

Regione Emilia-Romagna

SOS4LIFE
SAVE OUR SOIL FOR LIFE

Life

LIFE15 ENV/IT/000225

1

LIBERARE IL SUOLO

LINEE GUIDA PER MIGLIORARE LA RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEGLI INTERVENTI DI RIGENERAZIONE URBANA

Regione Emilia-Romagna

ASSESSORATO ALLA MONTAGNA, AREE INTERNE, PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE E PARI OPPORTUNITÀ

DIREZIONE GENERALE CURA DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE

SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA, DEI TRASPORTI E DEL PAESAGGIO

www.sos4life.it
info@sos4life.it
saveoursoilforlife
SOS4Life
Sos4L

PROGETTO SOS4LIFE
SAVE OF SOIL FOR LIFE

promosso da
COMUNE DI FORLÌ
COMUNE DI CARPI
COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
CNR IBIMET
LEGAMBIENTE EMILIA-ROMAGNA
ANCE EMILIA-ROMAGNA
FORLÌ MOBILITÀ INTEGRATA

AZIONE B 3.3

azione a cura di
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Assessorato ai trasporti, reti infrastrutture materiali e immateriali
Programmazione territoriale e agenda digitale.
Raffaele Donini
assessore

D.G. Cura del territorio e dell'ambiente
Paolo Ferrecchi
direttore

Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio
Roberto Gabrielli
dirigente

Luisa Ravanello
project manager

Anna Muratori
amministrazione

sviluppo azione
Luisa Ravanello
Regione Emilia-Romagna
ideazione metodologia
coordinamento tecnico
gruppo di lavoro

raggruppamento di professionisti

Raffaella Lombardi
Studio Associato di Ingegneria Lombardi Spazzoli Paglionico

Elena Farnè
architetto

Mauro Mugnai
Studio Geodesign Associati

LIBERARE IL SUOLO 1

coordinamento
linee guida
Luisa Ravanello
Elena Farnè

linee guida a cura di
Elena Farnè
Raffaella Lombardi
Francesco Pinosa
Francesca Poli
Luisa Ravanello
Maria Teresa Salomoni

TAVOLI DI LAVORO
VISITE STUDIO

Luisa Ravanello
coordinamento

Elena Farnè
Raffaella Lombardi
Francesca Poli
Luisa Ravanello
Maria Teresa Salomoni
Valeria Zorzin
gestione incontri

Fernanda Canino
Oronzo Filomena
Cosetta Giovannini
Elena Pagliarini
Anna Maria Tudisco
Comune di San Lazzaro di Savena (BO)

Carla Ferrari
architetto, consulente
Comune di San Lazzaro di Savena (BO)

Claudio Maltoni
Giovanni Milanesi
Carmelo Pellerone
Mario Ricci
Pasquale Ricciato
Comune di Forlì (FC)

Francesca Ferrari
ANCE ER

Lidia Castagnoli
Lorenzo Frattini
Legambiente ER

Venturi Ilaria
Comune di Ravenna

Flavia Mazzoni
Comune di Cervia

Nicola Bastianelli
Comune di Rimini

Rachele Bria
Comune di Medicina

Francesca Terzi
Comune di Montechiarugolo

Enrico Terzo Alessandra
Bonifica Renana

Teodoro Georgiadis
CNR Istituto per la bioeconomia

Francesco Malucelli
ARPAE Emilia-Romagna

LIBERARE IL SUOLO 2

ricerca a cura di
Luisa Ravanello
coordinamento tecnico
analisi urbana e urbanistica

Elena Farnè
analisi urbana e paesaggistica

Raffaella Lombardi
analisi idraulica e normativa ambientale

Maria Teresa Salomoni
analisi e normativa agronomica

Valeria Zorzin
analisi agronomica

Francesca Poli
Riccardo Tagliaferri
schemi e disegni

SELEZIONE CASI STUDIO

Luisa Ravanello
Elena Farnè
Raffaella Lombardi
Mauro Mugnai

GRAFICA
Brenso
Architettura e Design
EF design

SCHEMI, DISEGNI, FOTO DEI PROGETTI
gli autori e/o gli studi di progettazione indicati nelle immagini

ICONE
the Noun project

STAMPA
Centro stampa Regione Emilia-Romagna

Tutti i contenuti sviluppati usano Licenza Creative Commons 4.0 Internazionale: Non commerciale - Condividi allo stesso modo

INDICE

4 INTRODUZIONE

12 AREE URBANE DA RIGENERARE E CLIMA

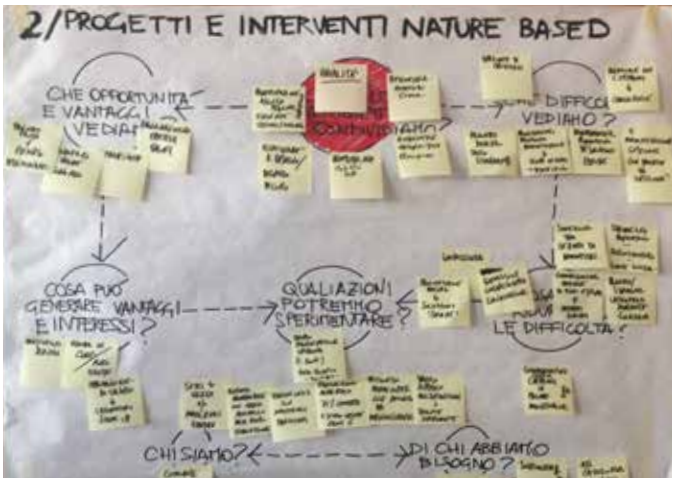
30 CRITERI PER LA QUALITÀ URBANA, ECOLOGICA E AMBIENTALE

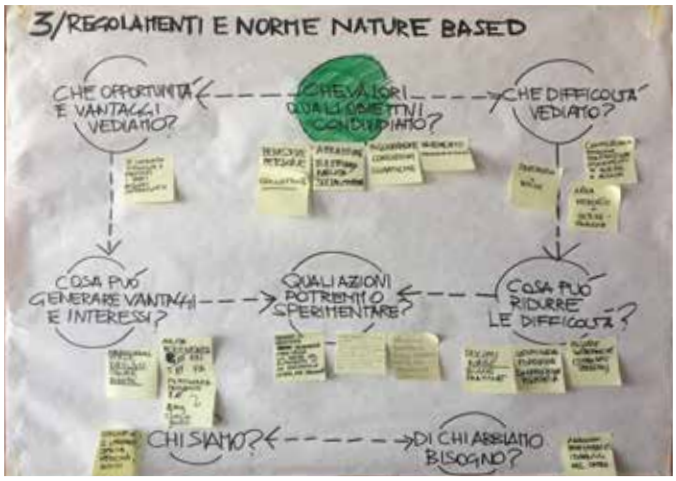
78 PROGETTI E INTERVENTI *NATURE-BASED*

202 ALBERI E VEGETAZIONE IN AMBIENTI URBANI E HABITAT OSTILI

262 GLOSSARIO E BIBLIOGRAFIA


1/STRATEGIA PER LA QUALI RBANA
ED ECOLOGICO-AMB
CHE OPPORTUNITÀ E VANTAGGI VEDIAMO?
QUALI VALORI QUALI OBIETTIVI CONDIVIDIAMO?
CHE DIFFICOLTÀ VEDIAMO?
COSA PUÒ GENERARE VANTAGGI E INTERESSI?
QUALI AZIONI POTREMMO SPERIMENTARE?
COSA PUÒ RIDURRE LE DIFFICOLTÀ?
CHI SIAMO?
DI CHI ABBIAMO BISOGNO?


2/PROGETTI E INTERVENTI NATURE BASED
CHE OPPORTUNITÀ E VANTAGGI VEDIAMO?
COSA PUÒ GENERARE VANTAGGI E INTERESSI?
QUALI AZIONI POTREMMO SPERIMENTARE?
LE DIFFICOLTÀ?
CHI SIAMO?
DI CHI ABBIAMO BISOGNO?


3/REGOLAMENTI E NORME NATURE BASED
CHE OPPORTUNITÀ E VANTAGGI VEDIAMO?
QUALI VALORI QUALI OBIETTIVI CONDIVIDIAMO?
CHE DIFFICOLTÀ VEDIAMO?
COSA PUÒ GENERARE VANTAGGI E INTERESSI?
QUALI AZIONI POTREMMO SPERIMENTARE?
COSA PUÒ RIDURRE LE DIFFICOLTÀ?
CHI SIAMO?
DI CHI ABBIAMO BISOGNO?

INTRODUZIONE

In copertina: prato fiorito a zolle all'interno della Rotonda 1^ Maggio a Milano Marittima sulla Riviera Romagnola.
(Foto di Francesca Poli)

A sinistra. La sintesi del lavoro del 2° incontro per la definizione delle linee guida del Progetto SOS4Life dove si è lavorato sugli aspetti di replicabilità delle buone pratiche con particolare riferimento ai temi progettuali e normativi.
(Model cancas e Foto di Elena Farnè)

Le linee guida LIBERARE IL SUOLO sono un documento di indirizzo per i processi di rigenerazione urbana, con particolare attenzione ai temi della resilienza ai cambiamenti climatici.

Le linee guida si compongono di due volumi:

LIBERARE IL SUOLO 1
Linee guida per la resilienza negli interventi di rigenerazione urbana
LIBERARE IL SUOLO 2
20 casi studio per la resilienza urbana: progetti e processi di adattamento negli interventi di rigenerazione

Il volume 1 affronta i temi della resilienza alla scala urbana, a quella del progetto e dal punto di vista normativo, con un focus particolare sulle soluzioni basate sulla natura che si possono mettere in campo nell'ambiente costruito, per liberare il suolo e realizzare misure di adattamento, attraverso le infrastrutture verdi e blu e l'uso della vegetazione in ambienti ostili.
Il volume è organizzato in 5 capitoli:

INTRODUZIONE ALLE LINEE GUIDA
1 - AREE URBANE DA RIGENERARE E CLIMA
2 - CRITERI PER LA QUALITÀ URBANA, ECOLOGICA E AMBIENTALE
3 - PROGETTI E INTERVENTI *NATURE-BASED*
4 - ALBERI E VEGETAZIONE IN AMBIENTI URBANI E HABITATI OSTILI
5 - GLOSSARIO E BIBLIOGRAFIA

Le schede illustrano differenti soluzioni con un apparato di immagini, disegni tecnici e testi, con l'indicazione dei criteri e i costi di intervento e manutenzione. Chiude il volume un glossario di riferimento sui temi del clima, del calore, della vegetazione e delle acque.

Il volume 2 illustra diversi casi studio relativi a progetti e processi di adattamento, realizzati in ambito nazionale e internazionale in contesti di riqualificazione e rigenerazione, a diverse scale.
I casi studio sono classificati in sei categorie differenti:

A - GRANDI AREE DISMESSE DI TRASFORMAZIONE ED ECO-QUARTIERI
B - GRANDI AREE DISMESSE DI TRASFORMAZIONE E PARCHI URBANI
C - PIAZZE URBANE, SPAZI PUBBLICI, GIARDINI PUBBLICI, PARCHEGGI
D - GIARDINI TEMPORANEI
E - PRATICHE DL BASSO
F - STRUMENTI URBANISTICI E PIANI PARTICOLAREGGIATI

Le schede progetto illustrano i casi studio attraverso un testo generale - con un focus sulle infrastrutture verdi e blu e le norme di riferimento – e un apparato di immagini e schemi finalizzati a mostrare gli elementi di innovazione e replicabilità.

A CHI CI RIVOLGIAMO: PERCHÉ ASSUMERE LE LINEE GUIDA A LIVELLO COMUNALE

Le linee guida si rivolgono alla pubblica amministrazione - ai funzionari dei settori urbanistica e rigenerazione urbana, lavori pubblici e verde – e ai professionisti che operano nei settori della progettazione urbana, dell'architettura, del paesaggio e dell'ingegneria negli studi di progettazione e nelle imprese.
Le linee guida sono uno strumento di indirizzo e, come tale, non direttamente cogente. Tuttavia le linee guida trattano le possibili modalità di attuazione delle misure fisiche che possono realizzare obiettivi dei campi di competenza della pianificazione generale e settoriale e della progettazione urbana contenuti nelle discipline urbanistica ed ambientale vigenti. Le sfide del cambiamento climatico e della rigenerazione urbana sono estremamente complesse e rispetto ad esse non c'è

un'esperienza diffusa cui poter fare riferimento: occorre sperimentare modelli urbani e criteri di intervento nuovi, adeguati ad affrontare le fragilità della città di oggi.
La qualità dell'offerta del mercato e del mondo professionale muta, se muta la domanda. In questo senso è nella pubblica amministrazione, ancor prima che nel mondo professionale e dell'impresa, che si gioca questa sfida.

Il suggerimento che proponiamo alle amministrazioni comunali e ai funzionari pubblici è di assumere le linee guida LIBERARE IL SUOLO e di sperimentarle con interventi graduali, per apprendere – con la filiera del mondo della progettazione e dell'impresa – un nuovo modo di fare la città pubblica.
L'esperienza pregressa del progetto REBUS - di cui queste linee guida sono in un certo senso la naturale prosecuzione - ha determinato in Emilia-Romagna un importante ciclo di formazione sulla resilienza urbana ai cambiamenti climatici e le prime sperimentazioni in alcuni comuni, che si stanno cimentando in progetti e processi di rigenerazione urbana e piani urbanistici generali. Ma occorre fare esperienza in tutte le fasi della filiera per creare una nuova modalità di concepire la rigenerazione della città esistente e per costruire l'opera pubblica a partire da criteri di qualità, sostenibilità e resilienza.
Il nostro auspicio è che questo documento possa essere assunto dunque come base di lavoro per la formulazione delle caratteristiche e dei requisiti prestazionali delle dotazioni per la qualità urbana ed ambientale a supporto della rigenerazione urbana, negli strumenti di pianificazione generale, attuativa, ed in quelli regolamentari; o per i nuovi bandi di opere pubbliche, a supporto di funzionari e tecnici che operano nei comuni, negli studi professionali e nelle imprese delle costruzioni, del verde e dell'edilizia.

PERCHÉ ABBIAMO BISOGNO DI UN APPROCCIO TRANSDISCIPLINARE

La rigenerazione urbana e climatica sono temi complessi, che richiedono una pluralità di attori e di competenze e una grande capacità di trovare soluzioni efficaci, fattibili e sostenibili.
Queste linee guida sono infatti il frutto di una ricerca che è il risultato di una collaborazione transdisciplinare afferente ai campi dell'urbanistica, del paesaggio, dell'ingegneria agraria e idraulica e dell'architettura. Questa modalità di lavoro è stata scelta con l'intento di generare un nuovo spazio del sapere, che arricchisce le singole discipline e che si ritiene indispensabile per affrontare in modo efficace il progetto dello spazio pubblico. Questa collaborazione ha inoltre perseguito la volontà di approfondire soluzioni perlopiù naturali e a basso costo, anche quando mediate dalla tecnologia, per amplificarne l'efficacia.
Il professionista che si trova a lavorare su un progetto di uno spazio pubblico, o l'amministratore che si impegna a valutarne l'efficacia, mettono in campo una serie di conoscenze, tecniche e tecnologie che devono far nascere nell'utente dello spazio urbano apprezzamento, senso di appartenenza al luogo e in generale, condizioni di benessere e sicurezza. Lo stesso progetto deve anche saper dare una risposta efficace alla minaccia che i cambiamenti climatici rappresentano e questa duplice sfida può essere affrontata in molti modi. L'approccio che qui si propone si fonda sulla consapevolezza che sempre più è necessario un ponte tra le diverse discipline, come del resto risulta evidente dalla composizione pluridisciplinare degli autori.
Per queste ragioni, durante tutta la fase di sviluppo della ricerca e di approfondimento dei casi studio, sono stati organizzati diversi momenti di confronto strutturato con i partner del progetto SOS4Life, per condividerne l'impianto e la struttura del lavoro e approfondirne gli aspetti e le necessità.

WORKSHOP CON I PARTNER DEL PROGETTO SOS4LIFE E ALTRI ENTI COINVOLTI

Per stabilire i contenuti delle linee guida sono stati organizzati differenti workshop tra dicembre 2018 e giugno 2019, affrontando quattro aspetti:

- gli ostacoli più rilevanti nei progetti concepiti per contrastare il consumo di suolo e favorire la rigenerazione urbana;
- gli aspetti di replicabilità delle buone pratiche con particolare riferimento ai temi progettuali e normativi;
- la facilità d'uso e applicazione delle linee guida;
- gli aspetti di tipo strategico finalizzati all'applicazione della L.R. 24/2017 in materia urbanistica, con particolare riferimento alla definizione di contenuti a supporto della *Strategia per la Qualità Urbana ed Ecologico Ambientale* del PUG alla scala del progetto urbano ed edilizio.

Tutti gli incontri sono stati gestiti e facilitati con gruppi di lavoro tematici, attraverso diversi metodi di confronto: il *focus group*, per mettere a fuoco le problematiche comuni e gli ostacoli; il *value proposition canvas*, per sviluppare soluzioni rispetto agli ostacoli posti; la *charrette* e sopralluoghi tecnici per mettere a punto soluzioni progettuali.
Hanno partecipato al gruppo di lavoro e di esperti della Regione Emilia-Romagna, i partner del progetto SOS4Life, i tecnici e i consulenti dei Comuni di Forlì, San Lazzaro di Savena (BO), Carpi (MO), ANCE Emilia-Romagna, Legambiente Emilia-Romagna e ARPAE. Hanno collaborato i funzionari dei Comuni di Rimini, Cervia (RA), Medicina (BO), Montechiarugolo (PR) e la Bonifica Renana, che hanno in corso sperimentazioni sulla resilienza urbana.

COSTI E BENEFICI DELLE *NATURE-BASED SOLUTIONS* PROPOSTE

I costi di un'opera pubblica, sebbene siano fortemente dipendenti dal contesto e dalle caratteristiche dell'intervento stesso e dalle condizioni locali, sono relativamente facili da identificare, mentre i benefici sono in genere difficili da stabilire.

Identificare il più compiutamente possibile questi due aspetti di un'opera pubblica, costi e benefici, è fondamentale ma complesso, ed è ancora più difficile determinarli per tutte quelle opere concepite con criteri basati sulla natura. Queste opere, infatti, sono in grado di erogare importanti servizi eco-sistemici a servizio dell'ambiente urbano e del benessere delle persone, ma quasi mai questi servizi vengono considerati, né come criteri di valutazione premianti né come costi evitati.
Valutare i costi e i benefici delle *Nature-based Solutions* è molto importante per l'amministrazione pubblica, ma anche per un eventuale coinvolgimento di *stakeholders* pubblici e privati che possono essere partner nella attuazione e nel finanziamento dell'intervento, soprattutto possono trarre vantaggi e benefici dalla realizzazione dell'opera. Infatti, più spesso di quanto non si creda, con le *Nature-based Solutions* non si tratta di spendere di più ma di 'progettare lo spazio pubblico in modo diverso', investendo di più in soluzioni capaci di ridurre i costi e i tempi della manutenzione e di considerare nella valutazione costi-benefici anche i costi evitati grazie alla prevenzione dei rischi, o i valori di contesto generati, che possono aumentare il valore immobiliare degli interventi privati che ricadono nell'area di influenza degli spazi pubblici rinnovati.

L'interesse della misurabilità dei benefici ambientali ed economici dell'infrastruttura verde urbana sta crescendo e – grazie a software e sistemi di valutazione - possono oggi essere quantificati assegnando loro un valore, sia in termini di spese evitate che di valore creato. È infatti possibile 'misurare' la qualità del progetto, valutandone l'efficacia sotto il profilo microclimatico o dei servizi eco-sistemici erogati, assumendo elementi per definire la strategia per la qualità urbana ed ecologico ambientale di un piano o di un progetto. Tra gli strumenti per il clima e il calore, ad esempio è possibile usare Envi-met, per l'infrastruttura verde è possibile usare i tools della suite iTree dell'USDA Forest Service che restituiscono in chiave numerica i costi risparmiati in termini di polveri intercettate, CO_2 stoccata e assimilata, riduzione del *runoff* e i benefici estetici.

I COSTI INDICATI NELLE SCHEDE PROGETTO

Per un'analisi costi-benefici si dovrà tenere conto dell'intero costo della vita dell'opera, dalla sua progettazione (analisi di fattibilità, progetto preliminare, definitivo, esecutivo, analisi specialistiche e indagini in sito, ecc.), alla costruzione, alle diverse fasi di manutenzione (manutenzione iniziale, manutenzione regolare, occasionale), alla sua dismissione.
Per quanto riguarda la determinazione dei costi delle opere, in questa guida sono riportate delle stime indicative dei costi di realizzazione delle soluzioni *Nature-based*. A tale fine, ove possibile, si è adottato come base di riferimento il Prezzario della Regione Emilia Romagna (*Elenco Regionale dei prezzi delle opere pubbliche di difesa del suolo della Regione Emilia – Romagna – annualità 2018, approvato con Deliberazione della Giunta regionale n. 512 del 9 aprile 2018*), mentre per la quantificazione del costo dei materiali e lavorazioni più specialistiche non presenti sul prezzario regionale, si è fatto riferimento a prezzi relativi ad indagini di mercato e/o prezzi già adottati in appalti pubblici di riqualificazione urbana o similari.
I costi indicati in queste linee guida rappresentano una stima parametrica dei costi, ovvero una stima dei costi unitari rispetto a parametri caratteristici dell'intervento, quali, ad esempio, l'estensione areale (costo al mq) o il numero di medesimi presidi e elementi di mitigazione previsti (ad esempio costo per singolo pozzo drenante, ecc.).
È ovvio che tali costi potranno variare in funzione del contesto specifico, della scelta di materiali differenti, della scala e dimensioni dell'intervento, delle scelte specifiche.
È stata inoltre fornita, ove è stato possibile quantificarla entro un *range* definito, la stima dei successivi costi di manutenzione delle opere.

I BENEFICI ECO-SISTEMICI INDICATI NELLE SCHEDE DI PROGETTO

Per quanto riguarda i benefici eco-sistemici generati dalle *Nature-based* solutions proposte - e indicati all'interno delle schede progetto - è stata presa a riferimento la classificazione CICES *Common International Classification of Ecosystem Services* - sviluppata dall'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) - effettuando una valutazione qualitativa dei servizi eco-sistemici generati dalle *Nature-based Solutions* proposte, attraverso il metodo ETE (Estimate-Talk-Estimate).
La classificazione CICES individua oltre 70 servizi erogati dalle infrastrutture verdi. Considerando l'ambito delle *Nature-based* Solutions proposte, si è ristretto il campo di valutazione a quei servizi erogati specificatamente in ambito urbano, arrivando a determinarne 9, così classificati:

- servizi di produzione
  - produzione di cibo e di biomassa
- servizi di regolazione
  - regolazione delle polveri per la qualità dell'aria
  - riduzione del rumore
  - riduzione del *runoff* e del rischio di allagamento

Il 3° workshop a Bologna.
(Foto di E.Farnè)

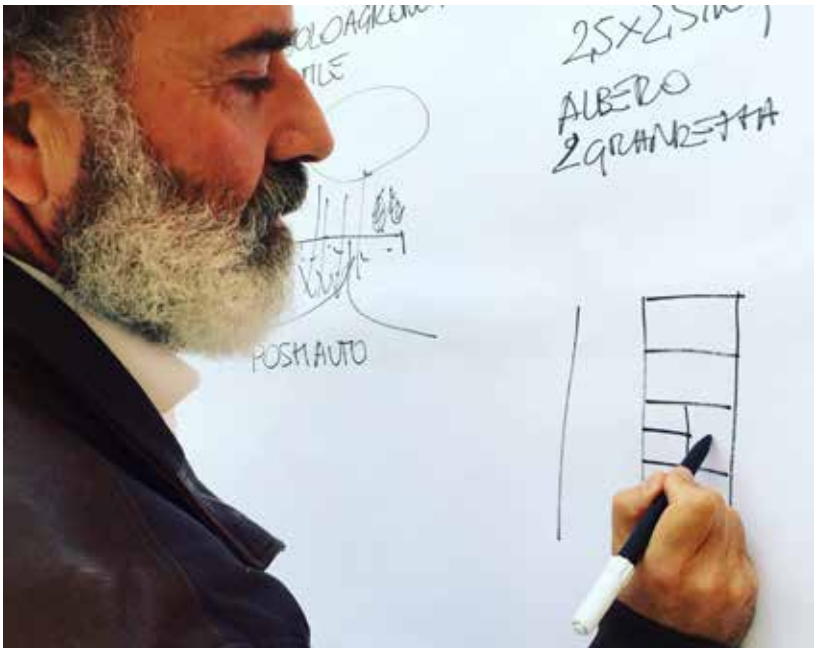














Il sopralluogo di Milano Marittima e Rimini.
(Foto di E.Farnè)















- potenziamento dell'impollinazione e della biodiversità
- regolazione del calore e aumento del comfort urbano e del microclima

⇢ servizi culturali

- fruibilità e attrattività dello spazio pubblico
- identità e senso di appartenenza
- bellezza della natura.

La valutazione dei 9 servizi ecosistemici prescelti è stata eseguita da un panel di esperti adottando il modello *Mini-Delphi* detto anche *Estimate-talk-Estimate* (ETE), metodo teso alla convergenza delle opinioni dei partecipanti attraverso un dibattito stimolato da un facilitatore. Durante la redazione delle linee guida, agli esperti è stato somministrato preliminarmente una matrice contenente da un lato gli interventi *nature-based* trattati nei capitoli 3 e 4 e dall'altro lato i servizi ecosistemici individuati. In ogni cella della matrice i valutatori dovevano attribuire un valore da 0 (servizio assente) a 3 oltre a individuare i casi di 'non applicabilità'. I partecipanti, dopo aver attribuito singolarmente i punteggi, si sono riuniti al fine di identificare le difformità di assegnazione valoriale e discuterne per assegnare un punteggio unico.. Questa valutazione indicativa ha permesso di mettere in evidenza i benefici erogati dalle differenti *Nature-based Solutions* proposte. È molto interessante notare come in questa classificazione rientrano nei servizi di regolazione tutti i benefici specificatamente ambientali, ovvero quelli connessi al clima, all'inquinamento, alla gestione delle acque pluviali urbane, agli impatti sulla salute pubblica e al benessere delle persone. Nei servizi di produzione rientrano le capacità delle infrastrutture verdi di produrre cibo e biomassa per la popolazione urbana. Nei servizi eco-sistemici culturali rientrano infine quei benefici sociali che rendono i luoghi fruibili, attrattivi e in grado di generare senso di appartenenza nelle persone.

È infatti la commistione dei diversi servizi eco-sistemici erogati dalle infrastrutture verdi a generare nella città resilienza e vivibilità e sono questi servizi che – insieme – determinano quel valore di contesto che incide anche sul valore economico di un intervento.

L'IMMAGINE VISIVA DELLE LINEE GUIDA

In parallelo all'attività tecnica e di confronto con i partner, sono stati studiati dal punto di vista comunicativo e della rappresentazione alcuni manuali e guide inerenti interventi di rigenerazione effettuati con Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile e *Nature-based Solutions*, molto diffusi nel mondo anglosassone e nel nord Europa.

Tra gli altri sono stati approfonditi *Trees in hard landscapes. A guide for delivery* (U.K., Londra), *Strengthening blue-green infrastructure in our cities. Enhancing blue-green infrastructure & social performance in high density urban environments* (U.S.A.), *The guide to depaving. A parking lots to paradise production* (Canada), *Planting beds in the city* (Stoccolma, Svezia), *Ondate di calore in città. Basi per uno sviluppo degli insediamenti per l'adattamento ai cambiamenti climatici* (Confederazione Svizzera); *Aménagement des eaux pluviales* (Lione, Francia) e *Rigenerare la città con la natura* (Italia, Emilia-Romagna).

Questi manuali sono particolarmente interessanti sia per la ricchezza degli elementi visivi e delle informazioni tecniche, sia per i contenuti sviluppati attraverso gruppi di ricerca afferenti a diversi campi disciplinari.

La manualistica è stata molto utile in diversi paesi Europei per sviluppare una differente cultura del progetto dello spazio pubblico, proprio a partire dai criteri di sostenibilità e resilienza. Ed è stata una delle richieste più stringenti dei partner del progetto SOS4life, quella di avere uno strumento di lavoro capace di mettere a sistema differenti bisogni e competenze e buone pratiche.

aree urbane da rigenerare e clima

1. LA CENTRALITÀ DELLE AREE URBANE
pianificare l'adattamento al clima
nei processi di rigenerazione urbana

2. INTERVENIRE AD OGNI SCALA
rigenerare i tessuti urbani
dal marciapiede al quartiere, alla città

3. CITTÀ OASI
creare ombra e fresco per il benessere
delle persone

4. CITTÀ SPUGNA
restituire spazio e tempo all'acqua
e acqua alle falde

5. CITTÀ VERDE - CITTÀ BLU
integrare le infrastrutture per la gestione
dell'acqua, la regolazione del calore
e la mobilità

6 CITTÀ UNDERGROUNG
ripensare il disegno degli spazi pubblici sopra e sotto il suolo

7 CITTÀ PUBBLICA,
CITTÀ PER LE PERSONE
ripensare gli spazi urbani per l'attrattività,
la salute e l'inclusione sociale

1

LA CENTRALITÀ DELLE AREE URBANE
pianificare l'adattamento al clima nei processi di rigenerazione urbana

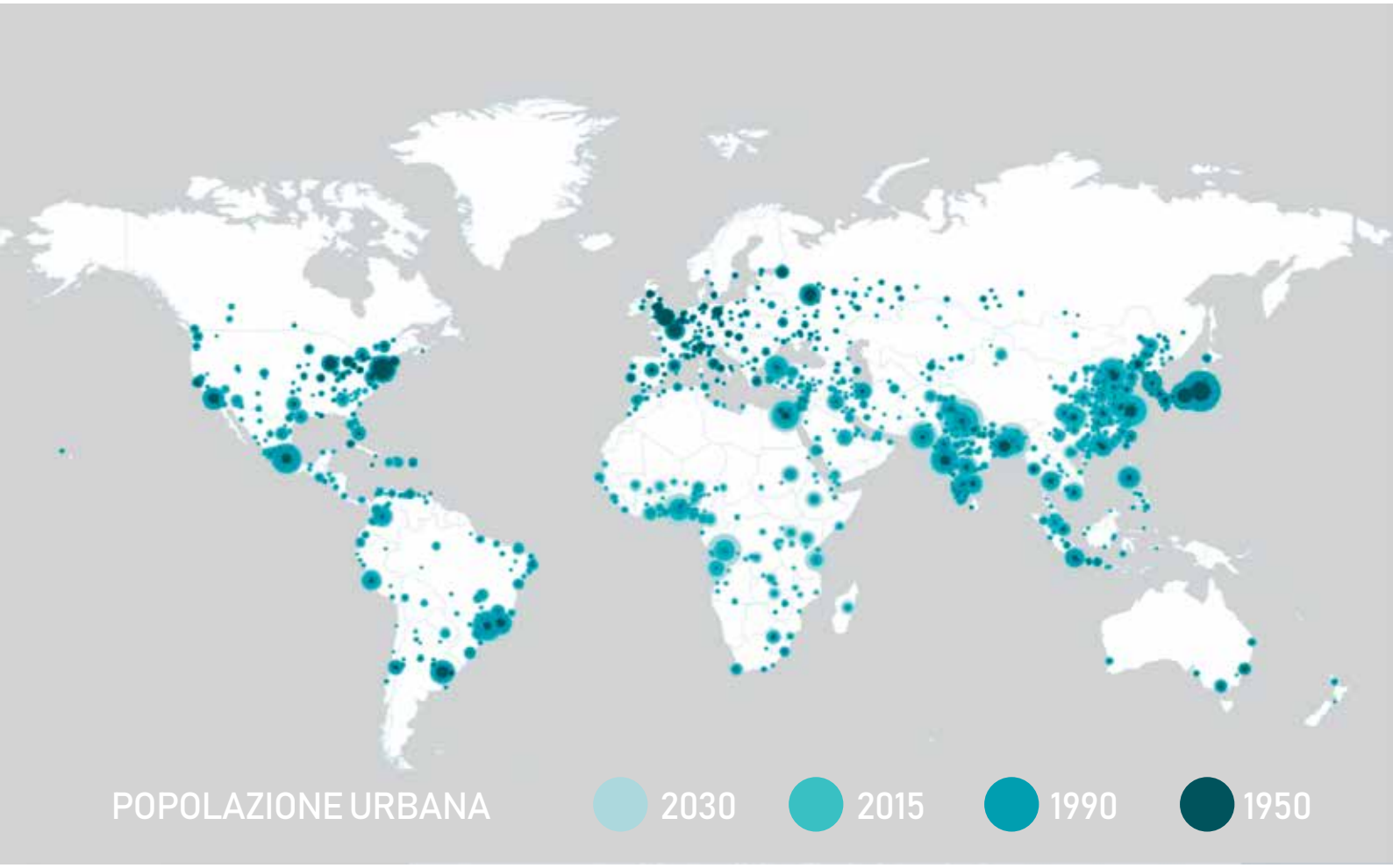
Il surriscaldamento globale – ed i conseguenti mutamenti nel regime delle precipitazioni e delle temperature – è considerato l'aspetto più rilevante dell'odierna crisi ambientale, responsabile dell'aggravarsi di molte delle criticità già presenti nelle aree più urbanizzate del nostro paese e del pianeta in generale. Alcuni dati possono aiutarci a comprendere la centralità delle aree urbane nella lotta ai cambiamenti climatici, la rilevanza dei processi – demografici, ambientali e climatici – oggi in atto, e perché sia così importante intervenire con urgenza nei contesti urbani. A livello globale, le aree urbane occupano solo il 3% della superficie del pianeta, ma ospitano il 54% di tutti gli esseri umani e consumano il 70% dell'energia e l'80% del cibo. Tra oggi e il 2050, la popolazione mondiale dovrebbe aumentare da 7,6 a 10 miliardi di persone, raggiungendo il 70% del totale. In Europa ed in Italia, già oggi più del 70% della popolazione vive nelle città e questa percentuale è destinata ad aumentare ancora.
Le città sono le maggiori responsabili delle emissioni inquinanti e climalteranti che vengono loro attribuite per il 75% del totale.
Come è noto, queste emissioni derivano dalle attività antropiche, fra le quali:

- la mobilità, delle persone e delle merci,
- la residenza, che determina i consumi energetici per il raffrescamento e il riscaldamento degli edifici,
- le attività produttive, con ingenti impatti dovuti alla combustione industriale e alla produzione energetica.

D'altra parte, l'elevata concentrazione di popolazione, beni e attività e l'estrema artificialità dei sistemi urbani, innalzano ulteriormente il loro grado di vulnerabilità ed esposizione agli impatti ambientali e, in particolare, a quelli degli eventi climatici estremi. Non dobbiamo pensare che questi temi riguardino solo le grandi realtà urbane: anche se il grado di vulnerabilità può variare moltissimo da città a città e persino all'interno della città stessa, tutte le aree urbane, grandi o piccole che siano, sono oggi esposte agli impatti del cambiamento climatico. E non dobbiamo nemmeno commettere l'errore di pensare che l'attuale inadeguatezza dei sistemi urbani a garantire un livello accettabile di sicurezza e di benessere ambientale delle persone che ci vivono sia dovuto unicamente all'emergenza climatica. Questa, nella maggior parte dei casi, non ha fatto altro che esacerbare le criticità già presenti e dovute, come sappiano, ad un crescita che ha impermeabilizzato crescenti quote di suolo e non ha saputo mantenere un giusto equilibrio tra aree sigillate ed aree verdi, che ha irrigidito il reticolo idrografico e linearizzato gli alvei fluviali, tombato i corsi d'acqua nei tratti urbani, compromesso la naturale capacità di raffrescamento esercitata dalla vegetazione e ostacolato la ventilazione naturale nelle aree centrali. Allagamenti, esondazioni, alluvioni, temperature estive elevatissime, concentrazione di inquinanti e gas climalteranti nell'aria: tutti fenomeni che costituiscono una minaccia per il benessere, la sicurezza e la salute delle persone tutt'altro che trascurabile.

Delle crisi ambientali, quella climatica è forse la più complessa fra quelle che dovremo affrontare nei prossimi decenni e le città avranno un ruolo centrale nei processi di adattamento. Le politiche urbanistiche dovranno essere prioritariamente rivolte alla rigenerazione della città esistente e la rigenerazione urbana non potrà certo permettersi di mancare l'occasione di integrare nella sua realizzazione gli obiettivi della mitigazione e dell'adattamento ai cambiamenti climatici.
Sappiamo che il perseguimento di questi obiettivi passa attraverso un approccio basato sulla reintroduzione della natura in città che contribuisce al tempo stesso a migliorare la qualità ambientale e sociale e la vivibilità degli spazi pubblici e, in definitiva, renderli più belli. Inoltre, la qualità e la disponibilità degli spazi pubblici nelle nostre città possono giocare un ruolo fondamentale anche nel generare valori economici, poiché la qualità del costruito insieme alla qualità dello spazio pubblico sviluppano valori 'contestuali' che incrementano il valore degli immobili, come dimostra la crescente rilevanza assegnata al fattore contestuale nelle scelte di acquisto e di locazione.

Mappatura di 65 anni di crescita urbana esplosiva. Dati sulla popolazione urbana delle principali città del mondo, monitorati dalle Nazioni Unite dal 1950 al 2014. (Elaborazione Duncan Smith. Fonte CityLab)



Le città occupano solo il 3% della superficie del pianeta, ospitano il 54% di tutti gli esseri umani, ma consumano il 70% dell'energia globale, l'80% del cibo ed emettono il 75% di inquinanti e gas serra.

75%

2

INTERVENIRE AD OGNI SCALA
rigenerare i tessuti urbani dal marciapiede, al quartiere, alla città

Il perseguimento degli obiettivi di protezione del clima e di contrasto agli effetti dei cambiamenti climatici passa attraverso azioni che possono interessare strumenti e scale di intervento molto diversi tra loro e può interessare sia luoghi pubblici e di uso pubblico sia spazi privati.
L'approccio multiscalare consente di mettere contemporaneamente in campo azioni che interessano più ambiti, livelli e tipologie di pianificazione: strategica, settoriale, generale, attuativa. Ma quel che preme sottolineare e che è ogni scala ed ogni piccolo intervento conta ed ogni occasione di revisione in chiave rigenerativa dei tessuti urbani può e deve costituire un'opportunità per l'adattamento climatico.
In molte esperienze europee di *retrofitting* e di rigenerazione urbana *climate-proof* di comparti dismessi, le azioni diffuse di depavimentazione puntuale dei reticoli stradali residenziali sono accompagnate da misure per la riduzione del traffico veicolare e la promozione dei modelli urbani *car-free*, fino a misure di scala minuta, anche sperimentali, supportate da processi di partecipazione collaborazione fattiva dei residenti.
In una logica di pianificazione generale di scala urbana, le priorità di intervento dovranno riguardare i tessuti ed i contesti più esposti agli impatti degli eventi climatici estremi: per morfologia, criticità idrauliche, caratteristiche energetiche del patrimonio edilizio, demografia. È importante sottolineare che i criteri e le strategie per la sostenibilità ambientale e climatica nei processi di trasformazione e rigenerazione urbana, agiscono principalmente sulla città pubblica, che offre gli spazi fisici nei quali possono trovare posto le trasformazioni per l'adattamento: siano esse misure grigie – soluzioni tecnologiche ed ingegneristiche – e misure verdi – approcci basati sugli ecosistemi, come le *Nature-based Solutions*.
La dimensione progettuale urbana è forse la più interessante, proprio per gli approcci innovativi che mette in campo nella trasformazione della città esistente. Attraverso i progetti di scala urbana, le amministrazioni locali hanno la possibilità di intervenire su ambiti di piccole o grandi dimensioni che, a seconda delle caratteristiche degli insediamenti di riferimento, potranno includere spazi con diversi gradi di complessità per la loro trasformazione: piazze, parcheggi, quartieri degradati, ex-caserme, comparti produttivi dismessi (artigianali o industriali), infrastrutture viarie, infrastrutture trasportistiche dismesse (scali ferroviari, aeroporti, ecc.). Nella trasformazione di questi spazi in chiave rigenerativa, dovranno trovare posto giardini pubblici, parcheggi alberati, parchi urbani che, tutti insieme, costituiscono gli elementi di una vera e propria rete di spazi urbani connessi tra loro e con altri di rango territoriale. . In tutti i casi, seguendo due fondamentali strategie: il mantenimento e/o il ripristino della permeabilità dei suoli urbani e l'introduzione o il il rafforzamento della presenza di infrastrutture verdi e blu, che aiutino a migliorare il microclima urbano e la gestione sostenibile del ciclo delle acque.
Anche alla scala edilizia, dell'edificio, si può lavorare in maniera integrata con la rete delle infrastrutture verdi e blu; le azioni collegate possono riguardare interventi come i tetti verdi (con vantaggi nella regolazione del *runoff*, oltre che di miglioramento energetico), la depavimentazione delle aree pertinenziali, la piantagione di alberi. Altre iniziative, di tipo *bottom-up*, possono avvenire anche su iniziativa dei singoli cittadini o di associazioni che promuovono e collaborano alla desigillazione dei suoli come azione per creare aree verdi fruibili. Gli obiettivi sono gli stessi della scala urbana (comfort termico, miglioramento del microclima, gestione delle acque meteoriche) a cui si aggiungono quelli più strettamente sociali, di crescita di una comunità consapevole e sensibile a questi temi.
Uno strumento per la realizzazione di queste azioni può essere la sottoscrizione di patti tra cittadini e pubbliche amministrazioni che hanno per oggetto la gestione sostenibile e la cura dei beni comuni. Queste azioni possono interessare gli spazi pubblici o privati di uso pubblico, come ad esempio i marciapiedi, gli spazi aperti ma sigillati dei complessi scolastici o di luoghi ricreativi e di aggregazione come parrocchie; spazi piccoli ma numerosi e distribuiti sui territori comunali, che possono diventare piccoli giardini ed aree verdi dedicate alla socialità, alla sosta e al gioco.

L'ampio quartiere di Østerbro è stato oggetto di un progetto di adattamento climatico concepito a partire dal piano clima della città e da un concorso Europan basati su modelli urbani car-free. il progetto ha previsto la riduzione del 20% dello spazio dedicato alle auto per restituirlo ai cittadini e sviluppare interventi di adattamento (Progetto e immagini di Tredje Natur)

Dal 2014, in appena 5 anni, si è passati dal piano al progetto, ai cantieri.
Il progetto ha interessato tutte le strade, i parcheggi e i giardini del quartiere
(Foto di Luisa Ravanello, 2019)

270.000 mq

La strada oggi.
Lo spazio è dedicato al traffico veicolare, la strada è occupata dalle auto, è pressoché impermeabile e non ci sono occasioni di sosta.



spazio stradale veicolare esistente

50.000 mq

Ottenuti sottraendo allo spazio veicolare le aree di standard per verde e spazi pubblici di legge.



spazio pubblico sottratto alle automobili per azioni di adattamento climatico e la creazione di aree verdi per i residenti

Freedom!

