CITTA' DI

VIGEVANO

(Provincia di Pavia)

VIGEVANO
NUOVO PIANO
DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ai sensi della Legge Regionale per il Governo del Territorio del 11/03/2005 n°12

DOCUMENTO DI PIANO

Elaborato:

DR04

MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI AMBIENTALI

Scala:

...

Data:

Dicembre 2025

Adozione

.....

Approvazione

.....

Aggiornamenti

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Sindaco
Andrea Ceffa

Segretario comunale
Armando Passaro

Dirigente Settore Servizi Tecnici e Territorio
Daniela Sacchi

Responsabile del procedimento
Paola Testa

Gruppo di lavoro urbanistica:
BCG Associati di Massimo Giuliani
UrbanLab di Giovanni Sciuto
Licia Morenghi
Marco Tosca
Emilio Cremona
Paolo A. M. Maffiola
prof. avv. G.F. Ferrari
Samuele Rasera

Valutazione Ambientale Strategica:
Giovanni Bisogni
Componente geologica, idrogeologica e sismica:
Studio geologico Trilobite

Il PGT prevede una serie di interventi, diffusi nel territorio comunale, che migliorano la qualità ambientale, paesaggistica ed ecosistemica della città.

Al fine di meglio applicare le Nature Based Solutions (NBS) proposte si è realizzato il seguente abaco, concepito come strumento per orientarsi nella scelta delle NBS più adatte e sulle modalità realizzativa. Tale abaco risulta coordinato e rappresenta una trasposizione a livello locale dell'abaco adottato dalla città Metropolitana di Milano all'interno del suo PTM: pur non appartenendo all'ambito metropolitano si ritengono in questa sede altamente valide e funzionali allo scopo gli estratti metodologici e disciplinari proposti.

L'abaco, oltre ad indicare quali siano le NBS più adatte, illustra schemi progettuali e buone pratiche su come attuare tramite le NBS le scelte di Piano e, a scala maggiore, le missioni di pianificazione per la costruzione delle Rete Ecologica sovracomunale (provinciale e regionale).

Il seguente abaco si differenzia da altri, in quanto essendo riferito al territorio comunale sono state selezionate le schede più inerenti, mettendo a sistema una selezione di azioni e riferimenti di manuali e di bibliografia più recente, prendendo in considerazioni casi italiani ed esteri, al fine di mostrare (con esempi ampiamente diffusi e in via di consolidamento) come fare e realizzare le NBS.

Le tipologie di intervento sono le seguenti:

- Gestione delle acque
- Verde tecnico in ambiente costruito
- Verde urbano a suolo

Nella scelta delle specie vegetali da utilizzare per i nuovi impianti si farà riferimento alle specie autoctone, che il progetto individua in due tipologie principali a seconda delle caratteristiche edafiche delle aree interessate dalla piantagione: specie igrofile per interventi in prossimità di rogge e canali; meso-igrofile per aree più asciutte, lungo le strade.

Tale documento è da considerarsi quale allegato provvisorio che potrà essere sostituito, senza costituire variante di Piano, con un una successiva versione realizzata appositamente sulle peculiarità della città.

ABACO INTERVENTI

1. GESTIONE DELLE ACQUE

Volume - Gestione acque
A.1 Canali vegetati – pag.2-4
A.2 Trincee infiltranti – pag.5-7
A.3 Aree bioritenzione vegetate – pag.8-11
A.4 Bacini di detenzione – pag.16-18
A.5 Stagni e zone umide/fitodepurazione – pag.19-22
A.6 Pavimentazioni permeabili – pag.23-25
A.7 Riapertura di corsi d'acqua urbani tombati – pag.26-28
A.8 Riqualificazione ambientale di piccoli corsi d'acqua in contesti periurbani – pag.29-33

2. VERDE TECNICO IN AMBIENTE COSTRUITO

A.9 Tetti verdi – pag.4-7
A.10 Pareti verdi– pag.8-10
A.11 Barriere verdi - pag.15-18
A.12 Percorsi a pergolato e verde sospeso – pag.19-21
A.13 Arredo urbano inverdito – pag.22-25

3. VERDE URBANO A SUOLO

A.14 Alberature stradali – pag.4-8
A.15 Giardini condivisi – pag.9-11
A.16 Orti urbani sostenibili – pag.12-17
A.17 Micro parchi - pag.18-20
A.18 Forestazione urbana – pag.21-24

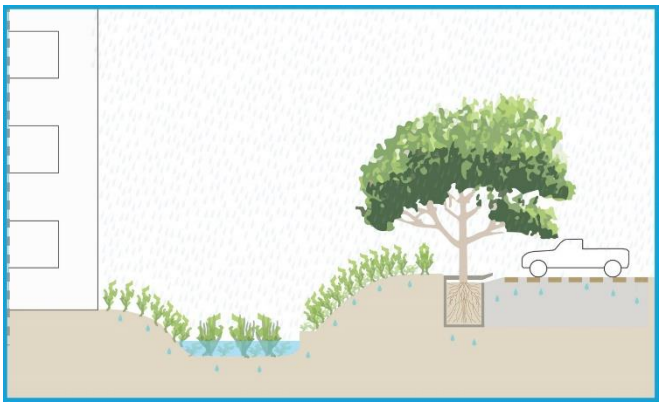
Fonte:
A. Soluzioni naturalistiche (NBS) per la Città Metropolitana di Milano: Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano

Autori: Bono L., Callerio M., Conte G., Rizzo A., Sejdullahu I., con la collaborazione di Ambiente Italia e CAP
Ed: 2020

INDICE

GESTIONE ACQUE 1
CANALI VEGETATI 2
TRINCEE INFILTRANTI 5
AREE DI BIORITENZIONE VEGETATE 8
BOX ALBERATI FILTRANTI 12
BACINI DI DETENZIONE 16
STAGNI E ZONE UMIDE/FITODEPURAZIONE 19
PAVIMENTAZIONI PERMEABILI 23
RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA URBANI TOMBATI 26
RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DI PICCOLI CORSI D'ACQUA IN CONTESTI PERIURBANI 29

GESTIONE ACQUE



La gestione delle acque e del drenaggio urbano con *Nature Based Solutions* è fondata su un approccio multidisciplinare che, sfruttando i diversi servizi ecosistemici, utilizza soluzioni naturali integrate che permettono di migliorare la risposta idrologica del territorio urbanizzato e ottenere benefici aggiuntivi in termini di qualità delle acque, aumento della biodiversità e aumento della fruizione di aree pubbliche.

Le principali tipologie analizzate riguardano sia la progettazione di interventi su strade, piazze e infrastrutture ad esse connesse che la riqualificazione di aree verdi e piccoli corsi d'acqua in area urbana e periurbana:

- i **canali vegetati** sono progettati per gestire una quantità di deflusso da una vasta area impermeabile, come un parcheggio o una strada; assorbono, immagazzinano e convogliano il deflusso delle acque superficiali, oltre a rimuovere inquinanti e sedimenti;
- le **trincee infiltranti** favoriscono l'infiltrazione dei volumi di runoff attraverso la superficie superiore della trincea e la loro successiva filtrazione nel sottosuolo attraverso i lati e il fondo della trincea;
- le **aree di bioritenzione** sono leggere depressioni del suolo ricoperte a verde, finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti;
- i **box alberati filtranti** sono dei piccoli sistemi di biofiltrazione costituiti principalmente da tre elementi: un box, del terreno e una specie vegetale;
- i **bacini di detenzione** sono spazi vegetati poco profondi, atti allo stoccaggio superficiale temporaneo e al controllo del flusso dell'acqua meteorica;
- gli **stagni e zone umide** sono bacini con uno specchio d'acqua permanente in cui vengono convogliate le acque di pioggia e possono raggiungere più obiettivi quali laminazione, trattamento delle acque di pioggia, aumento della biodiversità e delle potenzialità fruitive dell'area;
- i sistemi di **pavimentazioni permeabili** garantiscono il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso elementi modulari caratterizzati dalla presenza di vuoti o giunti che vengono riempiti con materiale permeabile, in modo da permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento;
- la **riapertura di corsi d'acqua urbani tombinati** prevede la demolizione della copertura, la ricostituzione di un substrato naturale e la riqualificazione vegetazionale con piante acquatiche e una fascia riparia arbustiva/arborea;
- la **riqualificazione ambientale di piccoli corsi d'acqua in contesti periurbani** permette di gestire meglio le portate in eccesso adattandosi agli eventi estremi, contribuendo anche a ridurre l'inquinamento diffuso, oltre a fornire un fondamentale supporto per la biodiversità.

CANALI VEGETATI

GESTIONE ACQUE

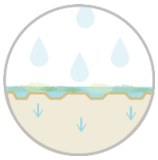
Fonte: Green Earth Operations

DEFINIZIONE

I canali vegetati sono progettati per gestire una quantità di deflusso da una vasta area impermeabile, come un parcheggio o una strada. Assorbono, immagazzinano e convogliano il deflusso delle acque superficiali, oltre a rimuovere inquinanti e sedimenti quando l'acqua scorre attraverso la vegetazione e lo strato di suolo. La scelta della vegetazione per i canali vegetati è variabile ma le piante autoctone radicate sono comuni e preferibili. La loro ampia applicazione rappresenta un contributo significativo alla gestione e al controllo locale delle acque meteoriche.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano	X	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani	X		

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche
		
Raccolta delle acque meteoriche	Tutela delle biodiversità	

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	

DESCRIZIONE

I canali vegetati possono essere bagnati o asciutti e si presentano come fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica. Le sponde sono inerbite o vegetate con piante resistenti alle alluvioni e alle erosioni. All'interno dei canali vegetati il deflusso di acqua viene attenuato, facendolo scorrere a una velocità più bassa e controllata. Funge principalmente da mezzo filtrante e rimozione degli inquinanti mediante la captazione del flusso di acqua piovana.

L'acqua che scorre in esso lungo la sua lunghezza si muove lentamente attraverso l'erba che rallenta e filtra i flussi d'acqua superficiale, consentendo l'infiltrazione di parte delle acque nel sottosuolo ed esercitando anche un effetto di laminazione con conseguente riduzione della velocità dell'acqua. L'acqua proveniente dalla superficie drenata che si trova temporaneamente immagazzinata viene successivamente rilasciata in un sistema di stoccaggio o di scarico.

I canali vegetati possono essere utilizzati al posto delle classiche tubazioni di fognatura, permettendo di convogliare le acque di pioggia senza l'utilizzo di caditoie, cordoli o pozzetti stradali. Sono tipicamente usati per convogliare le acque di pioggia, anche se occorre, sempre prevedere una tubazione di troppo pieno per eventi meteorici intensi. Esistono due tipologie di canali vegetati: asciutti e bagnati.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Il dimensionamento dei canali vegetati deve tenere conto di tre elementi:

1. adeguata capacità di convogliamento delle portata di progetto;
2. adeguata gestione delle portate massime previste, con eventuale dimensionamento dei sistemi di collettamento delle acque di troppo pieno;
3. svuotamento di metà delle acque drenate dai canali vegetati in massimo 24 ore, in modo da garantire la funzionalità degli stessi per eventi meteorici successivi.

Nella progettazione di un canale vegetato asciutto è importante determinare innanzitutto la sezione di deflusso rispetto alla portata massima di progetto, in modo da definire le caratteristiche geometriche della stessa (larghezza, lunghezza e pendenze laterali).

È importante conoscere la profondità della falda per verificare la possibilità di progettare un canale asciutto e di capire se sia possibile infiltrare quota parte delle acque convogliate (distanza minima 1 m). Nel caso sia necessario proteggere l'acquifero sottostante, i canali vegetati possono essere impermeabilizzati per mezzo di telo impermeabile. Si suggerisce di usare canali vegetati per convogliare acque di pioggia drenate da superfici inferiori a due ha.

È preferibile una alimentazione delle acque nei canali vegetati lateralmente e non in singoli punti di immissione. Nel caso non sia possibile, adeguati sistemi di dissipazione di energia devono essere implementati nei punti di immissione (p.es., blocchi di pietra).

Per ridurre la pendenza è suggerito di prevedere dei piccoli sbarramenti di controllo, realizzabili in diversi materiali, che possono anche avere funzione di arredo (p.es. legno, muratura, pietrame). È bene prevedere, a valle degli sbarramenti, dei sistemi per il controllo dell'erosione.

Un'attenzione particolare deve essere data alla tipologia di manto erboso utilizzato nei canali asciutti, il quale deve sopportare periodi prolungati sia di siccità che di piogge, oltre all'accumulo di sedimenti e detriti. Il manto erboso deve essere, inoltre, tollerante ad alte concentrazioni saline nel caso di utilizzo delle fasce filtranti per acque piovane provenienti da strade a rischio gelo invernale (spargimento di sale anti-gelo).

Per la specie vegetali a dimora nei canali bagnati valgono le stesse considerazioni fatte per il manto erboso; è da preferire la piantumazione di specie native del sito. Si sconsiglia una piantumazione fitta, in modo da favorire un naturale sviluppo della vegetazione nel canale.

I canali vegetati devono essere posizionati dove esiste spazio sufficiente per accogliere la profondità e la larghezza di stoccaggio supplementari.

I canali vegetati bagnati vanno dimensionati con cura se si prevede la loro realizzazione in aree residenziali ad alta densità, onde evitare di generare zone stagnanti e successiva formazione di cattivi odori e proliferazione di zanzare.

Si sconsiglia l'utilizzo in aree particolarmente calde, per evitare l'irrigazione forzata, e in aree molto fredde per evitare di affrontare carichi elevati di neve e profondità di gelo significative.

Si deve porre, inoltre, attenzione a non posizionare i canali vegetati in zone con eccessiva ombreggiature, onde evitare di limitare la crescita dell'erba.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
- Efficacia nel rimuovere sedimenti grazie all'azione di filtraggio esercitata dalla vegetazione.
- Riduzione del volume delle acque di dilavamento.
- Contributo alla riduzione di superfici impermeabili.
- Contributo alla rinaturalizzazione del contesto in cui vengono inseriti.

Svantaggi
- Rischio di erosione se non correttamente progettati.
- In zone residenziali, possibile creazione di problemi derivanti dall'acqua stagnante, se non correttamente progettati.

ASPETTI MANUTENTIVI

Sono necessari controlli e manutenzione regolari. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, quindi con un minimo aggravio di costi.

Nel caso di canali vegetati progettati con un alto valore estetico, sono da considerare interventi manutentivi da parte di giardinieri.

Tipicamente, è sconsigliato l'uso di fertilizzanti per i canali vegetati, ed è da evitare in caso di posizionamento dei canali in aree di acquifero sensibile.

Manutenzione periodica
- Sfalcio del manto erboso e delle piantumazioni;
- rimozione dei sedimenti;
- ispezione delle sponde e del letto per individuare eventuali processi erosivi;
- ripulitura del canale da rifiuti e detriti depositatesi.

Manutenzione annuale
- Esaminare la pendenza del fango secco e la velocità di infiltrazione.

BUONE PRATICHE

Queen Caroline Estate, Londra (UK)

https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/queen_caroline_estate_london.html

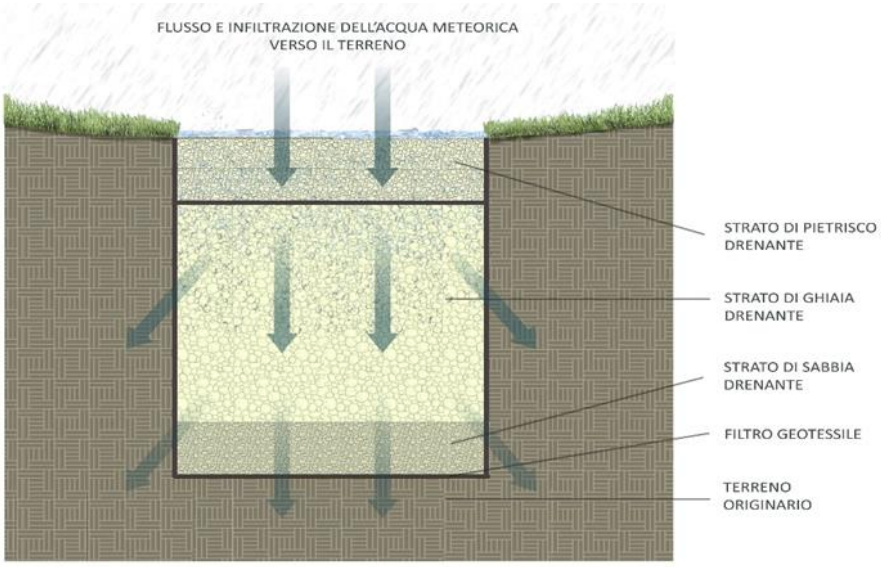
Melton School, Mowbray (UK)

https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/melton_school_suds_scheme_mowbray.html

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].

TRINCEE INFILTRANTI	GESTIONE ACQUE



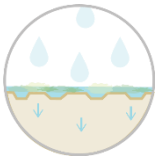
Fonte: Comune di Bologna

DEFINIZIONE

Le trincee infiltranti vengono realizzate con lo scopo di favorire l'infiltrazione dei volumi di runoff attraverso la superficie superiore della trincea e la loro successiva filtrazione nel sottosuolo attraverso i lati e il fondo della trincea. Sono in grado di rimuovere un'ampia tipologia di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi di assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica. Si parla di trincee infiltranti (*infiltration trenches*) quando sono considerate come elemento puntuale (punto di accumulo ed infiltrazione), mentre, se l'obiettivo è creare un elemento lineare per portare le acque di pioggia da un punto A a un punto B, sono tipicamente equipaggiate con un dreno e si parla di dreni filtranti (*filter drains*).

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	X	quartiere	X	urbano	X	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore		rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche
		
Raccolta delle acque meteoriche		

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Miglioramento estetico		

DESCRIZIONE

Le trincee infiltranti sono costituite da scavi in trincea, in genere a sezione rettangolare, riempiti con materiale inerte naturale ghiaioso e sabbioso, ad elevata permeabilità. L'acqua infiltrata viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento o utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante da parti fini, lo scavo può essere completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

La trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo delle acque filtrate nel terreno sottostante dalle 12 alle 24 h successive alla fine dell'evento di pioggia, e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento, contribuendo così anche al mantenimento del bilancio idrico del sito stesso e alla ricarica delle falde sotterranee.

La progettazione degli impianti d'infiltrazione deve tener conto soprattutto:
- della permeabilità del terreno presente;
- delle caratteristiche della falda;
- dell'eventuale inquinamento delle acque meteoriche.

I criteri di dimensionamento idraulico dei sistemi di infiltrazione necessitano di confrontare:
- le portate in arrivo al sistema dove si fa riferimento a tempi più o meno lunghi (in funzione del grado di tutela della zona) e a piogge di breve durata e notevole intensità;
- la capacità di infiltrazione del terreno;
- l'eventuale volume invasato nel sistema.

Nel caso in cui le trincee infiltranti siano inserite per intercettare il runoff destinato a valle per eventi di pioggia frequenti e a bassa intensità, tali soluzioni sono tipicamente dimensionate per intercettare fino a 5 mm di altezza di pioggia ricadente sull'area drenata.

È buona regola prevedere a monte di una trincea filtrante un dispositivo in grado di effettuare il pre-trattamento delle acque di pioggia, quale ad esempio una trappola per sedimenti o una griglia, al fine di evitare che l'afflusso di sedimenti e materiale grossolano causi l'intasamento della trincea.

Si consiglia di tenere la base della trincea ad almeno 1 metro di distanza dalla falda acquifera per i seguenti motivi:
- minimizzare il rischio di contaminazione da parte dell'acqua meteorica;
- ridurre il rischio di aumento del livello di falda durante eventi piovosi, con conseguente riduzione del volume utile della trincea infiltrante;
- garantire una sufficiente area insatura tra la trincea e la falda, in modo da massimizzare la capacità di infiltrazione.

Sono particolarmente adatte in zone sia commerciali che residenziali a medio-alta densità, in cui l'area drenata sia inferiore a due ha e il tipo di suolo presente sia abbastanza permeabile da garantire una sufficiente velocità di infiltrazione.

Non vi sono particolari restrizioni per la destinazione d'uso delle superfici al di sopra della trincea.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
- Discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e assorbimento.
- Ricarica delle acque sotterranee.
- Limitate attività di manutenzione.
- Basso fabbisogno di superficie (di regola meno del 10% della superficie impermeabile del bacino drenato).
- Buona capacità d'accumulo.

Svantaggi

- Bassa capacità di laminazione.
- Possibilità di fuga delle sostanze oleose (a meno di non installare in testa uno scolmatore delle acque di prima pioggia seguito da un disoleatore).
- Possibilità di intasamenti in aree in cui si ha un elevato trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia.

ASPETTI MANUTENTIVI

Manutenzione ordinaria

- Ispezioni e rimozione di sedimenti accumulati per prevenire l'intasamento del filtro;
- rimozione di sedimenti accumulati e oli/grassi dai pretrattamenti;
- asportazione e sostituzione dello strato di ghiaia fine quando intasato.

Manutenzione annuale

- Pulizia e taglio delle specie erbacee presenti sulla fascia inerbita.

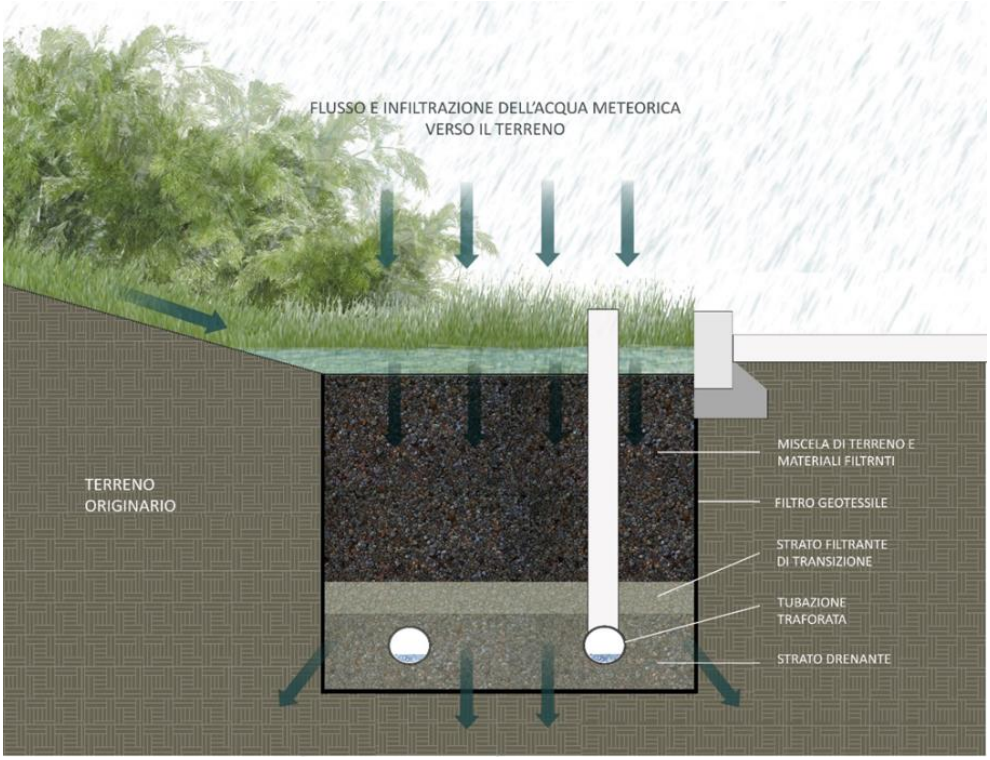
BUONE PRATICHE

Haubner, S.M., 2001. Georgia Stormwater Management Manual.

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].
- Comune di Bologna, «Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici,» 2018. [Online]. Available: http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2018/07/Linee-Guida-SUDS-Bologna_EIB_rev1.pdf. [Consultato il giorno 10 2019].

AREE DI BIORITENZIONE VEGETATE	GESTIONE ACQUE



Fonte: Comune di Bologna

DEFINIZIONE

Le aree di bioritenzione sono leggere depressioni del suolo ricoperte a verde, finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti.

Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta con ottime rimozioni dei principali inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento: SST: >90%, P tot >80%, N tot 50%, Metalli (zinco, piombo, cadmio) >90%. Inoltre, le aree di bioritenzione hanno un effetto benefico anche in termini di riduzione del rischio idraulico, aumento della biodiversità, oltre a poter essere utilizzate come elemento di arredo urbano.

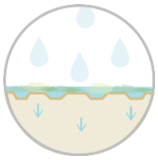
SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	**X**	quartiere	**X**	urbano	**X**	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	**X**	riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	

		
Raccolta delle acque meteoriche	Tutela delle biodiversità	Mitigazione microclima

DESCRIZIONE

Le acque di dilavamento vengono convogliate tramite deflusso superficiale all'area di bioritenzione vegetata. Nell'area di ristagno si ha un accumulo temporaneo e un ulteriore deposizione di materiale trasportato. Lo strato filtrante effettua una prima filtrazione delle acque meteoriche e favorisce la crescita di microorganismi che provvedono a una degradazione della materia organica trasportata. Lo spessore del pacchetto di inerti svolge la funzione di sistema di filtrazione; le particelle del suolo, se presenti, forniscono siti per l'adsorbimento di inquinanti. La vegetazione garantisce la stabilità dell'area di bioritenzione e partecipa all'azione di trattenimento degli inquinanti.

Per aree di bioritenzione di minori dimensioni e a servizio di una singola abitazione o edificio, si tende a parlare di *rain gardens*.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Le aree di bioritenzione sono tipicamente dimensionate con una area pari al 2-4% dell'area drenata.

