



BLUE AP PROJECT

Buone pratiche di adattamento



LIFE11 ENV/IT/119
With the contribution
of the LIFE financial
instrument of the
European Community



Sommario

INTRODUZIONE	3
GESTIONE DEL VERDE	4
Scheda 1 Parchi periurbani.....	4
Scheda 2 Alberature stradali.....	7
Scheda 3 Percorsi a pergolato	11
Scheda 4 Tetti verdi	14
Scheda 5 Pareti verdi.....	19
Scheda 6 Verde di balconata	23
Scheda 7 Tetti freschi – cool roofs	26
GESTIONE DELLE ACQUE	30
Scheda 1 Pavimentazioni permeabili	30
Scheda 2 Sistemi urbani di drenaggio sostenibile (suds)	33
Scheda 3 Raccolta e riuso delle acque di pioggia.....	37
Scheda 4 Separazione, trattamento e riutilizzo delle acque grigie.....	40
Scheda 5 Erogatori a basso consumo	44
Scheda 6 Wc a basso consumo	48

Introduzione

Le misure in grado di migliorare la capacità di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici in ambito urbano fanno riferimento a diverse tipologie di interventi che vanno dal greening urbano di strade ed edifici al miglioramento del drenaggio del terreno, al risparmio idrico.

Le schede fanno riferimento a due principali tipologie di misure riconducibili principalmente alla gestione del verde e delle acque. Per quanto riguarda il verde: parchi periurbani; alberature stradali, percorsi a pergolato, tetti verdi (e tetti"cool"), pareti verdi, verde di balconata. Per quanto riguarda le acque: pavimentazioni permeabili, sistemi urbani di drenaggio sostenibile, raccolta e riuso delle acque di pioggia, separazione, trattamento e riutilizzo delle acque grigie, erogatori e WC a basso consumo. Le misure presentate nelle schede sono state selezionate tra quelle nazionali e internazionali in funzione della loro possibile replicabilità sul territorio bolognese e si riferiscono a tecnologie presenti ormai da diversi anni sul mercato che sono state sperimentate, anche su vasta scala, in diversi contesti nazionali e internazionali.

Le schede tecniche di sintesi riportano una descrizione sintetica, informazioni sulle tecnologie esistenti e sulla gestione e manutenzione degli interventi indicando, se disponibili, i relativi costi e, infine, una selezione di casi studio.

GESTIONE DEL VERDE

SCHEMA 1

PARCHI PERIURBANI

Descrizione

Con il termine parco periurbano si individua una o più porzioni di territorio situate in prossimità di aree densamente urbanizzate, ben raggiungibili con mezzi pubblici e con caratteristiche che ne consentano la fruibilità. I parchi periurbani possono comprendere zone pressoché naturali, semi-naturali e aree agricole a carattere estensivo, nonché piccoli nuclei edificati. Gli obiettivi di un parco periurbano sono diversi e numerosi e comprendono l'esigenza di proteggere spazi non urbanizzati conservando valori naturalistici e paesaggistici, limitare il fenomeno dell'*urban sprawl* e il consumo di suolo, offrire spazi di ricreazione, svago, sport, educazione alla cittadina urbana favorendo dove possibile, il raccordo con realtà rurali vicine ma spesso poco note. Gli effetti di fasce estese di verde in prossimità dell'ambiente urbano sono state ampiamente documentate. Il gradiente di temperatura che si crea tra superfici edificate e aree vegetate determina un importante flusso d'aria che consente di eliminare dalla città calore ma anche inquinanti atmosferici (la rimozione di PM10 da parte di un ettaro di bosco, ad esempio, è stata stimata per l'area londinese in 15t/anno) e le condizioni di umidità atmosferica tendono a stabilizzarsi su livelli di maggiore accettabilità.

Si ricorda, a titolo d'esempio, la città di Stoccarda posta in un ampio bacino naturale. L'Amministrazione è qui intervenuta fin dalla fine del secondo conflitto mondiale riordinando il tessuto urbano e la disposizione delle aree boscate circostanti in modo da favorire il ricambio dell'aria in una zona contraddistinta da una naturale stagnazione. La rimozione della CO₂ atmosferica non è un processo immediatamente apprezzabile ma la costituzione di ampie superfici a bosco permette di fornire un contributo ad una, seppur molto parziale, mitigazione dell'incremento di gas climalteranti.

Nelle aree dotate di morfologia più mossa la presenza di parchi periurbani ha una funzione decisiva nell'intercettare le precipitazioni e, in presenza di eventi meteorici significativi, di mitigare il deflusso superficiale evitando esondazioni di corsi d'acqua e scoli tombati.

Informazioni tecniche

Un parco periurbano non può essere assimilato ad un'area naturale perché in esso è opportuno che convivano strutture vegetali diversificate, nonché opere umane di gestione del

territorio (canali, ponti, percorsi pedonali e ciclabili, punti di osservazione, ecc.) in modo tale da garantirne la massima attrattività e fruibilità. Non possono mancare naturalmente aree ad elevata naturalità in grado di garantire una significativa presenza di specie animali.

Il disegno di un'area periurbana può seguire criteri e approcci tra i più diversi che derivano dalla visione della città vicina e dei rapporti tra abitanti e territorio. Si tratta, in ogni caso, di un'area attentamente progettata e accuratamente mantenuta.

E' evidente che essa deve poter offrire al fruitore un ampio ventaglio di ambienti e di possibilità di trascorrervi il tempo libero. Diversamente dall'area naturale, il parco urbano presuppone un'organizzazione di riferimento attiva e propositiva.

Gestione

I parchi urbani sono in grado di fornire numerosi "servizi ecosistemici" il cui livello di qualità, efficienza e costanza nel tempo è però fortemente legato alle modalità con cui essi sono progettati e gestiti. Da qui deriva la necessità di una pianificazione di lungo periodo delle risorse necessarie alla realizzazione ma anche alla sua gestione. La costanza di un livello minimo di disponibilità economiche, anche quando significativamente integrato dalla presenza di associazioni del volontariato, è il presupposto per garantire il significato stesso dell'esistenza del parco.

La gestione di un parco periurbano deve tendere a favorire il rapporto tra popolazione urbana e elemento naturale, riconoscendone tuttavia le modificazioni che l'intervento umano vi ha apportato. Al di là degli aspetti meramente quantitativi (l'estensione del parco) queste infrastrutture richiedono una manutenzione continua e profonda, nonché forti spinte a garantirne la vitalità. Appaiono in questo senso molto interessanti le esperienze di coinvolgimento diretto della cittadinanza e di organizzazioni volontaristiche. In Gran Bretagna ha da tempo grande influenza il movimento delle Community Forests, modello dal quale possono esserne mutuati numerosi aspetti. Il movimento è oggi diffuso in numerosi stati quali Messico, Canada, Nepal.

Casi studio

Negli ultimi anni diverse città di grandi dimensioni hanno avviato progetti per la realizzazione di aree a parco in prossimità dell'edificato urbano con esplicite motivazioni inerenti l'adattamento ai cambiamenti climatici e l'esigenza di mitigare gli effetti più negativi delle attività che si svolgono in ambito urbano.

La città di New York ha avviato un programma per la messa a dimora di oltre 1 milione di alberi (*1 Million Tree Initiative*); Pechino sta realizzando parchi periurbani per una superficie pari a 90 volte il villaggio olimpico, Londra ha da tempo in fase di realizzazione un esteso sviluppo di aree a parco dalle quali è atteso un calo delle concentrazioni di PM10 di circa il 10%.



Londra

Toronto

Mosca

Iniziative analoghe sono in fase di discussione, progettazione o di realizzazione anche in città italiane.



Torino

Parigi

Milano

Un'interessante panoramica di iniziative e progetti è promossa nell'ambito del progetto di sviluppo regionale UE "Periurban parks" (<http://www.periurbanparks.eu/>)

SCHEDA 2

ALBERATURE STRADALI

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" di interesse ai fini dell'adattamento ai cambiamenti del clima. 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. Nel caso di alberature stradali monofilari l'effetto è tuttavia sensibilmente più contenuto. Importanti sono in ogni caso le caratteristiche dell'alberata: è possibile infatti massimizzare la funzione di raffrescamento mediante una scelta attenta delle specie e delle varietà. Importanti sono inoltre la disposizione degli individui arborei, la loro manutenzione e, in primo luogo, le tecniche di potatura.

La presenza di alberi in una strada o un viale comporta, inoltre, se la progettazione è stata adeguatamente curata, la presenza di superfici permeabili intorno ai fusti che contribuiscono a regolare il deflusso delle precipitazioni.

Gli alberi possono inoltre incidere favorevolmente sulla qualità dell'aria intercettando gas e particolato. Tra gli inquinanti rimossi vi è anche l'ozono, una gas le cui concentrazioni sono

significativamente influenzate dalla radiazione solare e di cui pertanto è atteso un incremento in presenza di elevate temperature. Per la città di New York è stato stimato che l'intercettazione dell'ozono possa ridurre i valori di concentrazione di picco fino al 15%.

Alcune specie arboree tuttavia



possono emettere precursori di questo inquinante (la maggior parte delle querce e molte conifere, ad esempio), e dovranno quindi essere utilizzate in modo più limitato.

Informazioni tecniche

Le alberate possono essere realizzate secondo schemi diversi in relazione agli obiettivi, allo spazio disponibile, alle specie utilizzate ecc. 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 di alberature di pregio presenti nelle città 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.

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. I pini infatti, con la sola eccezione del pino domestico utilizzabile in condizioni ben selezionate, non hanno in genere dato buoni risultati.

Negli anni più recenti si è assistito ad 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 questo approccio, al di fuori di casi selezionati, non può essere considerato con favore.

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.



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

L'impianto degli individui arborei destinati all'alberata comporta un complesso lavoro di preparazione del terreno e degli spazi destinati ad 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 può infatti favorire lo smaltimento del deflusso in caso di eventi meteorici consistenti. Il secondo aspetto riguarda invece la vitalità delle chiome, il loro sviluppo e, conseguentemente, sulle loro prestazioni. Una crescente attenzione merita il verde condominiale 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.

A questo proposito, le Amministrazioni locali possono fornire uno specifico supporto informativo sia per quanto attiene la progettazione che la manutenzione al fine di massimizzare i cosiddetti "servizi ecosistemici" offerti da questa tipologia di verde. Un importante ruolo può trovare su questo tema il Regolamento comunale del verde: esso infatti non dovrebbe limitarsi ad elencare vincoli e obblighi ma, al contrario, rappresentare uno strumento utile a progettisti e manutentori per contribuire a sviluppare progetti di interesse anche per la mitigazione degli effetti di cambiamenti climatici nonché per mantenere alberi e siepi in condizioni di sicurezza e vitalità.



Esempi di verde condominiale lungo strade prive di alberature pubbliche

Gestione

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 ve 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.

Casi studio

Tra le città italiane con maggiore estensione di alberature stradali si segnalano Torino, con oltre 60 000 alberi di proprietà pubblica, e Roma. La gestione delle alberature prevede un

elevato numero di controlli annui sulla stabilità e sicurezza degli individui arborei, una delle principali preoccupazioni delle Amministrazioni locali.