Lo spazio viene restituito ai residenti. Le nuove aree verdi e i nuovi spazi pubblici sono concepiti per le persone e per le misure di adattamento climatico.



20% riduzione del manto stradale veicolare







3

CITTÀ OASI
creare ombra e fresco per il benessere delle persone

Nello sviluppo o nella riqaulificazione dei quartieri delle nostre città non dovremmo mai trascurare l'importanza della presenza degli alberi che - attraverso l'ombra e l'evapotraspirazione - sono in grado abbassare le temperature estive e rendere così piacevoli e fruibili i nostri spazi pubblici.
La protezione dalla radiazione solare fornita dalle alberature urbane - presenti lungo le strade, a ridosso degli edifici, nelle piazze, nei parchi e nei giardini delle nostre città - è un bene preziosissimo.

L'ombra in città può essere creata anche con strutture artificiali, ma quando è possibile, è sempre da preferirsi la vegetazione perché, oltre all'efficacia termoregolativa, svolge contemporaneamente molte altre importanti funzioni, riferibili alla qualità dell'aria, dell'acqua, al rallentamento dei deflussi meteorici, all'inquinamento acustico, ecc.. Gli alberi – in base alla loro collocazione, alla foggia delle chiome e alle caratteristiche delle foglie – contribuiscono a mantenere fresche ed ombreggiate non solo le persone, ma anche le pavimentazioni urbane di piazze, strade, percorsi della mobilità e gli edifici. Infatti, creare situazioni diffuse d'ombra significa sottrarre importanti superfici alla radiazione solare diretta, evitando così che i 'materiali caldi' della città, di cui son fatti i palazzi, le case, le strade, le piazze, la assorbano e la trasformino in calore. Perché è proprio questo calore - di giorno e ancor di più di notte - che contribuisce sensibilmente a peggiorare il nostro comfort, sia negli spazi confinati nei quali abitiamo, dormiamo e lavoriamo, sia negli spazi aperti dove normalmente passiamo il nostro tempo libero, svolgendo attività sociali, ludiche e sportive. .

L'ombreggiamento generato dalle infrastrutture verdi, per essere veramente efficace nell'abbattimento delle temperature, deve essere concepito in modo da garantire un adeguato livello di 'contiguità delle ombre' generate dai singoli alberi. A questo effetto si associa quello dell'evapotraspirazione, che deve assicurare una certa 'continuità': infatti, l'efficacia di raffrescamento di una massa vegetativa è generata dalla somma degli effetti di evapotraspirazione e ombreggiamento ed è proporzionale alla continuità del primo e alla contiguità del secondo.
Per fare questo, servono alberi in filari e masse vegetate ben progettati e interconnessi, concepiti come vere e proprie infrastrutture, capaci di sfruttare l'inerzia termica di bacini o corsi d'acqua eventualmente presenti e la presenza di potenziali fattori mitiganti. È importante considerare attentamente le caratteristiche micro-climatiche dei luoghi, inclusa la presenza e la direzione dei venti prevalenti estivi, in modo da creare ed incanalare brezze verso i tessuti urbani più densi e compatti.

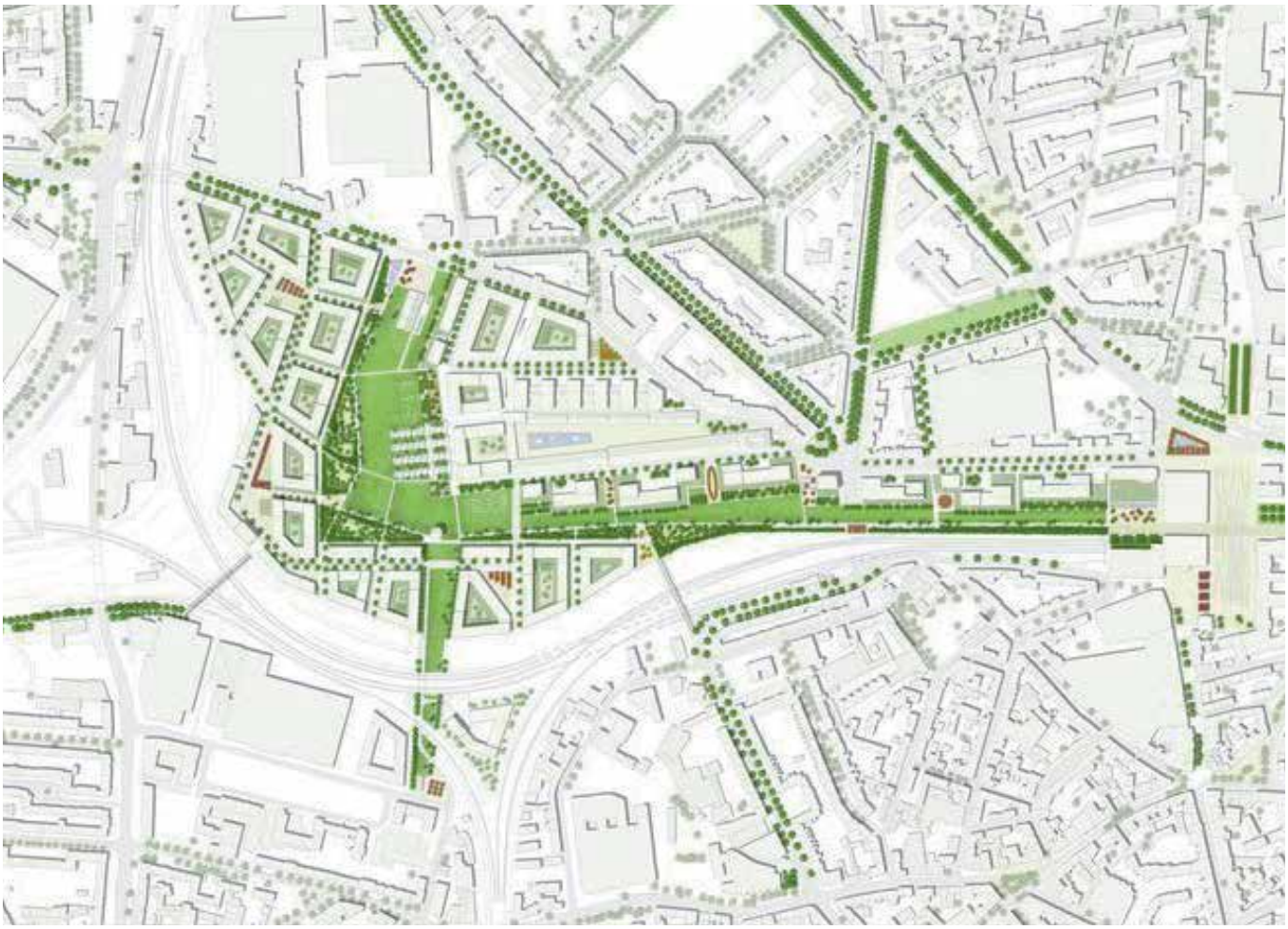
Gli effetti combinati di ombra ed evapotraspirazione, se applicati al connettivo degli spazi verdi urbani, cioè i percorsi come strade e piste ciclo-pedonali, portano alla creazione di una rete connessa di piccole 'oasi' – situazioni d'ombra e di fresco – che assicurano una migliore fruibilità dei nostri quartieri anche agli utenti più deboli della strada, favorendo la mobilità attiva che spesso non viene praticata per la mancanza di condizioni di comfort.
Non mancano nel nostro paese esempi di città – da nord a sud – che hanno saputo realizzare soprattutto in passato e conservare fino ai giorni nostri situazioni di questo genere. L'effetto di complessiva regolazione microclimatica prodotto dagli spazi verdi, anche piccoli, ma con alberature continue, ombre dense sul selciato e sulle persone, è ben rappresentato al sud, ad esempio, dalle cosiddette 'ville' delle città pugliesi. Sono vere e proprie oasi di fresco fra le pietre delle città antica, luogo di refrigerio e di intensa socialità urbana.

A destra in alto, il centro di Altamura in Puglia.

A destra in basso, alcune immagini della *villa comunale* e dei viali alberati a Trani, in Puglia.
La *villa comunale* è un giardino o parco urbano tipico delle città del sud, che sempre hanno convissuto col caldo e hanno trovato nella *villa* una misura di adattamento efficace.
La *villa* è spesso connessa a filari alberati e strade ombreggiate che si innervano nel centro cittadino, così da riverberare l'effetto di comfort.
Nella *villa comunale* l'ombra è compatta e il suolo è trattato con un sistema integrato di percorsi in terra battuta che si alternano a prati e giardini. Le temperature possono arrivare ad essere di 7-8°C più basse rispetto al contesto
(Foto Luisa Ravanello)








FRESH
Torino
La mappa delle aree fresche di Torino
The map of cool spots in Torino
N
Torino
Urban
Lab





A sinistra, in alto. Progetto di rigenerazione di un'area urbana a partire dagli spazi aperti. Il progetto è finanziato attraverso lo strumento urbanistico della Landes Garten Schau. In Germania sono istituite dal dopoguerra esposizioni internazionali di arte dei giardini (IGA, BUGA E LAGA) che finanziano la rigenerazione urbana a partire dal paesaggio (Landscapedesign).

A sinistra, in basso. *Fresh Torino*, mappa urbana dell'ombra e dei luoghi freschi distribuita nell'estate 2018 ai cittadini e ai turisti. La mappa, edita in lingua inglese e italiana e distribuita in diversi punti della città, è stata concepita quale strumento di informazione e supporto per la canicola estiva. (UrbanLab Torino)

In questa pagina, in alto. Villa urbana a Trani. Collocata in posizione spettacolare in prossimità del centro storico, la Villa occupa un terrazzamento sul mare; è interamente pianeggiante e si estende su parte delle antiche mura. Nel giardino della Villa, di proprietà pubblica, vi sono palme, lecci, querce e pini marini. All'interno è presente anche un piccolo giardino delle spezie provenienti dall'Europa e dal bacino del Mediterraneo. (Foto di Luisa Ravanello)

In questa pagina, in basso, a sinistra. Place de la République a Parigi. La riqualificazione della piazza si basa sul concetto di spazio aperto dai molteplici usi urbani, favorito dall'eliminazione della rotonda che occupava prima il centro dell'area. La creazione dello spazio aperto segna il ritorno della calma in uno spazio arioso e ordinato di dimensioni eccezionali (120m x300m). La connessione con i grandi boulevards favorisce la creazione un nuovo equilibrio incentrato sulla mobilità di lenta di pedoni, ciclisti e che agevola il trasporto pubblico. (Progetto paesaggistico di TVK / Trévelo & Viger-Kohler con Martha Schwartz Partners, foto di Clement Guillaume)

In questa pagina, in basso, a destra. Plaza of the Human Rights a Monaco in Germania. La piazza si trova nei pressi di un centro commerciale molto frequentato ed occupa una superficie grande il doppio rispetto alla centrale Marienplatz. Obiettivo del progetto è creare uno spazio intimo e accogliente per residenti del quartiere, fresco ed ombreggiato durante tutto l'arco della giornata. L'impianto vegetale è costituito da filari irregolari di conifere messe a dimora su una superficie continua di sabbia stabilizzata. I percorsi principali sono in cls drenante, mentre gli arredi e le sedute in materiali naturali come il legno. (Progetto paesaggistico e foto di Valentien + Valentien)

4

CITTÀ SPUGNA
restituire spazio e tempo all'acqua e alle falde

Alcune delle 'funzioni metaboliche' storicamente svolte dagli spazi pubblici delle città, sono state nel tempo perse o demandate a infrastrutture grigie di tipo ingegneristico. La gestione del ciclo delle acque è una di queste. I sistemi urbani, nel corso del loro sviluppo, hanno progressivamente sigillato i suoli e rinunciato a gestire in superficie le acque bianche degli apporti meteorici.
Chiunque osservi l'ambiente costruito può rendersi conto della netta prevalenza delle superfici impermeabili a scapito di suoli permeabili e vegetati. Gli spazi aperti urbani sono quasi sempre rivestiti con pavimentazioni non drenanti, a prescindere da una effettiva necessità funzionale. Ma i rivestimenti minerali e bituminosi non interessano solo piazze, parcheggi e marciapiedi: anche gli spazi pertinenziali degli edifici, siano essi pubblici o privati, sono normalmente sigillati.

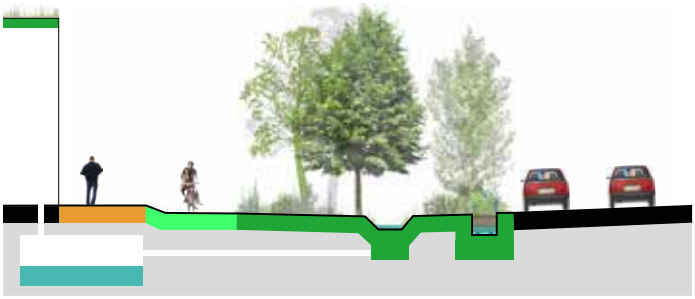
Oggi i sistemi idraulici urbani stanno dimostrando tutta la loro inadeguatezza a fronte delle criticità innescate dagli effetti dei cambiamenti climatici. Criticità che, naturalmente, si aggiungono a quelle pregresse. Ma, con l'aggravarsi dei fenomeni atmosferici estremi, la gestione dei deflussi meteorici superficiali sta diventando sempre più problematica all'interno dei sistemi urbani: in caso di piogge intense e prolungate, le reti idrauliche entrano molto più rapidamente in crisi, dando luogo ad allagamenti (ed inquinamenti), mettendo a rischio l'incolumità delle persone e causando ingenti danni alle infrastrutture e perdite sociali, ambientali ed economiche.
Ciò che è venuto meno, e che oggi è necessario ed urgente ripristinare, è la 'funzione spugna' esercitata dai suoli permeabili delle aree verdi.

Molte esperienze in corso in tema di adattamento climatico in diversi paesi nel Nord Europa, in America e in Cina (dove è stata coniata l'espressione 'città-spugna'), hanno come strategia l'attuazione di consistenti programmi di *desealing* e la loro trasformazione in superfici drenanti e vegetate. La strategia prevede che accanto alla depavimentazione, si proceda con la realizzazione di ulteriori misure – come giardini della pioggia, fossati e bacini inondabili, ecc. – capaci di garantire un ciclo delle acque meteoriche urbane il più possibile sostenibile e circolare. Tutte queste misure assieme attuano i seguenti principi:

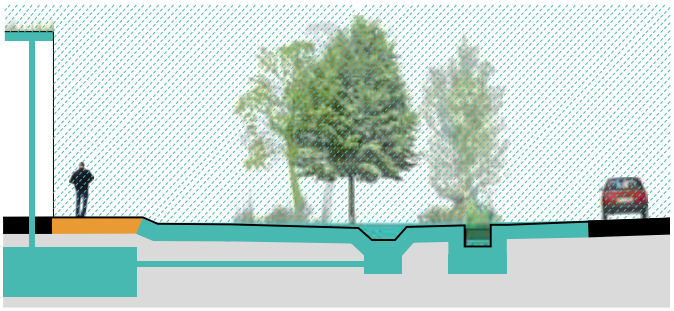
- rallentamento dei deflussi superficiali delle acque;
- laminazione e infiltrazione, attraverso il suolo, verso la falda superficiale e profonda;
- ritenzione in depressioni e volumi appositamente progettati per una successiva restituzione progressiva dell'acqua nel tempo;
- stoccaggio della risorsa idrica in vista di successivi utilizzi.

L'accumulo dell'acqua è di fondamentale importanza poiché la città spugna non ha l'ambizione di gestire l'abbondanza delle precipitazioni, ma anche i prolungati periodi di siccità, per i quali la disponibilità delle acque meteoriche può garantire, in primis, il mantenimento in salute dell'infrastruttura verde e l'esercizio della funzione di evapotraspirazione proprio quando ce n'è più bisogno.

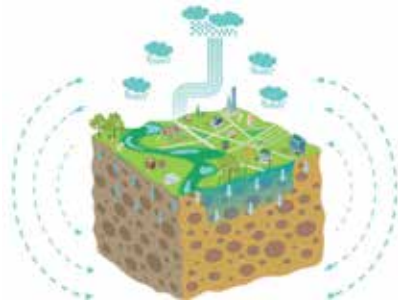
area urbana inondabile in condizioni normali



area urbana inondabile dopo un intenso acquazzone



CITTÀ SPUGNA



durante le piogge intense
ricarica veloce della falda

nella stagione piovosa
infiltrazione di acqua nel suolo

nella stagione temperata
depurazione acque superficiali

nella stagione secca
prelievo d'acqua

5

CITTÀ VERDE, CITTÀ BLU
integrare le infrastrutture per la gestione dell'acqua, la regolazione del calore e la mobilità

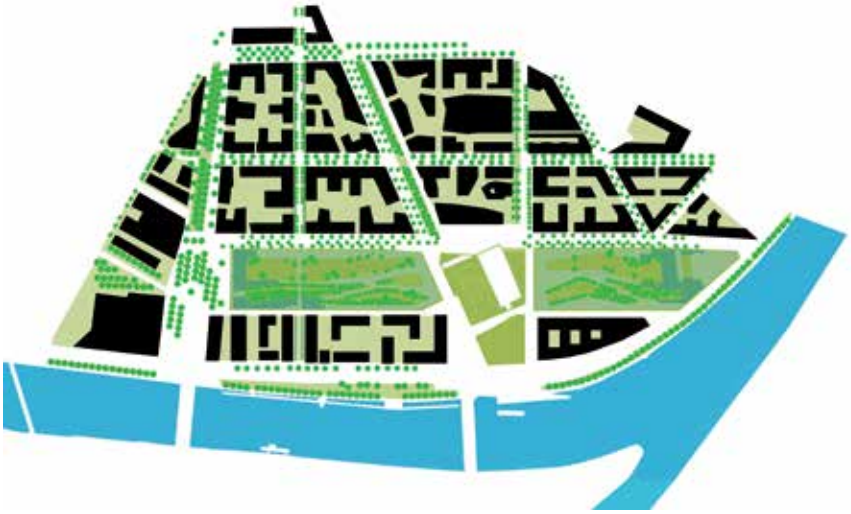
Nei prossimi decenni, le sfide poste dalla crisi climatica alle città comporteranno la formulazione di strategie adattative capaci di agire sulle due fondamentali alterazioni dei sistemi urbani: il bilancio energetico superficiale (regime delle temperature) e il regime delle precipitazioni. Sappiamo che le soluzioni più performanti per il miglioramento del microclima e per la prevenzione dei rischi sono rappresentate dalle *Nature-based Solutions*. Ne consegue che *la dotazione di aree verdi in città non può più essere considerata un tema di carattere meramente ornamentale o quantitativo ma, decisamente, prestazionale*.

Fra i principali aspetti prestazionali del verde – in chiave climatica e di benessere termico delle persone – vi è l'*efficienza termoregolatrice delle masse arboree*. Questa può essere fortemente condizionata da fattori quali la scelta delle specie più adatte a resistere nei contesti urbani, dal rispetto dei criteri di contiguità delle ombre e della continuità dell'evapotraspirazione e dalla capacità del progetto di paesaggio di integrare questi criteri con quelli della morfologia dello spazio urbano, nel quale gli alberi dovranno trovare posto ed essere organizzati come individui isolati, in filari (singoli, doppi, a gruppo o misti) o come massa vegetata.

Abbiamo imparato dalle esperienze delle città nord europee quanto sia importante integrare il progetto della infrastruttura verde a quello della infrastruttura blu e che, queste, lavorano in sinergia con la rete delle infrastrutture grigie, accompagnando i percorsi della mobilità, specie quella ciclo-pedonale. [1]
Questo tipo di integrazione di spazi verdi e permeabili con le reti verdi-blu-grigie implica una progettazione attenta perché getta le vere fondamenta dei progetti di trasformazione urbana in chiave *climate-proof*.
In questi casi siamo fuori dall'ambito del *retrofitting* diffuso, qui il progetto del paesaggio urbano definisce i livelli sovrapposti delle tre infrastrutture e le trasformazioni si realizzano partendo dagli spazi verdi e dai sistemi idraulici di gestione sostenibile delle acque ad essi integrati, precedendo lo sviluppo edilizio della città costruita.

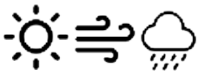
1 - Le infrastrutture verdi e blu sono definite come una rete di ecosistemi che offre alternative meno costose e più efficaci delle tradizionali infrastrutture 'grigie' che offre molti altri vantaggi sia per i cittadini dell'UE che per la biodiversità. L'infrastruttura verde è una rete strategicamente pianificata di aree naturali e semi-naturali con particolari caratteristiche ambientali progettate e gestite per fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici, come la depurazione delle acque, la qualità dell'aria, lo spazio per la ricreazione e la mitigazione e l'adattamento del clima. Questa rete di spazi verdi (suoli permeabili e vegetazione) e blu (acqua) può migliorare le condizioni ambientali e quindi la salute e la qualità della vita dei cittadini. Supporta anche un'economia verde, crea opportunità di lavoro e migliora la biodiversità. La pianificazione di queste infrastrutture può fornire benefici ambientali, economici e sociali e contribuire a ridurre la dipendenza da infrastrutture grigie, più costose da costruire e manutenere. (Fonte: *https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs*)

Schemi dell'eco-quartiere di Boulogne-Billancourt in cui è evidente l'interazione tra il progetto del tessuto edificato e quello degli spazi pubblici destinato alle infrastrutture verdi e blu. Gli spazi pubblici, perlopiù permeabili e vegetati, sono realizzati prima degli edifici perché concepiti a partire dai servizi eco-sistemici che erogano all'ambiente costruito rispetto alla gestione del calore e delle acque.
(Mostra *Città per le persone*, REBUS 2018)



TESSUTO EDIFICATO

CONCEPITO PER ISOLATI PERMEABILI ALLA RADIAZIONE SOLARE
ALLE CORRENTI DEI VENTI E CON AMPI SPAZI PUBBLICI





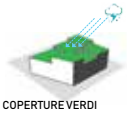


PERMEABILITÀ DELLE CORRENTI
TRA GLI ISOLATI DEL QUARTIERE





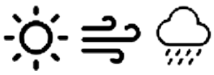
RASTREMAZIONE DEGLI EDIFICI
PER L'IRRAGIAMENTO SOLARE

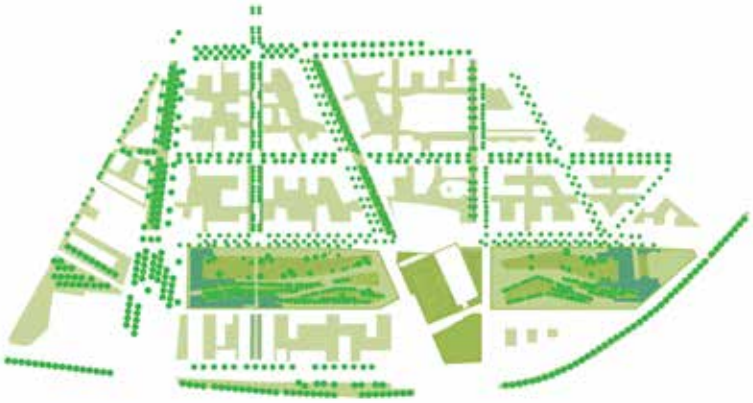


COPERTURE VERDI
PER L'ASSORBIMENTO DELLE ACQUE
PIOVANE E DEGLI INQUINANTI
ATMOSFERICI

INFRASTRUTTURA VERDE

CONNESSIONE DEL VERDE PUBLICO E PRIVATO
MASSE VEGETALI E FILARI ALBERATI
CON CHIOME CONTINUE E CONTIGUE
E SUOLI PERMEABILI VEGETATI





FILARE CONTINUO SINGOLO



FILARE CONTINUO DOPPIO



FILARI CONTINUI TRIPLI



FILARI ALBERATI ASSOCIATI
A GIARDINI DELLA PIOGGIA



PARCO PUBBLICO



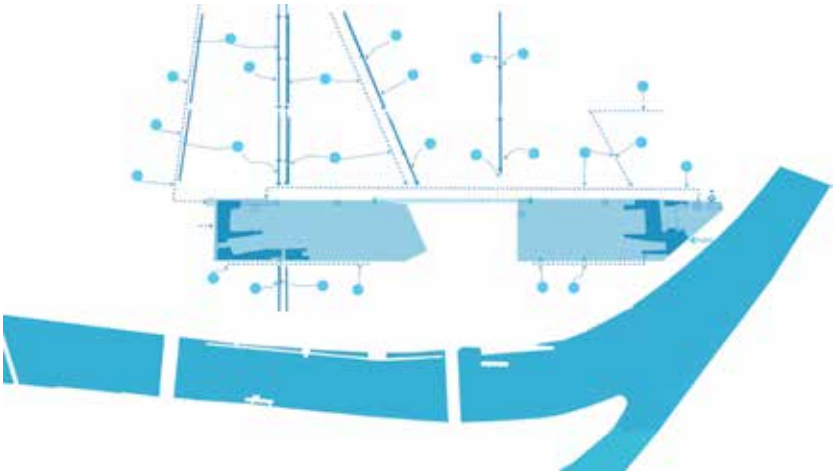
PIAZZA ALBERATA

CORTI VERDI PRIVATE

INFRASTRUTTURA BLU

SISTEMI INTEGRATI DI RACCOLTA DELLE ACQUE
SOLUZIONI TECNOLOGICHE INTEGRATE
A SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA





RACCOLTA ACQUE PIOVANE
CORTI PRIVATE

STOCCAGGIO ACQUE PIOVANE

RILEVAMENTO ACQUE

ZONE DI INFILTRAZIONE



BACINI PERMANENTI

STOCCAGGIO ACQUE PIOVANE
PER L'IRRIGAZIONE

RACCOLTA ACQUE PIOVANE
ATTRAVERSO FOSSATI INONDABILI

RACCOLTA ACQUE PIOVANE
ATTRAVERSO IL SISTEMA FOGNARIO

STOCCAGGIO E FILTRAZIONE
ACQUE PIOVANE

CANALIZZAZIONE DI CONNESSIONE
DELLE ACQUE PIOVANE
TRA I PARCHI PUBBLICI

6

CITTÀ UNDERGROUNG
ripensare il disegno degli spazi pubblici sopra e sotto il suolo

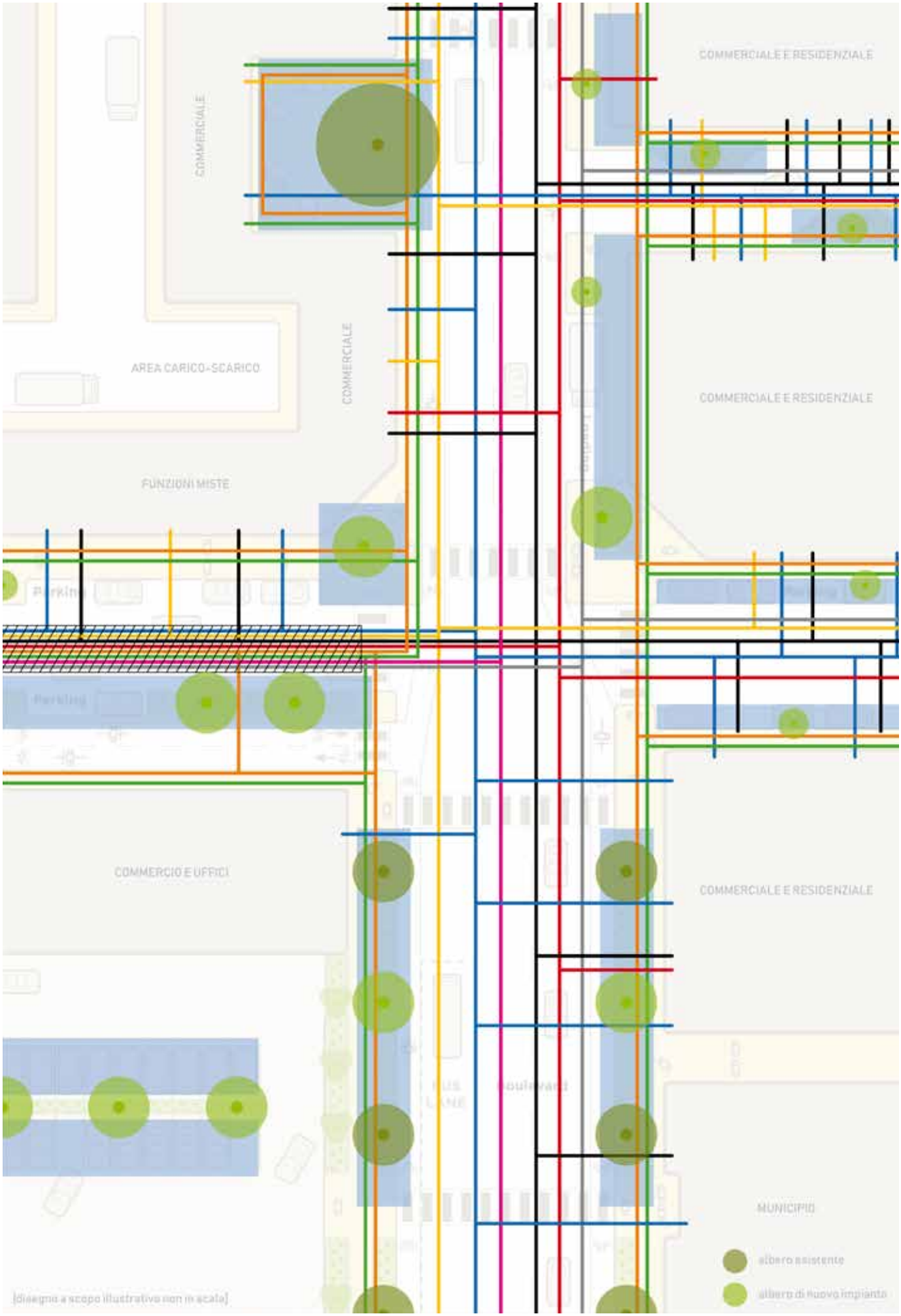
Spesso dimentichiamo che nelle viscere della città corrono infrastrutture a rete che raccolgono acque meteoriche, acque reflue e altre reti tecnologiche (gas, illuminazione, elettricità, teleriscaldamento, fibra ottica, ...) e che insieme a queste reti insistono le infrastrutture naturali formate dalle radici degli alberi e delle piante, con un volume speculare alle chiome aeree. Le reti tecnologiche, spesso realizzate senza una visione d'insieme della città, costituiscono un fattore fortemente limitante la rigenerazione in chiave *green* degli spazi pubblici soprastanti e per la vita delle infrastrutture verdi, così preziose per la produzione di servizi eco-sistemici necessari alla vita urbana e al benessere delle persone. E dunque, anche lo spazio pubblico va concepito sopra e sotto il suolo integrando i bisogni delle differenti reti ingegneristiche e naturali.

Il mancato governo di queste intricate reti di sottoservizi – la cui celata geografia spesso non ha impegnato le amministrazioni locali ed i vari gestori ad un disegno concertato e a una razionale realizzazione delle stesse – pone oggi, in fase di revisione dei tessuti urbani esistenti, un importante vincolo all'integrazione di nuovi progetti di spazio pubblico delle aree urbane. La realizzazione, la modifica e l'ampliamento delle varie infrastrutturazioni sotterranee possono, nel corso del tempo, confliggere pesantemente con la salute e la stessa sopravvivenza degli alberi e delle infrastrutture verdi o addirittura precluderne la realizzazione a causa e degli impatti di tipo fisico che minacciano gli apparati radicali delle piante.

Queste criticità sono talvolta superabili, altre volte si pone una tema di sostenibilità economica degli interventi. Per questo bisogna cominciare a prestare maggiore attenzione sia nell'intervenire nelle reti dei sottoservizi esistenti (consulenza e accompagnamento di figure competenti, come i dottori agronomi-forestali, nella fase di cantiere) sia riprogettando le reti in maniera *smart*, tenendo conto delle future necessità del progetto di paesaggio dello spazio soprasuolo e di una più efficiente, economica e veloce manutenzione delle reti sottosuolo.

In città, gli alberi, le strade, i marciapiedi e i sottoservizi spesso faticano a convivere, con i reciproci disagi e inconvenienti: asfissia e costrizione a danno del corretto sviluppo dell'apparato radicale degli alberi e delle piante, sollevamenti delle pavimentazioni e delle cordolature, possibili danneggiamenti e interferenze delle linee interrate.

Nella progettazione di strade e marciapiedi è fondamentale prendere in considerazione sia gli spazi necessari per il funzionamento e la manutenzione dei sottoservizi, sia le dimensioni che consentano un adeguato accrescimento di alberi e verde urbano, affinchè non vi siano interferenze nella convivenza dei diversi sistemi.
(Fonte: Trees in hard landscapes - A guide for delivery. TDAG - http://www.tdag.org.uk/)


COMMERCIALE E RESIDENZIALE
COMMERCIALE
AREA CARICO-SCARICO
COMMERCIALE
COMMERCIALE E RESIDENZIALE
FUNZIONI MISTE
Parking
Parking
COMMERCIO E UFFICI
COMMERCIALE E RESIDENZIALE
MUNICIPIO
albero esistente
albero di nuovo impianto
[disegno a scopo illustrativo non in scala]

7

CITTÀ PUBBLICA, CITTÀ PER LE PERSONE
ripensare gli spazi urbani per l'attrattività, la salute e l'inclusione sociale

A qualsiasi scala si associno i processi e le azioni di adeguamento climatico e miglioramento ambientale da intraprendere nei processi di rigenerazione urbana, non v'è dubbio che la città pubblica sia il luogo fisico destinato ad accogliere questi interventi e la regia pubblica del piano urbanistico lo strumento per la loro attuazione.
La città pubblica è lo spazio della socialità, dell'integrazione, dell'inclusione.
È lo spazio nel quale i cittadini esercitano i loro diritti e le loro libertà. È lo spazio in cui manifestare, incontrarsi, giocare, camminare, andare in bicicletta. Sono davvero tante e diverse le 'qualità' urbane necessarie affinché questi diritti – al verde, al benessere, alla salute, all'accessibilità, alla camminabilità, alla mobilità attiva – si realizzino e possano essere esercitati.

Le persone stanno bene in un luogo pubblico se si sentono al sicuro, se si sentono in una condizione di comfort e di benessere - fisico e psicologico - e se hanno la possibilità di vivere momenti di socialità ed esperienze che ne stimolano e rinnovano la sensazione di appartenenza. Stare bene nello spazio urbano è una esigenza che può dunque essere soddisfatta e progettata e che dipende dalla qualità ambientale percepita dalle persone, in termini di vivibilità e vitalità.
Le attività che le persone svolgono in un luogo – come ci ricorda Jan Gehl nei suoi studi sulla città a misura d'uomo [2] possono essere suddivise in tre differenti tipologie.
Per ottenere spazi vivibili l'approccio più corretto alla progettazione dello spazio pubblico deve tenere conto delle variabili legate alla socialità e alla sicurezza, insieme a quelle ambientali e climatiche. Tra gli elementi più importanti per il comfort outdoor vanno presi in considerazione la morfologia dello spazio, i materiali vegetali e minerali, la presenza dell'acqua, gli alberi, le sedute.

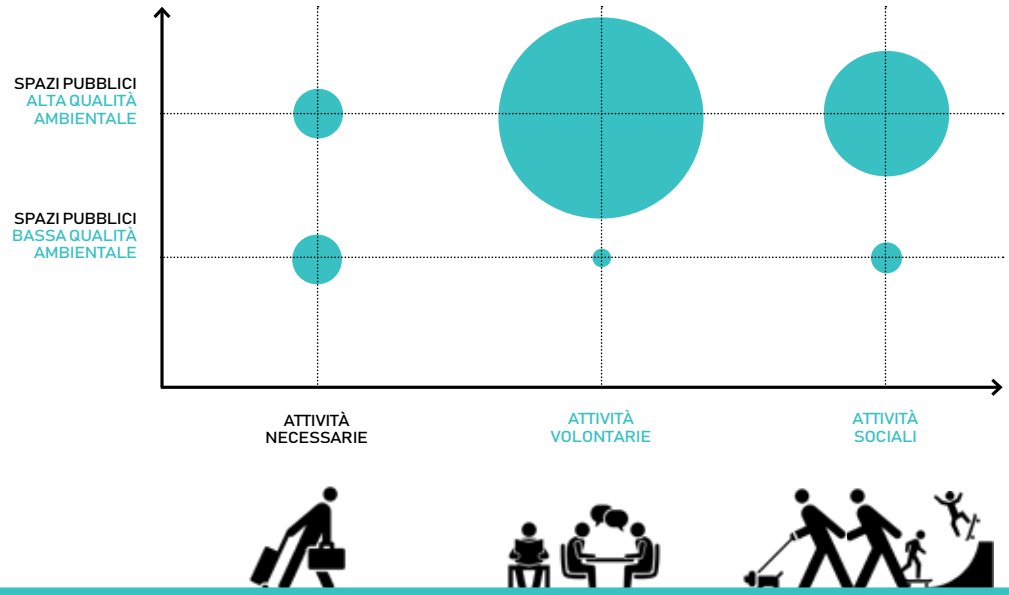
Uno sguardo attento alla dimensione umana della città deve considerare dunque alcuni aspetti chia- ve, quali la vivibilità, la sicurezza, la sostenibilità ambientale e la salute delle persone. Questi obiettivi risultano tanto più raggiungibili quanto più aumenta l'attenzione verso i cittadini ed il modo in cui vivo- no e si muovono nella città per svolgere le attività sociali e volontarie, nel loro tempo libero.

- ATTIVITÀ INDISPENSABILI: sono attività che le persone sono tenute a fare e che si compiono ogni giorno, come andare a scuola o al lavoro, o fare la spesa, andare a prendere l'autobus o il treno. In questi casi le persone tendono a scegliere il percorso più breve e la qualità ambientale del tragitto scelto influenza poco la scelta.
- ATTIVITÀ VOLONTARIE: sono attività che le persone fanno quando lo desiderano o ne hanno il tempo, come lo stare seduti a leggere un libro o sdraiati in un parco nel tempo libero o passeggiare tra le vie del centro. Queste attività hanno luogo in spazi che le persone scelgono dando priorità alle qualità ambientali e alla vivibilità dei luoghi. Le condizioni ambientali infatti invogliano le persone a sostare negli spazi e a svolgere azioni anche per periodi prolungati.
- ATTIVITÀ SOCIALI: sono attività che dipendono dalla presenza di più persone nello stesso luogo, come il gioco dei bambini o il fare sport di gruppo tra ragazzi o il darsi appuntamento per parlare con un amico, una fidanzata, una persona a cui teniamo. La vivibilità degli spazi pubblici, la sedibilità, la sicurezza, l'assenza di eccessivo rumore, la presenza di ombra e di fresco invogliano le persone a stare insieme negli spazi pubblici.

In alto a destra. Piazza Fontanesi a Reggio Emilia, in centro storico.
La piazza nacque in seguito alla demolizione dell'isolato, nel 1783, su cui sorgevano case, il convento e la chiesa parrocchiale di Santa Maria Maddalena. Rimasta piazza del mercato e addirittura con macerie per quasi un secolo, Piazza Fontanesi fu sistemata a fine Ottocento con la messa a dimora di tigli.
Nella piazza, dalla primavera e durante il periodo estivo le temperature sono più basse rispetto al centro di 6-7 °C. Questa condizione di comfort la rende particolarmente attrattiva per altre funzioni sociali, come il mercato, e funzioni ricreative, come la movida pomeridiana e serale.
(Foto Elena Farnè)

2 - J. Gehl, 2017, *Città per le persone*, traduzione italiana, Maggioli Editore




SPAZI PUBBLICI
ALTA QUALITÀ
AMBIENTALE
SPAZI PUBBLICI
BASSA QUALITÀ
AMBIENTALE
ATTIVITÀ
NECESSARIE
ATTIVITÀ
VOLONTARIE
ATTIVITÀ
SOCIALI

criteri per la qualità urbana, ecologica e ambientale

1. GESTIRE L'ISOLA DI CALORE URBANA E LE ONDATE DI CALORE CON LE INFRASTRUTTURE VERDI
2. GESTIRE LE ACQUE PLUVIALI URBANE E LE PIOGGE INTENSE CON LE INFRASTRUTTURE BLU
3. INFILTRARE LE ACQUE NEL SUOLO
4. GESTIRE LE TERRE E ROCCE DA SCAVO
5. ELEVARE I REQUISITI AMBIENTALI E PRESTAZIONALI DELLE OPERE PUBBLICHE
6. PROBLEMI E SOLUZIONI *NATURE-BASED* E AREE DA RIGENERARE

1

GESTIRE L'ISOLA DI CALORE URBANA E LE ONDATE DI CALORE CON LE INFRASTRUTTURE VERDI

In estate, nelle città e negli agglomerati urbani, il caldo può diventare molto intenso e insopportabile.

Ciò accade a causa di molti fattori dipendenti dalla morfologia urbana:
- la limitata circolazione dell'aria dovuta a un'urbanizzazione ad elevata densità,
- le numerose superfici impermeabi o edificate che assorbono le radiazioni solari,
- la scarsa presenza di aree verdi e permeabili,
- l'inadeguato orientamento degli edifici,
- l'uso eccessivo di materiali minerali al suolo a bassa albedo che surriscaldano l'ambiente circostante.

L'insieme di questi elementi genera all'interno del tessuto urbano l'effetto isola di calore, un fenomeno endogeno al sistema urbano che determina temperature diurne molto elevate, che hanno il loro culmine nella seconda parte del giorno e diminuiscono la notte. Quando all'isola di calore si associa il fenomeno - invece esogeno - dell'ondata di calore, con giornate di canicola e notti molto umide che perdurano per alcuni giorni di seguito, all'interno del tessuto urbano la differenza di temperatura tra giorno e notte si riduce sino a rendere insopportabili le condizioni di disagio delle persone. Di notte le temperature rimangono elevate e il raffrescamento notturno non incide in modo significativo. Questa condizione determina un aumento dei rischi per la salute della popolazione urbana e il rischio di decesso cresce sensibilmente.

