

Strategie e misure di adattamento al cambiamento
climatico nella Città Metropolitana di Milano

SOLUZIONI NATURALISTICHE (NBS) PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

schede tecniche: **GESTIONE ACQUE**



www.lifemetroadapt.eu

Soluzioni Naturalistiche (NBS) per la città metropolitana di Milano: Schede Tecniche

Nome progetto:	METRO ADAPT: strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano
Azione	C3.1
Consegnabile n.	C3_D02
Partner responsabile:	Ambiente Italia
Partner coinvolti:	CAP
Data prevista	30/09/2019
Data consegna:	31/01/2020
Revisione:	03

Livello di disseminazione		
PU	Pubblico	<input checked="" type="checkbox"/>
NP	Documento a uso interno, non pubblicabile	<input type="checkbox"/>

DATA	AUTORI	VERIFICATO	APPROVATO
31.01.2020	Lorenzo Bono Marco Callerio Giulio Conte Anacleto Rizzo Iliriana Sejdullahu	Bono	Bono



www.lifemetroadapt.eu

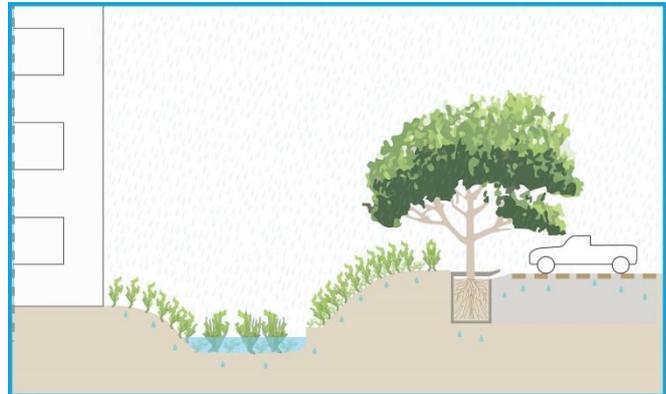
INDICE

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 fruibili 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 portate 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

- Sfalciatura 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)

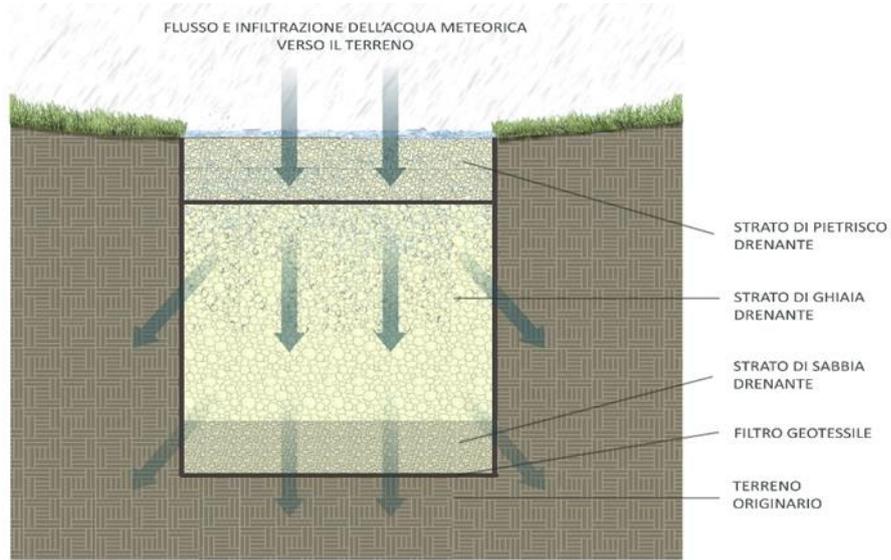


https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/melton_school_suds_scheme_mowbray.html