Sono numerose tuttavia le città nel mondo che hanno rafforzato la loro immagine grazie ad una particolare cura nella realizzazione di alberature stradali. E' il caso di Vancouver, nota per la fioritura dei ciliegi (oltre 40.000) posti lungo i suoi viali, o la contea di Monterey in California che ha realizzato un strada panoramica alberata di oltre 17 miglia.

In Italia le alberature stradali fanno parte del paesaggio storico – archeologico di molte vie consolari come la via Appia o l'antica via Aurelia. Innumerevoli sono le arterie stradali dotate di alberature che riflettono le condizioni climatiche delle diverse regioni (pioppi neri, pini domestici, ecc.) o la funzione della via (cipressi). In ambito più strettamente urbano le alberature non si coniugano con il denso tessuto edificato dei centri storici medievali e rinascimentali delle città italiane.

Dove presenti, essi sono in genere il frutto di interventi successive e prevalentemente dopo l'Unità d'Italia.

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.



Esempi di alberature stradali

SCHEDA 3

PERCORSI A PERGOLATO

Descrizione

Molte città presentano viali e strade, anche di discreta ampiezza, privi di alberature. Ciò può essere dovuto a diversi motivi, tra cui una progettazione poco attenta, alti costi di investimento o timori di consistenti oneri di manutenzione. Talvolta ciò può essere legato anche ad oggettive difficoltà nella messa a dimora di alberi e arbusti per la presenza di cavi, condutture, strutture di servizio nel sottosuolo: gallerie ferroviarie, stradali o di 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 fortemente assolate nella stagione calda e, al tempo stesso, caratterizzate da forte passaggio pedonale i cosiddetti "percorsi a pergolato": tratti di marciapiede dotati di strutture di sostegno per specie arbustive e rampicanti che possano in breve tempo andare a costituire appunto un percorso ombreggiato, protetto dall'eccessiva insolazione e, in parte, dagli scarichi automobilistici e dal rumore. 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.

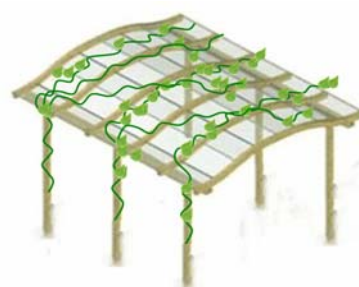


Informazioni tecniche

Le strutture che sostengono le specie rampicanti possono avere forme diverse ma tendono in genere, se destinate a coprire un percorso pedonale, a formare un arco, più o meno ampio, sorretto da montanti stabilmente fissati al suolo, su uno o due lati. La collocazione delle strutture richiede la predisposizione di plinti inseriti nel piano stradale o pedonale a distanze prefissate (ma non necessariamente rigide) e contenitori in muratura o materiale sintetico dal quale si svilupperanno le specie vegetali individuate in fase di progettazione. La messa in opera delle strutture è semplice ma particolare attenzione richiede la progettazione e realizzazione dell'impianto di irrigazione che deve prevedere



numerosi punti di allacciamento. I percorsi a pergolato devono essere interrotti laddove si



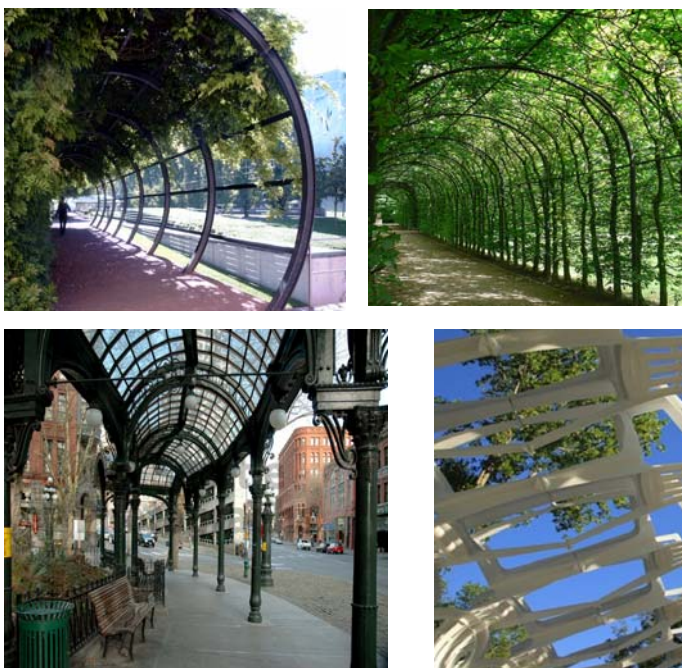
prevede dovere garantire il passaggio di mezzi veicolari, lo scarico merci, ecc. Il supporto fornito alle specie rampicanti deve essere semplice, stabile e non richiedere manutenzione per diversi anni. Le strutture devono essere realizzate con materiali resistenti all'azione degli agenti meteorici e ai raggi UV.

Gestione

I percorsi a pergolato necessitano, per la parte vegetale, di una manutenzione piuttosto attenta e continuativa. 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 possono contenere il deposito di mozziconi e spazzatura. Le strutture di sostegno non richiedono invece particolari attenzioni. 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 fertilizzanti al suolo.

Casi studio

I percorsi a pergolato sono stati realizzati in numerose città. Interessanti soluzioni sono state individuate per realizzare percorsi ombreggiati da specie vegetali a Venaria Reale (Torino). A Milano sono stati realizzati percorsi a pergolato in piccoli parchi urbani e in piazze.



Esempi di percorsi a pergolato realizzati in Italia e all'estero

Tra i principali riferimenti sui percorsi a pergolato si segnalano:

www.west8.nl/projects/park_pergola_mximapark/
www.mobiliariosurbanos.com/english/products/urban-furniture/pergolas/

www.hgtv.com/gardening/choosing-plants-for-arches-and-pergolas/index.html

SCHEDA 4

TETTI VERDI

Descrizione

Con il termine tetto verde (*green roof o rooftop*) si intende una superficie orizzontale o a modesta inclinazione alla sommità di un edificio o di altra costruzione (capannoni, depositi, strutture commerciali, ecc.) che viene appositamente predisposta per lo sviluppo e il mantenimento di una copertura addizionale costituita sia da specie vegetali erbacee o, più raramente, arbustive, che dal substrato di mantenimento.

Il tetto verde è, più precisamente, una complessa realizzazione che consente di mantenere nel tempo una comunità vegetale fornendole il necessario spazio vitale, disponibilità di un substrato di sostegno, acqua e sostanze minerali.

La realizzazione di un tetto verde può contribuire al raggiungimento di diversi obiettivi ambientali, quali:

- ridurre la quota di radiazione solare nell'infrarosso medio che viene trasmessa ai locali sottostanti il tetto;
- contribuire ad una generale mitigazione delle temperature grazie ai processi di evapotraspirazione;
- contribuire alla regimazione delle acque meteoriche (con attenuazione dei picchi di apporti alla rete di scarico);
- produrre un positivo effetto estetico su strutture prettamente industriali o, comunque, dove l'impatto visivo non sia stato adeguatamente considerato in fase di progettazione;
- contribuire a rafforzare un'immagine positiva di edifici residenziali esistenti o in progetto;
- intercettare inquinanti atmosferici in funzione della mitigazione dell'inquinamento dell'aria;
- incrementare la biodiversità in ambito urbano;
- arricchire la disponibilità di nicchie ecologiche negli ambienti più antropizzati.

Vi è un'ampia documentazione a supporto della realizzazione di tetti verdi che illustra dettagliatamente gli effetti benefici sulle condizioni climatiche dei vani immediatamente sottostanti, migliorando le condizioni di vivibilità senza aggravii energetici e riducendo indirettamente i costi di sistemi di raffrescamento. Molti degli effetti positivi appaiono più

evidenti nei climi più caldi (dove però il mantenimento di tetti verdi è più oneroso) rispetto ai climi più freschi (*Jones P. and Eleftheria A., 2008*).

Gli effetti sul clima urbano (attenuazione dell'isola di calore) sono di più difficile valutazione in quanto ciò presuppone un'adozione di questa tecnica su scala molto ampia. Vi sono tuttavia indicazioni positive da prove sperimentali (*Susca et al., 2011*).

La capacità di trattenere acqua e di rilasciarla per percolazione o traspirazione nel periodo successivo accentua anche l'effetto di raffrescamento sulle superficie su cui poggia il tetto verde (*Mentens et al., 2005*).

Circa gli altri risultati attesi dalla realizzazione di tetti verdi, l'intercettazione inquinanti atmosferici è stata documentata (*Currie B.A., Bass B., 2008*), mentre il sequestro di CO₂ è trascurabile. Ampiamente dimostrata anche la capacità di agevolare la frequentazione di specie animali (uccelli) stabile o occasionale.

Informazioni tecniche

Un tetto verde è costituito, partendo dal basso, dai seguenti strati:

- Membrana impermeabile antiradice
- Strato di materiale isolante
- Sistema di drenaggio
- Filtro geotessile
- Terreno e piante

Si possono distinguere tetti verdi a carattere *estensivi* ed *intensivi*. I primi sono i più semplici, realizzati, al di sopra del filtro, con uno strato di terreno di spessore 5 -10 cm, piantumato con specie erbacee in grado di sopportare periodi siccitosi.

I *sistemi intensivi*, invece, sono realizzazioni più complesse con una vegetazione più variegata, in grado di diventare uno spazio fruibile per le attività umane.

Nel caso di applicazioni su strutture esistenti, deve essere verificato il carico massimo sopportabile dal tetto (il peso minimo del tetto verde leggero è di 150 kg/m²) e va inoltre valutato il potenziale aumento del rischio sismico a causa dell'incremento del peso del tetto.

L'installazione è più semplice nel caso di superfici con pendenza < 1.5%, mentre nel caso di pendenze maggiori, devono essere adottate misure per prevenire l'erosione del suolo.

La pendenza massima del tetto per la realizzazione di una copertura verde è di circa il 40% (20°); a partire da 15° sono necessarie traverse rompitratta antiscivolamento.

Nella realizzazione di un tetto verde occorre fare particolare attenzione al sistema di drenaggio per evitare la proliferazione di zanzare e insetti.

Le specie che vengono utilizzate per garantire la copertura delle superfici nude sono diverse ma in comune hanno, in genere, la caratteristica di essere particolarmente rustiche (resistenti alle avversità), poco esigenti per il rifornimento d'acqua, e in grado di garantire una copertura continua. In relazione alla visibilità del tetto potranno essere scelte specie con fioriture più vistose. La scelta di specie autoctone può essere preferibile per il loro miglior adattamento alle condizioni climatiche locali.

In molte città italiane e, in particolare, nei centri storici, i tetti verdi non appaiono proponibili per la quasi totale presenza di tetti a falde e a copertura in tegole. Risultano quindi indicati per i condomini a tetto piatto di più recente realizzazione, gli edifici con funzioni commerciali, industriali, gli uffici. Il tetto verde riscuote maggiore interesse se la superficie risulta fruibile (ad esempio dai condomini) o se viene ad essere realizzato in virtù di accordi di compensazione (tetto verde/volumetria). Essa deve, possibilmente, risultare “godibile”, garantendone quanto meno forme di visibilità. Va osservato che il tetto verde può eventualmente porsi in concorrenza con usi diversi delle superfici come, ad esempio, l’installazione di pannelli solari, strutture di servizio dell’edificio, ecc. Soluzioni che coniugano l’impiego di pannelli solari e superfici a verde sono state recentemente proposte (<http://www.optigruen.it/it/tetto-solare/informazioni.html>), a partire da interventi misti verde/fotovoltaico in cui l’energia elettrica prodotta è utilizzata anche per alimentare il sistema di irrigazione del tetto.