NORME DI RIFERIMENTO

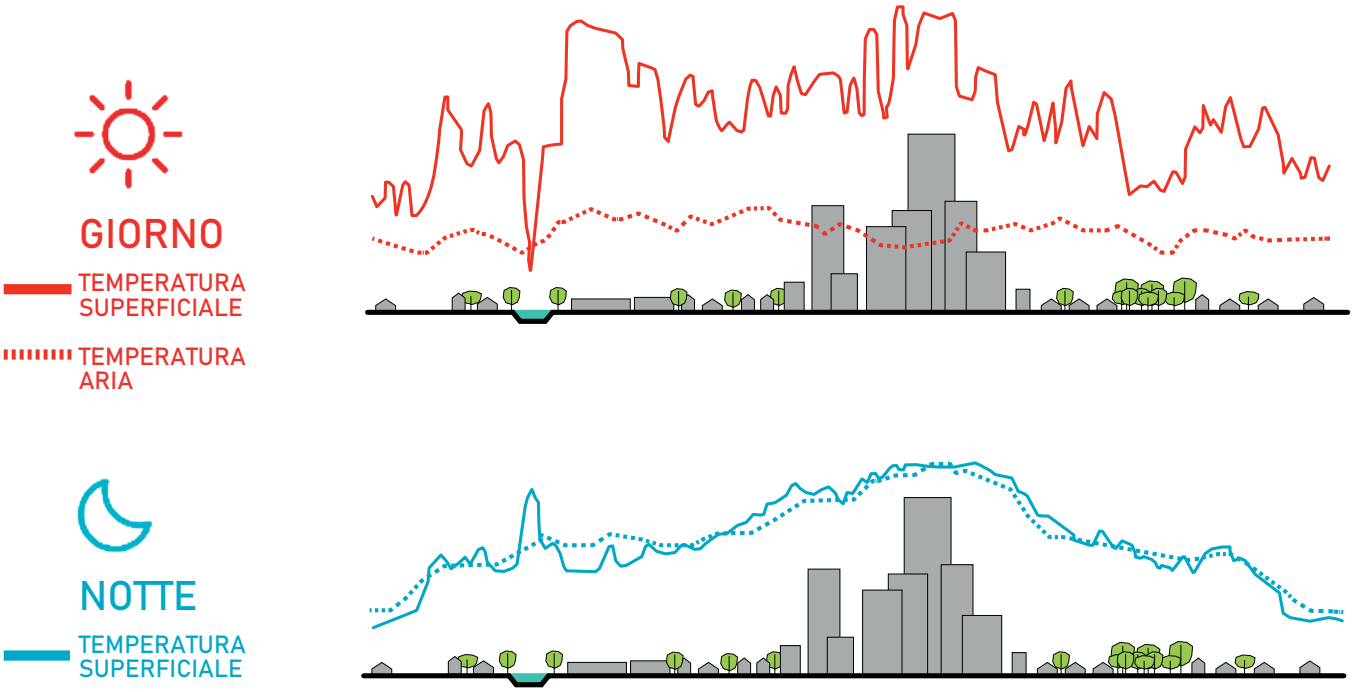
In Italia, il temi dell'impatto del calore sui tessuti urbani, del *thermal comfort/discomfort*, e il ruolo che giocano le infrastrutture verdi non sono trattati a livello normativo. Esistono tuttavia le leggi di riferimento sul verde urbano che introducono l'argomento in termini di qualità dell'aria, controllo delle emissioni e vivibilità:

- L. 113/1992 - 'Un albero per ogni nato'. La legge obbliga i Comuni con più di 15.000 abitanti a porre a dimora un albero per ogni bambina e bambino nati nel proprio territorio. La scarsa applicazione della legge ha spinto a precisare i provvedimenti attuativi con la nuova legge n.10 del 14 gennaio 2013, entrata in vigore il 16 febbraio 2014.[1]
- L. 10/2013 - 'Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani' . La legge stabilisce che lo sviluppo dei contesti urbani avvenga in accordo con i princìpi del protocollo di Kyoto, prevedendo una serie di azioni rispetto alla conoscenza dettagliata del proprio patrimonio arboreo e dell'importante ruolo degli alberi per la città: nel controllo delle emissioni, della protezione del suolo, del miglioramento della qualità dell'aria, del microclima e della vivibilità delle città, si rende strategica per qualsiasi amministrazione comunale.[2]

1 - Oltre a occuparsi degli alberi monumentali e della Giornata Nazionale degli Alberi, la nuova legge introduce queste novità:
1) i Comuni devono provvedere alla messa a dimora dell'albero entro 6 mesi dalla data di nascita del bambino e comunicare alla persona che ha richiesto l'iscrizione anagrafica informazioni dettagliate sulla tipologia dell'albero e il luogo in cui è stato piantato;
2) entro un anno dall'entrata in vigore (il 16.02.2015) ogni comune censisce e classifica gli alberi piantati in aree pubbliche;
3) entro due mesi dalla fine del mandato, ogni sindaco è tenuto a fornire il bilancio arboreo del Comune.

2 - La legge 10/2013 prevede:
1) che tutti i comuni sopra i 15.000 abitanti si dotino di un catasto degli alberi;
2) che per ogni bambino nato o adottato nei comuni sopra ai 15.000 abitanti venga piantato un nuovo albero, dimostrando l'impatto dell'amministrazione sul verde pubblico;
3) la predisposizione del Catasto degli alberi, censendo, registrando e classificando tutte le alberature. Il Catasto alberi può essere un'opportunità per fare un passo avanti nella gestione del verde pubblico (monitoraggio salute, stima CO_2 assorbita, pianificazione interventi di manutenzione, messa a dimora di nuove piante).

Le aree urbane hanno spesso superfici scure e poca vegetazione, perciò tendono ad assorbire molto la radiazione solare, trasformandola in calore, molto più delle aree periubane e agricole limitrofe. Il calore generato, grazie al vento viene rilasciato nell'aria. Ma nelle aree più dense o in cui il vento è modesto o assente il calore si dissipa meno e - accumulandosi - porta a un incremento delle temperature delle superfici e dell'aria, generando malessere e invivibilità durante tutto l'arco della giornata, nelle ore diurne e notturne. Il fenomeno dell'isola di calore urbana fa sì che - a parità di temperatura dell'aria, via via che ci si sposta dalle aree rurali e periferiche verso il centro urbano - si arrivi ad una differenza di temperatura superiore di 5 o 6° C. Gli unici punti di discontinuità e refrigerio dall'isola di calore sono rappresentati dai parchi e dagli invasi di acqua, ove presenti. Tra questi e il centro urbano può esserci una differenza di almeno 2 o 3° C, ed è per queste ragioni che parchi cittadini e lungofiumi o lungolaghi rappresentano importanti aree per il benessere dei cittadini.
(Schemi dell'isola di calore urbana e variazione delle temperature superficiali ed atmosferiche tra giorno e notte / Fonte: Voogt, 2003)



→ 3 - Il PUG, attraverso la strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale, persegue l'obiettivo di rafforzare l'attrattività e competitività dei centri urbani e del territorio, elevandone la qualità insediativa ed ambientale tramite: la crescita e qualificazione dei servizi e delle reti tecnologiche, l'incremento quantitativo e qualitativo degli spazi pubblici, la valorizzazione del patrimonio identitario, culturale e paesaggistico, il miglioramento delle componenti ambientali, lo sviluppo della mobilità sostenibile, il miglioramento del benessere ambientale e l'incremento della resilienza del sistema abitativo rispetto ai fenomeni di cambiamento climatico.
La strategia indica altresì i criteri e le condizioni generali che, specificando le politiche urbane e territoriali perseguite dal piano, costituiscono il quadro di riferimento per gli accordi operativi e per i piani attuativi di iniziativa pubblica.
La strategia, nel definire il fabbisogno di dotazioni ecologiche persegue le seguenti finalità:
1) garantire un miglior equilibrio idrogeologico e la funzionalità della rete idraulica superficiale, anche attraverso il contenimento della impermeabilizzazione dei suoli e la dotazione di spazi idonei alla ritenzione e al trattamento delle acque meteoriche, al loro riuso o rilascio in falda o nella rete idrica superficiale;
2) favorire la ricostituzione nell'ambito urbano di un miglior habitat naturale, la biodiversità del suolo e la costituzione di reti ecologiche di connessione, ottenute con il mantenimento dei cunei verdi tra rurale e urbanizzato e con interventi di forestazione urbana;
3) preservare e migliorare le caratteristiche climatiche locali, ai fini della riduzione della concentrazione di inquinanti in atmosfera e di una migliore termoregolazione degli insediamenti urbani. Concorrono alla realizzazione di questi obiettivi la dotazione di spazi verdi alberati, di bacini o zone umide, il mantenimento o la creazione di spazi aperti all'interno del territorio urbano e periurbano;
4) migliorare il clima acustico del territorio urbano;
5) migliorare le prestazioni degli insediamenti in caso di emergenza sismica.

→ L.R. 24/2017 A LIVELLO REGIONALE LA NUOVA LEGGE URBANISTICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA introduce invece il tema degli impatti del cambiamento climatico e delle infrastrutture verdi nel Piano Urbanistico Generale (PUG) attraverso alcuni obiettivi:

- → contenere il consumo di suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi eco-sistemici, anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici;
- → favorire la rigenerazione urbana dei territori urbanizzati e il miglioramento della qualità urbana ed edilizia, con particolare riguardo all'efficientamento energetico e alle condizioni di vivibilità delle aree urbane anche in termini di qualità ambientale ed ecologica;
- → tutelare e valorizzare il territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche favorevoli al benessere umano ed alla conservazione della biodiversità.

Gli strumenti che la legge finalizza a questi obiettivi nel PUG sono principalmente due:

→ LE DOTAZIONI ECOLOGICO-AMBIENTALI. Le dotazioni del territorio sono costituite dall'insieme degli spazi, delle opere e degli interventi che concorrono, insieme alle infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti, a contrastare i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla società umana e sull'ambiente, a ridurre i rischi naturali e industriali e a migliorare la qualità dell'ambiente urbano.

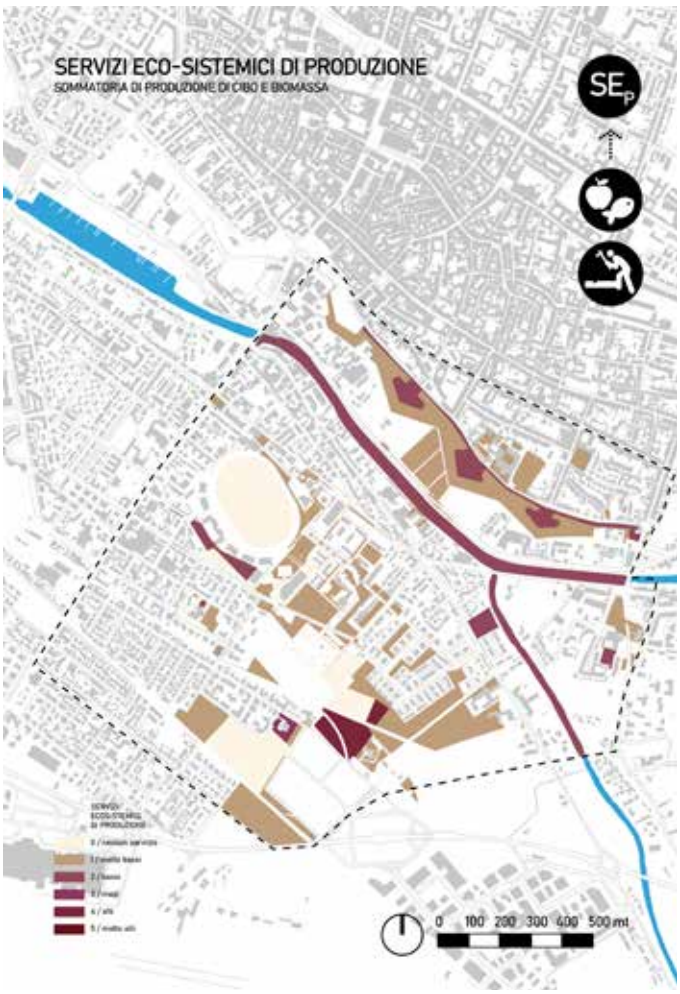
> *Le dotazioni ecologiche e ambientali sono volte in particolare a svolgere differenti servizi eco-sistemici, come la riduzione delle emissioni di gas climalteranti responsabili del riscaldamento globale, il risanamento della qualità dell'aria e dell'acqua e la prevenzione del loro inquinamento, la gestione integrata del ciclo idrico, la riduzione dell'inquinamento acustico ed elettromagnetico, il mantenimento della permeabilità dei suoli e il riequilibrio ecologico dell'ambiente urbano, la mitigazione degli effetti di riscaldamento (isole di calore), la riduzione dei rischi sismico, idrogeologico, idraulico e alluvionale.*

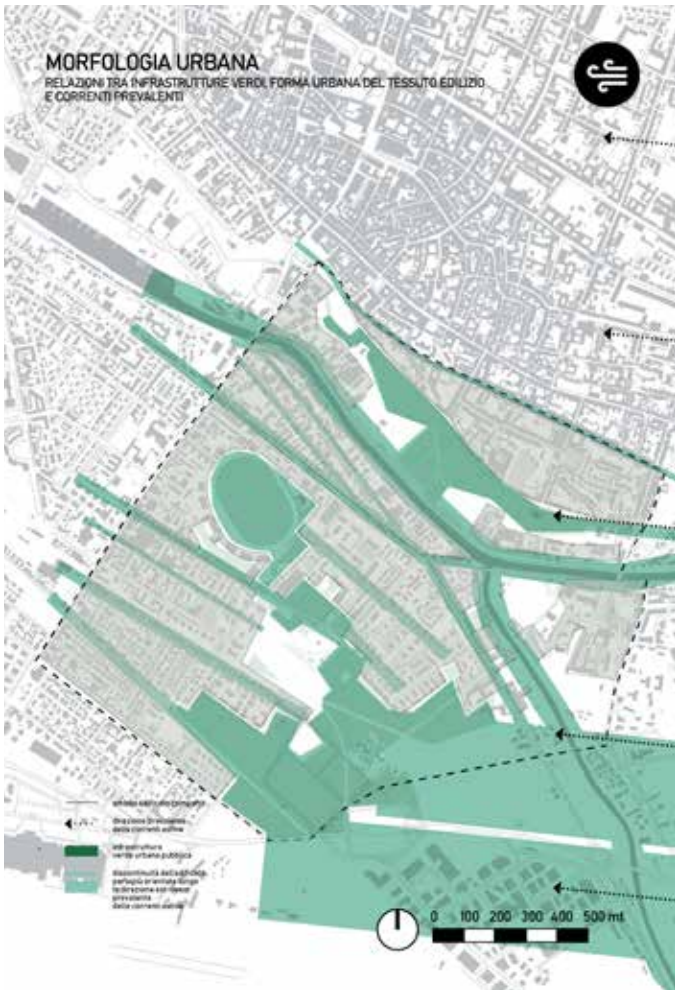
→ LA STRATEGIA PER LA QUALITÀ URBANA ED ECOLOGICO AMBIENTALE → 3. La strategia provvede alla determinazione del fabbisogno di dotazioni ecologiche e ambientali e dei requisiti prestazionali che le stesse devono soddisfare, coordinandosi con le politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici stabilite a livello europeo, nazionale e regionale e recependo le indicazioni delle pianificazioni settoriali. Rientrano tra le dotazioni ecologiche e ambientali anche gli spazi di proprietà privata che concorrono al raggiungimento delle finalità.
La strategia indica oltre ai criteri con cui determinare le dotazioni, anche le condizioni generali che, specificando le politiche urbane e territoriali perseguite dal piano, costituiscono il quadro di riferimento per gli accordi operativi pubblico-privati e per i piani attuativi di iniziativa pubblica.

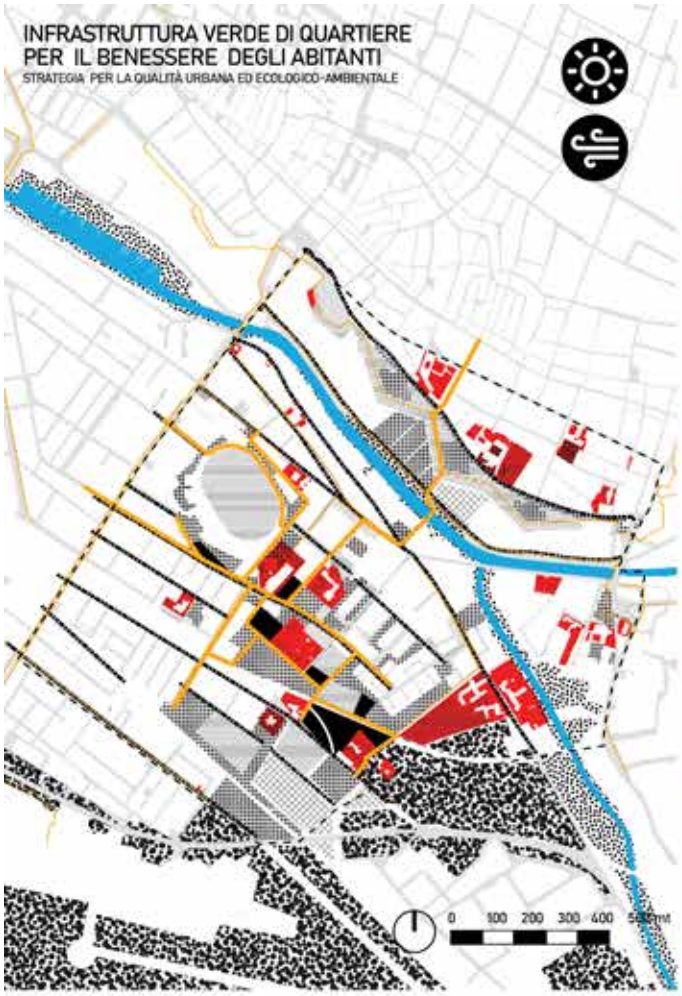
Piano d'azione sulle Infrastrutture verdi urbane della Città di Ferrara - progetto Perfect.
Le carte mostrano alcune analisi effettuate in uno dei sette quartieri di analisi, tra Via Bologna, il fiume e le aree a sud della città.
Da sinistra verso destra in senso orario, carte dei servizi eco-sistemici erogati dalle infrastrutture verdi ed analizzati con la classificazione CICES: sommatoria dei servizi di regolazione, dei servizi culturali, dei servizi di produzione.
In basso a destra carta di analisi della morfologia urbana correlata alla direzione prevalente delle brezze estive.
Dall'analisi dei servizi eco-sistemici correlati ai dati demografici, urbanistici, morfologici e climatici è stata sviluppata la *Strategia per la Qualità Urbana ed Ecologica Ambientale* di quartiere.
(Progetto ed elaborazioni cartografiche, arch. Elena Farnè e dott. Graziano Caramori con l'Ufficio di Piano del Comune di Ferrara)

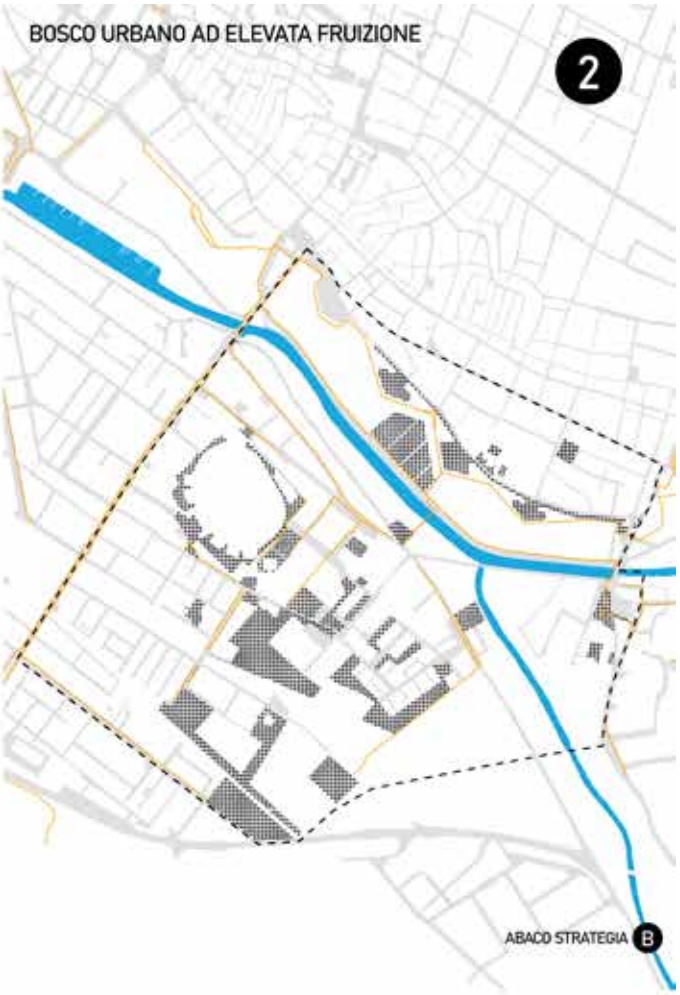

SERVIZI ECO-SISTEMICI DI REGOLAZIONE
SOMMATORIA DI ASSORBIMENTO ACQUA PIOVANA E RIDUZIONE RUN-OFF
CONTRASTO ALL'ISOLA DI CALORE E MICROCLIMA, QUALITÀ DELL'ARIA E RIDUZIONE POLVERI,
IMPOLLINAZIONE, ASSORBIMENTO DEL RUMORE
SE R
0 100 200 300 400 500 mt

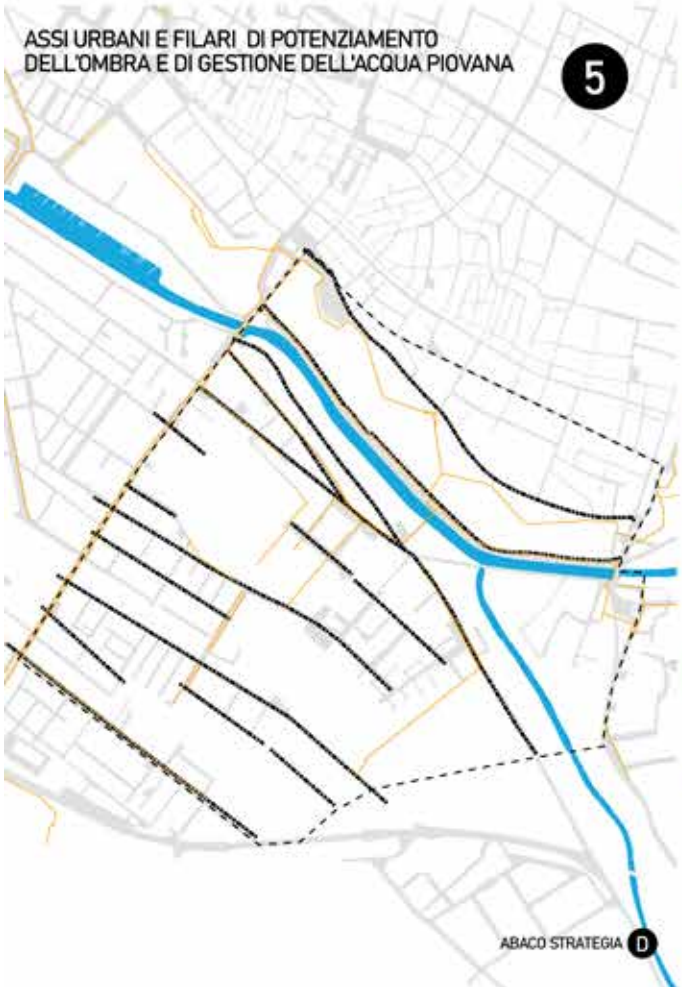

SERVIZI ECO-SISTEMICI CULTURALI
SOMMATORIA DI ATTIVITÀ RICREATIVE, ESTETICA E BELLEZZA DELLA NATURA,
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA E SPIRITUALITÀ
SE C
0 100 200 300 400 500 mt

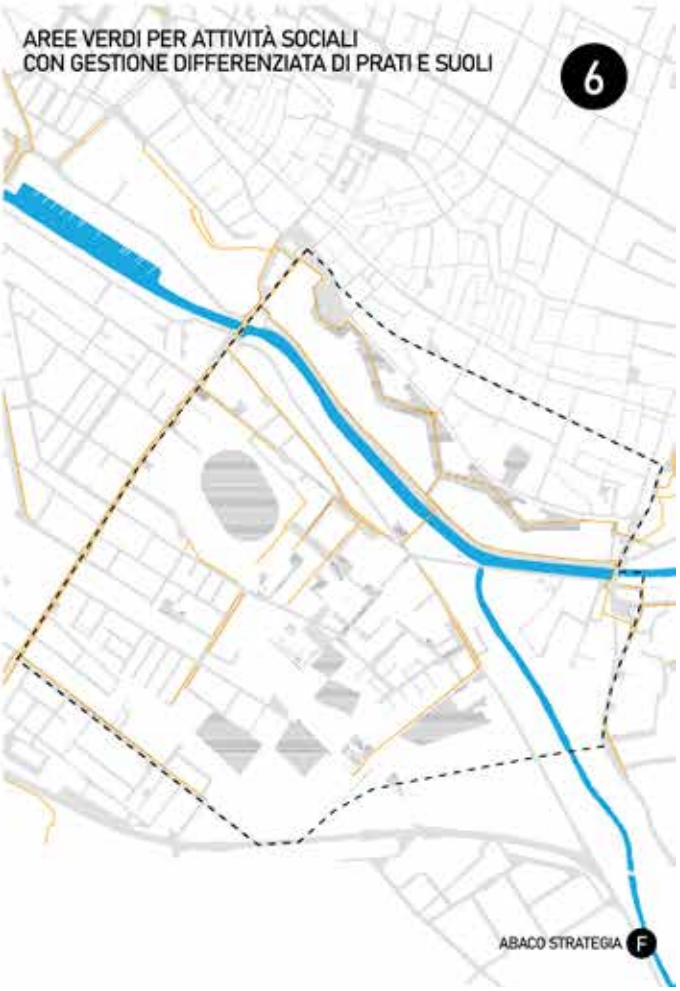

SERVIZI ECO-SISTEMICI DI PRODUZIONE
SOMMATORIA DI PRODUZIONE DI CIBO E BIOMASSA
SE P
0 100 200 300 400 500 mt


MORFOLOGIA URBANA
RELAZIONI TRA INFRASTRUTTURE VERDI, FORMA URBANA DEL TESSUTO EDILIZIO
E CORRENTI PREVALENTI
0 100 200 300 400 500 mt


INFRASTRUTTURA VERDE DI QUARTIERE
PER IL BENESSERE DEGLI ABITANTI
STRATEGIA PER LA QUALITÀ URBANA ED ECOLOGICO-AMBIENTALE
0 100 200 300 400


BOSCO URBANO AD ELEVATA FRUIZIONE
2
ABACO STRATEGIA B


ASSI URBANI E FILARI DI POTENZIAMENTO
DELL'OMBRA E DI GESTIONE DELL'ACQUA PIOVANA
5
ABACO STRATEGIA D


AREE VERDI PER ATTIVITÀ SOCIALI
CON GESTIONE DIFFERENZIATA DI PRATI E SUOLI
6
ABACO STRATEGIA F

APPROCCIO STRATEGICO

A destra. Piano d'azione sulle Infrastrutture verdi urbane della Città di Ferrara - progetto Perfect.
Le carte mostrano la carta di sintesi della *Strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale* per i quartieri che si sviluppano tra il parco delle Mura, i fiumi Volano e Primaro, Via Bologna e la Rivana e alcuni livelli degli elementi fondanti.
La strategia consiste nel creare una infrastruttura verde diffusa di aree ombreggiate a servizio della popolazione, da attrezzare e coltivare per la socialità del quartiere. Questo sistema di aree ha il compito di potenziare la continuità dell'ombra attraverso le masse degli alberi, così da creare percorsi e aree di comfort per l'isola di calore e oasi di fresco per i residenti. L'infrastruttura verde agisce anche come azione di regolazione delle acque e per il potenziamento dei servizi ecosistemici di produzione di cibo e biomassa, dei servizi di impollinazione e dei servizi ecosistemici culturali per la fruizione e la socialità degli spazi pubblici.
(Progetto ed elaborazioni cartografiche, arch. Elena Farnè e dott. Graziano Caramori con l'Ufficio di Piano del Comune di Ferrara)

Per contrastare in ambito urbano gli impatti dovuti dall'eccesso di calore è necessario intervenire sulla morfologia urbana della città e introdurre un sistema di infrastrutture verdi interconnesse, capaci di generare una significativa riduzione delle temperature, di potenziare la circolazione dell'aria, di svolgere la funzione di gestione sostenibile delle acque e di accompagnare i sistemi della mobilità lenta.
Per realizzare questa infrastruttura verde urbana è necessario procedere secondo alcune priorità.

⇢ VALUTARE LA DOTAZIONE ECOLOGICA ESISTENTE E IL PATRIMONIO DI VERDE URBANO IN TERMINI QUANTITATIVI E QUALITATIVI. Occorre tenere conto dei benefici erogati all'ambiente urbano dai servizi eco-sistemici, in particolare quelli di regolazione, e individuare le aree di maggiore fragilità e rischio.

⇢ MAPPARE LE AREE PUBBLICHE E PRIVATE DISPONIBILI E/O CAPACI DI CONCORRERE ALLA REALIZZAZIONE DI UNA INFRASTRUTTURA VERDE URBANA. La mappatura può contribuire a definire le aree in grado di concorrere alla creazione dell'infrastruttura verde e al potenziamento dei servizi di regolazione del calore, delle polveri, delle acque, del rumore e di impollinazione.

⇢ PREVEDERE IL *DESEALING* E LA COPERTURA VEGETALE IN MODO CAPILLARE DELLE AREE IMPERMEABILI NEI CONTESTI DI RIGENERAZIONE URBANA E DEGLI SPAZI PUBBLICI DI TRASFORMAZIONE PER CREARE OASI DI FRESCO. Le aree verdi ottenute da *desealing* devono essere quanto più diffuse e interconnesse con le aree verdi esistenti. In queste aree è utile privilegiare *Nature-based Solutions* - come giardini della pioggia, trincee verdi drenanti, fossati vegetati e drenanti, aree verdi rustiche, zone alberate e ombreggiate e filari di alberi - in grado di potenziare all'interno del tessuto urbano minuto i servizi eco-sistemici di regolazione del calore, delle polveri, delle acque e di potenziamento della biodiversità.

⇢ DEMOLIRE IN MODO SELETTIVO I TESSUTI OBSCOLESCENTI PIÙ DENSI PARTENDO DALL'ANALISI DEL CLIMA, PER SVILUPPARE UNA STRUTTURA INSEDIATIVA CON SPAZI LIBERI INTERCONNESSI IN GRADO DI GENERARE AREE DI FRESCO E DI CIRCOLAZIONE DELL'ARIA.
L'azione di demolizione selettiva è indispensabile per i tessuti urbani più densi, come quelli artigianali e misti del secondo dopoguerra, sorti senza dotazioni e aree libere significative.
La demolizione deve tendere a liberare aree secondo l'orientamento delle direzioni delle brezze estive prevalenti, per favorire la circolazione dell'aria, e la creazione di infrastrutture verdi adeguate in grado di abbassare le temperature del contesto urbano.
Altresì, è utile considerare il potenziamento del valore di contesto ai fini della valorizzazione economica degli interventi, concependo come parte dell'infrastruttura verde spazi pubblici vivibili a elevata fruibilità. In questi casi è utile privilegiare soluzioni legate alla creazione di parchi e di masse vegetate compatte, anche lineari, al cui interno prevedere soluzioni *Nature-based* - più minute, ma di sistema, come i fossati e i giardini inondabili, connessi all'infiltrazione e alla gestione sostenibile delle acque, le aree verdi attrezzate, per attività sportive, culturali e sociali in grado di attrarre le persone, i prati rustici e le masse arbustive, connessi al potenziamento della biodiversità.

⇢ PIANIFICARE E POTENZIARE LA COPERTURA ARBOREA E L'OMBRA NELLO SPAZIO URBANO PER COSTRUIRE UNA INFRASTRUTTURA VERDE A RETE, IN GRADO DI GENERARE FRESCO E COMFORT URBANO PER LA SALUTE E IL BENESSERE DELLE PERSONE. L'infrastruttura verde deve tendere a generare un reticolo di ombra continua lungo il reticolo stradale urbano, maggiore e minore, tanto meglio se associata ad aree di desigillazione al suolo e di captazione delle acque – in

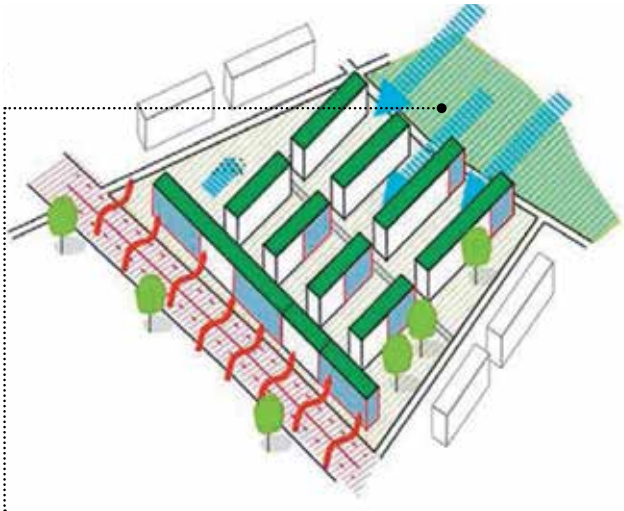
Morfologia urbana e misure di adattamento al caldo. Nel primo esempio (in basso a sinistra) l'edificato è aperto e viene favorito lo scambio di aria tra zone periferiche fresche e costruito con aria più calda.
Nel secondo esempio (in basso a destra) in condizioni di cortina edificata compatta, il raffrescamento è dato da corti e giardini che generano zone di fresco.
(Progetto di StEP Klima, Berlino)

grado di espandersi e connettersi ad un sistema di aree verdi e alberate di maggiori dimensioni e di aree verdi private di pertinenza degli edifici.
Ci riferiamo ai parchi e ai giardini, che possono svolgere anche funzioni ecologiche, ma anche parcheggi e piazze che possono essere alberati e prevedere soluzioni minute *Nature-based*, ma anche corti, cortili, parcheggi e piazzali degli edifici residenziali, terziari, produttivi e artigianali.

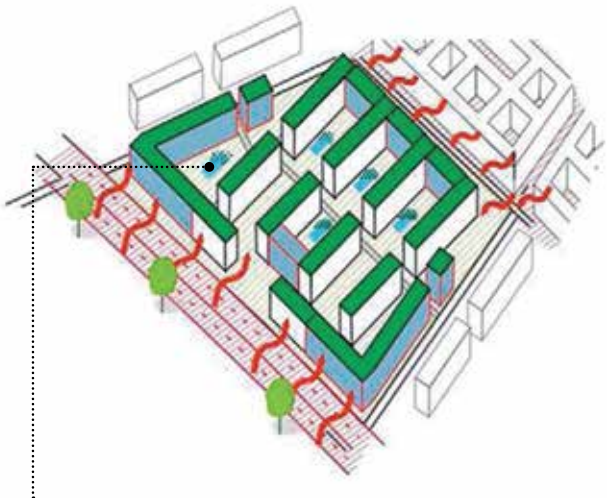
PROGRAMMARE E FINANZIARE L'ATTUAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA VERDE COME AZIONE DI ADATTAMENTO DELLA CITTÀ, ATTRAVERSO GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE ATTUATIVA E GLI INTERVENTI DI RIGENERAZIONE URBANA. L'infrastruttura verde urbana è contenuto fondamentale della *Strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale* del PUG e costituisce, in sede di elaborazione degli accordi operativi, dei piani attuativi di iniziativa pubblica e dei permessi di costruire convenzionati, un riferimento necessario e vincolante per la determinazione delle dotazioni territoriali, delle infrastrutture e dei servizi pubblici a cui è subordinata la realizzazione degli interventi di riuso e di rigenerazione urbana e di nuova urbanizzazione, in conformità alla L.R. 24/2017. Ai fini della creazione dell'infrastruttura verde, nella *Strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale* possono essere individuate le azioni rilevanti da attuare attraverso l'utilizzo delle risorse pubbliche e attraverso la negoziazione con i privati negli accordi operativi.

CALORE E INFRASTRUTTURA VERDE E CAM - CRITERI AMBIENTALI MINIMI

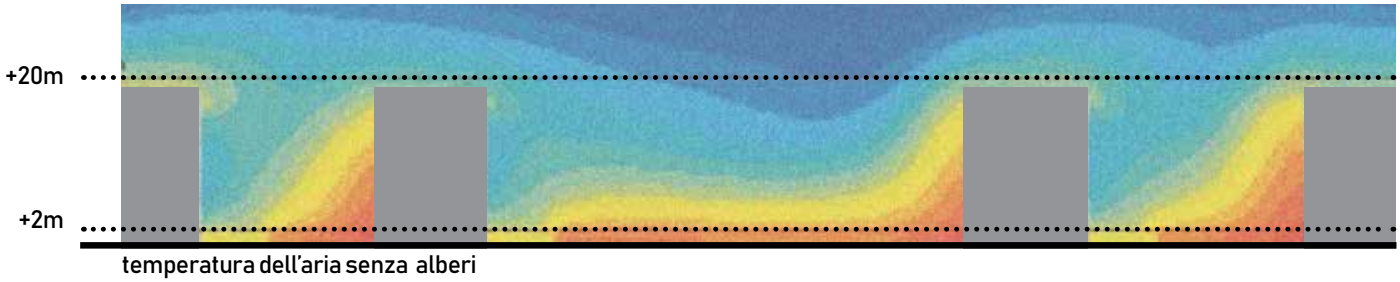
L'importanza dei temi del clima e del verde nel contesto urbano è evidenziata anche nei CAM Criteri Ambientali Minini di cui al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017 'Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici' (riferimento punti 2.2.1, 2.2.2, 2.2.6, 2.2.8.1, 2.2.8.3, 2.2.8.6 e 2.2.9) e 'Affidamento del servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del Verde' di cui al DM 10 marzo 2020 (riferimento punti E.b.2, E.c.7 e E.d.8).

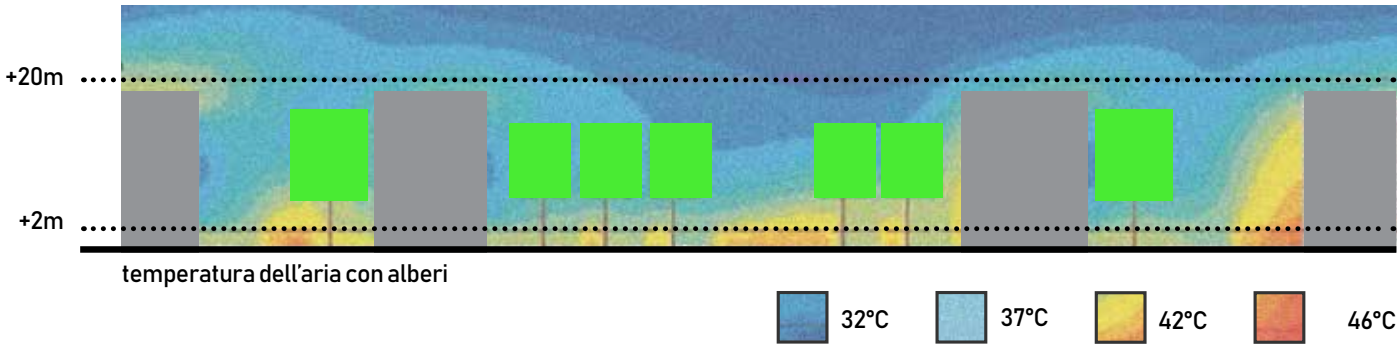


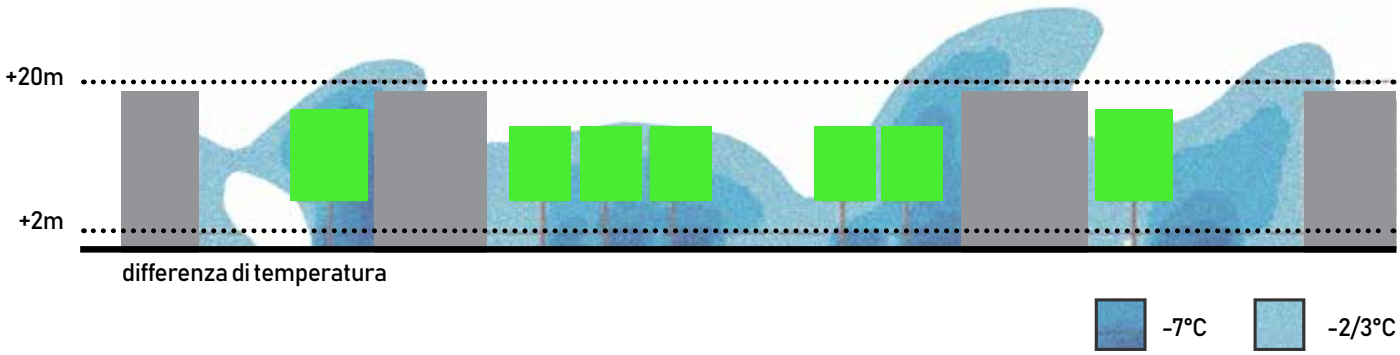
ambiente circostante esposto all'impatto climatico con spazi di mitigazione / raffrescamento con scambio d'aria con zone di aria fresca



ambiente circostante fortemente esposto all'impatto climatico / raffrescamento interno al quartiere con punti alberati che generano fresco







Efficacia degli alberi in città.

In presenza di alberi le temperature dell'aria possono abbassarsi di 7-8° C, generando zone di comfort per la popolazione.

(Simulazione a Monaco di Baviera, Ufficio federale dell'Ambiente)

2

GESTIRE LE ACQUE PLUVIALI URBANE E LE PIOGGE INTENSE CON LE INFRASTRUTTURE BLU

La gestione dei deflussi superficiali delle acque di pioggia in ambito urbano, se non trattata correttamente, comporta spesso severi problemi per la collettività sotto i profili della sicurezza delle persone e della tutela dell'ambiente e dei danni economici.

Ciò accade a causa di molti fattori dipendenti dalla morfologia urbana della città e dai sistemi di gestione idraulica:

- le numerose superfici impermeabili o edificate che non assorbono le acque,
- la scarsa presenza di aree verdi e suoli permeabili,
- l'inadeguato dimensionamento della rete fognaria rispetto alle piogge intense dovute al cambiamento climatico e la mancata separazione delle reti di raccolta delle acque bianche da quelle nere.

