovinarlo o lacerarlo.

## 2.7. IRRIGAZIONE

L'irrigazione del verde pensile risulta differente se confrontata con l'irrigazione tradizionale su suolo. Molti fattori vanno tenuti in considerazione, primo fra tutti il fatto che

sotto lo strato culturale non c'è altro terreno ma uno strato drenante e uno impermeabile che può portare ad un ristagno idrico non indifferente. Vanno inoltre distinti impianti irrigui per il verde pensile intensivo e quelli eventualmente applicati al verde pensile estensivo.

### 2.7.1. IMPIANTO IRRIGUO

La necessità o meno di avere un impianto di irrigazione più o meno complesso varia sicuramente dal tipo di verde pensile che si predispone, ma anche dal clima, dall'esposizione, dal tipo di vegetazione, dalla piovosità annua, ecc. Non vi è alcun dubbio riguardo all'aumento esponenziale dell'evapotraspirazione di un tetto coperto a verde rispetto a un giardino tradizionale. L'elevato irraggiamento fa aumentare le temperature e provoca una rapida diminuzione dell'umidità nel suolo. Con conseguenze assai gravi in alcuni casi.

Analizzando i sistemi di irrigazione tramite la classificazione in base al tipo di inverdimento avremo:

- *Impianti irrigui per il verde estensivo*

Come ricordato prima, il verde pensile estensivo, è caratterizzato per la sua limitata manutenzione. E' un verde pensile che può definirsi rustico e sopporta bene la carenza di acqua.

Normalmente quindi, questo tipo di verde pensile non richiederebbe un impianto di irrigazione, dato che comunque l'intero sistema è comunque ben adatto per resistere a periodi di siccità. Ma questo però può valere principalmente per i luoghi dove il sistema a verde pensile estensivo si è sviluppato principalmente, ovvero i paesi del nord Europa. Sicuramente potremmo avere periodi di siccità e scarsa piovosità, ma non sarà comunque mai paragonabile al nostro di clima. E' quindi opportuno valutare caso per caso la necessità, anche per questo inverdimento pensile, di provvedere alla predisposizione, in fase di realizzazione, di un impianto irriguo. Non è comunque necessario che abbia elevate prestazioni, ma che possa assicurare acqua nei momenti di emergenza.



Figura 19. Copertura con *Sedum*  
FONTE: pennine-life.co.uk

Si ricorda infatti che le principali specie utilizzate per un estensivo sono i *Sedum* (Figura 19), specie molto resistenti e che riescono a crescere anche e soprattutto su rocce o terreni prevalentemente rocciosi. Ma questa specie riesce a sopravvivere perché nell'aria vi è una buona carica di umidità, non avendo capacità di prelevare fonti idriche dal substrato (quasi inesistente in natura) esse riescono invece a prelevare acqua attraverso la rugiada.

Tutte situazione frequenti nei paesi del nord Europa.

Se però analizziamo la situazione nei nostri climi, notiamo che i dati di umidità presente nell'aria cambiano drasticamente così come i lunghi periodi di siccità. Cosa proporre quindi per permettere un'irrigazione nei momenti di necessità, senza però creare un impianto di irrigazione specifico per un intensivo? Si ricorre all'irrigazione di soccorso.

Dato che comunque, nei primi 8-16 mesi, vi è la necessità di un irrigazione che favorisca e dia l'impulso alla vegetazione per svilupparsi si può predisporre un impianto di irrigazione leggero. Nei momenti di reale necessità basta far partire l'irrigazione senza ricorrere a costosi metodi di irrigazione di emergenza manuale. Non si dovrà comunque eccedere nelle quantità e si dovrà porre attenzione che queste non favoriscano lo sviluppo di infestanti. Fra i sistemi di irrigazione più utilizzati avremo: a goccia, con tubazioni auto gocciolanti, con irrigatori statici (Figura 20) o dinamici.



Figura 20. Irrigatore statico.  
FONTE: piantefiorite.it

Sono da tenere in considerazioni due fasi:

1. Il post impianto e l'avviamento a regime

Il verde pensile estensivo si compone, come abbiamo detto precedentemente, dalla presenza di vegetazione particolare, che richiede limitati interventi di manutenzione. Il *Sedum* può essere messo a dimora tramite talee mentre altra vegetazione erbacea può essere seminata. In entrambi i casi occorre predisporre un'irrigazione che ne favorisca l'accrescimento. Lo strato interessato nella fase iniziale è sempre quello superficiale, grosse quantità d'acqua non servono a nulla perché pian piano scende verso il fondo e lo strato superficiale si secca e resta a contatto degli agenti climatici come l'esposizione consistente e il vento. E' bene quindi effettuare delle irrigazioni di modesta intensità ma frequenti. Quando i semi e le piante avranno radicato è il momento invece di cambiare la gestione delle irrigazioni.

Questi problemi si riducono nel caso di piante messe a dimora con pane di terra o stuoie pregerminate (Figura 21).

Un'eccessiva irrigazione oltre a favorire lo sviluppo delle malattie, favorisce anche lo sviluppo delle piante infestanti.

Sicuramente più resistenti e molto più veloci nella crescita rispetto alle piante messe a dimora.

L'impianto di irrigazione va quindi predisposto, calibrato e programmato per eseguire irrigazioni corrette e omogenee.



Figura 21. Stuoia pregerminata sistema "Maquis" della Poliflor. Fonte: poliflor.net

## 2. La manutenzione ordinaria (paragrafo 2.7.2)

### - Impianto irriguo per il verde intensivo

Per il verde intensivo il problema: irrigazione sì o irrigazione no non sussiste. L'irrigazione è sempre obbligatoria. Non è richiesto alcuno scavo perché tutto l'impianto viene posato sopra lo strato filtrante, avendo cura di non lacerarlo, prima di posare lo strato culturale. Si utilizzano le ali gocciolanti. Si provvederà come sempre a controllare e a dimensionare l'impianto per evitare sprechi o sofferenza radicale per le piante. Una corretta progettazione dello strato drenante, sia esso con materiali naturali o con dreni prefabbricati in plastica, evita di incorrere in errori in un eventuale eccedenza nell'irrigazione.

C'è inoltre un ulteriore metodo di irrigazione che non prevede la predisposizione di irrigatori tradizionali, è la subirrigazione con accumulo in falda. Prevede di accumulare all'interno di questo strato, una falda d'acqua. Si ha un sistema di irrigazione che funziona per capillarità, dal basso verso l'alto. C'è da dire comunque che questo sistema ha riscontrato molti problemi specie nei nostri climi. Sviluppo di malattie funginee e un accrescimento esponenziale delle radici, ha di

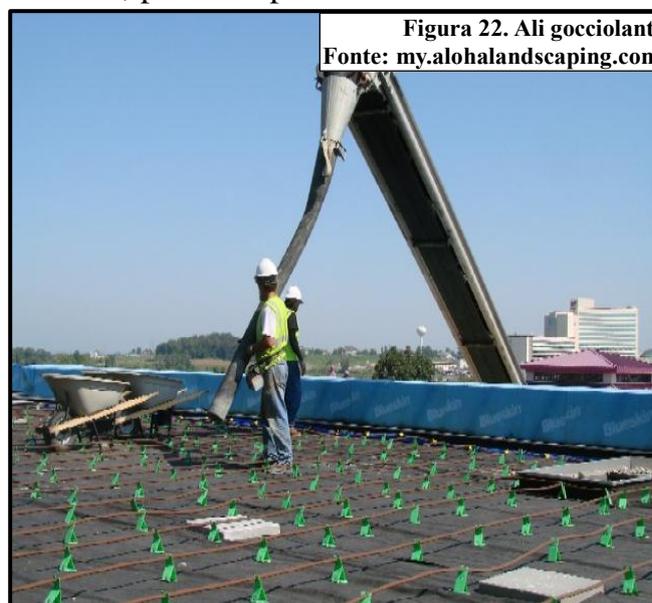


Figura 22. Ali gocciolanti  
Fonte: my.alohalandscaping.com

fatto scartato questo tipo di sistema avvantaggiando quello tradizionale.

Anche nel caso dell'irrigazione del verde pensile intensivo vanno ricordate due diverse fasi:

1. Post impianto e avviamento a regime

In questo caso, per avviamento a regime si comprendono solo i semi posti a dimora per la creazione di un prato fiorito e tappeti erbosi. Le norme per irrigare sono sostanzialmente quelle previste per un normale giardino. Quindi irrigazioni più frequenti nel momento dell'impianto delle giovani piante con o senza zolla, e irrigazione anche per il tappeto erboso in rotoli. Generalmente ogni 3-4 giorni dai 15 ai 20 litri d'acqua per metro quadrato. A differenza dell'irrigazione di avviamento che si effettua sul verde pensile estensivo, in questo caso è bene non effettuare irrigazioni frequenti e brevi, ma viceversa.

2. Manutenzione ordinaria (uguale a quella per il verde estensivo)

### **2.7.2. MANUTENZIONE IMPIANTO IRRIGUO**

E' opportuno eseguire periodicamente tutta una serie di operazioni per mantenere efficiente il sistema di irrigazione:

- In primavera, se l'impianto è provvisto di batteria, è opportuno sostituirla con una nuova;
- Se ci si allontana per periodi prolungati è opportuno far controllare l'impianto periodicamente;
- Controllare periodicamente il corretto funzionamento degli irrigatori (nel caso di irrigazione superficiale a pioggia) e dei gocciolatori;
- In autunno disattivare l'impianto, svuotare le tubature e negli impianti a pioggia svuotare anche le elettrovalvole;
- In caso di problemi all'impianto avvisare il prima possibile la ditta che lo ha installato;
- Per ciò che riguarda la rete di scarico è opportuno controllare spesso i pozzetti di scarico e verificare che non vi siano foglie o altri materiali che li possano otturare.

Una volta eseguite le fasi di avviamento si è provveduto ad aiutare le piante ad attecchire e ad accrescersi per poter poi svilupparsi al meglio. Si potrà quindi iniziare a ridurre l'irrigazione ed eventualmente cessarla fino al momento del bisogno. Predisponendo quindi, esclusivamente un' irrigazione di soccorso. La quale può andare ad aiutare le piante

di *Sedum*, abituate a zone rocciose e più riparate e meno soleggiate, nei momenti di stress idrico.

### **3. MANUTENZIONE DEL VERDE PENSILE**

Le norme UNI 10147 e UNI 9910 definiscono il concetto di manutenzione come: “*Combinazione di tutte le azioni tecniche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un’entità in uno stato in cui possa eseguire le funzioni richieste*”.

Efficienza e regolarità sono due dei concetti principali. Nozioni fondamentali per il buon mantenimento di un’opera a verde.

Con le manutenzioni in generale si vogliono indicare anche il controllo degli sprechi e il materiale da sostituire per mantenere un’opera inalterata nel tempo.



Figura 23. Verde pensile su tetti a Genova

#### **3.1. LA NORMA UNI 11235:2007 IN MATERIA DI MANUTENZIONE**

Con l’entrata in vigore della norma UNI, si è provveduto a elencare esattamente i vari tipi di manutenzione da effettuare sul verde pensile.

Fra le tipologie elenca:

- *Manutenzione delle opere a verde* fra cui:
  - *Manutenzione di avviamento per collaudo;*

Si inseriscono in questo gruppo tutte le opere necessarie al raggiungimento dello stato di collaudo. Si comprendo tutte quelle misure volte a mettere in sicurezza dall’erosione idrica e eolica lo strato colturale e la vegetazione. Quindi avremo:

Le lavorazioni agronomiche che servono in fase di avviamento:

- Controllo spessore strato colturale con eventuale integrazione se necessaria;
- Controllo del costipamento a seguito di gelate, con eventuale operazione di arieggiamento ed integrazione;
- Rincalzatura piante erbacee, arbustive ed arboree;

- Risemina delle fallanze;
- Rimpianto e sostituzione delle piante morte;
- Controllo ancoraggi
- Controllo impianti irrigui

Le lavorazioni agronomiche ordinarie:

- Irrigazioni;
- Eliminazione infestanti;
- Potature;
- Concimazioni;
- Rasatura tappeti erbosi;
- Trattamenti fitosanitari

○ Manutenzione di avviamento a regime (solo estensivo);

○ Manutenzione ordinaria;

Comprendono tutte quelle operazioni per raggiungere lo stato di manutenzione ordinaria previsto per quel tipo di opera a verde. Anche in questo caso tutte le operazioni agronomiche necessarie al mantenimento saranno:

- Irrigazioni;
- Eliminazione infestanti anche arboree;
- Potature di contenimento;
- Concimazioni;
- Rasature tappeti erbosi;
- Trattamenti fitosanitari;
- Controllo capacità drenante e arieggiamento del terreno.

○ Manutenzione straordinaria.

Nel caso di eventi metereologici avversi di modesta o grave intensità, o nel caso di attacchi straordinari ad opera di patogeni, si interviene con operazioni di manutenzione straordinaria.

- *Manutenzione del sistema di drenaggio;*
- *Manutenzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche;*
- *Manutenzione del sistema di impermeabilizzazione;*
- *Manutenzione dell'impianto di irrigazione.*

La ditta incaricata alla realizzazione del verde pensile è responsabile e garantisce l'operato

fino a quanto concerne la manutenzione di avviamento al collaudo. Successivamente tutte le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria sono a carico del committente.

### **3.2. MANUTENZIONE OPERE A VERDE NEL DETTAGLIO**

L'elenco precedentemente descritto, relativo alle opere a verde, viene ora descritto in modo più approfondito.

- *Controllo spessore dello strato colturale con eventuale integrazione*

E' opportuno eseguire costantemente un controllo allo strato colturale. Va osservato se si evidenziano avvallamenti della superficie o erosioni ad opera dell'acqua.

- *Rincalzatura delle piante*

Se il substrato attorno alla zolla di terra delle piante messe a dimora, contenente le radici, inizia a calare è opportuno provvedere alla rincalzatura. Specie in avvicinarsi della stagione fredda, quando radici e colletto delle piante devono essere il più possibile al riparo.

- *Risemina delle fallanze*

E' opportuno procedere alla risemina dei tappeti erbosi e prati fioriti in quei luoghi del substrato ove i semi della semina precedente non hanno attecchito. Nel caso del *Sedum* è opportuno procedere con il reimpianto delle talee.

- *Sostituzione delle piante morte*

In questo caso si procede a eliminare le piante in vaso o a radice nuda che non hanno attecchito, provvedendo alla loro sostituzione.

- *Controllo degli ancoraggi*

In presenza di piante di medio alto fusto è opportuno controllare periodicamente gli ancoraggi al suolo o ad altre strutture fisse, fino a quando non si avrà uno sviluppo consistente dell'apparato radicale. Va inoltre rammentato che non si hanno solo ancoraggi tramite pali o tiranti, ma si hanno anche ancoraggi sotto al pane di terra contenente le radici. Questo sistema è di solito realizzato tramite una rete metallica elettrosaldata a maglie quadrate che viene posta sopra sotto la zolla di terra della pianta. Successivamente si procede ad ancorare il fusto con la rete, che verrà poi ricoperta dal substrato.

- *Diserbo*

Come in un giardino tradizionale, anche per il verde pensile, la pratica del diserbo può servire ad aiutare lo sviluppo delle piante che si metteranno a dimora. Metodi e tempi diversi si avranno a seconda del tipo di verde pensile che si vorrà realizzare.

- Verde pensile intensivo

Sicuramente, dato il medio alto livello di manutenzione che richiedono questi tipi di impianti, il diserbo sarà utilizzato come normale metodo di contrasto delle piante infestanti oltre alle normali tecniche agronomiche quali, sarchiature e pacciamature.

Si può intervenire sia preventivamente alla realizzazione del giardino che successivamente come tecnica di mantenimento. I prodotti chimici sono quelli più utilizzati ma vanno ricordate anche tecniche come il pirodiserbo localizzato (mantenendo sempre attenzione a non rovinare i materiali di isolamento e senza rimanere molto a contatto col suolo). Nel caso vi dovesse esser uno sviluppo di piante a portamento arboreo è necessario intervenire immediatamente in quanto le radici possono insinuarsi in profondità e creare danni.