I tetti verdi appaiono economicamente piuttosto impegnativi sia per quanto attiene la realizzazione che la manutenzione. I costi possono essere fortemente ridotti se il tetto verde è in concomitanza con la progettazione dell’intero edificio.

Il costo di conversione a verde di una copertura esistente in buone condizioni e idonea per la trasformazione oscilla tra i 50 e i 150 €/m², a seconda delle caratteristiche.

Gestione

La gestione è diversa per le diverse tipologie di copertura a verde:

Tetti verdi estensivi:

Rimozione delle erbacce almeno due volte all’anno.

Controllo semestrale degli elementi tecnici: impermeabilizzazioni, scarichi...

Tetti verdi intensivi:

Le operazioni di manutenzione richieste sono paragonabili a quelle di un vero e proprio giardino: concimazione, irrigazione, taglio.

Il costo di gestione di un tetto verde può variare da 2 a 20 €/m².



Struttura del tetto verde, tetti verdi a San Candido (BZ) e sul depuratore di Bolzano

Casi studio

Il caso più significativo di sviluppo di stetti verdi è probabilmente dato dalla città di Chicago che ha avviato un ampio programma per sostenere la realizzazione di tetti verdi con oltre 700 interventi in corso.

(<http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/10June2010-MichaelBerkshire.pdf>)

A Tokyo già dal 2000 tutte le nuove costruzioni con tetti di più di 1.000 mq devono essere coperti con vegetazione su almeno il 20% della superficie del tetto (Green Tokyo Plan:

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/attachement/Project_for_Green_Tokyo.pdf)

In Europa sono Germania e Svizzera i paesi più attivi: Monaco di Baviera ha previsto questi tipi di interventi nel piano regolatore già nel 1984, mentre in Svizzera le città di Basilea, Zurigo e Lucerna prevedono dal 2005 - per regolamento - che tutti i tetti delle nuove costruzione debbano essere verdeggianti in qualche misura. Basilea è la città che ha una delle più alte percentuali di tetti verdi, anche grazie ad una politica di incentivi che ha affiancato i regolamenti normativi (il primo programma è del 1996-97 e il secondo del 2005-2006) e che si stima abbia contribuito al greening di circa 700.000 m² di tetti, pari al 23% del totale (www.grabs-eu.org/membersArea/files/basel.pdf). Per una rassegna dei tetti verdi europei si può visitare il “tour virtuale” offerto sul sito “Green roof Safari” (www.greenroofsafari.com/index.html)



Tetti verdi a Chicago, giardini pensili in Svizzera e Germania

In Italia la maggior parte di tetti verdi è stata realizzata in Provincia di Bolzano. Buona parte delle realizzazioni sono citate nell’Opuscolo “Tetti verdi” prodotto dall’Amministrazione della Provincia autonoma e scaricabile dal sito web <http://www.provincia.bz.it/natura-territorio/service/pubblicazioni.asp>

Una esperienza particolarmente interessante per l’approccio sperimentale seguito è la copertura sperimentale presso la scuola professionale di Laimburg (www.fachschule-laimburg.it).

In Italia la città di Faenza ha introdotto fin dal 1998 la realizzazione di tetti verdi tra gli obiettivi urbanistici e ha proposto forme di compensazione per i maggiori oneri derivanti dalla adozione di queste coperture.



Depuratore di Laimburg (BZ), l'ospedale di Bolzano, la ex Fornace al Bersaglio - Faenza (RA)

SCHEDA 5

PARETI VERDI

Descrizione

Con parete verde si intende una struttura vegetale sviluppata in modo prevalente in altezza formata da specie erbacee o rampicanti e che si affida, per il mantenimento della necessaria stabilità, ad un supporto in metallo, legno, calcestruzzo o altro materiale naturale o sintetico. La parete verde, tipicamente, è appoggiata, ad una struttura (edificio residenziale, capannone, magazzino, rilevato, ecc.). Le funzioni che possono essere attribuite alle pareti verdi sono diverse:

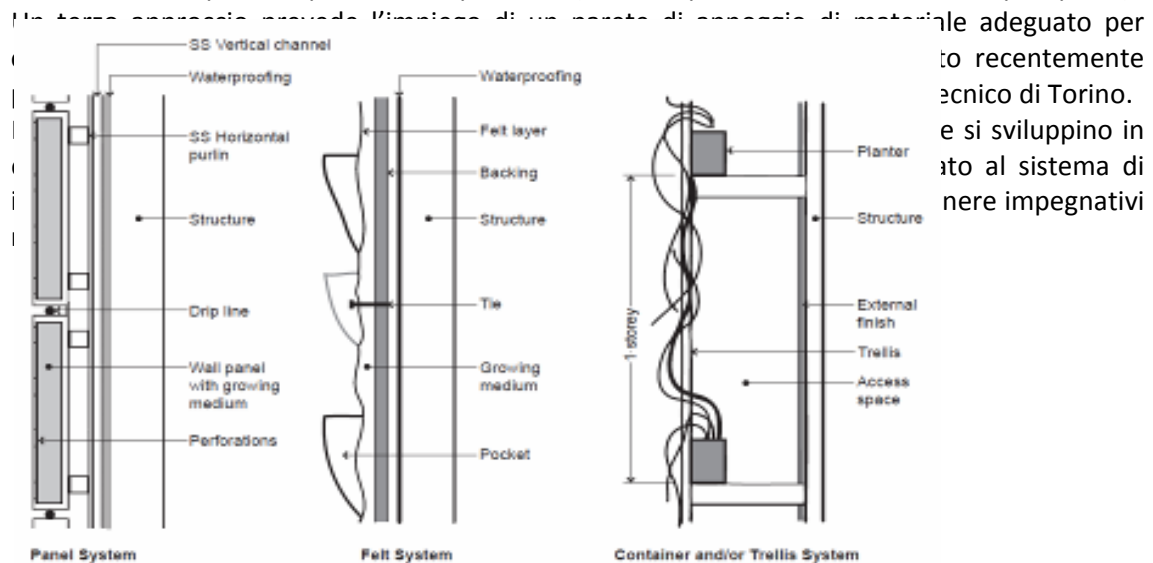
- isolamento termico (raffrescamento),
- mitigazione dell'isola di calore,
- maggiore vivibilità degli spazi urbani,
- estetico,
- rimozione di inquinanti e in particolare di polveri.

Le pareti verdi intervenendo sulla mitigazione degli estremi termici mediante l'ombreggiamento della parete di appoggio e il processo di evapotraspirazione, consentono la formazione di uno strato d'aria più fresco dell'aria ambiente che incide positivamente sull'edificio. Ciò consente di limitare i consumi di energia e, limitatamente, di produrre un raffrescamento dell'aria circostante la parete verde. I maggiori risultati si riscontrano dove le temperature dell'aria ambiente sono più elevate e la riduzione della temperatura all'interno dell'edificio di appoggio può raggiungere il 10-15% della temperatura esterna. Particolarmente importante risulta essere il cosiddetto effetto camino, cioè l'allontanamento dell'aria calda compresa tra parte verde ed edificio grazie al gradiente di temperatura prodotto dalla presenza delle piante. Va inoltre considerata la capacità di intercettazione delle polveri inquinanti da parte delle foglie, in grado di mitigare le condizioni di inquinamento locale; non si registrano ancora studi sistematici sulle pareti verdi. La realizzazione di pareti verdi si è particolarmente sviluppata negli ultimi anni in forme che hanno dato ampio spazio alla creatività. A titolo di esempio si segnalano pareti verdi per la produzione di specie commestibili (insalate, legumi, frutta, ecc.).

Informazioni tecniche

È possibile distinguere diverse tipologie di base di parete verde. La prima impiega una struttura portante in metallo, materiali plastici, legno sul quale si sviluppano specie rampicanti che nel tempo vanno a ricoprire l'intera parete. Gli apparati radicali sono posizionati alla base della

parete e le operazioni di concimazione e irrigazione avvengono quindi con relativa facilità. Lo sviluppo della parete va seguito con attenzione e, in base alla specie utilizzata, si dovrà intervenire per garantire un buon ancoraggio delle piante mediante fissaggi. Il limite di sviluppo in altezza può essere notevole in quanto alcuni rampicanti sono in grado di svilupparsi per alcune decine di metri. Un secondo approccio prevede che le piante utilizzate radichino sulla parete stessa, sviluppando i loro apparati radicali su pannelli che costituiscono una parete di appoggio, costituita da materiale adeguato (feltro, materiali vegetali lavorati.) L'irrigazione e la concimazione avvengono quindi su tutta la parete e sono sensibilmente più complessi da realizzare. Sono possibili pareti multispecifiche (cioè con presenza concomitante di più specie).



In relazione all'ambiente, alla superficie che si intende sviluppare ed all'impegno economico si individua la soluzione ottimale, tenendo conto dell'impegno per le soluzioni tecniche più complesse.



Le specie utilizzabili nei climi temperati sono numerose anche se tra le specie autoctone solo l'edera rappresenta un rampicante sicuramente consigliabile. Va tuttavia considerato che essa presenta numerose specie e varietà. In ambiente urbano possono essere considerate le diverse specie già ampiamente proposte dai vivai del genere *Jasminum* (gelsomino), quasi tutte rampicanti ma per le quali può essere utile provvedere periodicamente all'"intrecciamento" o a bloccarne i fusticini alla struttura. I costi sono legati essenzialmente alla scelta della tipologia di parete verde che si intende realizzare. Le forme che implicano un forte impegno nella struttura di supporto presentano in genere minori oneri di manutenzione.

Gestione

La durata della parete verde è determinata prevalentemente dal suo supporto. La componente verde è infatti rinnovabile e le specie deperienti o morte possono essere sostituite. La manutenzione varia in relazione al tipo e alle dimensioni (sviluppo in altezza) della parete. Si tratta in genere di potature ed eliminazione delle parti disseccate, una o due volte l'anno.

L'irrigazione delle specie vegetali che costituiscono la parete verde è basata su sistemi di distribuzione in automatico. A questa si può affiancare, con le stesse modalità, la distribuzione di concimi. L'alimentazione delle pompe di distribuzione può essere garantita da pannelli solari.

Casi studio

Un caso particolarmente eclatante di parete verde è data dalla realizzazione, nel 2004 presso il Museo del Quai Branly di Parigi (mq 800). Il muro è ricoperto da più di 15.000 piante di 150 specie differenti, provenienti da Giappone, Cina, USA e Europa centrale. In questo caso prevalgono gli elementi estetici e didattici. La più estesa parete verde è stata realizzata a Londra e ha un'altezza di oltre 20 m.



Parigi

Londra

Milano

SCHEMA 6 VERDE DI BALCONATA

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, riesce ad offrire un'immagine esteticamente apprezzabile dell'edificio in cui si inserisce. E' però interessante osservare come un'accurata progettazione del verde in spazi anche limitati possa in realtà produrre effetti interessanti ai fini di una mitigazione delle temperature estive all'interno dei locali e rappresentare un filtro all'ingresso di inquinanti atmosferici.