Negli scorsi decenni si è assistito infatti ad un rapido ed intenso processo di impermeabilizzazione del tessuto urbano, alterando quindi il naturale ciclo delle acque, che non sono in grado di infiltrarsi in falda e che possono presentare carichi inquinanti che mettono a rischio la vulnerabilità degli acquiferi. A ciò si aggiungono gli importanti cambiamenti in atto sulla distribuzione della piovosità media che vedono sempre più spesso verificarsi eventi caratterizzati da estreme intensità di pioggia – dovute ad un quantitativo molto elevato di precipitazione che cade in un intervallo di tempo molto limitato – che mettono in crisi i tradizionali sistemi di drenaggio urbano e spesso interi isolati e quartieri.

NORME DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda gli aspetti legati all'INQUINAMENTO DELLE ACQUE DI PIOGGIA i principali riferimenti normativi sono tre:

- D.Lgs 152/2006 'Norme in materia ambientale' (normativa nazionale);
- DGR 286/2005 'Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne' e DGR 1860/2006 'Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione GR n. 286' (normativa regionale);
- DGR 1083/2010 'Linee Guida per la redazione dei piani di indirizzo in riferimento all'applicazione del punto 3.6 della DGR 286/2005 (normativa regionale).

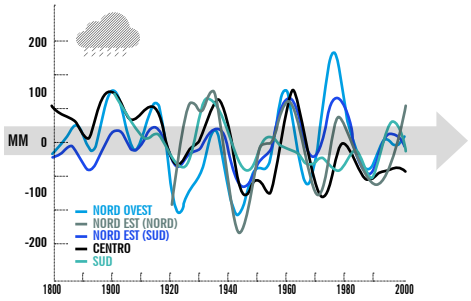
Questi strumenti individuano normativamente le condizioni in cui sia necessario il trattamento delle acque di prima pioggia, ed eventualmente anche delle acque di seconda pioggia.
Si definiscono 'acque di prima pioggia' i primi 2,5-5 mm di precipitazione di un assegnato evento meteorico su una superficie impermeabile dotata di rete drenante.
Risulta necessario valutare preventivamente la suscettibilità delle superfici ad essere contaminate da agenti inquinanti, ed in tal caso, realizzare opportuni dispositivi di gestione e trattamento delle acque di prima pioggia.
Nel caso invece il dilavamento non si esaurisca con le acque di prima pioggia, è necessario il trattamento in continuo di tutta la portata meteorica. Tali trattamenti solitamente si ottengono nella pratica comune predisponendo vasche di prima pioggia prefabbricate o in opera, ma è possibile utilizzare anche sistemi di depurazione alternativi, opportunamente studiati, che garantiscano adeguati margini di sicurezza, quali ad esempio i sistemi di fitodepurazione.

Per quanto riguarda la GESTIONE DEI QUANTITATIVI DI ACQUA DI PIOGGIA, il discorso richiede una certa articolazione nel contesto degli interventi di rigenerazione urbana, ed in generale in una qualsiasi nuova trasformazione del territorio, ove cioè è fondamentale approcciare il drenaggio

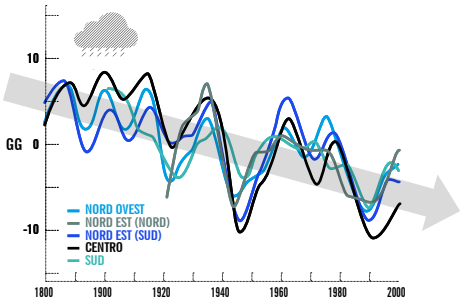
Come si vede dai grafici qui sotto, anche in Italia si registra un aumento dell'intensità delle precipitazioni: tutto il territorio italiano è caratterizzato da una forte diminuzione del numero di giorni di pioggia, mentre la frequenza di quelli con precipitazioni intense è in aumento, soprattutto in alcune regioni dell'Italia settentrionale. Questi dati ci dicono diverse cose: la quantità complessiva di pioggia è pressoché invariata; il numero dei giorni di pioggia è in riduzione mentre aumentano i giorni siccitosi; è in aumento l'intensità e la durata degli eventi piovosi. Ciò significa che i singoli eventi di pioggia scaricano più acqua in un tempo più ridotto, mettendo in difficoltà l'ambiente urbano. (*Trends of the daily intensity of precipitation in Italy and teleconnections, 2006*, a cura di M. Brunetti, M.Maugeri e T. Nanni / Illustrazioni REBUS, mostra *Città per le persone*)

Il *runoff* (lo scorrimento superficiale) è quella porzione di acque meteoriche (fino al 90%) che scorre sulle superfici impermeabili della città (tetti, strade, parcheggi, ecc.) e raggiunge molto rapidamente le reti di scolo senza essere infiltrata e trattenuta. (Illustrazioni REBUS, mostra *Città per le persone*)

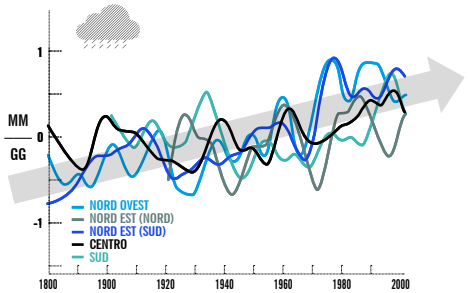
PRECIPITAZIONI IN MM PER ANNI



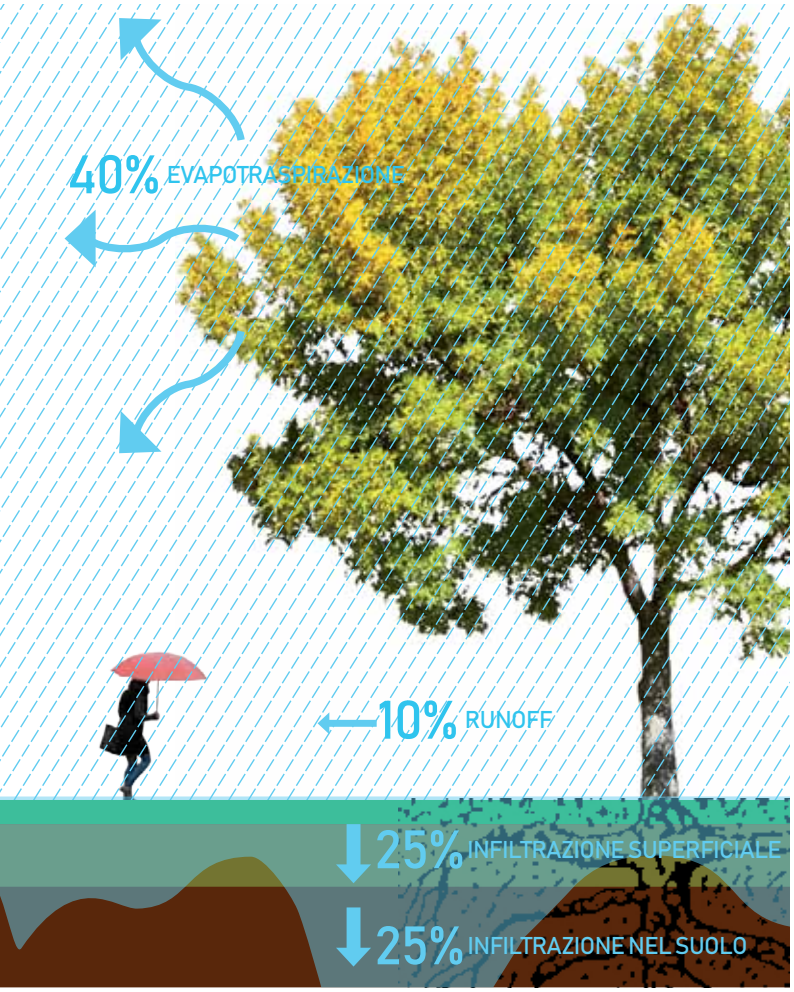
GIORNI DI PIOGGIA PER ANNI



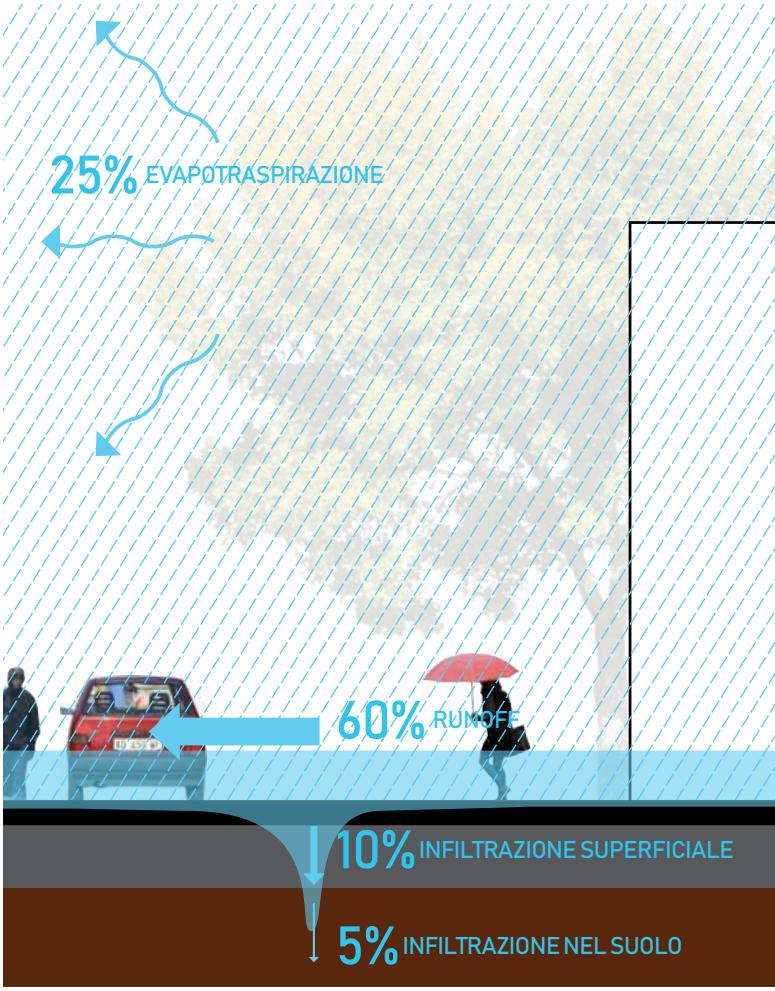
INTENSITÀ PIOGGE IN ITALIA MM/GG PIOGGIA PER ANNI



RUNOFF URBANO IN AREE PERMEABILI



RUNOFF URBANO IN AREE IMPERMEABILI

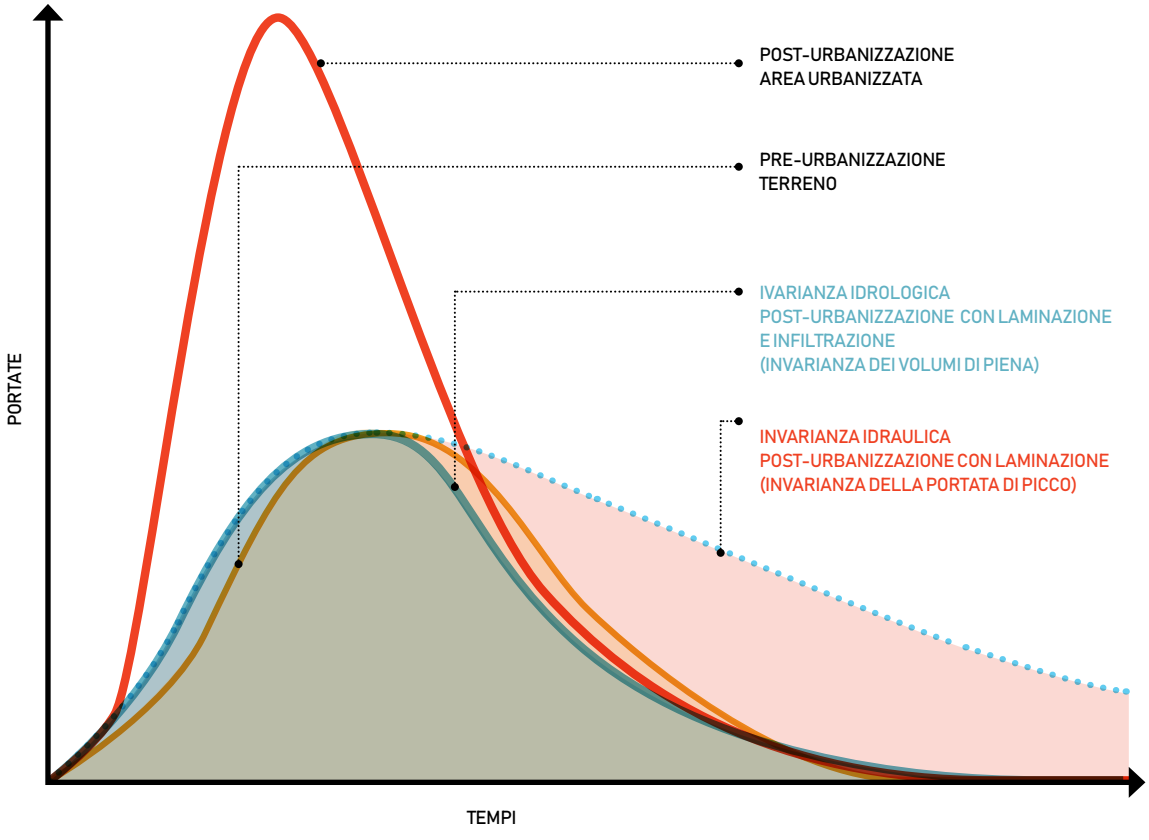


Il grafico mette in evidenza gli andamenti delle portate al variare del tempo durante un evento di pioggia (idrogrammi di piena) a valle del lotto, relativi alla condizione di pre-urbanizzazione e di post-urbanizzazione in mancanza di interventi di mitigazione idraulica e di rispetto dell'invarianza idraulica e di quella idrologica. Le aree campite in azzurro e ocra, che rappresentano il volume di acqua complessivamente scaricato nel caso pre-urbanizzazione e post-urbanizzazione con invarianza idrologico-idraulica, sono sostanzialmente equivalenti, mentre l'area campita in rosa chiaro relativa al volume di acqua scaricato con la sola invarianza idraulica è maggiore di quella pre-urbanizzazione.

urbano seguendo sistemi di gestione sostenibili (*SuDS - Sustainable Urban Drainage Systems*), proponendo soluzioni per gestire *in situ* le acque meteoriche e riproducendo il più possibile il ciclo naturale dell'acqua. In tale contesto e per fare fronte alle conseguenze relative all'incremento delle portate meteoriche dovuto alla maggiore impermeabilizzazione dei suoli, come già normato a livello regionale in molte regioni italiane tra cui la Regione Emilia-Romagna, viene richiesto che le trasformazioni future del territorio rispettino il principio di invarianza idraulica, ovvero non determinino un aggravio delle portate di piena nei corpi idrici ricettori.

> *Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provoca un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa rispetto alla situazione ante trasformazione. Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni prevede dunque la compensazione delle impermeabilizzazioni mediante la predisposizione di adeguati volumi di invaso e di sistemi di infiltrazione delle piogge nel sottosuolo all'interno del lotto, in modo da garantire che la portata in uscita dal lotto trasformato sia minore o uguale al valore pre-intervento.*

Nella Regione Emilia–Romagna le modalità operative del rispetto di tale principio di invarianza idraulica sono normate dalle Autorità di Bacino e dai Consorzi di Bonifica, che ne definiscono criteri e specificità anche in funzione delle caratteristiche e criticità del territorio.



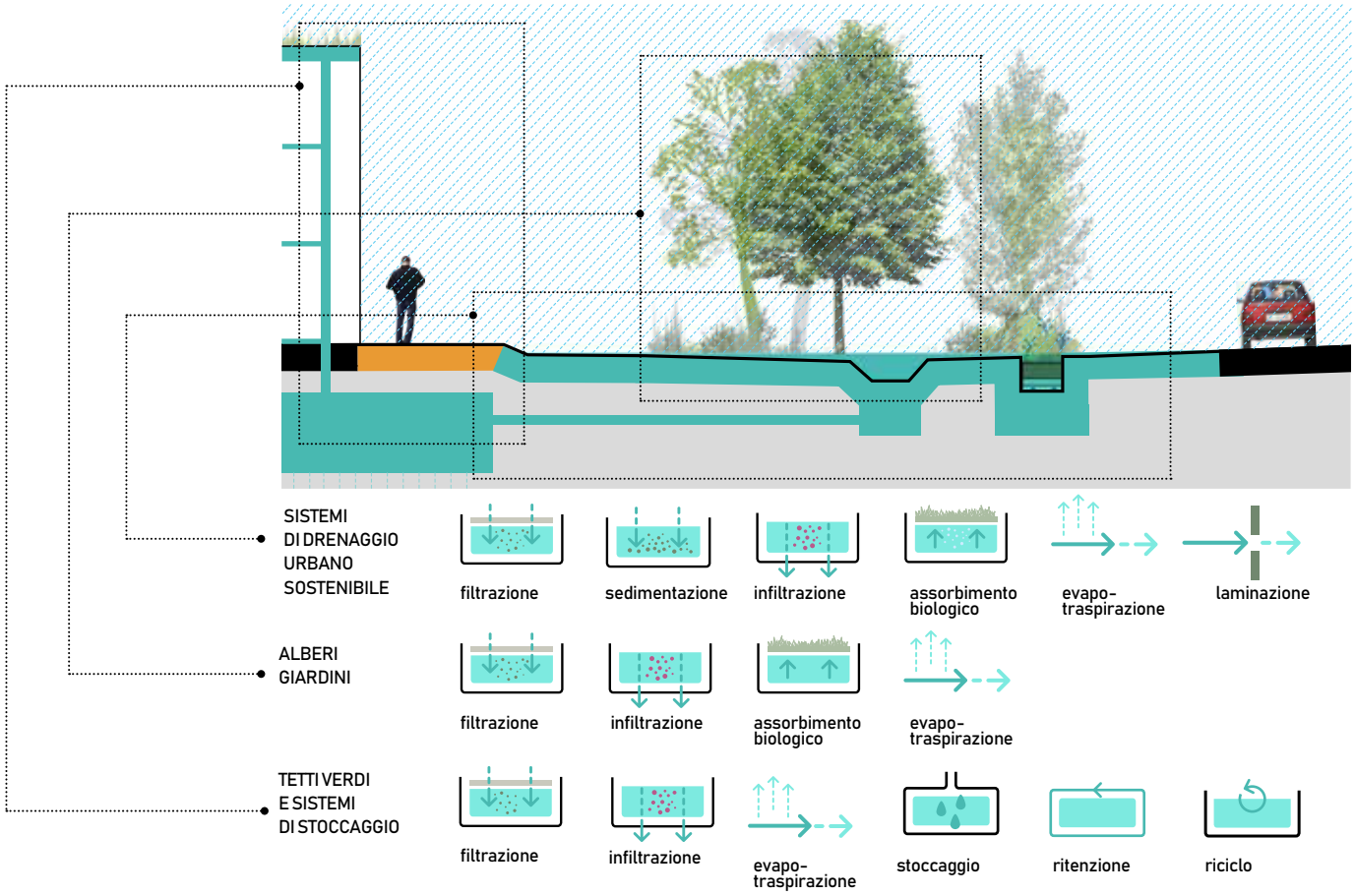
L'efficace gestione del drenaggio urbano si raggiunge operando sulle acque meteoriche con le seguenti modalità:
- SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILI: consentono di raccogliere, filtrare, sedimentare, infiltrare, assorbire, evapo-traspirare, ritenere e scaricare, limitatamente alla quota parte in eccesso
- ALBERI E GIARDINI: consentono di raccogliere, filtrare, infiltrare, assorbire, evapo-traspirare
- TETTI VERDI E SISTEMI DI STOCCAGGIO: consentono di raccogliere, filtrare, infiltrare, evapo-traspirare, stoccare, ritenere e recuperare per altri usi

(Illustrazioni da REBUS, mostra *Città per le persone* e *Strengthening blue- green infrastructure in our cities*)

A salvaguardia della gestione più virtuosa del ciclo idrico è l'ulteriore principio della invarianza idrologica, ovvero il principio in base al quale i volumi d'acqua scaricati dalle aree trasformate nel ricettore di valle (fognatura, corso d'acqua,...) non sono maggiori di quelli preesistenti alla trasformazione (terreno allo stato agricolo). Ad oggi la sola Regione Lombardia ha introdotto il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica (Legge Regionale 7/2017 e smi).

La combinazione dei due principi, ovvero quello di invarianza idraulica ed idrologica, è più efficace rispetto al solo principio di invarianza idraulica, in quanto è necessario limitare i volumi d'acqua complessivamente scaricati dal nuovo lotto nel corpo idrico ricettore di valle favorendo i fenomeni dell'infiltrazione nella falda acquifera o di riuso in loco.

Il grafico mette in evidenza gli andamenti delle portate al variare del tempo durante un evento di pioggia (idrogrammi di piena) a valle del lotto, relativi alla condizione di pre-urbanizzazione e di post-urbanizzazione, nelle condizioni di mancanza di interventi di mitigazione idraulica e di rispetto dell'invarianza idraulica e di quella idrologica. Le aree campite in azzurro e ocra, che rappresentano il volume di acqua complessivamente scaricato – situazione pre-urbanizzazione e post-urbanizzazione – con invarianza idrologico-idraulica, sono equivalenti, mentre l'area campita in rosa chiaro relativa al volume di acqua scaricato con la sola invarianza idraulica è maggiore di quella pre-urbanizzazione.

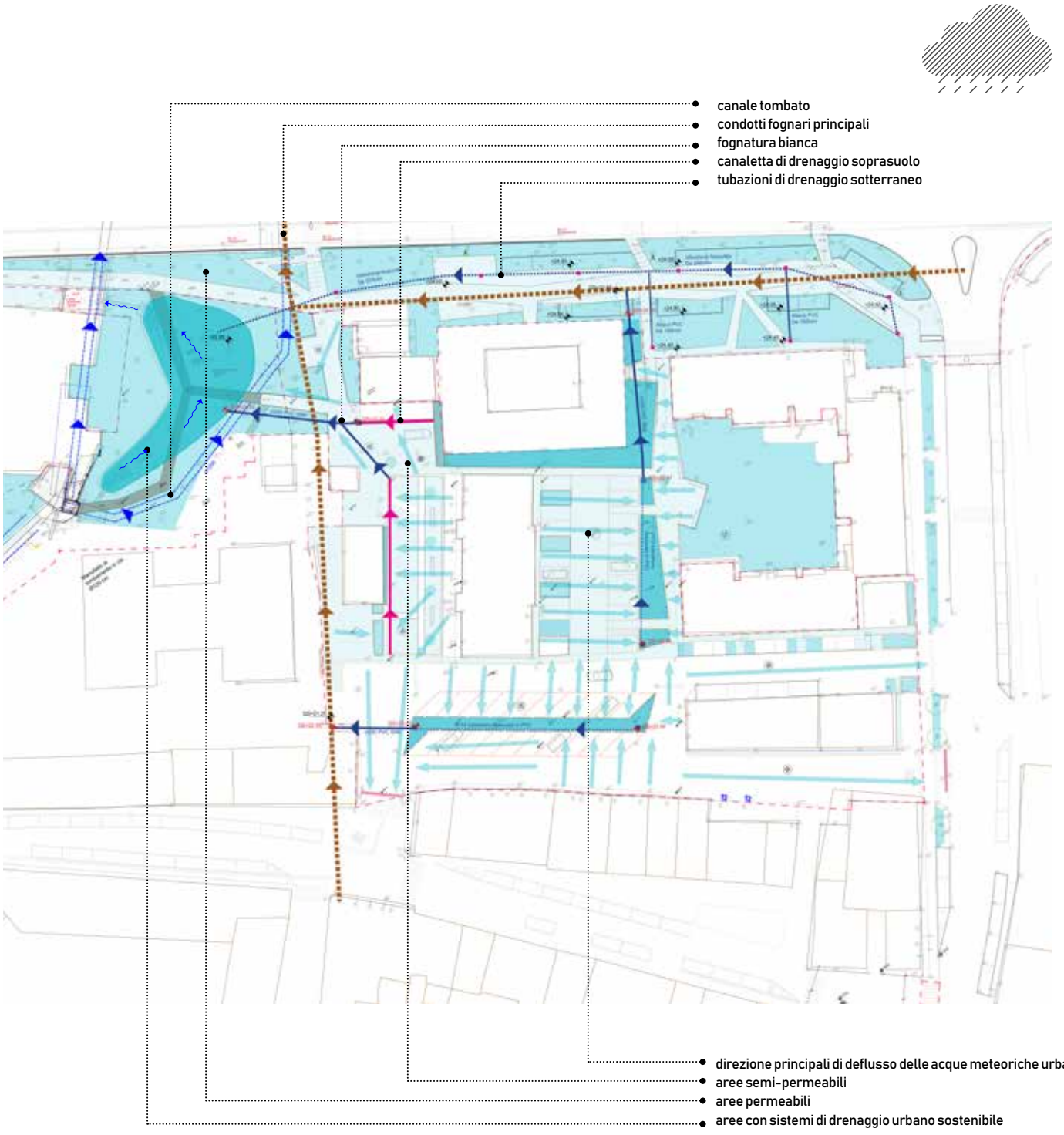


Lungo il Canale Medicina. Intervento di *Rigenerazione Urbana, Ambientale Sociale* promosso dal Comune di Medicina (BO) al bando regionale di *Rigenerazione Urbana* 2018.
Il progetto prevede il risanamento del tratto urbano del canale della bonifica, la riprogettazione degli spazi pubblici del borgo a nord del centro storico con un approccio *Nature-based* e il coinvolgimento della comunità locale per la gestione condivisa degli spazi aperti e di alcuni immobili destinati a funzioni pubbliche. Sugli spazi pubblici del borgo è stato pensato un sistema integrato di infrastrutture verdi-blu-grigie per la regolazione del calore e la gestione delle piogge.
Grazie alle pendenze dei piani stradali la pioggia viene fatta ruscellare nei giardini della pioggia e lì, grazie alla vegetazione, le acque meteoriche subiscono un trattamento di fitodepurazione prima di essere riconvogliate nel canale.
Gli interventi prevedono la realizzazione di un giardino umido di ritenzione per la fito-depurazione di tutte le acque meteoriche gravitanti nel borgo, l'introduzione di giardini della pioggia nei parcheggi per la gestione dell'acqua, un sistema continuo/ contiguo per l'ombra con la messa a dimora di nuove alberature, la creazione di una piccola piazzetta



superficie drenate e/o permeabile
prima > 30%
dopo > 65%

pedonale, la creazione di nuovi marciapiedi e percorsi ciclabili e la realizzazione di piccole sedute e attrezzature condivise ad uso degli abitanti.
Le acque meteoriche vengono gradualmente convogliate verso il giardino umido mediante tubazioni dreno-fessurate e sfruttando come vettori ex canali di scolo.
Nel giardino umido si convoglieranno le acque meteoriche di parte del quartiere e si deriverà dal canale di Medicina una quota di portata in evento di pioggia, migliorando la qualità dell'effluente in uscita dal giardino umido stesso (fito-rimedio).
Il drenaggio delle acque meteoriche del borgo è così ripensato in un'ottica NbS: l'afflusso in rete sarà rallentato grazie ad interventi capillari di desigillazione di piazze e aree a parcheggio, infiltrando, per quanto possibile, con trincee drenanti collegate alla rete scolante e creando volumi di ritenzione fino al giardino umido dell'ex mulino.
Completano l'assetto del drenaggio le fasce a verde ribassate che ricevono, trattengono e infiltrano le piogge degli spazi pubblici oggetto di *desealing*.
(Progetto: arch. Elena Farnè, ing. Raffaella Lombardi, arch. Sebastiano Sarti, agr. Paolo Gueltrini, ing. Francesco Pinosa)



La L.R. 24/2017 Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio - già richiamata nel paragrafo sulle infrastrutture verdi - si pone tra gli obiettivi quello di '*contenere il consumo di suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici, anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici*' attraverso le dotazioni ecologiche e ambientali.
Dunque, seguendo i dettami della nuova legge urbanistica due sono i livelli da trattare in materia di gestione sostenibile delle acque meteoriche urbane:

- ⇢ la QUALITÀ e quindi il possibile inquinamento generato dal deflusso sulle superfici urbane potenzialmente inquinate;
- ⇢ la QUANTITÀ e quindi in termini di sicurezza idraulica da allagamenti e ripristino dell'equilibrio del ciclo idrico naturale.

APPROCCIO STRATEGICO

In generale e alla luce di quanto esposto risulta evidente l'approccio che occorre seguire, costituito in buona sostanza dai Sistemi Urbani di Drenaggio Sostenibile (SuDS) che consentono di perseguire sia gli obiettivi di sicurezza idraulica (quantità), sia quelli di tutela ambientale (qualità).

⇢ FAVORIRE IL CICLO NATURALE DELL'ACQUA E L'INFILTRAZIONE PER LA SICUREZZA IDRAULICA ATTRAVERSO L'ATTUAZIONE DEI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (QUANTITÀ). Attraverso i SuDS si mira a mantenere o ristabilire il ciclo naturale dell'acqua, favorendo il più possibile l'infiltrazione delle acque di pioggia direttamente nel sottosuolo, scaricandone il meno possibile a valle, nell'ottica del rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica. Infatti occorre ricordare che l'acqua è una risorsa, preziosa, che gestita correttamente non deve costituire un pericolo o una criticità.
Gli interventi di rigenerazione urbana devono dunque favorire il rispetto di tale principio, attraverso le seguenti principali strategie:

- la conservazione o il ripristino di aree permeabili (*desealing*);
- il contenimento dei deflussi superficiali (attuando non solo il principio dell'invarianza idraulica, ma anche quello dell'invarianza idrologica);
- il ripristino dei fenomeni di infiltrazione naturale nel sottosuolo per ridurre l'inquinamento delle acque e favorire la ricarica delle falde.

Per quanto riguarda le modalità di smaltimento dei volumi invasati in loco, un sistema di gestione sostenibile delle acque di pioggia deve prevedere le seguenti modalità secondo l'ordine decrescente di priorità:

- mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, lavaggio di pavimentazioni stradali, acque industriali e altri usi privati;
- mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo;
- scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale;
- eventuale scarico in fognatura.

Ovviamente la possibilità di attuare tali principi è da valutare in funzione dei vincoli presenti (caratteristiche idrogeologiche del terreno, natura e qualità delle acque dilavate, vulnerabilità della falda acquifera, ecc.)
Per le caratteristiche pedologiche ed idrogeologiche dei suoli, si rimanda al paragrafo sui suoli.

⇢ IMPIEGARE SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE PER MIGLIORARE LE ACQUE DA INFILITRARE IN FALDA (QUALITÀ). Alcune buone pratiche per il progetto dei sistemi SuDS nella riduzione dell'inquinamento sono le seguenti:

- trattare il *runoff* delle acque potenzialmente inquinate quanto più possibile vicino alla fonte di inquinamento, in quanto è più facile isolare le aree potenzialmente inquinanti e gestire i punti di trattamento;
- trattare le acque di *runoff* superficiale con sistemi a cielo aperto, per sfruttare l'effetto di esposizione ai raggi UV, i fenomeni di fotolisi e volatilizzazione, facilitare le operazioni di rimozione di sedimenti, utilizzare la fitodepurazione, identificare facilmente una fallanza nel sistema ed intervenire prontamente per ripristinarne l'efficacia, ecc;
- considerare tutti i possibili contaminanti ed eventualmente prevedere una combinazione di sistemi di trattamento;
- minimizzare il rischio di rimobilizzazione dei sedimenti e altri contaminanti: si consideri ad esempio che, nel caso di effetto fitodepurativo garantito da aree vegetate filtranti, si dovrà rinnovare periodicamente lo strato filtrante (indicativamente almeno una volta ogni 10 anni) per minimizzare il rischio che gli inquinanti trattenuti siano rimobilizzati e quindi rilasciati in falda;
- considerare anche i pericoli di sversamenti accidentali.

La tipologia di inquinante è discriminante rispetto alla scelta del sistema di trattamento: ad esempio, i composti organici ed alcuni inorganici subiscono un'azione di degradazione nel passaggio attraverso il sottosuolo, a differenza dei metalli. Maggiori sono gli spessori che dovranno attraversare gli inquinanti, maggiore l'effetto di riduzione delle concentrazioni degli stessi, dove hanno luogo i processi di degradazione.

⇢ I CONTESTI DELLA RIGENERAZIONE URBANA. Va verificata la fattispecie degli interventi in prossimità di corsi d'acqua o della linea di costa, tenendo conto del contesto (residenziale o produttivo). Una volta effettuata la valutazione del rischio alluvioni da fenomeni statici (tiranti) e dinamici (ad esempio breccia arginale) o da mareggiate (livelli indicati dagli appositi strumenti di piano, da valutare in modo integrato con gli altri fenomeni della subsidenza e dell'innalzamento del livello marino per effetto dei cambiamenti climatici), sono da preferirsi soluzioni territoriali di aree di esondazione con vocazione naturalistica e paesaggistica (casse di espansione) e interventi di *waterfront* che garantiscono il raggiungimento delle opportune condizioni di sicurezza idraulica in modo più 'naturale'.

GESTIONE ACQUE METEORICHE, INFRASTRUTTURA BLU E CAM - CRITERI AMBIENTALI MINIMI

L'importanza delle *Nature-based Solutions* per la gestione delle acque meteoriche urbane è evidenziata anche nei CAM di cui al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (riferimento punti 2.2.3, 2.2.7, 2.2.8.2 e 2.2.8.3) e "Affidamento del servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del Verde di cui al DM 10 marzo 2020 (riferimento punti D.a.1, D.b.1, E.a.1, E.a.2 e H.a.2).

3 INFILTRARE LE ACQUE NEL SUOLO

Le pesanti trasformazioni urbane hanno nei decenni allontanato dal ciclo idrologico naturale e della corretta gestione dei deflussi superficiali delle acque di pioggia, riducendo la quota di evapotraspirazione dalla vegetazione e dal suolo, aumentando lo scorrimento superficiale e in particolare riducendo l'alimentazione della falda acquifera.

In questo modo si sono prodotti fondamentalmente due effetti negativi:

- l'aumento del deflusso superficiale delle acque (*runoff*), che in corrispondenza di eventi critici può costituire disagio o pericolo,
- la riduzione della funzione di ricarica della falda acquifera, che nel tempo può causare effetti indesiderati quali fenomeni siccitosi con sofferenza della vegetazione, variazioni nel comportamento meccanico dei suoli con possibili cedimenti e dissesti.

NORME DI RIFERIMENTO

La Legge Regionale 21 dicembre 2017, n. 24 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio" si pone tra gli obiettivi *"contenere il consumo di suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici, anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici"* attraverso le dotazioni ecologiche e ambientali che sono definite dall'art. 21 il quale recita:

> *"1. Le dotazioni ecologiche e ambientali del territorio sono costituite dall'insieme degli spazi, delle opere e degli interventi che concorrono, insieme alle infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti, a contrastare i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla società umana e sull'ambiente, a ridurre i rischi naturali e industriali e a migliorare la qualità dell'ambiente urbano; le dotazioni sono volte in particolare:*
> *a) alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti responsabili del riscaldamento globale; al risanamento della qualità dell'aria e dell'acqua ed alla prevenzione del loro inquinamento;*
> *b) alla gestione integrata del ciclo idrico;*
> *c) alla riduzione dell'inquinamento acustico ed elettromagnetico;*
> *d) al mantenimento della permeabilità dei suoli e al riequilibrio ecologico dell'ambiente urbano;*
> *e) alla mitigazione degli effetti di riscaldamento (isole di calore);*
> *f) alla raccolta differenziata dei rifiuti;*
> *g) alla riduzione dei rischi sismico, idrogeologico, idraulico e alluvionale."*

L'altro contesto di riferimento in materia di infiltrazione nel suolo è quello relativo al potenziale inquinamento delle acque di pioggia, le cui norme di riferimento sono:

- D. Lgs 152/2006 "Norme in materia ambientale" (disciplina nazionale);
- DGR 286/2005 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne" (disciplina regionale);
- DGR 1860/2006 "Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione GR n. 286" (disciplina regionale).

Può essere infiltrata solo acqua esente da potenziale inquinamento.

Lo strato superiore S può essere naturale (S1 terreno vegetale, topsoil) oppure minerale (S2 asfalto -S3 stabilizzato - S4 calcestruzzo - S5 pietra - S6 asfalto drenante - S7 calcestruzzo drenante - S8 calcestre).

L'infiltrazione allo strato sottostante è possibile in presenza degli strati S1 terreno vegetale, S6 asfalto drenante - S7 calcestruzzo drenante - S8 calcestre.

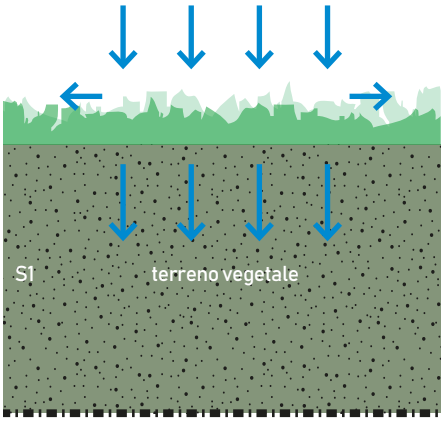
Lo strato inferiore I può presentare classi di permeabilità bassa (I1 argilla - I2 argilla limosa, limo - I3 limo, limo sabbioso, sabbia e argilla) o alta (I4 limo sabbioso, sabbia fine - I5 sabbia fine -I6 sabbia pulita, sabbia e ghiaia).

L'infiltrazione attraverso lo strato inferiore è possibile in presenza di suoli I4 limo sabbioso, sabbia fine - I5 sabbia fine -I6 sabbia pulita, sabbia e ghiaia.

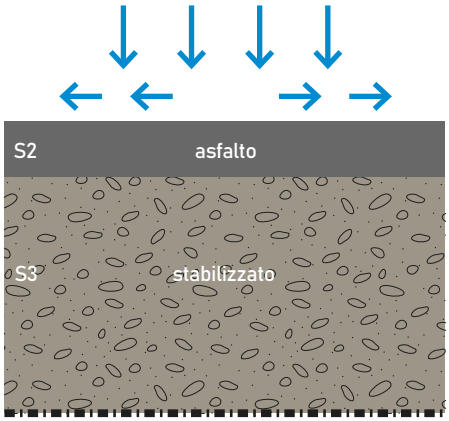
L'efficace combinazione di pavimentazioni -strato superiore S e suoli- strato inferiore I - offre la possibilità di infiltrare in falda, ripristinando anche nelle città il ciclo naturale dell'acqua.

S = STRATO DEL SUOLO

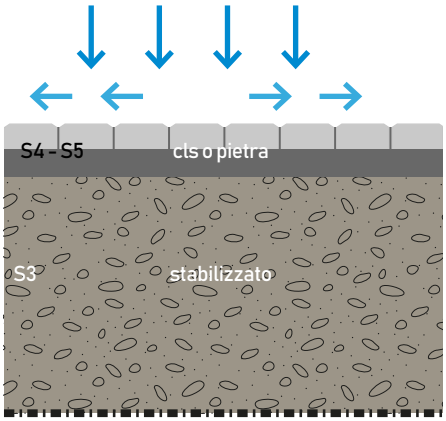
STRATO SUPERFICIALE NATURALE
TERRENO VEGETALE



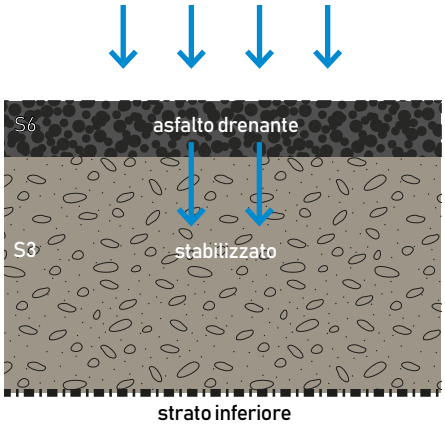
STRATO SUPERFICIALE MINERALE
PAVIMENTAZIONE IN ASFALTO



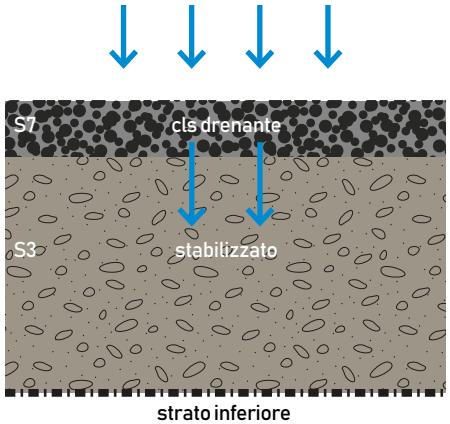
STRATO SUPERFICIALE MINERALE
PAVIMENTAZIONE IN CLS O PIETRA



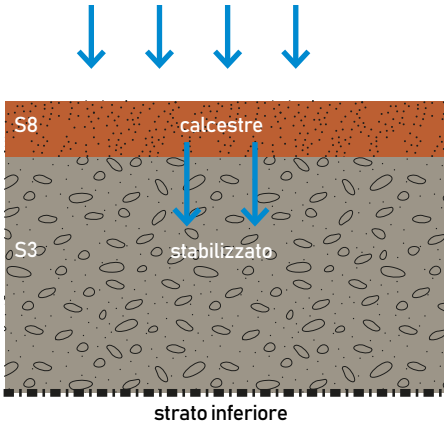
STRATO SUPERFICIALE MINERALE
PAVIMENTAZIONE IN ASFALTO DRENANTE



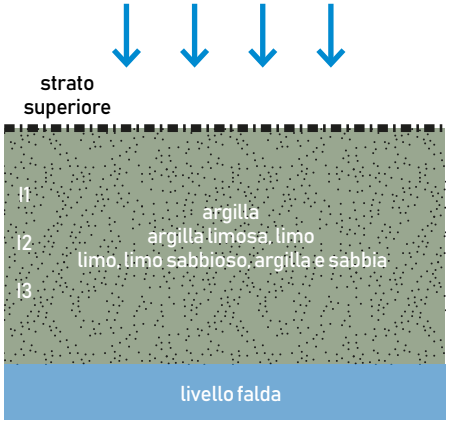
STRATO SUPERFICIALE MINERALE
PAVIMENTAZIONE IN CLS DRENANTE



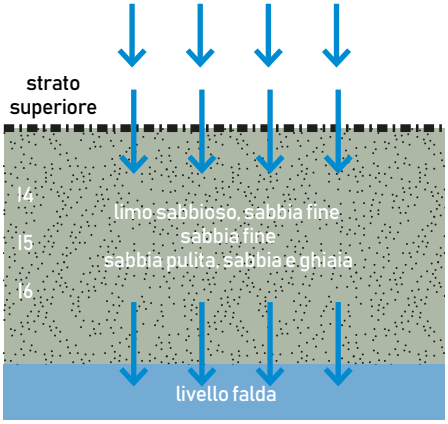
STRATO SUPERFICIALE MINERALE
PAVIMENTAZIONE IN CALCESTRE



STRATO INFERIORE
CLASSI DI PERMEABILTÀ BASSA



STRATO INFERIORE
CLASSI DI PERMEABILTÀ ALTA



APPROGGIO STRATEGICO

I sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) mirano a mantenere o ristabilire il ciclo naturale dell'acqua, favorendo dunque il più possibile l'infiltrazione delle acque di pioggia direttamente nel sottosuolo.
Un aspetto fondamentale alla base dell'efficacia di un sistema SuDS è la tipologia di suoli e sottosuoli coinvolti ed in particolare la loro capacità di infiltrazione.
L'efficacia dei sistemi SuDS scelti dipende da un elevato numero di fattori (la scelta dei sistemi di mitigazione più idonei e la corretta valutazione delle performances attese, la corretta esecuzione delle opere, la manutenzione nel tempo, ecc.), ed in particolare è strettamente dipendente dalle caratteristiche intrinseche del suolo e sottosuolo del sito di intervento.
Il suolo e sottosuolo ove si localizzano dei sistemi di drenaggio che prevedono l'infiltrazione in falda, devono essere dunque in grado di ricevere le acque dagli strati soprastanti, che potranno essere realizzati con materiali "naturali" (ad esempio nel caso di bacini di infiltrazione, trincee drenanti, ecc.) o artificiali (pavimentazioni drenanti/filtranti, ecc.), e favorire il deflusso delle acque nella falda acquifera.