- Verde pensile estensivo

Di diverso approccio è la modalità di utilizzo del diserbante per quanto riguarda il verde pensile estensivo. Va posta attenzione a non interferire con le giovani piantine di *Sedum*, ma nello stesso tempo vanno tenute sotto controllo le specie infestanti che possono comprometterne la crescita per periodo iniziale di crescita e messa a dimora. La stessa attenzione va posta nel periodo di semina delle erbacee perenni. Il diserbo va fatto assolutamente a mano, in quanto i prodotti selettivi non sono ancora stati studiati per essere utilizzati in queste particolari situazioni. Va ricordato che il substrato per verde pensile devono essere esenti da semi di infestanti. In teoria, quindi, il materiale infestante è trasportato unicamente da fattori esterni come vento, animali o contaminazioni con substrati non a norma. Possono essere molto utili, ma vanno sempre usati con moderazione, gli antigerminanti.

- *Concimazione*

Anche le concimazioni variano a seconda che si abbia un giardino pensile estensivo o uno intensivo. Generalmente comunque le concimazioni vengono effettuate prevalentemente sul verde intensivo, più simile ai giardini tradizionali a terra.

- Verde pensile intensivo

Normalmente se l'apporto di substrato è stato calcolato in modo giusto, non si dovrebbe ricorrere a concimazioni importanti. Le piante dovrebbero avere già una buona dose di apporto minerale. Se ciò non è così, allora è opportuno intervenire con cadenze fisse nei periodi di maggior ripresa vegetativa (a seconda delle specie messe

a dimora). Non si interverrà mai con concimi organici che possono influire sulla granulometria del substrato, ma sempre con concimi minerali a cessione controllata.

○ Verde pensile estensivo

Diversa è la procedura per la distribuzione dei concimi negli estensivi. Va ricordato che in questi tipi di sistemi è usato prevalentemente il *Sedum*. Per facilitare il suo sviluppo e mantenimento futuro è consigliabile non eseguire concimazioni nei momenti di impianto, le giovani piantine dovranno riuscire ad adattarsi alle condizioni esterne, sia esse favorevoli che sfavorevoli.

Il *Sedum*, comunque, non predilige le concimazioni nel tempo. Possono aiutare lo sviluppo della pianta, ma ne compromettono i tessuti vegetali, rischiando di portarla a morte in caso di gelo. Va ricordato che un uso non regolare o non necessario di concime, aiuta solamente lo sviluppo di piante infestanti. Nel caso non si volesse inserire il *Sedum* come vegetazione, ma invece piante erbacee perenni, ecco che la concimazione iniziale potrebbe essere utilizzata per favorirne una crescita rapida arrivando velocemente al miglioramento del verde pensile per ciò che riguarda un fattore estetico.

Con le erbacee perenni può essere utile una concimazione annua.

## PIANO DI MANUTENZIONE DEI SISTEMI A VERDE PENSILE

<i>Tipo di intervento</i>	<i>Piano annuale di manutenzione (mesi)</i>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Controllo e pulizia degli scarichi, controllo della formazione di depositi di carbonato di calcio.	Orange	Yellow	Green	Yellow	Orange							
Pulizia delle griglie dei pozzetti di controllo degli scarichi.	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Pulizia delle strisce di ghiaia da vegetazione indesiderata.	Orange	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Orange
Estirpazione manuale di vegetazione infestante legnosa dalla superficie a verde	Orange	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Orange	Orange
Diserbo manuale di vegetazione erbacea infestante annuale, biennale o perenne dalla superficie.	Orange	Yellow	Green	Orange	Orange							
Controllo della vegetazione, grado di copertura, consistenza dello strato di vegetazione.	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange							
Taglio di contenimento, rimonda o ringiovanimento della vegetazione erbacea perenne.	Red	Orange	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Red	Red
Taglio di contenimento, pulizia o rimonda della vegetazione cespugliosa.	Red	Orange	Green	Yellow	Orange	Red						
Taglio dei tappeti erbosi.	Red	Orange	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red
Taglio di vegetazione a prato selvatico.	Red	Orange	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red
Verifica della funzionalità dell'impianto irriguo.	Red	Orange	Yellow	Red								
Concimazione tappeti erbosi.	Orange	Green	Yellow	Green	Yellow	Orange	Orange	Green	Yellow	Yellow	Green	Orange
Concimazione delle specie erbacee perenni.	Orange	Orange	Green	Green	Green	Orange						
Concimazione delle specie arbustive.	Orange	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Orange	Orange
Trattamenti fitosanitari.	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange							
Controllo dello spessore dello strato colturale con eventuale integrazione.	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange							
Rincalzatura di piante erbacee, arbustive ed arboree.	Red	Orange	Yellow	Red								
Risemina fallanze, reimpianto fallanze.	Red	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Green	Yellow	Red	Red
Irrigazione.	Red	Red	Yellow	Red	Red							

	<b>Periodo escluso</b>		<b>Periodo ottimale</b>
	<b>Periodo possibile</b>		<b>Periodo sconsigliato</b>

Fonte: *Il verde pensile*, Paolo Abram

## **4. SPERIMENTAZIONE IN CAMPO**

### **4.1. PREPARAZIONE DEL MATERIALE**

Prima di procedere alla raccolta dei dati è stato necessario predisporre il materiale per eseguire la sperimentazione.

Si è deciso di realizzare 11 cassoni in legno della misura di 1 mt. x 1 mt. ciascuno con altezza dei bordi pari a 30 cm. Ciascun contenitore rappresenta una mini copertura a verde, di tipo intensivo leggero e ricoperta da tappeto erboso della specie *Zoysia japonica*.

I materiali utilizzati sono:

- Legno di abete trattato
- Chiodi
- Impregnante
- Ferro per cavalletti di supporto
- Antiruggine
- Telo impermeabile trasparente
- Materiale drenante preformato in plastica GEODREIN® (Geoplast S.p.a)
- Tessuto non tessuto
- Argilla espansa
- Raccordi a Y per scarichi
- Contenitori graduati per la raccolta dell'acqua
- Substrato colturale VULCAFLOR® per estensivo (Europomice S.r.l.)
- Tappeto erboso in rotoli specie *Zoysia japonica* var. 'Zenith' fornito dalla Poliflor



Figura 24. Legno assemblato in cassoni da 1x1x30h.



Figura 25. Viene dato l'impregnante sul legno

Il legno è stato assemblato per formare, come anticipato sopra, dei contenitori di 1 x 1 mt. di lato e alti 30 cm. Successivamente è stato applicato un ulteriore strato di impregnante, per aiutare la conservazione del legno il più a lungo possibile. L'operazione è stata eseguita a cassoni ultimati.

Sul fondo del cassone è stato eseguito un foro di circa 5 cm di diametro per applicare il raccordo in plastica per il deflusso dell'acqua.



Figura 26. Foro con raccordo per lo scarico dell'acqua

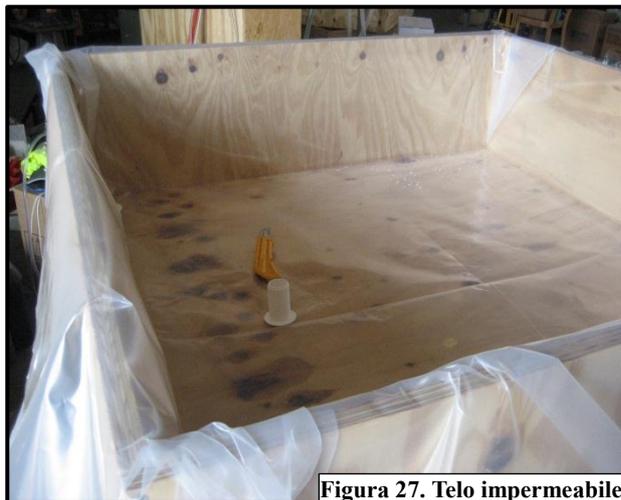


Figura 27. Telo impermeabile

Una volta che i cassoni si sono completamente asciugati si è proceduto con l'applicazione del telo impermeabilizzante. Sono stati tagliati dei quadrati di lato 1.50 x 1.50 mt in modo da ricoprire anche le pareti interne dei contenitori e permetterne l'ancoraggio esternamente tramite spara punti da legno.



Figura 28. Cavalotti di supporto verniciati



Figura 29. Materiale drenante GEODREIN®

Per il sostegno degli undici cassoni in legno è stato necessario predisporre dei cavalletti rettangolari in ferro. Per permettere inoltre di poter variare l'inclinazione di tutti i cassoni una volta appoggiati sopra. Sono stati realizzati 3 cavalletti rettangolari con le seguenti

misure 2,5 mt x 80 cm x 70 cm/h.

E un cavalletto rettangolare che misura 1,25 mt x 80 cm x 70 cm/h.

I vari componenti sono stati elettrosaldati e l'intera struttura è stata verniciata con materiale antiruggine e di protezione. Il passo successivo è stato quello di inserire, alla base dei nostri contenitori in legno, il materiale drenante preformato in plastica. Si sono inseriti 4 quadrati da 50 cm x 50 cm e sono stati agganciati fra di loro tramite i ganci in plastica presenti ad ogni lato.

Le caratteristiche che presenta il materiale drenante GEODREIN<sup>®</sup> sono:

- Materiale: *polipropilene rigenerato (PP) al 100%*;
- Dimensioni: *50 x 50 x 6H cm*;
- Resistenza a compressione: *6.000 Kg/m<sup>2</sup>*;
- Superficie drenante: *1.144 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>*;
- Riserva idrica: *20 l/m<sup>2</sup>*;
- Peso al m<sup>2</sup>: *4 Kg*;

All'interno degli spazi vuoti, del modulo in plastica, è stata inserita argilla espansa di diametro che varia dai 6 mm ai 20 mm. L'argilla espansa oltre a creare una base piana per



Figura 30. Argilla espansa



Figura 31. Tessuto non tessuto (strato filtrante)

poi adagiare sopra il tessuto non tessuto senza creare affossamenti, aiuta anche trattenere l'acqua in profondità creando un'ulteriore riserva. Se non si fosse inserita l'argilla espansa negli spazi vuoti, il tessuto non tessuto con il peso del substrato si sarebbe lacerato e avrebbe perso la sua funzione di filtro delle particelle più grosse di terriccio, rischiando

quindi un ostruzione a livello dei fori del materiale in plastica. Per lo strato filtrante è stato quindi utilizzato il tessuto non tessuto. Per un maggior filtraggio e per una maggiore resistenza sono stati posti all'interno dei cassoni in legno dei quadrati di tessuto di lato 1,15 x 1,15 cm per avere quindi del materiale in più da poter far risalire lungo i bordi.

Lo strato successivo di materiale da inserire è quello relativo al substrato colturale (VULCAFLOR®). Il materiale che abbiamo utilizzato ci è stato fornito dalla Europomice S.r.l. è “un materiale fertile costituito dalla miscela di materiali vulcanici (pomici e lapilli di



Figura 32. Substrato VULCAFLOR® in dettaglio



Figura 33. Cassoni riempiti con il substrato

cui circa il 90% lapillo vulcanico e il 10% di pomice di granulometria 0-10mm) sostanza organica (tipo torba bionda di granulometria media). Fonte: *Europomice.it*

Le caratteristiche del substrato sono:

- Peso specifico: *da 950-1050 Kg/m<sup>3</sup>*;
- Granulometria: *da 0 a 10 m,*
- Permeabilità: *superiore a 0,6 mm/min saturo e compresso; maggiore di 6 mm/min in condizioni normali;*
- Ritenzione idrica (acqua disponibile/utile): *dal 9 al 15% in volume;*
- pH: *tra 6,5 e 7,4;*
- Sostanza organica: *8%;*

I cassoni sono stati riempiti con uno strato di 18 cm di terreno ciascuno.

Lasciando 4 cm di bordo esterno di legno.

Prima di stendere il tappeto erboso in rotoli è stato bagnato lo strato colturale per

compattare il terreno ed eventualmente intervenire con un reintegro del materiale. Lo strato colturale è stato irrigato anche per trattenere una discreta quantità di umidità per favorire attecchimento e radicamento del tappeto erboso, nonché per dilavare il materiale in preparazione di una futura campionatura dell'acqua che defluirà al di sotto. Sono stati utilizzati 20 lt d'acqua per contenitore.

La sperimentazione prevede che su tre terzine di cassoni, vi siano:

- 1 cassone con tappeto erboso in rotoli al quale verrà asportato il materiale di taglio;
- 1 cassone con tappeto erboso al quale verrà lasciato il materiale di taglio (tecnica del mulching);
- 1 cassone col solo strato colturale;

Ciascuna terzina avrà sempre un'alternanza diversa dei vari contenitori, rispetto agli altri gruppi da tre.

Oltre a questi contenitori (per un totale di 9) ve ne sono due RECUPERO da utilizzare per il reintegro del materiale per il mulching.

Il tappeto erboso in rotoli, come più volte elencato, appartiene al genere *Zoysia japonica* var. 'Zenith'. Le caratteristiche generali sono:

- Famiglia: *Poaceae* (Graminacee)
- Sottofamiglia: *Chloridoideae*
- Tribù: *Zoysieae*
  
- Specie macroterma (resistenza ad elevate temperature, fotosintesi regolare sino a 35-38°C, con temperature inferiori a 2-0°C entrano in riposo vegetativo ed hanno un minimo vitale a -10°C – 15°C) originaria delle zone dell'Asia (sud-est), Cina e Giappone;
- Predilige climi caldo-umidi, ma si adatta anche a climi freschi e di transizione;
- La varietà 'Zenith' è stata selezionata per resistere a zone più a nord e quindi più fresche e con inverni anche freddi;

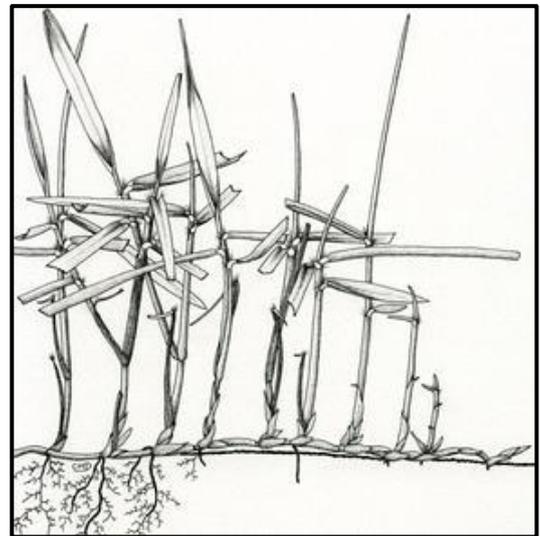


Figura 34. *Zoysia japonica* caratteristiche.  
Fonte: sodteam.com

- La *Zoysia japonica* viene utilizzata prevalentemente per la formazione di tappeti erbosi ornamentali, la varietà ‘Zenith’ è utilizzata anche per la creazione di tappeti erbosi sportivi per campi da calcio, baseball, softball e campi da golf;
- Presenta una densità molto elevata, una tessitura fine, un colore verde chiaro e una crescita prostrata (presenza di risomi e stoloni);
- Si ottengono tappeti erbosi di elevato valore estetico ad elevata resistenza alla siccità;
- Ottima resistenza al calpestamento, all’ombreggiamento e buona resistenza alle basse temperature;
- Fra gli aspetti negativi si ricorda: la velocità di germinazione molto lenta, così come la velocità di insediamento che facilita l’insediamento di infestanti, formazione elevata di feltro e ridotta velocità di rigenerazione.