Il balcone e i terrazzi sono in grado di ospitare un numero consistente di specie vegetali. La facciata di un palazzo di sei piani con normali balconi può offrire una superficie utile interessante per la coltivazione di specie vegetali arbustive o rampicanti che possono produrre un efficace schermo protettivo dai raggi diretti del sole (di maggiore significato sono qui le esposizioni meridionali). Affinché l'effetto di schermo sia nei confronti della radiazione solare che dell'inquinamento dell'aria sia efficace è essenziale che le piante prescelte sviluppino un'ampia superficie fogliare. In relazione agli spazi disponibili e agli obiettivi che ci si pone l'insieme di specie a foglia perenne e specie decidue può fornire i risultati più significativi.



Esempi di verde di balconata

Il verde condominiale, dato dall'insieme delle aree di comune proprietà di uno o più edifici e che sopiti stabilmente arbusti o specie erbacee, rappresenta per molte città un patrimonio inestimabile. In diverse aree urbane il numero di alberi di proprietà privata è infatti superiore a quello di proprietà pubblica.

Questi spazi comuni, quando destinati ad ospitare aree verdi, possono produrre risultati analoghi al verde realizzato su balconi e terrazze. La cura per il verde condominiale può essere, inoltre, di stimolo per una più generale attenzione al verde su balconi e terrazzi.

Informazioni tecniche

Il verde dei balconi e dei terrazzi comporta un regolare e attento impegno da parte dei residenti. Pubblicazioni e guide sono disponibili per indirizzare 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 alberelli ceduati. Tra i rampicanti si ricordano come 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 le cui specie si ricorda la comune edera (H. Helix), vanta numerosissime varietà adatte alle più diverse condizioni e climi. Le strutture a supporto delle specie rampicanti 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.

Gestione

Il verde dei balconi e dei terrazzi può essere ottimamente mantenuto grazie all'impegno dei residenti. Rispetto al rifornimento 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.

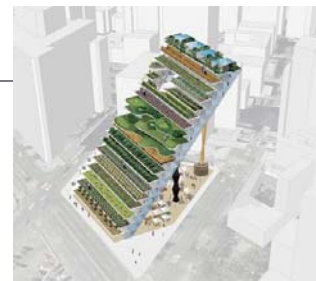
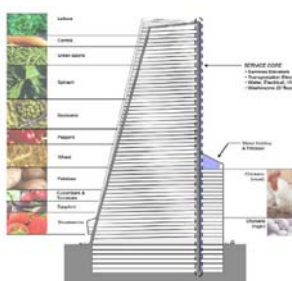
A livello condominiale può, in taluni casi, essere realizzato un sistema di distribuzione d'acqua centralizzato che fornisca un'adeguata quantità ai singoli balconi e terrazzi evitando, con una scelta opportuna dei tempi di distribuzione, il gocciolamento sui marciapiedi.

Casi studio



A Milano sono in via di realizzazione due edifici di oltre 15 piani denominati "Bosco verticale" perché gli ampi balconi previsti dal progetto sono destinati ad ospitare un insieme di specie arboree e arbustive particolarmente ricco e in grado di offrire protezione dalla radiazione solare diretta. Particolarmente interessante risulta in questa iniziativa il fatto che la dotazione di verde sia stata prevista già in fase progettuale, dotando i diversi balconi di allacciamenti per l'acqua e sistemi di distribuzione. Tutta l'energia destinata all'impiantistica per la cura del verde che caratterizza gli edifici verrà prodotta da pannelli solari. A Toronto è in via di valutazione il progetto per un imponente edificio (Toronto Sky Farm), di cui una parete sarà destinata a verde. In questo caso, tuttavia, le specie scelte sono commestibili e si stima che la produzione di ortaggi e frutta potrà soddisfare le esigenze di circa 35 000 cittadini. La proposta si inserisce in un recente movimento dell'architettura e della pianificazione del territorio che suggerisce per il futuro la realizzazione di coltivazioni a prevalente sviluppo verticale (vertical farming): <http://www.treehugger.com/green-food/gordon-graff-demonstrates-that-vertical-farms-can-actually-work.html>

Le strutture proposte possono fornire, seppur progettate con finalità diverse, risultati interessanti per mitigare eventi estremi attribuibili a cambiamenti del clima.



In alcune località italiane, la realizzazione di verde sui balconi e terrazzi degli edifici è incentivato grazie a iniziative concorsuali inerenti sia la progettazione che la realizzazione degli interventi. Si ricordano qui a titolo d'esempio:

- Il Festival del Verde e del Paesaggio di Roam (Balconi per Roma)
- Concorso Balcone e Giardino Fiorito, Grado (GO)
- Concorso Balconi in fiore, Parma
- Concorso Balconi Verdi (Andria)

SCHEDA 7

TETTI FRESCHI – COOL ROOFS

Descrizione

I tetti “freschi” (*cool roofs*) sono tetti che si scaldano poco, grazie ad un’elevata capacità di riflettere l’irradiazione solare incidente e, al contempo, di emettere energia termica nell’infrarosso. Un *cool roof*, in italiano “tetto fresco”, è un rivestimento contraddistinto da un valore elevato di riflettanza solare, cioè della capacità di riflettere l’irradiazione solare incidente, combinato con un elevato valore dell’emissività nell’infrarosso, che consente al tetto di restituire all’atmosfera, mediante irraggiamento termico, la maggior parte della frazione assorbita dell’irradiazione solare. Nella pratica, un *cool roof* può essere ottenuto applicando alla superficie del tetto uno strato di ricopertura superficiale esterna con colore molto chiaro, preferibilmente bianco, e con carattere non metallico. Nei Paesi con i climi più caldi, in una giornata limpida, una tradizionale copertura scura può diventare da 40 a 50 gradi più calda dell’aria esterna. Al contrario, un tetto bianco, nelle stesse condizioni, diventa di una temperatura di appena cinque-dieci gradi superiore.

Il minore riscaldamento del tetto consente evidenti vantaggi diretti, quali il maggiore comfort termico interno, i minori consumi energetici (con riduzioni medie stimate intorno al 10-15%) ed i minori costi associati al raffrescamento, ventilazione e condizionamento dell’aria, oltre che un più lento degrado delle strutture edilizie.

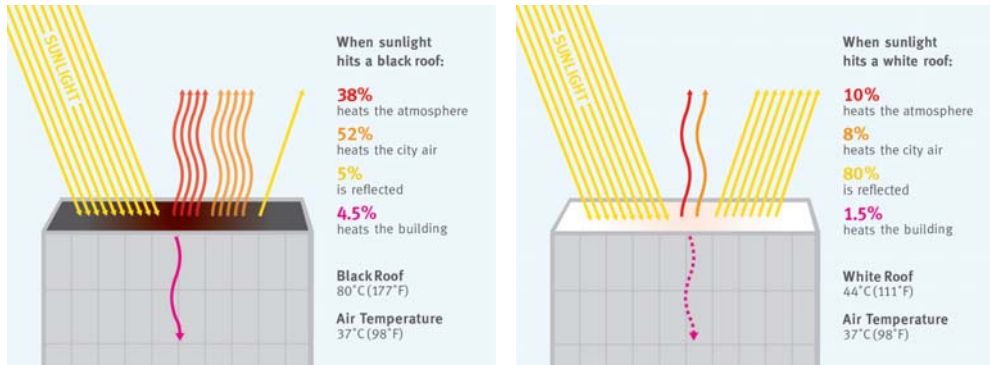
I *cool roof* possono quindi fornire un’efficace soluzione al problema del surriscaldamento estivo sia dei singoli edifici che delle aree urbane. L’uso in larga scala di materiali con queste particolarità in un’area urbana contribuisce infatti alla riduzione della temperatura dell’agglomerato abitativo favorendo la mitigazione dell’effetto di isola di calore urbana.

Grazie alla loro capacità di riflettere una maggiore quantità di energia solare nello spazio, i tetti bianchi impediscono alla Terra di assorbirne una parte significativa: una diffusione su larga scala favorirebbe quindi un raffreddamento relativo della temperatura terrestre, cancellando una percentuale significativa dell’effetto riscaldamento da CO₂.

Informazioni tecniche

I *cool materials* sono caratterizzati da elevati valori di riflettanza solare (RS) ed elevata emissività nell’infrarosso (EI). La prima grandezza riduce l’assorbimento della radiazione solare da parte dei materiali da costruzione, in modo da limitare l’innalzamento termico in presenza di un elevato carico solare durante le ore diurne. Questi materiali hanno poi un’elevata emissività nell’infrarosso per emettere verso il cielo durante la fase notturna e dissipare così il calore accumulato, senza trasferirlo all’interno degli edifici.

Un parametro utilizzato per esprimere la capacità del materiale di rimanere fresco sotto la radiazione solare è l’indice SRI (Solar Reflectance Index) calcolato in condizioni stazionarie ed in funzione sia della riflettanza solare che dell’emissività.



I normali materiali da costruzione, a parte i metalli, hanno un'elevata emissività (compresa tra l'80% e il 90%) ma generalmente una bassa riflettanza solare, che provoca un notevole innalzamento della temperatura del materiale, ben oltre i valori della temperatura dell'aria. I valori di riflettanza solare (RS) dei materiali da costruzione si attestano nelle tipologie più comuni tra il 20% ed il 30% mentre quelli di una vernice organica con diverse variazioni cromatiche vanno dal 58% del "bruno" all'85% del bianco. Il mercato dei prodotti per *cool roofing* è oggi dominato da vernici (soprattutto acriliche) a base di biossido di titanio. Alcune di esse vengono applicate come semplici rivestimenti, altre sono integrate in vere e proprie membrane impermeabilizzanti. I *cool roof* non sono necessariamente ottenuti con vernici; sono diverse infatti le soluzioni tecnologiche che consentono di realizzare delle coperture riflettenti: vernici, membrane, guaine, bitumi, mattonelle per lastricati solari.

Materiali	RS (%)
Guaina bituminosa	12
Guaina impermeabilizzante	20
Piastrelle in cemento	29
Piastrelle in argilla rossa	27
Marmo	39
Vernice organica colore bruno	58
Vernice organica colore verde	72
Vernice organica colore bianco	86

La principale iniziativa volta alla certificazione delle proprietà emissive dei materiali per *cool roofs* è il Product Rating Program del Cool Roof Rating Council (CRRC). I fabbricanti ed i rivenditori che sottopongono i propri prodotti al percorso di certificazione previsto dal CRRC possono ottenere l'autorizzazione all'utilizzo di un'etichetta depositata, che attesta i valori misurati delle proprietà emissive, quelle iniziali e (se disponibili) quelle dopo invecchiamento. Il CRRC non prescrive i valori delle proprietà emissive, ma solo le modalità per verificarli. Indicazioni precise sulle prestazioni minime sono invece previste dall'Energy Star Roof Product Program (Stati Uniti), che certifica con il logo Energy Star soluzioni di copertura per tetti a bassa inclinazione che garantiscano riflettanza solare maggiore o uguale a 0.65 a prodotto nuovo, e maggiore o uguale a 0.50 dopo tre anni di invecchiamento. A livello Europeo uno dei database più completi è quello relativo al progetto IEE "Cool Roofs", disponibile al seguente indirizzo: <http://www.coolroofs-eu.eu/>

Gestione

Se può essere giudicato facile creare una superficie che sia perfettamente "bianca" quando essa è stata appena posta in opera, è più difficile crearne una che mantenga le sue proprietà antisolari anche dopo invecchiamento. Questo è il principale problema che affligge la maggior parte dei prodotti commerciali tipo *cool roof*, solitamente di natura organica, i quali soffrono spesso una perdita di prestazioni a causa dell'azione combinata dell'invecchiamento dei materiali, dell'azione degli agenti atmosferici e dell'inquinamento dell'aria.