Affinché il suolo sia in grado di infiltrare le portate di runoff associate agli eventi considerati, deve avere le seguenti caratteristiche:

- ⇢ SUFFICIENTE PERMEABILITÀ (tipologia del suolo)
- ⇢ ESSERE NON SATURO.

Oltre alle caratteristiche sopra dette, vi sono una serie di vincoli potenziali da considerare per la realizzazione di un sistema di infiltrazione:

- livello massimo di falda nel sito di intervento;
- rischio di instabilità del terreno o subsidenza dovute all'infiltrazione;
- rischio di instabilità di versante dovuta ai moti di infiltrazione;
- rischio di inquinamento dovuto alle acque di *runoff* con presenza di contaminanti;
- rischio di inquinamento dovuto alla mobilitazione di contaminanti esistenti nel sito.

Informazioni preliminari sull'idoneità di un sito all'infiltrazione possono essere ottenute da:

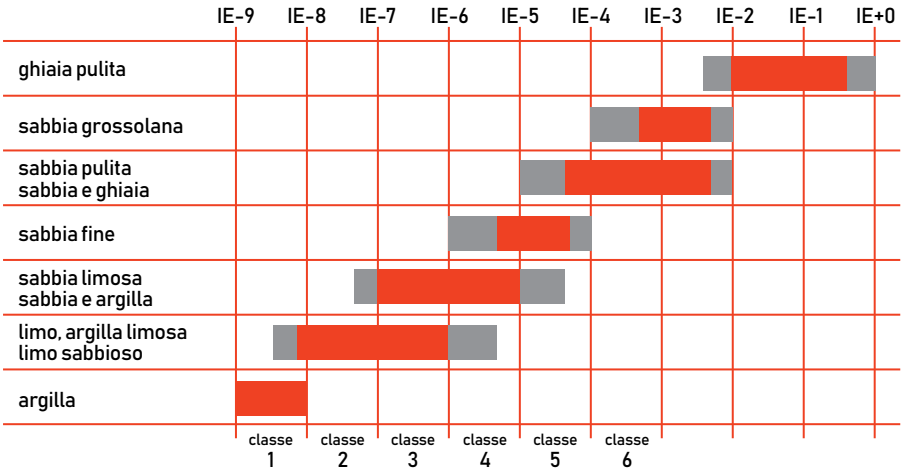
- cartografie e studi esistenti riguardo alle caratterizzazioni geologiche e idrogeologiche;
- cartografie di rischio geologico;
- misurazioni ed indagini riguardo alla contaminazione potenziale del terreno nel sito di intervento o nelle aree limitrofe;
- osservazioni e prove mediante pozzi di trivellazione e piezometri;
- caratterizzazione dell'acquifero in prossimità del sito.

⇢ VERIFICARE LA CAPACITÀ DI INFILTRAZIONE DEI SUOLI. Il tasso di infiltrazione dipende dalle proprietà intrinseche del suolo e dagli strati geologici attraverso i quali l'acqua filtra per arrivare alla falda sottostante.
La permeabilità di un suolo saturo (definita dal coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica *k*), rappresenta la sua capacità di infiltrare il fluido nel suolo stesso.
Generalmente l'infiltrazione dell'acqua nei suoli sopra il livello di falda avviene in condizioni parzialmente sature, per le quali il comportamento si approssima mediante la determinazione del tasso di infiltrazione con il parametro *k*.
Se l'acqua è libera di infiltrarsi verticalmente in un suolo insaturo, allora il tasso di infiltrazione è equivalente al coefficiente di permeabilità *k*.
La permeabilità o tasso di infiltrazione è funzione della tessitura del terreno, ed in base a questo parametro si possono suddividere i terreni in 6 classi di permeabilità, secondo la definizione introdotta dal *Soil Survey Manual* USDA riportato nella tabella seguente.

In generale, è bene escludere l'utilizzo di sistemi di infiltrazione in suoli con classi di permeabilità 1,2 e 3 (suoli con permeabilità da bassa a moderatamente bassa). In ogni caso la performance del sistema di infiltrazione deve essere valutata in fase progettuale mediante opportuni modelli di calcolo, semplificati o più approfonditi a seconda dell'importanza del sistema nella riduzione complessiva del rischio idraulico. In generale i sistemi di infiltrazione possono essere previsti in presenza di suoli di classe 4, 5 o 6.
Sul sito della Regione Emilia-Romagna è riportata la carta della Conducibilità idraulica satura (cm/h), che fornisce una prima indicazione del tasso di infiltrazione atteso.
Sono inoltre consultabili le carte delle classi tessiturali, del contenuto degli strati superficiali in argilla, sabbia, della densità apparente e dei gruppi idrologici dei suoli di pianura. Questi ultimi tengono conto, non solo della permeabilità dello strato meno permeabile, ma anche della profondità della falda.

K = coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica

CLASSE	PERMEABILITÀ	Ksat (cm/h)	Ksat (m/s)
1	Molto bassa	< 0,0036	$< 1 \bullet 10^{-8}$
2	Bassa	0,0036 – 0,036	$1 \bullet 10^{-8} \div 1 \bullet 10^{-7}$
3	Moderatamente bassa	0,036 – 0,36	$1 \bullet 10^{-7} \div 1 \bullet 10^{-6}$
4	Moderatamente alta	0,36 – 3,6	$1 \bullet 10^{-6} \div 1 \bullet 10^{-5}$
5	Alta	3,6 – 36	$1 \bullet 10^{-5} \div 1 \bullet 10^{-4}$
6	Molto alta	>36	$> 1 \bullet 10^{-4}$



Oltre alla consultazione delle cartografie tematiche, può risultare necessario e/o opportuno eseguire dei test di permeabilità del terreno in situ; la consistenza del piano di indagini di permeabilità in situ (numero e tipologia di indagini) e la sua estensione areale sono da definirsi in base al caso specifico e alla tipologia di misure adottate (infiltrazione superficiale, profonda, elementi puntuali o areali) data la forte variabilità spaziale e l'entità numerica della variazione dei parametri geologici e idrogeologici. Vi sono una grande varietà di prove in sito ampiamente utilizzate nella pratica idrogeologica, tra cui le prove mediante infiltrometro (cilindro cavo infisso nel terreno e riempito

Nello strato superiore, le differenze dipendono dai materiali impiegati
L'attività con cui tale strato superiore può essere rimosso viene chiamata sterro o scotico o fresatura.

Nello strato inferiore le differenze dipendono dalle caratteristiche geologiche
L'attività con cui tale strato può essere rimosso viene chiamata scavo.

STRATO SUPERIORE

STRATO SUPERIORE NATURALE

TERRENO VEGETALE

S1	TERRENO VEGETALE, TOPSOIL	orizzonte più superficiale e ricco in humus, nutrienti, microrganismi

STRATO SUPERIORE MINERALE

PAVIMENTAZIONE IN ASFALTO

S2	ASFALTO	strato in conglomerato bituminoso
S3	STABILIZZATO	strato in misto stabilizzato

PAVIMENTAZIONE IN CALCESTRUZZO O PIETRA (strade, percorsi ciclopedonali, piazze)

S4	CALCESTRUZZO	pavimentazione in calcestruzzo
S5	PIETRA	pavimentazione in pietra
S3	STABILIZZATO	strato in misto stabilizzato

PAVIMENTAZIONE IN ASFALTO DRENANTE (strade, marciapiedi, piazze)

S6	ASFALTO DRENANTE	strato in conglomerato bituminoso drenante
S3	STABILIZZATO	strato in misto stabilizzato

PAVIMENTAZIONE IN CALCESTRUZZO DRENANTE (strade, percorsi ciclopedonali, piazze)

S7	CALCESTRUZZO DRENANTE	pavimentazione in calcestruzzo drenante
S3	STABILIZZATO	strato in misto stabilizzato

PAVIMENTAZIONE IN CALCESTRE (strade, marciapiedi, piazze)

S8	CALCESTRE	pavimentazione in calcestre drenante
S3	STABILIZZATO	strato in misto stabilizzato

STRATO INFERIORE

TERRENO NATURALE PRESENTE IN SITO

CLASSE DI PERMEABILITÀ BASSA

I1	permeabilità molto bassa	argilla
I2	permeabilità bassa	argilla limosa, limo
I3	permeabilità moderatamente bassa	limo, limo sabbioso, sabbia e argilla

CLASSE DI PERMEABILITÀ ALTA

I4	permeabilità moderatamente alta	limo sabbioso, sabbia fine
I5	permeabilità alta	sabbia fine, sabbia pulita
I6	permeabilità molto alta	sabbia, sabbia e ghiaia

d'acqua fino ad un determinato battente), la prova Lefranc (in foro di sondaggio), con piezocono (CPTU), dilatometro, prove di pompaggio.[3]
Possono inoltre essere condotte analisi più specifiche in laboratorio, generalmente non necessarie. La tessitura del sottosuolo può essere definita mediante apposite prove geognostiche, quali ad esempio sondaggi a carotaggio continuo, durante i quali vengono estratte delle carote di terreno che permettono di determinare la stratigrafia del sottosuolo.

VERIFICARE IL LIVELLO DI FALDA

Il livello di falda deve essere indagato al fine di verificare che il mezzo di infiltrazione sia posto ad almeno 1 m sopra il massimo livello di falda, in modo tale da garantire una sufficiente profondità di suolo insaturo per incrementare la performance di infiltrazione e proteggere dall'eventuale inquinamento la falda sottostante.

VALUTARE IL RISCHIO DI INSTABILITÀ DEL TERRENO O SUBSIDENZA

È da verificare la mancanza di rischio di instabilità, dovuto ad esempio alla presenza di pareti di sostegno, versanti, rilevati in terreno poco consolidato, o pericolo di subsidenza e conseguenti fenomeni di instabilità di edifici e altre strutture.
In generale ed in particolare in tali casi è importante analizzare la natura del terreno, verificando la assenza di argille rigonfianti, il comportamento del terreno in condizioni sature, l'eventuale effetto di dilavamento delle particelle fini sulla stabilità del terreno, nonché l'eventuale liquefacibilità.

VALUTARE IL RISCHIO DI INQUINAMENTO IN SITO CONTAMINATO

In presenza di siti contaminati, è molto importante analizzare mediante indagini ad hoc l'esatta collocazione spaziale e la distribuzione verticale dei contaminanti rispetto al posizionamento dei sistemi di infiltrazione, in modo da posizionare questi ultimi ad una distanza adeguata; è importante indagare anche la natura dei contaminanti e se questi possano essere mobilizzati e dilavati dalle acque di infiltrazione.
L'utilizzo di geomembrane verticali posizionate sul perimetro dell'elemento infiltrante può essere adottato per minimizzare il rischio di percorsi orizzontali di filtrazione nel suolo contaminato circostante. Normalmente sono sconsigliati i sistemi di infiltrazione in siti contaminati.

VALUTARE IL RISCHIO DI INQUINAMENTO DELLE ACQUE DI *RUNOFF*

Nel caso in cui le acque di *runoff* superficiale siano potenzialmente inquinate, è necessario progettare dei sistemi di trattamento fisico o biochimico di depurazione a monte dell'ingresso nelle strutture di infiltrazione nel sottosuolo, o adottare altre misure di mitigazione del rischio.
Tali sistemi di trattamento sono realizzati nella pratica comune con sistemi di vasche di prima pioggia prefabbricate o realizzate in opera, ma è possibile utilizzare anche altri sistemi di gestione sostenibile, che sfruttano in particolare la fitodepurazione.

INFILTRAZIONE E CAM - CRITERI AMBIENTALI MINIMI

L'importanza dell'infiltrazione delle acque nel suolo è evidenziata anche nei CAM Criteri Ambientali Minini di cui al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (riferimento punti 2.2.3, 2.2.7 e 2.2.8.2) e "Affidamento del servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del Verde di cui al DM 10 marzo 2020, che tratta in qualche modo i temi della restituzione dell'acqua al suolo (riferimento punti D.a.1, D.b.1, E.a.1, E.a.2 e H.a.2).

3 - Sitografia:
Carta delle classi tessiturali, del contenuto di argilla, di sabbia, della densità apparente, della conducibilità idraulica satura, dei gruppi idrologici, cartografia delle piezometrie e qualità delle acque sotterranee (*https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/proprieta-e-qualita-dei-suoli/proprieta-fisico-idrologiche-suoli*)
Carta geologica in scala 1:10.000 della regione Emilia-Romagna (*https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis*)

Cartografia delle prove geognostiche della regione Emilia-Romagna (*https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis*)
"Soil survey Manual", marzo 2017 USDA (U.S. Department of Agriculture) - Handbook No. 18 (*https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/scientists/?cid=nrcs142p2_054262*)

4 GESTIRE LE TERRE E ROCCE DA SCAVO

In tutti i cantieri edili vengono prodotti 'scarti' ossia materiali che, da una prima tradizionale lettura, non appaiono più utilizzabili nel cantiere stesso e che pertanto richiedono un allontanamento dal luogo di produzione per un nuovo destino, spesso di complessa individuazione.

Questo vale sia che si tratti di cantieri di nuova costruzione, sia che si tratti di interventi di rigenerazione urbana e desigillazione del suolo minerale oggetto di recupero. Ciascun singolo cantiere, con il proprio titolo edilizio e con la propria specifica peculiarità si trova a dover gestire materiali, terreni o rocce da scavo, macerie, sottoprodotti, rifiuti con la relativa complessità di inquadramento dei limiti di batteria, a volte incerti, nonché dei relativi e certi costi conseguenti.

La desigillazione del suolo urbano da restituire, ove possibile, all'originario assetto naturale ante trasformazione è premiante sotto tutti gli aspetti e per le finalità delle *Nature-based Solutions* (NbS) e dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SuDS), ma va accompagnata adeguatamente per una corretta gestione nel complesso quadro di riferimento normativo, che molto spesso spinge all'interpretazione più 'cautelativa' o più 'conveniente', senza considerare le opportunità che si stanno aprendo in seno all'economia circolare, al riuso e all'introduzione degli appalti verdi.

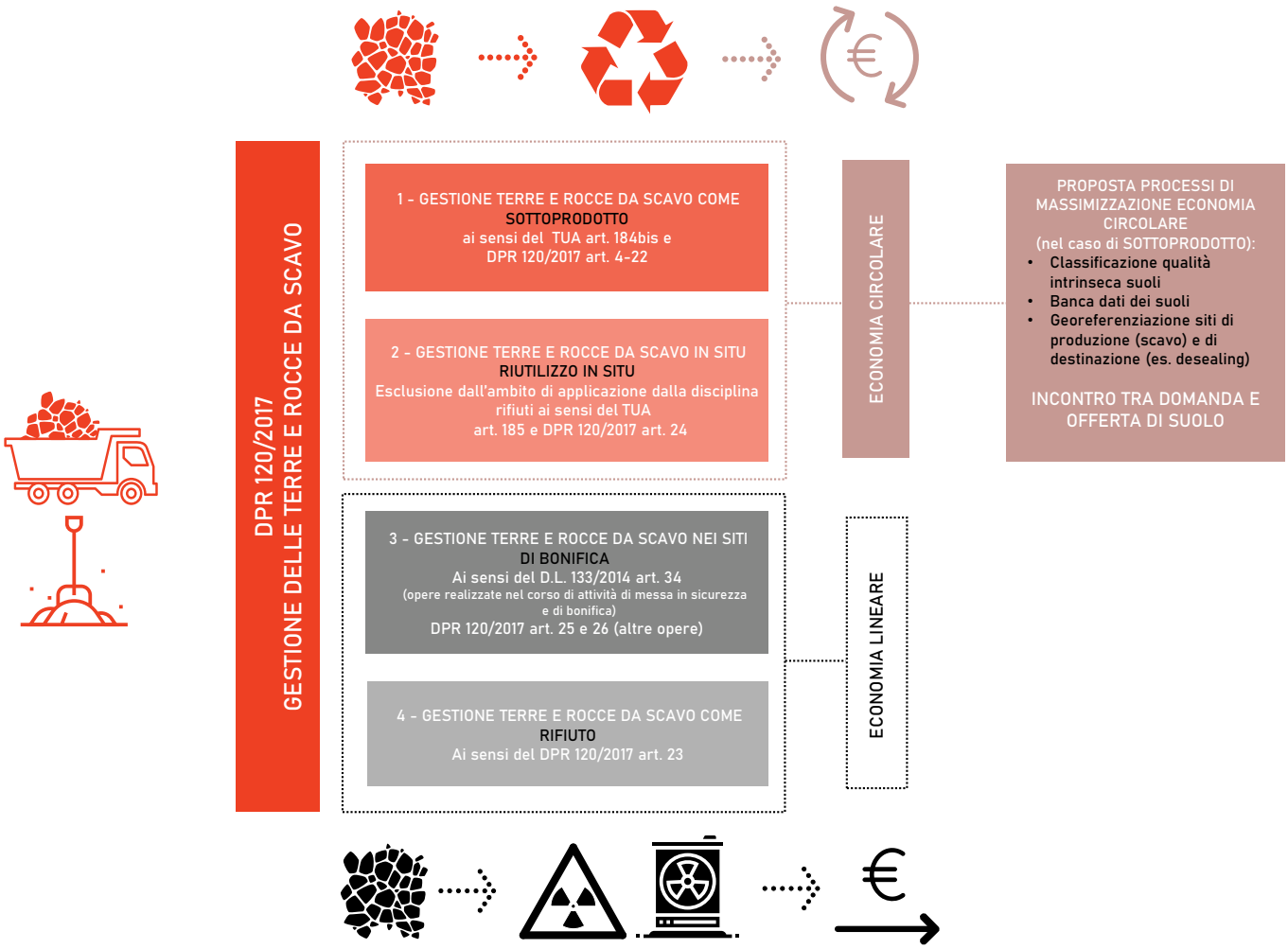
NORME DI RIFERIMENTO

La disciplina delle terre e rocce da scavo prodotte nei cantieri è regolamentata dal D.Lgs. 152/2006, dal REGOLAMENTO RECANTE LA DISCIPLINA SEMPLIFICATA DELLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO (DPR 120/2017), dalla L.R. 24/2017 Disciplinare regionale sulla tutela e l'uso del territorio.
In particolare, il DPR 120/2017 suddivide le terre e rocce da scavo in 4 macrocategorie, definendone nei vari casi le modalità di gestione:

- la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti;
- la gestione delle terre e rocce da scavo esclusi dall'ambito di applicazione della disciplina rifiuti, con riutilizzo *in situ*;
- la gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica;
- la gestione delle terre e rocce da scavo come rifiuto.

Il punto di partenza nella normativa italiana consiste dunque nel distinguere se il suolo venga considerato come terre e rocce da scavo o come rifiuto. A tal fine è discriminante la definizione di sottoprodotto (vedasi D.Lgs. 152/06 Norme in materiale ambientale al c.1 art. 184bis, e DPR 120/2017 comma 2 art. 4).
Oltre a ciò si aggiungono i due ulteriori casi dei suoli riutilizzati nel sito di produzione esclusi dalla disciplina dei rifiuti e quello dei suoli provenienti dai siti oggetto di bonifica.

Il soddisfacimento dei criteri ambientali per la classificazione delle terre come sottoprodotti da utilizzarsi in altro sito o per il riutilizzo nel medesimo sito di produzione viene verificato attraverso la caratterizzazione ambientale delle terre, preventiva all'esecuzione del cantiere, e se i suoli sono conformi alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) e, in caso di superamento, la conformità al valore di fondo naturale.
Si sottolinea inoltre che, al fine di qualificare le terre e rocce da scavo (TRS) come sottoprodotti,



come riportato al comma 3 dell'art. 4 del DPR 120/2017, *"nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso*".
Nel caso di attività di rigenerazione urbana con desigillazione delle superfici impermeabili esistenti, questa condizione può spesso non essere verificata, in quanto può esservi un contributo antropico del materiale di riporto anche significativo e deve quindi essere verificata caso per caso secondo la metodologia dell'Allegato 10 del DPR.
In ogni caso, si vuole segnalare che, anche qualora il materiale di scavo non rientri nella categoria delle terre e rocce da scavo, può essere gestito come sottoprodotto, se soddisfa le condizioni di cui all'art. 184-bis del TUA - fattispecie tuttavia difficilmente verificabile - o riutilizzato in situ se conforme alle specifiche normative vigenti, con evidente riduzione da parte dell'impresa dei costi di gestione e smaltimento e conseguentemente riduzione dei costi anche per la stazione appaltante.

Il decreto dunque favorisce il riutilizzo delle terre e rocce da scavo nei siti di intervento o in altro sito, previa caratterizzazione ambientale delle terre, muovendosi nella direzione di ridurre il quantitativo di terre e rocce da scavo destinate ad essere trattate come rifiuto.

La gestione delle terre e rocce da scavo generate da un cantiere, se affrontata in sinergia tra tutti gli attori coinvolti (imprese, comuni e enti di controllo), può avvenire secondi i principi dell'economia circolare – e non dell'economia lineare tradizionale – facilitando l'incontro tra domanda e offerta di materiale / sottoprodotto, previa la necessaria caratterizzazione.

APPROCCIO STRATEGICO

Oltre a ridurre la produzione di suolo trattato come rifiuto, seguendo i dettami della vigente normativa, è fondamentale gestirne al meglio il riuso nelle aree urbane o periurbane, ovvero identificare le destinazioni e gli usi più idonei in funzione delle caratteristiche intrinseche dei suoli (sia scavati, sia di destinazione).

Infatti, il principio fondamentale è che più si mantengono inalterate le caratteristiche di partenza del *topsoil* (orizzonte di suolo più superficiale, più ricco di humus e di nutrienti, microrganismi e apparati radicali), più si ha la possibilità di mantenerne intatti i servizi eco-sistemici favorendo la formazione di nuovo suolo. Al tal fine si propone di associare alla caratterizzazione ambientale già prevista dalla normativa, una caratterizzazione agronomica (di tipo qualitativo) del terreno, da attuarsi anch'essa prima dello scavo, che è funzione in particolare delle caratteristiche di tessitura (classe granolumetrica), del contenuto di nutrienti (N, P2O5, K2O) e del contenuto di sostanza organica.

⇢ IDENTIFICARE LA QUALITÀ DELLE TERRE E SCEGLIERE UN SITO DI DESTINAZIONE IDONEO AL LORO RIUTILIZZO. Si porta a titolo di esempio il British Standard N.3882:1994, che classifica il topsoil secondo 3 livelli di qualità: premium, media e bassa. Ognuno dei 3 livelli presuppone un determinato riutilizzo del materiale di scavo:

- ⇢ qualità premium: *topsoil* naturale. Senza presenza di materiale di riporto, con alta fertilità intrinseca, tessitura franca e ben strutturato; può essere riutilizzato per le situazioni più esigenti, come in serre, giardini, aree destinate a siti paesaggistici, ecc.; non è necessario nella gran parte delle applicazioni;
- ⇢ qualità media: orizzonte con caratteristiche di fertilità, tessitura e struttura medie, nonché topsoil di alta qualità deteriorati a causa di una gestione scadente, e topsoil con presenza di materiale di riporto. Può essere utilizzato per agricoltura di buona qualità, silvicoltura, ortocoltura, rispristini ambientali, aree verdi piantumate;
- ⇢ qualità bassa: orizzonte con caratteristiche inferiori, subsoil selezionati oppure sedimenti adatti alla crescita delle piante. Risultano adatti per realizzare aree di conservazione della fauna, boschi, prati, terreni agricoli a bassa produttività.

La caratterizzazione agronomica può essere svolta sia mediante un rilievo pedologico (ad esempio, nel caso di grandi cantieri ove l'entità complessiva dell'opera rende i relativi costi sostenibili) o, nel caso di cantieri di dimensioni ridotte o per i quali il costo di un rilievo pedologico non sia sostenibile, facendo riferimento a cartografie sviluppate sulla base della carta dei suoli, della dotazione in sostanza organica, del contenuto di nutrienti, della tessitura, della carta geologica.

In caso di cantieri di piccola entità non occorrono prove, ma solo la consultazione delle carte tematiche disponibili, che anche gli Uffici Comunali sono in grado di verificare senza consulenze tecniche specifiche. Si riportano in appendice i riferimenti delle cartografie per caratterizzare qualitativamente il suolo.

⇢ SCEGLIERE IL SITO DI DESTINAZIONE (CON L'AUSILIO DELLA BANCA DATI SE DISPONIBILE).

Una volta definiti i possibili riusi del terreno scavato, è necessario scegliere il sito di destinazione.

- ⇢ È efficace a tal riguardo l'utilizzo di una banca dati informatica pubblica. La piattaforma può essere gestita ad esempio dalle Amministrazioni comunali e deve mettere a disposizione un database georeferenziato dei siti di destinazione e intermedi e delle relative caratteristiche dei suoli richieste.

In questo modo si favorirebbe l'incrocio tra la domanda (richiesta di suoli, ad esempio per gli interventi di *desealing* e di rigenerazione urbana) e l'offerta (produzione di suoli con determinate caratteristiche di qualità) massimizzando il principio di economia circolare. Le amministrazioni

pubbliche devono quindi avere un ruolo di primo piano in tale processo, gestendo e controllando in modo informatizzato l'iter procedimentale e di cantiere della gestione delle terre e rocce da scavo ed identificando i possibili siti di destinazione. Le stesse Amministrazioni devono incentivare il meccanismo di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, anche attraverso la promozione di opportune convenzioni pubblico-privato per la realizzazione delle preventive analisi e caratterizzazioni qualitative dei suoli e l'individuazione concertata dei siti di destinazione..

⇢ APPLICARE I CAM (CRITERI AMBIENTALI MINIMI) NEGLI APPALTI PUBBLICI. Un meccanismo incentivante ai fini del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è l'applicazione dei CAM (Criteri Ambientali Minimi) negli appalti pubblici. Il D.M. del 24/12/2015 definisce i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per le diverse categorie merceologiche indicate nel PAN GPP 'Piano di azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della PA' (adottato con Decreto interministeriale del 11/04/2009 e aggiornato con Decreto del 10/04/2013), e di cui costituisce parte integrante.
I Criteri Ambientali Minimi sono indicazioni di carattere tecnico per aiutare la Pubblica Amministrazione ad effettuare acquisti, individuando prodotti, servizi e opere che producano un minore impatto ambientale. Ad oggi sono stati adottati CAM per 18 categorie di forniture e affidamenti, e tra i CAM in via di definizione vi è anche 'Servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione e manutenzione di strade', per il quale la Commissione Europea ha già prodotto il documento con le relative Linee guida.
Il documento di lavoro dei servizi della Commissione Europea, relativo ai 'Criteri dell'UE per gli appalti pubblici verdi in materia di progettazione, costruzione e manutenzione stradale' di data giugno 2016 (scaricabile dal sito della Commissione Europea ec.europa.eu), riporta nelle linee guida di approccio per gli appalti pubblici verdi i seguenti elementi significativi in tema di terre e rocce da scavo:

- ⇢ progettare e gestire il sito per massimizzare il riutilizzo in loco dei materiali di scavo e del terreno (compreso lo strato superiore del terreno);
- ⇢ massimizzare il riutilizzo/riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione e dei rifiuti derivanti da altri processi industriali e utilizzare materiali da costruzione con un elevato contenuto riciclato o riutilizzato, compresi i sottoprodotti.

L'amministrazione pubblica, nella fase di aggiudicazione delle gare d'appalto, deve avere un approccio premiante nei confronti di tali aspetti, in particolare di riutilizzo dei terreni (in sito o in quanto sottoprodotti), nel rispetto del principio dell'economia circolare.
Nelle tabelle a seguire si riportano due diagrammi di flusso che riepilogano le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo nei casi di riutilizzo in sito e di utilizzo come sottoprodotti, identificando sia gli elementi normativi della disciplina delle terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017, sia le proposte di miglioramento del processo di gestione delle TRS da attuare mediante l'azione congiunta delle Amministrazioni pubbliche e dei soggetti privati che realizzano l'opera.

TERRE E ROCCE DA SCAVO E CAM - CRITERI AMBIENTALI MININI

L'importanza della gestione delle terre e rocce da scavo secondo i principi dell'economia circolare è evidenziata anche nei CAM Criteri Ambientali Minini di cui al Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (riferimento punti 2.5.1, 2.5.5 e 2.6.4) e "Affidamento del servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del Verde di cui al DM 10 marzo 2020, che tratta marginalmente i temi delle terre e rocce da scavo (riferimento punti D.a.1, D.b.1, E.a.1, E.a.2 e H.a.2).



1 - GESTIONE TERRE E ROCCE DASCAVO SOTTOPRODOTTO

ai sensi del T.U.A. art. 184-bis e D.P.R. 120/2017 art. 4-22

REQUISITI: suolo escavato non contaminato o altro materiale naturale utilizzato in un sito diverso da quello di produzione che rispetta i requisiti di cui all'art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 (SOTTOPRODOTTO) o di cui all'art. 184- ter (CESSAZIONE DELLA QUALIFICA DI RIFIUTO)

1. CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO DA SCAVARE

< 6.000 mc — CANTIERE DI PICCOLE DIMENSIONI Capo I D.P.R. 120/2017

CANTIERE DI GRANDI DIMENSIONI — > 6.000 mc

- Non soggetto a VIA/AIA Capo IV D.P.R. 120/2017
- Soggetto a VIA/AIA Capo II D.P.R. 120/2010

2. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE Allegati 1, 2 e 4 D.P.R. 120/2017
Verifica analitica del rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione CSC

ECONOMIA LINEARE

- NON CONFORME CSC SITO DI DESTINAZIONE E NON CONFORME A VALORE FONDO NATURALE SITO DI DESTINAZIONE → Terra e rocce classificate **RIFIUTO**
- NON CONFORME CSC SITO DI DESTINAZIONE MA CONFORME A VALORE FONDO NATURALE SITO DI DESTINAZIONE → PIANO DI INDAGINE E PIANO DI UTILIZZO CONDIVISI CON ARPAE

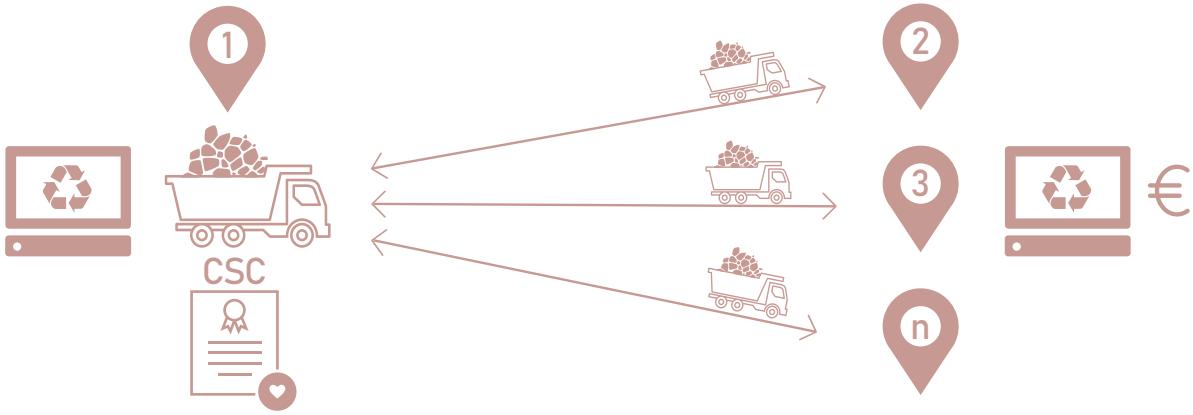
ECONOMIA CIRCOLARE

- CONFORME CSC SITO DI DESTINAZIONE
- CARATTERIZZAZIONE QUALITÀ INTRINSECA SUOLI
- EVENTUALE TRATTAMENTO DEL TERRENO CON AMMENDANTI O FERTILIZZANTI
- CONSULTAZIONE BANCA DATI DEI SITI DI DESTINAZIONE (RICHIESTA DI SUOLO)
- IDENTIFICAZIONE SITI DI DESTINAZIONE PIÙ IDONEI

RIUTILIZZO IN ALTRO SITO

- Cantiere di piccole dimensioni DICHIARAZIONE DI UTILIZZO Art. 21 D.P.R. 120/2017 -> ALL. 6
- Cantiere di grandi dimensioni non soggetto a VIA/AIA DICHIARAZIONE DI UTILIZZO Art. 21 D.P.R. 120/2017 -> ALL. 6
- Cantiere di grandi dimensioni soggetto a VIA/AIA PIANO DI UTILIZZO Art. 9 D.P.R. 120/2017 -> ALL. 5

3. DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO
Art. 7 D.P.R. 120/20170



Come si vede dal diagramma di flusso relativo ai sottoprodotti, si è indicato il percorso proposto, e di seguito riepilogato, dove in arancio si evidenziano i passaggi proposti a completamento dell'iter normativo previsto:
1) definizione del volume di scavo e identificazione della tipologia di cantiere (grandi dimensioni, piccole dimensioni, soggetto o non soggetto a VIA/AIA);
2) caratterizzazione ambientale del suolo (definita dal DPR 120/2017);
2A) caratterizzazione agronomica: caratterizzazione della qualità intrinseca del suolo mediante l'esecuzione di un rilievo pedologico (grandi cantieri) o la consultazione delle cartografie disponibili (piccoli cantieri); qualora il terreno abbia caratteristiche scadenti o medie, in funzione della destinazione d'uso individuata sarà possibile eseguire un trattamento con ammendanti o fertilizzanti per migliorarne le caratteristiche qualitative;
2B) consultazione di una banca dati gestita dalle amministrazioni comunali in cui sia possibile verificare i possibili siti di destinazione in cui vi sia "richiesta di suolo" e le relative caratteristiche qualitative richieste per il riutilizzo in tale sito;
2C) identificazione dei siti di destinazione più idonei al riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte in funzione della caratterizzazione agronomica delle stesse (punto 2A) e della richiesta di suolo (quantitativa e qualitativa) verificata al punto 2B;
3) riutilizzo del suolo escavato nel sito di destinazione scelto, secondo le modalità definite dal DPR/2017.



2 - GESTIONE TERRE E ROCCE RIUTILIZZO IN SITU

Esclusione dall'ambito di applicazione dalla disciplina rifiuti
ai sensi del T.U.A. art. 185 e D.P.R. 120/2017 art. 24
REQUISITI: non contaminazione (comma 1 art. 24 D.P.R. 120→ Allegato 4), Riutilizzo allo stato naturale, Riutilizzo nello stesso sito (comma 1 art. 24 D.P.R. 120)

CANTIERE DI QUALSIASI DIMENSIONE

1. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE Allegati 1, 2 e 4 D.P.R. 120/2017
Verifica analitica del rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione CSC

ECONOMIA LINEARE

NON CONFORME CSC SITO DI DESTINAZIONE E NON CONFORME A VALORE FONDO NATURALE SITO DI DESTINAZIONE

Terra e rocce classificate
RIFIUTO

NON CONFORME CSC SITO DI DESTINAZIONE MA CONFORME A VALORE FONDO NATURALE SITO DI DESTINAZIONE

PIANO DI INDAGINE E PIANO DI UTILIZZO CONDIVISI CON ARPAE

ECONOMIA CIRCOLARE

CONFORME CSC SITO

RIUTILIZZO IN SITU

Cantiere di qualsiasi dimensione NON SOGGETTI A VIA/AUA
Non serve alcuna comunicazione

Cantiere di qualsiasi dimensione soggetto a VIA/AIA
PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO IN SITU
Art. 24 D.P.R. 120/2017 -> Allegato 4



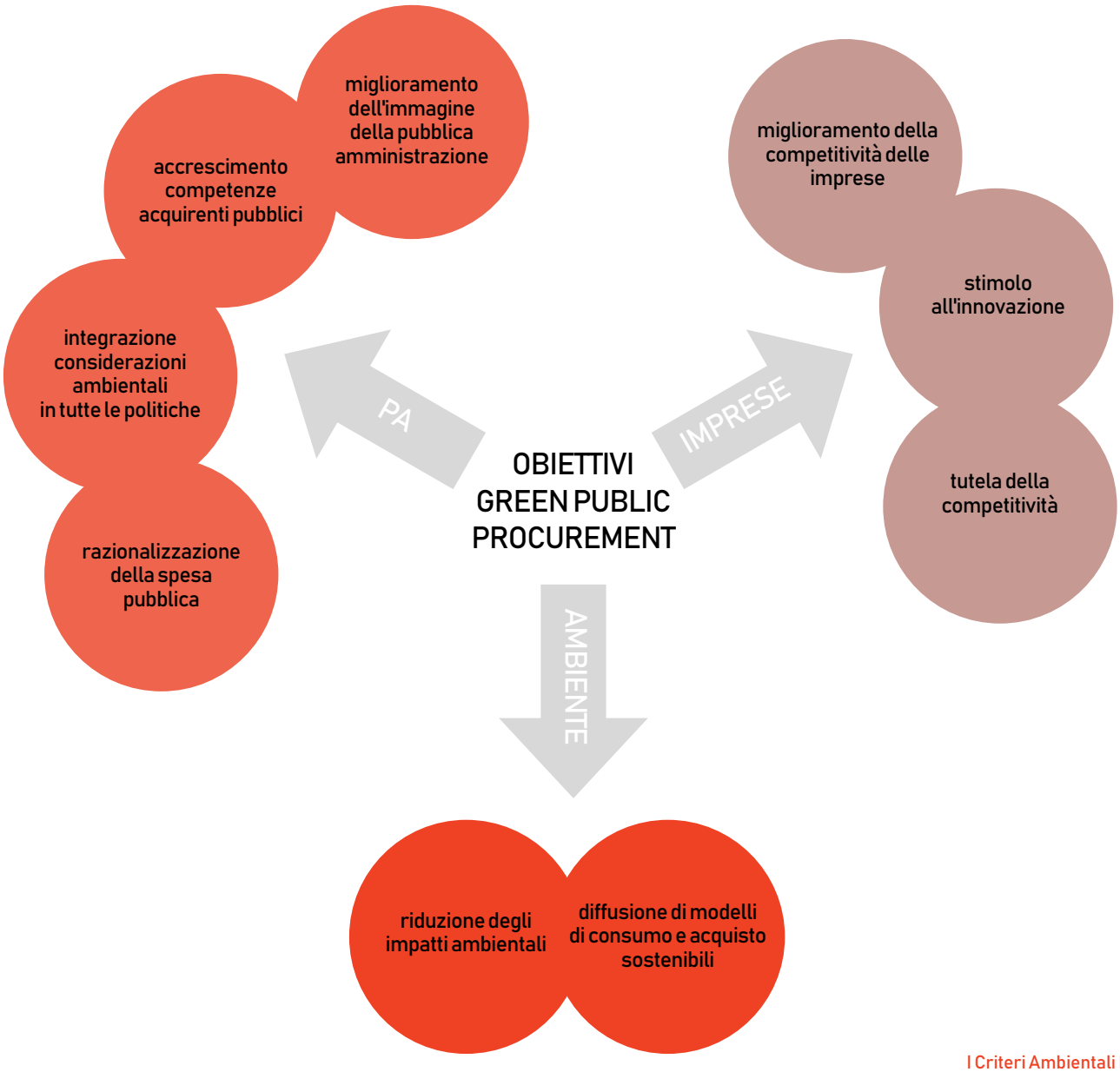
Si sta registrando in Italia e in particolare nei cantieri di rigenerazione urbana, ossia nei contesti ove si opera su spazi pubblici, fabbricati pubblici e paesaggio urbano, la produzione di materiale di risulta dallo scavo, dal *desealing* e dalle demolizioni, che genera flussi materici anche importanti e molto diversi a seconda delle caratteristiche e del destino. Al riguardo e fin dalla fase della progettazione vanno innescate tutte le possibili simbiosi entro il cantiere stesso o tra i contigui interventi di rigenerazione e recupero del territorio comunale. Effettuata l'adeguata e preventiva campagna analitica di caratterizzazione delle TRS, va privilegiato il riutilizzo dei materiali prodotti da un'attività del cantiere (ad esempio il terreno di scavo derivante dalla creazione di un giardino umido con capacità di fitodepurazione) per un'atra finalità dello stesso cantiere o del cantiere di destino (ad esempio per preparare il suolo alla messa a dimora di verde urbano post *desealing*).