È preferibile evitare l'impermeabilizzazione delle aree di bioritenzione e permettere l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque di pioggia trattate. In tal caso, le componenti da considerare in fase di progettazione sono:

- caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del terreno;
- distanza dall'acquifero (minimo 1 m).

Nel caso in cui le aree di bioritenzione siano inserite per intercettare il runoff destinato a valle per eventi di pioggia frequenti e a bassa intensità, tali soluzioni sono tipicamente dimensionate per intercettare fino a 5 mm di altezza di pioggia ricadente sull'area drenata o, più in generale, eventi con tempo di ritorno 1 anno.

Questi sistemi filtranti vegetati vengono progettati per avere tempi di drenaggio delle acque accumulate, dopo l'evento atmosferico, non superiori alle 24-48 ore, così da garantire tempi di residenza sufficienti per la rimozione degli inquinanti e, allo stesso tempo, prevenire il ristagno delle acque e la proliferazione degli insetti.

Le aree di bioritenzione sono tipicamente progettate per trattare le acque di runoff di eventi di pioggia frequenti (basso tempo di ritorno); è bene, quindi, prevedere un troppo pieno per lo scarico delle acque per eventi di pioggia intensi, da posizionare, se possibile, in prossimità del punto di immissione delle acque.

È preferibile avere una superficie orizzontale, in modo da permettere una omogenea distribuzione delle acque di pioggia tutta la superficie utile. Per l'inserimento in aree ripide è suggerito, quindi, di prevedere dei piccoli sbarramenti di controllo, realizzabili in diversi materiali che possono anche avere funzione di arredo (p.es. legno, muratura, pietrame). E' bene prevedere, a valle degli sbarramenti, dei sistemi per il controllo dell'erosione.

Il medium di riempimento è tipicamente una miscela di materiale sabbioso ghiaioso, ad alta capacità infiltrante, con limitate percentuali di compost (massimo 25%) e terreno del sito (massimo 25%).

Per la scelta della vegetazione è bene prevedere il coinvolgimento di architetti paesaggisti, agronomi o vivaisti. In generale, le caratteristiche da considerare per la scelta delle vegetazione da mettere a dimora sono:

- adattamento a condizioni asciutto/bagnato;
- adattamento al carico inquinante veicolato dalle acque di pioggia;
- capacità di penetrazione delle radici;
- preferenza per piante native;
- inserimento paesaggistico;
- disponibilità di piante in vivai vicini al sito;

- ridotta necessità di manutenzione;
- altezza delle piante (da considerare per motivi di sicurezza della visuale stradale).

Le aree di bioritenzione sono tipicamente progettate per ricevere le acque di runoff senza ausilio di condotte fognarie classiche, ma per mezzo di apposite aperture posizionate lungo, ad esempio, i cordoli stradali (minimo 500 mm). In prossimità di tali aperture sono da prevedere adeguati sistemi di dissipazione di energia (p.es., blocchi di pietra), per limitare il rischio di erosione.

Nel caso di acque di dilavamento con alto carico di sedimenti è consigliato prevedere, prima dell'immissione nell'area di bioritenzione, una trappola per sedimenti, delle fasce filtranti o, per grandi aree drenate, uno stagno. In alternativa, è possibile prevedere un'area ad alta densità vegetazionale all'ingresso dell'area di bioritenzione.
Le aree di ritenzione possono essere facilmente inserite all'interno del tessuto urbano perché flessibili e adattabili al paesaggio. Possono avere forme più naturaliformi se inserite in aree a bassa densità abitativa, o più rigide in aree ad alta densità. Per tali motivi, forniscono un'ottima soluzione per il retrofitting di aree verdi in chiave SuDS.

Nel caso dei raingarden, essi possono configurarsi come delle aiuole negli spazi verdi esterni degli edifici.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
- Alta capacità di rimozione degli inquinanti.
- Richiede poca manutenzione.
- Riduzione del volume e della portata di picco.
- Riduzione del tempo di corrivazione.
- Potenziale elemento di arredo urbano.
- Aumento biodiversità.
- Riduzione isole di calore.

Svantaggi
- Richiede superfici piuttosto elevate (anche se poi tali superfici risultano fruibili e contribuiscono all'inserimento ambientale).
- Suscettibile di intasamento se il paesaggio circostante non è ben gestito.

ASPETTI MANUTENTIVI

Sono necessari controlli e manutenzione regolari. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, quindi con un minimo aggravio di costi.

Nel caso di aree di bioritenzione progettate con un alto valore estetico, sono da considerare interventi manutentivi da parte di giardinieri.

Tipicamente, è sconsigliato l'uso di fertilizzanti, erbicidi e pesticidi per le aree di bioritenzione, ed è da evitare in caso di posizionamento delle fasce in aree di acquifero sensibile.

Manutenzione trimestrale
- Rimozione dei rifiuti / detriti.
- Controllare stato di salute delle piante (malattie, scarsa crescita, presenza di piante invasive).
- Controllo e pulizia dell'ingresso / uscita.
- Controllo corretta capacità di filtrazione.

Manutenzione annuale
- Controllo e pulizia dei canali drenanti (se presenti).
- Sfalcio della vegetazione (frequenza variabile in funzione della tipologie di piante messe a dimora).

Riparazione (tipicamente dopo 20 anni)
- Sostituzione dello strato di pacciamatura (se presente) e di ogni altro strato se sottoposto a intasamento.

BUONE PRATICHE

Centro di ricerche Kerakoll, Sassuolo (MO - Italia)

http://www.iridra.eu/it/applicazioni/drenaggio-urbano-sostenibile.html

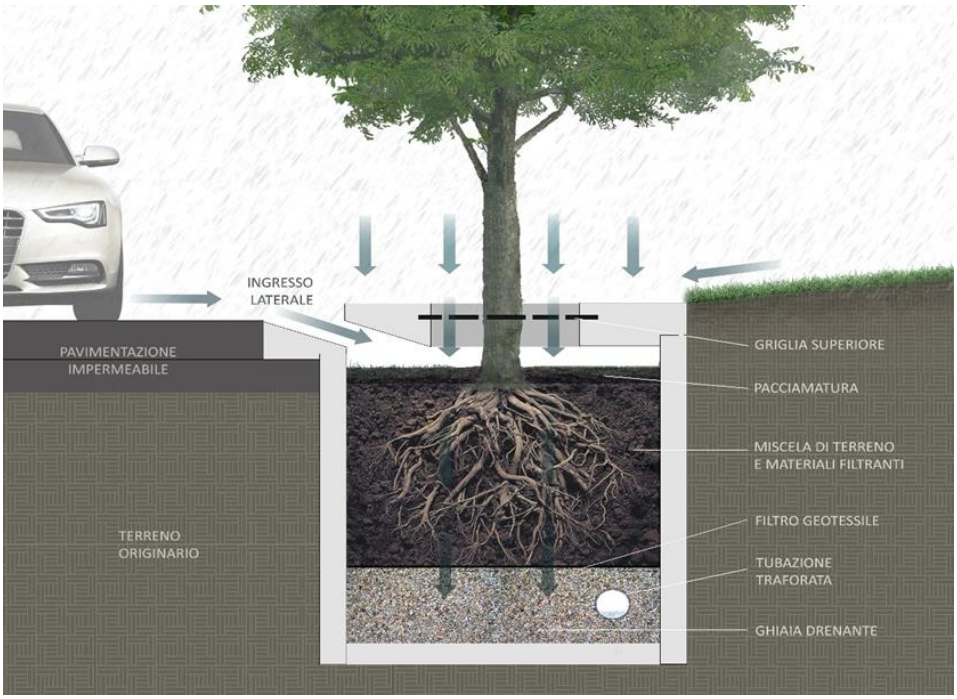
Zona residenziale, Preganziol (TV - Italia)

http://www.iridra.eu/it/applicazioni/drenaggio-urbano-sostenibile.html

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].
- Comune di Bologna, «Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici,» 2018. [Online]. Available: http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2018/07/Linee-Guida-SUDS-Bologna_EIB_rev1.pdf. [Consultato il giorno 10 2019].

BOX ALBERATI FILTRANTI	GESTIONE ACQUE



Fonte: Comune di Bologna

DEFINIZIONE

I box alberati filtranti sono dei piccoli sistemi di biofiltrazione costituiti principalmente da tre elementi: un box, del terreno e una specie vegetale.

Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua, in analogia alle aree di biorenzione, coniugando tutti i maggiori vantaggi forniti dalle alberature in ambiente urbano, in termini di riduzione di isole di calore e miglioramento della qualità dell'aria.

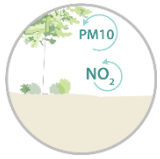
SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	X	quartiere	X	urbano	X	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani	X		

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche

Depurazione delle acque meteoriche

Laminazione delle acque meteoriche



Riduzione inquinamento atmosferico

Tutela delle biodiversità

Mitigazione microclima

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

DESCRIZIONE

I box sono interrati e costituiti, ad esempio, da strutture in calcestruzzo prefabbricato, possono essere camere a fondo chiuso o aperto in relazione alla possibilità dell'acqua di poter infiltrarsi o meno nel terreno, come ad esempio in terreni argillosi. Il terreno al suo interno è composto da una particolare miscela di substrati e materiali filtranti appositamente formulata per filtrare l'acqua che riceve. Nel terreno sono innestate specie arboree o arbustive, preferibilmente autoctone, capaci di resistere a condizioni di stress, derivanti da periodi alterni di piovosità e dunque bagnatura del terreno, a periodi di siccità e secco. Il sistema filtrante del box alberato permette la rimozione delle sostanze inquinanti presenti nelle acque piovane, filtrandole prima del rilascio nel sistema fognario o nel sottosuolo.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Il numero e le dimensioni dei box alberati filtranti vengono regolati in base alla portata di acqua che devono supportare e alle caratteristiche dimensionali del suolo.

I box alberati vanno progettati garantendo, come primario interesse, condizioni adeguate allo sviluppo dell'alberatura, cioè facendo attenzione a garantire:

- sufficiente spazio per lo sviluppo dell'apparato radicale;
- adeguato medium di riempimento;
- condizioni adeguate allo scambio di gas;
- adeguato drenaggio;
- adeguati quantitativi idrici.

Un adeguato apporto idrico può essere garantito prevedendo delle zone di accumulo al fondo del box, accettando, comunque, che l'albero sia soggetto a brevi periodi di inondazione. È necessario verificare che l'area drenata sia in grado di supplire alla richiesta idrica delle piantagioni messe a dimora.

Il medium di riempimento deve essere sia in grado di drenare l'acqua di pioggia che garantire un sufficiente apporto di nutrienti all'albero. In termini volumetrici, il quantitativo di materiale necessario dipende dal tipo di piantagione messa a dimora, ed è una componente cruciale da considerare in fase di progettazione. In termini di profondità, per la maggior parte delle alberature utilizzabili in ambiente urbano sono sufficienti 2 m. Particolare attenzione deve essere data anche al pH dei materiali utilizzati, onde evitare condizionamenti sulla crescita di piante con intervallo di tollerabilità al pH diverso dai valori dovuti ai materiali di riempimento. Con un medium di riempimento opportunamente progettato, i box alberati filtranti possono garantire rimozioni degli inquinanti in linea con quelli ottenibili con aree di bioritenzione vegetale.

Questi sistemi filtranti vegetati vengono progettati per avere tempi di drenaggio delle acque accumulate, dopo l'evento atmosferico, non superiori alle 48 ore, per evitare di compromettere la salute dell'albero.

È preferibile evitare l'impermeabilizzazione dei box infiltranti e permettere l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque di pioggia trattate. In tal caso, le componenti da considerare in fase di progettazione sono:

- caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del terreno;
- distanza dall'acquifero (minimo 1 m).

La scelta delle alberature dipende da componenti sia tecniche (adattabilità a condizioni di asciutto/bagnato) che estetico/paesaggistico/fruitive, e deve essere sempre supportata da un architetto paesaggista o un agronomo. In generale, le caratteristiche desiderate dalle alberature per questi sistemi sono:

- chioma ben sviluppata;
- lunga aspettativa di vita;
- crescita rapida;
- tolleranza a periodi di siccità;
- tolleranza a brevi periodi di allagamento;
- resistenza agli inquinanti presenti nelle acque e nell'aria in ambiente urbano;
- esteso sviluppo radicale;
- corteccia ruvida;

- fogliame opaco;
- rami a sviluppo verticale;
- tolleranza a acque saline (in caso di posizionamento in aree a rischio di gelo invernale, per il sale usato sulle strade).

Il box può essere realizzato con vari materiali (plastica, calcestruzzo, acciaio) e deve essere in grado di supportare i carichi statici e dinamici a cui può essere soggetto, prevenendo il compattamento del materiale di riempimento.

Il carico veicolare può essere anche distribuito su reti interne al box (per esempio reti a nido d'ape in HDPE), riducendo lo spessore dei muri di contenimento, ma permettendo, al tempo stesso, di avere spazio sufficiente per lo sviluppo di radici e lo scambio di gas.

La parte superiore del box ha tipicamente una grata per proteggere il sistema da detriti e foglie. Questa griglia ha principalmente una funzione di sicurezza, ma serve anche a filtrare alcuni inquinanti.

I box alberati filtranti sono tipicamente progettati per accumulare piccole quantità di acque sulla superficie, tipicamente non più di 5 mm dell'area drenata; è bene, quindi, prevedere un troppo pieno per lo scarico delle acque per eventi di pioggia intensi, da posizionare, se possibile, in prossimità del punto di immissione delle acque.

L'alimentazione dei box alberati filtranti può essere fatta diversi modi, ad esempio con apposite aperture nei cordoli stradali.

I box alberati filtranti sono altamente adattabili e integrabili nell'ambiente circostante e possono essere utilizzati per tutti gli sviluppi e in tutte le condizioni di suolo e pendenza. Un box alberato migliora l'estetica delle strade, dei quartieri e parcheggi dove vengono impiegati, aumentando la zona d'ombra disponibile.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
- Riduzione del volume di deflusso delle acque piovane, intercettate dalla chioma.
- Miglioramento della qualità delle acque.
- Aumento dell'infiltrazione delle acque sotterranee e di ricarica.
- Fornisce un controllo locale dei fenomeni di inondazioni.
- Richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e richiede una bassa manutenzione.
- Riduzione isole di calore.
- Elemento di arredo urbano.
- Riduzione del rumore.
- Aumento della biodiversità.
- Riduzione CO2 in ambiente urbano.

Svantaggi
- La manutenzione sarà maggiore nel primo periodo post realizzazione, allo scopo di permettere l'attecchimento della pianta.
- Ricezione di piccoli volumi di acqua, pertanto non adatta a gestire eventi di notevole intensità.

ASPETTI MANUTENTIVI

Sono necessari controlli e manutenzione regolari. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, quindi con un minimo aggravio di costi.

Gran parte della manutenzione dei box alberati filtranti riguarda lo stato di salute dell'albero, perciò non differisce dagli interventi manutentivi ordinari per alberature urbane.

Manutenzione ordinaria
- La rimozione di eventuali rifiuti depositati superficialmente.

Manutenzione periodica

- Ispezione periodica degli impianti e componenti strutturali;
- Pulizia dei meccanismi di afflusso e deflusso;
- Verifiche del suolo e delle sostanze contenute in esso, questo per evitare la presenza di inquinanti che possono essere dannosi per la vegetazione.

Manutenzione annuale

- Rimozione / sostituzione annuale di pacciame, stallatico;
- Potatura degli alberi.

Manutenzione ogni 5 o 10 anni

- Sostituzione albero.

BUONE PRATICHE

Bourke Street, Melbourne (Australia)

http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf

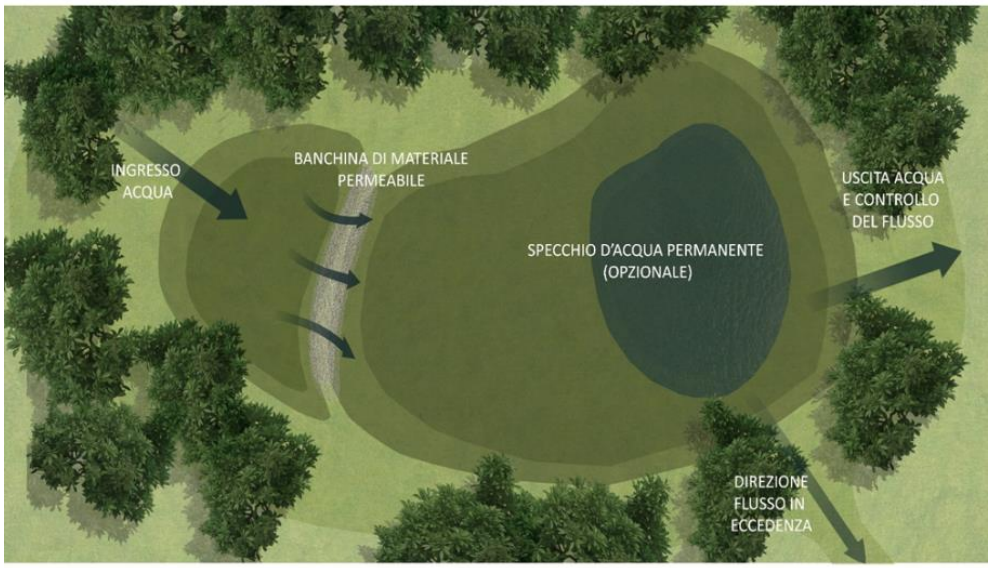
Portland, Oregon (USA)

http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].

BACINI DI DETENZIONE	GESTIONE ACQUE



Fonte: Comune di Bologna

DEFINIZIONE

I bacini di detenzione sono spazi vegetati poco profondi, atti allo stoccaggio superficiale temporaneo e al controllo del flusso dell'acqua meteorica.

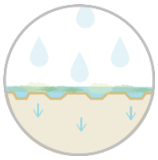
SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	**X**	urbano	**X**	extraurbano	**X**
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	**X**	riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	Aumento socialità

		
Raccolta delle acque meteoriche	Tutela delle biodiversità	Mitigazione microclima

DESCRIZIONE

Si tratta di aree costituite da piccoli invasi dal fondo permeabile, progettate per rimanere asciutte la maggior parte del tempo.

Il loro funzionamento è quello di ricevere e trattenere temporaneamente le acque di pioggia a seguito degli eventi metereologici, per poi svuotarsi lentamente nell'arco di 24 ore attraverso sistemi di filtrazione installati per tenere fuori i detriti.

Svolgono sia la funzione di controllare il deflusso superficiale dell'acqua sia quella di permettere la sedimentazione dei solidi sospesi presenti nelle acque di prima pioggia, pertanto devono essere dimensionati per assolvere a entrambe le funzioni. Sostanzialmente, assolvono la funzione delle vasche volano, ma inserite in un tessuto urbano con approccio multifunzionale, cioè sfruttandole anche a scopo fruitivo.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

I bacini di detenzione devono essere realizzati evitando ogni tipo di rivestimento dell'alveo e delle sponde, ad eccezione di quelli necessari a proteggere i manufatti idraulici.

I bacini di detenzione sono tipicamente non impermeabilizzati, date le vaste superfici. L'impermeabilizzazione è da prendere in considerazione solo in aree con alta vulnerabilità della falda.

Nei bacini non impermeabilizzati, se possibile, è consigliato dimensionare le aree di infiltrazione in modo da infiltrare un volume di pioggia pari a 5 mm sulla superficie drenata.

È consigliata prevedere un'area di calma all'ingresso del bacino, delimitata ad esempio da una banchina di materiale permeabile (ad esempio pietrame), in grado di ridurre le velocità in ingresso e permettere la sedimentazione del materiale solido convogliato dalle acque di pioggia.

Si consiglia di prevedere sempre un troppo pieno per lo scarico delle acque per eventi di pioggia intensi al di sopra dell'evento di progetto (p.es. tempo di ritorno 200 anni), da posizionare, se possibile, in prossimità del punto di immissione delle acque.

La capacità di trattamento delle acque di runoff può essere massimizzata prevedendo piccoli stagni e zone umide all'uscita dei bacini di detenzione.

Le aree a maggior vocazione fruitiva possono essere progettate come allagabili frequentemente, con tempi di ritorno di 1-5 anni.

I manufatti di ingresso e di uscita delle acque non devono essere resi accessibili alla popolazione, ma solo al personale addetto alla manutenzione. In prossimità dell'ingresso è da prevedere un adeguato sistema di dissipazione di energia (p.es., blocchi di pietra), per limitare il rischio di erosione. All'uscita è tipicamente necessario un manufatto di controllo, con tubazioni che fungano da bocca tarata e un sistema di troppo pieno (p.es. stramazzo). È da valutare il posizionamento di sistemi di dissipazione dell'energia anche all'uscita del bacino di detenzione.

I bacini di detenzione sono tipicamente vegetati con prato, ma è possibile prevedere l'inserimento di altre specie per aumentare il valore paesaggistico e la biodiversità dell'area. Piantagioni possono essere messe a dimora sulle sponde per aumentarne la stabilità. Alcuni bacini di detenzione non vegetati sono stati implementati con successo in aree ad

alta urbanizzazione, come ad esempio la Water Plaza di Rotterdam. Un minimo di 100 mm di suolo è necessario in caso di bacini di detenzione vegetati.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
- Riceve una vasta gamma di eventi di pioggia.
- Buona riduzione del flusso di picco.
- Sistema semplice da progettare e costruire.
- Richiede poca manutenzione.

Svantaggi
- Profondità di detenzione limitate ai livelli di ingresso e uscita del sistema.
- Interventi estensivi che richiedono un'ampia area per la realizzazione.

ASPETTI MANUTENTIVI

È importante garantire un accesso in sicurezza ai bacini di detenzione per le attività di manutenzione. Le operazioni di manutenzione sono da effettuare principalmente dopo eventi meteorici intensi. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, quindi con un minimo aggravio di costi.

Manutenzione ordinaria
- Rimozione detriti e rifiuti;
- sfalcio della vegetazione;
- ispezione sistemi di ingresso/uscita ed eventuale pulizia;
- monitoraggio e rimozione dei sedimenti, se richiesto.

BUONE PRATICHE

Water Plaza, Rotterdam (Olanda)

https://www.rinnovabili.it/bozze/water-squares-piazze-dacqua-attirano-la-pioggia-564/

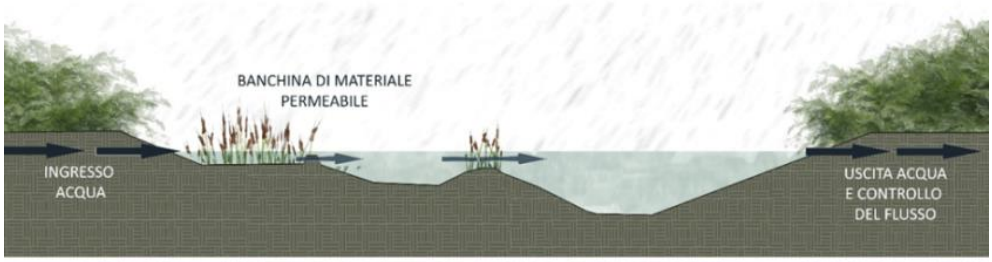
Area residenziale di Hamilton, Leicester (UK)

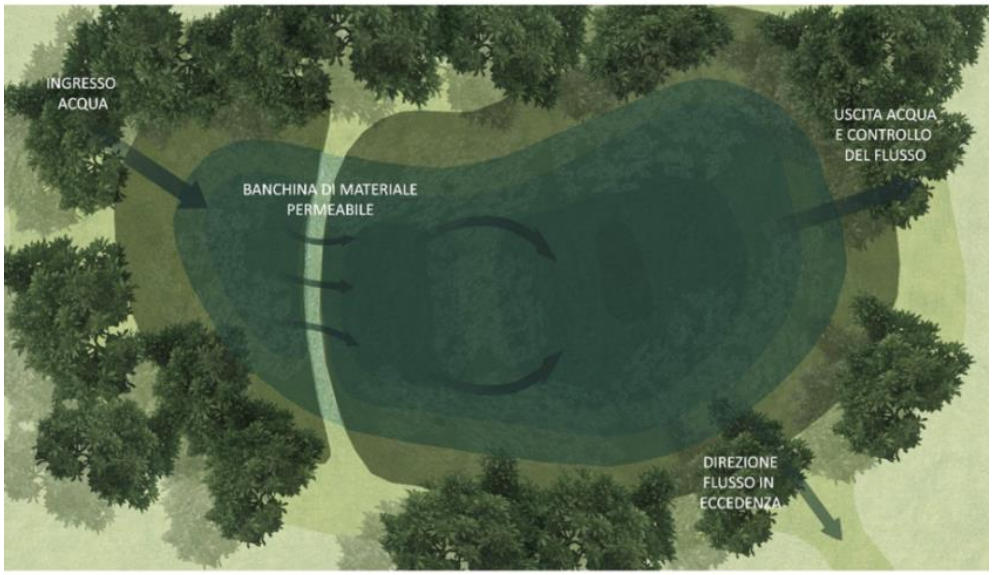
http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].

STAGNI E ZONE UMIDE/FITODEPURAZIONE	GESTIONE ACQUE





Fonte: Comune di Bologna

DEFINIZIONE

Gli stagni e zone umide sono bacini con uno specchio d'acqua permanente in cui vengono convogliate le acque di pioggia e possono essere progettati per raggiungere più obiettivi quali laminazione, trattamento delle acque di pioggia, aumento della biodiversità e delle potenzialità fruitive dell'area.