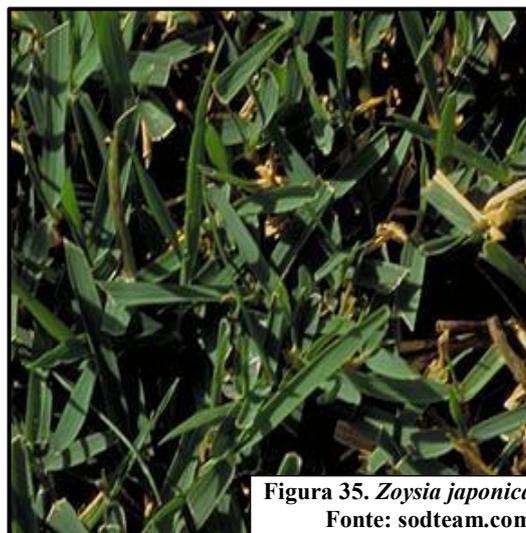


Figura 35. *Zoysia japonica*  
Fonte: sodteam.com

Nel dettaglio le caratteristiche della varietà ‘Zenith’ sono:

- Lamina fogliare di 3-7 mm di larghezza;
- Molto più resistente alle condizioni di eccesso di luce o di ombra e all’eccesso di umidità;
- Molto competitiva nei confronti delle infestanti, quando il tappeto erboso è ben formato le specie infestanti non riescono a svilupparsi facilmente.
- Richiesta di molta acqua nel periodo di insediamento.
- Richiede sfalci ogni 14 giorni circa.



Figura 36. *Zoysia japonica* var. *Zenith*  
Fonte: zoysias.com

I rotoli sono stati tagliati e il tappeto erboso è stato posto sopra ai cassoni, saltando quelli che dovranno rimanere solamente con il terreno.



Figura 37. Tappeto erboso in rotoli. Misurazione



Figura 38. Tappeto erboso tagliato e adagiato sul substrato

I 2 rotoli avanzati sono stati posti in disparte su uno strato di sabbia per formare una sorta di vivaio da poter utilizzare nel caso vi fosse bisogno di sostituire o integrare parte del tappeto erboso.

Una volta completati tutti i cassoni con il tappeto erboso, si è provveduto ad annaffiare abbondantemente la superficie, cercando di vaporizzare il più possibile il getto d'acqua per evitare subito un forte dilavamento verso il fondo dei contenitori. Sono stati irrigati anche i cassoni privi di copertura a tappeto erboso, per equilibrare i dati nelle analisi dell'acqua defluita e raccolta.

## 4.2. PROTOCOLLO DI SPERIMENTAZIONE

Per eseguire correttamente una prova sperimentale è stato stilato un protocollo inerente le operazioni da svolgere indicandone modi e tempi.

Tesi: 3

Ripetizioni: 3

Schema: BL randomizzato

Periodo sperimentazione Simonato Alessandro: dal 28/04/2011 al 01/07/2011.

***Tesi:***

1) Tappeto erboso concimato normalmente, indicato con la sigla T.E.;

- 2) Tappeto erboso concimato con 1/2 della quantità prevista di concime per la tesi 1 e con il rilascio dei residui in loco (mulching), indicato con la sigla T.E. MUL;
- 3) Solo substrato da tenere sempre pulito, indicato con la sigla SOLO SUB. (testimone)

**Gestione:**

Taglio: tosatrice manuale tipo Bosch

Altezza taglio: 20 mm

Frequenza taglio: ogni 15 gg nel periodo vegetativo (fine maggio-ottobre)

Concimazione:

- Tesi solo concimate e solo substrato: 180 kg/ha/anno ripartire in due apporti 90+90 (giugno-agosto) utilizzando NITROPHOSKA GOLD (15-9-15) pari a 60 g/m<sup>2</sup> per ciascuno dei due interventi;
- Tesi con mulching + recupero: 60 g/m<sup>2</sup> in un solo apporto (fine maggio) utilizzando NITROPHOSKA GOLD (15-9-15).

Irrigazione:

- Durante l'insediamento: prima settimana tutti i giorni 24 mm/dì (24 litri/per cassone), seconda settimana ogni 2 giorni 24 mm/dì, terza settimana ogni 3 giorni (due interventi) 24 mm/dì;
- Ad insediamento avvenuto: (quarta settimana) 10 lt/m<sup>2</sup>/dì in un unico intervento; (quinta settimana) 1/3 dell'evapotraspirazione di riferimento ogni 10 giorni nei mesi di giugno, luglio e agosto.

Posa del tappeto erboso avvenuta il: 28 aprile 2011

**Rilievi:**

- Altezza dell'erba al taglio con erbometro (5 misure per parcella prima del taglio);
- Sostanza secca prodotta al taglio, fasi:
  - Taglio;
  - Raccolta a mano in vaschette di alluminio sulle 6 parcelle con il tappeto erboso;
  - Pesare con l'utilizzo di una bilancia elettronica;
  - Lasciare nelle vaschette 150 gr di erba tagliata ed etichettare indicando la data e la tesi;

- Mettere le vaschette in stufa a 105°C per 24 ore;
  - Pesare;
  - Tagliare l'erba delle due parcelle non utilizzate indicate con RECUPERO 1 e 2 e raccogliere 450 g. da suddividere nelle 3 parcelle in cui si effettua la tecnica del mulching. Prima di distribuire il prodotto bisognerà sminuzzarlo finemente a mano.
- Qualità del manto erboso (AEG), cadenza settimanale, con scala visiva (1-9);
  - Densità del manto erboso, cadenza settimanale, con scala visiva (1-9);
  - Colore del manto erboso, cadenza settimanale, con scala visiva (1-9);
  - Quantità di acqua persa dal sistema misurata dopo ogni irrigazione e precipitazione;
  - Concentrazione di N nell'acqua NO<sub>3</sub>;

### 4.3. OPERAZIONI PRATICHE

La problematica che è stata riscontrata praticamente da subito e che ha fatto subire delle modifiche al piano di irrigazione, è la forte perdita di acqua per dilavamento. Il materiale utilizzato per il substrato non permette un deflusso dell'acqua lento, ma molto veloce. Questo è certamente un aiuto per evitare ristagni idrici eccessivi in un tetto verde, ma per



Figura 39. Tappeto erboso nel periodo di sofferenza



Figura 40. Parcelle

un tappeto erboso in rotoli appena messo a dimora diventa una seria problematica per il suo sviluppo. Inoltre, la presenza di materiale con granulometria elevata, non favorisce la radicazione.

La differenza fra il materiale vegetale posto al suolo (sabbia) e quello nelle parcelle è stata riscontrata subito dopo alcuni giorni dalla messa a dimora. La sabbia ha permesso alle radici della *Zoysia japonica* di svilupparsi molto velocemente, mentre le piante poste nei cassoni hanno sofferto moltissimo per la mancanza di acqua e la superficie spigolosa e porosa del substrato.

Dopo due giorni si è provveduto a modificare la modalità e i tempi di irrigazione, rispetto al protocollo iniziale, in questo modo:

- Durante l'insediamento: prima settimana tutti i giorni (2 volte) almeno 24 mm con getto a pioggia per ridurre la perdita per percolazione, seconda settimana ogni giorno (2 volte al dì) almeno 20 mm con getto a pioggia, terza settimana ogni 2 giorni un intervento (2 volte al dì) con 10 mm di acqua.

Questa modifica al protocollo ci ha permesso di limitare il più possibile la sofferenza delle piante e la moria di alcune parti di esse. Sicuramente, rispetto al giorno della messa a dimora, i rotoli di tappeto erboso hanno subito una forte decolorazione con aumento anche della sostanza secca.

- Concimazioni

Oltre ad una modifica all'irrigazione è stato apportato anche un miglioramento per quanto riguarda la concimazione.

Sono state eseguite:

- 4 concimazioni fogliari con FLORY 3 (15 – 10 – 15 + 2 Mg) 50 g/10 lt, sono stati fatti due passaggi incrociati per cassone con pompa a spalla con getto vaporizzato per una maggior aderenza alla superficie fogliare (assai limitata nelle prime settimane). L'acqua avanzata è stata gettata.
- 1 concimazione a fine maggio con NITROPHOSKA GOLD (15-9-15) pari a 60 g/m<sup>2</sup> [(g / titolo) \* 100 / 2], la scelta di questa quantità di concime è dipesa sostanzialmente dalla forte sofferenza nella crescita del tappeto erboso. Pur avendo un substrato di base, già concimato, si è preferito aumentare la dose precedentemente scelta (40 g/m<sup>2</sup>) portandola a 60 g/m<sup>2</sup>. Si cerca inoltre di far accrescere la superficie fogliare grazie all'azoto presente nel concime.

La successiva concimazione, prevista nel mese di agosto, sarà eseguita in seguito da un altro studente che seguirà nei mesi successivi la sperimentazione.

Prima di eseguire la concimazione granulare si è provveduto a tagliare il tappeto erboso e a pareggiare la superficie eliminando il grosso della sostanza secca e possibilmente tutto il materiale vegetale tagliato.



Figura 41. Taglio di pareggio



Figura 42. Nitrophoska gold

E' stata utilizzata una barra in acciaio come punto di riferimento per far scorrere accanto le lame del taglia erba manuale e fare un taglio uniforme. Il margine fogliare doveva corrispondere al bordo del contenitore, la barra piana d'acciaio ha permesso un buonissimo risultato.

Il concime è stato pesato in 11 vaschette ed è stato distribuito a mano in modo omogeneo su ciascuna parcella, avendo cura di non farlo cadere nei bordi in cui vi erano spazi vuoti.

- Misurazione e raccolta di campioni d'acqua defluita

Dopo il periodo di insediamento, in cui l'acqua defluita non veniva ne raccolta e ne misurata, si è iniziato a misurare il deflusso idrico nelle taniche e a raccogliere alcuni campioni. Misurazioni eseguite ogni volta che si registrata un evento piovoso o un'irrigazione.

- Misurazione: tramite cilindro e secchio graduato. Ogni coppia di taniche, relative a ciascuna delle 9/11 parcelle, veniva svuotata all'interno del secchio e/o del cilindro graduato. La misurazione è stata trascritta successivamente su tabelle in formato Excel.
- Raccolta campioni: prima di gettare l'acqua misurata ne è stata prelevata una certa quantità all'interno di sacchetti di nylon trasparenti per alimenti da surgelare. Ogni sacchetto è stato chiuso per bene e con un pennarello si è provveduto a scrivere la sigla

della parcella corrispondente. Tutti i campioni sono stati messi in una cella freezer. Le basse temperature permettono di mantenere inalterate il più possibile, le sostanze disciolte nell'acqua (N-Nitrico, Salinità e pH).

- Taglio

- Dopo 15 giorni circa, dal taglio di pareggio, è stato eseguito il primo taglio con la raccolta del materiale vegetale di tutte le parcelle con la copertura a tappeto erboso. Sempre con l'utilizzo dei rasaerba elettrici portatili, si è pareggiata la superficie e man mano il materiale veniva raccolto in sacchetti di plastica etichettati.



Figura 43. Raccolta del materiale vegetale

- In laboratorio è stato poi pesato e dai sacchetti di plastica è stato tutto travasato su vaschette di alluminio, il peso della vegetazione raccolta, per ciascuna parcella era nettamente inferiore al peso programmato nel protocollo. Nonostante l'arrivo delle piogge naturali e le concimazioni azotate, i 15 giorni non sono bastati per permettere una copertura della vegetazione sull'intera superficie, ancora sofferente in alcuni punti.

- L'operazione di pesatura avviene su bilancia elettronica.

- Le vaschette sono state poste in una stufa a 105°C per 24 ore.

- Nel frattempo, subito dopo aver riempito la stufa col materiale, è stato calcolato quanto materiale è stato asportato relativamente alle parcelle denominate MUL1, 2, 3. Poi, invece, è stato calcolato quanto materiale è stato asportato dalle parcelle denominate RECUPERO 1 e 2. La differenza era abbastanza, dato che non bastava a riequilibrare la sostanza persa e asportata dalle parcelle dove viene effettuato il mulching, si è eseguito quindi un taglio, sulla superficie del tappeto in rotoli posto al suolo, per prelevare il materiale vegetale



Figura 44. Taglio per mulching

necessario.

- Per riuscire a ricreare la tecnica del mulching, non avendo la possibilità di sminuzzare le foglie del tappeto erboso con macchine operatrici tradizionali, è stata utilizzata una mezzaluna e un tagliere da cucina. Con un po' di calma e pazienza, cercando comunque di far più velocemente possibile per non deteriorare completamente il materiale vegetale, è stato sminuzzato e cosparso (secondo le proporzioni precedentemente calcolate) sulla superficie dei cassoni che richiedono questa tecnica per il reintegro della sostanza organica.
- Dopo 24 ore, le vaschette nel forno, vengono svuotate una ad una e il materiale secco ripeso sulla bilancia elettronica.

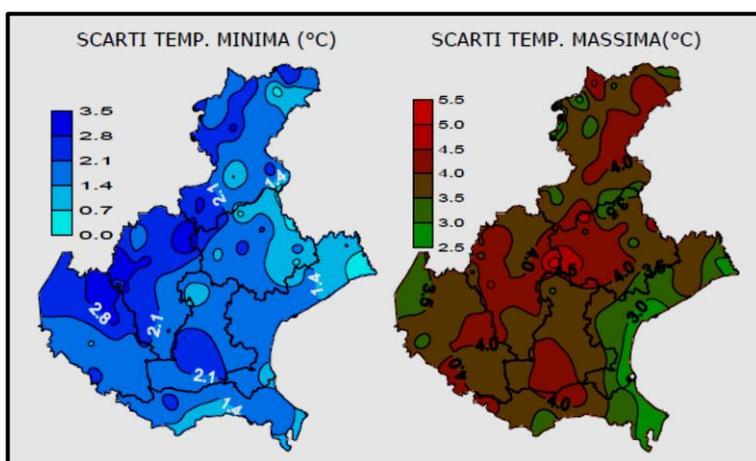
#### 4.4. I DATI FORNITI DALL'ARPAV

Per poter eseguire un monitoraggio costante e preciso relativo alle precipitazioni, temperature massime e minime, venti, ecc. abbiamo analizzato e raccolto i dati dal sito dell'A.R.P.A.V. (Agenzia Regionale per la Prevenzione e protezione Ambientale del Veneto). Nell'azienda agraria della facoltà di Agraria è presente una capannina meteorologica e i dati vengono raccolti ogni giorno, poi elaborati e validati.

Inoltre, ogni mese, l'Arpav elabora dei bollettini agrobiometereologici con la valutazione dell'andamento climatico, comprendendo precipitazioni, temperature massime e minime, evapotraspirazione ecc.

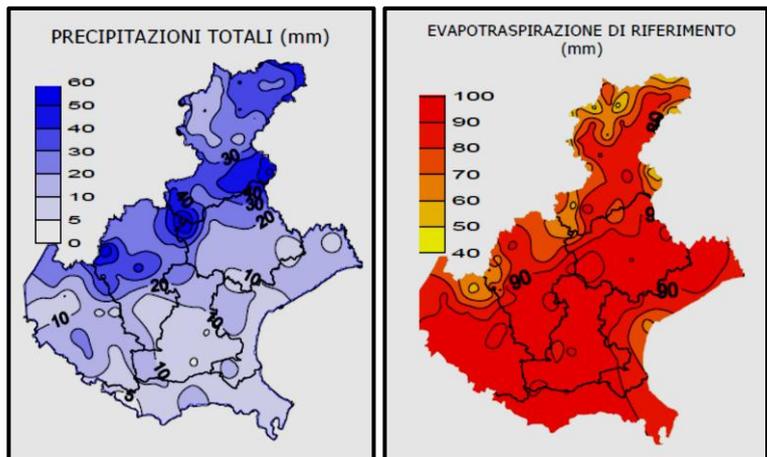
##### Andamento climatico mese di Aprile

Il mese di aprile comincia con il bel tempo. L'espansione di un campo di alta pressione dalle latitudini africane fino all'Europa centro occidentale determina giornate con tempo stabile e soleggiato e temperature molto superiori alle medie del periodo, anche se non



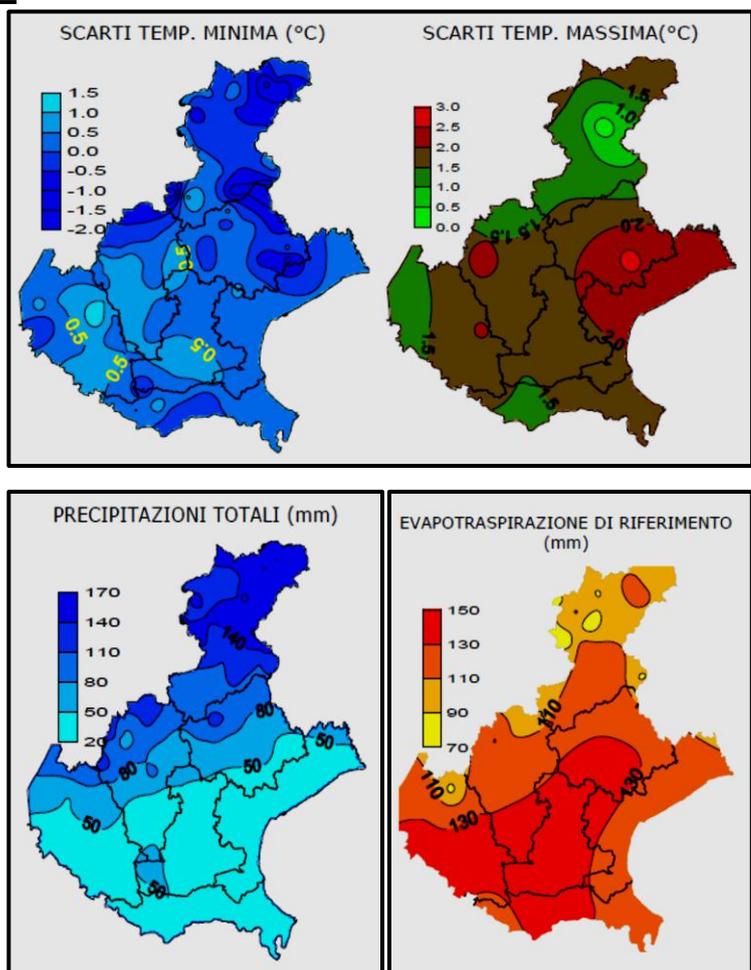
manca, durante la prima decade, qualche leggero disturbo per il transito di una debole perturbazione atlantica avvenuto nel giorno 4.