I costi per il ripristino o la pulizia da tenersi ogni due o tre anni su un *cool roof* vanno ad incidere fortemente sul costo complessivo dell'installazione e devono quindi essere considerati nella fase di scelta del materiale da utilizzarsi per ogni applicazione. Mentre il solo costo del trattamento di tipo *cool roof* eseguito con vernici a base organica è molto basso, se paragonato all'utilizzo di materiali alternativi e più resistenti al degrado, considerando nella spesa complessiva anche gli interventi necessari per i ripristini periodici ed i maggiori esborsi per la climatizzazione derivanti dalle perdite di prestazione in termini di riflettanza solare, l'utilizzo di materiali a più alto costo iniziale, come ad esempio piastrelle ceramiche per rivestimento, può diventare competitivo con quello delle vernici a base organica.

Casi studio

Negli U.S.A., la diffusione dei *cool roofs* è da tempo promossa da svariate amministrazioni ed organizzazioni pubbliche, specialmente negli stati del sud come California e Florida. Un grande successo ha avuto la campagna volontaria dei *cool roof* di New York che, a partire dal 2010, ha già coinvolto oltre 400 edifici e 4.200 volontari (www.nyc.gov/coolroofs).

ENEA e Università di Roma Tre hanno effettuato uno studio su una zona densamente popolata di Roma (che copre un'area di circa 500.000 m²) che permette di confrontare la temperatura dell'aria esterna di una zona prima e dopo l'ipotetica applicazione di *Cool Material* sulle superfici esterne degli edifici e sul manto stradale.

La Facoltà di Ingegneria di Roma Tre ha applicato e monitorato un *cool roof* su una porzione di superficie di 130 m².

Informazioni pratiche e casi studio sono riportati nella guida "A Practical Guide to Cool Roofs and Cool Pavements" della Global Cool Cities Alliance (<http://www.coolrooftoolkit.org>).

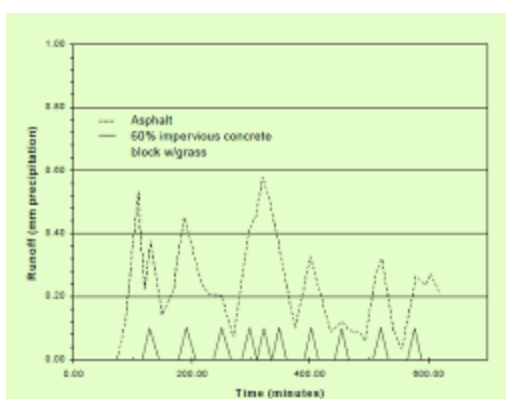
GESTIONE DELLE ACQUE

SCHEDA 1

PAVIMENTAZIONI PERMEABILI

Descrizione

Le pavimentazioni permeabili (o drenanti) sono pavimentazioni costituite da elementi modulari, come blocchi in cemento o stuoie di plastica rinforzata, caratterizzati dalla presenza di vuoti che vengono riempiti con materiale permeabile (sabbia o ghiaia), in modo da permettere l'infiltrazione delle acque di *run-off*. Le pavimentazioni permeabili consentono la riduzione della superficie impermeabile di un sito e di conseguenza del volume delle acque di dilavamento. Sono particolarmente indicate per parcheggi, aree pedonali e ciclabili, viali residenziali. Possono essere impiegate sia nel caso di nuove urbanizzazioni, che nel caso di interventi di ampliamento o manutenzione in sostituzione di vecchie pavimentazioni impermeabili. L'applicabilità di questo tipo di copertura dipende dalla permeabilità del suolo di sottofondo, che deve avere un contenuto di argilla inferiore al 30%.



Numerose ricerche hanno dimostrato che l'impiego di pavimenti permeabili permette di ridurre di circa il 60% il volume di *run-off* e di migliorare la qualità delle acque di dilavamento grazie all'abbattimento di oli, grassi e solidi sospesi. La tabella riporta i risultati di uno studio dell'Environmental Protection Agency (EPA) in cui è mostrata la riduzione in termini percentuali del *run-off* su superfici drenanti verdi (al 40%) rispetto a un'analogha superficie in asfalto.

Una maggiore capacità di drenaggio delle aree urbane consente quindi di non sovraccaricare la rete fognaria e, al tempo stesso, di limitare i disturbi e pericoli legati alla presenza di acqua sulle superfici carrabili e pedonali.

Informazioni tecniche

In una pavimentazione permeabile almeno il 40% dell'area totale deve essere costituita da vuoti. Uno strato di sabbia di spessore 2.5 cm e un filtro in tessuto devono essere interposti fra i moduli e lo strato di ghiaia.

Lo strato di ghiaia deve essere dimensionato in modo da immagazzinare come minimo il volume di prima pioggia. Il materiale di riempimento deve essere ghiaia lavata, priva di impurità, con diametro da 3.5 a 6 cm e un percentuale di vuoti del 40%. Nei calcoli deve essere assunto un valore di porosità di 0.32. Lo spessore minimo del riempimento di ghiaia è 20 cm.

Il costo per la messa in opera di una pavimentazione permeabile è analogo a quello di altre pavimentazioni "di pregio" (in blocchi di pietra) che è comunque molto superiore (a seconda delle soluzioni usate anche oltre il 100%) rispetto ad una normale asfaltatura di materiale.

Esempi di pavimentazioni permeabili

Grigliati in calcestruzzo inerbiti

Blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape riempite con terreno organico e inerbite. La percentuale a verde supera il 40%. Adatti per: parcheggi, strade d'accesso



Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite

La cubettatura viene realizzata con fughe larghe con l'ausilio di distanziatori. La percentuale a verde raggiunge il 35%. Adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, spiazzi, strade d'accesso, stradine



Grigliati plastici inerbiti

Grigliati in materie plastiche riempiti con terreno organico e inerbiti. La percentuale a verde supera il 90%. Adatti per: parcheggi, strade d'accesso



Masselli porosi

La pavimentazione avviene con masselli porosi. Il riempimento delle fughe avviene con sabbia. Adatti per: stradine, strade e piazzali poco trafficati, piazzali di mercato, parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, terrazze, strade d'accesso, stradine



Gestione

Mensilmente va verificato:

- che la superficie del pavimento sia libera da sedimenti;
- che il sistema si prosciughi fra due eventi consecutivi.

Se necessario va controllato:

- che la superficie drenata e la pavimentazione siano libere da detriti;

- che vi sia adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

Annualmente è necessaria una ispezione per individuare eventuali danneggiamenti. Ogni 3-4 anni è necessaria una pulizia della copertura per aspirazione, per liberare la superficie dai sedimenti.

Casi studio

Le pavimentazioni permeabili sono ormai molto usate in tutto il Mondo; in Italia è facile trovare applicazioni di questa tecnica in tutte le aree di recente trasformazione nelle Regioni del Centro Nord. La Provincia di Bolzano, nell'ambito delle linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche, fornisce alcuni esempi significativi di interventi realizzati (www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/acqua/gestione-sostenibile-acque.asp). Poiché le pavimentazioni permeabili rientrano tra i sistemi urbani di drenaggio sostenibile (SUDS) diverse esperienze sono citate nei casi studio della scheda specifica.

SCHEDA 2

SISTEMI URBANI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE (SUDS)

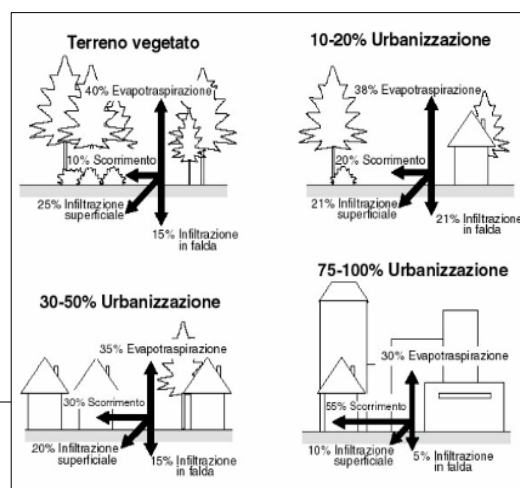
Descrizione

Il cambiamento del regime delle piogge, con la tendenza delle precipitazioni a concentrarsi in eventi meteorici più brevi e intensi è una delle conseguenze del cambiamento climatico più importanti a cui sarà necessario adattarsi. Tale cambiamento è destinato a peggiorare gli effetti dell'urbanizzazione che, a causa dell'aumento delle superfici impermeabili, riduce l'evapotraspirazione e l'infiltrazione delle acque nel terreno aumentando, di contro, il ruscellamento superficiale. L'effetto è il sovraccarico delle fognature, con rischi di rigurgito e allagamenti. Inoltre, le acque di pioggia o quelle che sfiorano dagli scolmatori fognari delle reti miste sono una delle principali fonti di inquinamento di fiumi e laghi. Negli ultimi 20 anni, si sono diffuse – a partire dagli Stati Uniti – nuove soluzioni, generalmente accomunate sotto il termine di *sustainable urban drainage systems* (SUDS). Si tratta di diverse soluzioni tecnologiche che puntano, da un lato, ad aumentare la permeabilità delle superfici urbane, favorendo l'infiltrazione e riducendo l'afflusso in fogna; dall'altro, a trattenere le acque laminandole in piccoli volumi dispersi sul territorio urbano, riducendo le portate che raggiungono i corsi d'acqua e migliorandone al contempo la qualità.

Si tratta di un complesso di diverse soluzioni e tecniche applicabili alle superfici urbane (strade, piazze, marciapiedi, arredo e aree a verde) orientate a:

- ridurre i volumi di *run-off* creando condizioni favorevoli all'infiltrazione nel terreno o all'accumulo delle acque durante gli eventi meteorici per restituirle gradualmente alla circolazione naturale;
- ridurre il carico inquinante veicolato dalle acque di pioggia, evitando l'afflusso in fogna e trattando con tecniche di depurazione naturale gli inquinanti contenuti nelle acque di *run-off*.

I SUDS possono anche prevedere il riuso delle acque di pioggia per usi urbani non potabili (irrigazione, lavaggio strade, ecc.).



Informazioni tecniche

Si presentano di seguito alcune delle tecniche più diffuse: trincee e canali filtranti, zone umide e canali vegetati.

Trincee filtranti

Le trincee filtranti sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso e sabbia, realizzate con lo scopo di favorire l'infiltrazione dei volumi di *run-off* (attraverso la superficie superiore della trincea) e la loro successiva filtrazione nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea).

Le acque filtrate nella trincea si infiltrano nel terreno sottostante: la trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 h successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento. Una trincea filtrante non ha, quindi, solo la funzione di trattenere i volumi di *run-off*, ma contribuisce anche al mantenimento del bilancio idrico di un sito e alla ricarica delle falde sotterranee (l'efficienza depurativa del sistema deve essere tale da evitare rischi di contaminazione).