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

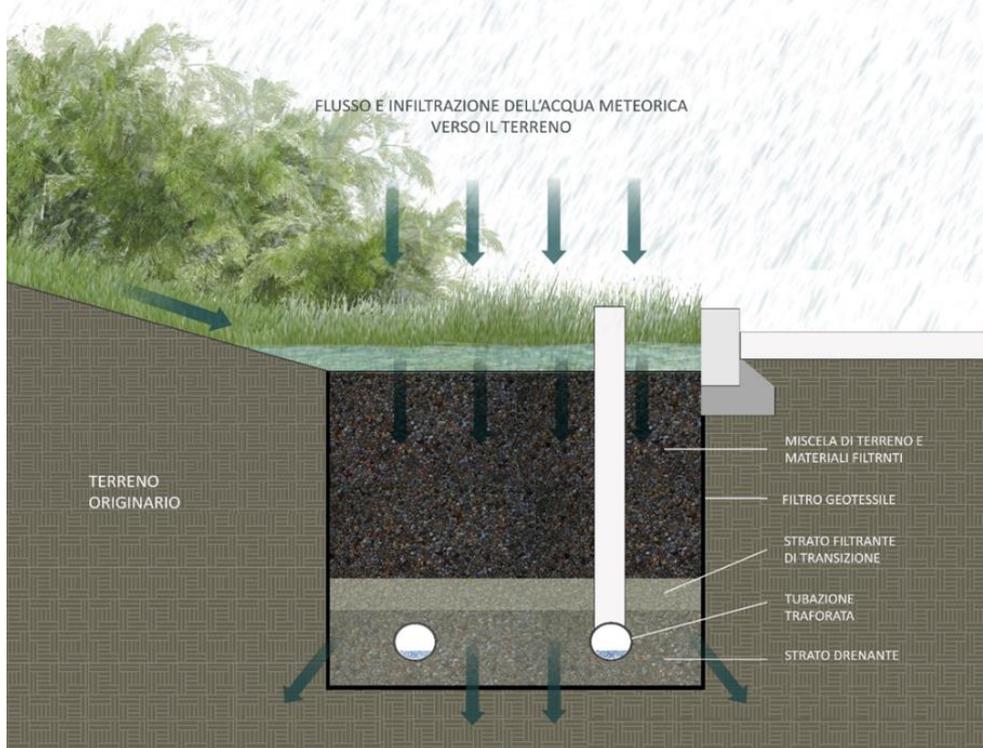


Haubner, S.M., 2001. Georgia Stormwater Management Manual.

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			BENEFICI SOCIO-ECONOMICI					
Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche	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 della 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).
- Sfalciatura 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.iredra.eu/it/applicazioni/drenaggio-urbano-sostenibile.html>

Zona residenziale, Preganziol (TV - Italia)



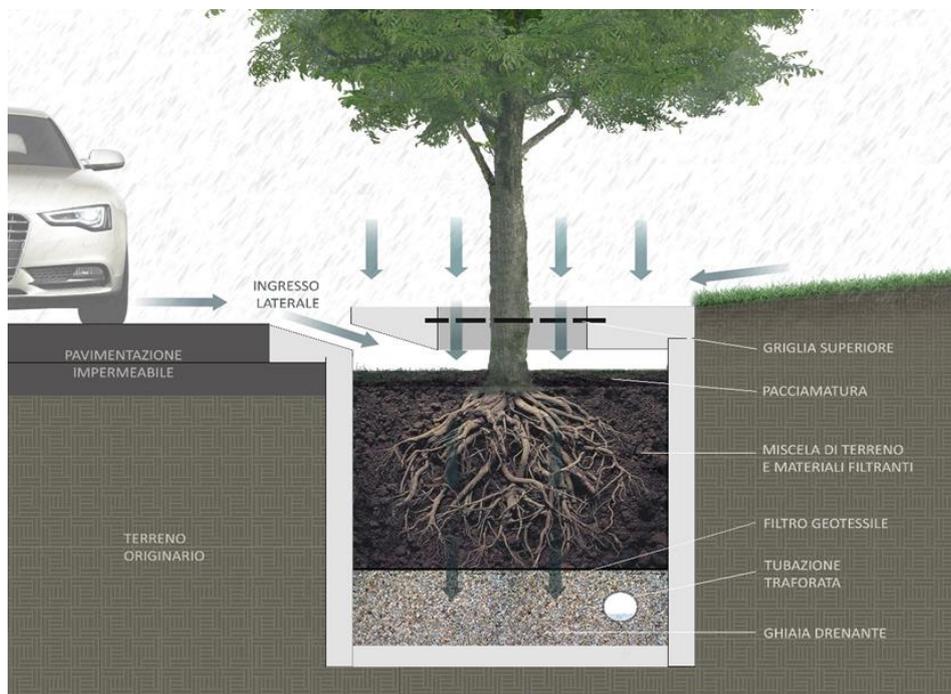
<http://www.iredra.eu/it/applicazioni/drenaggio-urbano-sostenibile.html>