5 ELEVARE I REQUISITI AMBIENTALI E PRESTAZIONALI DELLE OPERE PUBBLICHE

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di ideazione, acquisto, realizzazione e utilizzo di un bene o componente e sono volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo l'intero ciclo di vita.
I CAM sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e sono adottati con Decreto del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare.
La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.
In Italia, infatti, l'efficacia dei CAM è stata sancita dal D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.Lgs 56/2017), il quale all'art. 34 "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.
Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili e nel diffondere l'occupazione "verde" e l'economia circolare.
Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all'esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.
Al momento, sono stati adottati CAM per 18 categorie di forniture ed affidamenti: arredi per interni, arredo urbano, ausili per l'incontinenza, calzature da lavoro e accessori in pelle, carta, cartucce, apparecchiature informatiche da ufficio, edilizia "affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (approvato con DM 11 ottobre 2017), illuminazione pubblica (fornitura e progettazione), illuminazione pubblica (servizio), illuminazione, riscaldamento/raffrescamento per edifici, pulizia per edifici, rifiuti urbani, ristorazione collettiva, sanificazione strutture sanitarie, stampanti, tessili, veicoli, verde pubblico (aggiornamento approvato con DM 10 marzo 2020).
Altri CAM in corso di definizione sono: servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione e manutenzione di strade, servizio di lavanolo e prodotti tessili, servizio di pulizia, servizio di sanificazione per strutture sanitarie e fornitura di prodotti detergenti e per l'igiene, servizio gestione rifiuti urbani, servizio trasporto pubblico e veicoli adibiti a trasporto su strada, oltre al CAM in corso di adozione servizio di ristorazione collettiva e fornitura derrate alimentari.

Non esiste quindi al momento un CAM specifico che possa guidare la Pubblica Amministrazione nel processo della rigenerazione degli spazi pubblici attraverso l'impiego delle Nature Based Solutions. Il CAM più indicato come temi trattati è il CAM EDILIZIA "Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (approvato con DM 11 ottobre 2017), del quale vengono analizzati i punti più attinenti alle linee guida, compendiati ove pertinente con il documento di lavoro della Commissione Europea BOZZA CAM STRADE, relativo ai 'Servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione e manutenzione di strade' di data giugno 2016 (scaricabile dal sito della Commissione Europea ec.europa.eu) e con il recente aggiornamento del CAM VERDE relativo al 'Servizi di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde e lavori per la nuova costruzione e manutenzione di strade' pubblicato con DM 10 marzo 2020. Si riportano alcuni principi tratti dal CAM VERDE ex DM 10 marzo 2020 in quanto sono applicabili al processo di rigenerazione degli spazi urbani attraverso l'impiego delle Nature Based Solutions.
In particolare, nel DM 10 marzo 2020 in premessa viene chiarito che il CAM VERDE costituisce la revisione del precedente DM 13 dicembre 2013 *"in ragione dell'evoluzione della normativa nel frattempo intervenuta sulla protezione del capitale naturale e sul valore dei servizi ecosistemici*





I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente volti ad indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti fornendo indicazioni per l'individuazione di soluzioni progettuali, prodotti o servizi migliori sotto il profilo ambientale.

e della necessità di adottare un approccio sistemico, integrato affrontando la gestione del verde pubblico nell'ambito di una visione strategica del ruolo che lo stesso può avere per l'ambiente urbano e per la collettività" e si pone come obiettivo "incrementare e valorizzare il patrimonio del verde pubblico, considerati i noti e importanti benefici sulla salute umana e sull'ambiente, mediante un approccio sistematico, integrato ed innovativo alla gestione del verde intesa sia come manutenzione dell'esistente e sua valorizzazione e sia come realizzazione del nuovo, applicando una logica di sistema con una visione olistica proiettata sul lungo termine piuttosto che mirata all'immediato e alla gestione delle emergenze".

Per queste ragioni si ritiene di grande interesse che la Pubblica Amministrazione possa disporre di uno specifico CAM che, con approccio integrato e multidisciplinare, tratti il processo della rigenerazione degli spazi pubblici attraverso l'impiego delle *Nature-based Solutions*.
Si sta pertanto lavorando al riguardo ad un'apposita pubblicazione elettronica con collegamenti ipertestuali in appendice alle presenti linee guida.

Con riferimento ai temi della rigenerazione degli spazi pubblici attraverso l'impiego delle Nature Based Solutions, è stata operata una selezione dei punti più significativi trattati dal cosiddetto CAM EDILIZIA, coordinato con la bozza del CAM STRADE e con il CAM VERDE, di seguito riportati.

2.2 SPECIFICHE TECNICHE

2.2.1 Inserimento naturalistico e paesaggio CAM EDILIZIA

2.2.2 Sistemazione aree a verde CAM EDILIZIA
B5. Piano di ripristino e integrazione ambientale Bozza CAM STRADE
F. Criteri ambientali minimi per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico - materiale florovivaistico CAM VERDE

2.2.3 Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli CAM EDILIZIA
B2. Materiali di scavo e piano di gestione del suolo Bozza CAM STRADE

2.2.6 Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico CAM EDILIZIA
B3. Requisiti di prestazione dei componenti per controllare l'inquinamento idrico nei sistemi di drenaggio Bozza CAM STRADE
B4. Requisiti di prestazione relativi alla capacità di ritenzione dell'acqua piovana nei sistemi di drenaggio Bozza CAM STRADE
F.a.1 Caratteristiche delle specie vegetali CAM VERDE

2.2.7 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo CAM EDILIZIA
2.2.8 Infrastrutturazione primaria CAM EDILIZIA
2.2.8.1 Viabilità CAM EDILIZIA
2.2.8.2 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche CAM EDILIZIA
2.2.8.3 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico CAM EDILIZIA
H.a.2 Criteri ambientali minimi per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico - impianti di irrigazione - Specifiche tecniche - Riuso delle acque CAM VERDE
2.2.8.6 Sottoservizi/canalizzazioni per infrastrutture tecnologiche CAM EDILIZIA
2.2.9 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile CAM EDILIZIA

2.5 SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE

2.5.1 Demolizioni e rimozione dei materiali CAM EDILIZIA
E.c.17 Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di gestione e manutenzione del verde pubblico - Clausole contrattuali - Gestione dei rifiuti CAM VERDE
2.5.5 Scavi e rinterri CAM EDILIZIA

2.6 CRITERI DI AGGIUDICAZIONE (CRITERI PREMIANTI)

2.6.1 Capacità tecnica dei progettisti CAM EDILIZIA
E.a.1, E.a.2 Selezione dei candidati - Competenze tecniche e professionali - Esecuzione di servizi analoghi CAM VERDE
E.b.1, E.b.2 Specifiche tecniche- Piano di gestione e manutenzione - Catasto degli alberi CAM VERDE
E.c.5, E.c.7 Clausole contrattuali - Formazione continua - Aggiornamento del censimento CAM VERDE

È interessante notare che il CAM VERDE prevede come "criteri premianti" tra gli altri l'esperienza nel settore, l'educazione ambientale, i criteri sociali, i sistemi di gestione ambientale, l'incidenza dei trasporti, l'utilizzo di macchine ed attrezzature a basso impatto ambientale, il miglioramento (upgrade) del censimento, la valorizzazione e gestione del materiale residuale, il risparmio idrico e le fonti di energia rinnovabile.

Con l'analisi svolta e nell'ottica dell'auspicato approccio integrato, si vuole qui offrire un primo "strumento di lavoro" per la Pubblica Amministrazione che, in ossequio ai Criteri Ambientali Minimi vigenti, si trova ad affrontare il processo della rigenerazione urbana per creare spazi pubblici per la resilienza urbana articolato nelle seguenti cinque macro fasi:

- FASE 1 / IDEAZIONE DELLA STRATEGIA INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA E PROCESSI CONNESSI
- FASE 2 / PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI E AZIONI
- FASE 3 / APPALTO DEI LAVORI (GARA)
- FASE 4 / ESECUZIONE DEI LAVORI - CANTIERE
- FASE 5 / ESERCIZIO E VITA - LCA LIFE CYCLE ASSESSMENT

In ciascuna fase del processo della rigenerazione urbana può sussistere correlazione o meno con i diversi punti selezionati del cosiddetto CAM EDILIZIA (coordinato con la bozza di CAM STRADE e con il CAM VERDE).
La correlazione tra il singolo punto del CAM EDILIZIA e ciascuna fase del processo viene evidenziata o non evidenziata nella tabella matriciale sotto riportata, che fornisce il quadro sinottico delle relazioni tra singolo CAM e i diversi momenti di avanzamento del processo nel suo sviluppo.
Analoga rappresentazione matriciale viene riportata anche con riferimenti ai più salienti punti del CAM VERDE.

1

FASI

IDEAZIONE DELLA STRATEGIA INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA E PROCESSI CONNESSI

SOGGETTI COINVOLTI

Amministratori, dirigenti e funzionari, eventuali consulenti e specialisti, Enti, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse

ATTIVITÀ

Valutazione attenta della strategia di RU finalizzata al recepimento di tutti gli elementi del paesaggio urbano che portano al miglioramento del vivere la città in quanto spazio confortevole e attrattivo; scelta degli attori della successiva fase 2

PUNTI PIÙ SIGNIFICATIVI

CAM VERDE

EX DM 10/03/2020

D			CAM PER L'AFFIDAMENTO DI PROGETTAZIONE DI NUOVE AREE VERDI E RIQUALIFICAZIONE DI ESISTENTI
	a		SELEZIONE DEI CANDIDATI
		1	Team di progettazione
	b		SPECIFICHE TECNICHE
		1	Contenuti del progetto - scheda A
E			CAM PER L'AFFIDAMENTO DELLA GESTIONE E MANUTENZIONE DEL VERDE PUBBLICO
	a		SELEZIONE DEI CANDIDATI
		1	Competenze tecniche e professionali
		2	Esecuzione dei servizi analoghi nell'ultimo triennio
	b		SPECIFICHE TECNICHE
		1	Piano di gestione e manutenzione
		2	Catasto degli alberi
	c		CLAUSOLE CONTRATTUALI
		5	Formazione continua
		7	Aggiornamento del censimento
	d		CRITERI PREMIANTI
		8	Miglioramento (upgrade) del censimento
		9	Valorizzazione e gestione del materiale residuale
H			CAM PER LA FORNITURA DI PRODOTTI PER LA GESTIONE - IMPIANTI DI IRRIGAZIONE
	a		SPECIFICHE TECNICHE
		2	Riuso delle acque

2	3	4	5
PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI E AZIONI	APPALTO DEI LAVORI (GARA)	ESECUZIONE DEI LAVORI CANTIERE	ESERCIZIO E VITA - LCA LIFE CYCLE ASSESSMENT
Amministratori, dirigenti e funzionari, professionisti specialisti (urbanista, rigeneratore, paesaggista, agronomo, idraulico, ambientale, innovatore) per attività di spiccata transdisciplinarietà,con coinvolgimento Enti, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse	Amministratori, dirigenti e funzionari, progettisti, consulenti specialisti in appalti di lavori	Amministratori, dirigenti e funzionari, progettisti, direttore dei lavori, impresa/e esecutrice/i, collaudatore	Amministratori, dirigenti e funzionari, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse
Attività di progettazione coordinata, integrata e circolare, caratterizzata dalla simbiosi tra le discipline del processo di rigenerazione urbana resiliente	Stesura del bando e del disciplinare di gara con particolare attenzione agli elementi premiali legati ai CAM	Esecuzione dei lavori, stati di avanzamento, contabilità, collaudi	Utilizzo, gestione, cura, manutenzione

Il DM 10/03/2020 ha approvato la revisione del cosiddetto CAM VERDE che presenta, come il CAM EDILIZIA, elementi interessanti nelle 5 fasi del processo di rigenerazione degli spazi pubblici mediante soluzioni basate sulla natura.
Nelle diverse fasi del processo inoltre variabili sono anche i soggetti coinvolti.

La recente riedizione del CAM VERDE tratta come punti di rilievo tra gli altri l'interdisciplinarietà e le competenze necessarie all'interno del team di progettazione, l'importanza di un aggiornato catasto e censimento del verde pubblico e il riuso delle acque.

1

FASI

IDEAZIONE DELLA STRATEGIA INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA E PROCESSI CONNESSI

SOGGETTI COINVOLTI

Amministratori, dirigenti e funzionari, eventuali consulenti e specialisti, Enti, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse

ATTIVITÀ

Valutazione attenta della strategia di RU finalizzata al recepimento di tutti gli elementi del paesaggio urbano che portano al miglioramento del vivere la città in quanto spazio confortevole e attrattivo; scelta degli attori della successiva fase 2

PUNTI PIÙ SIGNIFICATIVI

CAM EDILIZIA

ex DM 11/10/2017

		CAM PER COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE EDIFICI SINGOLI O GRUPPI	
2.2		SPECIFICHE TECNICHE PER GRUPPI DI EDIFICI	
	2.2.1	Inserimento naturalistico e paesaggio	■
	2.2.2	Sistemazione aree a verde	
	2.2.3	Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli	■
	2.2.6	Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico	■
	2.2.7	Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo	■
	2.2.8	Infrastrutturazione primaria	
		2.2.8.1 Viabilità	■
		2.2.8.2 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche	■
		2.2.8.3 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico	
		2.2.8.6 Sottoservizi/canalizzazioni per infrastrutture tecnologiche	
	2.2.9	Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile	■
2.5		SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE	
	2.5.1	Demolizioni e rimozione dei materiali	
	2.5.5	Scavi e rinterri	
2.6		CRITERI DI AGGIUDICAZIONE (CRITERI PREMIANTI)	
	2.6.1	Capacità tecnica dei progettisti	■

2	3	4	5	
PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI E AZIONI	**APPALTO** DEI LAVORI (GARA)	ESECUZIONE DEI LAVORI **CANTIERE**	**LCA** ESERCIZIO E VITA LIFE CYCLE ASSESSMENT	
Amministratori, dirigenti e funzionari, professionisti specialisti (urbanista, rigeneratore, paesaggista, agronomo, idraulico, ambientale, innovatore) per attività di spiccata transdisciplinarietà,con coinvolgimento Enti, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse	Amministratori, dirigenti e funzionari, progettisti, consulenti specialisti in appalti di lavori	Amministratori, dirigenti e funzionari, progettisti, direttore dei lavori, impresa/e esecutrice/i, collaudatore	Amministratori, dirigenti e funzionari, cittadini, associazioni, imprese e portatori di interesse	
Attività di progettazione coordinata, integrata e circolare, caratterizzata dalla simbiosi tra le discipline del processo di rigenerazione urbana resiliente	Stesura del bando e del disciplinare di gara con particolare attenzione agli elementi premiali legati ai CAM	Esecuzione dei lavori, stati di avanzamento, contabilità, collaudi	Utilizzo, gestione, cura, manutenzione	Utilizzo, gestione, cura, manutenzione



Il DM 11/10/2017 ha approvato il cosiddetto CAM EDILIZIA che presenta elementi interessanti e a geometrie variabili nelle 5 fasi del processo di rigenerazione degli spazi pubblici mediante soluzioni basate sulla natura.
Nelle fasi del processo inoltre variabili sono anche i soggetti coinvolti.
I punti più significativi del CAM EDILIZA riguardano le aree verdi il mantenimento della permeabilità dei suoli, la riduzione dell'impatto sul sistema idrografico e la gestione dei materiali da demolizioni

6 PROBLEMI E SOLUZIONI *NATURE-BASED* E AREE DA RIGENERARE

Si propone in forma tabellare una sintetica chiave di lettura del tessuto urbano sia produttivo, sia residenziale che partendo da una macro suddivisione per tipologie A, B, C e D identifica per ciascuna il punto di partenza, con i limiti e le carenze ben noti, e il punto di arrivo a cui puntare, evidenziando caso per caso le principali criticità/problematiche generalmente riscontrabili e le relative soluzioni /opportunità proposte ai fini di perseguire l'obiettivo di maggiore resilienza ai cambiamenti climatici e maggiore confort per la popolazione.

L'analisi è svolta su ciascuno dei 4 fattori individuati:

- fattore ACQUA
- fattore CALORE
- fattore TERRE E ROCCE DA SCAVO
- fattore MOBILITÀ

Tra le tipologie individuate, 3 sono relative al tessuto produttivo (Tipologia A, Tipologia B e Tipologia C) e 1 a quello residenziale (Tipologia D). Di seguito si riporta una breve descrizione di ciascuna tipologia.

Tipologia A
ZONA ARTIGIANALE

Nella tipologia A si intendono ricompresi i lotti produttivi medio piccoli, spesso frammentati, che si vuole portare ad un miglioramento e ad una trasformazione progressiva con dotazioni verdi, blu e grigie interconnesse.

Tipologia B
GRANDE AREA DISMESSA

Con la tipologia B si intendono le zone industriali o infrastrutture dismesse da recuperare, attraverso le prime operazioni di desealing e forestazione produttiva, in attesa di una vera e propria riconversione.

Tipologia C
ZONA INDUSTRIALE PRODUTTIVA

Con la tipologia C si intendono quelle zone industriali attive, con medio grandi attività in essere, nelle quali introdurre infrastrutture verdi e blu per favorire azioni di adattamento al clima.

Tipologia D
RESIDENZIALE CLIMATE PROOF

Con la tipologia D si intendono i quartieri residenziali esistenti nei quali introdurre negli spazi pubblici e negli spazi aperti privati misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici attraverso le infrastrutture verdi, blu e grigie.

Esempi di tessuto edilizio riconducibile alle 4 tipologie artigianale, grande area dismessa, zona industriale produttiva e quartiere residenziale *climate proof*.









A

PRODUTTIVO

AMBITO

A - ZONA ARTIGIANALE DISMESSA O SOTTOUTILIZZATA

PUNTO DI PARTENZA

Zona artigianale a lotti medio piccoli frammentati

PUNTO DI ARRIVO

Riconversione progressiva e incrementale verso la residenza con inserimento di infrastrutture verdi-blu-grigie interconnesse

FATTORE	Acqua	Calore	Terre/Rocce da Scavo	Mobilità
PROBLEMI CRITICITÀ	rischio allagamenti	area completamente pavimentata / superfici di accumulo di calore	presenza di pavimentazioni bituminose e in calcestruzzo	utilizzo dei mezzi di trasporto individuali
	suolo impermeabile	lotti chiusi e frammentati che non consentono il passaggio delle correnti	potenziali inquinamenti puntuali nel terreno (serbatoi interrati)	parcheggi diffusi inospitali (asfaltati e senza alberi)
	assenza di spazi vegetati e permeabili	condizioni di discomfort termo-igrometrico	abbondanza di terre e rocce da scavo derivanti da demolizioni di fabbricati, lotti e desealing	assenza di percorsi pedonali e ciclabili
	ricorso esclusivo al recapito in fognatura	assenza di alberi e ombra		
	esigenza idrica per usi artigianali insoddisfatta			
SOLUZIONI OPPORTUNITÀ	studiare le caratteristiche di permeabilità di terreno in situ per verificare se ci siano le condizioni che consentano l'infiltrazione	studiare il clima locale per individuare la direzione prevalente delle brezze estive	coinvolgimento dell'amministrazione per accedere alla banca dati di suoli e terre e rocce da scavo e definizione di procedimenti condivisi di riuso e smaltimento	potenziamento del trasporto pubblico
	parziale depavimentazione dei suoli impermeabili	aprire varchi nel tessuto urbano attraverso demolizioni selttive per creare corridoi per l'ingresso delle correnti	utilizzo di appalti verdi e applicazione dei CAM per la trasformazione dell'area con criteri ambientali minimi	facilitazione del *car sharing*
	potenziamento dell'infiltrazione	uso dei *cool material* per le facciate e le coperture degli edifici contro l'isola di calore		creazione di parcheggi
	integrazione tra SUDS (Sistemi di Drenaggio Urbano Sistenibile), NbS (Nature based Solutions) e rete fognaria	usi di cementi e asfalti colorati per i manti dei percorsi ciclo-pedonali con maggiore albedo (o coefficiente di riflessione), contro l'isola di calore		creazione percorsi di ciclo pedonali
	usi di cementi e asfalti drenanti nella realizzazione di strade e percorsi ciclo-pedonali per favorire infiltrazone al suolo	introduzione della vegetazione e degli alberi lungo gli assi stradali e i corridoi di passaggio delle brezze prevalenti		inserimento di colonnine per la ricarica elettrica
	recupero delle acque delle coperture per usi artigianali e irrigazione di soccorso	creare percorsi ombreggiati continui		

ZONA ARTIGIANALE. Si intendono i lotti medio piccoli, spesso frammentati che si vuole portare ad un miglioramento e ad una trasformazione progressiva con dotazioni verdi, blu e grigie interconnesse.

0 125 250 500m

SITUAZIONE EX ANTE

- EDIFICI ARTIGIANALI
- PERCORSI CARRABILI E PARCHEGGI ASFALTATI
- ALBERI
- PRATO
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- LUNGO FIUME
- FIUME



SITUAZIONE EX POST

- EDIFICI ARTIGIANALI
- EDIFICI RICONVERTI E/O DI NUOVA COSTRUZIONE CON FUZIONE PUBBLICA
- PERCORSI CARRABILI
- ALBERI PREESISTENTI
- ALBERI DI NUOVO IMPIANTO
- PRATO
- DEASILING PER GIARDINO TASCABILE
- DESEALING PER GIARDINI DELLA PIOGGIA
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- PAVIMENTAZIONE PERMEABILE PER PERCORSO/PIAZZA
- PERCORSO IN STABILIZZATO
- LUNGO FIUME
- FIUME
- GIARDINO UMIDO



B

PRODUTTIVO

AMBITO	B - GRANDE AREA DISMESSA
PUNTO DI PARTENZA	Grandi zone industriali dismesse o infrastrutture dismesse
PUNTO DI ARRIVO	Primi interventi di desigillazione e operazioni di forestazione produttiva, in attesa della riconversione

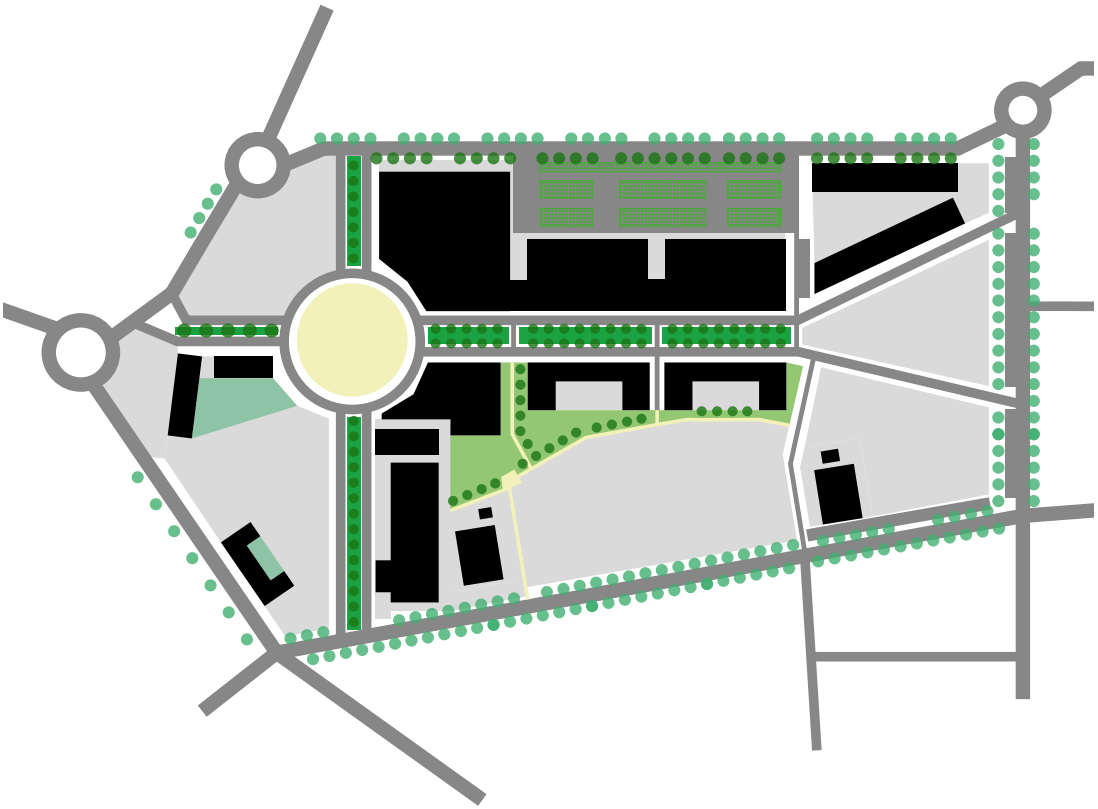
FATTORE	Acqua	Calore	Terre/Rocce da Scavo	Mobilità
PROBLEMI CRITICITÀ	grandi superfici di suolo impermeabile	area completamente pavimentata / vaste superfici di accumulo di calore	presenza di ampie pavimentazioni bituminose e in calcestruzzo	grandi aree in stato di abbandono e non connesse con sistema ciclo-pedonale e con trasporto pubblico
	assenza di spazi vegetati e permeabili	condizioni di discomfort termo-igrometrico	potenziali inquinamenti puntuali nel terreno (serbatoi interrati)	presenza di grandi superfici a parcheggio in disuso
	ricorso esclusivo al recapito in fognatura	assenza di alberi e ombra	abbondanza di terre e rocce da scavo derivanti da demolizioni di fabbricati, lotti e desealing	aree intercluse, inaccessibili e recintate
SOLUZIONI OPPORTUNITÀ	studiare le caratteristiche di permeabilità de terreno in situ per verificare se ci siano le condizioni che consentano l'infiltrazione	studiare il clima locale per individuare la direzione prevalente delle brezze estive	verificare la fattibilità di riutilizzo *in situ* del materiale da desealing (caratterizzazione analitica)	creazione di collegamenti interni per la manutenzione della forestazione urbana produttiva
	parziale depavimentazione 'a celle' o per 'incisione del manto'	creazione di masse vegetate di forestazione urbana	coinvolgimento dell'amministrazione per accedere alla banca dati di suoli e terre e rocce da scavo e definizione di procedimenti condivisi di riuso e smaltimento	eventuale trasformazione dei parcheggi in disuso in parcheggi alberati
	potenziamento dell'infiltrazione, in corrispondenza delle celle depavimentate o del manto inciso	scelta di specie a veloce accrescimento per la parte di bosco produttivo da taglio e di specie pregiate da mettere a dimora a margine dei fronti stradali per le future trasformazioni	messa a dimora di impianto di bosco produttivo quale operazione preparatoria della futura riconversione (*preverdissement o forestazione preventiva*)	creazione percorsi ciclo-pedonali di accesso all'area ed eventuale collegamento sistema di trasporto pubblico
	creazione di una maglia permeabile formata da incisioni lineari tra le celle		utilizzo di appalti verdi e applicazione dei CAM per la trasformazione dell'area con criteri ambientali minimi	
	integrazione tra SUDS (Sistemi di Drenaggio Urbano Sistenibile), NbS (Nature based Solutions) e rete fognaria			

GRANDE AREA DISMESSA. Si intendono le zone industriali o infrastrutture dismesse da recuperare, attraverso le prime operazioni di desealing e forestazione produttiva, in attesa di una vera e propria riconversione

0 50 100 200m

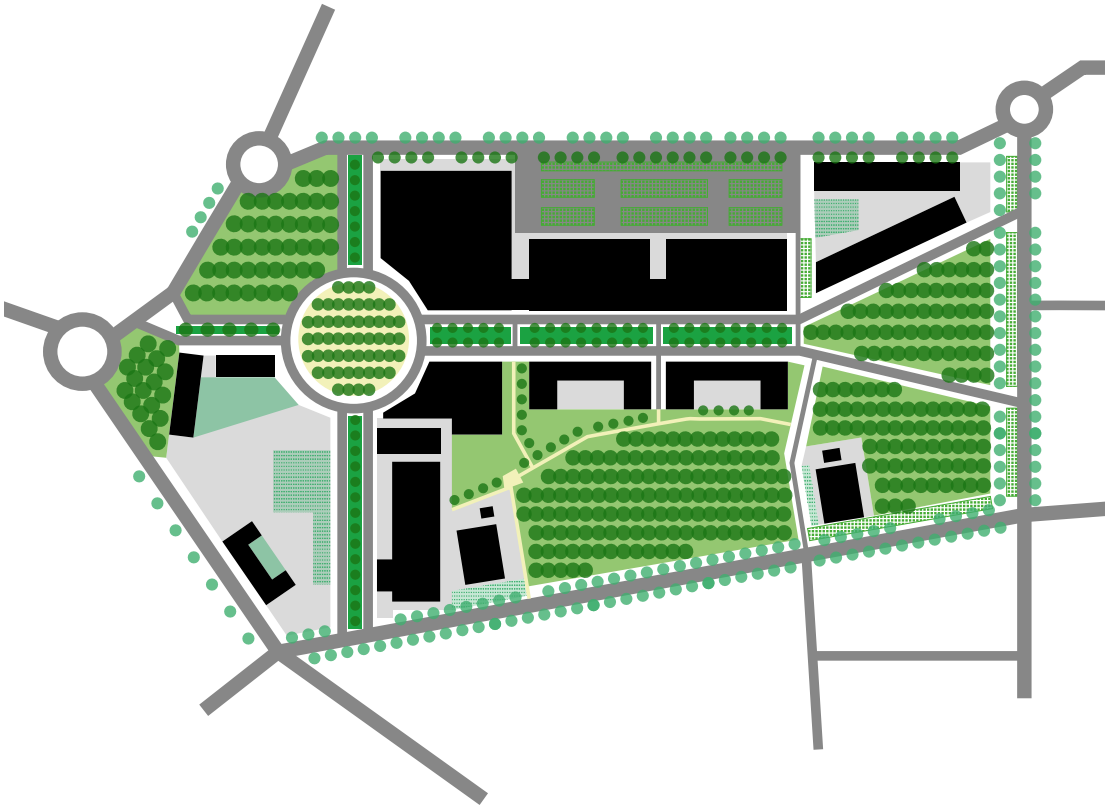
SITUAZIONE EX ANTE

- EDIFICI DISMESSI
- PERCORSI CARRABILI E PARCHEGGI ASFALTATI
- ALBERI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI



SITUAZIONE EX POST

- EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE
- PERCORSI CARRABILI
- PERCORSI/PIAZZA IN STABILIZZATO
- PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI
- ALBERI PREESISTENTI
- ALBERI DI NUOVO IMPIANTO
- PIANTAGIONE PREVENTIVA
- PRATO
- DESEALING PER GIARDINI DELLA PIOGGIA
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- DESEALING AREE CORTILIVE PER PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI



C

PRODUTTIVO

AMBITO	C - AREA INDUSTRIALE ATTIVA
PUNTO DI PARTENZA	Zone industriali attive di medie e grandi attività dimensioni
PUNTO DI ARRIVO	Riqualificazione e inserimento / integrazione di infrastrutture verdi e blu con quelle grigie

FATTORE	Acqua	Calore	Terre/Rocce da Scavo	Mobilità
PROBLEMI CRITICITÀ	rischio allagamenti	area completamente pavimentata / grandi superfici di accumulo di calore	presenza di pavimentazioni bituminose e in calcestruzzo	utilizzo dei mezzi di trasporto individuali
	suolo impermeabile	lotti medio grandi con percorrenze obbligate che spesso non consentono ingresso correnti	potenziali inquinamenti puntuali nel terreno (serbatoi interrati, emissioni)	parcheggi diffusi inospitali (asfaltati e senza alberi)
	assenza di fasce verdi/permeabili	condizioni di discomfort termo-igrometrico	eventuali demolizioni di porzioni di piazzali e fabbricati	assenza di percorsi pedonali e ciclabili
	ricorso esclusivo al recapito in fognatura		produzione di terre e rocce da scavo derivanti da demolizioni di fabbricati, lotti e desealing	
	esigenza idrica per usi industriali insoddisfatta			
SOLUZIONI OPPORTUNITÀ	studiare le caratteristiche di permeabilità de terreno in situ per verificare se ci siano le condizioni che consentano l'infiltrazione	connettere i varchi del tessuto urbano potenziando l'ingresso delle correnti prevalenti	coinvolgimento dell'amministrazione per accedere alla banca dati di suoli e terre e rocce da scavo e definizione di procedimenti condivisi di riuso e smaltimento	potenziamento del trasporto pubblico
	parziale depavimentazione dei suoli impermeabili	uso dei *cool material* per le facciate e le coperture degli edifici contro l'isola di calore	utilizzo di appalti verdi e applicazione dei CAM per la trasformazione dell'area con criteri ambientali minimi	facilitazione del car sharing
	potenziamento dell'infiltrazione	usi di cementi e asfalti colorati con maggiore albedo (o coefficiente di riflessione) per i manti dei percorsi ciclo-pedonali e nei piazzali delle aree produttive contro l'isola di calore	attivazione nell'area di processi di economia circolare tramite la simbiosi industriale	creazione di parcheggi alberati
	creazione fossati e noue paysagere	introduzione della vegetazione e degli alberi lungo gli assi stradali e i corridoi di passaggio delle brezze prevalenti		creazione di percorsi ciclo pedonali
	integrazione tra SUDS (Sistemi di Drenaggio Urbano Sistenibile), NbS (Nature based Solutions) e rete fognaria	uso dei tetti verdi		inserimento di colonnine per la ricarica elettrica
	recupero acque coperture per usi industriali e di soccorso			
	potenziamento dell'infiltrazione controllata con pozzi e trincee ove possibile			

ZONA INDUSTRIALE PRODUTTIVA. Si intendono quelle zone industriali attive, con medio grandi attività in essere, nelle quali introdurre infrastrutture verdi e blu per favorire azioni di adattamento al clima.

0 150 300 600m

SITUAZIONE EX ANTE

- EDIFICI INDUSTRIALI
- PERCORSI CARRABILI E PARCHEGGI ASFALTATI
- ALBERI
- PRATO
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- TERRENI COLTIVATI
- CANALE/FOSSATO



SITUAZIONE EX POST

- EDIFICI INDUSTRIALI
- PERCORSI CARRABILI
- PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI
- ALBERI PREESISTENTI
- ALBERI DI NUOVO IMPIANTO
- PRATO
- DESEALING PER GIARDINI DELLA PIOGGIA
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- DESEALING AREE CORTILIVE PER PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI
- TERRENI COLTIVATI
- CANALE/FOSSATO
- BACINO INONDABILE



D

RESIDENZIALE

AMBITO	D - AREA RESIDENZIALE
PUNTO DI PARTENZA	Quartieri residenziali esistenti
PUNTO DI ARRIVO	Inserimento di misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici

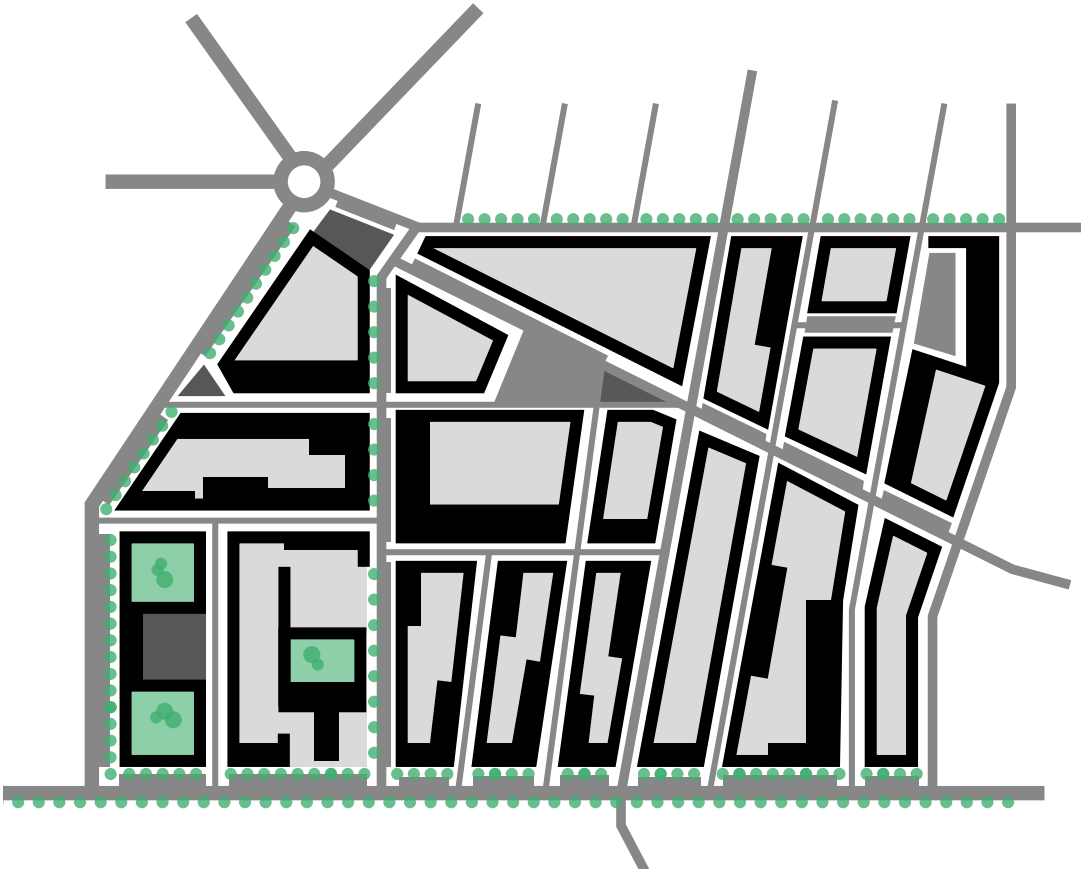
FATTORE	Acqua	Calore	Terre/Rocce da Scavo	Mobilità
PROBLEMI CRITICITÀ	rischio allagamenti	aree prevalentemente minerali che determinano accumulo di calore	presenza di pavimentazioni bituminose, in calcestruzzo e minerali	forte impiego dei mezzi di trasporto individuali
	suolo impermeabile	lotti chiusi che non consentono ingresso il passaggio delle correnti	eventuali demolizioni di pertinenze stradali e fabbricati	parcheggi diffusi inospitali (asfaltati e senza alberi)
	modeste superfici verdi/permeabili	condizioni di discomfort termo-igrometrico	produzione di terre e rocce da scavo derivanti da demolizioni di fabbricati, lotti e desealing	assenza di percorsi pedonali e ciclabili
	ricorso esclusivo al recapito in fognatura	ridotta funzione di abbassamento della temperatura attraeverso l'evapotraspirazione		esigenza di carico / scarico di prossimità
	esigenza idrica per usi irrigui insoddisfatta			
SOLUZIONI OPPORTUNITÀ	studiare le caratteristiche di permeabilità de terreno in situ per verificare se ci siano le condizioni che consentano l'infiltrazione	studiare il clima locale per individuare la direzione prevalente delle brezze estive	coinvolgimento dell'amministrazione per accedere alla banca dati di suoli e terre e rocce da scavo e definizione di procedimenti condivisi di riuso e smaltimento	potenziamento del trasporto pubblico
	parziale depavimentazione dei suoli impermeabili	aprire varchi nel tessuto urbano attraverso demolizioni selettive per creare corridoi per l'ingresso delle correnti	separazione delle differenti matrici prodotte dall'attività di cantiere	facilitazione del car sharing
	potenziamento dell'infiltrazione profonda attraverso la creazione di fossati e noue paysagere	uso dei *cool material* per le facciate e le coperture degli edifici contro l'isola di calore	utilizzo di appalti verdi e applicazione dei CAM per la trasformazione dell'area con criteri ambientali minimi	creazione di parcheggi alberati
	potenziamento dell'infiltrazione diffusa nelle superfici a prato erboso	usi di cementi e asfalti colorati con maggiore albedo (o coefficiente di riflessione) per i manti dei percorsi ciclo-pedonali contro l'isola di calore	attivazione nell'area di processi di economia circolare tramite il recupeo e il riuso	creazione di percorsi ciclo pedonali
	potenziamento dell'infiltrazione controllata con pozzi e trincee ove possibile	introduzione della vegetazione e degli alberi lungo gli assi stradali e i corridoi di passaggio delle brezze prevalenti		creazioni stalli per carico / scarico di prossimità
	integrazione tra SUDS (Sistemi di Drenaggio Urbano Sistenibile), NbS (Nature based Solutions) e rete fognaria	uso dei tetti verdi		inserimento di colonnine per la ricarica elettrica
	recupero e stoccaggio acque coperture per usi civili e di soccorso	messa in rete delle infrastrutture verdi e blu e uso di piante a diverso accresciemnto e di differente portamento e dimensione		

RESIDENZIALE CLIMATE PROOF. Si intendono i quartieri residenziali esistenti nei quali introdurre negli spazi pubblici e negli spazi aperti privati misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici attraverso le infrastrutture verdi, blu e grigie.