All'inizio della seconda decade l'indebolimento dell'alta pressione africana ha consentito alle depressioni europee di interessare anche il Veneto, pur se in modo marginale, con qualche precipitazione. La regione in questa fase inizia ad essere interessata da correnti più fresche che determinano una graduale diminuzione delle temperature sia nei valori massimi sia in quelli minimi. Nonostante il transito di perturbazioni atlantiche nel mese di aprile le piogge risultano complessivamente scarse. Infatti, nel giorno 12 si verificano precipitazioni a carattere diffuso ma poco intense e di breve durata e nel giorno 4 e durante il periodo tra il 24 e il 30 aprile gli apporti di pioggia sono ancora scarsi e a carattere sparso.



**Andamento climatico mese di Maggio**

Il mese di maggio inizia all'insegna di un tempo instabile; nei primi 4 giorni del mese transitano in Veneto due fronti freddi che determinano degli episodi di pioggia in pianura e della estesa nuvolosità in montagna. Un altro fronte freddo transita il giorno 8, il cui effetto principale è il vento. In seguito il tempo migliora per l'estensione di un temporaneo promontorio anticiclonico esteso dal Marocco al Mar Baltico che si protende verso ovest fino ad interessare la regione. Il tempo, per alcuni giorni, si mantiene stabile, asciutto e soleggiato con le



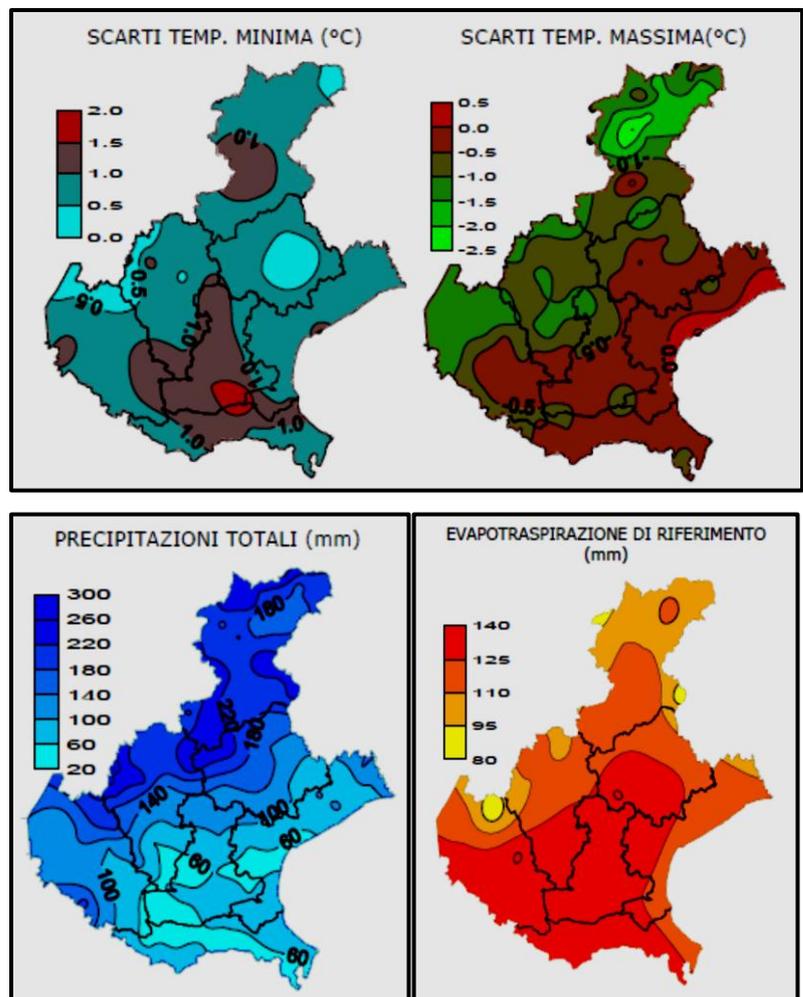
temperature massime e l'escursione termica giornaliera in aumento. Nei giorni a seguire l'aumento della pressione atmosferica, accompagnato dall'avvezione di aria calda di origine subtropicale, determina tempo generalmente buono con temperature massime e minime in graduale e costante ripresa. Tuttavia nella terza decade si registrano, in pianura e in misura maggiore in montagna, brevi rovesci temporaleschi, innescati dalle alte temperature diurne. Tra il 27 e il 28 maggio transita un fronte freddo che fa abbassare sensibilmente le temperature apportando precipitazioni limitatamente all'area pedemontana e montana.

**Andamento climatico mese di Giugno**

La prima decade estiva si è avviata con una fase di instabilità generata dall'influenza di una profonda depressione situata sul Regno Unito. Questo campo di bassa pressione ha convogliato verso la regione un flusso umido ed instabile e non particolarmente fresco sulle Alpi, determinando tempo instabile a tratti perturbato. Si sono verificate nevicate sulle Dolomiti oltre i 2800-2900 m s.l.m.

Dal 12 giugno e per qualche giorno si è instaurata una breve fase anticiclonica che ha garantito tempo soleggiato, con

netto rialzo termico. Dal 17 al 18 giugno un debole flusso umido associato ad un vortice ciclonico in transito a Nord delle Alpi, ha interessato in particolare il settore montano favorendo condizioni di tempo più umido e variabile, a tratti instabile. Dal giorno 19, correnti settentrionali di aria più fresca e secca di intensità moderata hanno provocato una temporanea e contenuta diminuzione delle temperature e un sensibile miglioramento del tempo. Questo flusso di correnti da nord ha anticipato l'arrivo di un campo di alta pressione



che ha determinato giornate di tempo stabile e soleggiato; le temperature sono state in aumento con clima caldo e anche afoso per alcuni giorni. In montagna e in prossimità dei rilievi si sono verificate le consuete attività cumuliformi durante le ore più calde del giorno ma con scarsi effetti meteorologici. In seguito, tra il 23 e il 25 giugno tutto il Veneto è stato interessato da una maggior variabilità per il transito di un'altra perturbazione atlantica che però ha portato effetti importanti e diffusi in montagna, più localizzati in pianura. Si sono registrate delle grandinate nella pianura nord orientale. Dopo un nuovo calo delle temperature causato dai venti di bora che hanno soffiato tra i giorni 24 e 25, l'arrivo dell'alta pressione ha riportato il bel tempo e una nuova graduale ripresa del caldo fino a quasi alla fine del mese.

### **I dati climatici raccolti a Legnaro (fonte ARPAV) e l'analisi dei risultati emersi**

Ciò che maggiormente ha influenzato sulla crescita e lo sviluppo delle piante sul substrato è stato sicuramente l'andamento climatico del periodo fine marzo – fine giugno. Prevalentemente il rapporto temperatura e disponibilità idrica (precipitazioni).

Le difficoltà iniziali riscontrate, sono state sicuramente avvantaggiate da temperature notturne ancora troppo basse per la specie scelta. Essendo la *Zoysia japonica* una macroterma, ed avendo temperature notturne che si aggiravano sui 10°C (media) non si è favorito certamente lo sviluppo e la crescita della pianta nel primo periodo.

Le piante si sono quindi trovate ad affrontare uno stress dovuto al taglio per formare i rotoli, ad un substrato particolare che scolava facilmente l'acqua distribuita oltre a non avere una superficie che favorisse la radicazione, e successivamente ad una mancanza di precipitazioni piovose nel momento dell'aumento delle temperature minime e massime. Infatti verso la metà di maggio, si è assistito ad un incremento delle temperature, ad una diminuzione degli eventi piovosi e ad un aumento dell'evapotraspirazione di riferimento.

Le concimazioni (fogliari e granulari), comunque, hanno sicuramente aiutato lo sviluppo radicale e fogliare anche in mancanza di precipitazioni frequenti.

Con queste particolari situazioni si è assistito in generale ad una difficoltà nello sviluppo durante il primo periodo.

Nella tabella successive si potranno visualizzare i dati forniti dalla capannina meteorologica dell'A.R.P.A.V. in azienda agraria della facoltà di agraria a Legnaro.

Sono dati raccolti giorno per giorno, che ci sono serviti per calcolare le precipitazioni e il

relativo deflusso d'acqua, nei casi in cui c'è stato. I dati del deflusso idrico sono invece raccolti e analizzabili nella tabella 'ACQUA RACCOLTA'. Sono inseriti tutti gli eventi piovosi e le irrigazioni, effettuate subito dopo la fase iniziale, e il deflusso avvenuto. Si può osservare la capacità del substrato e del sistema drenante con argilla espansa, di raccogliere all'incirca sui 16 lt/m<sup>2</sup> senza che vi sia perdita d'acqua (terreno in parte saturo), se l'acqua precipitata scende lentamente e finemente sino a 65lt/m<sup>2</sup> (terreno asciutto). Viceversa, eventi di forte intensità causano una perdita d'acqua per percolazione abbastanza rilevante.

**TABELLA DATI CLIMATICI LEGNARO DAL 28/04 AL 27/06**

Data (gg/mm/aa)	Temp. aria			Pioggia (mm)	Umidità rel.		Bagnatura fogliare (% di tempo)	Temp. suolo media (°C)
	a 2m (°C)				a 2m (%)			
	med	min	max	tot	min	max	tot	a 0 cm
	28/04/2011	16.2	12.5	20.6	1.4	40	89	26
29/04/2011	15.4	10.3	20.3	0.0	42	89	44	16.3
30/04/2011	15.4	9.7	20.3	0.0	43	91	51	16.2
01/05/2011	17.1	9.2	23.7	0.0	35	93	45	18.1
02/05/2011	17.1	12.8	21.6	0.0	43	86	53	18.2
03/05/2011	18.2	11.9	24.3	0.0	37	94	50	19.3
04/05/2011	15.0	12.3	18.2	8.8	24	93	22	16.8
05/05/2011	14.0	8.6	18.2	0.0	32	86	8	15.5
06/05/2011	14.9	7.1	21.7	0.0	29	94	31	16.2
07/05/2011	16.5	7.1	24.5	0.0	31	96	35	17.8
08/05/2011	17.9	10.1	27.0	0.0	29	97	31	19.1
09/05/2011	16.5	9.5	21.6	0.0	25	80	19	18.2
10/05/2011	18.7	10.4	25.5	0.0	24	75	25	19.2
11/05/2011	20.9	11.4	28.4	0.0	23	84	25	21.3
12/05/2011	21.8	16.8	27.6	0.0	29	85	37	22.3
13/05/2011	21.2	15.6	25.9	0.0	31	81	40	21.9
14/05/2011	21.7	16.8	27.4	0.0	30	81	35	22.8
15/05/2011	14.2	10.7	19.2	15.0	64	94	57	15.5
16/05/2011	15.9	9.5	22.0	0.0	32	94	22	17.3
17/05/2011	17.7	9.2	23.6	0.0	29	97	23	19.1
18/05/2011	19.9	13.2	24.7	0.0	31	84	3	20.1
19/05/2011	20.1	12.3	27.0	0.0	33	95	29	20.8
20/05/2011	20.7	13.2	27.3	0.0	37	97	31	20.9
21/05/2011	22.0	14.2	28.7	0.0	28	97	38	22.3
22/05/2011	22.8	16.7	28.7	0.0	28	83	3	22.8
23/05/2011	24.0	16.5	29.0	0.0	30	84	4	23.7
24/05/2011	25.1	19.7	30.9	0.0	26	74	0	25.1
25/05/2011	24.8	18.9	29.9	1.2	28	85	14	24.8
26/05/2011	23.6	17.0	30.0	0.0	37	90	24	24.6
27/05/2011	22.4	15.8	27.3	0.0	41	86	28	23.0
28/05/2011	18.1	13.8	23.1	0.0	36	81	5	20.9
29/05/2011	19.5	13.3	25.5	0.0	29	80	21	21.8
30/05/2011	20.5	13.1	26.5	0.0	26	83	16	22.3
31/05/2011	21.3	12.7	26.7	0.0	33	95	26	23.0
01/06/2011	21.2	18.7	24.9	2.6	51	93	18	22.7

02/06/2011	21.6	15.5	25.8	0.0	44	92	4	21.9
03/06/2011	23.0	19.3	26.0	0.0	45	75	0	23.1
04/06/2011	23.6	17.9	28.4	0.0	35	81	0	25.2
05/06/2011	22.0	17.9	26.6	0.0	49	85	15	24.9
06/06/2011	19.2	16.5	22.5	<b>16.2</b>	60	94	46	21.8
07/06/2011	17.7	15.9	20.0	<b>33.6</b>	73	97	53	18.8
08/06/2011	19.5	16.6	24.3	<b>2.2</b>	53	96	39	20.9
09/06/2011	19.1	16.0	22.4	<b>0.6</b>	59	96	10	20.9
10/06/2011	19.9	16.2	23.7	0.0	54	95	5	21.7
11/06/2011	19.4	16.5	24.1	<b>1.0</b>	49	95	40	21.6
12/06/2011	21.1	15.2	26.7	0.0	44	94	31	22.3
13/06/2011	20.5	17.2	24.3	0.0	53	92	42	21.4
14/06/2011	21.7	15.0	27.2	0.0	41	93	28	23.1
15/06/2011	22.8	15.5	28.2	0.0	40	91	0	24.3
16/06/2011	23.7	16.0	29.4	0.0	37	94	0	25.0
17/06/2011	23.5	19.7	28.7	0.0	45	92	0	24.9
18/06/2011	23.7	17.3	29.1	0.0	42	97	0	24.5
19/06/2011	20.2	15.5	23.0	<b>0.8</b>	47	91	0	23.0
20/06/2011	20.5	14.2	26.7	0.0	35	88	0	23.2
21/06/2011	22.3	14.8	28.1	0.0	47	91	0	24.4
22/06/2011	24.1	16.5	28.9	0.0	41	93	0	25.7
23/06/2011	25.1	19.7	31.2	0.0	44	89	0	26.5
24/06/2011	21.7	17.5	24.9	0.0	48	93	0	24.3
25/06/2011	21.8	16.5	26.0	0.0	27	73	0	24.3
26/06/2011	21.9	13.7	27.8	0.0	36	82	0	24.5
27/06/2011	23.1	15.3	29.6	0.0	41	92	3	25.8

I giorni in cui si sono registrate delle precipitazioni sono evidenziati di azzurro, con il dato relativo ai 33,6 mm del 07/06/2011 che è risultato quello di maggior intensità come evento piovoso. Interessanti sono i dati delle temperature del primo periodo (con i giorni 6 e 7 maggio in cui si è registrata una T. minima pari a 7°C) e la % del tempo di bagnatura fogliare. L'evapotraspirazione di riferimento viene calcolata con l'ausilio dei dati forniti dall'Arpav sull'evapotraspirazione potenziale rilevata, inserendo poi i dati delle precipitazioni e delle irrigazioni.