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 bioresonanza, 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				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 tropo 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)

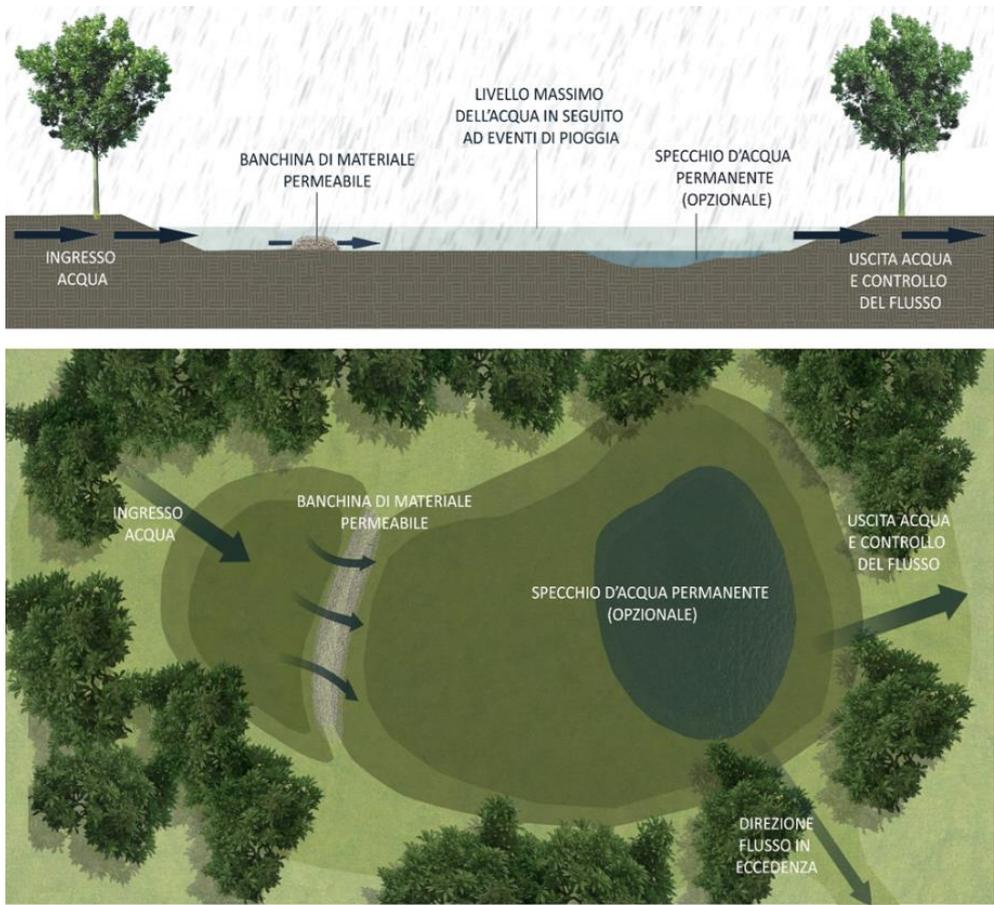


<http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>

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				BENEFICI SOCIO-ECONOMICI				
Infiltrazione delle acque meteoriche				Salute e benessere				
Depurazione delle acque meteoriche				Miglioramento estetico				
Laminazione delle acque meteoriche				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 meteorologici, 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)