Si parla di fitodepurazione (principalmente a flusso sommerso) quando questi sistemi vengono progettati principalmente per il trattamento delle acque di prima pioggia di reti separate o le acque di sfioro di reti miste.
Se utilizzate per il trattamento degli sfioratori da fognatura mista, si prediligono impianti di fitodepurazione a flusso sommerso (cioè senza che l'acqua rimanga in superficie durante i periodi secchi); ciò, tuttavia, non comporta una impossibilità di inserimento paesaggistico in aree ad al alta valenza fruitiva.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano	X	extraurbano	X
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche

Depurazione delle acque meteoriche

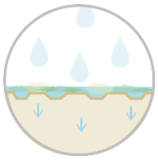
Laminazione delle acque meteoriche

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

Aumento socialità

		
Raccolta delle acque meteoriche	Tutela delle biodiversità	Mitigazione microclima

DESCRIZIONE

Gli stagni e zone umide possono avere aree a diverse profondità, in modo da poter mettere a dimora diverse specie vegetali. Si parla di stagni quando sono prevalenti le aree a specchio libero più profonde su quelle vegetate, mentre si parla di zone umide quando la maggior parte dell'area è a profondità più bassa e vegetata.
Tali sistemi possono prevedere un innalzamento del pelo libero nel caso si voglia laminare le acque di pioggia. Allo stesso modo, si può prevedere che il pelo libero oscilli in modo da accumulare le acque di pioggia ai fini di riuso (p.es. irrigazione delle aree a verde).

Attraverso sistemi di trattamento, processi naturali e vegetazione acquatica emergente e sub-emergente, avviene la rimozione biologica degli inquinanti prima che l'acqua venga reimmessa nei corpi idrici.

Se utilizzate per il trattamento degli sfioratori da fognatura mista, si prediligono impianti di fitodepurazione a flusso sommerso (cioè senza che l'acqua rimanga in superficie durante i periodi secchi); ciò, tuttavia, non comporta una impossibilità di inserimento paesaggistico in aree ad al alta valenza fruitiva.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

È bene prevedere forme naturaliformi, adattabili alla topografia specifica e alle condizioni di terreno presenti sul sito, come così come il suo orientamento, l'aspetto e la vicinanza a altre caratteristiche paesaggistiche, edifici, ecc. In linea generale, le forme devono essere progettate secondo le seguenti indicazioni:

- punti di immissione graduali, evitando zone morte dovute ad angoli, massimizzando la capacità di sedimentazione aumentando il più possibile la sezione di flusso, riducendo le velocità;
- in caso di stagni o zone umide molto estese, dividere le stesse in più sottobacini, in modo da ottimizzare i processi di depurazione e facilitare le operazioni di gestione e manutenzione;
- prevedere per le zone umide aree a diverse profondità per massimizzare la biodiversità, mettendo a dimora diverse specie vegetali, con elofite in aree a profondità minori (massimo 40 cm in periodi secchi) e idrofite in aree a profondità maggiore (tipicamente 1 m);
- prevedere una zona di calma a profondità maggiore nel punto di uscita delle acque per evitare rischio di sollevamento dei sedimenti depositati.

È consigliabile prevedere un'area di calma all'ingresso del bacino, delimitata ad esempio da una banchina di materiale permeabile (ad esempio pietrame), in grado di ridurre le velocità in ingresso e permettere la sedimentazione del materiale solido convogliato dalle acque di pioggia. In alternativa, nel caso di acque maggiormente inquinate, o di scarichi da fognatura mista, è consigliato l'uso di un sedimentatore interrato come pretrattamento, in modo da ridurre l'impatto estetico (p.es. oli) e il rischio di cattivi odori.

È importante, specialmente per le zone umide che hanno una profondità d'acqua minore, stimare un bilancio idrico al fine di verificare che le immissioni siano sufficienti a compensare l'evapotraspirazione, in modo da prevenire il rischio di periodi senz'acqua o con acque eccessivamente stagnanti, le quali possono favorire la proliferazione di insetti.

Si consiglia di prevedere sempre un troppo pieno per lo scarico delle acque per eventi di pioggia intensi al di sopra dell'evento di progetto (p.es. tempo di ritorno 200 anni), da posizionare, se possibile, in prossimità del punto di immissione delle acque.

Gli stagni e le zone umide sono tipicamente impermeabilizzanti con geomembrana plastica, a meno di particolari condizioni favorevoli del suolo (alto contenuto di argille e minima infiltrazione). Al di sopra viene posto uno strato di

ghiaia. Inoltre, il fondo delle zone umide a flusso superficiale è realizzato ponendo uno strato di terreno, volto a permettere la messa a dimora delle piante. Dato il basso carico di nutrienti veicolato dalle acque di pioggia, è bene verificare che le caratteristiche del terreno siano tali da consentire un adeguato supporto alla vegetazione in termini di nutrienti.

Il dimensionamento è normalmente basato sullo stoccaggio del volume di inondazione stimato piuttosto che sui parametri della qualità dell'acqua; a tal proposito, un valore indicativo per il dimensionamento degli stagni è pari al volume permanente uguale a 10-15 mm di pioggia sulla superficie drenata. Nel caso di dimensionamento con fini prevalentemente di trattamento di acque di prima pioggia da fognatura separata o di scolmi da fognatura mista, tali sistemi vanno dimensionati come impianti di fitodepurazione, seguendo i testi e i manuali di riferimento (p.es. *Kadlec and Wallace, 2009. "Treatment Wetlands. 2nd Edition"; Tondera et al., 2018 "Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows"*). In tal caso, è consigliabile l'utilizzo di soluzioni a flusso sommerso subsuperficiale (tipicamente ghiaia o sabbia) opportunamente selezionato, quindi senza l'utilizzo di suolo.

Dato l'alto potenziale multidisciplinare, è bene includere nel team di progettazione ingegneri, geologi, biologi, naturalisti e architetti paesaggistici.

Per la scelta della vegetazione è bene prevedere il coinvolgimento di architetti paesaggisti, agronomi o vivaisti. In generale, le caratteristiche da considerare per la scelta delle vegetazione da mettere a dimora sono:

- diverse altezze d'acqua;
- adattamento al carico inquinante veicolato dalle acque di pioggia;
- preferenza per piante native;
- inserimento paesaggistico;
- disponibilità di piante in vivai vicini al sito;
- ridotta necessità di manutenzione.

I manufatti di ingresso e ed uscita delle acque non devono essere resi accessibili alla popolazione, ma solo al personale addetto alla manutenzione. In prossimità dell'ingresso è da prevedere un adeguato sistema di dissipazione di energia (p.es., blocchi di pietra), per limitare il rischio di erosione. All'uscita è tipicamente necessario un manufatto di controllo, con tubazioni che fungano da bocca tarata e un sistema di troppo pieno (p.es. stramazzo). È da valutare il posizionamento di sistemi di dissipazione dell'energia anche all'uscita del bacino di detenzione.

Tipicamente progettate per nuove aree di sviluppo, stagni e zone umide possono essere facilmente integrati in spazi pubblici fruibili, come ad esempio parchi.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Alta capacità di rimozione di inquinanti, specialmente per le zone umide.
- Riduzione del flusso di picco.
- Alta potenzialità fruitiva e paesaggistica.
- Alta capacità di aumento delle biodiversità.
- Possibilità di uso come accumulo delle acque di pioggia a fine di riuso.
- Ideali per attività di educazione ambientale.

Svantaggi

- Da valutare il rischio di proliferazione di insetti, in caso di alimentazione con sola acqua di pioggia.
- Soluzioni estensive che richiedono un'ampia superficie per essere realizzate.

ASPETTI MANUTENTIVI

È importante garantire un accesso in sicurezza agli stagni e alle zone umide per le attività di manutenzione. Le operazioni di manutenzione sono da effettuare principalmente dopo eventi meteorici intensi. Tali controlli sono a carico di manodopera non specializzata, quindi realizzabili in contemporanea a quelli regolarmente previsti per la manutenzione di spazi pubblici o strade, quindi con un minimo aggravio di costi.

Manutenzione trimestrale

- Rimozione di detriti e rifiuti;
- ispezione sistemi di ingresso/uscita ed eventuale pulizia;
- ispezione delle acque per evidenziare possibili ridotte capacità di trattamento;
- controllo stato di salute delle piante (malattie, scarsa crescita, presenza di piante invasive).

Manutenzione annuale

- Monitoraggio e rimozione sedimenti da area di calma o sedimentatore;
- sfalcio vegetazione.

Manutenzione straordinaria

- Rimozione sedimenti accumulati sul fondo (tipicamente ogni 10-15 anni) per stagni e zone umide a flusso superficiale.

BUONE PRATICHE

Elvetham Heath, area residenziale, Hampshire (UK)

https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/elvetham_heath_residential_hampshire.html

Parco dell'Acqua, Gorla Maggiore (VA - Italia)

www.iridra.com

APPROFONDIMENTI

- R. Kadlec e S. Wallace, Treatment Wetlands, CRC Press; 2 edition, 2008.
- K. Tondera, G.-T. Blecken, F. Chazarenc e C. Tanner, Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows, Springer International Publishing, 2018.
- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].

PAVIMENTAZIONI PERMEABILI

GESTIONE ACQUE

Fonte: Masseroni 2018

DEFINIZIONE

Il sistema di pavimentazione realizzato con superfici drenanti garantisce il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso elementi modulari, come blocchi in cemento o stuoie di plastica rinforzata, caratterizzati dalla presenza di vuoti o giunti che vengono riempiti con materiale permeabile (sabbia o ghiaia), in modo da permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	**X**	urbano	**X**	extraurbano	**X**
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	**X**	riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Miglioramento estetico		

DESCRIZIONE

Le pavimentazioni permeabili possono essere impiegate sia nel caso di nuove urbanizzazioni, che nel caso di interventi di ampliamento o manutenzione in sostituzione di vecchie pavimentazioni impermeabili, si prestano a numerosissime soluzioni progettuali che consentono di diversificare e di caratterizzare l'immagine urbana: la varietà di materiali, presenti sul mercato e in natura, permette una progettazione di qualità per la valorizzazione dei siti.

In commercio sono disponibili tipologie diverse di moduli, da blocchi e griglie in cemento a elementi in materiali plastici. Di seguito alcune delle diverse tipologie più comunemente utilizzate:

- masselli porosi;
- cubetti o masselli con fughe larghe ed inerbite;
- grigliati in calcestruzzo inerbiti;
- grigliati plastici inerbiti.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Per una corretta progettazione è necessaria:

- un'analisi delle caratteristiche geologiche del terreno originario, sub-strato, ed in particolare la sua permeabilità;
- una stima iniziale della quantità di acqua che la pavimentazione dovrà essere in grado di assorbire;
- il volume di traffico che la pavimentazione deve supportare.

Le pavimentazioni permeabili sono tipicamente utilizzate per infiltrare le acque ricadenti sulle superfici permeabili stesse. Tuttavia, data l'alta capacità d'infiltrazione di alcune soluzioni tecniche, le pavimentazioni permeabili possono essere utilizzate per drenare le acque di pioggia ricadenti su superfici impermeabili limitrofe (p.es. tetti); in questi casi, si suggerisce un rapporto massimo di 2:1 tra superfici impermeabili drenate e pavimentazioni permeabili per l'infiltrazione, in modo da evitare una rapida occlusione delle superfici permeabili stesse.

Nonostante le alte capacità di infiltrazione di alcune soluzioni tecniche, si suggerisce di accoppiare sempre le pavimentazioni permeabili con un sistema fognario di troppo pieno.

In caso di rischio di contaminazione della falda, instabilità dei pendi o eccessiva vicinanza alle fondazioni, è possibile prevedere di impermeabilizzare al fondo le pavimentazioni permeabili, utilizzando gli strati componenti le pavimentazioni stesse per la laminazione e il trattamento delle acque di pioggia; in questo caso, vengono posti sull'ultimo strato della pavimentazioni permeabili dei dreni che convogliano le acque trattate in un altro punto di scarico.

È consigliato non prevedere sotto-servizi al di sotto delle pavimentazioni permeabili.

Va sempre verificato che la capacità di infiltrazione della pavimentazione permeabile sia maggiore della massima intensità di pioggia ricadente sulla superficie di progetto. La capacità di infiltrazione delle pavimentazioni impermeabili varia a seconda delle tecnologie ed è di solito un dato tecnico fornito dalle ditte produttrici. Le pavimentazioni permeabili, anche se correttamente progettate rispetto ai carichi di progetto, sono destinate, comunque, a una diminuzione della capacità di infiltrazione nel tempo per l'intasamento delle fessure o dei pori; si consiglia quindi di considerare un fattore di riduzione della permeabilità a lungo termine pari a 10.

A seguito della scelta del materiale drenante superficiale più appropriato viene effettuato il dimensionamento degli strati che compongono il manto stradale permeabile.

In generale se i parcheggi sono utilizzati frequentemente e nelle fasce diurne, a causa della mancanza di luce e dell'irradiamento di calore dalla parte inferiore delle autovetture, non si riesce a mantenere il manto erboso. In questi casi si deve ricorrere all'utilizzo di ghiaia per il riempimento dei monoblocchi, facendo attenzione ad usare inerti con diametri di almeno 0.8-1 cm per evitare che la pressione delle auto, gli olii e le intemperie possano favorire una riduzione significativa della capacità di filtrazione.

Il dimensionamento strutturale delle pavimentazioni permeabili va eseguito in seguito a una dettagliata stima dei carichi previsti.

Le pavimentazioni permeabili possono essere usate in molti siti, necessitano però un'appropriata locazione in base alle loro caratteristiche.

Solitamente sono costruite in alternativa alle superfici impermeabili, dunque non necessitano di ulteriore spazio di costruzione. Richiedono solamente una differenziazione rispetto al manto superficiale classico di captazione dell'acqua piovana e il sistema di scolo della stessa, pertanto possono essere impiegate anche su terreni piani.

Generalmente queste tipologie di pavimentazione tendono ad essere utilizzate per drenare strade pedonali o carrabili poco trafficate, piazzali carrabili e aree di sosta, inoltre sono particolarmente indicate per parcheggi, aree pedonabili e ciclabili e viali residenziali.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Riduzione della superficie impermeabile di un sito.
- Riduzione del volume delle acque di dilavamento.
- Mantenimento delle falde acquifere in quanto alimentate in modo più naturale, adeguato e costante.
- Eliminazione o riduzione di fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici.
- Durata superiore rispetto alle normali pavimentazioni in asfalto.

Svantaggi

- Se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna, difficile mantenimento del manto erboso, a causa della mancanza di luce e dell'irradiamento di calore dalla parte inferiore delle autovetture.
- Possibilità di "cementificazione" delle aree adibite all'infiltrazione a causa dell'intasamento dei materiali di riempimenti per l'accumulo dei solidi sospesi convogliati dalle acque di dilavamento o per via del carico veicolare, con conseguente riduzione significativa della capacità di infiltrazione.

ASPETTI MANUTENTIVI

Manutenzione mensile

- Controllo che la superficie del pavimento sia libera da sedimenti;
- assicurarsi che il sistema si prosciughi fra due eventi consecutivi;
- controllo che la superficie drenata e la pavimentazione siano libere da detriti;
- adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

Manutenzione annuale

- Ispezione per individuare eventuali danneggiamenti.

Manutenzione ogni 3-4 anni

- Pulizia del pavimento per aspirazione, per liberare la superficie dai sedimenti.

BUONE PRATICHE

Silver Lake Beach Parking Lot, Wilmington (US)

www.ephenryecocenter.com

Lago di Garda (Italia)

Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

APPROFONDIMENTI

- B. W. Ballard, S. Wilson, H. Udale-Clarke, S. Illman, T. Scott, R. Ashley e R. Kellagher, «The SuDS Manual,» 2015. [Online]. Available: http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. [Consultato il giorno 03 2019].

RIAPERTURA DI CORSI D'ACQUA URBANI TOMBATI	GESTIONE ACQUE

Esempi degli interventi di riapertura di corsi d'acqua tombati ad Oslo

Fonte: https://rm.coe.int/16806f5e75

DEFINIZIONE

Riapertura di corsi d'acqua (naturali o artificiali) coperti o intubati nel passato. L'intervento comprende la demolizione della copertura e, quando possibile, dei manufatti artificiali (tubazioni, rivestimenti di alveo e/o sponde), la ricostituzione di un substrato naturale (ciottoli, ghiaia o sabbia) e la riqualificazione vegetazionale con piante acquatiche e, se possibile, una fascia riparia arbustiva/arborea. Può richiedere il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica per stabilizzare sponde o alveo.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano	X	extraurbano	X
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Depurazione delle acque meteoriche

Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

Aumento socialità

DESCRIZIONE

La copertura dei corsi d'acqua era una pratica molto diffusa in tutta Italia fino all'ultima decade del XX secolo. La pratica ebbe inizio addirittura nel XIX secolo, quando – con la progressiva diffusione nelle aree urbane dei servizi igienici "a sciacquone" – i corsi d'acqua e i canali di drenaggio esistenti cominciarono ad essere usati per il recapito dei liquami, trasformandosi così in fogne a cielo aperto, che venivano coperte per motivi di igiene pubblica. Già nella prima metà del XX secolo la pratica si è diffusa ed ampliata anche a corsi d'acqua di medie dimensioni, per assecondare la crescita edilizia nelle città (i fiumi Olona e Seveso a Milano, diversi torrenti a Genova, il torrente Aposa a Bologna, l'Almone a Roma), fino ad espandersi notevolmente nel secondo dopoguerra.

La copertura dei corsi d'acqua è stata vietata in tutta Italia con l'entrata in vigore del D.Lgs 152/1999; il divieto è stato mantenuto dal "codice dell'ambiente" (D.Lgs 152/06).

La copertura dei corsi d'acqua – oltre agli evidenti impatti ambientali sul corpo idrico – provoca gravi problemi di rischio idraulico in occasione di eventi meteorici intensi, che con il cambiamento climatico si prevede saranno sempre più frequenti. Quando le portate superano quella massima transitabile nella sezione tombata, si crea un'aumento di pressione ed un rigurgito a monte, con esondazioni sia all'ingresso del tratto coperto che dalle reti di drenaggio (sono noti i casi dei tombini che "saltano" con le piene del Seveso).

Negli USA e in Nord Europa – dove pure la copertura dei corsi d'acqua è stata ampiamente praticata – dagli anni '90 del secolo scorso sono stati avviati progetti di "riapertura" (spesso chiamati: "*daylighting*"), con lo scopo sia di creare zone verdi e reti ecologiche, sia di ridurre il rischio idraulico.

Gli interventi di riapertura prevedono la demolizione della copertura e degli altri elementi artificiali presenti e la riqualificazione o miglioramento ecologico o paesaggistico del corpo idrico.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Gli interventi di riapertura dei corsi d'acqua possono essere realizzati a diverse scale. Le esperienze più interessanti sono quelle concepite nell'ambito della pianificazione di area vasta, come parti di piani di riqualificazione urbana di intere porzioni di città che sfruttano il recupero della rete idrografica coperta per ricostituire una rete ecologica verde/blu come supporto alla biodiversità e per la fruizione dei cittadini. È possibile però prevedere anche interventi puntuali, in particolare per recuperare corsi d'acqua tombati solo per brevi tratti.

Per una corretta progettazione sono necessari i passaggi di seguito elencati.

- Un attento studio idraulico che verifichi le possibili condizioni di rischio nelle aree limitrofe: è necessario infatti tenere conto delle maggiori portate transitabili, non più limitate dalla sezione dell'alveo tombato.
- Una valutazione delle condizioni di qualità dell'acqua, che potrebbero influenzare l'accettabilità dell'intervento. Per piccoli corsi d'acqua con portate dell'ordine dei litri/secondo è possibile progettare l'intervento in modo da massimizzare la capacità auto depurativa contribuendo così a migliorare la qualità.
- Se il contesto urbano lo permette la riapertura di corsi d'acqua è un'ottima opportunità per creare spazi verdi lineari per la fruizione pubblica. In questi casi è necessario prevedere opere accessorie che la facilitino, come percorsi pedonali/ciclabili, sovrappassi, aree di sosta attrezzate, ecc.
- I corsi d'acqua riaperti sono neo-ecosistemi che saranno in breve colonizzati da un gran numero di specie (artropodi, pesci, anfibi, insetti, uccelli, mammiferi), molto superiore alle poche che sopravvivono anche nell'ambiente "ipogeo" del corso d'acqua tombato. In alcuni casi possono svolgere anche la funzione di "corridoi ecologici" che connettono popolazioni isolate di alcune specie. Occorre tenerne conto nella progettazione, considerando le dimensioni dell'intervento, le aree a disposizione in frangia al corso d'acqua, l'opportunità di limitare le aree di fruizione per lasciare parte degli habitat indisturbati, l'opportunità e gli eventuali rischi (inquinamento genetico) della funzione di "corrodoio ecologico".

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi:

- Miglioramento dello stato ecologico e ambientale del corso d'acqua.
- Riduzione del rischio idraulico a monte della sezione tombata.

- Creazione di spazi verdi per la fruizione.
- Supporto alla biodiversità.
- In casi limitati, miglioramento della qualità dell'acqua.

Svantaggi

- Costi elevati, di progettazione, di realizzazione e di gestione.
- Possibile aumento del rischio idraulico a valle del tratto tombato.
- Sottrazione di suolo ad altri possibili usi.

ASPETTI MANUTENTIVI

- Verifica della sezione di deflusso e delle condizioni delle eventuali opere idrauliche.
- Manutenzione ordinaria delle aree verdi.
- Adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

BUONE PRATICHE

Il "Daylighting program" di Zurigo

https://uwaterloo.ca/stream-daylighting/about

"Reopening waterways" di Oslo

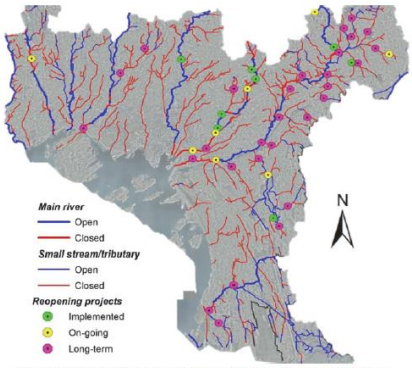


Figure 1: Oslo Plan for Reopening Waterways. *Source: European Green Capital Award 2019, City of Oslo Application (2017)*

https://rm.coe.int/16806f5e75

APPROFONDIMENTI

- T. Wild, J. Bernet, E. Westling e D. Lerner, «Deculverting: reviewing the evidence on the 'daylighting' and restoration of culverted rivers,» Water and Environment Journal, vol. 25, n. 3, 2011.
- Buona praticha a Zurigo: D. Sztruhar, M. Giulianelli e B. Urbonas, Enhancing Urban Environment by Environmental Upgrading and Restoration, Springer Netherlands, 2003.
- Buona praticha a Oslo: https://rm.coe.int/16806f5e75

RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DI PICCOLI CORSI D'ACQUA IN CONTESTI PERIURBANI

GESTIONE ACQUE

Esempi di riqualificazione di un canale in Provincia di Venezia

Fonte: www.cirf.org

DEFINIZIONE

Nelle periferie urbane sono presenti piccoli corsi d'acqua, artificiali o naturali, spesso modificati nel corso dei secoli. Nel secondo dopoguerra questi corsi d'acqua sono stati ristretti e artificializzati (devegetati, rettificati, rivestiti in calcestruzzo) con lo scopo di ampliare al massimo la disponibilità di suolo agricolo produttivo. La riqualificazione di questi corsi d'acqua e delle aree di pertinenza, sacrificando un po' di suolo destinato alla produzione agricola, permette di gestire meglio le portate in eccesso adattandosi agli eventi estremi. Questi interventi contribuiscono anche a ridurre l'inquinamento diffuso oltre a fornire un fondamentale supporto per la biodiversità.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere		urbano		extraurbano	**X**
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	**X**	riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Mitigazione microclima
Tutela delle biodiversità		

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	Aumento socialità

DESCRIZIONE

La riqualificazione dei piccoli corsi d'acqua può essere fatta in molti modi, a seconda degli obiettivi che si vogliono raggiungere e del contesto territoriale. Gli interventi tipici previsti per questo tipo di NBS sono:

- eliminazione dei rivestimenti in calcestruzzo, se esistenti;
- ampliamento dell'alveo;
- risagomatura delle sponde dando una pendenza più dolce;
- messa a dimora di specie arbustive e arboree lungo la fascia riparia;
- creazione di una golena allagabile;
- creazione di zone umide in alveo o fuori alveo (con le relative opere idrauliche);
- sistemazioni con ingegneria naturalistica quando richiesto dalle particolari condizioni del contesto.