Canale filtrante

Normalmente adottati nell'ambito di aree urbanizzate, sono delle trincee in grado di contenere temporaneamente le acque di pioggia, che poi in parte infiltrano nel sottosuolo e in parte vengono convogliate verso l'uscita e fatte eventualmente affluire o alla fognatura pubblica o in un altro sistema di ritenzione o trattamento prima dello scarico in un corpo idrico.

Le acque di pioggia drenate vengono raccolte tramite canalette laterali e addotte ad un canale di raccolta delle acque meteoriche. Sul fondo di tale canale viene ricavata una trincea filtrante. Le acque filtrate nella trincea si infiltrano nel terreno sottostante. La trincea deve essere dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo entro 12 - 24 h dalla fine dell'evento di pioggia. Le acque di seconda pioggia vengono smaltite dal canale una volta che, saturata la capacità di filtrazione della trincea, si instaura una componente di moto orizzontale. Nei punti di intersezione con il reticolo idrografico si deve prevedere una zona di uscita delle acque, che dovrà eventualmente contenere una zona ad acqua profonda per favorire la sedimentazione e rallentare il flusso, e un apposito manufatto per la raccolta dei materiali solidi grossolani e la separazione degli oli e dei grassi.

Stagni e zone umide

Si tratta sostanzialmente di bacini-invasi dove l'acqua viene accumulata e trattata, prima di essere restituita alla circolazione superficiale naturale o immagazzinata per il riuso. Se applicati alle acque meteoriche, in genere la funzione principale dei bacini è la laminazione: è necessario invasare un volume d'acqua sufficiente a laminare le acque di pioggia in modo da poterle poi restituire lentamente, una volta terminato l'evento meteorico. Il trattamento delle acque – finalizzato a eliminare i solidi sospesi, gli oli e gli altri inquinanti provenienti dal

drenaggio urbano – avviene principalmente per filtrazione e sedimentazione, ma può richiedere anche l'integrazione nel sistema di altre tecniche, come i disoleatori o i desabbiatori. È comunque necessaria un'accurata progettazione del sistema per garantirne anche la funzione depurativa: molti esempi di bacini di laminazione che cominciano a vedersi a margine dei nuovi quartieri, ad esempio in Emilia e in Veneto, sono progettati in base a criteri esclusivamente idraulici, svolgendo così solo la funzione di laminazione ma non quella di trattamento.

Canali vegetati

I canali vegetati aperti sono dei canali costruiti per intercettare e trattare le acque di scolo dell'area drenata. Si tratta di una variante dei bacini di laminazione: svolgono la stessa funzione di laminazione, ma hanno uno sviluppo lineare che ne permette la realizzazione come annessi stradali. Questi sistemi vengono progettati con una limitata pendenza longitudinale (<4%), in modo che il flusso mantenga una velocità tale da consentire la sedimentazione dei solidi sospesi e da non provocare fenomeni erosivi.

Si può distinguere fra canali asciutti e canali umidi. I primi sono canali vegetati dotati di un letto filtrante, dimensionati in modo da permettere l'infiltrazione del volume di progetto. Poiché rimangono asciutti per lunghi periodi, sono preferibili per le zone residenziali ai canali umidi (che invece possono essere usati per le acque di *run-off* di zone a carattere commerciale, inseriti ad esempio, in aree a verde). I secondi si comportano essenzialmente come un'area umida lineare e poco profonda, in cui vengono trattenute le acque di scolo. Possono però generare problemi per emissioni di odori molesti e presenza di zanzare.

Gestione

La gestione delle diverse tipologie di SUDS può variare molto a seconda delle soluzioni tecniche prescelte; le soluzioni che prevedono inerbimento richiedono il taglio periodico dell'erba. In linea di massima tutte le soluzioni che ricorrono a materassi di ghiaia non richiedono manutenzione ma solo un controllo periodico per verificare la corretta funzionalità. Stagni e zone umide sono generalmente configurati con una zona di sedimentazione in prossimità del punto di ingresso delle acque: i solidi che si accumulano in queste aree devono essere periodicamente rimossi (con frequenza che può variare da 1 volta l'anno ad intervalli di 2-5 anni) per mantenere la funzionalità del sistema.



Trincee filtranti



Stagni e zone umide



Canali vegetati



Trincea filtrante



Area di infiltrazione



Cunetta vegetata

Casi studio

L'Agenzia Ambientale Scozzese (Scottish EPA) promuove l'uso dei SUDS ed ha elaborato insieme ad altri partner, incluso l'ente di gestione delle strade, un manuale di linee guida tecniche per la realizzazione e gestione dei SUDS:

www.sepa.org.uk/planning/surface_water_drainage.aspx.

Il programma di gestione sostenibile delle piogge di Portland è certamente tra i più vasti (www.portlandoregon.gov/bes/34598); particolarmente interessante è il meccanismo finanziario che prevede un contributo municipale per la gestione delle piogge e la possibilità per i privati di avere uno sconto fino al 100% del contributo se contribuiscono alla gestione realizzando SUDS sui propri terreni (www.portlandoregon.gov/bes/41976). Interessante anche il programma di Philadelphia (USA) sulle stesse tematiche:

www.phillywatersheds.org/what_were_doing/documents_and_data/cso_long_term_control_plan

SCHEDA 3

RACCOLTA E RIUSO DELLE ACQUE DI PIOGGIA

Descrizione

Le acque meteoriche rappresentano una fonte rinnovabile e locale e richiedono trattamenti semplici ed economici per un loro utilizzo per applicazioni che richiedono acque di minor pregio. In generale, gli impieghi che si prestano al riutilizzo delle acque meteoriche riguardano usi esterni, quali:

- l'irrigazione di aree a verde, prati, giardini, orti;
- il lavaggio di aree pavimentate (strade, piazzali, parcheggi);
- il lavaggio di autovetture;
- usi tecnologici (ad esempio acque di raffreddamento);
- alimentazione di vasche antincendio;

ed usi interni agli organismi edilizi, quali:

- l'alimentazione delle cassette di risciacquo dei WC;
- l'alimentazione di lavatrici;
- usi tecnologici (ad esempio sistemi di climatizzazione passiva/attiva).

Da un punto di vista impiantistico un intervento di recupero di acque meteoriche è costituito da una rete di raccolta, adduzione e successiva distribuzione delle acque recuperate, da un sistema di trattamento adeguato delle acque raccolte, da un serbatoio di accumulo e infine da un sistema di pompaggio per il riuso.

Le acque meteoriche richiedono un trattamento adeguato che dipende prevalentemente dalla destinazione d'uso del loro riutilizzo, in funzione del quale vengono definiti gli obiettivi depurativi, ma anche dalla durata del periodo di tempo secco antecedente all'evento piovoso: è proprio durante tale periodo, infatti, che si verifica il deposito di materiali solidi e di inquinanti sulle superfici impermeabilizzate che vengono dilavate dalle acque meteoriche.

Informazioni tecniche

Nei casi più comuni, per il trattamento delle acque meteoriche dei tetti è sufficiente un'efficace azione di filtrazione: al filtro viene principalmente richiesto di trattenere il

materiale che, sedimentando nel serbatoio, porterebbe ad un deterioramento della qualità dell'acqua e al rischio di intasamento delle condotte e del sistema di pompaggio.



Schema di impianto di recupero delle acque meteoriche a servizio di una abitazione (fonte Kessel)

Un impianto per il riutilizzo dell'acqua meteorica proveniente dai tetti è costituito essenzialmente dai seguenti elementi:

- sistema di raccolta: composto da superficie di raccolta, converse, canali di gronda, bocchettoni, pluviali, pozzetti di drenaggio, caditoie, tubazioni di raccordo;
- filtro;
- serbatoio di accumulo con scarico di troppo pieno;
- pompa;
- sistema di distribuzione (dotato di sistema di reintegro con acqua potabile).

Per il dimensionamento del sistema, è necessario scegliere il grado di copertura desiderato; si può distinguere fra 3 livelli di servizio, di seguito elencati:

- intermittente: questa tipologia di utilizzo si concentra nello stesso periodo in cui si verifica la maggior piovosità, mentre durante la stagione asciutta si fa ricorso a fonti alternative.
- parziale: il sistema deve coprire durante l'intero arco dell'anno una certa percentuale dei fabbisogni dell'utente.
- completo: le acque meteoriche devono soddisfare tutti i fabbisogni dell'utente per l'intero anno.

Il volume di acqua necessario dipende quindi dalla tipologia di utilizzo e dagli impieghi delle acque recuperate (irrigazione, cassette di risciacquo dei WC, elettrodomestici, etc.). Una stima dei volumi recuperabili può essere fatta considerando la superficie dei tetti e il valore di pioggia medio annuo.

Per il dimensionamento del serbatoio possono essere utilizzati diversi metodi, mutuati da Linee Guida tedesche (Normativa DIN 1989) o austriache ("Guidance on use of rainwater tanks"); in generale la via più corretta è effettuare dei bilanci idrici su scala mensile stimando gli ingressi (le acque di pioggia raccolte) e le uscite (quindi i fabbisogni di acque meno pregiate, eventuali perdite per evaporazione, evapotraspirazione, ecc)

Gestione

Il sistema non richiede nel complesso particolare manutenzione, anche se nel caso non si siano installati filtri centrifughi ma filtri con cestello o maglie filtranti è consigliabile la pulizia del cestello dopo eventi meteorici intensi. Per il resto si consiglia una volta all'anno di controllare la funzionalità del sistema, dalle opere di raccolta ai sistemi di distribuzione, le apparecchiature elettromeccaniche, la qualità dell'acqua all'interno del serbatoio. Ogni 5-10 anni è necessario effettuare la pulizia del serbatoio.

Casi studio

La città di Los Angeles ha un *Rain Water Harvesting Program* per promuovere tra i cittadini la raccolta della pioggia (www.lastormwater.org/green-la/low-impact-development/residential-solutions/rain-barrels-and-cisterns/)

Anche a Città del Messico c'è un programma di promozione coordinato dall'ONG *Isla Urbana* (http://www.islaurbana.org/que_hacemos.htm).

In Europa, le esperienze più importanti sono in Germania, dove l'associazione professionale FBR raccoglie diverse centinaia di esperti che progettano e realizzano sistemi di raccolta della pioggia (<http://www.fbr.de/rainwaterharvesting.html>). Un noto esempio di buona pratica – seppur limitato ad una piccola area e non ad un'intera realtà urbana – è quello di Potsdamer Platz (www.dac.dk/en/dac-cities/sustainable-cities/all-cases/water/berlin-water-creates-a-vibrant-cityscape/)

SCHEDA 4

SEPARAZIONE, TRATTAMENTO E RIUTILIZZO DELLE ACQUE GRIGIE

Descrizione

Le soluzioni più innovative per l'igiene domestica (secondo l'approccio della "sustainable sanitation") sono quelle che prevedono la separazione all'interno dell'edificio tra le acque nere e le acque grigie. Queste soluzioni, oltre a permettere di riciclare l'acqua all'interno dell'abitazione riducendo drasticamente i consumi, permettono anche di ottimizzare i sistemi fognari e di depurazione. Una gestione sostenibile del ciclo delle acque si basa proprio sulla valorizzazione di acque meno nobili e sull'utilizzo dell'acqua di alta qualità esclusivamente laddove sono veramente richieste caratteristiche di qualità. La separazione delle reti di scarico delle acque nere (contenenti gli scarichi dei WC) e delle acque grigie (tutte le altre acque di scarico), permette di recuperare queste ultime, trattarle con sistemi adottabili alla scala domestica e riutilizzarle per l'irrigazione o per altri scopi (cassette di risciacquo dei WC, lavaggio di piazzali, ecc). Le acque grigie si depurano molto più velocemente delle acque nere: probabilmente la differenza più significativa consiste nella velocità di degradazione degli inquinanti nelle acque grigie. Le acque grigie contengono solo 1/10 dell'azoto totale e meno della metà del carico organico in comparazione con le acque nere. Inoltre, l'azoto totale presente nelle acque grigie è al 50% azoto organico che può quindi essere facilmente fissato ed utilizzato da piante.