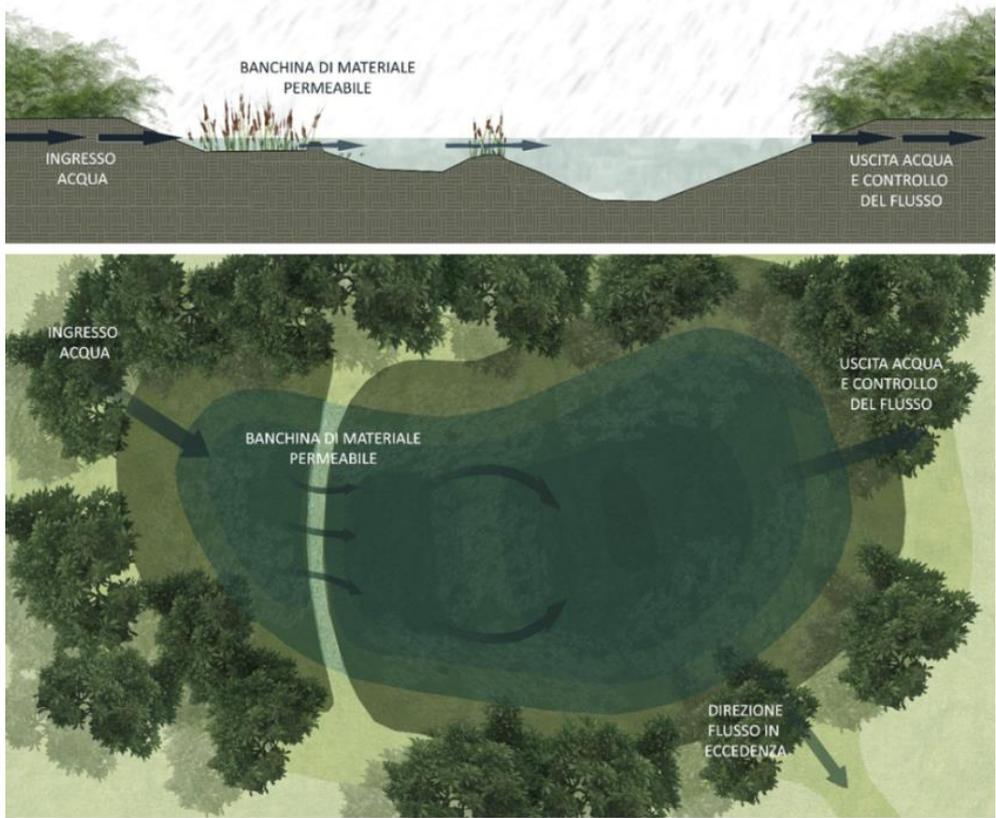


<http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>

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 fruibili 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 alta valenza fruibile.

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				BENEFICI SOCIO-ECONOMICI				
Infiltrazione delle acque meteoriche	Depurazione delle acque meteoriche	Laminazione delle acque meteoriche	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 reimpressa 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 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 graduati, 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 tropo 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.irdra.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				BENEFICI SOCIO-ECONOMICI				
								
<p>Infiltrazione delle acque meteoriche</p> <p>Depurazione delle acque meteoriche</p> <p>Laminazione delle acque meteoriche</p>				<p>Miglioramento estetico</p>				

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 tropo pieno.

