

GESTIONE VERDE PENSILE MEDITERRANEO

Sebbene il clima del paesaggio mediterraneo sia poco favorevole, anche i tetti verdi vi possono prendere piede. A partire dall'analisi della risposta delle piante allo stress idrico e delle caratteristiche dei materiali e delle stratigrafie scelte

Testo di **Andrea Nardini**, dottore in Scienze naturali e ricercatore in Geobotanica presso il Dipartimento di Scienze della vita, Università di Trieste, **Tadeja Savi**, dottore in Biologia ambientale, e **Sergio Andri**, dottore in Scienze naturali.

Le coperture a verde pensile, o tetti verdi, ricreano comunità vegetali attraverso l'impiego di sistemi di contenimento radicale, tessuti filtranti e d'accumulo dell'acqua, pannelli drenanti e uno strato di substrato minerale. Offrono numerosi vantaggi in habitat urbano, quali isolamento termico degli edifici, riduzione dei volumi delle acque di deflusso, mitigazione dell'isola di calore, miglioramento della qualità dell'aria, assorbimento di CO₂, conservazione della biodiversità, miglioramento delle componenti estetiche del paesaggio (8; 7).

La sfida mediterranea

Il verde pensile è ormai parte integrante del paesaggio urbano in molte città del centro e Nord Europa. Tale tecnologia non è però facilmente applicabile in

ambito mediterraneo, a causa delle peculiarità climatiche dell'area. Inoltre, nel decennio 1990-2000 la popolazione in tale area è aumentata di circa il 12%, con un'espansione delle zone urbane pari al 17% (10) e conseguenti effetti negativi sul microclima, sui livelli d'inquinamento ambientale e sulla biodiversità; comportando anche l'estinzione locale di varie specie animali e vegetali (2). Tali problematiche potrebbero essere mitigate da una maggiore diffusione del verde pensile.

Il clima mediterraneo, caratterizzato da un periodo arido estivo accompagnato da temperatura e irradianza elevate, pone una formidabile sfida alla sopravvivenza delle piante sul verde pensile (ovviamente evitando continui interventi d'irrigazione). Emerge, quindi, la necessità di sviluppare nuovi criteri per realizzare coperture a verde pensile ►

Un giardino per Pegaso

A tutta pagina, tetto verde a Pozzuoli (NA) realizzato con Sistema Harpo Seic verdepensile. *Rosmarinum officinalis* 'prostratum', *Pittosporum tobira* 'Nana', *Olea europea* 'Ascolana' e lavanda, tra le specie scelte da Ordina Casolaro, progettista del verde.

GESTIONE

◀ in area mediterranea, basati su conoscenze dettagliate della risposta delle piante allo stress idrico, nonché delle caratteristiche dei materiali e delle stratigrafie impiegate, al fine di aumentare la quantità di acqua disponibile per la vegetazione, pur contenendo spessori, pesi e costi del sistema.

Piante resistenti allo stress idrico

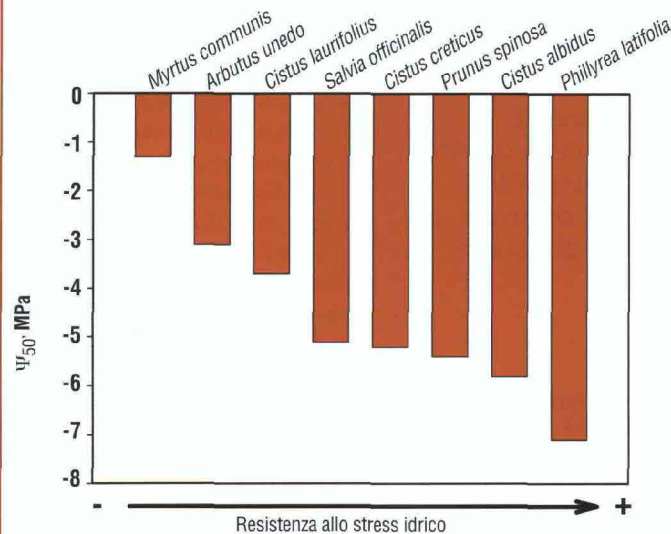
La resistenza delle piante allo stress idrico può essere quantificata attraverso l'analisi delle variazioni di capacità di trasporto dell'acqua in funzione delle variazioni di Ψ_{pianta} . Tali "curve di vulnerabilità" permettono di ricavare il parametro di riferimento Ψ_{50} , valore di Ψ_{pianta} che causa la perdita del 50% della capacità di trasporto dell'acqua. Valori più negativi di Ψ_{50} indicano una maggiore resistenza allo stress idrico.