In base alla caratterizzazione delle acque grigie, una scelta progettuale sostenibile per il loro trattamento ai fini del riutilizzo deve tenere conto dei seguenti fattori:

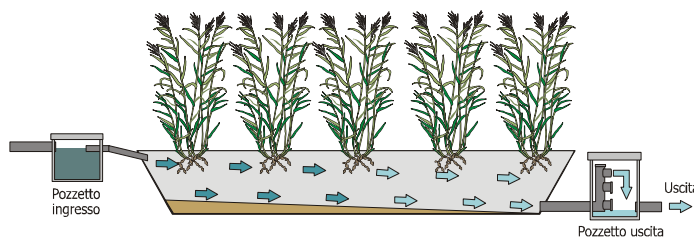
- adattabilità alle variazioni di carico idraulico e organico in ingresso;
- efficienza nella degradazione della sostanza organica;
- alto abbattimento della carica batterica presente ai fini del riutilizzo;
- semplicità ed economicità di gestione e manutenzione.

Esistono diversi sistemi di depurazione particolarmente adatti alla depurazione delle acque grigie, sia estensivi (sistemi di fitodepurazione) sia caratterizzati da ingombri ridotti (generalmente si tratta di sistemi interrabili, ma esistono in commercio alcune soluzioni impiantistiche adatte anche all'installazione all'interno degli edifici, permettendo oltretutto di risparmiare per quanto riguarda tubazioni esterne agli edifici) come impianti SBR (Sequencing Batch Reactor) e MBR (Membrane Reactor). Un impianto di trattamento delle acque grigie deve generalmente comprendere:

- 1) degrassatore (per le cucine);
- 2) trattamento primario;
- 3) trattamento secondario;
- 4) disinfezione.

Informazioni tecniche

Le tecniche di fitodepurazione rappresentano una tipologia impiantistica che si adatta perfettamente al trattamento delle acque grigie. I sistemi SFS-h (flusso sommerso orizzontale) sono costituiti da vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti (sono comunemente utilizzate le cannuce di palude o *Phragmites australis* ma possono essere utilizzate anche altre specie acquatiche come *Juncus effusus* e *Typha latifolia*, altre in combinazione con esse per migliorarne l'inserimento, come ad esempio il giaggiolo acquatico o *Iris pseudacorus*); il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche o come più comunemente accade, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE 2 mm di spessore). Il flusso idraulico dei liquami rimane costantemente al di sotto della superficie e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto.



Sistema SFS-h (fonte: Iridra)

La forma di una vasca a flusso sommerso orizzontale deve essere preferibilmente rettangolare; la pendenza del fondo del letto può variare dall'1 al 5%, compatibilmente con i calcoli di verifica sulla geometria della vasca. Un sistema di fitodepurazione per il trattamento delle acque grigie di una famiglia di 4/5 abitanti costa circa 5.000 euro.



Sistema a flusso sommerso orizzontale SFS-h per il trattamento delle acque grigie (Comune di Preganziol (Tv), 240 abitanti equivalenti)

Il trattamento delle acque grigie con un sistema SBR è adatto per utenze mono e multi-familiari. All'interno del sistema SBR, il trattamento delle acque viene effettuato in diversi stadi temporalmente successivi che avvengono in maniera ciclica.



Preliminarmente si ha una *filtrazione* che elimina i materiali più grossolani (come ad esempio capelli o pezzi di tessuto); il filtro viene lavato periodicamente ed automaticamente tramite un'apposita pompa interna al sistema, ed i residui della pulizia del filtro vengono scaricati nella rete fognaria. Successivamente si ha il trattamento biologico vero e proprio, con il funzionamento "batch" tipico di questi sistemi: le fasi di ossidazione e sedimentazione avvengono all'interno del medesimo comparto ad intervalli automaticamente stabiliti tramite una centralina di controllo. I prodotti di scarto della fase di sedimentazione vengono automaticamente espulsi ad intervalli regolari e

convogliati alla rete fognaria nera (terzo stadio) (fonte: Pontos).

Un sistema SBR per una famiglia ha un costo di circa 5.000 euro. I bioreattori a membrana (MBR) nascono dall'abbinamento di un sistema biologico a fanghi attivi con un processo di filtrazione a membrana. Generalmente il sistema è costituito da un'unità di pre-trattamento per la sedimentazione primaria (collegata con la fognatura), da un serbatoio di stoccaggio aerato e da un altro comparto aerato a fanghi attivi contenente il modulo a membrana. Vengono impiegati di solito moduli filtranti ad UF e MF, generalmente a fibre cave, immersi all'interno della vasca a fanghi attivi. Tali moduli, posti internamente in depressione, consentono il trattenimento della biomassa sospesa e la separazione dell'effluente depurato. In particolare, nel caso delle membrane



di UF (con porosità dell'ordine di 0.1 micron) risulta garantito il trattenimento di tutti i tipi di microrganismi, compresi i virus. A differenza dei tradizionali sistemi a fanghi attivi, risultano assenti i ricircoli di fango e la sedimentazione secondaria, essendo la biomassa completamente trattenuta nel reattore biologico (si provvede all'estrazione del fango di supero necessario per il rispetto dell'età del fango desiderata); l'età del fango è quindi svincolata dalle caratteristiche di sedimentabilità dello stesso, consentendo lo sviluppo di microrganismi con maggiori potenzialità degradative. Il costo dei sistemi a membrana è di circa 8.000 euro.

Gestione

La gestione richiesta per un sistema di separazione e riuso delle acque grigie riguarda in particolare l'impianto di trattamento e le pompe per il sollevamento, quando, ad esempio, è previsto il rilancio delle acque trattate all'interno dell'abitazione per alimentare gli sciacquoni dei WC. I depuratori tecnologici (SBR e MBR) richiedono una manutenzione annuale o semestrale eseguita da personale specializzato ed hanno consumi energetici significativi. Un sistema di fitodepurazione non richiede manutenzione ma solo una verifica periodica del buon funzionamento e uno sfalcio delle piante dopo il primo anno dall'avvio. I consumi energetici sono limitati alle pompe di rilancio. Una stima dei costi annui di gestione/manutenzione per una famiglia di 4/5 persone è la seguente:

Fitodepurazione: 300 € anno

SBR: 800 € anno
MBR 1.200 € anno

Casi studio

Sebbene il riuso delle acque grigie si stia lentamente diffondendo nel mondo, ancora non vi sono esperienze di uso della pratica alla scala urbana, mentre esistono diverse “singole” esperienze interessanti.

Uno dei più noti sistemi di riciclo delle acque grigie, che utilizza una sistema di fitodepurazione integrato nel giardino dell’edificio è quello di Klosterenga a Oslo
www.flickr.com/photos/gtzecosan/sets/72157612745008945/

Molto noto è anche il caso della “living Machine” di San Francisco, dove le acque grigie sono trattate da un sistema di fitodepurazione indoor
www.livingmachines.com/Portfolio/Municipal-Government/San-Francisco-Public-Utilities-Commission,-San-Fra.aspx

SCHEDA 5

EROGATORI A BASSO CONSUMO

Descrizione

Nel mercato esiste un'ampia offerta di rubinetteria e di dispositivi adattabili che razionalizzano il consumo dell'acqua. Fra i sistemi di rubinetteria si trovano i rubinetti monocomando, i rubinetti con temporizzatore, con chiusura elettronica, ecc. Ci sono anche dispositivi che possono essere adattati a differenti sistemi di rubinetteria: diffusori, riduttori di flusso e interruttori di flusso. Molti modelli nuovi di rubinetteria hanno già incorporati questi dispositivi. Anche se le diverse marche commerciali utilizzano spesso terminologie differenti, il funzionamento è lo stesso. Inoltre, questi dispositivi sono quasi sempre compatibili fra loro; ad esempio è possibile trovare modelli che possiedono, allo stesso tempo, un sistema a monocomando con riduttore di flusso e con diffusore incorporato.

Risparmi da sistemi di rubinetteria

Riduttori/aeratori	30-70%
Interruttori meccanici di flusso	10-40%
Rubinetti monocomando	30-40%
Rubinetti con temporizzatore	30-40%
Rubinetti elettronici	40-50%
Rubinetti termostatici	50%

Riduttori di flusso o aeratori

Sono dispositivi che miscelano aria con l'acqua, anche quando il flusso dell'acqua presenta una pressione bassa. Hanno una forma cilindrica e si collocano all'estremità del rubinetto. Oltre all'aeratore, sono forniti anche di un limitatore di flusso, ed entrambi i dispositivi polverizzano l'acqua a una pressione continua (funzionano anche con 1 bar di pressione). Quest'effetto produce un aumento di volume dell'acqua, in modo che, con un flusso minore, si ottengono lo stesso effetto e la stessa



comodità. Sul mercato esistono molte marche di modelli adattabili ai diversi tipi di rubinetteria (per lavandini, docce, cucina, ecc.) e s'installano mediante una vite interna o esterna. Alcuni di questi dispositivi sono stati concepiti anche per evitare i blocchi causati dall'accumulazione del calcare, e ciò aiuta a mantenere in buono stato la rubinetteria e ne allunga la sua vita utile.

Il loro prezzo sul mercato è basso (da 1 a 5 euro) e s'installano facilmente. Consentono di ridurre il consumo d'acqua dal 30 al 70%, per cui l'installazione viene raccomandata in tutti i rubinetti, dato che aumentano la loro efficacia. I sistemi di rubinetteria più moderni li hanno incorporati dalla fabbricazione.

Interruttori meccanici di flusso

Sono dispositivi che si chiudono o si aprono, semplicemente, azionando una leva.

È un sistema raccomandato per le docce con due entrate d'acqua, dato che questi dispositivi permettono d'interrompere il flusso dell'acqua al momento d'insaponarsi e di riattivare la doccia senza necessità di regolare nuovamente la temperatura. In questo modo si evitano il corrispondente spreco d'acqua e di energia che si produce mentre si regolano di nuovo la temperatura ed il flusso. Il risparmio che si può ottenere varia in funzione dell'utilizzo da parte dell'utente, dato che sarà lui ad interrompere il flusso azionando il dispositivo. Tuttavia, è possibile ipotizzare una riduzione del consumo d'acqua che varia dal 10 al 40 %.



Rubinetti monocomando

I sistemi di rubinetteria monocomando offrono importanti vantaggi, non soltanto perché la maggior parte dei modelli disponibili sul mercato possiedono già dispositivi di risparmio dell'acqua, come limitatori di flusso o diffusori, ma anche perché permettono di regolare meglio e più velocemente il flusso dell'acqua e la sua temperatura evitando perdite non necessarie. I risparmi che si ottengono dipendono dal limitatore di flusso e dal diffusore di cui sono forniti; in generale, è ipotizzabile che possano raggiungere una quota pari al 50%.