In caso di rischio di contaminazione della falda, instabilità dei pendii 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'irradiazione 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'irradiazione 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			BENEFICI SOCIO-ECONOMICI				
Depurazione delle acque meteoriche	Mitigazione microclima	Tutela delle biodiversità	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 “corridoio 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

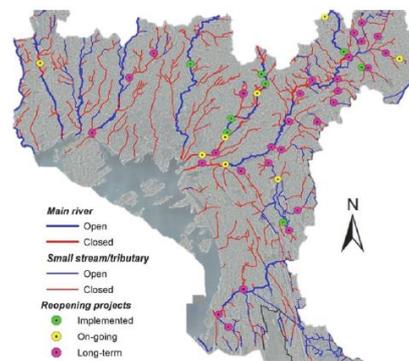


Figure 1: Oslo Plan for Reopening Waterways. Source: European Green Capital Award 2019, City of Oslo Application (2017)

<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 pratica a Zurigo: D. Sztruhar, M. Giulianelli e B. Urbonas, Enhancing Urban Environment by Environmental Upgrading and Restoration, Springer Netherlands, 2003.
- Buona pratica 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					BENEFICI SOCIO-ECONOMICI				
<p>Infiltrazione delle acque meteoriche</p>		<p>Depurazione delle acque meteoriche</p>		<p>Mitigazione microclima</p>		<p>Salute e benessere</p>		<p>Miglioramento estetico</p>	
<p>Tutela della biodiversità</p>									

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.

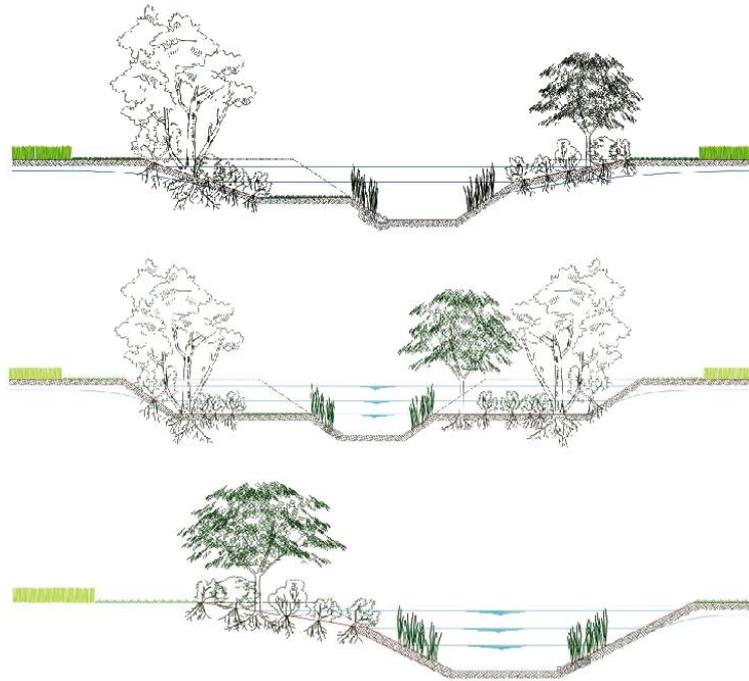
INDICAZIONI PROGETTUALI E TECNICHE

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



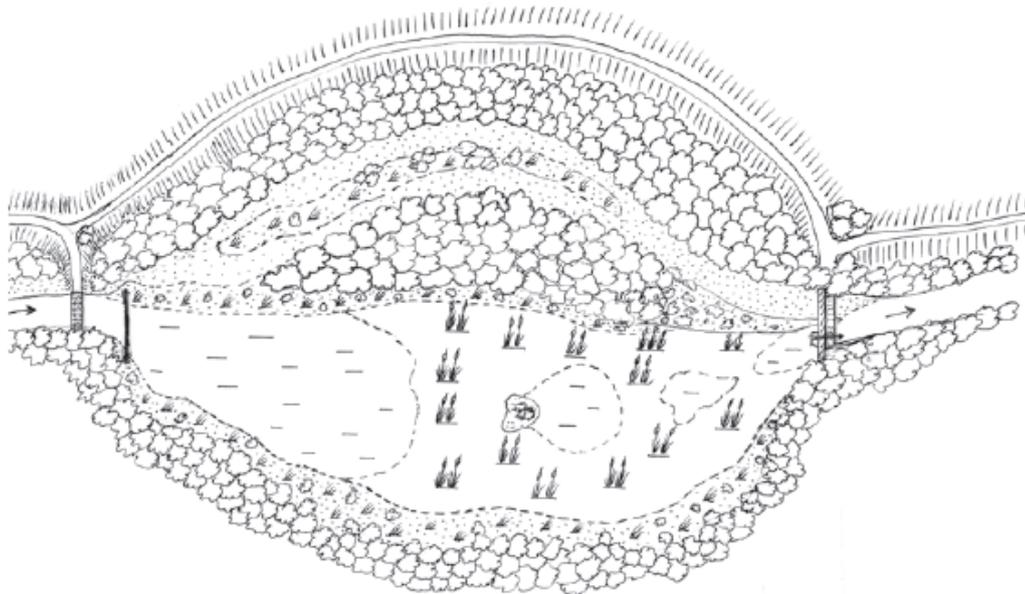
Schemi di riqualificazione di un canale mediante piccolo ampliamento dell'alveo, addolcimento delle sponde e recupero di sinuosità (www.cirf.org)