#### 4.5. LE INFESTANTI

Con la concimazione e le frequenti irrigazioni, oltre ad aiutare lo sviluppo del tappeto erboso, si è favorita la crescita di piante infestanti all'interno di tutte le parcelle.

Sulla superficie dei cassoni con solo substrato colturale si è potuto analizzare una crescita costante e uniforme di due sole specie infestanti:

- *Sonchus asper* – Crespino spinoso

Famiglia: Asteraceae

Genere: Sonchus

Pianta annuale che può raggiungere il metro d'altezza;

Le foglie sono alternate, spinose con margini ondulati di colore verde lucido sulla pagina superiore e glauche in quella inferiore;

La radice è fittonante;

Si sviluppa facilmente su terreni incolti e le sponde dei torrenti.

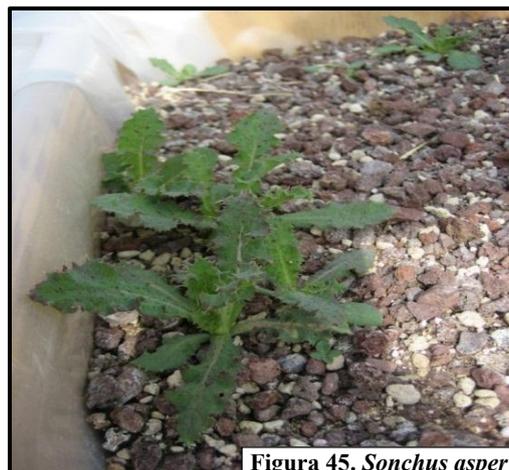


Figura 45. *Sonchus asper*

Le giovani piantine sono state asportate dal substrato.

- *Amaranthus retroflexus* – Amaranto comune

Famiglia: Amaranthaceae

Genere: Amaranthus

Pianta tossica con fusto eretto, tomentoso e pubescente;

Foglie intere, alterne, picciolate e con nervature evidenti;

Le radici si sviluppano molto anche in profondità;

Originaria delle zone dell'America centro-meridionale e dell'Asia.

Anche in questo caso le piantine sono state asportate dal substrato.

Queste due piante infestanti non sono state individuate all'interno dei cassoni con il tappeto

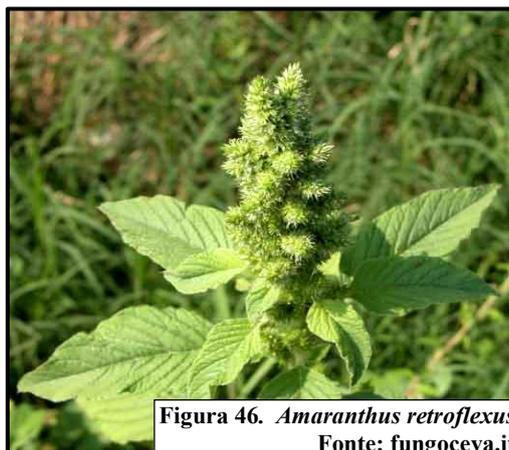


Figura 46. *Amaranthus retroflexus*

Fonte: fungoceva.it

erboso. La mancata copertura e la facilità dell'acqua di evaporare ha permesso a queste specie di prediligere una superficie povera e priva di copertura più simile ai loro ambienti naturali.

I semi di queste piante potrebbero essere stati portati dal vento o esser stati già presenti all'interno del substrato colturale.

Se da un lato alcune varietà prediligono ambienti più secchi e poveri, dall'altro altre specie ben si adattano a crescere sulla superficie del tappeto erboso (magari in sofferenza) o fra gli spazi che si creano fra una giuntura e l'altra del prato in rotoli.

Ecco che nelle parcelle con la *Zoysia* sono state individuate le seguenti specie infestanti:

- *Portulaca oleracea* – Porcellana comune

Famiglia: Portulacaceae

Genere: Portulaca

E' una pianta annuale con fusti carnosì striscianti rossastri;

Le foglie sono carnose come il fusto, di forma ovale e di colore verde;

Predilige terreni sciolti, poveri , anche sassosi.

I semi potrebbero esser stati portati dal vento.

La quantità presente di questa pianta era assai limitata.



Figura 47. *Portulaca oleracea*

- *Euphorbia maculata* – Euforbia prostrata

Famiglia: Euphorbiaceae

Genere: Euforbia

Pianta con fusto strisciante, pubescente;

Foglie ovate, lanceolate, spesso con una macchia rossa al centro;

Produce una sostanza simile al lattice ed è velenosa;

E' una pianta molto infestante tipica dei giardini e dei selciati, questa infestante cresce in quasi tutte le regioni d'Italia.



Figura 48. *Euphorbia maculata*

Si è provveduto ad asportarla dal tappeto erboso il più possibile.

- *Taraxacum officinalis* – Dente di Leone

Famiglia: Asteraceae

Genere: Taraxacum

Le foglie unite assieme formano una rosetta basale, sono allungate e lanceolate, oltre ad essere incise lungo i margini in modo irregolare;

Il fusto è liscio e cavo e la radice è fittonante;

La fioritura inizia in primavera e può terminare in autunno; Si trova spesso nei prati incolti e produce una gran quantità di semi.



Figura 49. *Taraxacum officinalis*

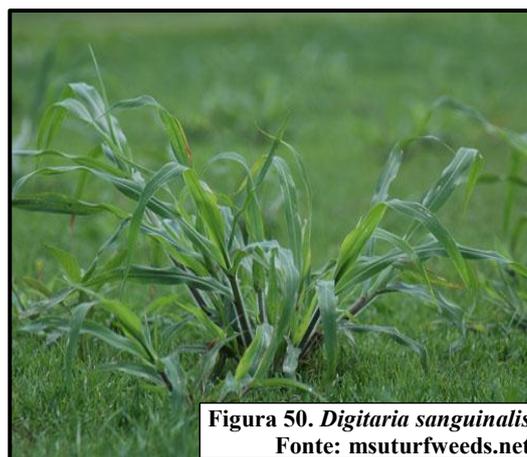
- *Digitaria sanguinalis* - Sanguinella

Famiglia: Poaceae

Subfamiglia: Panicoideae

Genere: Digitaria

E' una graminacea annuale alta dai 20 ai 50 cm, forma ampi cespi con molte ramificazioni alla base. Ogni pianta può produrre sino a 150.000 semi, che per germinare hanno bisogno di elevata temperatura e umidità.



E' un'infestante assai competitiva per la grande capacità di assorbire azoto e di riuscire a fotosintetizzare anche in condizioni di ombra.

Si sviluppa normalmente in campi coltivati ricchi di umidità e di azoto.

#### 4.6. TABELLE, GRAFICI E ANALISI

Qui di seguito sono inserite tutte le tabelle e i grafici relativamente ai dati raccolti e analizzati. Sono comprese le tabelle di concimazione, irrigazione, raccolta dell'acqua defluita, valutazioni soggettive del tappeto erboso, misurazioni dell'altezza prima del taglio, misurazione peso sostanza secca e dati delle analisi dei nitrati e fosfati.

Interessante è il dato che si riferisce al 29/06. Sono stati necessari 65 lt d'acqua per parcella per arrivare alla saturazione del terreno e per avere un deflusso d'acqua da tutti i cassoni. Gli 8 giorni successivi alla precedente irrigazione (21/06/2011) hanno fatto registrare temperature elevate con massime anche superiori ai 30°C in alcuni giorni.

Il tappeto erboso era visibilmente sofferente e la *Zoysia japonica* in alcuni cassoni presentava la lamina fogliare chiusa su se stessa per limitare l'evapotraspirazione.

L'intervento irriguo è stato effettuato prima dei 10 giorni previsti onde evitare di compromettere seriamente il lavoro. Il taglio è stato spostato ad alcuni giorni dopo.

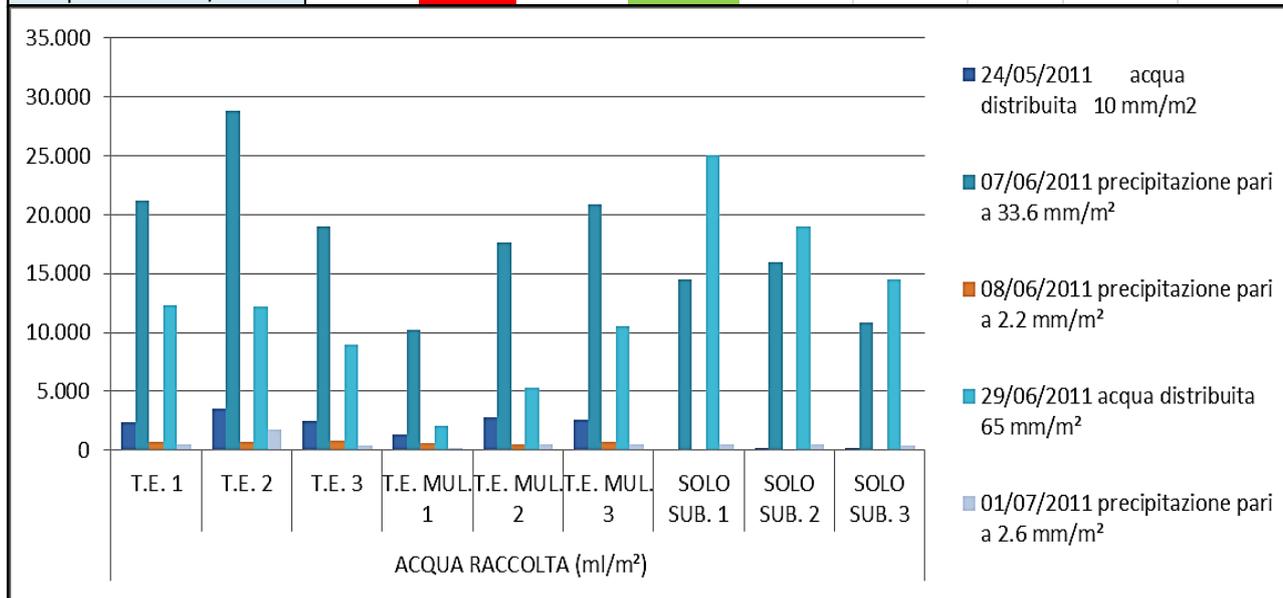
L'evapotraspirazione di riferimento calcolata risultava essere sul 50% e con l'irrigazione si prevedeva di distribuire 24 lt/m<sup>2</sup>. Si è preferito comunque irrigare ulteriormente per aiutare il terreno a trattenere tutta l'acqua possibile per aiutare il tappeto erboso a superare i giorni successivi e per raccogliere un ulteriore campione da portare ad analizzare.

Dai dati di raccolta dell'acqua emerge come le parcelle con la copertura verde più vigorosa sono anche quelle che hanno trattenuto più acqua, si può dedurre che per capillarità quasi

tutto il contenuto d'acqua sul fondo è stato assorbito dalle radici delle molte piante in superficie, con una maggior evapotraspirazione.

**TABELLA ACQUA RACCOLTA DAL 25/05 AL 01/07**

	ACQUA RACCOLTA (ml/m <sup>2</sup> )								
	T.E. 1	T.E. 2	T.E. 3	T.E. MUL. 1	T.E. MUL. 2	T.E. MUL. 3	SOLO SUB. 1	SOLO SUB. 2	SOLO SUB. 3
24/05/2011 acqua distribuita 10 mm/m <sup>2</sup>	2.390	3.580	2.540	1.390	2.830	2.610	100	230	200
25/05/2011 precipitazione pari a 1.2 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/06/2011 precipitazione pari a 2.6 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/06/2011 precipitazione pari a 16.2 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/06/2011 precipitazione pari a 33.6 mm/m <sup>2</sup>	21.200	28.850	18.950	10.200	17.620	20.880	14.500	16.000	10.840
08/06/2011 precipitazione pari a 2.2 mm/m <sup>2</sup>	690	750	780	590	510	700	0	0	0
09/06/2011 precipitazione pari a 0.6 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/06/2011 precipitazione pari a 1 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/06/2011 precipitazione pari a 0.8 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/06/2011 acqua distribuita 16 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/06/2011 acqua distribuita 65 mm/m <sup>2</sup>	12.350	12.190	8.950	2.100	5.290	10.550	25.100	19.050	14.500
30/06/2011 precipitazione pari a 2 mm/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/07/2011 precipitazione pari a 2.6 mm/m <sup>2</sup>	500	1.800	400	240	520	500	500	500	450



Nella tabella dell'acqua raccolta, sono evidenziati in rosso i dati relativi alla parcella che ha iniziato a far defluire acqua per prime ed in maggior quantità, mentre in verde quelle con minor deflusso e che hanno iniziato a far defluire l'acqua per ultime.

**TABELLA IRRIGAZIONI/PRECIPITAZIONI DAL 28/04 AL 29/06**

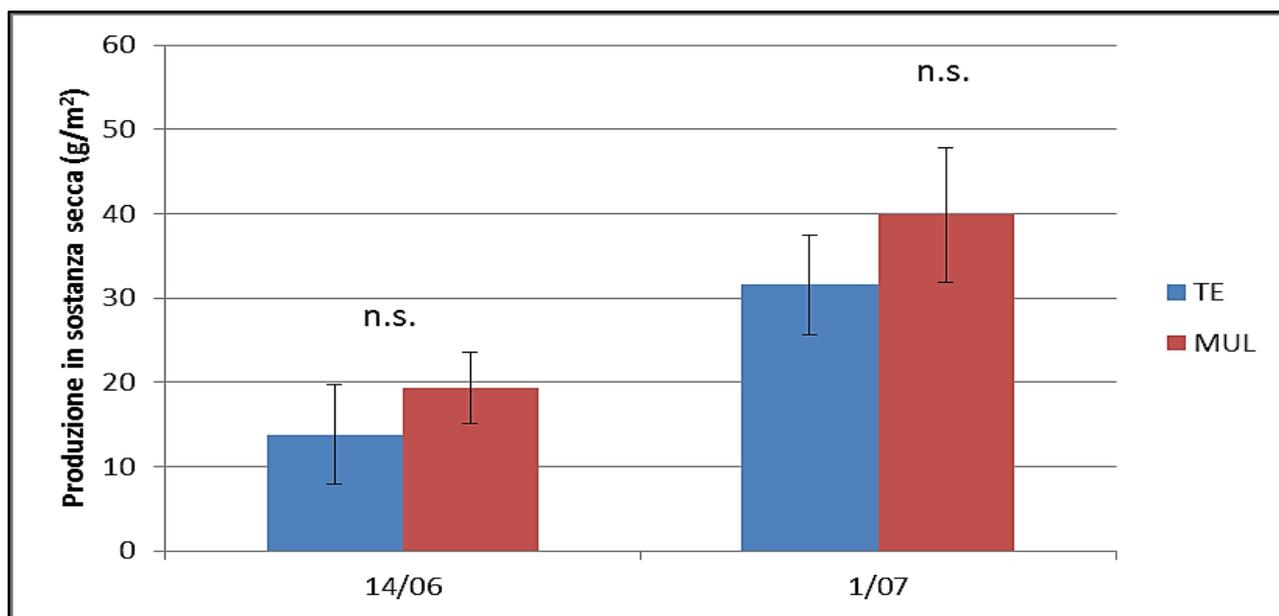
	TABELLA IRRIGAZIONI/PRECIPITAZIONI (mm)								
	T.E. 1	T.E. 2	T.E. 3	SOLO SUB 1	SOLO SUB 2	SOLO SUB. 3	T.E. MUL. 1	T.E. MUL 2	T.E. MUL. 3
28/04/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
29/04/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
02/05/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
03/05/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
04/05/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
05/05/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
06/05/2011	40	40	40	40	40	40	40	40	40
09/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
12/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
13/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
14/05/2011	15	15	15	15	15	15	15	15	15
15/05/2011 precipitazione	15	15	15	15	15	15	15	15	15
17/05/2011	10	10	10	10	10	10	10	10	10
19/05/2011	20	20	20	20	20	20	20	20	20
23/05/2011	10	10	10	10	10	10	10	10	10
25/05/2011 precipitazione	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
01/06/2011 precipitazione	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
06/06/2011 precipitazione	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
07/06/2011 precipitazione	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
08/06/2011 precipitazione	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
11/06/2011 precipitazione	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19/06/2011 precipitazione	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
22/06/2011	16	16	16	16	16	16	16	16	16
29/06/2011	65	65	65	65	65	65	65	65	65

**TABELLA CONCIMAZIONI**

	TABELLA CONCIMAZIONI								
	T.E. 1	T.E. 2	T.E. 3	SOLO SUB 1	SOLO SUB 2	SOLO SUB. 3	T.E. MUL. 1	T.E. MUL 2	T.E. MUL. 3
05/05/2011	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare	X	X	X	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare
10/05/2011	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare	X	X	X	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare
12/05/2011	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare	X	X	X	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare
18/05/2011	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare	X	X	X	conc. Fogliare	conc. Fogliare	conc. Fogliare
24/05/2011	Nitrophoska gold 60 gr/m <sup>2</sup>								

Le concimazioni fogliari iniziali (non previste dal protocollo di sperimentazione) sono state aggiunte per aiutare le piante appena messe a dimora a radicare e a crescere. L'uso della concimazione fogliare non ha comunque permesso uno sviluppo repentino e visibile a causa della poca superficie fogliare. Successivamente il risultato si è potuto vedere grazie alla concimazione minerale.