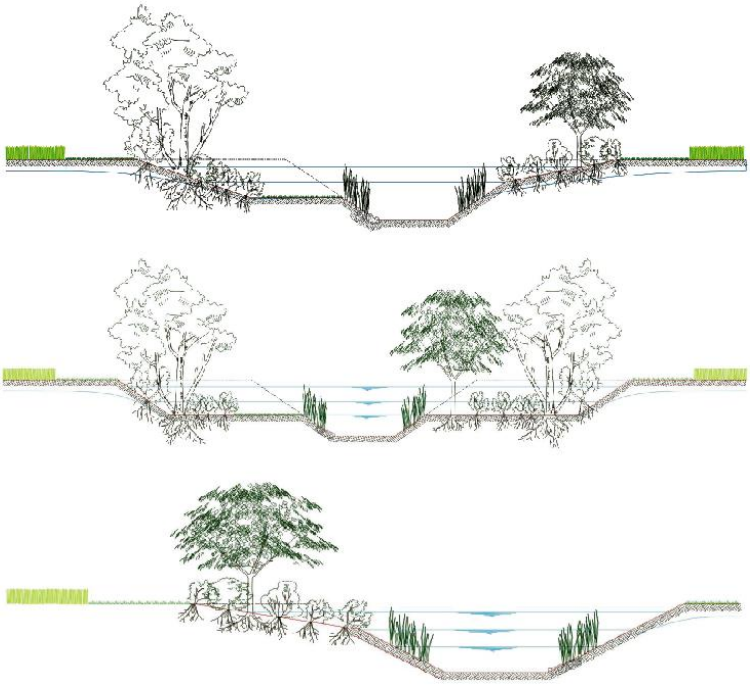
Ogni intervento di riqualificazione, a seconda delle condizioni del contesto, può prevedere una o più delle azioni citate sopra.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

L'intervento più semplice consiste nell'ampliamento dell'alveo e nella risagomatura delle sponde (addolcendo le pendenze), facilitando la presenza di vegetazione (idrofite) in alveo in prossimità delle sponde e inserendo, laddove possibile, alberi e arbusti nella fascia riparia.

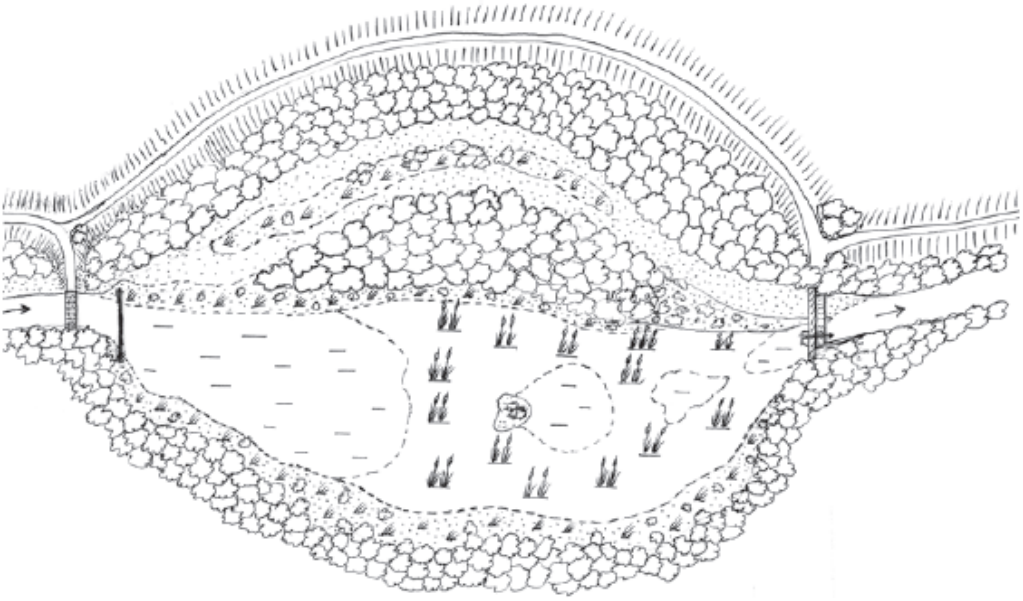
Schemi di riqualificazione di un canale mediante piccolo ampliamento dell'alveo, addolcimento delle sponde e recupero di sinuosità (www.cirf.org)

Per avere un effetto significativo in termini di capacità di laminazione ai fini di ridurre i picchi di piena in occasione di eventi estremi, ed evitando di allagare la fascia riparia e la campagna circostante, è necessario ampliare maggiormente l'alveo, creando una golena inondabile che si attiva con le piene.

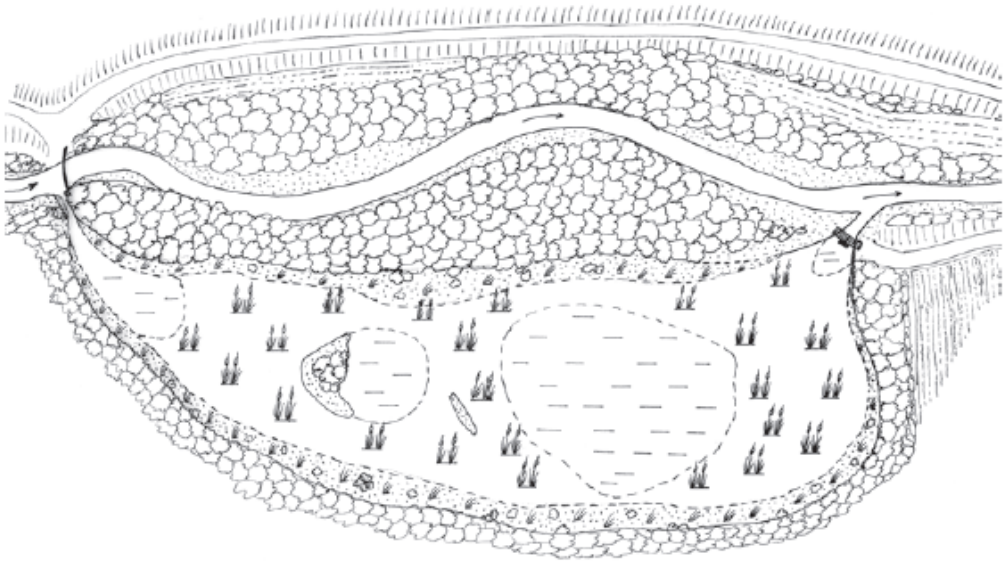


Tipologie di interventi di riqualificazione che aumentano significativamente la capacità dell'alveo (disegni del Consorzio di Bonifica Dese Sile, tratto da: Nardini e Sansoni 2006)

Se si interviene con NBS di questo tipo sul reticolo idrografico minore con l'obiettivo di adattare il territorio alle piene derivanti dall'incremento dell'intensità delle precipitazioni è opportuno prevedere anche vere e proprie aree di laminazione: in pratica sono bacini di detenzione o stagni/zone umide del tutto analoghi a quelli descritti nelle schede precedenti, ma alimentati dallo stesso corso d'acqua su cui si interviene.



Schema di zona umida in alveo (Regione Emilia Romagna 2012)



Schema di zona umida fuori alveo (Regione Emilia Romagna 2012)

I bacini di detenzione (asciutti) o le zone umide in o fuori alveo sono ampliamenti consistenti (10/50 volte la larghezza dell'alveo) che si riempiono in occasione delle piene. Quelli in alveo sono più semplici, si realizzano scavando l'area che si intende rendere allagabile con le piene e ponendo un piccolo sbarramento (una sorta di "bocca tarata" subito a valle dell'area di intervento. Quelli fuori alveo sono concettualmente identici ma differiscono per il sistema di alimentazione che funziona come per le casse di espansione in derivazione. In pratica è una piccola derivazione che si attiva solo quando la portata in alveo raggiunge la soglia alla quale si desidera che il bacino si riempia.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Miglioramento dello stato ecologico e ambientale del corso d'acqua.
- Creazione di spazi verdi per la fruizione.
- Supporto alla biodiversità.
- In casi limitati, miglioramento della qualità dell'acqua.

Svantaggi

- Sottrazione di suolo ad altri possibili usi.

ASPETTI MANUTENTIVI

- Verifica della sezione di deflusso e delle condizioni delle eventuali opere idrauliche.
- Manutenzione ordinaria delle aree verdi.
- Adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

BUONE PRATICHE

Riqualificazione ambientale dei canali del Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive" (VE)

https://www.acquerisorgive.it/ambiente/riqualificazione-ambientale/

Progetto LIFE. RINASCE

RIQUALIFICAZIONE NATURALISTICA PER LA SOSTENIBILITÀ INTEGRATA IDRAULICO AMBIENTALE DEI CANALI EMILIANI

http://www.emiliacentrale.it/progetto-life-rinasce/

APPROFONDIMENTI

- Regione Emilia Romagna, «Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia Romagna,» 2012. [Online]. Available: https://progeu.regione.emilia-romagna.it/it/life-rii/temi/documenti/linee-guida-riqualificazione-ambientale-canali-di-bonifica-in-er/@@download/file/RER_LineeGuidaRiqualCanali.pdf. [Consultato il giorno 12 2019].

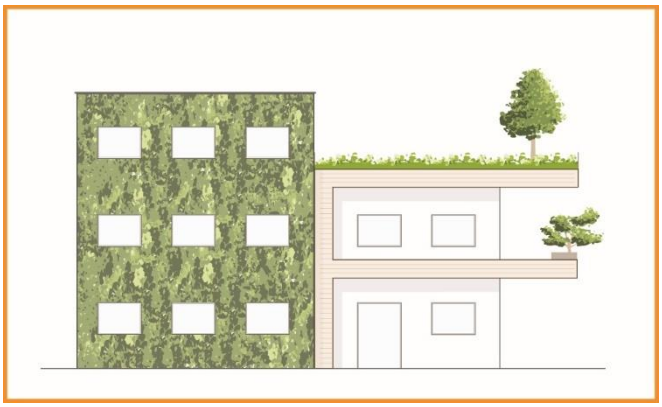
Si veda in particolare il capitolo 13 "Caso studio 5 – Canali ... meno canali"

- A. Nardini e G. Sansoni, «La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio,» CIRF, 2006.

INDICE

VERDE TECNICO IN AMBIENTE COSTRUITO 3
TETTI VERDI 4
PARETI VERDI 8
VERDE DI BALCONATA 11
BARRIERE VERDI 15
PERCORSI A PERGOLATO E VERDE SOSPESO 19
ARREDO URBANO INVERDITO 22

VERDE TECNICO IN AMBIENTE COSTRUITO



Nelle aree densamente urbanizzate lo sviluppo della vegetazione su edifici e manufatti di arredo urbano, oltre che a rappresentare un elemento di rinaturalizzazione e mitigazione ambientale di un qualsiasi manufatto, sta diventando una componenete sempre più importante nelle misure di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici, in particolare per quanto riguarda il contrasto alla formazione delle isole di calore.

Gli inserimenti di elementi vegetazionali possono riguardare diverse tipologie di manufatti, dagli edifici agli elementi infrastrutturali e di arredo urbano, in particolare:

- i **tetti verdi** sono coperture di un fabbricato caratterizzate da un impianto vegetale su uno strato di supporto strutturale impermeabile con diverse funzioni di mitigazione dell'impatto ambientale, in particolare il drenaggio delle acque meteoriche;
- le **pareti verdi** sono chiusure verticali vegetate che contribuiscono al raffrescamento del microclima interno ed esterno all'edificio, e sono ottenute con specie vegetali piantumate al suolo, con pannelli di supporto ancorati alla facciata o mediante strutture modulari integrate alla chiusura verticale;
- il **verde di balconi e terrazzi**, accuratamente progettato, può contribuire alla mitigazione delle temperature estive all'interno dei locali e rappresentare un filtro all'ingresso di inquinanti atmosferici;
- le **barriere verdi** degradono il suolo in calore e contribuiscono a proteggere le aree residenziali dai rumori prodotti da strade, autostrade, ferrovie e stabilimenti industriali;
- i **percorsi a pergolato** sono caratterizzati da strutture di sostegno per specie arbustive e rampicanti che possono in breve tempo andare a costituire un'area ombreggiata, protetta dall'eccessiva insolazione e, in parte, dagli scarichi automobilistici e dal rumore;
- la progettazione di **elementi di arredo urbano capaci di integrare la vegetazione** rappresenta un'interessante opportunità per incrementare i benefici ambientali a vantaggio dei fruitori degli spazi, come la mitigazione delle isole di calore e la riduzione di alcuni inquinanti atmosferici.

TETTI VERDI

VERDE TECNICO

Fonte: Elaborazione di Ambiente Italia, 2019

DEFINIZIONE

Il tetto verde è una particolare soluzione di finitura della copertura di un fabbricato, caratterizzata da un impianto vegetale su uno strato di supporto strutturale impermeabile. Il tetto verde si differenzia da tutte le altre tipologie di copertura perché il materiale di "finitura" a vista, anziché essere costituito da materiali inerti, è costituito da specie vegetali. Le coperture verdi costituiscono un elemento di rinaturalizzazione che presenta svariate funzioni in grado di ottenere un effetto di mitigazione ambientale conseguente alla costruzione di un edificio.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	X	quartiere		urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Laminazione delle acque meteoriche	Raccolta delle acque meteoriche	Riduzione inquinamento atmosferico
Tutela delle biodiversità	Mitigazione microclima	

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	Aumento socialità
Sviluppo economia locale	Risparmio energetico	

DESCRIZIONE

Un tetto verde può ospitare specie vegetali molto diverse ed è composto da strati studiati appositamente per garantire impermeabilizzazione e protezione dei componenti del tetto sottostante e il drenaggio dell'acqua in eccesso, sempre in relazione allo spessore del substrato e, pertanto, alla tipologia di tetto. Gli elementi che compongono i tetti verdi sono simili per tutti i prodotti, tuttavia le aziende operanti sul mercato hanno personalizzato i diversi strati in modo da offrire prodotti capaci di adattarsi ai diversi climi e alle aspettative dei clienti: vegetazione, substrato colturale, strato filtrante, strato drenante, barriera antiradice, membrana impermeabile, e copertura o elemento portante. [1]

I tetti verdi possono quindi avere caratteristiche e prestazioni molto diverse tra loro, a seconda del grado di fruibilità, esigenze di manutenzione, capacità drenanti e attitudine alla biodiversità. Si identificano comunemente due principali categorie di coperture verdi: estensive ed intensive.

Tetto verde estensivo: un tetto piano, ricoperto da uno strato di verde 'estensivo', specie vegetali tra cui erba, sedum o piante basse con uno strato di terra <15 cm, che richiedono minimi interventi di manutenzione. Le specie sono caratterizzate da una elevata capacità di insediamento, frugalità, resistenza agli stress idrici e termici, sia invernali sia estivi. [2].

Tetto verde intensivo: un tetto piano, ricoperto da uno strato di verde 'intensivo', specie vegetali tra cui erbe aromatiche, piante, arbusti e (piccoli) alberi con uno strato di terra >15 cm, che richiedono una manutenzione di intensità medio alta.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Nella progettazione di una copertura verde, per valutare il sistema più adatto al caso specifico, devono essere considerate, innanzitutto, le caratteristiche architettoniche e strutturali dell'involucro. Si deve porre particolare attenzione alla progettazione dell'elemento portante, che deve sostenere i pesi permanenti dello strato colturale e della vegetazione. Lo spessore del substrato è il principale parametro per la definizione dei diversi sistemi di tetto verde, poiché da questo dipende il tipo di vegetazione che può essere integrata.

I principali requisiti di un tetto verde sono i seguenti [2]:

- attitudine a favorire e mantenere nel tempo le condizioni agronomiche necessarie al corretto sviluppo della vegetazione in funzione del contesto;
- controllo della capacità drenante e della gestione delle acque meteoriche;
- controllo dell'aerazione che si attua definendo l'aereazione dello strato colturale che è l'attitudine dello stesso a mantenere una sufficiente aerazione per consentire idonee condizioni di ossigenazione;
- controllo dell'accumulo idrico, in modo per definire la capacità del sistema a verde pensile al fine di supportare l'idratazione delle piante e stimolare un utilizzo efficiente dell'acqua;
- controllo della manutenibilità;
- resistenza agli attacchi biologici e ai microorganismi;
- attitudine alla biodiversità; è necessario che la progettazione e la realizzazione tengano in considerazione una serie di requisiti biologici ed ecologici essenziali.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Rallenta nel tempo e riduce il carico termico in ingresso negli ambienti interni, sia attraverso un incremento dell'inerzia termica, sia attraverso i naturali meccanismi di funzionamento della vegetazione.
- Drena e immagazzina l'acqua di origine meteorica, riducendo in modo sostanziale la quantità che defluisce nel sistema fognario pubblico.
- Se correttamente progettata, la vegetazione intercetta le polveri sottili presenti in atmosfera e trattiene le sostanze nocive che vengono assorbite dal processo di fotosintesi delle piante.
- Contribuisce a ridurre l'inquinamento acustico, riducendo la riflessione del suono a seconda dei diversi componenti impiegati.
- Supporta l'installazione di moduli fotovoltaici, incrementando le performance e combinando

sinergicamente l'elettricità prodotta per alimentare anche il sistema di irrigazione.

- Riflette la radiazione solare consentendo una riduzione della temperatura dell'aria. Inoltre, attraverso il processo di evapotraspirazione, l'aria diviene più umida e, rinfrescandosi, può ridurre la percezione di aria asciutta e polverosa caratteristica delle isole di calore negli insediamenti urbani.
- Crea nuovi spazi fruibili all'aperto, incrementando le occasioni di socialità e, in alcuni casi, le opportunità commerciali.
- La creazione di edifici più confortevoli ed esteticamente più gradevoli e la possibilità di ampliare le superfici fruibili, aumentano il valore dell'immobile.

Svantaggi

- A seconda dell'edificio e delle piante scelte, i costi di investimento sono maggiori se paragonati con un tetto convenzionale.
- Nei climi più caldi l'irrigazione necessaria per evitare l'essiccazione delle piante rappresenta un consumo aggiuntivo di acqua.
- I carichi aggiuntivi dei substrati colturali e della vegetazione, in particolare nei tetti di tipo intensivo, possono richiedere adeguamenti di tipo strutturale dell'elemento portante.

ASPETTI MANUTENTIVI

Il livello di manutenzione dipende dal tipo di tetto verde, estensivo o intensivo. Il tetto verde estensivo richiede una manutenzione ridotta con uno o due interventi all'anno. In particolare, per lo strato di vegetazione, il controllo deve monitorare lo stato fisiologico e fitosanitario, la presenza di parassiti che possano limitarne le funzionalità e la presenza di infestanti, il cui insediamento può pregiudicare la funzionalità del sistema. L'irrigazione può essere effettuata solo occasionalmente, con il fine di mantenere in vita la vegetazione in condizioni non ordinarie di stress idrico. L'impegno manutentivo in termini di tempo varia da 3-4 ore/anno fino a 6-7 ore/anno per il tetto estensivo a bassa manutenzione.

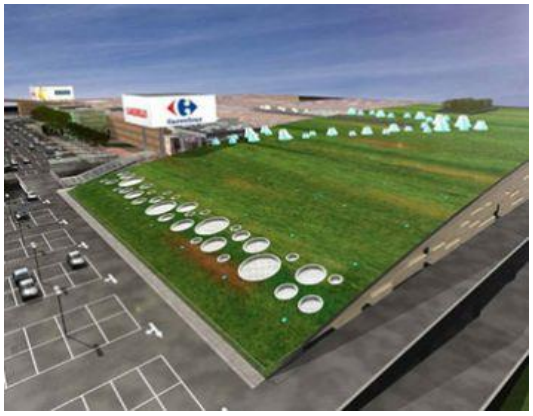
Il tetto verde intensivo richiede invece una manutenzione constante per la corretta gestione delle varietà botaniche, come dei veri e propri giardini. Gli interventi manutentivi, oltre a comprendere i controlli degli elementi del sistema e dello strato di vegetazione, già previsti per il sistema estensivo, includono tutte le attività agronomiche necessarie alla corretta gestione delle aree verdi. È da evitare l'uso di attrezzature non idonee alla particolare situazione in copertura. L'impegno manutentivo in termini di tempo varia da 25 ore/anno fino a 30 ore/anno per un tetto intensivo ad alta manutenzione. [2]

BUONE PRATICHE

Tetto intensivo con orto di Superstudiopiù a Milano

http://www.superstudiogroup.com/i/129/suppi/superstudio-piu-spazi-per-eventi/roof.html

Tetto estensivo di Carregour a Carugate



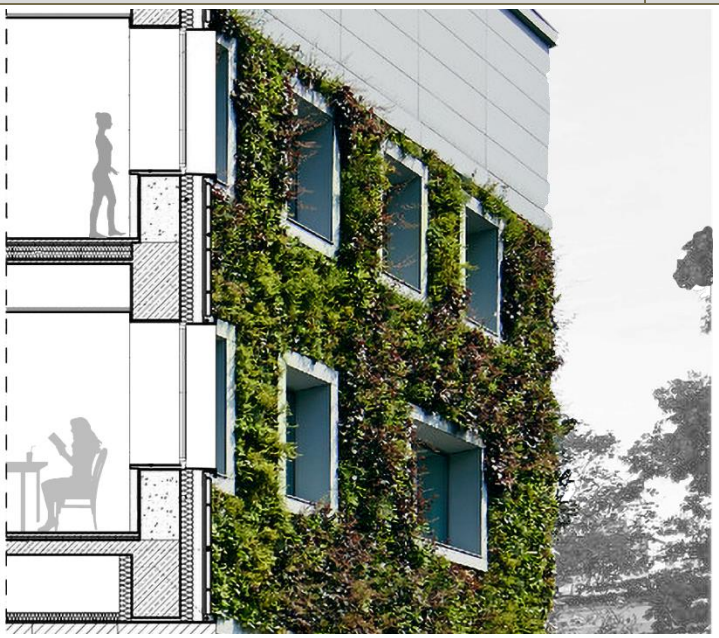
https://www.centrocarosello.it/eventi/index.php?lnk=58&id=175

APPROFONDIMENTI

[1] K. Perini, Progettare il verde in città, Milano: Franco Angeli, 2013.
[2] S. Croce, M. Fiori e T. Poli, Città resilienti e coperture a verde, Maggioli S.p.A., 2017.
[3] M. Corrado, Il Nuovo Verde Verticale, Milanofiori Assago: Wolters Kluwer Italia S.r.l., 2012
- ISPRA, «Verde Pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico,» 2012. [Online]. Available: http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/mlg-78.3-2012-verde-pensile.pdf. [Consultato il giorno 6 2019].
- UNI 11235:2015, *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde,* Uni: Editore Italiano di Normazione, 2015.

PARETI VERDI

VERDE TECNICO



Fonte: Ri-adattato da Sempergreen

DEFINIZIONE

Per parete verde si intendono tutte le diverse forme di chiusure verticali vegetate. L'inverdimento può essere ottenuto con specie vegetali piantumate al suolo, con pannelli di supporto ed elementi contenitori ancorati alla facciata o mediante strutture modulari integrate alla chiusura verticale. Come le coperture, anche le pareti verdi costituiscono un elemento di rinaturalizzazione che presenta svariate funzioni in grado di ottenere un effetto di mitigazione ambientale conseguente alla costruzione di un edificio.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	**X**	quartiere		urbano		extraurbano	

SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani	**X**

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico

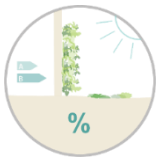
Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico



Risparmio energetico

Sviluppo economia locale

DESCRIZIONE

I sistemi di verde verticale possono essere classificati in facciate verdi e chiusure verticali vegetate, meglio conosciute con il termine inglese "*living wall*". Queste due tipologie di pareti verdi hanno caratteristiche molto differenti a seconda del tipo di specie vegetali impiegate, soluzioni tecniche e materiali utilizzati, sistemi di irrigazione e manutenzione.

Le facciate verdi sono basate sull'impiego di piante a sviluppo rampicante ancorate direttamente alla superficie della parete o con l'ausilio di un sistema di supporto fatto di reti, cavi o graticci. Il rivestimento vegetale è considerabile come un rivestimento supplementare alla parete, non completamente integrato ad essa. Le piante utilizzabili sono limitate alle specie rampicanti o a portamento decombente, le uniche in grado di garantire nel tempo il ricoprimento del parametro murario senza la necessità che le fronde vegetali siano in prossimità degli apparati radicali [1]. Le facciate verdi si dividono in tre tipologie principali:

- inverdimento diretto;
- inverdimento indiretto;
- inverdimento indiretto in combinazione con elementi contenitori.

I sistemi *living wall* sono invece sistemi modulari completamente integrati alla parete, contenenti un substrato organico o artificiale, caratterizzati da una coltura di tipo idroponico basata sull'utilizzo di una soluzione nutriva per provvedere al fabbisogno delle piante e per garantire un corretto sviluppo della vegetazione. Essi prevedono sistemi di irrigazione automatizzati, integrati con sonde atte a misurare l'umidità in modo tale da entrare in funzione solo quando necessario [2]. A seconda del mezzo di coltivazione utilizzato, i sistemi living wall possono essere classificati in tre differenti categorie:

- elementi contenitori;
- substrato in resina espansa;
- strati di feltro.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

La progettazione della parete verde necessita di un approccio interdisciplinare in grado di integrare diverse conoscenze e tecniche botaniche, agrarie e architettoniche. Le caratteristiche, i componenti e i materiali dei sistemi per il verde verticale possono avere un'influenza rilevante sul carico ambientale, sui benefici microclimatici, sul costo di un intervento. Gli strati che compongono un sistema della parete verde, la distanza fra il sistema verde e la facciata, lo spessore del manto fogliare ne influenzano le prestazioni, la resistenza termica e la capacità di raffrescamento [2].

Il sistema di supporto deve essere scelto considerando la tipologia di vegetazione adatta al caso specifico, tenendo conto anche della situazione climatica. L'individuazione del ciclo vegetativo, sempreverde o deciduo, è fondamentale per le prestazioni microclimatiche che si vogliono ottenere, il contributo al raffrescamento estivo o la protezione da vento, pioggia e neve in inverno. I principali criteri di selezione delle specie vegetali sono riconducibili ai seguenti parametri: forma biologica, provenienza, tipo di fogliazione, richiesta idrica, struttura vegetale, manutenzione richiesta, contesto microclimatico d'inserimento, durata media di vita, convivenza reciproca fra specie diverse, regione geografica, caratterizzazione climatica (sp. microterme, macroterme ecc.) e sollecitazione luminosa (sp. eliofile, sciafile ecc.) [1].