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.

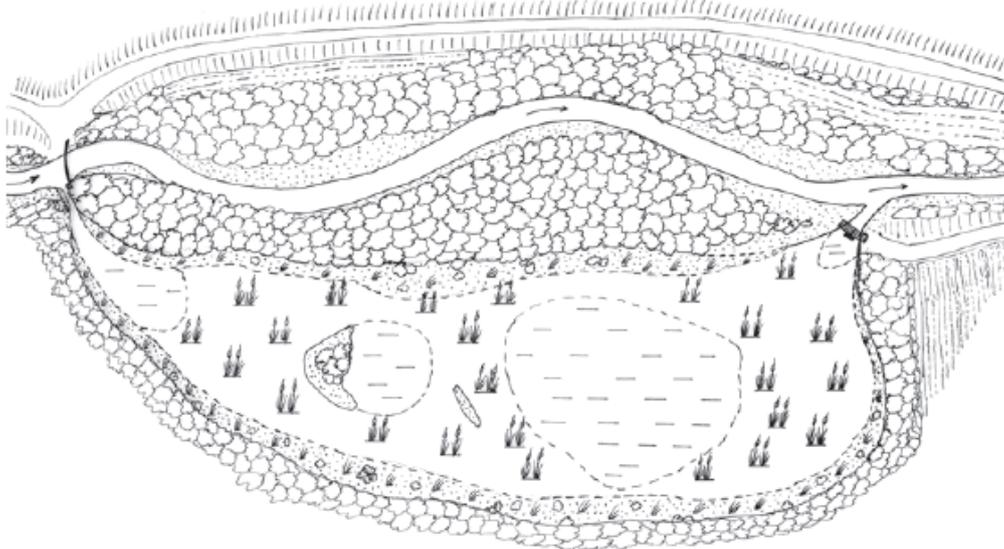


Tipologie di interventi di riqualificazione che aumentano significativamente la capacità dell'alveo (disegni del Consorzio di Bonifica Dese Sile, tratto da: Nardini e Sansoni 2006)

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/zona 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-rinascce/>

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_LineeGuidaRiquaCanali.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.



www.lifemetroadapt.eu

Partner



Città
metropolitana
di Milano

e-geos
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY



AMBIENTEITALIA
we know green



Questo documento è stato preparato nell'ambito del progetto europeo METRO ADAPT. Questo progetto ha ricevuto finanziamenti dallo strumento finanziario LIFE dell'Unione europea nell'ambito del contratto LIFE17 CCA / IT / 000080 - CUP I43E17000230007

L'unica responsabilità per il contenuto di questa pubblicazione è degli autori. Non rappresenta necessariamente l'opinione dell'Unione Europea. Né l'EASME né la Commissione europea sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni in esso contenute.

CONTATTI:

Website: www.lifemetroadapt.eu



Con il contributo dello strumento
finanziario LIFE dell'Unione Europea