La figura 1 riporta i valori di Ψ_{50} misurati per alcune specie di arbusti mediterranei (9; 6; 5; 3) e ne mostra chiaramente la differente resistenza allo stress idrico.

Per realizzare verde pensile in zone aride occorrerebbe scegliere specie vegetali caratterizzate dai valori più negativi di Ψ_{50} . Tale valore è certamente più critico per la pianta rispetto a Ψ_{25} (dove la pianta conserva ancora la maggior parte della sua capacità di trasporto dell'acqua) o Ψ_{75} (dove la maggior parte della capacità di trasporto è già perduta). Infatti, la relazione tra perdita di conduttività idraulica e potenziale dell'acqua xilematico è di tipo sigmoideale: sia Ψ_{25} che Ψ_{75} si collocano in regioni della curva dove sono necessarie variazioni relativamente grandi di potenziale dell'acqua per indurre variazioni significative di conduttività idraulica. Al contrario, il valore di Ψ_{50} si colloca nella regione più "ripida" della relazione, dove anche piccole riduzioni del potenziale dell'acqua si traducono in significative perdite di conduttività idraulica.

È auspicabile che in futuro la misura di tale parametro venga estesa a un maggior numero di specie, potenziali candidate per il verde pensile mediterraneo, per massimizzare le probabilità di sopravvivenza attraverso una selezione floristica basata su oggettivi criteri fisiologici (5).

FIGURA 1 - RESISTENZA ALLO STRESS IDRICO DI SPECIE MEDITERRANEE DIVERSE



Valori di Ψ_{50} (tensione intra-xilematica che causa il 50% di perdita di capacità di trasporto dell'acqua) registrati in diversi arbusti mediterranei. Valori inferiori (più negativi) di Ψ_{50} indicano maggiore capacità della specie di resistere a episodi intensi e/o prolungati di stress idrico.

Relazioni pianta-suolo-acqua

Durante il processo fotosintetico, l'ingresso della CO_2 dagli stomi implica la perdita di grandi quantitativi d'acqua (da 0,1 a 0,5 litri per ogni grammo di carbonio assimilato) nella traspirazione. A tali perdite la pianta sopperisce con acqua assorbita dall'apparato radicale e trasportata sino alle foglie attraverso i vasi xilematici, vere e proprie "tubature". Il trasporto dell'acqua nelle piante vascolari si basa su gradienti di pressione idrostatica negativa (tensione) che si instaurano nello xilema a seguito della traspirazione. La tensione cui è sottoposta la colonna d'acqua (Ψ_{pianta}) dipende dalla velocità di traspirazione (funzione di umidità dell'aria, temperatura e irradianza) e dallo stato termodinamico dell'acqua nel suolo (funzione di contenuto d'acqua e caratteristiche chimico-fisiche del suolo stesso) e della resistenza idraulica interposta al movimento dell'acqua dal suolo alle foglie.

Resistenza delle piante allo stress idrico

Anche l'acqua nel suolo è sottoposta a pressioni idrostatiche negative (Ψ_{suolo}) perché trattenuta per fenomeni di capillarità nei micro-pori del terreno. Quindi, l'assorbimento e il trasporto d'acqua nella pianta sono possibili solo fino a che $\Psi_{\text{pianta}} < \Psi_{\text{suolo}}$, perché l'acqua si sposta passivamente lungo gradienti di Ψ decrescente. In un suolo che si disidrata, Ψ_{suolo} assume valori progressivamente più negativi, costringendo la pianta a diminuire Ψ_{pianta} per mantenere un gradiente di Ψ sufficiente a garantire l'assorbimento d'acqua.

Ψ_{pianta} non può diminuire indefinitamente: con Ψ_{crit} (valori critici) la pianta perde turgore cellulare con appassimento e/o rottura della colonna d'acqua nei vasi xilematici (cavitazione) che in tal modo si riempiono di gas e perdono la loro capacità di trasporto. Il valore di Ψ_{crit} è un fattore fondamentale nel determinare la resistenza allo stress idrico delle diverse specie. Piante caratterizzate da Ψ_{crit} inferiori usano una maggiore percentuale di acqua presente nel suolo, e tollerano la maggiore traspirazione imposta da alta temperatura e/o irradianza. Se Ψ_{suolo} scende e si mantiene al di sotto di Ψ_{crit} per un tempo prolungato, l'ulteriore declino di Ψ_{pianta} diviene inevitabile e conduce alla perdita totale della capacità di trasporto dell'acqua nonché dell'integrità cellulare, e quindi alla morte della pianta.