### **MISURAZIONI SOSTANZA SECCA**



Il dato si riferisce al peso di sostanza secca relativo ai due tagli effettuati. Uno il 14/06 e l'altro l'1/07.

Il materiale vegetale è stata pesato subito dopo il taglio. Si è visto l'aumento della quantità raccolta dopo i 15 giorni fra un taglio e l'altro, arrivando a più del doppio per quasi tutti campioni. Sinonimo che le temperature, l'acqua e la concimazione hanno aiutato nello sviluppo del tappeto erboso.

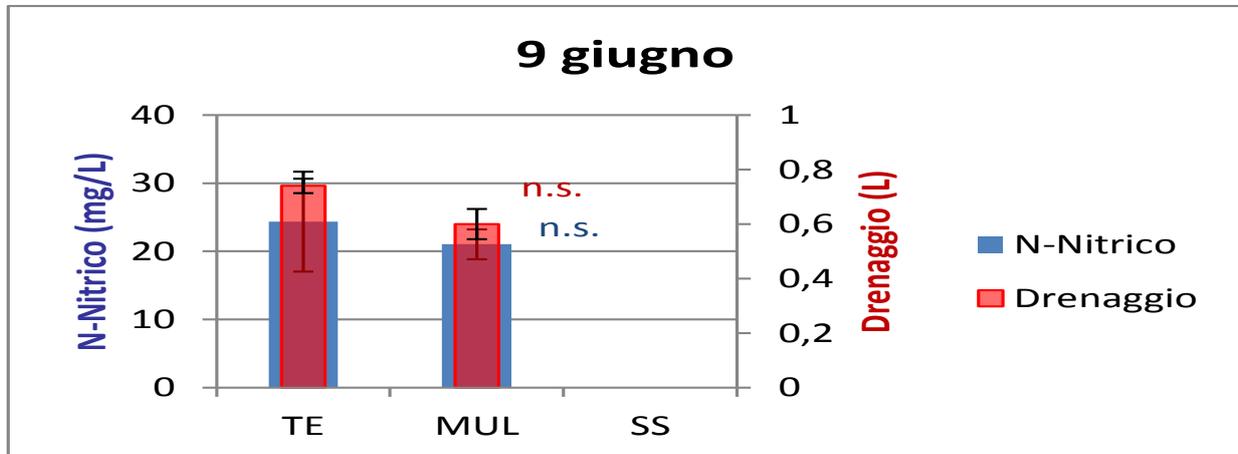
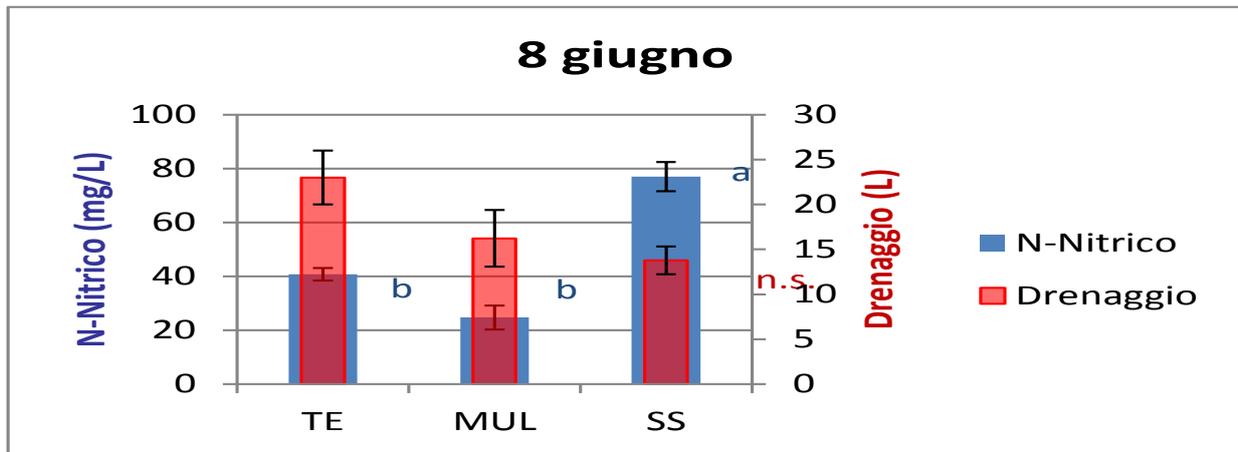
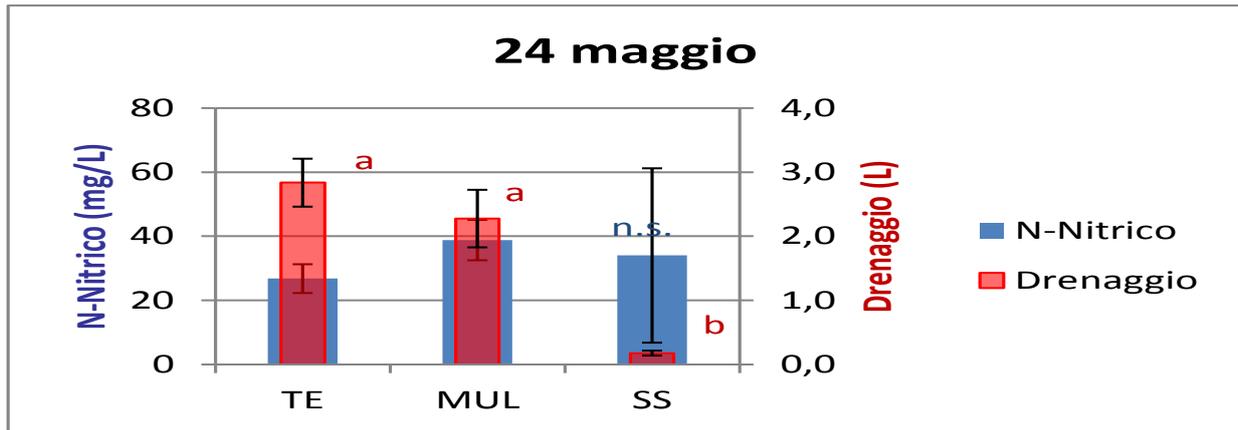
La sostanza secca è stata ricavata mettendo il materiale vegetale all'interno di una stufa a 105° C per 24 ore.

Successivamente il materiale è stato pesato nuovamente.

Le parcelle con il tappeto erboso più vigoroso sono anche quelle con un maggior peso di sostanza verde e con meno della metà come peso di sostanza secca.

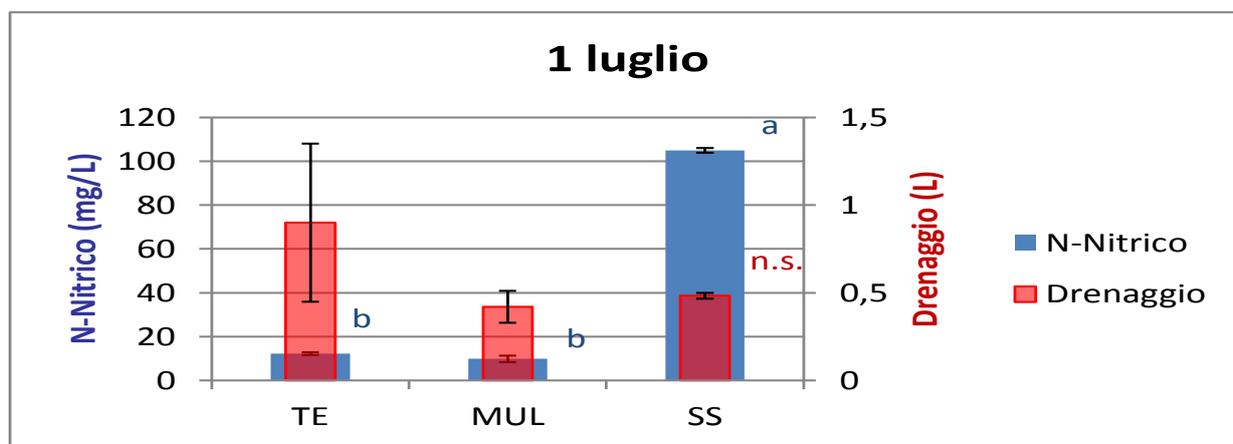
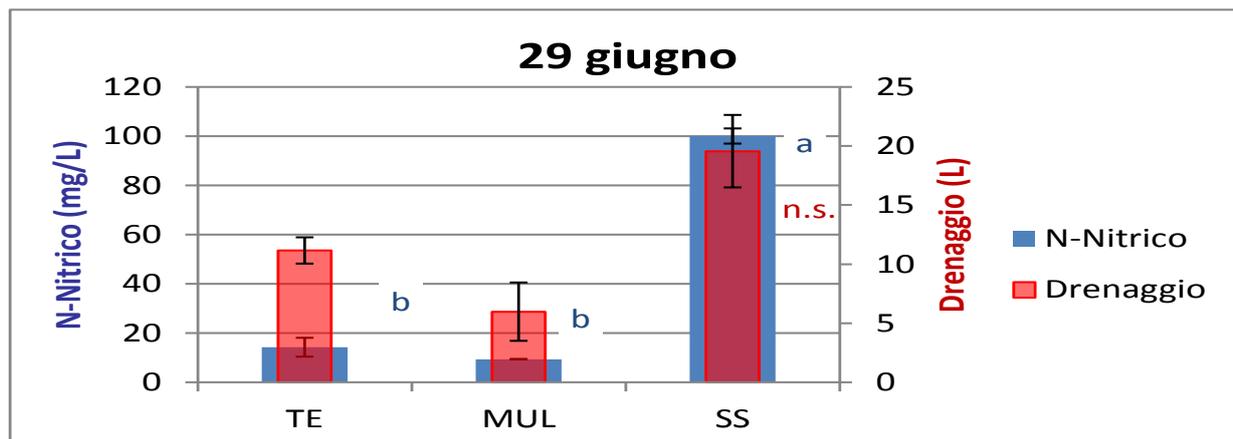
Il materiale ricavato dalle parcelle RECUPERO, in questo primo periodo, non è risultato abbastanza per reintegrare da solo il peso della sostanza verde raccolto dai cassoni MUL1, MUL2 e MUL3, in questo caso ci siamo aiutati raccogliendo materiale vegetale dai due rotoli di tappeto erboso di riserva messo a dimora a terra.

## ANALISI N-NITRICO



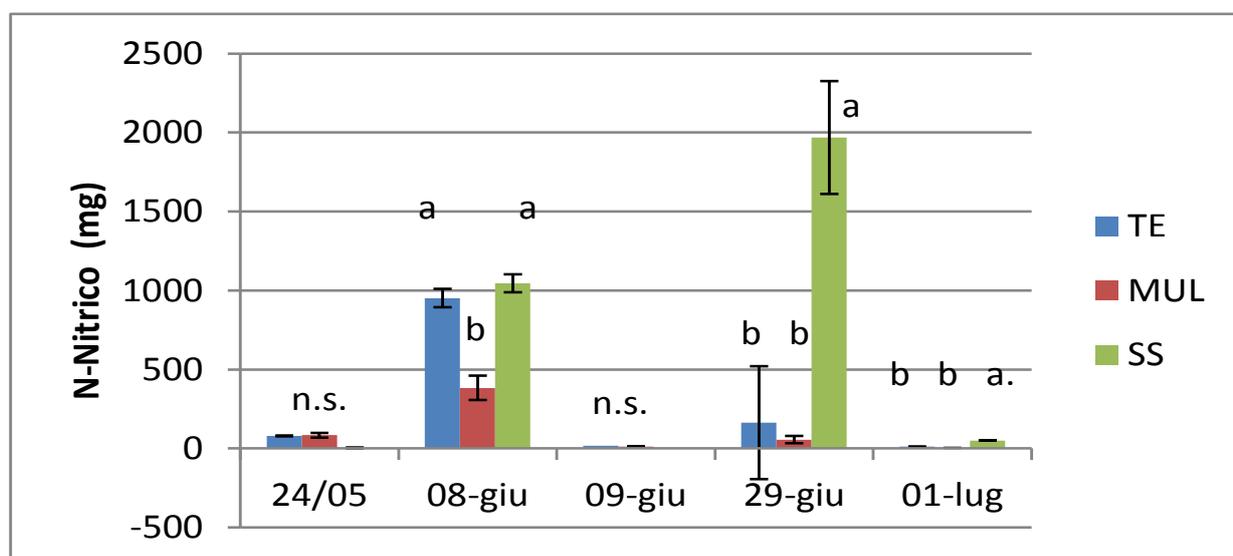
I grafici mostrano l'andamento dell'N-Nitrico nel periodo in cui sono stati raccolti i campioni (dal 24/5 al 01/07). Prima del 24/5 sono state eseguite concimazioni fogliari con Flory 3 e successivamente, al 24/5, una concimazione minerale a base di Nitrophoska gold, che ha permesso di mantenere un valore elevato di Nitrati all'interno dell'acqua defluita. Il dato dell'8 giugno mostra come ci sia un aumento della quantità di N-Nitrico nelle parcelle TE, un aumento importante nelle parcelle SS e una diminuzione nei MUL. La diminuzione è dovuta, principalmente, alla miglior crescita (fattore casuale) avuta in quelle parcelle. Le piante sono riuscite a trattenere maggiori sostanze minerali, rispetto ai TE e SS che invece

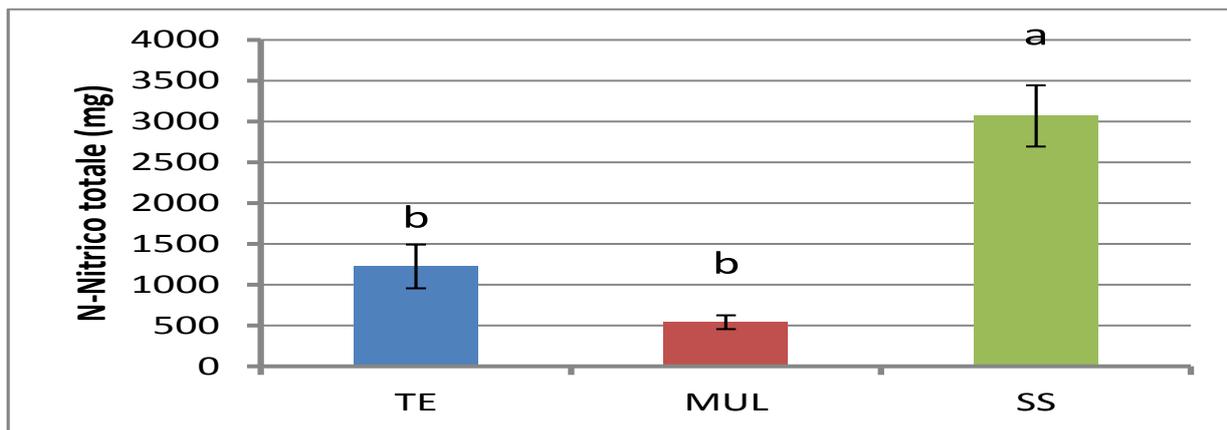
presentavano ancora zone poco vegetate.