Nel caso di riqualificazione di un edificio, un altro aspetto rilevante da valutare riguarda la possibilità di adattare i diversi sistemi alla situazione preesistente, considerando l'assetto planivolumetrico dell'edificato, i materiali e le tecnologie utilizzate. Nel caso di sistemi integrati alla parete, i materiali dell'involucro e la struttura dell'edificio devono essere in grado di sostenere un peso maggiore. Se non lo sono, è possibile prevedere l'appoggio dei componenti più pesanti al suolo.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi
Benefici microclimatici e ambientali sia su macro-scala sia a livello di edificio:

- miglioramento della qualità dell'aria, in particolare per quanto riguarda la capacità di catturare il particolato

fine;

- incremento della biodiversità;
- diminuzione del carico radiante sulle persone all'esterno in prossimità della parete, contribuendo alla mitigazione degli effetti delle isole di calore urbano;
- diminuzione del carico termico sulle pareti, migliore isolamento e conseguente risparmio energetico.

Svantaggi

- I rischi connessi all'uso di rampicanti riguardano principalmente i danni all'involucro edilizio causati dalla scelta di specie molto vigorose i cui rami possono raggiungere diametri di 15 cm o più, le deformazioni delle strutture di sostegno, sorte per non aver considerato i carichi aggiuntivi connessi al verde, e le problematiche causate dal possibile impedimento alla manutenzione e all'asciugatura delle pareti in inverno (nel caso di rampicanti sempreverdi attaccati direttamente alla facciata).
- I sistemi *living wall* necessitano di un monitoraggio continuo per garantire gli apporti di acqua e nutrienti necessari alla sopravvivenza e crescita delle piante. Per quanto attiene l'involucro edilizio, lo smaltimento dell'acqua in eccesso richiede una particolare attenzione per evitare danni da corrosione.

ASPETTI MANUTENTIVI

Per le facciate verdi dirette o indirette la manutenzione è generalmente ridotta agli interventi di potatura da effettuare una o due volte all'anno o seconda della velocità di crescita della specie vegetale e dello spazio disponibile.

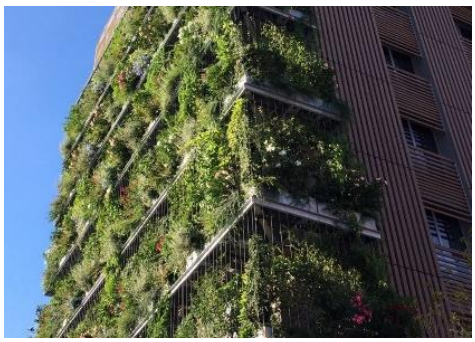
I sistemi *living wall* necessitano invece di una maggiore manutenzione (almeno 3-4 interventi all'anno) che può riguardare la potatura, l'eventuale sostituzione di singole piante o interi pannelli, il controllo del sistema di irrigazione.

BUONE PRATICHE

Il Fiordaliso *Living Wall* a Rozzano

http://fioriefoglie.tgcom24.it/2011/04/e-in-fiore-ora-il-giardino-verticale-piu-grande-deuropa/#more-8616

Facciata verde indiretta in combinazione con elementi contenitori di Hotel VIU a Milano



https://agep.it/progetti/hotel-viu/

APPROFONDIMENTI

[1] M. Corrado, Il Nuovo Verde Verticale, Milanofiori Assago: Wolters Kluwer Italia S.r.l., 2012
[2] K. Perini, Progettare il verde in città, Milano: Franco Angeli, 2013.
- A. Bellomo, Pareti Verdi, Pozzuoli: Esselibri S.p.A., 2009.
- M. Köhler, «Green facades – a view back and some visions,» *Urban Ecosystems,* pp. 423-436, 2008.

VERDE DI BALCONATA

VERDE TECNICO

Fonte: Boeri, 2017

DEFINIZIONE

Un'accurata progettazione del verde di balconi e terrazzi, anche in spazi limitati, può produrre effetti interessanti ai fini di una mitigazione delle temperature estive all'interno dei locali e rappresentare un filtro all'ingresso di inquinanti atmosferici.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	**X**	quartiere		urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico	Mitigazione microclima	Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	Sviluppo economia locale

DESCRIZIONE

Il verde dei balconi e dei terrazzi è in genere considerato solo per il valore estetico che esso assume quando, per le capacità dei residenti o per un preciso progetto botanico, riesce a offrire un'immagine esteticamente apprezzabile dell'edificato in cui si inserisce, grazie alla scelta delle specie e alla conoscenza del calendario di fioritura.

È però interessante osservare come un'accurata progettazione del verde, anche in spazi limitati, possa produrre effetti interessanti ai fini di una mitigazione delle temperature estive all'interno dei locali e rappresentare un filtro all'ingresso di inquinanti atmosferici.

Balconi e terrazzi sono infatti in grado di ospitare un numero consistente di specie vegetali. La facciata di un palazzo di sei piani con normali balconi, ad esempio, può offrire una superficie utile per la coltivazione di specie vegetali

arbustive o rampicanti che possono produrre un efficace schermo protettivo dai raggi diretti del sole, soprattutto per le zone esposte a sud.

Affinché l'effetto di schermo nei confronti della radiazione solare e, contemporaneamente, dell'inquinamento dell'aria sia efficace, è essenziale che le piante selezionate sviluppino un'ampia superficie fogliare. Le specie a foglia perenne e quelle decidue sono quelle che forniscono i risultati più significativi.

Più in generale, la cura e l'attenzione a tutto il verde condominiale dato dall'insieme delle aree di comune proprietà inclusi i giardini, può essere di stimolo per una più generale attenzione al verde su balconi e terrazzi, oltre a migliorare le prestazioni in termini di raffrescamento estivo e di intercettazione di alcuni inquinanti atmosferici.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Esistono diverse guide per supportare la realizzazione di balconi ricchi di verde e in grado di produrre effetti di raffrescamento apprezzabili. Solo raramente è possibile inserire specie arboree, mentre più ampio è il ricorso ad arbusti o piccoli alberi ceduati. Tra i rampicanti sono particolarmente indicate le specie appartenenti al genere Clematis (di cui fanno parte caprifogli e le clematidi). Molto diffuso e resistente è il genere Trachelospermum, al quale appartengono le numerose specie e varietà di gelsomino, anch'esse disponibili con specie sempreverdi e caduche. Il genere Hedera, tra cui la comune edera (H. Helix), vanta numerosissime varietà adatte alle più diverse condizioni e climi.

Nel caso il balcone sia in grado di ospitare specie arboree di una certa grandezza, è necessario prendere i necessari accorgimenti atti a garantire la loro stabilità. In particolare:

- tutti gli alberi devono essere muniti da fascette che collegano il bulbo della radice a una rete di acciaio conficcata nel terreno;
- gli alberi medio-grandi devono essere provvisti di un cavo di sicurezza per evitare la caduta in caso di rottura del tronco;
- gli alberi più grandi, in particolare quelli che si trovano in posizioni maggiormente esposte all'azione del vento, devono presentare intorno al bulbo una gabbia di acciaio di mantenimento.

Occorre, inoltre, valutare sempre attentamente i carichi dei pesi agenti su terrazze e balconi, sia relativi ai materiali da costruzione che a quelli vegetativi (terra ed arbusti stessi) considerando il peso di questi ultimi in caso di massima saturazione idrica. La pendenza ideale della soletta è compresa tra 1% e 3%.

Vasche ed altri elementi contenitori delle specie vegetali devono essere rivestite con i seguenti materiali:

- guaina impermeabilizzante unita ad una guaina anti-radice prodotta con sostanze sintetiche quali PVC e polietilene;
- strato di separazione, accumulo e protezione meccanica. Serve principalmente per proteggere l'impermeabilizzazione sottostante da danni e/o sollecitazioni meccaniche (anche in fase di cantiere), per formare uno strato di scorrimento e per permettere l'accumulo di acqua di riserva per le radici da sfruttare nei periodi di massimo stress idrico. La posa deve avvenire sopra tutta la superficie dell'elemento di tenuta, con sovrapposizione dei bordi minima di 10 cm, anche in corrispondenza dei bordi di contenimento verticale.

Nel caso di utilizzo di specie rampicanti, le strutture di supporto rappresentano lo strumento ideale per conformare il verde dei balconi e mantenerlo nelle forme desiderate.

Le necessità idriche possono essere talvolta non trascurabili e appare utile poter disporre di allacciamenti predisposti dal condominio e che possano, dove possibile, utilizzare le acque bianche e grigie.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Mitigazione del microclima.
- Azione di filtro delle polveri sottili presenti in ambiente urbano.
- Assorbimento dell'anidride carbonica e produzione di ossigeno e umidità.
- Contributo alla ridensificazione vegetale e animale spontanea.

- Durante l'estate, riduzione del consumo di energia di raffrescamento.
- Protezione dei residenti dall'irraggiamento e dall'inquinamento acustico.

Svantaggi

- Nel caso di edifici a torre, gli alberi ai piani superiori sono più stressati in termini di esposizione al vento.
- Gli alberi ai piani superiori possono richiedere fino al 20% in più di acqua.
- La presenza di molti alberi riduce la quantità di radiazione solare raccolta durante la stagione invernale con conseguente aumento del fabbisogno energetico per il riscaldamento degli ambienti.

ASPETTI MANUTENTIVI

Il verde dei balconi e dei terrazzi necessita di un impegno costante dei residenti per una corretta manutenzione. Rispetto all'approvvigionamneto idrico possono essere suggerite diverse soluzioni, eventualmente integrate tra loro:

- l'adozione di sistemi di irrigazione a goccia;
- l'impiego di materiali e dispositivi per trattenere l'acqua nei vasi e nelle fioriere;
- l'utilizzo di specie con modeste esigenze idriche.

A livello condominiale può, in taluni casi, essere realizzato un sistema di distribuzione d'acqua centralizzato che fornisca un'adeguata quantità ai singoli balconi e terrazzi evitando, con una scelta opportuna dei tempi di distribuzione, il gocciolamento sui marciapiedi.

Oltre all'ordinaria manutenzione, il rivestimento vegetale necessita di periodiche potature da parte di specialisti in arboricoltura.

Al fine di valutare la salute degli alberi, è inoltre importante effettuare un monitoraggio periodico per:

- verificare il tasso di successo della semina e misurare le attività di crescita;
- effettuare una valutazione nutrizionale;
- determinare gli effetti di eventuali fattori di stress ambientale.

BUONE PRATICHE

Verde di balconata Bosco Verticale a Milano
(edificio residenziale)

https://www.stefanoboeriarchitetti.net/project/bosco-verticale/

Verde di balconata in Atlas Hotel Hoian a Vietnam
(struttura alberghiera)

https://www.archdaily.com/799842/atlas-hotel-hoian-vo-trong-nghia-architects

Verde di balconata in Flower Tower a Parigi (edificio di housing sociale)

https://www.casaeclima.com/ar_10741__PROGETTI-Nuovi-edifici-parigi--vegetazione--flowertower--housing-sociale-Housing-sociale-ricoperto-di-bamb.html

https://www.edouardfrancois.com/projects/tower-flower

APPROFONDIMENTI

- A. Bellomo, Pareti Verdi, Pozzuoli: Esselibri S.p.A., 2009.
- IUAV, «Involucri Vegetali: riflessioni in corso,» 2011. [Online]. Available: http://www.iuav.it/Ateneo1/chi-siamo/pubblicazi1/Catalogo-G/pdf-giorna/Giornale-Iuav-102.pdf. [Consultato il giorno 08 2019].
- E. Giacomello e M. Valagussa, Vertical Greenery: Evaluating the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale, Milan, Chicago: Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH), 2015.

BARRIERE VERDI

VERDE TECNICO

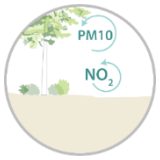
Fonte: allgeosrl.com, 2019

DEFINIZIONE

Le barriere verdi sono utilizzate per proteggere le aree residenziali, protette o ricreative, dai rumori prodotti da strade, autostrade, ferrovie e stabilimenti industriali. Attraversando una fascia di vegetazione (alberi, cespugli, erba alta), il suono è costretto a subire un percorso tortuoso che tende a degradarlo in calore. L'attenuazione prodotta dalle barriere naturali dipende dalla profondità e altezza dello schermo protettivo, dall'ampiezza e robustezza del fogliame, dalla densità della chioma e dalla durata della fogliazione.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano	X	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani			

BENEFICI AMBIENTALI

		
Riduzione inquinamento atmosferico	Mitigazione microclima	

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Miglioramento estetico		

DESCRIZIONE

All'azione di riduzione dell'inquinamento acustico delle barriere vegetate contribuiscono sia le foglie, che assorbono e trasformano l'energia sonora in calore o la deviano (specialmente alle frequenze più alte), sia il terreno che ospita la barriera, e in alcuni casi ne costituisce un elemento integrante (terre armate, muri vegetati) che agisce assorbendo o riflettendo le onde sonore.

In un manufatto verde, è tutta la barriera, nella sua composizione, a svolgere un'azione di riduzione del rumore: alle alte frequenze lavorano meglio le foglie, mentre, alle frequenze basse un terreno poroso dà buoni risultati di abbattimento.

Secondo la norma UNI 11160 la barriera verde è un sistema antirumore artificiale costituito da terreno eventualmente abbinato a strutture di rinforzo, o combinato a strutture di contenimento o portanti.

Esistono diverse tipologie di barriere verdi, che possono essere così classificate:

Quinte vegetali
Le quinte vegetali sono composte da piantagioni semplici o associazioni complesse di specie arboree, arbustive ed erbacee ad alta resistenza, caratterizzate da una disposizione delle foglie ortogonale alla direzione di propagazione del rumore, e da una rapida crescita fino al raggiungimento di un'altezza ottimale.

Rilevati con copertura vegetale
I rilevati con copertura vegetale sono costituiti da accumuli lineari di terra, opportunamente stratificati e piantumati con essenze erbacee e arbustive. Da un punto di vista paesaggistico e ambientale sono uno dei sistemi più corretti e acusticamente funzionali, anche se presentano il limite di necessitare di ampi spazi a lato dell'infrastruttura viaria da schermare.

Schermi a struttura mista
Gli schermi a struttura mista nascono dalla combinazione delle piante con alcuni manufatti artificiali (che possono fungere anche solo da sostegno) progettati per l'integrazione sinergica delle diverse componenti. Rientrano in questa categoria le terre armate rinforzate e i cosiddetti biomuri e muri verdi.

Le terre armate rinforzate sono rilevati in terra e pietrame a sezione trapezoidale, stabilizzati con apposite griglie metalliche e ricoperti con vegetazione. È una soluzione che presenta un ridotto impatto economico-operativo, dato l'utilizzo prevalente di materiale presente in loco, e si integra nel contesto assumendo l'aspetto di un cordone verde che fiancheggia l'infrastruttura viaria.

I biomuri sono invece costituiti da una combinazione di strutture artificiali con funzione portante (calcestruzzo, acciaio, plastica, legno) e piante sempreverdi a rapida crescita e alta densità di fogliame, alimentate da sofisticati substrati di coltivo.

I muri verdi sono composti da una struttura a gabbia metallica riempita con una miscela di substrato organico o inorganico nella quale viene seminata la vegetazione.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

La quinta vegetale è una tipologia di barriere verdi tra le più conosciute e utilizzate, ma richiede un'ampia disponibilità di spazio e comporta costi d'installazione e manutenzione piuttosto elevati, oltre a tempi lunghi per il raggiungimento degli effetti a regime (almeno cinque anni).

I filari di piante (arbusti + alberi, della famiglia dei sempreverdi) devono essere impiantati a distanza tale da consentire una regolare crescita delle stesse.

Nella scelta delle specie sono da privilegiare alcune caratteristiche:

- piante con fogliame anche nella parte bassa del tronco, per aumentare l'effetto barriera;
- sempreverdi, per evitare riduzioni di efficacia nei periodi invernali;
- specie rustiche, che richiedono una manutenzione limitata e l'abbattimento dei costi di realizzazione;
- vegetazione resistente agli agenti inquinanti, considerando che molti interventi si inseriscono in prossimità di arterie stradali a traffico intenso.

Le specie selezionate dovranno inoltre avere un'alta capacità di resistenza alle sollecitazioni meccaniche specie se utilizzate su terreni franosi e contemporaneamente essere buone leganti e consolidanti dei terreni mediante il sistema radicale (misurabile dal rapporto volume getti/volume radici), nonché con una buona capacità edificatrice.

Le terre rinforzate richiedono uno spazio minimo di almeno 2-3 metri e non necessitano di particolari manutenzioni. Possono avere una pendenza del fronte a vista superiore anche a 70° rispetto al piano orizzontale. Allo stesso tempo possono raggiungere altezze superiori a 20m grazie all'alternanza di strati di terreno ben compattati (con uno spessore di 60-70 cm) e delle particolari tipologie di armature di rinforzo costituite da geogriglie che offrono maggiore stabilità alla struttura.

Gli elementi principali che caratterizzano, invece, un muro verde sono le strutture di supporto a cui sono fissate le pareti laterali di contenimento del terreno di coltivazione delle essenze vegetali e il substrato. Il substrato può essere di tipo organico o composto da materiale inerte miscelato con ammendanti organici e fertilizzanti. In relazione alle condizioni climatiche locali e alle specie di coltivazione, il substrato può essere modificato mantenendo un'elevata capacità di infiltrazione e microporosità che favoriscono la permanenza di acqua al suo interno, per soddisfare il fabbisogno idrico delle piante. L'irrigazione è generalmente fornita da un sistema di irrigazione a goccia, direttamente inserito nel substrato.

Per quanto riguarda le prestazioni di riduzione dell'inquinamento acustico, misure sperimentali hanno identificato nelle foglie lunghe una decina di centimetri la parte della pianta più attenuante alle frequenze con lunghezza d'onda tra 8-16 cm (2-4 Hz). Relativamente alle prestazioni dei terreni, un buon risultato si ottiene con terre inerbate o comunque morbide, al contrario terreni pietrosi, sabbiosi o ghiacciati anziché assorbenti risultano riflettenti.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Le barriere verdi migliorano il paesaggio e la qualità estetica dei luoghi; depurano l'atmosfera con la fotosintesi; fungono da bioindicatori di particolari inquinanti e contribuiscono alla salvaguardia del suolo e alla regolazione idrotermica.
- Terre rinforzate e biomuri consentono di realizzare opere di altezza rilevante ma dall'impronta relativamente ridotta con costi più contenuti rispetto alle tradizionali strutture in cemento. Tali prodotti sono caratterizzati da alta durabilità e tempi di messa in opera molto limitati, perché realizzati in elementi spesso già preassemblati in stabilimento.

Svantaggi

- In generale, barriere completamente naturali come le quinte vegetali necessitano di spazi più ampi e risultano in media meno efficaci (abbattimento di 5-6 dB A) rispetto a quelle artificiali (10-15 dB A);
- Per ottenere una significativa riduzione del livello sonoro percepito (quindi con abbassamenti dell'intensità sonora maggiori di 10 dB) è necessario predisporre fasce di vegetazione di notevoli dimensioni, anche maggiori di 20-30 metri.

ASPETTI MANUTENTIVI

Le operazioni di manutenzione possono avere modalità particolari che variano a seconda della tipologia della barriera verde. Si riportano di seguito alcune tipologie più diffuse e relativi interventi manutentivi [1]:

- fasce boscate: potature di irrobustimento di alberi e arbusti; potature scolpite di siepi a tetto e sieponi a muro;
- terre rinforzate verdi (di sostegno del rilevato): sfalci di pulizia primi 2 m dal ciglio della carreggiata soprastante; per il resto delle scarpata nessun intervento;
- terre rinforzate verdi (di controripa): sfalci di pulizia; potature di arbusti in funzione della non interferenza con il normale svolgimento del traffico (altezza e sagoma dei mezzi pesanti);
- muri cellulari vegetati: estirpazione delle infestanti (primo anno); potature di irrobustimento (primo anno).

In sede esecutiva vanno progettati e realizzati cartelli segnalatori della presenza di interventi particolari che devono essere chiaramente riconoscibili e interpretabili dalle imprese incaricate delle manutenzioni del verde. Ciò al fine di evitare che le macchine utilizzate per gli interventi di diserbo e decespugliamento si avvicinino per sbaglio alle strutture portanti, con effetti negativi.

BUONE PRATICHE

Barriere a protezione di una nuova area residenziale, con benefici ambientali multipli, Sachsenheim (Germania)

http://r1.zotoi.com/blog/35.html
https://www.rralur.si/sites/default/files/rralur/2016_ZI-10_Mueller-TURAS_Green_Living_Room_Green_Noise_Barrier_Practical_Examples.pdf

Barriere in legno a protezione di un ospedale a Oxford (UK)

https://www.externalworksindex.co.uk/entry/107208/Cheviot-Trees/Green-Barrier-John-Radcliffe-Hospital-Oxford/

APPROFONDIMENTI

[1] ISPRA, «Mitigazioni a verde con tecniche di rivegetazione e ingegneria naturalistica nel settore delle strade,» 2010. [Online]. Available: http://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.4-strade.pdf. [Consultato il giorno 11 2019].

- Definizione della barriera acustica verde:
https://www.tuttogreen.it/che-cosa-e-una-barriera-acustica-verde-per-limitare-il-rumore/
- Indicazioni progettuali delle barriere verdi:
https://www.teknoring.com/guide/guide-architettura/progettare-schermi-verdi-come-barriere-antirumore/

PERCORSI A PERGOLATO E VERDE SOSPESO	VERDE TECNICO

Fonte: Ambiente Italia, 2019

DEFINIZIONE

In strade e spazi aperti fortemente assolate nella stagione calda e caratterizzati da intenso passaggio pedonale, in cui non sia possibile effettuare piantumazioni per motivi tecnici o gestionali, i cosiddetti "percorsi a pergolato" possono costituire una valida alternativa. Si tratta di percorsi caratterizzati da strutture di sostegno per specie arbustive e rampicanti che possano in breve tempo andare a costituire un'area ombreggiata, protetta dall'eccessiva insolazione e, in parte, dagli scarichi automobilistici e dal rumore.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani	X		

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico	Mitigazione microclima	

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Miglioramento estetico		

DESCRIZIONE

Molte città presentano viali e strade, anche di discreta ampiezza, privi di alberature. Ciò può essere dovuto ad una progettazione poco attenta o scarsamente sensibile o a motivi di costo per la realizzazione di alberate o, ancora, ai timori di consistenti oneri di manutenzione. Talvolta ciò può essere legato ad oggettive difficoltà nella messa a dimora di alberi e arbusti dovute alla presenza di cavi, condutture, strutture di servizio nel sottosuolo. Gallerie ferroviarie, stradali o linee di metropolitana rendono in alcuni casi impossibile prevedere spazi sufficienti per lo sviluppo di un'alberatura.

Possono costituire una interessante alternativa, soprattutto per le strade e gli spazi aperti fortemente assolati nella stagione calda e caratterizzate da passaggio pedonale intensivo, i cosiddetti "percorsi a pergolato", tratti di aree pedonali dotati di strutture di sostegno per specie arbustive e rampicanti che possano in breve tempo andare a

costituire appunto un percorso ombreggiato, protetto quindi dall'eccessiva insolazione e, in parte, dagli scarichi automobilistici e dal rumore. I pergolati possono essere liberi o addossati ad una parete di un edificio e generalmente sono realizzati in legno oppure in ferro semplice o battuto. I pergolati realizzati in legno presentano una conformazione più lineare, mentre quelli in ferro possono essere di forme semplici e geometriche oppure, nel caso del ferro battuto, avere strutture sagomate e curvilinee con eventuali aggiunte di decorazioni e fregi [1].

La collocazione delle strutture richiede la predisposizione di plinti inseriti nel piano stradale o pedonale a distanze prefissate (ma non necessariamente rigide), contenitori in muratura o materiale sintetico dal quale si svilupperanno le specie vegetali individuate in fase di progettazione. Le strutture possono essere:

- autoportanti: la struttura è appoggiata o ancorata al terreno o al pavimento mediante i montanti che sostengono le travi;
- semiportanti: la struttura è addossata a una parete da uno o più lati; in corrispondenza di questi punti le travi sono fissate direttamente nel muro, mentre dagli altri lati sono sostenute da montanti.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Sia per quanto riguarda le pergole autoportanti che quelle semiportanti, l'altezza totale dovrebbe essere compresa tra 2,5 e 3 m e la larghezza non dovrebbe superare i 5-6 m in modo da ottenere un buon equilibrio dal punto di vista estetico, evitando strutture troppo massicce, e una garanzia di stabilità. È necessario, in ogni caso, verificare che la pergola sia stabile e robusta in modo sufficiente da sopportare l'azione del vento, il peso della copertura (piante rampicanti) o di eventuali accumuli nevosi.

Queste strutture devono essere proporzionate all'area in cui vanno inserite in modo da non restringerla eccessivamente [1].

Gli elementi che compongono un pergolato in legno sono:

- montanti o pali di sostegno: oltre a quelli principali in corrispondenza degli angoli, ne occorrono altri lungo i lati ogni 3 o 4 metri; solitamente hanno una sezione di 10-15 cm;
- travi principali che possono essere sostenute dai montanti oppure in parte da questi e in parte ancorate al muro; solitamente hanno una sezione di 10 cm x 12-15 cm di altezza;
- traverse o travetti secondari: sulle travi si collocano perpendicolarmente alcune traverse con una sezione più piccola, a circa 50-80 cm di distanza l'una dall'altra, per sostenere le piante rampicanti.