Rubinetti con temporizzatore

I temporizzatori sono dei meccanismi che chiudono il flusso automaticamente, dopo un determinato periodo di tempo. Esistono rubinetti con temporizzatore sia per lavandini che per docce e, usualmente, hanno incorporato un limitatore di flusso.

I rubinetti con temporizzatore possiedono un pulsante che, quando viene premuto, fa scendere un pistone interno dentro un piccolo cilindro; questo cilindro si riempie poco a poco e fa salire nuovamente il pistone. Il tempo che viene impiegato dal cilindro a riempirsi d'acqua costituisce la dimensione della "temporizzazione". I temporizzatori per lavandini hanno quasi sempre un cilindro che si riempie in 10/15 secondi circa (a seconda del modello e del flusso); mentre quelli per docce hanno un cilindro che si riempie, usualmente, in circa 30 secondi. Sul mercato ci sono marche di rubinetteria che commercializzano rubinetti con temporizzatore sia per lavandini sia per docce, e che permettono di regolare il tempo d'uscita dell'acqua da 5-7 secondi fino a 40-45 secondi. I risparmi d'acqua possono costituire una quota pari al 30-40% per le docce e al 20-30% per i lavandini.



Rubinetti elettronici

Nella rubinetteria convenzionale, quando ci si lava le mani, si apre un rubinetto all'inizio e non lo si chiude fino alla fine; in un rubinetto elettronico il flusso s'interrompe automaticamente ogni volta che si ritirano le mani dal lavandino. Il flusso e la temperatura sono pre-regolati, anche se l'utente può modificarli con il comando apposito. Come sistema di sicurezza, nel caso della presenza continua di un oggetto, il rubinetto si chiude automaticamente dopo circa 30 secondi. È importante tener conto che, per la loro collocazione, è necessario che l'installazione elettrica arrivi fino al rubinetto, a meno che questo non funzioni a batterie (dipende dal modello). Il loro prezzo è più elevato rispetto ad altri modelli; tuttavia, consentono di risparmiare circa un 40-50% del consumo dell'acqua.

Rubinetti termostatici

I rubinetti termostatici possiedono un preselettore di temperatura che mantiene l'acqua alla temperatura selezionata, in modo che, quando si chiude e si riapre il rubinetto, l'acqua mantiene la stessa temperatura. Questi rubinetti vengono utilizzati soprattutto nelle docce e consentono di risparmiare non soltanto acqua ma anche energia, dato che non viene consumata acqua al momento di regolare nuovamente la temperatura. Sono inoltre forniti di limitatori di flusso e diffusori. I fabbricanti assicurano che si possono ottenere risparmi nel consumo d'acqua fino a un 50%.



Gestione

L'installazione degli apparecchi sopra descritti deve essere eseguita da personale esperto, con l'eccezione dei riduttori di flusso/aeratori che possono essere eseguiti da non esperti. Gli apparecchi descritti non richiedono particolare manutenzione. Possono mantenersi in funzione per decenni. I riduttori di flusso devono essere periodicamente (ogni 2-4 mesi) smontati e ripuliti dalle impurità per essere mantenuti in efficienza.

Casi studio

Le tecniche di risparmio idrico domestico riguardanti gli erogatori e i WC si stanno rapidamente diffondendo in tutto il mondo, anche grazie a campagne di comunicazione che ne promuovono il ricorso presso i cittadini e le imprese.

Molte città del Sud degli Stati Uniti promuovono attivamente il ricorso a tali soluzioni: tra queste San Diego www.sandiego.gov/water/conservation/ e Austin <http://austintexas.gov/department/water-conservation>.

In Europa le esperienze più interessanti sono state fatte in Spagna, grazie all'impegno di una ONG la Ecodes, che ha accompagnato diverse città (ad es. Saragoza e Victoria Gasteiz, nella

diffusione di sistemi di risparmio <http://www.ecodes.org/gestion-eficiente-agua/>; il caso di Saragoza è stato recentemente oggetto di un approfondimento da parte del progetto SWITCH <http://www.irc.nl/page/61630>.

In Italia, le esperienze più importanti sono in Emilia Romagna <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/informazioni/acqua>

SCHEDA 6

WC A BASSO CONSUMO

Descrizione

Le cisterne per lo scarico dei WC abitualmente utilizzate possono avere volumi molto diversi: generalmente si va dai 9 ai 12 litri. Esistono diversi sistemi per il risparmio dell'acqua nell'uso dei water. In generale, i moderni sistemi di scarico regolano le quantità di scarico a 6 litri, con interruzione opzionale a 3 litri, rispetto a una cisterna convenzionale di 9 litri. Questi dispositivi fanno in modo che il risparmio d'acqua arrivi fino a un 60%, però la maggior parte ottengono un risparmio fra il 35 e il 50%, visto che non sempre vengono utilizzati adeguatamente. Alcuni di questi sistemi, per diminuire il consumo dell'acqua nell'uso dei water, possono essere installati all'interno della cisterna senza bisogno di cambiarla, come nel caso dell'introduzione di un oggetto (es. bottiglie piene d'acqua) che, occupando un determinato volume, diminuiscono la quantità d'acqua che entra. Altri richiedono la sostituzione della cisterna con una a doppio scarico. I risparmi d'acqua che si ottengono variano in funzione delle caratteristiche del vaso, delle dimensioni della cisterna e del corretto uso che viene fatto del dispositivo (pulsanti a doppio scarico). Vi sono poi sanitari concepiti per ridurre i consumi, come i vasi WC che richiedono meno di 3 litri d'acqua e gli "urinali a secco".

Vasi WC a risparmio idrico

Alcune ditte produttrici di vasi per WC hanno studiato la conformazione in modo da ottimizzare l'idrodinamica del flusso dello scarico, riuscendo così ad ottenere una ottimale capacità di risciacquo con meno acqua. Un'azienda italiana (Azzurra Ceramiche) produce diversi modelli di vaso che scaricano con 3 litri d'acqua.

Urinali a secco (*waterless urinals*)

È una particolare tipologia di urinale che funziona senza bisogno di acqua per il flussaggio, basato su un sistema a sifone che impedisce completamente la risalita di cattivi odori. Non ha bisogno di energia elettrica, funzionando interamente a gravità, né di una connessione con la rete di approvvigionamento idrico. Sono particolarmente interessanti per i luoghi pubblici frequentati da molte persone di passaggio (stadi, aeroporti, stazioni, aree di sosta autostradali, ma anche fabbriche, uffici, ristoranti, locali notturni). Sono disponibili sul mercato anche urinali per donna (www.flickr.com/photos/gtzecosan/sets/72157626941977377/). Gli urinali a secco non impiegano acqua per il flussaggio e funzionano interamente a gravità. Considerando che un orinatoio tradizionale consuma 3 l di acqua per flussaggio, si può stimare un risparmio idrico di circa 10 l per persona al giorno.

Limitatori di scarico

Possono essere collocati nelle cisterne convenzionali. Sono dispositivi che vengono incorporati nel bacino di traboccamento o sopra la valvola di scarico del water. Quando si aziona normalmente la cisterna, il dispositivo fa in modo che si chiuda la valvola dopo uno scarico di

pochi litri. Se si ha bisogno di uno scarico maggiore, si deve azionare la cisterna per tre o quattro secondi.

Cisterne con interruzione di scarico

Sono cisterne che possiedono un unico pulsante con un meccanismo che interrompe lo scarico dell'acqua quando viene premuto una seconda volta oppure quando si smette di premerlo.

Questo sistema è disponibile per quasi tutte le marche di sanitari conosciute.

Poiché la cisterna si svuota di meno, impiega anche meno tempo a riempirsi e, ovviamente, diminuisce la quantità d'acqua utilizzata. Lo scarico breve può svuotare metà della cisterna (da 4 a 6 litri); quello lungo la svuota completamente (da 9 a 12 litri a seconda della cisterna).

Cisterne con doppio pulsante

Sono cisterne che possiedono un doppio pulsante che permette due quantità di scarico: uno scarico lungo che produce lo svuotamento completo della cisterna e uno breve che produce uno svuotamento parziale. Le quantità di scarico possono essere regolate.



Limitatori di riempimento

Determinati elementi che si possono adattare o introdurre nelle cisterne limitano il riempimento o evitano uno scarico d'acqua eccessivo, alcuni di questi dispositivi sono:

- introdurre una molla nella parte inferiore della catena della cisterna, in modo che eserciti una pressione costante su questa e che, quando la catena viene rilasciata, blocchi l'uscita dell'acqua. Inoltre questa molla evita che le catene rimangano bloccate lasciando aperto lo scarico dell'acqua;
- regolare il tubo del bacino di traboccamento, impedendo che la cisterna si riempi al massimo della sua capacità; allo stesso tempo dev'essere regolato il livello del galleggiante della cisterna;
- - introdurre all'interno della cisterna un oggetto (es. una bottiglia piena d'acqua e chiusa) che occupi parte del volume dell'acqua. Quando verrà azionata la cisterna, si risparmierà l'acqua equivalente al volume dell'oggetto introdotto.

Informazioni tecniche

La descrizione delle tecniche usate in gran parte degli apparecchi descritti sopra esula dagli scopi del presente lavoro. Un minimo di informazioni in più meritano gli urinali a secco, che in Italia sono ancora pressoché sconosciuti mentre si stanno lentamente diffondendo in Germania, Austria e Svizzera. L'urinale è realizzato con un materiale completamente liscio e non poroso (ceramica o fibra di vetro), in cui l'urina viene incanalata direttamente nel sifone, senza lasciare residui all'interno del sistema. Esistono in commercio diversi modelli, con differenti design e modalità di funzionamento. Le principali tipologie di funzionamento sono: Urinali a secco con sifone contenente liquido d'arresto;

Urinali a secco con sifone con membrana di plastica che consente lo scarico dell'urina e si richiude subito dopo evitando la risalita di cattivi odori. Nella prima tipologia di sistemi l'urina viene incanalata direttamente nel sifone, senza lasciare residui all'interno del sistema. Questo tipo di sifone contiene un liquido d'arresto (totalmente biologico e biodegradabile) con un peso specifico inferiore a quello dell'urina grazie al quale l'urina viene completamente isolata e risulta totalmente inodore. La maggior parte dei componenti solidi dell'urina vengono successivamente filtrati dal sifone ed il resto del flusso viene convogliato nello scarico. Negli urinali del secondo tipo è presente una membrana di plastica silicone o LDPE che funziona come una valvola di ritorno consentendo il passaggio dell'urina e bloccando la risalita di cattivi odori: infatti il tubo di gomma è piatto nella parte terminale quando non è in uso (bloccando la risalita degli odori) e si dilata al passaggio dell'urina permettendo il transito anche di particelle solide di dimensione inferiore a 2 mm. I sali presenti nell'urina comportano la formazioni di precipitati lungo le pareti del tubo di plastica che deve essere lavato periodicamente con acqua (la frequenza della pulizia dipenderà naturalmente dalla frequenza di utilizzo). La membrana deve essere sostituita indicativamente una volta all'anno.

Gestione

Gli apparecchi descritti non richiedono particolare manutenzione.

Casi studio

Si veda la scheda degli erogatori a basso consumo.