Ruolo del substrato

Il contenuto di acqua di un substrato e l'andamento di Ψ_{suolo} in funzione delle sue variazioni dipendono dalle caratteristiche granulometriche e chimico-fisiche del substrato stesso. La differenza tra il contenuto di acqua a saturazione e quello raggiunto quando $\Psi_{\text{suolo}} = \Psi_{\text{crit}}$ (valori critici) rappresenta la quantità di acqua disponibile per la pianta. Come evidenziato in figura 2, dove è indicato il valore convenzionale di $\Psi_{\text{crit}} = -1.5 \text{ MPa}$ (4), un suolo argilloso è in grado di trattenere grandi quantità di acqua a saturazione, ma i valori relativi di Ψ_{suolo} tendono a scendere al di sotto di Ψ_{crit} a livelli ancora relativamente elevati di contenuto d'acqua, per via dei diametri ridotti dei pori del terreno. In un suolo sabbioso, la quantità d'acqua disponibile è inferiore, a causa della maggior percentuale di pori ad ampio lume che non la trattengono. Un suolo argilloso garantisce quindi maggiore disponibilità di acqua rispetto a uno sabbioso, ma comporta anche un peso eccessivo per unità di spessore/superficie rispetto alle prestazioni garantite, in quanto parte dell'acqua accumulata non risulta disponibile per le piante.

Il substrato ideale per le coperture a



Piante di *Salvia officinalis* al culmine di un periodo di stress idrico estivo. Le tre piante crescevano su diverse stratigrafie per verde pensile. Da sinistra, due casi di piante allevate su una stratigrafia con tessuto di accumulo e pannello drenante progettato per facilitare il trasferimento di acqua tra tessuto e substrato, che non mostrano segni di stress idrico. A destra, le piante con segni di sofferenza (appassimento e arrotolamento delle foglie) in stratigrafie prive di tessuto di accumulo o dotate di tessuto e di pannelli drenanti tradizionali.

verde pensile in area mediterranea dovrebbe garantire sia un alto contenuto di acqua a saturazione che una elevata quantità di acqua disponibile, il che significa che Ψ_{suolo} dovrebbe mantenersi a valori meno negativi di Ψ_{crit} in un più ampio intervallo di contenuti d'acqua. Ciò può essere ottenuto attraverso un'accurata selezione della granulometria del substrato unita a una scelta precisa dei suoi componenti. La figura 2 riporta la relazione tra contenuto idrico e Ψ_{suolo} per un substrato sviluppato per il verde pensile mediterraneo. Tale substrato è in grado

di garantire una quantità d'acqua disponibile superiore rispetto ai suoli tradizionali. Lo sviluppo di substrati con tali caratteristiche, possibilmente a parità di peso specifico (per mantenere spessori ridotti) è uno degli obiettivi primari delle future ricerche sul verde pensile mediterraneo.

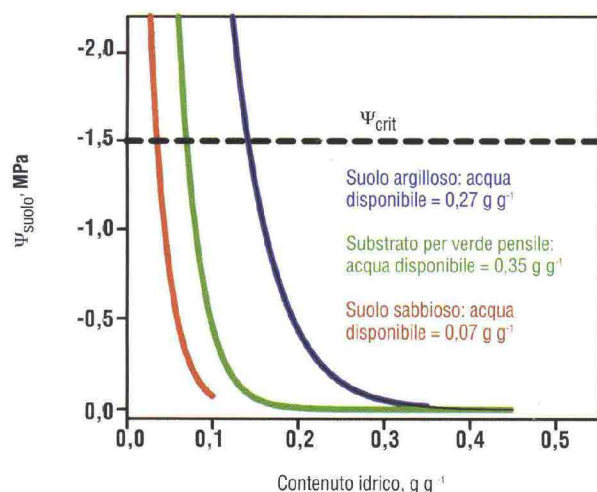
Importanza dei tessuti di accumulo

Per un determinato substrato, la quantità complessiva di acqua disponibile per la vegetazione è direttamente proporzionale allo spessore di substrato utilizzato nella copertura. Tuttavia, la diffusione dei tetti verdi in area mediterranea dovrebbe puntare al contenimento degli spessori, per ridurre i costi dell'installazione e renderla possibile anche su strutture che non sopportano sovraccarichi elevati. Ne deriva che la stratigrafia deve comprendere compartimenti d'accumulo d'acqua più leggeri del substrato stesso, da questo indipendenti ma accessibili agli apparati radicali delle piante.