I pergolati in ferro possono essere realizzati in forme differenti, anche arrotondate, decorate o irregolari.

In alcuni casi particolari si può ricorrere all'utilizzo di pergolati misti, che prevedono l'abbinamento di materiali diversi, ad esempio possono essere composti da pilastri in legno e traverse ad arco in ferro [1].

Le strutture di supporto utilizzate non devono richiedere manutenzione per diversi anni, ed essere realizzate con materiali resistenti all'azione degli agenti meteorici e ai raggi UV.

La messa in opera delle strutture è relativamente semplice ma particolare attenzione richiede la progettazione e realizzazione dell'impianto di irrigazione che deve prevedere numerosi punti di allacciamento.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- I percorsi a pergolato possono essere adattati a numerose e differenti condizioni dell'ambiente urbano: possono coprire percorsi pedonali urbani tipicamente assolati o essere inseriti all'interno di aree verdi collegando tra loro elementi di attrazione (aree ristoro, spazi aperti, specchi d'acqua, ecc.).
- Le strutture per percorsi a pergolato possono essere facilmente rimosse, anche per tratti limitati, per l'esecuzione di lavori stradali e di manutenzione a servizi situati al di sotto del piano pedonale.

Svantaggi

- I percorsi a pergolato necessitano, per la parte vegetale, di una manutenzione piuttosto attenta e continuativa.

ASPETTI MANUTENTIVI

Durante la stagione vegetativa è necessario che le piante vengano rifornite d'acqua mediante un impianto di irrigazione. Le fioriere devono essere mantenute pulite e curate. Specifici accorgimenti progettuali possono inserire elementi per contenere il deposito di mozziconi e spazzatura. Le strutture di sostegno non richiedono particolari attenzioni, ma può essere necessario tenere sotto controllo la stabilità.

Nella stagione fredda (da novembre a marzo) i rampicanti devono essere potati e fissati in modo da sviluppare, nella successiva stagione vegetativa, una copertura continua e che non debordi rispetto ai limiti previsti. In questo periodo è previsto l'apporto di fertilizzati al suolo.

BUONE PRATICHE

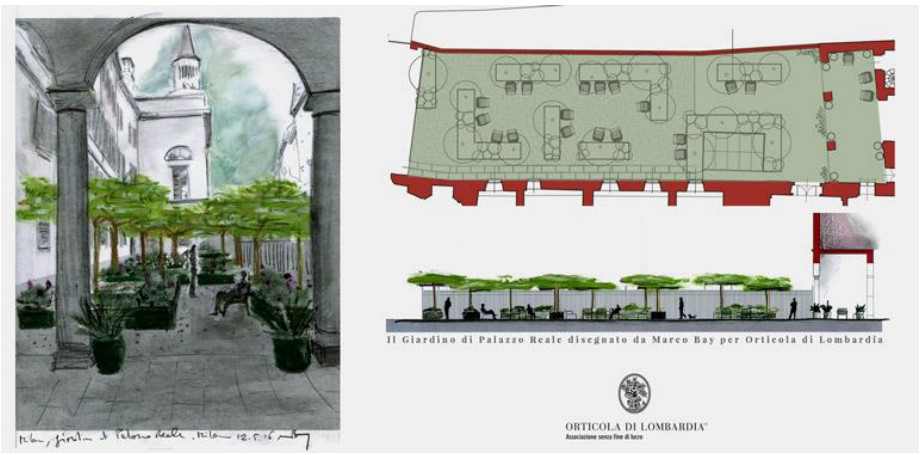
Percorsi ombreggiati verdi a Valladolid, Spagna

https://oppla.eu/casestudy/19393

Pergola dei Gelsi al Castello Sforzesco, Milano

https://www.orticola.org/orticola/?p=15802

Giardino pensile di un spazio pubblico, Palazzo Reale a Milano



https://www.orticola.org/orticola/?p=10951

APPROFONDIMENTI

[1] E. Vietti e M. Vietti, Tetti verdi e giardini pensili, Flaccovio, 2018

ARREDO URBANO INVERDITO

VERDE TECNICO

Fonte: Fuorisalone.it

DEFINIZIONE

La progettazione di elementi di arredo urbano capaci di integrare la vegetazione rappresenta un'interessante opportunità per equipaggiare gli spazi pubblici urbani con elementi fissi e mobili in grado incrementare i benefici ambientali a vantaggio dei fruitori degli spazi, come la mitigazione delle isole di calore e la riduzione di alcuni inquinanti atmosferici.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani	X		

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico

Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

Aumento socialità

DESCRIZIONE

L'arredo urbano che integra soluzioni naturalistiche, oltre ad occuparsi delle problematiche e del disegno degli spazi a verde pubblico, ed in genere di qualsivoglia manufatto a destinazione pubblica che trova collocazione nella città a complemento del disegno urbanistico ed architettonico, aggiunge a queste una funzione di inverdimento progettato specificamente per ottenere un incremento dei benefici ambientali, in termine di mitigazione delle isole di calore e riduzione di alcuni inquinanti atmosferici.

Un esempio di questa tipologia di design urbano innovativo è rappresentato da *City Tree* un pannello verde che aiuta a ridurre gli inquinanti nell'aria. *City Tree* è una struttura autoportante sviluppata da una start up tedesca che supporta specifiche colture di muschio e piante vascolari la cui superficie può estendersi su un'area molto più ampia delle foglie di un albero, riuscendo quindi a catturare una maggiore quantità di inquinanti. Le colture sono state

appositamente selezionate per la loro capacità di intercettare il particolato, il biossido di azoto e i gas di ozono presenti nell'aria. Pannelli solari forniscono l'energia elettrica necessaria ad alimentare il sistema di irrigazione (che riutilizza l'acqua piovana) e gli altri dispositivi elettronici presenti come la centralina Wi-Fi e le prese per la ricarica elettrica. Per monitorare la salute della vegetazione, *City Tree* monta dei particolari sensori che misurano l'umidità del terreno, la temperatura e la qualità dell'acqua. All'interno della struttura ci sono poi dei sensori per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, che aiutano a monitorare la qualità dell'aria circostante.

Un altro esempio di tecnologia del verde verticale applicata agli spazi urbani è il *Mobile Green Living Room*, una struttura formata da una serie di pannelli vegetati (tipologia *living wall*) che, oltre alle sedute, può ospitare uno spazio espositivo o una piccola scena teatrale. Le pareti verdi autoportanti forniscono ombra e contribuiscono al raffrescamento del microclima, mitigando l'effetto isola di calore e, al tempo stesso, aiutano a ridurre le concentrazioni localizzate di alcuni inquinanti atmosferici come il particolato. Un'installazione di questo prototipo è stata realizzata nella cittadina tedesca di Ludwisburg, all'interno di un progetto finanziato dall'UE.

I *Living Pillars* nascono invece dall'idea di utilizzare una risorsa esistente di arredo urbano come i lampioni, per la creazione di verde verticale coltivato in appositi elementi contenitori ancorati intorno all'asta dei lampioni stessi. A seconda delle specie di piante utilizzate, i lampioni inverditi possono avere diverse tipologie di benefici ambientali come l'incremento della biodiversità, la cattura del particolato atmosferico, il raffrescamento della temperatura dell'aria, ma possono anche contribuire al miglioramento dell'impatto paesaggistico nel caso di specie con particolari fioriture.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

City Tree è un impianto di dimensioni abbastanza contenute: 4 metri di altezza per 3 metri di larghezza e 60 cm di spessore, disponibile in due versioni, con o senza panchine. I pannelli vegetali sono costituiti da muschio e altre particolari piante vascolari che attirano gli agenti inquinanti dell'aria e li inglobano nella propria biomassa. Come filtro dell'aria a base vegetale, *City Tree* è in grado di raffrescare l'aria circostante grazie al processo di evapotraspirazione, contribuendo alla mitigazione delle isole di calore. Secondo i suoi creatori, *City Tree* è in grado di assorbire circa 250 grammi di particolato ogni giorno, e contribuisce alla cattura dei gas serra, rimuovendo circa 240 tonnellate di anidride carbonica ogni anno.

Per ogni metro quadrato di parete, *City Tree* garantisce spazio sufficiente per la messa a dimora di 1.682 piante, contribuendo all'aumento della biodiversità nei contesti urbanizzati. Ogni *City Tree* è dotato di un serbatoio incorporato che fornisce acqua e nutrienti al pannello in modo che si possa irrigare autonomamente. Pannelli solari sono installati sulla struttura in modo da fornire energia, immagazzinata in apposite batterie, che viene utilizzata per il suo funzionamento (impianto di irrigazione, display LCD, hot spot wifi etc.).

Il posizionamento ideale per l'inserimento di questa particolare tipologia di arredo urbano sono i corridoi stradali urbani intensamente trafficati, interessati dal cosiddetto "effetto canyon".

A differenza delle alberature tradizionali, *City Tree* rappresenta anche una interessante opportunità per quanto riguarda, la fruibilità e la comunicazione. Può infatti integrare display LCD, comunicare informazioni con sistemi come i QR Code o RFID, realizzare coperture WiFi integrando un hotspot, ma può anche, più semplicemente, essere usato come panchina o come supporto per il parcheggio e la ricarica di biciclette.

Il *Mobile Green Living Room* è formato esclusivamente da pareti vegetali. Ogni parete verde è un vero e proprio *Living Wall* in grado di ospitare fino a trenta diverse specie di piante su 140 metri quadrati di vegetazione superficiale. Le sue pareti sono formate da strutture portanti reticolari in cui sono inserite piante precoltivate direttamente in vivaio, posizionate in modo specifico, a seconda della esposizione e direzione del sole. Il sistema è dotato di un serbatoio per lo stoccaggio e un sistema di irrigazione automatizzato.

I *Living Pillars* utilizzano il sistema modulare con elevata capacità di ritenzione idrica Fytotextile®, appositamente progettato per avvolgere perfettamente qualsiasi palo stradale e struttura curva. Il sistema fornisce l'aerazione necessaria ai sistemi radicali delle piante per svilupparsi correttamente. I *Living Pillar* sono stati progettati per essere autosufficienti, essendo alimentati da un pannello solare ad alta efficienza e integrando un sistema di irrigazione che riutilizza l'acqua in eccesso.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Soluzioni come *CityTree, Mobile Green Living Room e Living Pillars* consentono di inverdire spazi urbani dove nessun albero o arbusto potrebbe essere piantato o coltivato.
- Grazie alla particolare densità e diversità di specie utilizzate, si possono ottenere benefici ambientali migliori delle singole piantumazioni. Ogni *CityTree*, per esempio, riduce l'inquinamento dell'aria del 30%, fino a 50 metri di distanza. Si stima che possa avere benefici ambientali equivalenti a quelli di 275 alberi. Il *Mobile Green Living Room* può ospitare fino 140 metri quadrati di vegetazione che, in un anno, è in grado di assorbire 300 kg di CO_2 e produrre 220 kg di ossigeno.

Svantaggi

- Costi di installazione e fornitura maggiori.

ASPETTI MANUTENTIVI

Questi sistemi di arredo urbano sono progettati per ridurre al massimo la manutenzione ed essere quanto più possibile autosufficienti. Il pannello verticale vegetato di *City Tree*, ad esempio, richiede solo poche ore di manutenzione all'anno, grazie all'utilizzo di un sistema di irrigazione completamente automatizzato, alimentato da un pannello solare. *City Tree*, con o senza seduta integrata, richiede solo 8 ore per essere montato o smontato.

Anche i *Living Pillar* possono essere installati facilmente e richiedono una manutenzione minima grazie a un sistema di irrigazione automatico di ricircolo dell'acqua alimentato da un pannello solare.

BUONE PRATICHE

Muri verdi smart con sedute '*City Tree*', Mantova

www.greencitysolutions.de/en/

Lampioni stradali inverditi '*Living Pillars*', Londra

www.scotscape.co.uk/services/living-pillar#What-is-LivingPillar™?

Salotti Verdi all'aperto '*Mobile Green Living Room*', Ludwisburg

https://oppla.eu/casestudy/17555

APPROFONDIMENTI

Il progetto di *City Tree*:
https://greencitysolutions.de/en/
Descrizione tecnica dei lampioni stradali inverditi '*Living Pillars*':
https://www.scotscape.co.uk/services/living-pillar#What-is-LivingPillar%E2%84%A2?
Descrizione tecnica del salotto verde '*Mobile Green Living Room*':
https://www.rralur.si/sites/default/files/rralur/2016_ZI-10_Mueller-TURAS_Green_Living_Room_Green_Noise_Barrier_Practical_Examples.pdf

INDICE

VERDE URBANO A SUOLO 3

ALBERATURE STRADALI 4

GIARDINI CONDIVISI 9

ORTI URBANI SOSTENIBILI 12

MICRO PARCHI 18

FORESTAZIONE URBANA 21

VERDE URBANO A SUOLO

La progettazione e realizzazione del verde urbano, nelle sue diverse componenti, rappresenta una grande opportunità di riqualificazione e miglioramento ambientale e climatico. È fondamentale, a questo proposito, seguire un approccio multiobiettivo, più attento all'adattamento al cambiamento climatico e alla capacità di rimozione da parte del verde urbano delle sostanze inquinanti, ma anche alla riqualificazione degli spazi, per rendere più vivibili le aree e migliorare le opportunità e occasioni di socialità.

Le tipologie di verde urbano, pur con caratteristiche e vocazioni diverse, se adeguatamente progettate, possono concorrere al raggiungimento di molti di questi obiettivi, in particolare:

- le **alberature stradali** rappresentano una frazione relativamente piccola del patrimonio arboreo urbano ma rivestono un ruolo molto importante sia dal punto di vista dell'impatto visivo che della riduzione dell'inquinamento atmosferico da traffico e del comfort climatico;
- i **giardini condivisi** sono spazi pubblici con finalità socioculturali e ambientali che vedono un ruolo attivo dei cittadini nella realizzazione e/o gestione di un progetto di riqualificazione di spazi dismessi o abbandonati;
- l'**orticoltura urbana** può svolgere ruoli socio-culturali, ambientali, ricreazionali, educativi e terapeutici, ma occorre fare attenzione alla riduzione degli impatti ambientali potenzialmente elevati in relazione ai notevoli input richiesti per sostenere le produzioni;
- i **micro-parchi** sono strumenti di progettazione urbana a piccola scala che si pongono l'obiettivo di riattivare e ricucire frammenti di città creando una rete di spazi verdi vissuti dai cittadini;
- le **foreste urbane** rappresentano un'interessante opportunità per la creazione di un'ampia rete di verde che include le foreste, i gruppi di alberi e i singoli alberi, in grado di collegare le zone rurali con quelle periurbane e urbane.

ALBERATURE STRADALI

VERDE URBANO

Fonte: citydoormilano.it

DEFINIZIONE

Per alberature stradali si intende, generalmente, la sistemazione degli alberi lungo strade cittadine, come strade di quartieri residenziali, strade di transito, arterie di traffico o piazze. Le alberature stradali rappresentano una frazione relativamente piccola del patrimonio arboreo urbano ma rivestono un ruolo molto importante sia dal punto di vista dell'impatto visivo che dell'inquinamento atmosferico da traffico e del comfort climatico.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	X	urbano	X	extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	X	riduzione del rischio delle isole di calore	X	rigenerazione degli spazi urbani	X		

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico

Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

DESCRIZIONE

Le alberature stradali giocano un ruolo di rilievo all'interno del tessuto edificato di una città. Oltre all'evidente importanza che la presenza di alberi d'alto fusto riveste nel determinare il valore estetico di una via o di un quartiere (influenzandone, tra l'altro, il valore immobiliare degli edifici), questi forniscono una serie di servizi ecosistemici in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico, mitigazione delle isole di calore e gestione delle acque di prima pioggia. La posa di alberi in una strada o un viale comporta, se la progettazione è stata adeguatamente curata, la presenza di superfici permeabili intorno ai fusti. Queste agiscono a favore di una regolazione del deflusso delle precipitazioni e contribuiscono quindi a ridurre i rischi di allagamento dovuti a forti e intense precipitazioni. Nel caso di alberature stradali monofilari l'effetto è tuttavia sensibilmente più contenuto.

Grazie alle chiome degli alberi che è possibile produrre un raffrescamento dell'aria, che può essere avvertito anche ai piani inferiori degli edifici situati lungo la strada. Al fine di massimizzare questa funzione è fondamentale una scelta attenta delle specie e delle varietà. Importanti sono inoltre la diposizione degli individui arborei, la loro manutenzione e, in primo luogo, le tecniche di potatura.

Esempi di alberature stradali: monofilare centrale, doppio filare di due specie, quadruplo filare monospecifico con controviali.

Negli anni più recenti si è assistito a un incremento delle alberature costituite da specie di taglia contenuta (alberi di terza o quarta grandezza) che, ancorché a fioritura vistosa, offrono minori esigenze di manutenzione, rischi di caduta e la cui messa a dimora risulta facilitata da apparati radicali più contenuti. Ai fini degli effetti descritti in precedenza questa tendenza, al di fuori di casi selezionati, comporta una riduzione dei benefici ambientali.

Esempi di verde condominiale lungo strade prive di alberature pubbliche

Una crescente attenzione va dedicata anche al verde condominiale privato che si affaccia su vie prive di alberature stradali. In molti casi infatti le chiome di alberi posti all'interno di spazi condominiali possono produrre gli stessi positivi effetti di una convenzionale alberatura stradale. È quindi utile che le amministrazioni locali forniscano un supporto informativo sia per quanto attiene la progettazione che la manutenzione al fine di massimizzare i servizi ecosistemici offerti da questa tipologia di verde.

Per quanto riguarda la riduzione dell'inquinamento atmosferico, nella scelta delle specie arboree è importante valutare sia la collocazione che la capacità di emettere alcuni inquinanti come i Composti Organici Volatili biogenici e precursori dell'ozono (la maggior parte delle querce e molte conifere, ad esempio). Le alberature stradali possono infatti avere un effetto opposto nella riduzione dell'inquinamento atmosferico a livello localizzato, a seconda delle scale considerate. Lungo arterie stradali lunghe e strette, caratterizzate dal cosiddetto effetto canyon, la presenza di alberi può infatti ostacolare la ventilazione e la conseguente dispersione degli inquinanti. Al tempo stesso, diversi studi raccomandano di piantare le alberature il più vicino possibile alle fonti emissive per massimizzare la capacità di intercettazione degli inquinanti atmosferici. È quindi importante un'attenta progettazione delle alberature stradali, da valutare caso per caso, in modo da ottimizzare i benefici e ridurre al minimo gli effettivi negativi sulla qualità dell'aria locale.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

In via generale, la scelta delle essenze per le alberature stradali avviene in primo luogo identificando le caratteristiche estetico formali delle piante (forma della chioma, tessitura, colore, fioritura ecc.) e deve essere quindi verificata in rapporto alle particolari caratteristiche dell'ambiente urbano considerato. Una volta comunque identificata la specie,

o meglio i gruppi di specie che meglio potrebbero rispondere alle caratteristiche estetico formali desiderate, occorre verificarne l'idoneità anche rispetto ai seguenti particolari criteri:

- necessità di spazio per il completo sviluppo della pianta;
- resistenza all'inquinamento;
- resistenza ai parassiti;
- caratteristiche alimentari, essudati, fruttificazione;
- emissione di radici superficiali o di polloni alla base del tronco;
- caratteristiche della chioma e del fogliame.

In Italia vi è una generale tendenza all'impiego di specie autoctone in quanto ritenute meglio acclimatate e resistenti alle avversità di carattere naturale ed antropico. In realtà il tema è ampiamente dibattuto e larga parte dei giardini storici italiani e le alberature di pregio presenti nelle città e costituite da specie esotiche, non confermano in assoluto la validità di queste assunzioni. Nell'ambiente urbano l'impiego di specie esotiche, che siano state già oggetto di una sufficiente valutazione nel tempo, andrebbe considerata senza pregiudizi.

Gli alberi devono presentare un portamento rispondente alle caratteristiche tipiche della specie, della varietà e dell'età al momento della loro messa a dimora. Per rispettare la crescita delle piante, le alberature stradali dovranno essere adeguatamente posizionate:

- alberi di prima grandezza (*Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Fraxinus excelsior,* ecc.), da 10 a 15 metri, con un fusto di circonferenza non inferiore a cm 20 – 24;
- alberi di seconda grandezza (*Alnus s.p., Acer sp., Carpinus sp.,* ecc.), da 7 a 10 metri, con un fusto di circonferenza non inferiore a cm 18 – 20;
- alberi di terza grandezza (*Prunus sp., Malus sp.,* ecc.), da 5 a 7 metri, con un fusto di circonferenza non inveriore a cm 16 – 18;
- alberi a portamento colonnare (*Cupressus sempervirens, Populus nigra,* ecc.), da 4 a 6 metri.

Con riferimento all'area da destinare ad alberi isolati possono valere le seguenti classi:

- alberi isolati a chioma piccola: 2,5 x 2,50 m;
- alberi isolati a chioma grande: 3,5 x 3,50 m.

La distanza degli alberi tra loro e dagli edifici è infatti un aspetto molto importante, sia per permettere alla chioma di espandersi senza interferenze, sia per evitare fenomeni di reciproca influenza microclimatica tra gli alberi e gli edifici. La distanza minima degli alberi dalle pareti varia tra 8 m per gli alberi di alto fusto a distanze minori (fino a 4 m) per alberi di dimensioni medio piccole. La distanza tra albero e albero varia tra i 5 e i 12 m, sempre in dipendenza dalle proposte diverse soluzioni planimetriche in cui vengono normate le relazioni tra marciapiedi, carregiate, alberature ed edifici. Occore tenere presente che per permettere anche alle radici di svilupparsi in maniera non eccessivamente asimmetrica gli alberi dovranno essere piantati ad almeno 1,5 m dalla carreggiata. È infatti da evitare che le radici si insinuino in questa potendo tra l'altro danneggiare gravemente il manto stradale.

Per quanto attiene le capacità di ombreggiamento e di mitigazione delle temperature più elevate, le latifoglie appaiono, in genere, più indicate. In molte città delle regioni settentrionali platano, bagolaro, ippocastano e tiglio rappresentano le specie più utilizzate. Meno rappresentati sono gli aceri e i frassini. Tra le conifere solo i cedri e i tassi appaiono adatti all'ambiente urbano ma difficilmente possono essere considerati per la realizzazione di alberature stradali. Ampia è comunque la letteratura tecnica e scientifica che analizza potenzialità e limiti delle diverse specie nelle differenti condizioni climatiche e stazionali che le città italiane presentano.

La scelta delle specie da impiegare è quindi oggetto, in genere, di considerazioni di diversa natura, tecniche ed operative, economiche ma anche estetiche. Non ultimo tra gli aspetti da esaminare vi è la sensibilità a patogeni e parassiti, anch'essi talvolta di importazione e quindi particolarmente difficili da controllare. La resistenza all'inquinamento dell'aria è un ulteriore aspetto di cui tenere conto.

L'impianto degli individui arborei destinati all'alberata comporta un complesso lavoro di preparazione del terreno e degli spazi destinati a ospitare adeguatamente e per un lungo periodo (più decenni) gli apparati radicali e aerei degli alberi. Il primo elemento influirà anche sulla capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo: un'attenta progettazione e adeguata realizzazione favorisce infatti lo smaltimento del deflusso in caso di eventi meteorici consistenti. Il secondo

aspetto è invece importante per garantire la vitalità delle chiome, il loro sviluppo e, conseguentemente, le loro prestazioni.

Gli impianti di irrigazione e drenaggio sono importanti in tutti i tipi di realizzazione a verde e nel caso delle alberature stradali sono spesso indispensabili per la sopravvivenza delle piante. Nelle alberature si utilizzano drenaggi in profondità costituiti da dreni in materiale plastico (Pvc) flessibili, corrugati e fessurati, per garantire un veloce smaltimento delle acque in eccesso ed evitare l'intasamento dei dreni stessi. Questi devono essere posti in prossimità dell'apparato radicale di ogni esemplare ad una profondità variabile a seconda delle diverse specie e del tipo di terreno, nonché collegati alla rete scolante. Questa tecnologia può anche servire per eventuali irrigazioni di soccorso e per fertirrigazioni.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Una delle funzioni di maggior rilevanza riguarda la regolazione del microclima nelle immediate vicinanze delle alberate: il meccanismo è legato, da un lato, al livello di intercettazione della radiazione solare (ombreggiamento), dall'altro, al processo di evapotraspirazione, cioè la trasformazione dell'acqua in vapore. Questo meccanismo abbassa la temperatura dell'aria circostante mediante la sottrazione dell'energia termica necessaria appunto a formare il vapore acqueo.
- Il fenomeno di raffrescamento può essere evidente dove le alberate sono più estese: nelle città a clima caldo e asciutto la riduzione della temperatura può raggiungere 2-3°C nelle strade con una ricca copertura delle chiome.
- Gli alberi possono incidere favorevolmente sulla qualità dell'aria intercettando gas e particolato, soprattutto se localizzati in prossimità di concentrazioni elevate, in particolare per quanto riguarda il particolato. In alcuni casi, la capacità di raffrescamento delle alberature può contribuire anche alla riduzione dell'ozono, un gas le cui concentrazioni sono significativamente influenzate dalla radiazione solare e di cui pertanto è atteso un incremento in presenza di elevate temperature.