0 125 250 500m

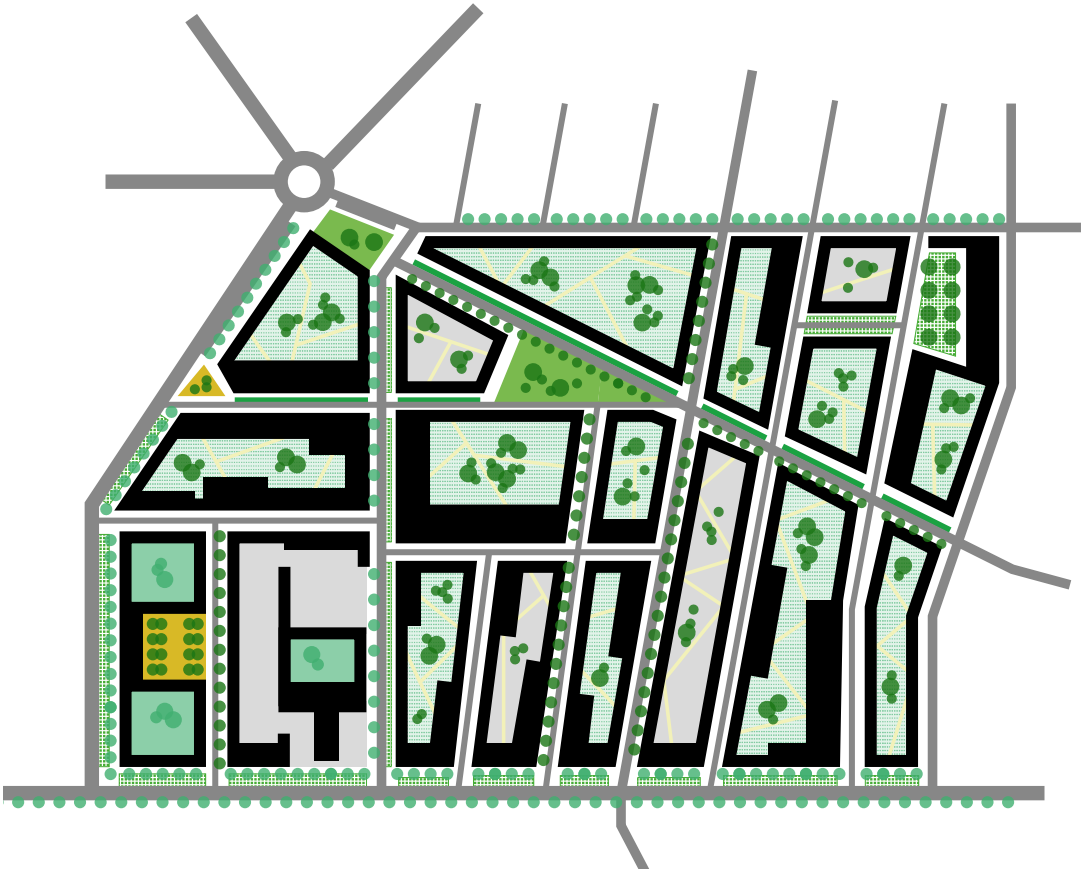
SITUAZIONE EX ANTE

- EDIFICI RESIDENZIALI
- PERCORSI CARRABILI E PARCHEGGI ASFALTATI
- ALBERI
- PRATO
- PIAZZE MINERALI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI



SITUAZIONE EX POST

- EDIFICI RESIDENZIALI
- PERCORSI CARRABILI
- PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI
- ALBERI PREESISTENTI
- ALBERI DI NUOVO IMPIANTO
- AREE VERDI E GIARDINI
- DESEALING PER GIARDINI DELLA PIOGGIA
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI IMPERMEABILI
- CORTILI PRIVATI CON PAVIMENTAZIONI PERMEABILI
- DESEALING AREE CORTILIVE CON MATERIALI PERMEABILI
- PIAZZE ALBERATE E PERMEABILI



soluzioni ed interventi *nature-based*

1. GIARDINI DELLA PIOGGIA
2. TRINCEE INFILTRANTI
3. POZZI DI INFILTRAZIONE
4. NOUE PAYSAGERE
   FOSSATI INONDABILI
5. GIARDINI UMIDI
6. BACINI INONDABILI
7. PARCHI INONDABILI
8. PIAZZE INONDABILI

9 POCKET GARDENS

10 ORTI E GIADINI CONDIVISI

11 CORTI INTERNE

12 GIARDINI ROCCIOSI

13 PERGOLATI E VERDE VERTICALE

14 TETTI VERDI

15 PAVIMENTAZIONI DRENANTI

16 DAYLIGHTING RIVERS

17 GIARDINI ALBERATI

18 PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI

19 PARCHEGGI VERDI

20 PIAZZE MINERALI ALBERATE

21 PIAZZE MINERALI ALBERATE PER USI TEMPORANEI

22 STRADE ALBERATE

23 STRADE CON GIARDINI DELLA PIOGGIA

24 PERCORSI CICLO-PEDONALI

25 MARCIAPIEDI 'SMART'

1

GIARDINI DELLA PIOGGIA
gestire le acque meteoriche in ambito urbano

I giardini della pioggia sono elementi lineari che sfruttano le pendenze per convogliare l'acqua piovana proveniente da tetti, strade, parcheggi o piazze.
Presentano una depressione superficiale esigua di circa 10-20 cm e sezioni strutturate con elementi minerali di bordo o "morbide" con pareti inerbite, vegetati con piante e alberature. Sono progettati per riprodurre il naturale processo di infiltrazione del terreno non trasformato.
Sono un ottimo elemento di arredo urbano alla micro-scala: possono realizzarsi all'interno di lotti o lungo assi viari e pedonali, in rotonde, piazze o parchi.

I giardini della pioggia permettono di:
- ridurre il *runoff* superficiale e favorire l'infiltrazione in falda *(grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia medio-alta)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*;
- favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto *(efficacia alta)*;
- ridurre l'effetto isola di calore *(efficacia alta)*.

Giardino della pioggia realizzato tra una strada residenziale ad elevata fruibilità ciclabile e pedonale e la piazza-giardino di Tåsinge Plads. Siamo nel quartiere di Østerbro, oggetto di un progetto di adattamento degli spazi pubblici a Copenhagen.
(Progetto di Tradje Nature, foto di Luisa Ravanello)

Viale pedonale e giardini della pioggia a bordo strada nell'eco-quartiere di Boulogne-Buillancourt, realizzato nell'area dell'ex fabbrica Renault in prossimità di Parigi, in Île-de-France.
(Progetto paesaggistico di Agence TER, foto di Luisa Ravanello)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I giardini della pioggia sono elementi lineari, con larghezza di 1-2 metri (ma possono raggiungere larghezze anche di 10-15 metri) e profondità di circa 10-20 cm. Permettono di far fronte ai primi 5 mm di pioggia per una superficie pari a circa 5 volte l'area del *rain garden*.
Sono sistemi in transizione, legati agli eventi atmosferici: in occasione di piogge intense, specialmente di breve durata, il giardino e le specie vegetali vengono sommersi, mentre in tempi ridotti, a seguito dell'evento, si ripristina la condizione di partenza ed il giardino è visibile.

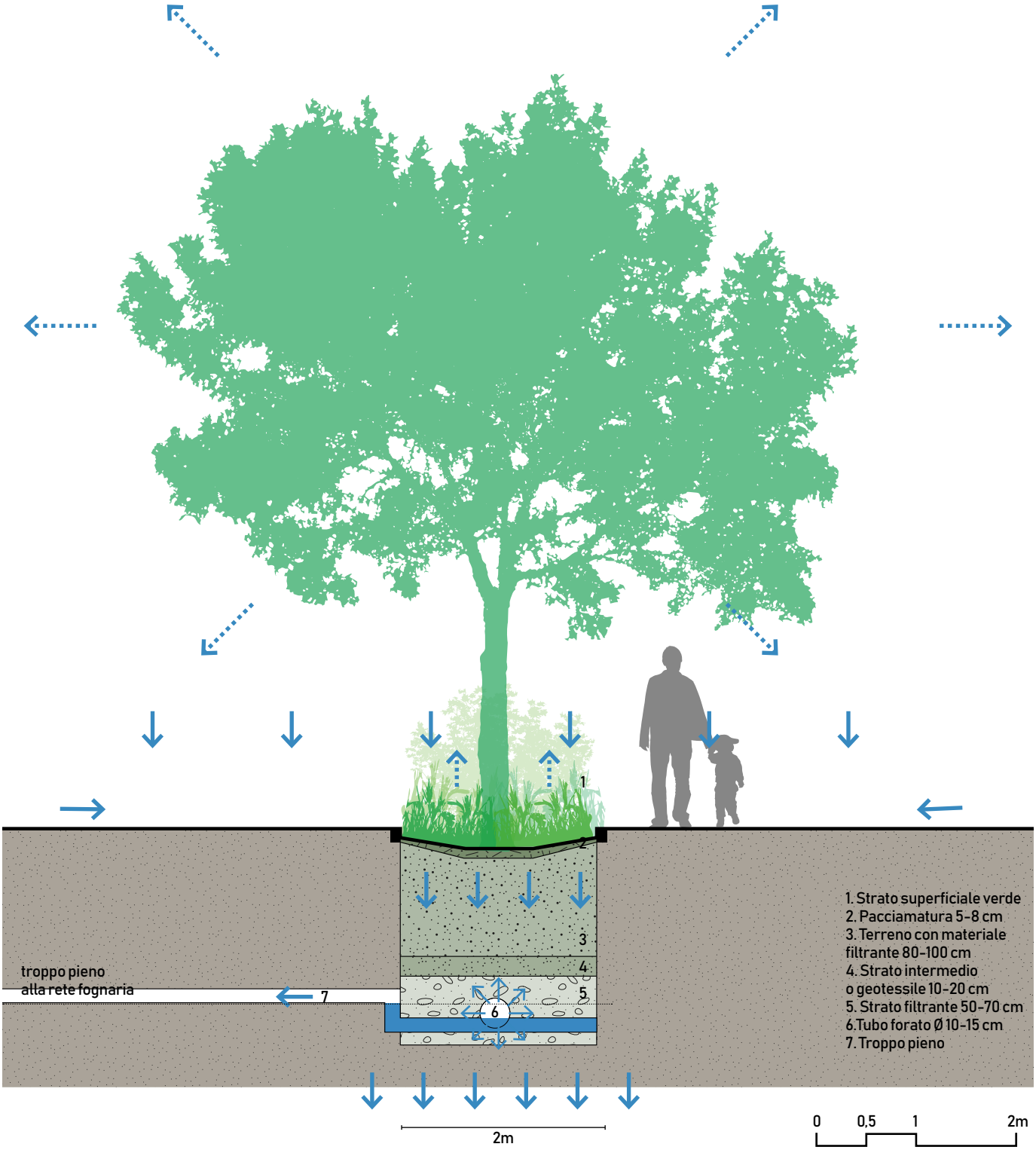
In quanto sistemi adattabili ad una grande varietà di situazioni, l'approccio progettuale può diversificarsi in funzione del contesto e del risultato che si vuole raggiungere. In generale, gli elementi principali che compongono un *rain garden* sono:
- INGRESSO/IMMISSIONE delle acque di *runoff* nel *rain garden*
- VEGETAZIONE SUPERFICIALE
- STRATO FILTRANTE
- STRATO DI TRANSIZIONE
- STRATO DRENANTE con eventuale condotta forata.

Il sistema di alimentazione deve essere studiato al fine di prevenire l'erosione e il trasporto di materiale e per favorire una distribuzione uniforme del flusso idrico sulla superficie filtrante. A tal fine si possono prevedere cordoli a raso (per la massima uniformità nella distribuzione delle acque di *runoff*) o dei punti ribassati e/o aperture lungo i cordoli.
La vegetazione influenza in modo significativo la capacità del giardino della pioggia di abbattere il carico inquinante e permette, se il sistema è correttamente progettato, di ridurre in modo sostanziale solidi sospesi, concentrazione di fosforo totale, dei metalli, ed in misura minore del quantitativo di azoto. La selezione delle specie più adatte è specifica del sito.
Lo strato filtrante è la sede delle specie vegetate del giardino e si compone di una miscela di terriccio (20-25%), compost organico (20-25%) e sabbia (50-60%), fornendo i nutrienti alle piante. Si prevede in alcuni casi uno strato soprastante di pacciamatura con corteccia o lapillo vulcanico, che ha la funzione di mantenere costante il grado di umidità del terreno.
Gli spessori consigliati sono variabili tra 75 e 100 cm, ma può essere ridotto nel caso di sistemi molto

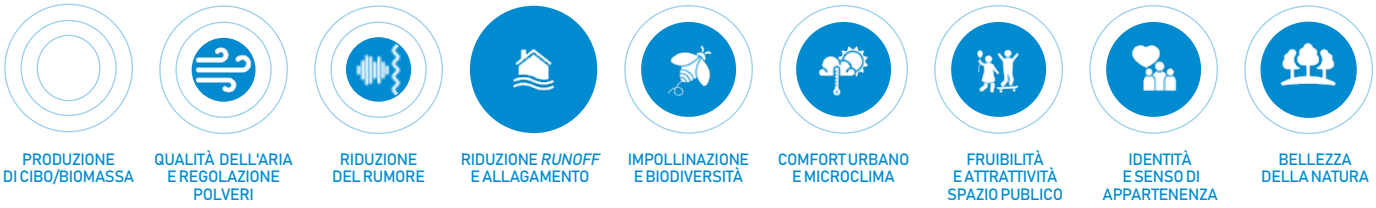




Sezione tipo di giardino della pioggia.



SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



semplici. Uno spessore minimo di 40 cm è raccomandato, nel caso in cui siano presenti solo piante tappezzanti.
Nel caso di *rain garden* molto semplici, utilizzati per intercettare piccole aree (quali ad esempio le coperture), lo strato filtrante e il letto drenante sono di norma sostituiti da uno strato di spessore compreso tra 20 e 50 cm costituito da suolo nativo miscelato con compost organico/sabbia o da altra specifica miscela.
Lo strato di transizione è uno strato di granulometria più fine, che ha la funzione di prevenire il dilavamento delle particelle fini dallo strato filtrante superiore verso il letto drenante inferiore, nonché di mantenere un determinato grado di umidità agli apparati radicali delle piante. Lo spessore deve essere definito usando i criteri dei filtri e di norma si adotta un valore minimo di 10 cm. In alternativa può essere utilizzato un geotessile, meno consigliato per il rischio di intasamento.
Il letto filtrante ha la funzione di raccogliere l'acqua dallo strato filtrante e favorire l'infiltrazione nel terreno sottostante. Può essere inserita una tubazione drenofessurata con l'obiettivo di distribuire in modo uniforme i flussi lungo lo strato drenante. Lo spessore di tale strato dipende anche dal diametro della tubazione fessurata (indicativamente variabile tra 100 mm e 250 mm), e di norma si prevedono 10 cm di ricoprimento e 10-15 cm di allettamento della condotta.

Il giardino della pioggia permette di mitigare ma non di risolvere le criticità idrauliche in occasione di eventi intensi; pertanto, è sempre necessario prevedere un troppo pieno che colletti le acque non infiltratesi verso la fognatura.
I sistemi filtranti sono dimensionati con tempi di drenaggio delle acque non superiori a 24-48 ore, in modo da garantire tempo di residenza adeguato alla rimozione degli inquinanti e al contempo evitare il ristagno e la proliferazione di insetti.
Se realizzati su aree con pendenza non trascurabile, è importante creare piccoli sbarramenti per favorire la distribuzione omogenea del volume d'acqua da infiltrarsi su tutta la superficie del giardino.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I giardini della pioggia possono convogliare l'acqua meteorica verso i fossati inondabili 4 o lavorare in serie ai giardini umidi 5 o ai bacini inondabili 6 e ai parchi inondabili 7 . Lungo i giardini della pioggia si possono trovare rami di trincee infiltranti 2 e puntualmente anche pozzi di infiltrazione 3 . La scelta delle specie vegetali più indicate contribuisce a migliorare il pregio paesaggistico del contesto.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale possono configurarsi come aiuole esterne agli edifici.
In strada, possono essere utilizzabili all'interno delle rotatorie, nelle aree verdi a bordo dei parcheggi, lungo i margini delle carreggiate o lungo le aree pedonali.
In ambiti commerciali e produttivi possono configurarsi come aiuole negli spazi verdi esterni degli edifici, in particolare per infiltrare le acque delle coperture. In funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

Si tratta di elementi lineari con basso fabbisogno di superficie a cui sono generalmente associate superfici impermeabili di modesta entità.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

I giardini della pioggia necessitano di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo del letto filtrante per favorire un buon livello di abbattimento degli inquinanti.














VEGETAZIONE E SPECIE CONSIGLIATE

La specie da mettere a dimora devono essere in grado di adattarsi sia a condizioni di allagamento sia a periodi di siccità e convivere con l'inquinamento atmosferico. È necessario prevedere un impianto vegetale denso (circa 6-10 piante/mq in relazione alle specie scelte) per incrementare la densità degli apparati radicali e favorire il mantenimento della permeabilità del suolo.
Nei sistemi con sviluppi areali considerevoli è importante distribuire le diverse specie in funzione della loro capacità resiliente in condizioni più estreme.
Le specie arbustive sono efficaci per il loro apparato radicale molto capillare e possono costituire una barriera verde come elemento deterrente all'accesso al pubblico, ove necessario.
La scelta della tipologia di piante è peculiare del sito e del contesto climatico dell'intervento.
Esistono molte specie ripariali da prescegliere tra:

- ERBACEE balsamina gialla, filipendula, felce palustre, iris;
- ARBUSTI Cornus, frangula, salici arbustivi, viburno;
- ALBERI cipresso calvo, ontano, pioppo, salici arborei.

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

La superficie del *rain garden* non è direttamente fruibile, ma si può inserire in contesti urbani al fine di creare un valore aggiunto soprattutto lungo arterie pedonali o ciclabili.

MANUTENZIONE

Il rendimento del sistema di fitodepurazione e la capacità di infiltrazione nel sottosuolo dipendono dal grado di manutenzione, con particolare attenzione alle specie vegetali
La manutenzione deve essere particolarmente accurata durante i primi mesi dopo la realizzazione: il sistema deve essere ispezionato dopo gli eventi di pioggia e si deve stimare il quantitativo di sedimenti depositati, al fine di verificare le capacità di infiltrazione del dreno e degli strati filtranti.
Succesivamente, la manutenzione ordinaria con cadenza trimestrale, riguarda:

- raccolta di rifiuti (dannosi in particolare per il valore estetico e paesaggistico);
- pulizia dell'area di raccolta delle acque stradali per ridurre l'apporto di sedimenti;
- controllo dello stato di salute delle piante e prevenzione del proliferarsi di specie invasive;
- controllo e la pulizia delle trincee drenanti (se presenti), con cadenza annuale.

La manutenzione straordinaria riguarda la sostituzione della pacciamatura e/o degli altri strati filtranti e dei dreni, qualora sottoposti ad intasamento.

COSTI INDICATIVI

- 20-30 euro/mq: scavo con profondità di 1 m, smaltimento e finitura superficie a prato;
- 30-40 euro/ml: realizzazione dello strato filtrante in giardino di sezione indicativa B100xH50cm.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Quartiere di Østerbro, Copenahgen -DK / Caso studio F37

In alto sinistra, pagina a fianco: giardini della pioggia a bordo strada a Portland. Si noti l'ingresso per l'acqua ottenuta dall'interruzione del cordolo dell'aiuola. (progetto e foto di Metro Transportation Planning and Development)

Da in alto destra e per tutte le immagini della pagina a fianco e di questa pagina: sezione fotografica e dettagli costruttivi dei giardini della pioggia di Østerbro a Copenhagen. I cordoli hanno interruzioni ogni 150-200 cm per collettare le acque meteoriche all'interno delle aiuole depresse. Quando i giardini della pioggia si sviluppano con andamento lineare, ogni 20-30 metri si possono prevedere dei passaggi trasversali, che permettono alle persone di attraversarli senza sporcarsi e calpestare la vegetazione e i suoli. In questi casi le pavimentazioni devono essere realizzate con blocchi isolati, in pietra o cemento, in modo da non ostruire le piogge collettate. All'interno dei giardini della pioggia è possibile posizionare tubi per il drenaggio, avendo l'accortezza di utilizzare coperture forate dei pozzetti più grandi. Dettagli della vegetazione e delle trinciee drenanti all'interno dei giardini della pioggia. (Progetto di Tradje Nature, foto di Luisa Ravanello)

2

TRINCEE INFILTRANTI
drenare le acque pluviali urbane

Le trincee infiltranti o drenanti sono elementi lineari riempiti con materiale ghiaioso permeabile (o in alternativa in elementi prefabbricati in materiale plastico), nei quali l'acqua meteorica viene invasata e si infiltra lentamente nel sottosuolo.
Questi elementi costituiscono dei sistemi di moderazione dei deflussi a scala diffusa, ovvero da realizzarsi alla micro-scala, a livello di singoli lotti.
Le trincee infiltranti possono essere mantenute con superficie ghiaiata o inverditi in superficie, progettati come elementi di arredo urbano ai bordi di aree pavimentate.

Le trincee drenanti sono realizzate con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia bassa)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*.

Trincea drenante a margine della biblioteca pubblica dell'eco-quartiere Bottière Chênaie a Nantes, in Francia.
(Progetto paesaggistico e foto di Atelier de Paysage Bruel-Delmar)

Trincea drenante vegetata a Zollhallen Plaza, piazza inondabile realizzata in quartiere periferico di Friburgo, in Germania.
(Progetto di Ramboll Studio Dreiseitl, foto di B.Doherty)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La realizzazione delle trincee di infiltrazione richiede una buona conoscenza del terreno e del sottosuolo per assicurare una sufficiente permeabilità del sottosuolo (coefficiente di permeabilità del terreno $k>10^{-5}$ m/s).
Le trincee hanno profondità compresa tra 1-2 mt, con fondo trincea ad almeno 1 mt dal livello massimo della falda superficiale. La larghezza è compresa tra 0,5 m e 2 m.
Di solito si prevede la posa all'interno del mezzo drenante di una tubazione drenofessurata per favorire una più regolare distribuzione delle acque meteoriche lungo lo sviluppo della trincea e di garantirne il deflusso verso l'uscita (fognatura o altro corpo idrico recettore) della parte di portata non infiltrata.
La larghezza della trincea deve essere di norma pari al diametro della tubazione inserita più almeno 15 cm su ogni lato.
Il materiale di riempimento della trincea si compone di ghiaione/ghiaia lavata con porosità media 30% (o in alternativa granulato di lava o elementi prefabbricati in materiale plastico, con valori di porosità anche superiori al 90%), protetta sul perimetro esterno da un filtro geotessile che ne evita l'intasamento con materiale fine.
Lo strato superficiale varia in funzione del tipo di utilizzo della superficie e delle modalità di alimentazione della trincea:
- DIRETTAMENTE DALLE ACQUE SUPERFICIALI, la finitura superficiale deve essere permeabile (ad esempio con pietrisco drenante o con pietrisco e terreno vegetale);
- INDIRETTAMENTE DALLA RETE FOGNARIA, la superficie può essere impermeabile.

Non sono utilizzabili materiali che possono determinarne l'intasamento della superficie drenante, in particolare le sabbie.
È consigliato posizionare pozzetti di ispezione lungo la trincea filtrante per favorire le manovre di pulizia dei dreni. La trincea filtrante deve essere dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo entro 12-24 ore dalla fine dell'evento di pioggia.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Laddove le caratteristiche di permeabilità del suolo lo consentono, le trincee filtranti operano in sinergia con i pozzi di infiltrazione 3 e in generale abbinati ai giardini della pioggia 1. Si possono trovare anche nei *pocket gardens* 9 ed eventualmente anche nei giardini rocciosi 12; trovano applicazione al di sotto dei parcheggi minerali permeabili 18, dei parcheggi verdi 19, delle piazze minerali alberate 20 ed eventualmente sotto porzioni di strade alberate 22 e di strade con giardini della pioggia 23.





Sezione tipologica di trincea drenante.

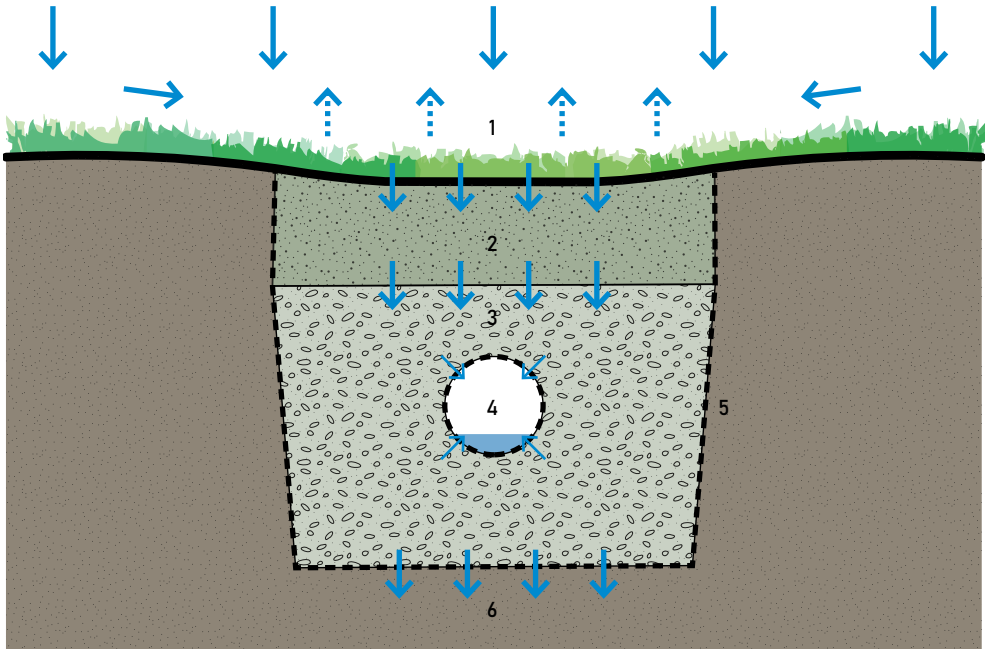
Le fasi di realizzazione di una trincea drenante ele diverse opzioni di finitura superficiale.

Realizzazione dello scavo. (Technopole a Bourgogne, progetto di Mayot-Toussaint)

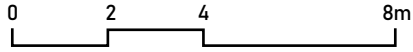
Riempimento dello scavo. Finitura con ghiaia. (Parcheggio della Piscina Comunale di Faucigny-Glières, progetto di Atelier Alice Tricon)

Trincee drenanti con pietre e specie tappezzanti e tubi di drenaggio. (giardini a Østerbro-Copenhagen, progetto di Tredje Nature)

Finitura con specie tappezzanti e passerella in legno di attraversamento (Presqu'île Rollet, progetto di Atelier Jacqueline Osty)



1. Strato superficiale verde
2. Misto ghiaione Ø 50-70 mm (50%) e terreno vegetale (50%)
3. Ghiaione lavato Ø 50-70 mm
4. Tubo drenofessurato
5. Geotessile
6. Terreno originario















SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale, sono integrabili negli spazi pubblici di piccole aree urbanizzate per la raccolta delle acque delle coperture (con ridotto carico inquinante) e delle aree permeabili.
In caso di applicazione lungo assi viari, sono utilizzabili ad esempio nelle aiuole verdi a bordo strada o a lato degli stalli di un parcheggio; in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.
In ambiti commerciali e produttivi sono utilizzabili in aree impermeabilizzate con poca superficie permeabile disponibile, per favorire la parziale infiltrazione; in funzione del grado di inquinamento e traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

Sono elementi lineari con basso fabbisogno di superficie (di regola meno del 10% della superficie impermeabile afferente), associate a superfici impermeabili di modesta entità.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Le trincee necessitano della presenza di terreno permeabile al di sotto del fondo trincea al fine di favorire la dispersione in falda. La falda superficiale deve trovarsi ad almeno 1 mt dal fondo bacino per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti. Questa soluzione non è adottabile in zone di protezione della falda acquifera.

ELEMENTI VEGETALI

Le trincee possono essere mantenute con superficie ghiaiata o con specie tappezzanti (cap. 4.4.3), progettate come elemento di arredo urbano ai bordi di aree pavimentate. Le specie più adatte sono:

- PER LE AREE IN OMBRA dicondra, edera, pervinca, *Pachisandra*, sassifraga;
- NELLE ZONE SOLEGGIATE *Achillea millefolium, Bellis perennis, Elymus arenarius, Helxine soleirolii, Hernaria, Isotoma fluviatilis, Lotus corniculatus, Phyla nodiflora, Sagina subulata*, timo, trifoglio.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

A seconda degli usi previsti, l'area interessata può essere resa fruibile (ad esempio come percorso pedonale), o come elemento di arredo a verde.

MANUTENZIONE

La manutenzione ordinaria deve essere eseguita con frequenza regolare, almeno semestrale, e comprendere:
- ispezione ed eventuale rimozione dei sedimenti/fogliame da superficie permeabile, pozzetti di ispezione e sistemi di pretrattamento (ove presenti);
- rimozione dei sedimenti dai sistemi di pretrattamento (ove presenti).

La manutenzione straordinaria e occasionale riguarda:
- verifica dell'assenza di radici in corrispondenza dei dreni;
- espurgo delle tubazioni drenofessurate o dei pozzetti;
- pulizia e sostituzione dello strato filtrante superficiale, del *medium* drenante e del geotessile (se necessario, in caso di intasamento).

I costi di manutenzione sono medio-alti, in quanto è necessario un controllo regolare e possono essere richiesti significativi interventi di manutenzione straordinaria.

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione variano a seconda della geometria della trincea e dalla profondità di scavo, indicativamente:
- 80-100 euro/ml: trincea di sezione pari a 1 mq.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Zollhallen Plaza, Friburgo - DE / Caso studio C25

3

POZZI DI INFILTRAZIONE
drenare le acque pluviali urbane

I pozzi di infiltrazione o perdenti rappresentano un'alternativa alle trincee infiltranti: sono elementi puntuali che favoriscono l'infiltrazione delle acque pluviali nel sottosuolo in modo concentrato e risultano particolarmente idonei in aree con limitata superficie a disposizione, come interventi alla micro-scala.
Consistono in uno scavo più o meno profondo per la posa di un pozzo perdente costituito da anelli filtranti in cui viene convogliata l'acqua meteorica e ivi immagazzinata, prima di infiltrarsi lentamente nel sottosuolo.
L'area interessata dal pozzo filtrante in superficie può essere rifinita con superficie ghiaiata permeabile, così da integrarsi anche in aree a verde urbano o destinate alla pubblica fruizione.

I pozzi di infiltrazione sono realizzati con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e l'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia bassa)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*.

Pozzi drenanti negli spazi pubblici del Vulcania Centre Européen du Volcanisme a Saint-Ours-les-Roches in Francia. (Progetto paesaggistico di Atelier CAP)

Pozzo drenante all'interno di un giardino della pioggia. (Østerbro-Copenhagen, progetto di Tredje Nature)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La realizzazione dei pozzi di infiltrazione richiede una buona conoscenza del terreno e del sottosuolo, in quanto deve essere assicurata una sufficiente permeabilità del sottosuolo (coefficiente di permeabilità del terreno $k>10^{-5}$ m/s).
I pozzi perdenti sono realizzati con anelli forati di vario diametro, variabile tra 100cm e 200cm, mentre la profondità complessiva varia da 2m fino a 5 m (pozzi profondi). Lo scavo eseguito a pareti laterali verticali oppure inclinate secondo la tipologia del terreno, viene riempito di materiale granulare con alto coefficiente di permeabilità.
Il fondo del pozzo viene riempito con materiali a granulomentria grossolana (ad esempio ciottoli, ghiaia grossolana).
Il pozzo viene protetto sul perimetro esterno del pozzo e su quello di scavo da un filtro geotessile che ne evita l'intasamento con materiale fine.
A seconda della tipologia delle acque da infiltrare, si prevede a monte del pozzo un pozzetto per il pre-trattamento delle acque, che favorisca il deposito degli olii e dei sedimenti.
Il pozzo potrà essere completato con uno scarico di troppo pieno, per consentire lo smaltimento delle acque verso un recapito fognario/corpo idrico anche in occasione di eventi eccezionali.
Lo strato superficiale può essere costituito da pietrisco drenante per meglio inserirlo in un contesto paesaggistico urbano.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

La soluzione del pozzo di infiltrazione è per certi aspetti simile alle trincee infiltranti 2, delle quali riprende il funzionamento puntualmente (e non linearmente) ed in profondità. I pozzi operano in sinergia con le trincee infiltranti 2 e con i giardini della pioggia 1 e possono essere impiagati nei *pocket gardens* 9, nei giardini rocciosi 12, nei parcheggi minerali permeabili 18, nei parcheggi verdi 19, nelle piazze minerali alberate 20 ed eventualmente sotto porzioni di strade alberate 22 e di strade con giardini della pioggia 23.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale possono essere realizzati in piccole aree urbanizzate per la raccolta delle acque delle coperture (con ridotto carico inquinante) e delle aree permeabili.
Sono integrabili negli spazi pubblici con facilità.



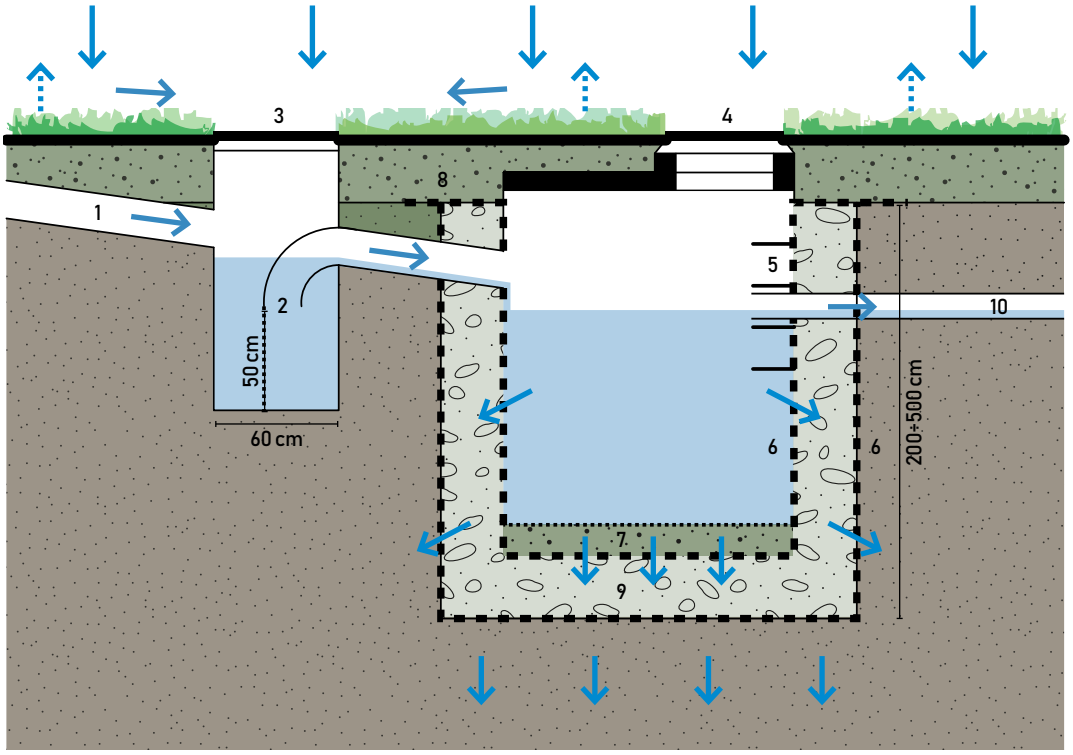


Sezione tipologica di pozzo drenante.

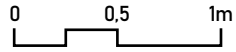
Le fasi di realizzazione di un pozzo filtrante. Realizzazione dello scavo di circa 2 metri di profondità. Posa degli anelli forati e riempimento del fondo del pozzo con materiale filtrante tipo ciottoli o ghiaia grossolana.

Riempimento dello scavo con materiale granulare con alto coefficiente di permeabilità. Finitura con strato superficiale di pietrisco drenante. (www.notrenidauparadis.blogspot.com)

Esempio di pozzo filtrante con finitura superficie in ghiaiata permeabile, realizzato in corrispondenza di un'area verde di pertinenza privata. (www.building1120.wordpress.com)



1. Immissione acque meteo
2. Condotta sifonata
3. Chiusino di ispezione / caditoia
4. Chiusino di ispezione del pozzo perdente
5. Anello forato
6. Filtro geotessile
7. Strato filtrante (ghiaia grossolana)
8. Terreno vegetale
9. Materiale granulare permeabile (ghiaia grossolana e ciottoli)
10. Condotta di troppo pieno







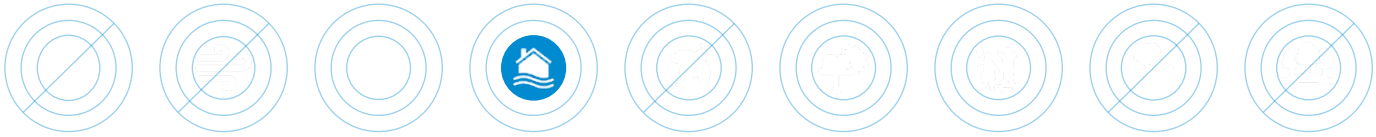








SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



In caso di applicazione lungo assi viari, sono utilizzabili nelle aiuole verdi a bordo strada o nei parcheggi; in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.
In ambiti commerciali e produttivi, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

I pozzi perdenti sono elementi puntuali con basso fabbisogno di superficie (di regola circa l'1% della superficie impermeabile afferente); sono generalmente associate a superfici impermeabili di modesta entità.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

I pozzi perdenti necessitano di terreno permeabile al di sotto del fondo pozzo al fine di favorire la dispersione in falda. La falda superficiale deve trovarsi ad almeno 2 mt dal fondo pozzo per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.
Questa soluzione non è adottabile in zone di protezione della falda acquifera.

ELEMENTI VEGETALI

I pozzi perdenti possono essere rifiniti con superficie ghiaiata o con specie tappezzanti, progettati come elementi di arredo urbano ai bordi di aree pavimentate. Le specie adatte sono:

- IN OMBRA dicondra, edera, pervinca, *Pachisandra*, sassifraga;
- NELLE ZONE SOLEGGIATE *Achillea millefolium, Bellis perennis, Elymus arenarius, Helxine soleirolii, Hernaria, Isotoma fluviatilis, Lotus corniculatus, Phyla nodiflora, Sagina subulata*, timo, trifoglio.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Sono puntuali che richiedono un ridotto fabbisogno di superficie. Valgono le considerazioni svolte per le trincee drenanti. Possono ben inserirsi in contesti urbani quali parchi, aree pedonali.

MANUTENZIONE

La manutenzione ordinaria regolare, eseguita con frequenza almeno semestrale, deve comprendere:
- ispezione ed eventuale rimozione dei sedimenti dal pozzo di infiltrazione e dal pozzetto di pretrattamento;
- verifica nel tempo della permeabilità (pulizia delle superfici drenanti, sostituzione dello strato in terra vegetale se troppo compatto, ...), se la finitura superficiale è stata realizzata con uno strato permeabile (terreno e vegetazione, strato drenante).

La manutenzione straordinaria, occasionale, riguarda:
- la verifica dell'assenza di radici in corrispondenza dello strato drenante;
- l'espurgo del pozzo perdente;
- la pulizia e sostituzione dello strato geotessile (in caso di intasamento).

I costi di manutenzione sono medio-alti, in quanto è necessaria una manutenzione regolare e possono essere richiesti significativi interventi di manutenzione straordinaria.
Il grado di efficienza del funzionamento del pozzo è strettamente legato allo stato di manutenzione dello stesso.

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione variano a seconda della geometria del pozzo e dalla profondità di scavo, indicativamente:
- 1.500–2.000 euro/unità, determinato su un pozzo di diametro interno D=2,0 m e profondità 2,5 m.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Quartiere di Østerbro, Copenahgen -DK / Caso studio F37

4

NOUE PAYSAGERE O FOSSATI INONDABILI
drenare, laminare e filtrare le acque pluviali urbane

Le *noue paysageres* sono canali a cielo aperto simili a fossati ma poco profondi (da 20 a 40 cm) e con sezione più ampia, con scarpate a pendenza molto morbida e vegetate. Hanno la funzione di collettare le acque di pioggia, eseguire una fitodepurazione e attenuare il *run- off* superficiale mediante la lenta infiltrazione nel sottosuolo.
La *noue* urbana può essere progettata per adattarsi a differenti contesti urbani - quali arterie stradali, parcheggi, percorsi ciclopedonali o spazi verdi esistenti - con modalità esteticamente piacevoli, spesso definendo corridoi vegetali attrattivi e fruibili.
Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali, la *noue* può essere inverdita con modalità differenti in modo da adattarsi al meglio al contesto paesaggistico e climatico in cui si realizza, ed è possibile anche variare la tipologia di specie lungo i corridoi verdi, modulandola in funzione dell'ambiente locale circostante.

Le *noue paysageres* sono realizzate con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia media)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*;
- favorire la biodiversità *(efficacia medio-alta in funzione delle specie vegetali)*;
- ridurre l'effetto isola di calore *(efficacia medio-alta a seconda delle dimensioni)*.

Fossato inondabile all'interno del parco Martin Luther King, realizzato per collettare le acque di un'area verde attrezzata di circa 10 ettari e del tessuto urbano adiacente al parco. Siamo nell'area di Clichy-Batignolles, a nord-est di Parigi, in cui il vecchio scalo ferroviario dismesso è stato oggetto di un processo di trasformazione urbana e immobiliare.
(Progetto paesaggistico di Jaqueline Osty, foto di Elena Farnè)

Fossato inondabile nel parco centrale dell'eco-quartiere del Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt, in Francia.
(Progetto paesaggistico del parco di Agence TER, foto di Luisa Ravanello)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

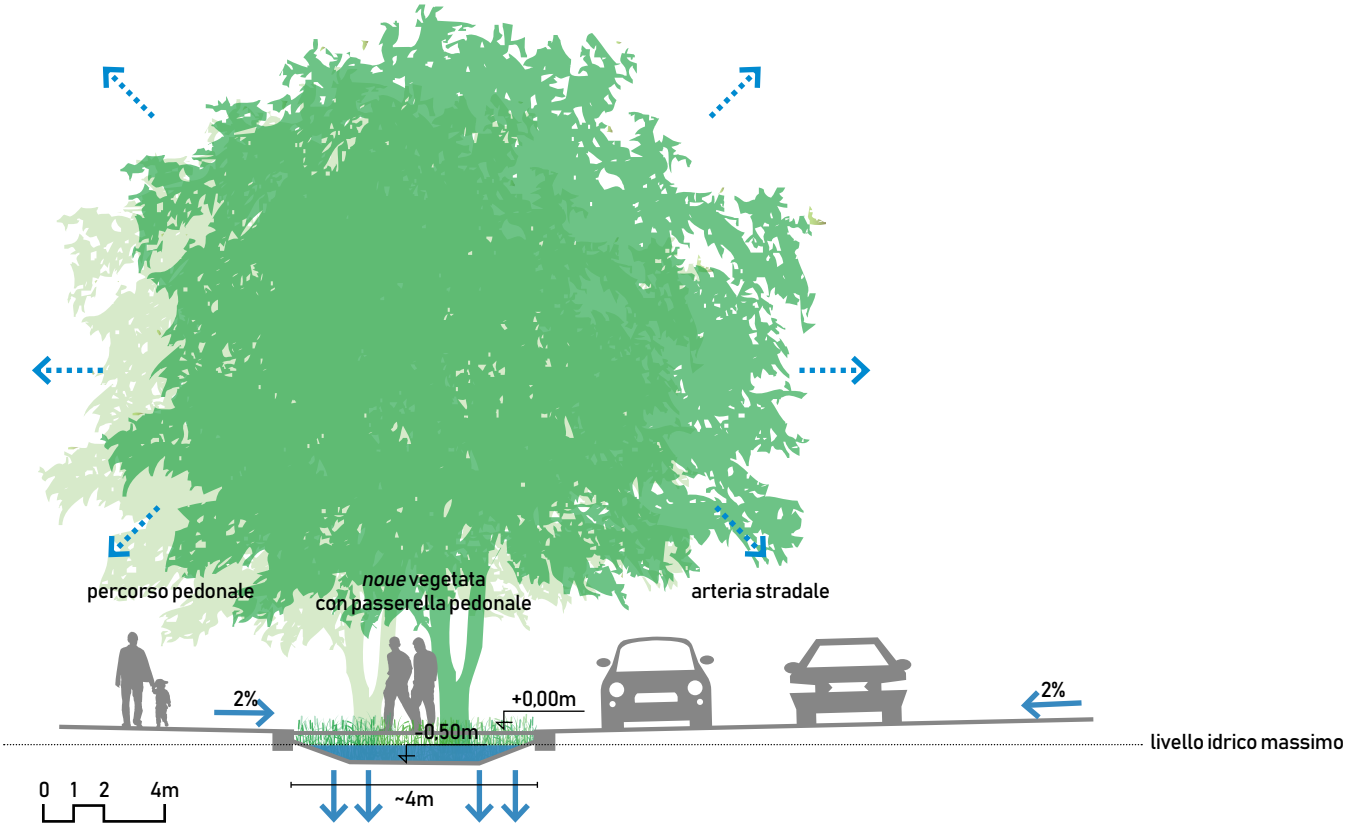
Le *noue* sono leggere depressioni in terra, di profondità modesta, compresa tra 20-40 cm e di larghezza complessiva fino a circa 10 m, con un fondo alveo compreso tra 0,5 e 2 m.
La larghezza degli elementi deve essere definita in modo da determinare livelli idrici molto ridotti e un adeguato trattamento delle acque (garantendo quindi una velocità massima ridotta ed un tempo di ritenzione idraulica sufficiente), prevenendo la possibile formazione di aree di sedimentazione o erosione.
A titolo di esempio, considerando un evento di riferimento critico di 15 minuti (appropriato se la noue drena le acque di una strada), si può considerare come parametri di progetto una profondità del flusso pari a 10 cm, una velocità massima di 0,3 m/s per favorire l'infiltrazione nel terreno ed un tempo di residenza di 15-20 minuti. Per eventi estremi, si può considerare una velocità di deflusso massima di riferimento di 1 m/s (o 2 m/s se le condizioni di stabilità e di erosione del suolo lo consentono).