Le moderne stratigrafie includono tessuti d'accumulo posti sotto pannelli drenanti e lo stesso substrato, da cui restano separati da uno spazio d'aria. Tali tessuti sono in genere costituiti da polimeri idrofili in grado di accumulare e trattenere grandi quantità di acqua per unità di peso secco. Come i substrati, tuttavia, anche i tessuti d'accumulo presenti in commercio differiscono tra loro in termini di caratteristiche idriche.

La figura 3 (pagina 40) mostra la curva di Ψ_{tessuto} in funzione del contenuto d'acqua per due tessuti impiegati nelle ►

FIGURA 2 - DISPONIBILITÀ DI ACQUA IN DIVERSI TIPI DI SUOLO



N.B.: Relazione tra pressione idrostatica negativa dell'acqua nel suolo (Ψ_{suolo}) e contenuto idrico dello stesso (in grammi di acqua per grammo di suolo disidratato). Le curve tipiche di un suolo argilloso sono tracciate in blu, di un suolo sabbioso in rosso e di un substrato appositamente sviluppato per coperture a verde pensile in verde.

GESTIONE

◀ coperture a verde pensile. Il tessuto A garantisce una maggior quantità d'acqua disponibile rispetto al tessuto B. La scelta di tale materiale per il verde pensile mediterraneo dovrebbe basarsi sulle sue caratteristiche idriche, con riferimento alla quantità e allo stato termodinamico dell'acqua trattenuta.

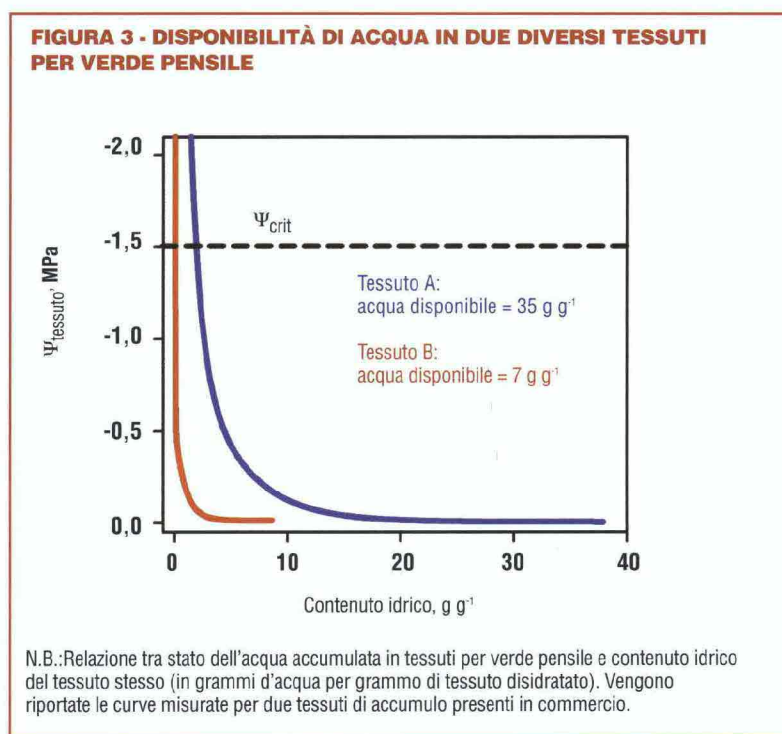
Inoltre, l'utilizzo di un tessuto di accumulo con grande quantità di acqua disponibile non ne garantisce l'effettiva accessibilità alle piante. Una recente sperimentazione ha evidenziato come nel primo anno d'installazione (spesso il più critico per la sopravvivenza delle piante) le radici non raggiungano il tessuto di accumulo. Tuttavia, un opportuno pannello drenante, progettato allo scopo di favorire il trasferimento di acqua tra tessuto di accumulo e substrato attraverso fenomeni di evaporazione e successiva condensa, ha dimostrato di migliorare significativamente lo stato idrico delle piante, rispetto a stratigrafie prive di tessuto di accumulo o realizzate con pannelli tradizionali che rallentano il passaggio del vapore acqueo tra i due compartimenti.