Svantaggi

- Nelle aree di recente urbanizzazione il verde stradale è stato spesso limitato alle aree residenziali più ricche e ambite. Le periferie sviluppatesi negli anni cinquanta e sessanta hanno tardato a dotarsi di alberature stradali e spesso, proprio perché è mancata un'adeguata progettazione, le alberate sono poste in posizione non adeguata rispetto agli edifici più vicini o alla sede stradale.
- A seconda delle essenze selezionate e del loro posizionamento, le alberature stradali possono avere effetti negativi sulle concentrazioni in atmosfera di alcuni inquinanti. Molte piante, infatti emettono Composti Organici Volatili biogenici e precursori dell'ozono (la maggior parte delle querce e molte conifere, ad esempio). Inoltre, lungo arterie stradali lunghe e strette, caratterizzate dal cosiddetto effetto canyon, la presenza di alberi può ostacolare la ventilazione e la conseguente dispersione degli inquinanti.
- Le minacce alla sopravvivenza delle alberature stradali derivano in primo luogo da una collocazione errata. Se infatti le piante, in particolare quelle a chioma ampia, sono collocate troppo vicine fra loro o agli edifici, tendono a crescere eccessivamente in altezza e con chioma squilibrata, per conquistare il poco spazio disponibile.
- Sono necessari interventi periodici di potatura per ridurre e riequilibrare il volume della chioma; tali interventi, oltre a essere costosi e di difficoltosa esecuzione per i numerosi condizionamenti dell'ambiente urbano (periocolo per l'incolumità dei passanti, interferenze con linee aeree e con gli edifici, necessità di deviazione temporanea del traffico), possono indebolire le piante e renderle facilmente preda di parassiti e malattie.

ASPETTI MANUTENTIVI

La gestione delle alberate stradali è un'attività complessa e richiede specifiche competenze. Le modalità con cui le diverse specie arboree sono mantenute influiscono su tutte le funzioni a cui l'albero è chiamato a rispondere. La manutenzione incide significativamente sulla stabilità complessiva dell'albero e sulla robustezza delle branche principali, e quindi, più in generale, sulle condizioni di sicurezza per passanti e cose in prossimità degli alberi.

L'analisi di stabilità viene condotta in base alla tecnica V.T.A. (*Visual Tree Assessment*), approccio che comporta l'analisi visiva dell'albero e successive verifiche strumentali laddove se ne constati la necessità. Sia per il verde pubblico che quello privato, particolare attenzione deve essere posta sia in fase di progettazione che di manutenzione, allo sviluppo potenziale ipogeo ed epigeo delle specie impiegate.

BUONE PRATICHE

Strategia di piantumazione urbana ´Trees for Life' a Barcellona

https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ sites/default/files/ Pla-director-arbrat-barcelona-ENG.pdf

Riqualificazione urbana e ambientale con alberature stradali a Northwoord Hills, Londra

https://www.greenblue.com/na/case-study/northwood-hills/
https://www.greenblue.com/na/how-trees-improve-air-quality/
https://www.greenblue.com/na/products/rootspace/

APPROFONDIMENTI

- MAATTM, «Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile,» 2017. [Online]. Available: https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/lineeguida_finale_25_maggio_17.pdf. [Consultato il giorno 12 2019].
- Regione Emilia-Romagna, «Gli Alberi e la Città,» 2017. [Online]. Available: http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/REBUS_07Salomoni.pdf. [Consultato il giorno 12 2019].

GIARDINI CONDIVISI

VERDE URBANO

Fonte: agricity.it

DEFINIZIONE

Il giardino condiviso è uno spazio pubblico con finalità socioculturali e ambientali. A differenza dei giardini pubblici tradizionali, i giardini condivisi vedono un ruolo attivo dei cittadini nella realizzazione e/o gestione di un progetto di riqualificazione di spazi dismessi o abbandonati, per rendere più vivibili le aree e migliorare le opportunità e occasioni di socialità.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	**X**	urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani	**X**		

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche

Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico

Aumento socialità

DESCRIZIONE

I giardini condivisi (in inglese *community gardens*) sono un fenomeno socio-culturale che affronta le problematiche legate al progetto e gestione del giardino e gli aspetti botanici legati ad esso. Si tratta di una rete di spazi pubblici spontanei creati per far fronte a una criticità di tipo ambientale e/o sociale e costruire o rafforzare le comunità locali. Riuniti a titolo di volontariato in associazioni senza fini di lucro, i cittadini si scambiano conoscenze ed esperienze mentre si dedicano ad attività di giardinaggio per riqualificare aree degradate o abbandonate, a vantaggio dell'intera comunità [1].

Esistono diversi tipi di giardini condivisi, a seconda dei soggetti coinvolti, delle modalità di gestione e degli obiettivi principali [2]:

- I giardini di quartiere sono il tipo più comune che viene normalmente definito come un giardino in cui un gruppo di persone si riunisce per coltivare frutta, verdura e piante ornamentali. Sono identificabili come un

appezzamento di terreno privato o pubblico in cui i singoli giardini vengono affittati a una tariffa annuale nominale.

- I giardini residenziali sono generalmente condivisi tra i residenti stessi che vivono intorno a essi, e possono riguardare sia complessi privati che edilizia residenziale pubblica.
- I giardini istituzionali sono collegati a organizzazioni pubbliche o private e offrono particolari servizi che possono riguardare, ad esempio, la riabilitazione e la terapia mentale o fisica (es.: giardini terapeutici), o l'insegnamento di una serie di competenze per l'inserimento lavorativo.
- I giardini dimostrativi sono utilizzati per scopi educativi e ricreativi. Offrono spesso brevi seminari o presentazioni sul giardinaggio e forniscono le conoscenze e gli strumenti necessari per gestire un giardino condiviso.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

I giardini comunitari sono pensati e realizzati direttamente dai cittadini, con l'obiettivo di creare spazi vissuti e di reale aggregazione, che seguono regole condivise.

Il Comune di Milano, ad esempio, ha predisposto un apposito manuale in cui vengono descritti i passi fondamentali per realizzare un giardino condiviso:

1. Individuare uno spazio. Può diventare un giardino condiviso ogni area degradata o un'area di qualsiasi dimensione che ha il potenziale per essere sfruttata in modo migliore.
2. Costituire un'associazione. Per poter presentare un progetto e stipulare in seguito la convenzione di Giardino Condiviso, è necessario essere o costituire un'associazione senza scopo di lucro. L'associazione garantisce l'uso collettivo del giardino, la sua apertura al quartiere e la continuità delle attività.
3. Fare un progetto. Una volta verificato che l'area proposta è di proprietà del Comune e utilizzabile, l'associazione presenta una proposta progettuale che include:

- la descrizione dell'associazione, delle sue attività e dei suoi obiettivi;
- copia di atto costitutivo e statuto dell'associazione;
- progetto di massima del Giardino Condiviso, con relazione descrittiva degli interventi, dei momenti sociali o eventi da realizzare, indicazione della targa da posizionare all'esterno dell'area, impegno a garantire le coperture assicurative richieste e ad accettare le clausole contrattuali.

4. Seguire le regole del giardino condiviso. Un Giardino Condiviso non è uno spazio personale ma comunitario, e dovrà seguire alcune semplici regole:

- organizzare almeno un evento pubblico all'anno da tenersi nel giardino;
- creare aree a coltivazione collettiva per favorire la socializzazione e la coesione sociale;
- coltivare con metodo biologico, attenzione al risparmio d'acqua, compostaggio e, in caso di coltivazione orticola, usare appositi cassoni soprelevati;
- posizionare all'esterno dell'area, in luogo visibile, una targa con nome del giardino, nome dell'associazione e modalità di partecipazione;
- è vietata la presenza di parcelle a uso privato;
- è vietato il transito e il parcheggio di veicoli all'interno del giardino e ogni attività di natura commerciale o pubblicitaria;
- non si possono costruire manufatti di alcun genere.

Il comune di Parigi con la "*Charte main verte*", Carta del Pollice verde, ha promosso un programma di sostegno ai giardini condivisi che fornisce consulenze tecniche, gestionali e organizzative e un riconoscimento ufficiale. L'associazione creatrice del giardino condiviso, sottoscrivendo la Carta, si impegna a sottostare alle regole di base: gestione seria e responsabile del sito, apertura al pubblico in date prestabilite e organizzazione di eventi aperti a tutto il quartiere. La Carta del Pollice verde contiene anche una mappa dei giardini e orti condivisi della città. Al comune si affianca l'associazione *Graine des jardins*, con il portale "*Jardinons ensemble*", un sito internet dove si possono trovare tutte le informazioni inerenti al giardinaggio di comunità e pubblicare annunci.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Rappresentano un metodo innovativo di recupero e/o di gestione di aree pubbliche degradate e abbandonate, in cui la forma partecipativa di gestione è lo strumento privilegiato per migliorare la percezione dei luoghi, ampliare la frequentazione e la coesione sociale, contrastare gli aspetti di degrado, favorire la gestione eco sostenibile delle aree pubbliche.
- Possono essere occasione per aumentare la consapevolezza dei problemi sociali legati alle nuove società multietniche e creare opportunità per il dialogo interculturale.
- Possono rappresentare un'opportunità per migliorare la conoscenza del rapporto tra verde e salute.

Svantaggi

- Possono verificarsi problemi igenico-sanitari e ambientali che la mancanza di una coretta gestione degli orti implica, quali, ad esempio, la messa a coltura di specie allergeniche in prossimità di aree ricreative o di passaggio, oppure l'uso di antiparassitari e diserbanti che contribuiscono a compromettere le condizioni fisico-chimiche della falda.
- I giardini condivisi possono diventare un elemento promotore di cambiamenti socio-culturali, ad esempio dovuti all'insediamento o all'acquisto di immobili da parte di una fascia di popolazione benestante in una comunità meno ricca (gentrificazione). Anche se la rivalutazione non è di per sé un rischio, può tuttavia attrarre investitori interessati a costruire nuove proprietà a più alto valore immobiliare e ad aumentare gli affitti nell'area, minacciando di sostituire i precedenti abitanti con abitanti finanziariamente più forti. [3]

ASPETTI MANUTENTIVI

La manutenzione delle alberature presenti nell'area del giardino condiviso può essere in carico all'amministrazione (restando incluse nel patrimonio arboreo della città) oppure essere gestita direttamente dai cittadini.

BUONE PRATICHE

Regolamento Giardini condivisi-G.Scaldasole,MI

https://www.comune.milano.it/servizi/giardini-condivisi

Strategia giardini condivisi '*Jardin de l'Aqueduc*', Parigi

https://www.labsus.org/2013/03/i-giardini-condivisi-di-parigi-unantica-tradizione/

APPROFONDIMENTI

[1] Comune di Milano, "Manuale Giardini Condivisi," Agricity, Comune di Milano, Milano, 2013.
[2] M. Bauermeister, S. Swain and E. Rilla, "Marin County Community Garden Needs Assessment," Marin Community Foundation, 2010.
[3] M. Zacharias, F. Hehl, S. Halder e D. Martens, «Orticoltura Comunitaria Sostenibile in Città,» HORTIS, 2012.
- D. Monaco, Avant Garden: Il Paesaggio dei Community Gardens, Palazzo Bonaretti Editore srl, 2014.
- Comune di Milano, "Giardini condivisi," Comune di Milano, 24 12 2019. [Online]. Available: https://www.comune.milano.it/servizi/giardini-condivisi. [Consultato il giorno 7 1 2020].
- D. Martens, "Turning Brownfield into Greenspace – A case study analyzing restorative effects.," Umweltpsychologie , vol. 16 (2), pp. 162-173, 2012.
- C. Müller, Wurzeln schlagen in der Fremde: Die internationalen Gärten und ihre Bedeutung für Integrationsprozesse, München: ökom, 2002.

ORTI URBANI SOSTENIBILI	VERDE URBANO

Fonte: miraorti.com, 2011

Fonte: savinaorazio.it, 2016

DEFINIZIONE

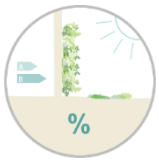
L'orticoltura urbana presenta un elevato potenziale di innovazione e conoscenza fortemente correlate a precisi contesti (mercati locali, relazioni sociali, uso di spazi urbani, tradizioni, patrimonio culturale, ecc.), svolgendo ruoli socioculturali, ambientali, ricreazionali, educativi e terapeutici. Al tempo stesso, gli orti urbani sono un'attività agricola con un impatto ambientale potenzialmente elevato, in relazione ai notevoli input richiesti per sostenere le produzioni. Particolare cura va quindi posta alla conservazione della fertilità del suolo, alla gestione razionale della risorsa idrica, alla protezione delle colture dagli agenti atmosferici e dagli agenti patogeni, riducendo al minimo l'utilizzo di sostanze chimiche.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia	**X**	quartiere	**X**	urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore			**X**	rigenerazione degli spazi urbani	**X**

BENEFICI AMBIENTALI

Mitigazione microclima	Tutela delle biodiversità	

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

		
Salute e benessere	Miglioramento estetico	Risparmio energetico
Sviluppo economia locale		

DESCRIZIONE

Se si pensa al tipo di luoghi "disponibili" nella maglia urbana che meglio possano adattarsi ad attività di orticoltura urbana, le aree verdi abbandonate o inutilizzate in spazi pubblici o privati (accessibili e con servizi quali acqua, elettricità) risultano essere quelle più idonee a valorizzare il ruolo multifunzionale degli orti urbani. Esistono varie modalità di "accesso allo spazio": stipulare un contratto temporaneo; trovare uno sponsor o un'iniziativa che compri lo spazio; includere l'orto in un progetto di parco pubblico; affittare o prendere in concessione uno spazio in collaborazione con il proprietario (ad esempio, una comunità parrocchiale). A seconda del tipo di accordo, l'orto avrà implicitamente una caratteristica differente, che influenzerà l'accessibilità dello stesso, ad esempio per quanto riguarda la possibilità di ingresso e gli orari di apertura, ma anche le questioni riguadante la copertura assicurativa e le diverse responsabilità.

L'orticoltura in area urbana può essere praticata a suolo o fuori suolo, inclusi i tetti piani, uno tra gli spazi più numerosi disponibili all'interno delle città.

Orti caratterizzati da sistemi fuori suolo si stanno sempre più diffondendo nelle aree urbane. Questi sistemi possono essere divisi in due categorie principali, in base alla gestione dell'acqua in eccesso conseguente all'irrigazione: si parla di sistema a "circuito chiuso" quando l'acqua drenata viene riutilizzata per successive irrigazioni e di "ciclo aperto" quando invece l'acqua drenata viene scartata. Mentre i primi presentano un grado di efficienza d'uso dell'acqua superiore (permettono di risparmiare fino all'80% dell'acqua solitamente usata in un analogo terreno di coltivazione), gli ultimi sono generalmente più economici e richiedono tecnologie e competenze inferiori per la gestione delle piante. Un'altra classificazione dei sistemi può essere adottata considerando come l'acqua (o soluzione nutritiva) viene gestita dal sistema. Alcuni sistemi prevedono che una riserva di acqua si trovi sempre in contatto con la radice delle piante, mentre in altri l'acqua viene fornita ad intervalli regolari e poi lasciata drenare. Ancora una volta, i primi richiedono una tecnologia e lavoro più limitati, mentre gli altri sono più complessi ma presentano meno problemi grazie alla maggiore ossigenazione della riserva idrica e forniscono, generalmente, risultati migliori dal punto di vista della produzione.

I sistemi di coltivazione fuori suolo maggiormente diffusi sono riconducibili alle seguenti categorie:

- sistema NFT (*Nutrient Film Technique*) modificato;
- sistemi in cassetta;
- sistema con pannelli galleggianti;
- sistema verticale con bottiglie;
- vasi e contenitori di coltivazione;
- sistema di coltivazione in sacchi.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

La progettazione e gestione di un orto urbano richiede certamente alcune attenzioni e considerazioni particolari legate alla peculiarità del contesto in cui si svolge. L'orientamento e le volumetrie degli orti devono essere concepiti in modo da garantire un'adeguata illuminazione e ventilazione naturale degli spazi, contribuendo a migliorare l'efficienza fotosintetica e un maggiore controllo igienico-sanitario delle stesse colture vegetali presenti nell'orto. Come regola generale, le aree più adatte per costruire un orto dovrebbero ricevere almeno sei ore di sole diretto al giorno e non essere esposte a forti venti. L'orientamento del lato più lungo del sistema produttivo dovrebbe essere verso Nord. Gli stessi recinti di delimitazione dell'area ortiva, se ben progettati, possono svolgere una funzione produttiva (es. legname, piccoli frutti e fiori), ecologica (es. difesa dal vento e rifugio per animali), difensiva (es. erosione del suolo, difesa delle proprietà e colture), igienico-sanitaria (es. barriera tampone per rumori, difesa dall'inquinamento) ed estetico-paesaggistica.

Per la gestione dei rifiuti è consigliabile creare un impianto di compostaggio in cui convergere residui organici derivanti dalle foglie, da vegetali erbacei e dalle potature, che dopo sminuzzamento e macerazione saranno anch'essi utili per la fertilizzazione.

Il mantenimento della biodiversità in un orto urbano può essere incentivato attraverso un controllo biologico degli insetti dannosi attraverso insetti entomofagi (che si nutrono di altri insetti) predatori, come ad esempio le coccinelle predatrici di afidi, e i parassitoidi. Favorire la presenza di tali insetti o introdurli attivamente costituisce forse la più

efficace azione di controllo biologico degli insetti dannosi. Esistono poi insetticidi naturali come il Neem (un estratto di Azadarichta indica), il Piretro Naturale e alcuni prodotti che utilizzano funghi o batteri entomopatogeni (del tutto innocui per gli esseri umani). In piccoli appezzamenti come gli orti familiari, trappole meccaniche come quelle cromotropiche (pannellini di plastica colorati cosparsi di colla e appesi poco sopra il livello della vegetazione) possono costituire un aiuto efficace.

L'approccio biologico alla lotta alle malattie tiene in considerazione in primo luogo la vocazione delle specie coltivate ai diversi ambienti e si avvale di prodotti naturali, come il rame, lo zolfo, il bicarbonato di potassio, ecc. e/o di alcuni microorganismi che hanno un effetto diretto sul patogeno

Sistemi a suolo

Per garantire l'omogeneità e l'armonia strutturale dell'area coltivata bisogna tener conto dell'habitus vegetativo delle specie coltivate. Occorre studiare un giusto equilibrio tra la presenza di colture arboree (da frutto ed ornamentali), specie arbustive ed erbacee (ortive, aromatiche ed officinali). L'accumulo di residui colturali nel terreno e la presenza di parassiti specifici possono essere evitate con la rotazione e la consociazione. Rotare significa non porre sulla stessa superficie di terreno colture appartenenti alla stessa famiglia per almeno 3 anni, o qualora si coltivino due colture diverse nello stesso anno, almeno per 4 cicli colturali. In maniera similare, la consociazione consente di migliorare le condizioni di crescita delle singole colture sfruttando caratteristiche e funzioni di altre colture. Ad esempio, si può consociare la carota al porro o alla cipolla, che sono dotati di capacità repellente contro gli insetti, oppure il mais al fagiolo, dove il primo fornisce sostegno, e il secondo è capace di fissare l'azoto.

Per aumentare l'efficienza d'irrigazione occorre apportare l'acqua quanto più possibile in prossimità delle radici delle piante, con sistemi a goccia che non vanno a bagnare le foglie. Un'alternativa interessante è data dalla subirrigazione, che consiste nell'interramento dei tubi di irrigazione che così vanno a rilasciare l'acqua (goccia a goccia) direttamente a livello delle radici delle piante senza bagnare la superficie del terreno, evitando così l'evaporazione dal suolo e mantenendo l'umidità nel sottosuolo. Con un sistema di irrigazione a goccia, la portata sarà determinata dalla pressione dell'acqua e dalla portata dei gocciolatori (es. 2 litri per ora). In base al numero di gocciolatori per metro quadrato e al tempo di irrigazione sarà possibile modulare la quantità di acqua somministrata, sempre tenendo presente il fabbisogno irriguo dell'orto.

Sistemi fuori suolo

L'impiego di vasi e contenitori (possibilmente riciclati) o il riempimento di sacchi con substrato costituisce uno dei modi più semplici per coltivare le piante fuori suolo. In questi sistemi non può essere utilizzata irrigazione a ciclo chiuso (l'acqua in eccesso viene persa), ma una riduzione del consumo di acqua può essere ottenuto con l'adozione di un sistema di irrigazione a goccia. Attraverso l'uso di un terreno nutritivo organico (ad esempio compost), può essere possibile evitare l'uso di concimi minerali.

Le temperature nei periodi più caldi possono essere eccessive per consentire la crescita delle piante, specialmente in orti collocati sui tetti o in ambienti esposti al vento. È quindi estremamente importante fissare adeguatamente strutture frangivento ed ombreggianti.

I sistemi di coltivazione in contenitore sono generalmente realizzati in legno grezzo o pallet riciclati, resi impermeabili e riempiti con substrato per la crescita. È consigliabile scegliere dimensioni di circa 1 m^2 (1,2 m x 1 m) con bordi alti almeno 20 cm. Anche se nella pratica le vasche di coltivazione potrebbero anche essere appoggiate al terreno, nei climi più caldi, i contenitori devono essere rialzati per consentire una buona circolazione dell'aria sotto di essi e per evitare un eccessivo scambio termico con il terreno. Il sistema risulta essere particolarmente adatto per verdure di dimensioni medio-grandi come pomodoro, peperone, cetriolo, melanzana, che hanno bisogno di più spazio per lo sviluppo delle radici. Nei sistemi con contenitore con irrigazione a ciclo chiuso, le piante sono fissate su pannelli di polistirolo che galleggiano sulla soluzione nutritiva, in modo da mantenere costantemente immerse le radici delle piante. La base del sistema deve risultare leggermente inclinata in modo che la soluzione eccedente possa tornare al serbatoio per essere riciclata, mediante un tubo di drenaggio posto sotto al contenitore. In generale, tale sistema non permette di far crescere una vasta gamma di ortaggi ed è comunemente utilizzato per la coltivazione di specie da foglia come lattuga e bietola oppure erbe aromatiche come basilico e prezzemolo.

Un sistema a ciclo chiuso può essere realizzato anche con bottiglie in plastica, dove le piante vengono ospitate. La bottiglia è generalmente usata capovolta e sul fondo del contenitore viene praticato un foro e inserito il tubo di

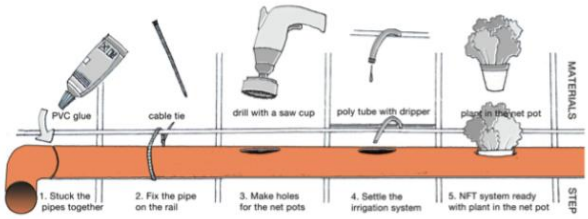
scarico. I contenitori vengono poi riempiti con un substrato di crescita (3-4 cm) altamente drenante (es. argilla espansa, perlite), sopra il quale viene posto un substrato a più elevata ritenzione idrica (es. fibra di cocco).

Un tipico sistema idroponico a ciclo chiuso è invece il sistema NFT (*Nutrient Film Technique*), che consiste di canaline (generalmente in PVC) con pendenza del 1% in cui circola la soluzione nutritiva in modo continuo o intermittente (per periodi di 15 minuti ogni mezz'ora) e regolato da un timer collegato a una pompa che si trova in un serbatoio. In alcuni casi il sistema presenta in ausilio una tecnologia di irrigazione a goccia.

Nei sistemi di coltivazione fuori suolo, gli elementi minerali sono disciolti in una soluzione nutritiva in quantità e proporzione corrette. Il pH è una delle caratteristiche principali della soluzione nutritiva. Esso varia da 0 a 14, si definisce acido se ha valori bassi (pH 5.5-6.0), e alcalino quando questi sono alti (pH 8.0-8.5). Valori estremi sono incompatibili con la vita della pianta. La quantità totale di fertilizzante con microelementi (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo) di solito ha valori compresi tra 50 e 250 grammi per 1000 litri di soluzione nutritiva. La quantità totale di fertilizzante con macroelementi (N, P2O5, K2O, S, MgO, CaO), di solito ha valori compresi tra 250 e 1.000 litri di soluzione nutritiva. Per la corretta preparazione di una soluzione nutritiva standard esiste un software di facile utilizzo chiamato FRESH (*Fertilizers Reckoning for Simplified Hydroponics*).

La principale funzione del substrato è quella di supporto delle piante e allo stesso tempo di permettere un flusso costante della soluzione nutritiva. Il substrato non deve necessariamente avere funzione di nutrimento e può perciò essere anche inerte. I substrati possono essere costituiti da diversi materiali quali, ad esempio, piccole pietre, sabbia, pomice, vermiculite, lolla di riso tostata o fermentata, fibra di cocco, gusci di cacao e/o arachide o una combinazione di questi elementi.

Le piante possono essere seminate direttamente nel sistema fuori suolo o possono essere trapiantate una volta che hanno sviluppato alcune foglie. Si preferisce generalmente trapiantare le nuove piante subito dopo il raccolto precedente, poiché in questo modo si può ridurre l'intervallo di tempo tra un raccolto e l'altro. Di solito, gli ortaggi a foglia (ad esempio lattuga o spinaci) e le colture frutticole medie (per esempio pomodoro, peperone) sono seminati in un vivaio e poi trapiantate nel sistema di coltivazione fuori suolo. La semina diretta è preferibile per gli ortaggi come carote, rape, piselli o fagioli, per riuscire a preservare la struttura della radice.