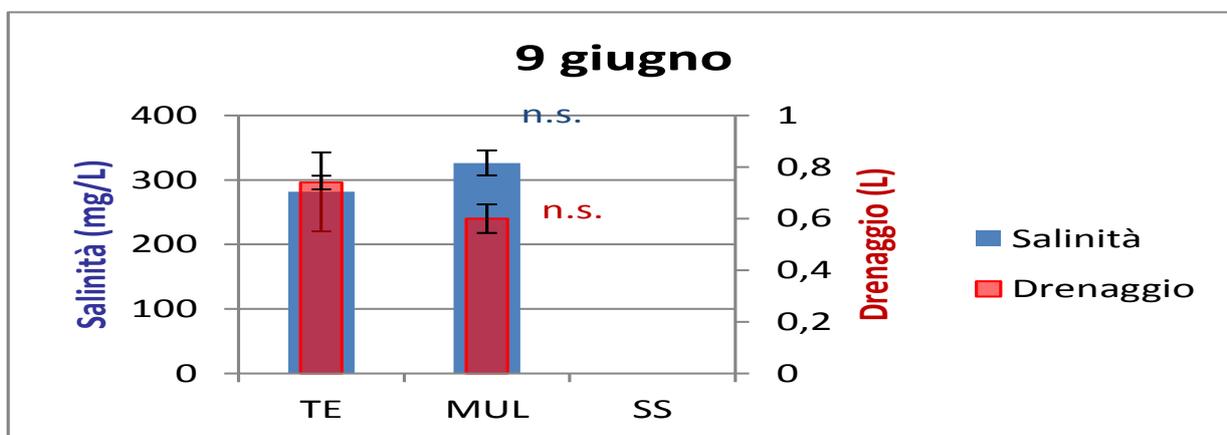
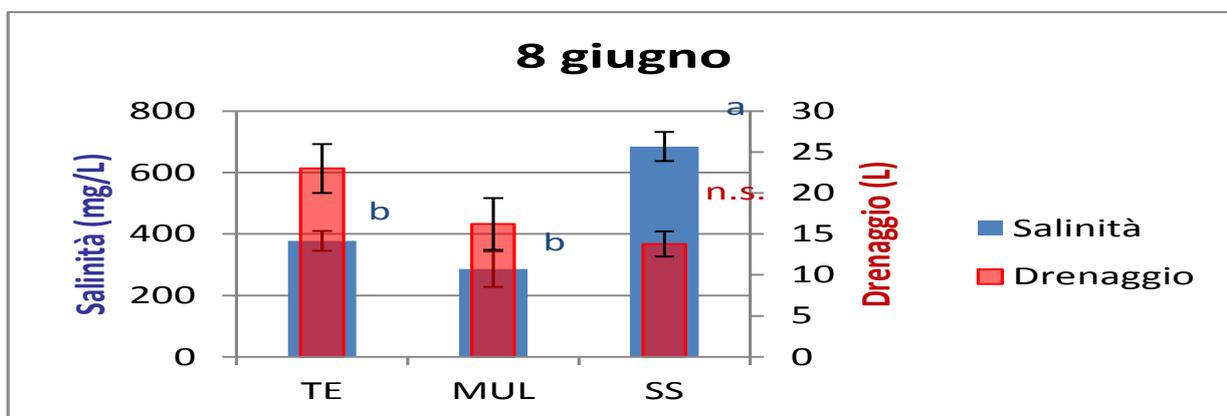
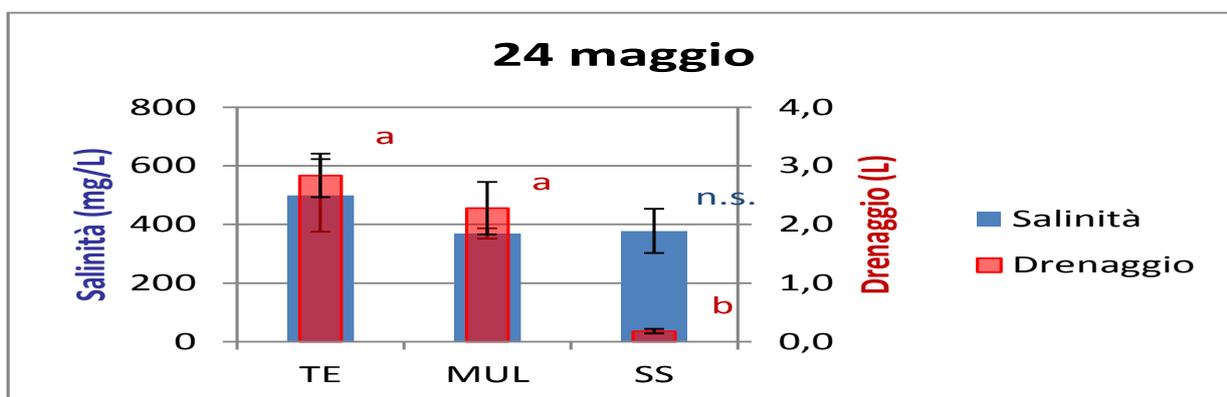
Il giorno seguente, dopo un'ulteriore precipitazione, si nota una diminuzione della quantità di nitrati in diluizione e verso la fine del mese la quantità si abbassa notevolmente eccetto nelle parcelle SS dove la concentrazione risulta sempre molto elevata, per la non presenza di copertura vegetale.

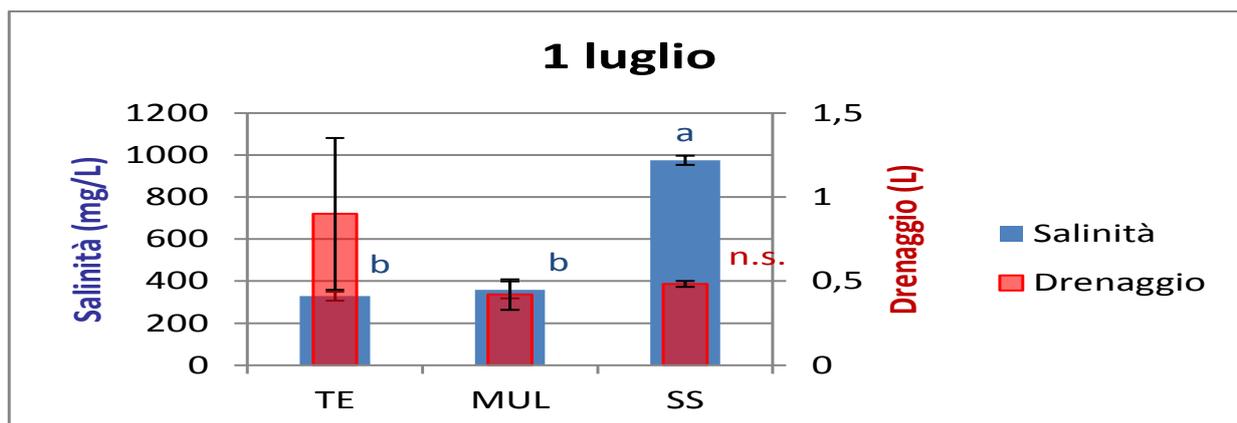
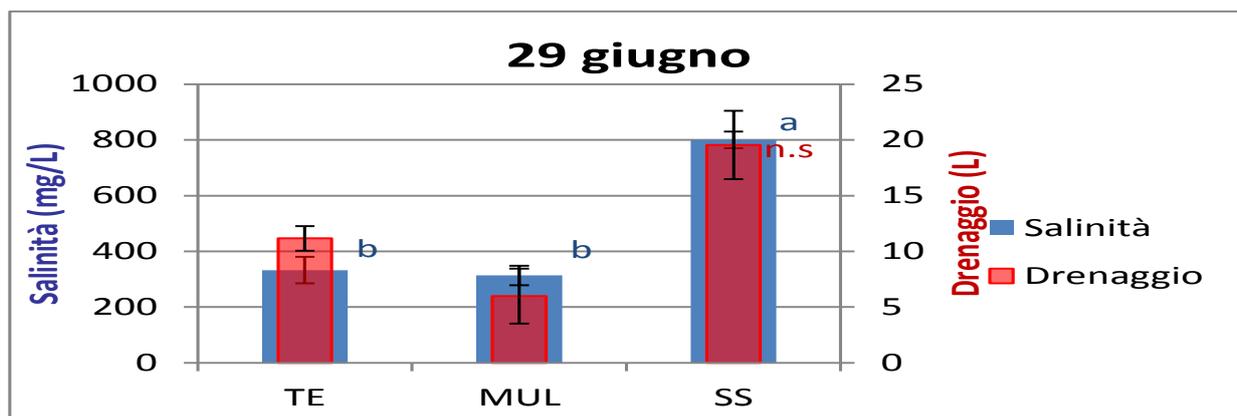
In valore assoluto l'N-Nitrico (mg) risulta:





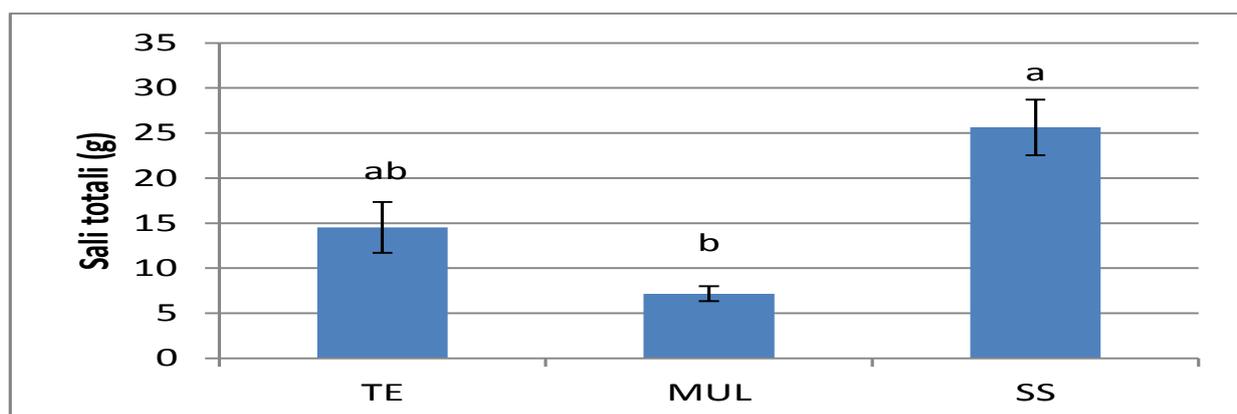
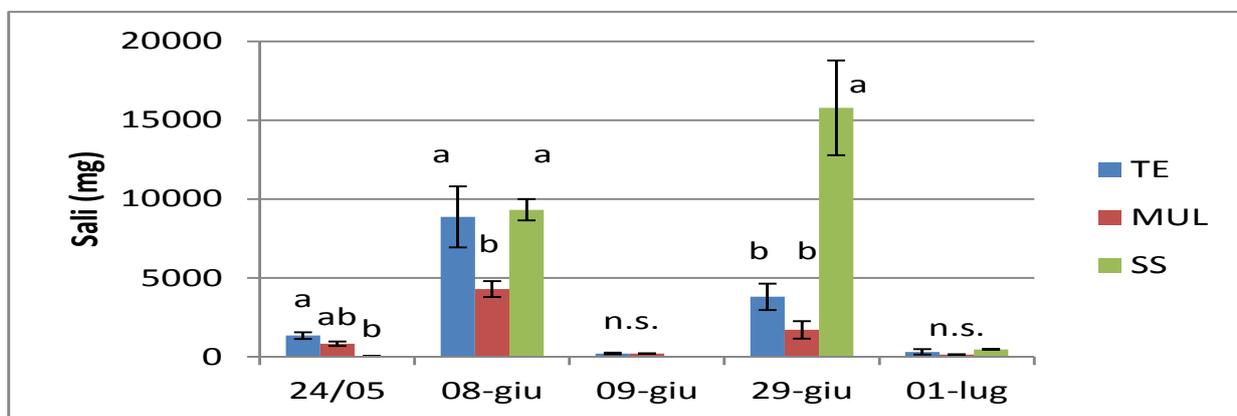
**ANALISI DELLA SALINITA'**



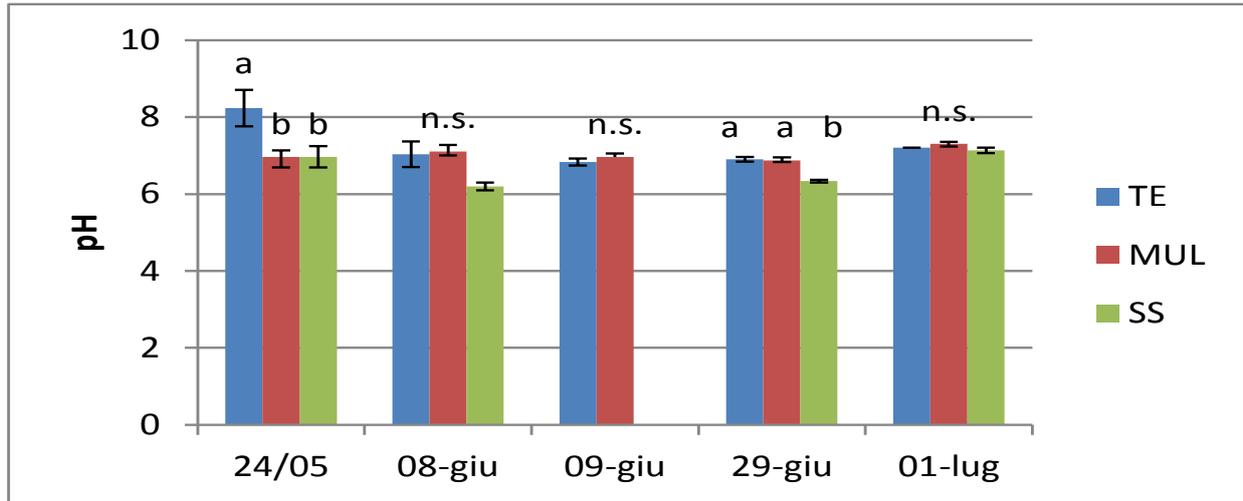


In questo caso i dati relativi alla salinità mostrano un andamento abbastanza variabile. Resta sempre alto il valore riferito ad SS.