Prospettive future

La realizzazione di coperture a verde pensile nell'area mediterranea offre nuove sfide che vanno affrontate partendo da una profonda conoscenza delle relazioni pianta-suolo-acqua e delle caratteristiche tecniche dei sistemi utilizzati. Particolarmente importante appare l'integrazione di:

- piante con elevata resistenza allo stress idrico in termini di capacità di mantenimento dell'integrità del sistema di trasporto dell'acqua anche a valori molto negativi di Ψ ;
- substrati che garantiscano grandi quantità di acqua disponibile in spessori ridotti, ossia miscele di materiali in grado di accumulare e poi rilasciare grandi quantità di acqua in condizioni di $\Psi_{\text{suolo}} > \Psi_{\text{crit}}$;
- tessuti con elevate capacità di accumulo dell'acqua inseriti in stratigrafie che permettano il trasferimento di vapore acqueo al substrato sovrastante e di conseguenza anche agli apparati radicali delle piante.

Un ulteriore ausilio al verde pensile mediterraneo potrebbe derivare dall'im-



piego di sistemi d'irrigazione a "deficit controllato", dove sensori che registrano il valore di Ψ_{suolo} consentono l'attivazione del sistema di irrigazione solo quando il primo si avvicina a Ψ_{crit} e per un tempo strettamente necessario a riportarlo (Ψ_{suolo}) a valori superiori a quelli critici, senza necessariamente ripristinare completamente il contenuto idrico del substrato.

Tali sistemi, che cominciano ad affacciarsi sul mercato, garantiscono la sopravvivenza delle piante e le prestazioni tecniche del verde pensile anche durante periodi aridi prolungati, limitando al massimo l'uso di acqua. Essi rappresentano e concretizzano il migliore esempio di come attività mirate di ricerca e sviluppo possano portare a significativi miglioramenti tecnologici dei sistemi a verde pensile, protagonista anche nell'area mediterranea in un futuro molto prossimo. ■

Bibliografia

1) Cochard H., Barigah T., Kleinhentz M., Eshel A., 2008. *Is xylem cavitation resistance a relevant criterion for screening drought resistance among Prunus species?* Journal of Plant Physiology,

165:976-982.

2) Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X., Briggs J.M., 2008. *Global change and the ecology of cities*. Science, 319:756-760.

3) Iovi K., Kolovou C., Kyparissis A., 2009. *An ecophysiological approach of hydraulic performance for nine Mediterranean species*. Tree Physiology, 29:889-900.

4) Larcher W., 2003. *Physiological plant ecology*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

5) MacIvor J.S., Ranalli M.A., Lundholm J.T., 2011. *Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs*. Annals of Botany, 107:671-679.

6) Martínez-Vilalta J., Prat E., Oliveras I., Piñol J., 2002. *Xylem hydraulic properties of roots and stems of nine Mediterranean woody species*. Oecologia, 133:19-29.

7) Nardini A., Andri S., Crasso M., 2012. *Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus herbaceous plants*.



Echinocactus grusonii, *Pittosporum tobira*, *Russelia juncea*: specie con poche esigenze idriche per un giardino a Catania, disegnato da Daniele Spitaleri (Sistema Harpo Seic verdepensile).

M.R., 2009. *Threats and biodiversity in the Mediterranean biome*. Diversity and Distributions, 15:188-197.

Abstract

A garden for Pegaso

Making green roofs in the Mediterranean area requires an approach based on the knowledge of plant responses to water stress and on the ability of the stratifications used to ensure appropriate quantities of water available to plants.

Recent studies regarding the thermodynamic state of water in plants and in the various stratigraphic elements lead us to see the design of green roofs in the Mediterranean area from new viewpoints.

Urban Ecosystems, in press 15: 697-708.

8) Schroll E., Lambrinos J., Righetti T., Sandrock D., 2011. *The role of vegetation in regulating stormwater runoff from green roofs in a winter rainfall climate*. Ecological Engineering, 37:595-600.

9) Tognetti R., Longobucco A.,

Raschi A., Jones M.B., 2001. *Stem hydraulic properties and xylem vulnerability to embolism in three co-occurring Mediterranean shrubs at a natural CO2 spring*. Australian Journal of Plant Physiology, 28:257-268.

10) Underwood E.C., Viers J.H., Klausmeyer K.R., Cox R.L., Shaw



Questo sistema, brevettato in Spagna e collaudato in diversi paesi d'Europa a partire dal 2000, permette lo spostamento di alberi di qualsiasi dimensione senza ledere il fusto, mantenendo vitali ed efficaci gli apparati radicali in economia e sicurezza a tal punto che la chioma non richiede potature. Particolarmente adatto per la conservazione di esemplari di pregio la cui vita rappresenta ostacolo per la realizzazione di grandi opere infrastrutturali



www.dendrotec.it



Dendrotec
Specialisti in arboricoltura