Fonte: Rosa Rose Garden, Berlin in between old residential buildings

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Gli orti urbani rappresentano un'opportunità di recupero e inverdimento di aree residuali all'interno del tessuto urbanizzato che presenta vantaggi multipli dal punto di vista ambientale, sociale, ricreazionale, educativo e terapeutico.
- I sistemi fuori suolo consentono la coltivazione anche in spazi angusti e residuali.
- Nei sistemi fuori suolo a ciclo chiuso di tipo idroponico è possibile massimizzare l'efficienza dell'acqua e dei nutrienti, con completo riutilizzo della soluzione nutritiva distribuita in eccesso. Altri sistemi fuori suolo come quello in elementi contenitori presentano una minore efficienza dell'uso dell'acqua come conseguenza della maggior superficie di substrato esposta all'aria. Tuttavia, rimane rilevante il risparmio idrico rispetto all'agricoltura tradizionale.

Svantaggi

- L'accesso agli orti urbani non sempre è di facile gestione e necessita della sottoscrizione di specifici accordi e regolamentazioni tra proprietari e fruitori, anche in merito a questioni di assicurazione e responsabilità.
- Nei sistemi fuori suolo, cicli autonomi di rigenerazione e riqualificazione delle risorse non sono possibili e risulta pertanto fondamentale reintegrare le risorse consumate dalla coltura.

- In condizioni atmosferiche di forte esposizione a vento e sole, che asciugano molto rapidamente il substrato contenuto nelle vasche di coltivazione rialzate, le perdite di acqua e nutrienti sono elevate. Inoltre, qualora il volume di substrato sia contenuto (ad esempio nei sistemi ricavati da contenitori alimentari o bottiglie), la riserva idrica è estremamente ridotta e diventano così necessarie abbondanti irrigazioni, con riduzione dell'efficienza d'uso dell'acqua. In questa specifica situazione, i sistemi fuori suolo hanno bisogno di cure e soluzioni particolari, quali la pacciamatura (ad es. copertura con paglia per ridurre le perdite d'acqua) e il compostaggio.

ASPETTI MANUTENTIVI

Nella gestione dell'orto, particolare cura va posta nella conservazione della fertilità del suolo, nella gestione razionale della risorsa idrica, nella protezione delle colture dagli agenti atmosferici e dagli agenti patogeni, riducendo al minimo l'utilizzo di sostanze chimiche.

Le condizioni ideali per la crescita delle piante si ottengono quando si conserva in superficie la sostanza organica che, decomponendosi, offre nutrimento alle piante. Di conseguenza il terreno deve essere rivoltato solo quando è assolutamente necessario (per esempio rottura di un prato o interramento di letame) e cercando comunque di limitare il più possibile la profondità di lavorazione (max 20–30 cm).

L'irrigazione deve essere effettuata al mattino o la sera, evitando i momenti più caldi del giorno. Irrigare al mattino nei mesi invernali riduce il rischio dei danni da freddo, mentre nei mesi estivi irrigare la sera consente di rinfrescare per la notte. Inoltre, bisogna considerare il tipo di terreno: in terreni sabbiosi si procederà con irrigazioni frequenti e in dosi ridotte, mentre in terreni argillosi è possibile fare interventi più importanti e meno frequenti. In condizioni normali, con piante forti e radici ben sviluppate, l'orto andrebbe irrigato una volta ogni 5-7 giorni. Una buona regola per capire quando è necessario nuovamente irrigare è guardare il terreno e vedere quando i primi due centimetri superficiali si presentano completamente asciutti.

L'uso di fertilizzanti organici rispetto a quelli minerali migliora le caratteristiche chimico-fisiche del terreno. La sostanza organica infatti alleggerisce e ossigena il suolo, aumenta la capacità di trattenere l'acqua e nutre tutti i microrganismi utili alla fertilità delle piante. L'apporto più utile è quello che viene fatto in ottobre-novembre quando, dopo una stagione di intensa produzione, è necessario reintegrare le riserve depauperate nell'annata appena terminata. Pertanto, una volta lavorato il terreno, si procede allo spandimento di uno strato di 2/5 cm di sostanza organica su tutta la superficie, che deve essere lavorata insieme al terreno ad una profondità di circa 15 cm.

Per quanto riguarda, in particolare, i sistemi fuori terra devono essere considerate specifiche procedure colturali di routine:

- ogni settimana, pH e conducibilità elettrica della soluzione nutritiva devono essere controllati con un pH-metro e conduttivi metro, e corretti di conseguenza;
- durante la primavera solitamente si esegue una manutenzione generale; in estate, nei climi più caldi, impianti e serbatoi d'acqua dovrebbero essere protetti dalle radiazioni solari dirette con una rete ombreggiante;
- durante la stagione estiva, la soluzione nutritiva deve essere periodicamente ossigenata (o agitandola manualmente, o attraverso impiego di una pompa ad aria da acquari);
- almeno una volta l'anno il timer idraulico deve essere rimosso durante l'inverno per evitare rotture dovute a formazione di ghiaccio;
- almeno una volta l'anno il substrato deve essere miscelato con uno fresco oppure fertilizzato;
- almeno una volta l'anno l'impianto idraulico deve essere lavato ; è una buona pratica sommergere i gocciolatori per 48 ore in una soluzione di acido citrico o acqua e aceto.

BUONE PRATICHE

Orti urbani sul tetto (Ortoalto Ozanan, Torino)

http://www.ortialti.com/progetti/

Orti urbani fuori suolo e riqualificazione urbana (Orti dipinti, Firenze)

http://www.ortidipinti.it/it/

APPROFONDIMENTI

- M. Zacharias, F. Hehl, S. Halder e D. Martens, «Orticoltura Comunitaria Sostenibile in Città,» HORTIS, 2012.
- Manuali Progetto Hortis: https://site.unibo.it/hortis/it/area-download/manuali-elettronici-1
- Progetto 3C - Coltiviamo il Clima e la Comunità. https://www.humanaitalia.org/case_history/orto-di-comunita-cornaredo/

MICRO PARCHI	VERDE URBANO

Fonte: Copenhagen (Guide to Copenhagen 2025)

DEFINIZIONE

I micro-parchi (in inglese, *pocket parks*) sono strumenti di progettazione urbana a piccola scala, luoghi intermedi tra la dimensione pubblica e quella privata, che si pongono l'obiettivo di riattivare e ricucire frammenti di città creando una rete di spazi verdi vissuti dai cittadini. Le dimensioni sono indicativamente quelle di un lotto edificabile, generalmente delimitato su due o tre lati da edifici confinanti, oppure affacciato sul marciapiede.

I micro-parchi possono rappresentare una strategia di riqualificazione di spazi residuali, trasformandoli in piccoli laboratori verdi di creatività e d'inclusione sociale, una risorsa per migliorare l'impatto ambientale dell'ambiente urbanizzato e, contemporaneamente, il benessere fisico, mentale e sociale degli abitanti.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere	**X**	urbano		extraurbano	
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione		riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani	**X**		

BENEFICI AMBIENTALI

Infiltrazione delle acque meteoriche	Riduzione inquinamento atmosferico	Mitigazione microclima
Tutela delle biodiversità		

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere	Miglioramento estetico	Aumento socialità
Sviluppo economia locale		

DESCRIZIONE

L'idea dei *Pocket Parks* nasce negli anni '60 ad Harlem, New York, in un clima di forte tensione sociale e di conseguente degradazione dello spazio pubblico. Il loro concetto viene poi ripreso negli anni '90 a Lione e molto più recentemente a Copenaghen.

A differenza di altri componenti del paesaggio urbano (piazze, strade, viali, ecc.), gli spazi residuali urbani sono difficili da definire e identificare in modo preciso. Sono aree intercluse o marginali, spesso piccole e prive di funzioni relazionali, ma dotate di un potenziale sociale, identitario e ambientale in grado di attivare percorsi di rigenerazione urbana. La loro ricchezza e potenzialità risiede nell'estensione ridotta, di facile gestione e manutenzione, e nella scarsa appetibilità commerciale o residenziale. [1]

Le dimensioni sono indicativamente quelle di un lotto edificabile, generalmente delimitato su due o tre lati da edifici confinanti, oppure affacciato sul marciapiede.

Utilizzare il verde in scampoli di terreno poco codificati sta alla base della creazione di un micro-parco. Un luogo "in potenza" che attraverso l'utilizzo di soluzioni naturalistiche e una particolare attenzione agli aspetti sociali, può diventare una nuova centralità di quartiere. La rigenerazione di un'area marginale o sottosviluppata diventa l'occasione per la ridefinizione di uno spazio urbano finalizzato al benessere, sociale ed ambientale di una comunità. Lavorare in questi nuovi spazi significa partire innanzitutto dalle loro specificità e potenzialità.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

Gli spazi in cui realizzare un micro-parco, proprio perché piccoli e localizzati in luoghi strategici ma critici (forte relazione con lo spazio della strada, conflitti con l'edificato in termini di ombreggiature e areazione), per essere riqualificati in maniera efficace necessitano di una progettazione estremamente attenta alle forme del contesto e alle necessità della popolazione.

Le aree da selezionare possono essere corti interne di complessi edilizi, fasce cuscinetto rimaste libere o aree intercluse abbandonate; il sistema di micro-parchi è adattabile sia a contesti compatti e strutturati che a tessuti meno densi. Si tratta di dotare questi frammenti di città di aree verdi, possibilmente con funzioni di drenaggio delle acque di prima pioggia, munite di attrezzature per lo sport, lo svago e la sosta. Angoli di città che grazie all'adozione di soluzioni naturalistiche diventano piccoli giardini colorati e fruibili, con tutti i benefici climatici e ambientali che la presenza di vegetazione comporta.

Per trarre i maggiori benefici dal punto di vista ambientale e paesaggistico da uno spazio che momentaneamente non ha funzione, è necessario ricorrere a modalità di progettazione che ben si sposano con le caratteristiche proprie dei micro-parchi: economicità e flessibilità. [2]

Questi interventi, vista la scarsa complessità di progettazione ed esecuzione e i costi contenuti, si prestano ad iniziative che partono dal basso creando percorsi partecipativi. Occorre però garantire il non utilizzo per altre funzioni, per un periodo provvisorio di almeno cinque anni.

Quando l'area acquisterà una nuova funzione, se la progettazione del verde temporaneo è stata oculata, attrezzature e strutture potranno essere rimosse e collocate altrove, mentre le essenze vegetali installate, se concordi con il nuovo progetto, potranno essere lasciate in loco. [2]

Un'adeguata programmazione strategica di questi interventi, può consentire di creare una vera e propria infrastruttura verde informale di micro-parchi diffusi, che diviene uno strumento economico, ma efficace, di riqualificazione urbana.

La città di Copenaghen, nella definizione della propria strategia di sviluppo dei micro-parchi, ha identificato i 5 elementi chiave che li contraddistinguono:
• dimensioni (massima di 5.000 m²);
• un elemento verde visibile;
• apertura e un'immagine positiva;
• demarcazione e protezione;

• identità e comunità locale.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Piccoli interventi di verde urbano capaci di innescare meccanismi sociali e relazionali apportando benefici ambientali e contribuendo alla riqualificazione urbana delle aree circostanti.
- La componente vegetale, opportunamente progettata, può contribuire a ridurre l'effetto isola di calore, migliorare il drenaggio delle acque piovane, migliorare la qualità dell'aria e ricreare micro-ecosistemi in città.

Svantaggi

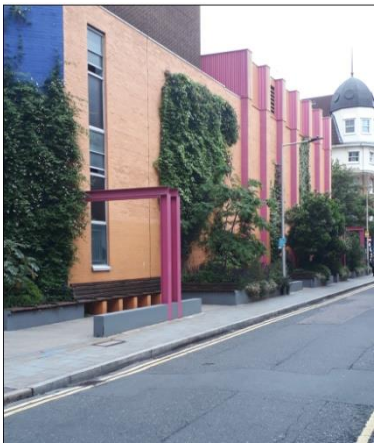
- Operare in aree non sempre di facile e precisa identificazione, a volte con garanzie di uso soltanto temporaneo, può rappresentare un elemento di incertezza non sempre facile da progettare e gestire, soprattutto nel caso in cui l'area venga destinata a nuova funzione.

ASPETTI MANUTENTIVI

Le dimensioni limitate e la progettazione pensata insieme ai potenziali fruitori dell'area sono elementi che facilitano la manutenzione dei micro parchi, che può essere effettuata direttamente, o in parte, da gruppi di cittadini, enti privati o fondazioni, in collaborazione con la pubblica amministrazione.

BUONE PRATICHE

Riqualificazione di un edificio e realizzazione di un micro parco (Greenwood Theatre, Londra)



http://cityscapes.org.uk/gallery/greenwood-theatre

Creazione di una rete di micro parchi (Copenhagen pocket parks)

https://www.mm.dk/pdffiles/Guide.pdf
http://wsud-denmark.com/odinparken-a-pocket-park-in-copenhagen/about-the-idea/34780,2

APPROFONDIMENTI

[1] A. Laurìa, Piccoli Spazi Urbani. Valorizzazione degli spazi residuali in contesti storici e qualità sociale, Liguori Editore S.r.l, 2017.
[2] P. Maneo, *Un progetto per gli spazi verdi di Milano: dai lasciti di idee e progetti frammentati a materiali per una nuova visione del futuro,* Milano: Politecnico di Milano, 2014.

- Descrizione tecnica:

https://depts.washington.edu/open2100/pdf/2_OpenSpaceTypes/Open_Space_Types/pocket_parks.pdf
https://wriciudades.org/sites/default/files/pocket_parks.pdf
http://landezine.com/index.php/landscapes/landscape-architecture/realized-projects/pocket-parks/

FORESTAZIONE URBANA

VERDE URBANO

Fonte: Parco Nord Milano

DEFINIZIONE

Le linee guida della FAO definiscono le foreste urbane come una rete o un sistema che include le foreste, i gruppi di alberi e i singoli alberi che si trovano in aree urbane e periurbane. Le foreste urbane rappresentano la «colonna vertebrale» delle infrastrutture verdi, in grado di collegare le aree rurali con quelle urbane.

SCALA DI APLICAZIONE	edilizia		quartiere		urbano	**X**	extraurbano	**X**
SFIDE	riduzione del rischio di inondazione	**X**	riduzione del rischio delle isole di calore	**X**	rigenerazione degli spazi urbani	**X**		

BENEFICI AMBIENTALI

Riduzione inquinamento atmosferico

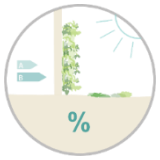
Mitigazione microclima

Tutela delle biodiversità

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Salute e benessere

Miglioramento estetico



Risparmio energetico

DESCRIZIONE

La definizione di foresta urbana include tutte le diverse tipologie di verde urbano. Così è del resto nelle linee-guida della FAO dove si parla di cinque tipi di foreste urbane con livelli molto diversi di elementi arborei: boschi e superfici boscate periurbane; parchi e boschi urbani; piccoli parchi di quartiere, giardini privati e spazi verdi; alberature stradali, delle piazze, dei viali; altri spazi verdi con presenze arboree (scarpate, golene, cimiteri, orti botanici, terreni agricoli, etc.).

Concorrono alla formazione delle foreste urbane anche gli ecosistemi naturali (formazioni arboree, arbustive, cespuglieti e zone umide). Questi ecosistemi generalmente includono specie autoctone, spesso anche di elevato valore conservazionistico. Tali formazioni possono essere comprese non solo nella rete di aree protette ma anche nel tessuto urbano e periurbano senza avere nessun ulteriore regime di protezione.

Alla foresta urbana, la Strategia Nazionale del Verde Urbano affianca il ruolo complementare della fascia di foresta periurbana, che occupa una posizione fisica intermedia tra il sistema urbano e i boschi naturali presenti nel mosaico territoriale agricolo e naturale, e che rappresenta uno dei nodi principali delle infrastrutture verdi funzionali al collegamento ecologico tra il sistema naturale e quello propriamente urbano.

A queste strutture prevalentemente boscate spetta il compito di migliorare la qualità ambientale delle città. È bene che possano ospitare momenti di fruizione diretta da parte dei cittadini, ma nello stesso tempo devono poter svolgere nel modo migliore il collegamento ecologico tra le diverse infrastrutture verdi. È infatti nello spazio suburbano e periferico che è spesso possibile trovare ambiti idonei per aumentare in modo significativo la superficie da destinare al verde urbano.

Gli obiettivi della forestazione urbana e periurbana sono diversi e numerosi, e rispondono all'esigenza di proteggere spazi non urbanizzati, conservando valori naturalistici e paesaggistici, e limitando il consumo di suolo.

INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

La progettazione rappresenta una fase fondamentale della realizzazione di interventi di forestazione urbana ed è auspicabile che venga redatta dagli uffici tecnici degli enti interessati, affiancati da specialisti di altri enti pubblici o privati. Ogni progetto di forestazione urbana deve integrarsi nel contesto territoriale in cui si colloca: le nuove aree verdi alberate, infatti, devono essere progettate tenendo in considerazione il loro inserimento nel sistema del verde urbano esistente, così da diventare un elemento integrato della rete di spazi verdi e assumere un ruolo per la connessione ecologica. Una corretta progettazione e soprattutto l'opportuna scelta delle specie consentono di ottimizzare i costi di impianto e di manutenzione e di perseguire gli obiettivi specifici quali il sequestro di carbonio, il miglioramento della qualità dell'aria, la tutela della biodiversità, l'educazione ambientale, ecc.

Per una corretta progettazione è dunque importante considerare i seguenti aspetti [1]:

- finalità del progetto di forestazione (sequestro di carbonio, cattura polveri sottili, tutela biodiversità, educazione ambientale, etc.);
- scelta dell'area (caratteristiche ambientali e vincoli);
- indirizzi progettuali (aree boscate, fasce alberate, etc.);
- scelta delle specie;
- scelta del materiale di propagazione.

La finalità del progetto di forestazione rappresenta il primo aspetto da individuare, in quanto a partire dalle funzioni che dovrà assolvere la nuova area forestale (sequestro di carbonio, abbattimento degli inquinanti atmosferici, tutela biodiversità, educazione ambientale, etc.) saranno effettuate scelte progettuali diverse.

Il passaggio successivo consiste nell'individuare il sito più idoneo ad ospitare la nuova area forestale. Una scelta basata su principi ecologici consente un maggior successo dell'intervento di forestazione, con vantaggi anche di carattere economico. In ambiente urbano, la presenza di aree libere e disponibili ad essere forestate è in generale limitata (anche in relazione a quanto previsto dagli strumenti di pianificazione locale, PRG, Piani del verde, Rete ecologica, etc.), ma nell'eventualità che siano disponibili più aree, per la scelta è necessario valutare i seguenti aspetti:

- l'uso del suolo originario: aree naturali e seminaturali, quali aree naturali presso corsi d'acqua, incolti, aree a vocazione agricola e aree degradate da recuperare (previa valutazione delle bonifiche necessarie;
- i vincoli e le prescrizioni presenti negli strumenti pianificatori e nelle norme sovraordinate vigenti (Piano regolatore, Piani del Verde, Piani di gestione di aree protette, Piani di Bacino, Codice della Strada, etc.);
- le caratteristiche pedologiche: il tipo di suolo presente, in quanto può rappresentare un fattore limitante la crescita delle piante, se non idoneo alla corretta penetrazione delle radici;
- il microclima, con particolare riferimento alle precipitazioni e alle temperature, ma anche a umidità, vento, esposizione al sole, ecc;
- la vegetazione potenziale e presente, da valutare attraverso dei rilievi fitosociologici (in ambito urbano è importante considerare che la vegetazione originaria può aver subito pesanti alterazioni).

A secondo delle finalità e delle caratteristiche del sito prescelto è possibile considerate varie componenti della foresta urbana: ad esempio, in tema di lotta ai cambiamenti climatici e incremento della biodiversità urbana e periurbana sarà preferita la creazione di nuove aree boscate, mentre per l'abbattimento di inquinanti atmosferici e/o come barriere antirumore la scelta progettuale potrebbe riguardare principalmente le alberate.

Nella scelta delle specie da impiantare negli interventi di forestazione devono essere privilegiate le specie autoctone nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti. Di seguito vengono elencati i principali aspetti da considerare nella scelta delle specie, oltre a quelli esaminati nei precedenti punti:

- la velocità di accrescimento, aspetto importante in particolare per il sequestro di carbonio;
- lo sviluppo dell'apparato radicale;
- il portamento e le dimensioni della specie allo stadio adulto (altezza, forma della chioma, ecc.);
- la persistenza delle foglie (caducifoglie vs sempreverdi), caratteristica di particolare interesse in relazione della mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico;
- caratteristiche di fioritura e fruttificazione ed eventuali elementi indesiderati (ad esempio le spine, la presenza di resine), aspetto importante soprattutto per incrementare la biodiversità, ma anche per la sicurezza (ad esempio nel caso di alberate stradali);
- la robustezza del legno e la propensione alla rottura (sia dei rami che dell'intera pianta);
- la resistenza ad agenti inquinanti, soprattutto in ambito strettamente urbano;
- la resistenza ad agenti patogeni e fitoparassiti;
- la tossicità (delle foglie, dei frutti, della linfa), aspetto da valutare sia in funzione della sicurezza dei cittadini sia in relazione alla biodiversità animale;
- la frequenza di manutenzione (ad esempio specie con particolari necessità di risorse idriche), che influenza i costi di gestione;
- longevità, in particolare in ambiente urbano dove i fattori di stress possono aumentare il tasso di mortalità degli individui.

In generale nella progettazione è opportuno privilegiare una mescolanza di specie di varie dimensioni: ciò consente una maggior stabilita e resistenza della comunità vegetale che si viene a realizzare, oltre ad essere esteticamente più gradevoli e a contribuire a creare un habitat più vario per la fauna.

La scelta del materiale di propagazione è un altro aspetto da considerare per la buona riuscita dell'intervento di forestazione. I risultati migliori dal punto di vista ecologico e funzionale si ottengono attraverso la riproduzione a partire da piante spontanee presenti nei consorzi situati all'interno del tessuto urbano o nelle sue immediate vicinanze. Purtroppo, l'approvvigionamento del materiale vivaistico rappresenta non di rado un problema, in quanto attualmente a scala nazionale manca una vera programmazione degli interventi delle opere a verde, e ciò comporta che spesso viene richiesto ai vivai materiale che non è subito disponibile, con conseguenti ritardi e/o cambiamenti nella scelta delle specie. Un materiale vivaistico di qualità riduce invece il rischio di una scarsa sopravvivenza degli individui impiantati e una buona riuscita degli interventi di forestazione.

VANTAGGI E SVANTAGGI

Vantaggi

- Contribuisce alla riduzione delle emissioni climalteranti, fungendo da serbatoio per la cattura di carbonio e contribuendo al miglioramento del microclima locale.
- Contribuisce alla mitigazione dell'inquinamento atmosferico (in particolare le polveri sospese) ed acustico.
- Migliora la funzionalità ambientale e la connettività contribuendo alla realizzazione della rete ecologica, attraverso interventi forestali in aree selezionate come prioritarie per l'incremento della biodiversità locale.
- Migliora il paesaggio urbano e periurbano.

Svantaggi

- Le strategie di forestazione urbana, se non accuratamente pianificate e coordinate, possono incontrare problemi di attuazione operativa in quanto richiedono il coinvolgimento di diversi soggetti, pubblici e privati, operanti sul territorio.

ASPETTI MANUTENTIVI

Operazioni di mantenzione, oltre ad essere fondamentali per una buona riuscita e tenuta nel tempo dell'intervento, sono importanti anche dal punto di vista dell'opinione pubblica che percepisce la nuova area forestale come soggetta ad attenzioni e cure, soprattutto in contesto urbano.

<u>Irrigazione:</u> nei primi anni, è fondamentale che le piante messe a dimora vengano annaffiate con regolarità. In linea del tutto generale, in assenza di piogge di una certa consistenza, si consiglia di intervenire ogni 10/15 giorni circa con almeno 50/100 litri per ogni pianta.

Sarchiatura: sempre per contrastare carenze di acqua (soprattutto in periodi caldi e/o in presenza di substrati compatti e argillosi), può essere utile, in alcuni casi, movimentare il suolo nei suoi strati più superficiali.
Sistema di tutoraggio: successivamente alla posa del tutore, in relazione alla crescita della specie, è necessario controllare periodicamente l'anello di congiungimento, preferibilmente da apporre in fibra vegetale, per evitare fenomeni di strozzatura.

Lavorazione superficiale del terreno: per le specie poco competitive e a crescita lenta è buona pratica ridurre la competizione da parte di altre specie ripulendo periodicamente il terreno circostante. Se i suoli sono argillosi è anche opportuna una periodica zappatura degli strati superficiali (al di sopra delle radici primarie).

Concimazioni: quando l'intervento di forestazione è stato realizzato in un'area degradata con suoli particolarmente alterati potrebbe essere necessario effettuare ulteriori concimazioni, oltre a quella realizzata prima della messa a dimora.

Limitare la crescita delle infestanti: oltre alla pacciamatura suddetta, potrebbe essere necessario operare degli interventi di diserbo (manuale o meccanico), ponendo la massima attenzione a non danneggiare i nuovi impianti (soprattutto nella parte del colletto).

Potature di formazione: nei primi anni di crescita, soprattutto per le specie arboree a rapida crescita, è necessario un attento controllo della stabilità intervenendo, se necessario, con opportune potature.

BUONE PRATICHE

Forestazione urbana a scala metropolitana (ForestMI)

http://forestami.org

Cintura verde (*Green Belt*, Vitoria-Gasteiz)

www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=en&uid=u_1e8934a8_12e47a4954c__7ffd

APPROFONDIMENTI

[1] ISPRA, «Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale,» 2015. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=EMONFUR_Manual_EN.pdf. [Consultato il giorno 11 2019]