In valore assoluto i sali risultano:



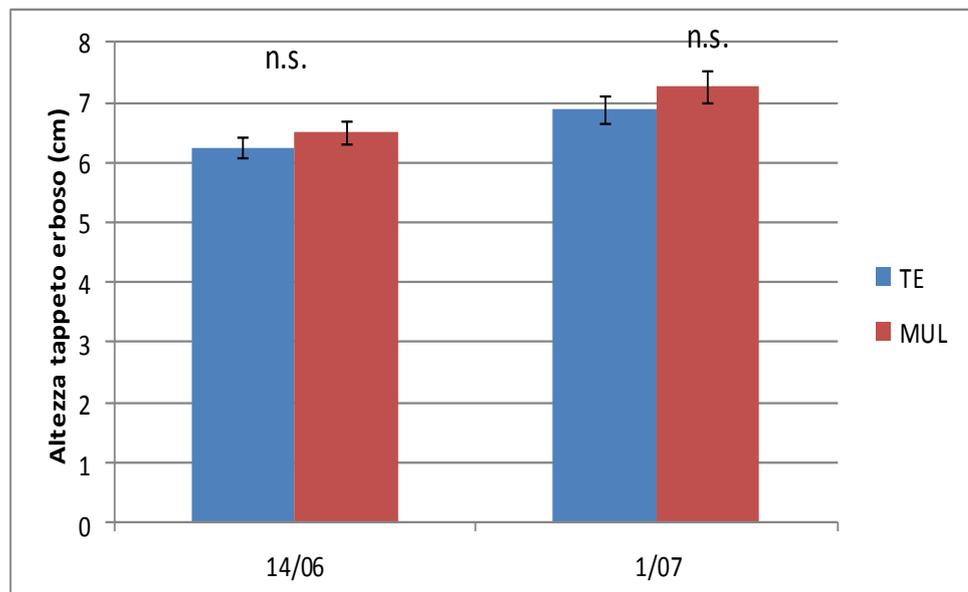
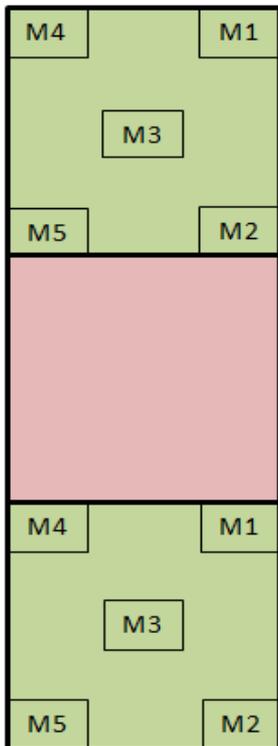
## ANALISI DEL pH



L'andamento del pH è stabile e con pochissime variazioni fra le tesi. Si discosta poco dalla neutralità.

## MISURAZIONI ALTEZZA T.E.

Le misurazioni sono state fatte prima del taglio, è interessante accennare come, più si va verso il lato dove l'acqua viene raccolta per la pendenza e più l'altezza del tappeto erboso aumenta. Questo avviene in tutte le parcelle tranne in quella dove il tappeto erboso è migliore (MUL 1).

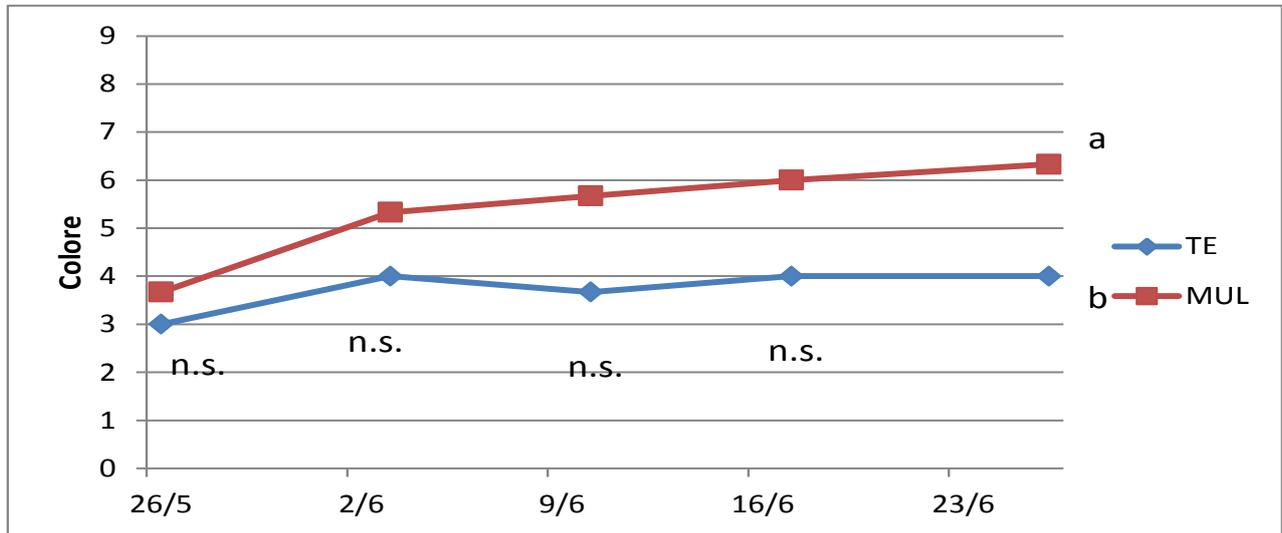


Il dato raccolto è un dato medio della somma delle 5 misurazioni per ciascuna tesi. Le misurazioni sono state eseguite nei giorni 14/06 e 1/07.

PENDENZA

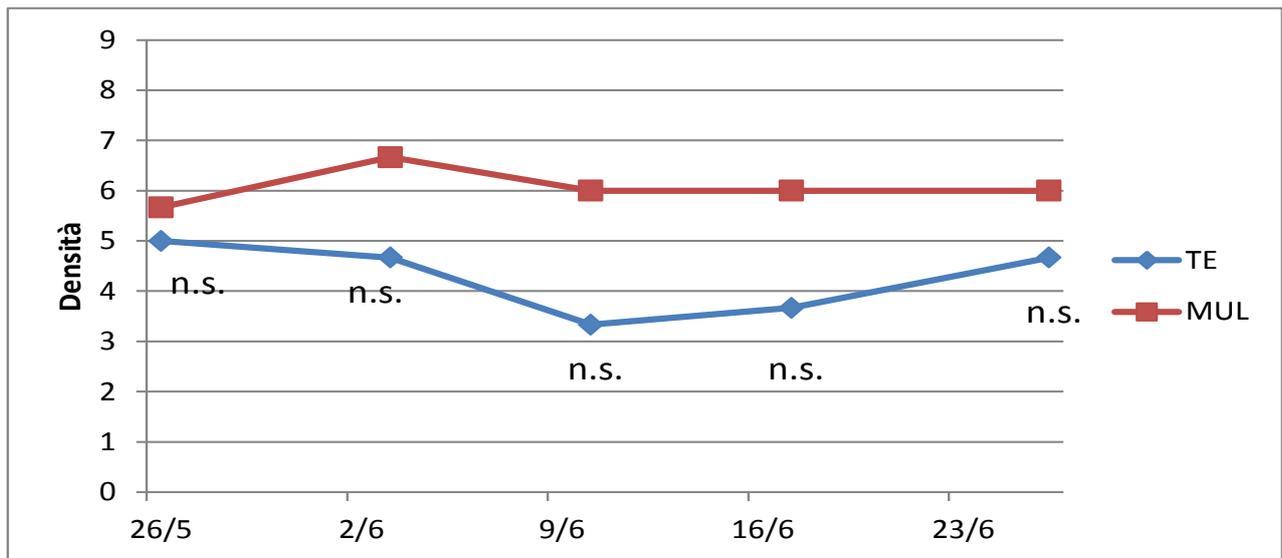
### ***ANALISI VISIVA DEL COLORE***

L'analisi del colore è un valore, da 1 a 9, che è stato dato in modo soggettivo a ciascuna tesi con copertura a verde valutando l'intensità complessiva del colore all'interno della singola parcella. Il grafico rappresenta i dati medi riferiti ai giorni settimanali in cui si è fatto il rilievo. La variazione di dati fra TE e MUL non sono significativi.



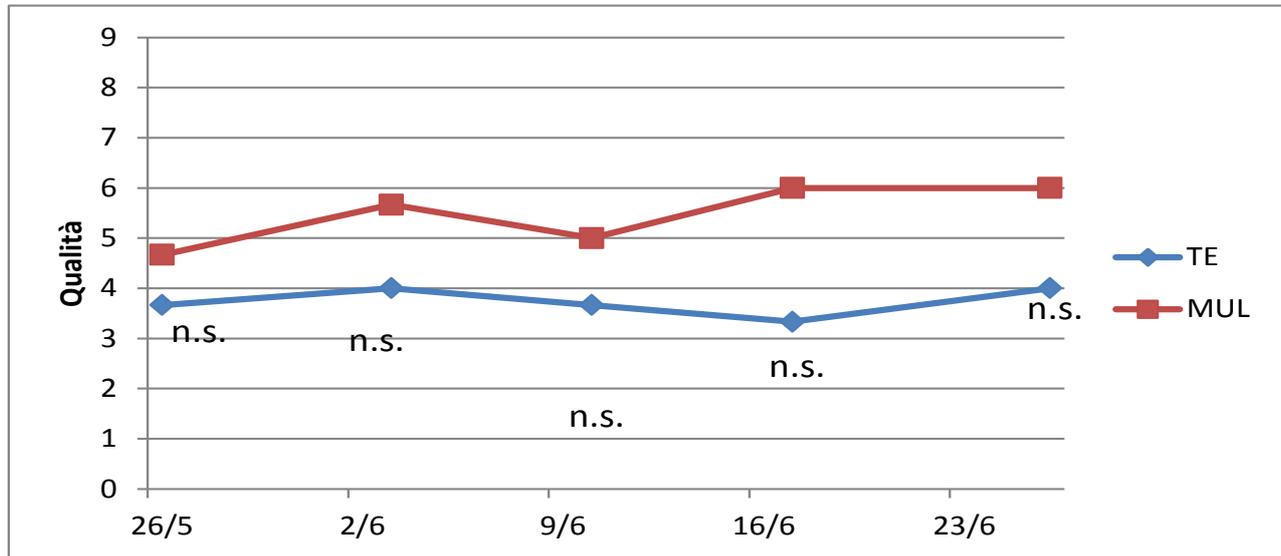
### ***ANALISI VISIVA DELLA DENSITA'***

Anche l'analisi visiva della densità comprende un valore da 1 a 9. Le date di rilevazione sono le stessi del precedente grafico. In questo caso si valuta il grado di densità del manto erboso delle singole tesi. La variazione di dati fra TE e MUL non sono significativi.



## ***ANALISI VISIVA DELLA QUALITA'***

In questo caso il parametro comprende prettamente un valore complessivo che spazia fra densità, colore, salute, grado estetico. Il valore varia sempre da 1 a 9. Anche in questo caso la variazione di dati fra TE e MUL non è significativa.



Va inoltre precisato, che questi valori sono comunque iniziali e si riferiscono solo a 5 settimane, con il passare del tempo si avranno dei dati più completi e oggettivi.

## **4.7. CONCLUSIONI**

Dopo due mesi di preparazione e raccolta dei dati il risultato complessivo che si può trarre è sicuramente positivo.

Non si può certamente dire che tutti i dati ricavati sino ad ora permettano di avere un quadro generale certo, ma si può certamente ragionare sull'andamento della prova e provare ad immaginare quale sarà lo sviluppo futuro.

Le difficoltà iniziali non erano previste, ma una sperimentazione permette sicuramente di analizzare cosa funziona e cosa no. Il substrato, come precedentemente accennato, non ha permesso sicuramente una radicazione rapida e uno sviluppo costante e uniforme delle piante. Molto probabilmente, riflettendo, il crearsi di molti spazi vuoti sotto la zolla del tappeto erboso ne ha limitato fortemente la crescita proprio nella fase in cui era maggiormente vulnerabile.

Probabilmente un aiuto lo si sarebbe potuto ricevere distribuendo, fra il substrato e il tappeto erboso, uno strato di alcuni centimetri di sabbia. Le radici avrebbero trovato subito

uno strato favorevole per accrescersi.

Altro problema non da poco, sempre in riferimento al substrato, riguarda il problema del deflusso idrico. Avendo un tappeto erboso con forti difficoltà a radicare, anche la componente acqua è molto importante per aiutare le piante in questa fase delicata. Il terreno tendeva a far defluire molto velocemente l'acqua irrigua. Abbiamo quindi modificato i modi con cui veniva distribuita, passando definitivamente all'uso dell'annaffiatoio con il rompigitto a pioggia. In questo modo si è ottenuto l'effetto voluto, con poca acqua in caduta e più lenta.

Dai dati emersi risulta senza alcun dubbio la capacità "pacciamante" del tappeto erboso dal punto di vista dell'evaporazione dell'acqua. Le parcelle scoperte perdevano molto più velocemente umidità rispetto alle parcelle con copertura a verde. Non avendo uno strato superficiale che ne rallentasse lo scolo, l'acqua defluiva molto facilmente e non veniva trattenuta dalle radici.

Ecco quindi una difficoltà, ad esempio, nella creazione di semplici tetti estensivi con la sola presenza di *Sedum*, avendo nella fase iniziale piccole piante non ancora cresciute e molti spazi vuoti fra queste, si ha una perdita costante di acqua dovuta all'evaporazione superficiale. Motivo in più per predisporre un minimo impianto di irrigazione.

Con una copertura a verde ben avviata, come può essere un tappeto erboso in rotoli, si limita fortemente questo problema.

Da un punto di vista complessivo i dati raccolti, seppur in un periodo ancora limitato, tendono a mostrare un andamento che migliora sempre di più durante le settimane.

Le problematiche iniziali sono via via calate e la forte adattabilità di questa specie vegetale, allo stress riscontrato, è senza dubbio un dato importante.

Interessante sarà vedere la differenza nel caso del tappeto erboso concimato normalmente e quello concimato con la tecnica del mulching.

L'auspicio è che si possa prevedere inoltre, di sperimentare, nel corso degli anni, altri tipi di substrato e specie vegetali, magari passando anche da tetti verdi piani ad inclinati con una pendenza superiore al 5 %. La sperimentazione attuale avrà una durata di due anni e man mano i dati raccolti verranno elaborati e analizzati da gruppi di altri tesisti.

## **RINGRAZIAMENTI**

Un grazie va sicuramente ai tecnici in azienda agraria per la pazienza dimostratami nelle fasi preliminari, durante la preparazione del materiale e per l'aiuto nei momenti di necessità.

Infine desidero ringraziare i miei genitori che mi hanno aiutato, anche economicamente, per permettermi di essere sempre presente nei momenti di raccolta dei dati e delle prove.

## **BIBLIOGRAFIA**

Abram, P. 2011. Il Verde Pensile  
Esse libri S.p.a., Napoli

Vietti, M. 2001. Progettazione e realizzazione di terrazzi e giardini pensili  
Calderini Edagricole, Bologna

Vietti, M 2004. Prati ornamentali.  
Il Sole 24 Ore Edagricole, Bologna

Brickell, C. 2008. Gardening  
Gruppo editoriale L'Espresso S.p.a., Roma

Giardini, L. 2004. Agronomia generale.  
Pàtron Editore, Bologna

Yang, J., Yu, Q. e Gong, P. 2008. "Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago".  
Atmospheric Environment 42 (2008) 7266–7273

Czemiel Berndtsson, J., Bengtsson, L., Jinno, K., 2009. "Runoff water quality from intensive and extensive vegetated roofs"  
Ecological engineering 35 (2009) 369–380

Teemusk, A., Mander, U., 2009. "Green roof potential to reduce temperature fluctuations of a roof membrane: A case study from Estonia".  
Building and Environment 44(2009) 643–650

Abram, P., 2006 Attenzione al fai da te.  
Acer: 3/2006, Il verde editoriale, Milano

Palla, A., Lanza, L., 2007 Il verde pensile per il controllo della formazione dei deflussi

superficiali. Il verde pensile nel clima mediterraneo.

Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Genova.

Scheda tecnica Geo Drein, 2011

[www.geoplast.it](http://www.geoplast.it)

Commenti alla norma UNI 11235:2007, 2011, SEIC

<http://www.harpo-group.com/verdepensile/esperto/index.htm>

Preparazione del supporto di base, 2011 SEIC

<http://www.harpo-group.com>

Prestazioni principali della copertura a verde, 2011 SEIC

<http://www.harpo-group.com>

*Zoysia japonica*, 2011

[www.sodteam.com/grass\\_zoysia.html](http://www.sodteam.com/grass_zoysia.html)

*Zoysia japonica* var. 'Zenith', 2011

<http://www.zoysias.com/info/zenith.html> An Informational Website From Seedland.com

Macolino, S. 2008. Inerbimenti e tappeti erbosi

Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali

Vulcasoil scheda tecnica, 2011, Europomice.

[www.europomice.it](http://www.europomice.it)

Erbe e piante infestanti, 2011

[www.erbe.altervista.org](http://www.erbe.altervista.org)