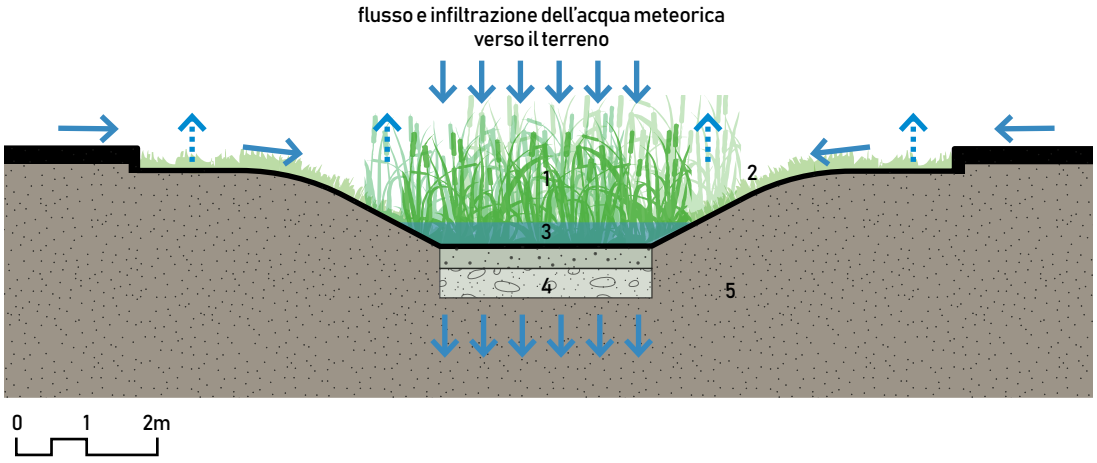
Le sponde devono avere la minor pendenza possibile in modo da favorire il più possibile il pretrattamento delle acque di ruscellamento e massimizzare la superficie di infiltrazione (pendenze massime 1 su 3, consigliata minore di 1 su 4).
Se realizzate su aree con pendenza del fondo non trascurabile, è importante creare piccoli sbarramenti per favorire la distribuzione omogenea del volume d'acqua su tutta la lunghezza della *noue*.
Trattandosi di depressioni lineari poco profonde e molto morbide, non è necessario proteggere l'area da cadute accidentali mediante barriere di protezione.

La forma delle *noue* può non essere uniforme e ben adattarsi alle superfici disponibili o secondo le esigenze di progetto, presentando allargamenti o restringimenti puntuali.

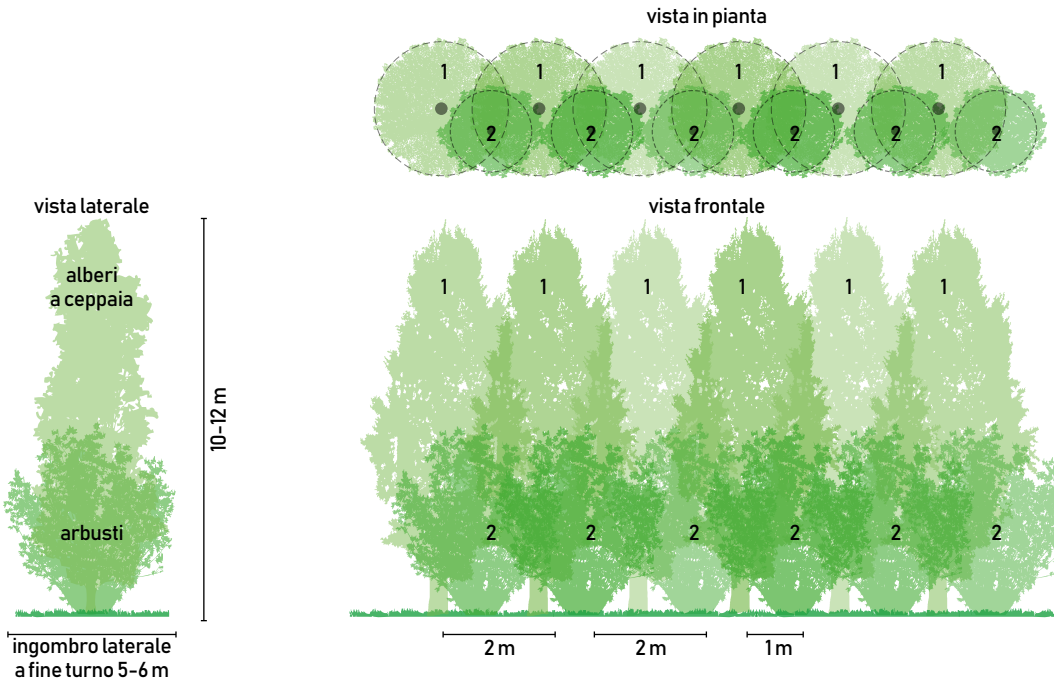








1. Specie vegetali
2. Sponde inerbite con pendenza 1/3÷1/4
3. Livello idrico massimo
4. Strato drenante di ghiaia e sabbia (opzionale)
5. Terreno originario



Composizione impianto vegetale:
→ STRATO APICALE con alberi
→ STRATO INTERMEDIO con cespugli alti o alberi a ceppaia (1)
→ STRATO BASSO con arbusti ed erbacee (2)

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA | QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI | RIDUZIONE DEL RUMORE | RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO | IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ | COMFORT URBANO E MICROCLIMA | FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO | IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA | BELLEZZA DELLA NATURA

Sezione tipo trasversale di fossato inondabile strutturato, con elementi minerali di bordo.

Sezione trasversale di dettaglio di bacino inondabile con sponde morbide (1/3÷1/4 rispetto al fondo fossato).

Composizione dell'impianto vegetale del fossato.

Le sezioni si dividono in:

- STRUTTURATE ovvero con elementi minerali di bordo che le delimitano;
- MORBIDE con pareti inerbite a pendenza molto dolce.

Se il terreno non è dotato di una elevata permeabilità, è possibile favorire l'infiltrazione mediante la realizzazione alla base della *noue* di un letto drenante in ghiaia. In generale, l'infiltrazione può essere prevista previa verifica della vulnerabilità della falda acquifera e delle caratteristiche di qualità delle acque da infiltrare.

La *noue paysagere* è un elemento che mitiga ma non risolve le criticità idrauliche; pertanto, in occasione degli eventi più intensi è bene prevedere uno o più punti di sfioro al di sopra del livello idrico massimo di progetto per collettare le acque in eccesso verso un sistema di canalizzazioni e successivo scarico alla fognatura pubblica.
Qualora questi elementi siano inseriti in adiacenza alle arterie stradali, dove il carico di traffico è elevato e le acque di dilavamento sono cariche di inquinanti, si rende necessario realizzare un sistema di pretrattamento delle acque di prima pioggia.
Questi sistemi sono dimensionati con tempi di drenaggio delle acque non superiori a 24 ore, in modo da garantire tempo di residenza adeguato alla rimozione degli inquinanti e al contempo rendere i volumi di invaso della pioggia disponibili per un evento successivo.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I fossati inondabili con il loro sviluppo lineare hanno la peculiarità di drenare i contributi di acqua meteorica verso i giardini della pioggia 1, o verso i giardini umidi 5 e i bacini inondabili 6. Ove la permeabilità lo consente, esplicano più efficacemente la funzione SUDS in sinergia con le trincee infiltranti 2 e con i pozzi di infiltrazione 3, restituendo parte di acqua meteorica alla falda. I fossati inondabili sono inseribili sia nei giardini alberati 17, sia nei parcheggi verdi 19, sia nelle strade alberate 22 ove le dimensioni lo consentono, sia nelle strade con giardini della pioggia 23.
Le *noue paysageres* sono efficaci unitamente alle opportune scelte di specie vegetali di cui al capitolo 4, sotto il profilo ambientale e del comfort urbano.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale possono configurarsi come corridoi verdi lungo i percorsi perimetrali ai lotti o alle aree di sosta/parcheggio.
In caso di applicazione lungo assi viari, le *noue paysageres* sono facilmente implementabili lungo i margini delle carreggiate stradali o al bordo di aree pedonali o di aree a parcheggio.
Le *noue paysageres* si possono ben integrare nelle aree a parco, anche come elementi di valenza paesaggistica.
In ambiti commerciali e produttivi, possono configurarsi come corridoi verdi lungo i percorsi perimetrali agli edifici, in particolare per infiltrare le acque delle coperture. In funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

Sono elementi lineari con significativa domanda di suolo dovuta alle sponde morbide; in generale sono difficilmente integrabili in aree densamente urbanizzate con spazi limitati.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Le *noue paysageres* necessitano di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo della *noue* o dell'eventuale letto filtrante (se presente) per favorire un buon livello di abbattimento degli inquinanti. In zone di protezione della falda acquifera, è possibile impermeabilizzare i canali vegetati per mezzo di telo impermeabile.

ELEMENTI VEGETALI

La scelta della tipologia di piante è peculiare del sito e del contesto climatico dell'intervento. Le alberature sono però presenti in numero maggiore e la loro consociazione con gli arbusti può riprodurre quella delle siepi naturalistiche, eliminando le specie spinose.
La vegetazione delle *noue* deve avvenire secondo le caratteristiche peculiari del sito, considerando la necessità di scegliere specie che siano in grado di convivere con l'inquinamento atmosferico se in presenza di acque delle piattaforme stradali. In generale, le specie dovranno essere in grado di:

- SOPPORTARE PERIODICHE INONDAZIONI ALTERNATE A ESTESI PERIODI ASCIUTTI, oltre che all'accumulo di sedimenti e detriti;
- TOLLERARE IL SALE qualora le *noue* siano usate per drenare superfici impermeabili che sono generalmente sottoposte ad operazioni di salatura durante i mesi invernali;
- STRATO BASALE composto da cespugli fino a 2-3 metri di altezza quali evonimo, ligustro, sinforina, viburni ed erbacee;
- STRATO INTERMEDIO composto da arbusti quali nocciolo, corniolo, sambuco, viburno, ligustro, evonimo che vanno dai 2 ai 5 metri di altezza;
- STRATO APICALE formato dalle chiome degli alberi, di solito salici, pioppi, platani, ontani e aceri campestri.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

La loro fruizione può essere modulata in funzione degli apporti meteorici previsti: durante gli eventi di pioggia è un importante presidio di mitigazione idraulica, mentre nei periodi asciutti possono essere utilizzate anche come percorsi pedonali, aree di sosta e riposo.
È possibile realizzare percorsi pedonali/ciclopedonali all'interno delle *noue*, trasversali (con attraversamenti localizzati) o anche longitudinali (lungo il percorso della *nuoe*) qualora l'elemento sia solo parzialmente vegetato. Si consideri che la circolazione all'interno della *noue* è preclusa durante l'evento di pioggia; di conseguenza sono da prevedersi percorsi alternativi.
Inoltre le *noue* possono creare un notevole valore aggiunto in termini paesaggistici in luoghi ad elevata frequentazione come i parchi pubblici.

MANUTENZIONE

Le principali attività di manutenzione ordinaria sono svolte da manodopera non specializzata, con cadenza indicativamente mensile, e consistono principalmente in:

- sfalcio della vegetazione;
- ispezione del canale per prevenire l'instaurarsi di fenomeni erosivi;
- verifica della presenza di sedimenti e/o rifiuti ed eventuale rimozione.

La manutenzione straordinaria consiste nella messa a dimora di nuove aree a ridotta crescita vegetale, anche mediante una scelta diversa delle specie più adatte al contesto.
I costi di manutenzione sono ridotti, in quanto limitati nella frequenza e realizzabili in contemporanea alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio di costi.

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione variano a seconda della tipologia di specie vegetali, dalla presenza della trincea drenante alla base, indicativamente:

- 10-15 euro/mq: scavo con profondità inferiore a 0,5 m e relativo smaltimento e finitura superficie a prato;
- 40 euro/ml: strato filtrante sul fondo alveo di sezione indicativa 100x(h)50cm;
- 20-25 euro/mq: piantagione di specie vegetali.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A6
- Eco-quartiere di Clicy-Batignelles a Parigi - FR / Caso studio A8

In alto e al centro.
Esempi di *noue paysagere* con sezione strutturata da elementi minerali di bordo: il fossato inondabile del parco Martin Luther King di Parigi nelle diverse stagioni.
(Progetto paesaggistico di Atelier Jacqueline Osty)

Esempi di *noue paysagere* a sezione morbida. Nel primo tratto le sponde sono inerbite. Nel secondo tratto sono boscate con alberi e arbusti. Siamo nell'eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt in Francia.
(Progetto paesaggistico di Agenzia AAUPC, foto di Elena Farnè)

In basso a destra.
Esempi di *noue paysagere* a sezione morbida con pareti inerbite a pendenza molto dolce a bordo strada. Siamo al bordo di un'area indutriale nel Comune di Mardeuil, nel Nord-Est della Francia.
(Progetto e foto di Agencie Vysages)













5

GIARDINI UMIDI
depurare, infiltrare, trattenere le acque pluviali urbane

I giardini umidi sono bacini con uno o più specchi d'acqua permanenti che permettono di invasare e trattare (fitodepurazione) le acque di pioggia. Possono presentare una grande varietà di vegetazione acquatica, emergente e sommersa, lungo le sponde del bacino e nelle zone umide paludose; tale varietà è positiva ai fini dei processi fitodepurativi, oltre che come elemento di biodiversità e di valenza paesaggistica.
Sono impiegati per il drenaggio e il trattamento di aree sia limitate che estese (anche maggiori di 10 ha) e si integrano sia in contesti residenziali che commerciali o industriali. Possono essere realizzati in aree di nuovo sviluppo o nell'ambito di interventi di riqualificazione.
I bacini umidi hanno una funzione attrattiva grazie alla loro valenza estetica e paesaggistica; per questo è importante il coinvolgimento nella fase progettuale di diverse figure professionali quali ingegneri, agronomi e architetti del paesaggio.

I giardini umidi sono realizzati con l'obiettivo di:
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficaci a alta)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia medio/alta, a seconda degli obiettivi di progetto)*;
- incrementare la biodiversità *(efficacia alta)*;
- ridurre l'effetto di calore e la matrice rumore *(efficacia media)*.

Le aree di laminazione del quartiere residenziale Belval North a Belval in Lussemburgo, ricavato su un'area siderurgica dismessa. I bacini sono realizzati come sistema di giardini umidi progressivi, di laminazione e fitodepurazione delle acque pluviali del quartiere. (Progetto e foto di ELYPS Landscape + Urban Design)

Il giardino umido con acqua permanente all'interno del parco Martin Luther King di Parigi, con la tipica vegetazione acquatica e palustre e le passerelle per la fruizione. (Progetto paesaggistico di Atelier Jacqueline Osty, foto di Elena Farnè)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Il sistema consiste in un ambiente umido riprodotto artificialmente in un bacino impermeabilizzato e caratterizzato dall'attraversamento di diversi regimi di flusso delle acque.
La forma si può ben adattare al paesaggio circostante: negli spazi verdi aperti i giardini umidi hanno di norma forme più morbide e un aspetto più naturale, mentre in contesti urbanizzati, presentano geometrie più nette e lineari grazie all'utilizzo di elementi di bordo minerali e/o pareti armate di contenimento (ad es. gabbioni, cordoli in cemento, ecc.).
I giardini umidi sono caratterizzati dalla presenza di specie vegetali tipiche delle zone umide, le macrofite igrofile, radicate ad un substrato di crescita o flottanti sullo specchio d'acqua. La densità della vegetazione favorisce l'adesione, l'assorbimento e la decomposizione aerobica degli elementi contaminanti e previene la ri-sospensione delle particelle. Possono presentare zone più profonde e altre più superficiali, favorendo quindi la diversità di specie vegetali acquatiche impiegate.
Per garantire la sicurezza dei fruitori è consigliabile una profondità compresa tra 0,5 e 1 m, sebbene sia possibile prevedere, con opportuni accorgimenti, profondità maggiori o minori.
I sistemi di fitodepurazione esistenti e implementabili in un giardino umido si classificano in genere in funzione del tipo di macrofite utilizzato:
- MACROFITE GALLEGGIANTI;
- MACROFITE RADICATE SOMMERSE;
- MACROFITE RADICATE EMERGENTI;
- SISTEMI MISTI

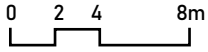
ed in relazione al flusso idraulico, che può essere:
- A FLUSSO SOMMERSO ORIZZONTALE quando si realizza un bacino riempito di materiale interte, in cui i reflui scorrono in senso orizzontale; le specie vegetali associate sono le macrofite radicate emergenti;
- A FLUSSO SOMMERSO VERTICALE quando si realizza un bacino riempito di materiale interte, in cui i reflui scorrono in senso verticale; le specie vegetali associate sono le macrofite radicate emergenti;
- A FLUSSO LIBERO che consiste nella riproduzione di una zona palustre naturale, dove l'acqua è a diretto contatto con l'atmosfera e poco profonda; le specie vegetali associate sono le idrofite e le elofite.

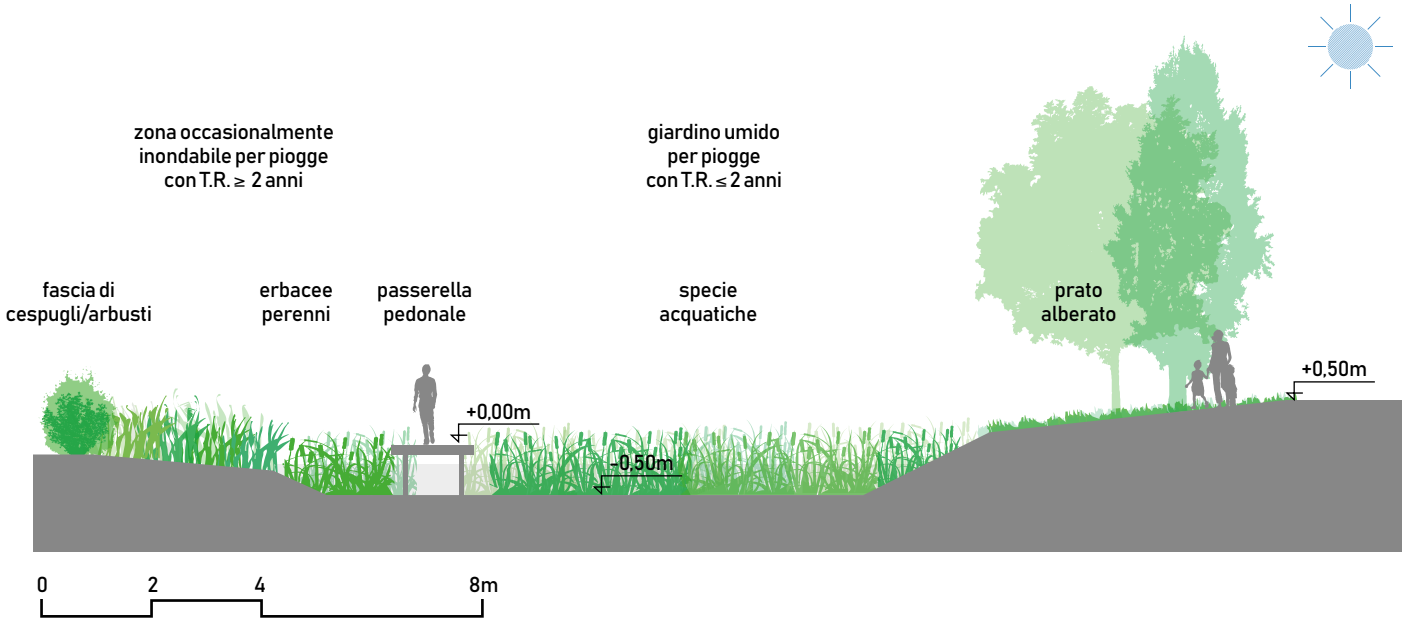




Schema di giardino umido con fitodepurazione in subalveo e stistema a flusso sommerso orizzontale che capta le acque pluviali urbane.



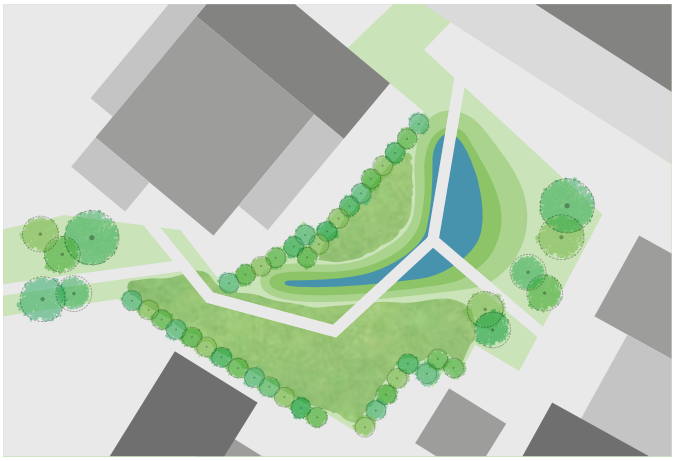




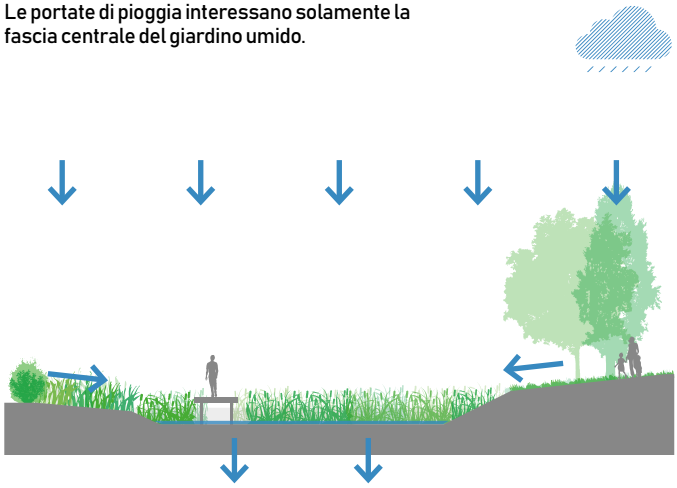
SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA
QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI
RIDUZIONE DEL RUMORE
RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO
IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ
COMFORT URBANO E MICROCLIMA
FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA
BELLEZZA DELLA NATURA

EVENTO DI PIOGGIA ORDINARIO



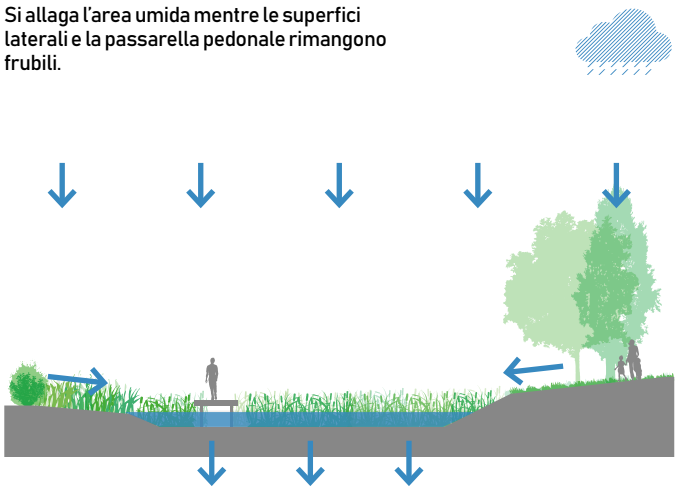
Le portate di pioggia interessano solamente la fascia centrale del giardino umido.



EVENTO DI PIOGGIA DI MEDIA INTENSITÀ (TR~ 2 ANNI)



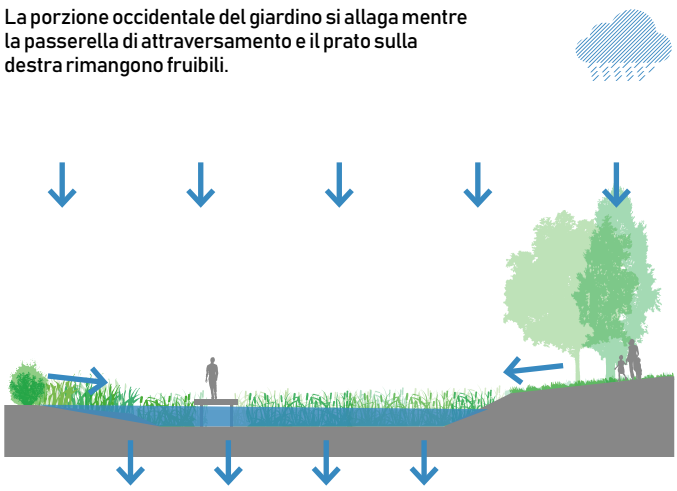
Si allaga l'area umida mentre le superfici laterali e la passarella pedonale rimangono frubili.



EVENTO PIOVOSO ECCEZIONALE (TR~ 100 ANNI)



La porzione occidentale del giardino si allaga mentre la passerella di attraversamento e il prato sulla destra rimangono fruibili.



A destra. Il quartiere residenziale a nord di Belval, in Lussemburgo. L'intervento immobiliare è stato concepito a partire da un sistema di giardini umidi - tutti a valle degli edifici e ricavati lungo l'asse di scorrimento di un canale di scolo esistente - con l'obiettivo di trattare le acque pluviali urbane senza gravare sul sistema fognario esistente. Attraverso dei movimenti terra lungo il canale - a valle dell'edificato - e grazie all'inserimento di alcune barriere, è stato creato un sistema dei giardini umidi in grado di collettare e laminare le acque pluviali urbane superficiali. Le piogge derivanti dal quartiere vengono così laminate, depurate e infilitrate in modo naturale, in tempo secco; mentre in caso di piogge intense la capacità di invaso dei giardini umidi ne rallenta lo scorrimento a valle, impedendo il sovraccarico del sistema fognario urbano. Grazie alla vegetazione i giardini umidi svolgono anche la funzione di fitodepurazione delle acque. Un sistema di passerelle e percorsi, realizzati in affiancamento del canale e connessi al sistema ciclabile di Belval, consente alle persone del quartiere e dell'abitato di fruire dei giardini umidi e di godere dell'evoluzione del paesaggio nelle stagioni. (Progetto e foto di ELYPS Landscape + Urban Design)

La scelta della migliore configurazione viene valutata caso per caso in funzione delle acque da trattare, del clima locale o del contesto urbano ed è possibile combinare diversi sistemi tra loro.
In generale, un giardino umido prevede:

- UN BACINO DI SEDIMENTAZIONE che permette l'accumulo dei sedimenti più grossolani in prossimità del punto di immissione delle acque meteoriche; ciò evita che il trasporto e accumulo di sedimenti nelle altre aree del giardino danneggi l'accrescimento della vegetazione e permette di concentrare la rimozione dei sedimenti in un'area ristretta;
- UN'AREA UMIDA PERMANENTE che rappresenta il volume di acqua che permane nel giardino umido durante tutto l'anno (volume di ritenzione), al netto del contributo di evaporazione e di infiltrazione. Quest'area è la zona responsabile dei principali trattamenti fitodepurativi e favorisce la deposizione dei sedimenti più fini; è vegetata con specie macrofite sommerse o galleggianti, mentre la vegetazione emergente è di norma limitata. Al fine di garantire il mantenimento delle piante e la buona performance fitodepurativa, è necessario valutare in fase progettuale che sia mantenuto il bilancio idrico del bacino, ovvero che vi sia un afflusso di acqua che compensi i contributi di evapotraspirazione ed infiltrazione. Studi empirici hanno evidenziato che uno stato di siccità prolungato oltre i due mesi pregiudica la ricchezza della comunità vegetale. La profondità di tali aree è compresa tra 0,5 e 2 mt ed il livello massimo d'acqua dovrebbe essere pari alla quota del manufatto di scarico;
- UN'AREA DI ESPANSIONE O DI LAMINAZIONE ovvero il volume di invaso temporaneo (volume di detenzione) sopra il livello massimo dell'area umida permanente, che viene interessato quando il livello dell'acqua sale durante un evento di pioggia, garantendo quindi una riduzione dei picchi di portata in uscita dal sistema;
- UN'AREA PALUSTRE O DI 'ACQUE BASSE' con tirante d'acqua modesto, inferiore a 0,5 mt, che ospita vegetazione acquatica emergente; queste aree sono le zone esterne all'area umida permanente, o possono essere anche centrali alla stessa area umida.

Nei bacini umidi viene mantenuto un livello d'acqua minimo permanente mediante la posa di una membrana impermeabile o di un geocomposito bentonitico o, nel caso in cui il sito presenti un terreno argilloso, è il terreno stesso che ne impedisce o ne riduce l'infiltrazione nel suolo.
Nei siti in cui è possibile la presenza di suolo contaminato, è necessario che il bacino sia impermeabilizzato per evitare il contatto con la falda sottostante.
Il bacino viene caricato da una o più canalizzazioni a monte, i punti di immissione devono essere protetti con materiale idoneo creando un'area di calma (ad. es. mediante elementi lapidei) per evitare l'erosione. Le sponde inerbite e vegetate hanno scarpate morbide, con pendenza 1:3 / 1:4.
Lo svuotamento del contributo di laminazione, ovvero del volume di acqua al di sopra del livello permanente, avviene in un periodo che non deve eccedere le 24-48 ore per renderlo fruibile per un possibile successivo evento di pioggia e si attua attraverso una condotta di scarico verso il corpo idrico recettore (fognatura, corpo idrico superficiale, ecc.) tarata per limitare la portata in uscita.
È bene prevedere un troppo pieno di emergenza nel caso di eventi intensi, ad una quota superiore all'evento di progetto (ad esempio per un evento di pioggia con TR=100 anni).

Nei giardini umidi di maggiore estensione è preferibile suddividere la superficie in diverse zone, con profondità e caratteristiche vegetazionali diverse, incrementando quindi la qualità dell'acqua (grazie a percorsi del flusso più lunghi che favoriscono la rimozione degli inquinanti), il volume di invaso garantito e la biodiversità.







Attraversare il giardino umido e gestire le acque meteoriche.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I giardini umidi, caratterizzati dalla permanente presenza di acqua, sono il recapito dei contributi di acqua meteorica proveniente dai fossati inondabili 4 oltre che dalla fognatura bianca e ospitano idonee specie vegetali acquatiche, come dettagliato nell'apposita scheda 8 del capitolo 4. Le scelte del verde comportano importanti benedici in termini di biodiversità e disinquinamento.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale, i giardini umidi sono ben integrabili sia in aree di nuova urbanizzazione, sia in caso di interventi di riqualificazione di aree esistenti, a patto che vi sia una superficie di sufficiente estensione a disposizione.
I giardini umidi si integrano in aree verdi esistenti come elementi di grande valenza paesaggistica.
Non sono invece realizzabili in aree ad elevata pendenza (possibile instabilità dei terreni) o in zone ad alta densità abitativa (a causa della mancanza di sufficiente spazio).

SPAZIO RICHIESTO

Hanno un elevato sviluppo areale ed un ridotto tirante idrico.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

In zone di protezione della falda acquifera o di terreno inquinato, questa soluzione è adottabile garantendo la completa impermeabilizzazione del fondo bacino mediante geocomposito/membrana impermeabile.

ELEMENTI VEGETALI

La vegetazione del giardino umido è responsabile della depurazione delle acque, incrementa la stabilità delle sponde e previene l'erosione; è inoltre importante in quanto diventa un habitat naturale ed accresce il valore paesaggistico del sito.
La densità delle piante è di solito variabile tra 0,2-8 piante/mq a seconda che si impieghino anche specie arboree (a densità inferiore) ed arbustive o solo erbacee (a densità maggiore). Essendo di norma il terreno del giardino umido compattato durante le fasi costruttive, è consigliabile durante la messa a dimora realizzare buche piuttosto larghe e profonde intorno all'area di piantagione, e riempirle con terriccio non compattato, in modo da favorire lo sviluppo dell'apparato radicale.

In alto a destra, il giardino umido ricavato al centro della rotonda stradale di Østerbro, a Copenhagen. Sulla rotonda confluiscono 4 strade residenziali e le acque pluviali di altrettanti giardini della pioggia. La rotonda è stata completamente risagomata, riducendo la carreggiata stradale di bordo e ricavando al centro un bacino umido, depresso e vegetato; quest'ultimo svolge la funzione di depurazione e ritenzione delle piogge di diversi isolati.
La vegetazione al centro della rotonda è fitta e rustica e nel punto più basso c'è una folta vegetazione acquatica che svolge la funzione di fitodepurazione. La rotonda ha l'aspetto di un giardino: le persone lo possono attraversare grazie a una serie di percorsi circolari in terra stabilizzata, ai cui bordi si trovano diverse panchine che favoriscono il riposo e l'osservazione dei colori di alberi e arbusti. Grazie alla vegetazione e alla bassa velocità delle auto - sulle strade c'è il limite dei 40 km/h - al centro della rotonda c'è molta quiete e un forte senso di protezione.
(progetto Tradje Nature, foto Elena Farnè)

Qualora il giardino umido sia realizzato in terreni con mancanza di sufficienti nutrienti e materia organica per favorire la crescita delle piante, dovrà essere aggiunto terriccio e materiale organico alle aree di piantagione (è sufficiente uno spessore di 15 cm per aree inerbite, può crescere fino a 45 cm per aree con arbusti).
Le specie che meglio si adattano sono quelle indicate nelle schede del capitolo 4, che riguardano le specie acquatiche e ripariali e le siepi idonee in grado di costeggiare aree umide.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

L'area del giardino umido è fruibile solo parzialmente, in quanto si tratta di una zona umida permanente. Tuttavia si può favorire la fruibilità di questi spazi pubblici mediante la realizzazione di percorsi rialzati e/o passerelle di attraversamento o percorsi in stabilizzato nei punti più elevati. Inoltre, la maggior parte dell'area del giardino umido è di norma asciutta - ad eccezione dei punti più bassi - ed è destinata ad allagarsi solo in casi di eventi intensi. Per queste ragioni si tratta di spazi pubblici comuque disponibili al pubblico, ad eccezione di eventi di pioggia intensi.
Infine, la presenza di un giardino umido accresce il valore paesaggistico del contesto e migliora il comfort climatico dell'area, rendendo lo spazio ideale al relax e all'osservazione della natura.

Attraversare il giardino umido e gestire le acque meteoriche.

MANUTENZIONE

È importante garantire un facile accesso ai mezzi e al personale addetto alla manutenzione. I percorsi dovranno permettere l'accesso a tutti i manufatti idraulici e alle zone umide e di allagamento. La manutenzione ordinaria consiste in:
- ispezione mensile dei manufatti di regolazione idraulica e delle sponde e verifica visiva della loro integrità e assenza di intasamenti;
- rimozione di rifiuti e detriti, mensilmente o secondo le necessità;
- sfalcio selettivo delle superfici erbose e ove necessario, 1 o 2 volte all'anno;
- verifica dell'accumulo di limi e particelle fini nelle zone lacustri con acque basse e definizione di una appropriata frequenza di rimozione dei sedimenti;
- intervento annuale di taglio delle piante acquatiche emergenti e sommerse per un'estensione di massimo 25% del bacino umido (per minimizzare l'impatto sulla biodiversità) e rimozione delle piante morte prima della stagione di crescita.

La manutenzione straordinaria può riguardare:
- rimozione di sedimenti della zona umida, qualora si manifesti una sensibile riduzione di volume (circa del 20%);
- riparazione dei manufatti idraulici;
- stabilizzazione delle sponde a seguito di fenomeni erosivi;
- reimpianto delle specie vegetali, se necessario.

I costi di manutenzione sono medio-bassi, in quanto poco frequenti e realizzabili contemporaneamente alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi.
I lavori sulla componente vegetale devono essere assegnati ad operai specializzati.

COSTI INDICATIVI

- 40-50 euro/mq: scavo con profondità di 1,5 m e relativo smaltimento o riutilizzo per modellazione del terreno;
- 20-30 euro/mq: creazione di medium ghiaioso (per sistemi a flusso sommerso verticale o orizzontale);
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 10-15 euro/mq: impermeabilizzazione del fondo bacino con membrana o geocomposito bentonitico;
- 25-30 euro/mq: piantagione di specie resistenti ai suoli umidi;
- 300-600 euro/ml: passerella in legno.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A6
- Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F 37
- Lungo il canale di Medicina - IT / Caso studio F41

In basso a destra, il Sistema dei bacini e giardini umidi *La Vallée verte*, nel comune bretone di Lannilis, in Francia. L'intervento, realizzato ai margini del tessuto, urbano sviluppa e ripristina aree umide per scopi ambientali ed educativi.
Come si evince dalle immagini di cantiere e dalle foto dell'intervento completato, attraverso la modellazione del terreno sono state create delle aree a forma di invaso, che svolgono la funzione di ritenzione e depurazione dell'acqua piovana connessa alle opere di urbanizzazione. Questi spazi sono integrati al paesaggio con un sistema di passerelle e percorsi, per valorizzare da un lato le zone umide e migliorarne accessibilità, fruibilità e osservazione, e dall'altro per collegare l'intervento alle scuole e ad altre strutture pubbliche. La quota bassa dei giardini umidi ospita vegetazione acquatica e alberi in grado di vivere in ambienti umidi.
(Progetto e foto di Agence Laure Planchais Paysagiste)













6

BACINI INONDABILI
gestire le acque pluviali urbane

I bacini inondabili sono spazi pubblici all'interno di parchi urbani, che in caso di piogge intense hanno la funzione di invasare temporaneamente le acque meteoriche, di favorirne l'infiltrazione nel sottosuolo e far sedimentare i materiali sospesi. I bacini inondabili sono adottati per il drenaggio di aree estese (anche oltre 1 ha).
Vengono dimensionati in modo da far fronte ad eventi meteorici con tempi di ritorno ≥ 10 anni, ed in modo da garantirne un completo svuotamento in un periodo che non deve eccedere le 24-48 ore, così da prevenire lo sviluppo di zanzare e di odori molesti e nel contempo renderli fruibili per un possibile successivo evento di pioggia.

I bacini inondabili sono realizzati con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(efficacia media)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia bassa)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia alta)*;
- ridurre l'effetto di calore e rumore *(efficacia media)*;
- incrementare la biodiversità *(efficacia media)*.

Bacino all'interno dell'eco-quartiere Desjardins a Angers - Maine-et-Loire in Francia, sorto su un'area di circa 7 ettari occupata dall'esercito francese fino al 1998. Dopo la dimissione, il sito è stato a lungo separato dal quartiere da un muro perimetrale e solo nel 2003 è iniziato un processo di rigenerazione urbana a cui hanno partecipato i cittadini istituendo un consiglio consultivo di quartiere. Anche in base delle indicazioni degli abitanti, il progetto del nuovo parco pubblico e dell'intero quartiere hanno cercato di favorire l'incontro collettivo, la riappropriazione da parte dei cittadini di uno spazio prima inaccessibile, l'integrazione nel paesaggio urbano esistente.
È stata eseguita una operazione di de-pavimentazione che ha portato le superfici permeabili da circa 0,2 ha a circa 3 ha.
Il parco offre una molteplicità di possibilità, dal semplice riposo e relax, alle aree di gioco, al giardino pedagogico.
(Progetto paesaggistico di Phytolab - Masterplan e foto di Enet Dolowy – Urbanisme Paysage)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Il bacino viene realizzato su fondo permeabile con uno strato superficiale di terreno organico compreso tra 20 e 30 cm.
Possono essere presenti piccole aree umide permanenti, ai fini ricreativi e/o paesaggistici.
Il bacino viene caricato da una o più canalizzazioni a monte; i punti di immissione devono essere protetti con materiale idoneo creando un'area a lento scorrimento (ad es. mediante elementi lapidei) per evitare l'erosione. Le sponde inerbite hanno scarpate morbide (1 su 3/1 su 4).
Lo svuotamento del bacino avviene attraverso una condotta di scarico verso il corpo idrico recettore (fognatura, corpo idrico superficiale, ecc.) tarata ai fini di limitare la portata in uscita.
Dove il carico di traffico è elevato e le acque di dilavamento sono cariche di inquinanti, si rende necessario realizzare un sistema di pretrattamento con vasca di prima pioggia e impianto separatore di oli.
È bene prevedere un troppo pieno di emergenza nel caso di eventi particolarmente intesi, ad una quota superiore all'evento di progetto (ad esempio per un evento di pioggia con tr = 100 anni).

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I bacini inondabili, caratterizzati da fondo permeabile e dalla temporanea presenza di acqua, sono il recapito dei contributi di acqua meteorica proveniente dai fossati inondabili 4 oltre che dalla fognatura bianca e, ove la permeabilità lo consente, esplicano più efficacemente la funzione SUDS in sinergia con le trincee infiltranti 2 e con i pozzi di infiltrazione 3, restituendo parte di acqua meteorica alla falda. I bacini inondabili sono inseribili nei giardini alberati 17 e nelle aree verdi urbane con funzione di laminazione e presidio idraulico di quartiere. Le giuste specie vegetali consentono sinergicamente di perseguire miglioramenti in termini di biodiversità e di mitigazione ambientale in senso lato.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale è sconsigliabile la presenza di zone umide permanenti a causa dello sviluppo di odori e zanzare.
I bacini possono essere realizzati in corrispondenza di aree verdi, anche esistenti.
In caso di applicazione lungo assi viari, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia; sono utilizzabili ad esempio all'interno delle rotatorie o nelle aree verdi marginali.

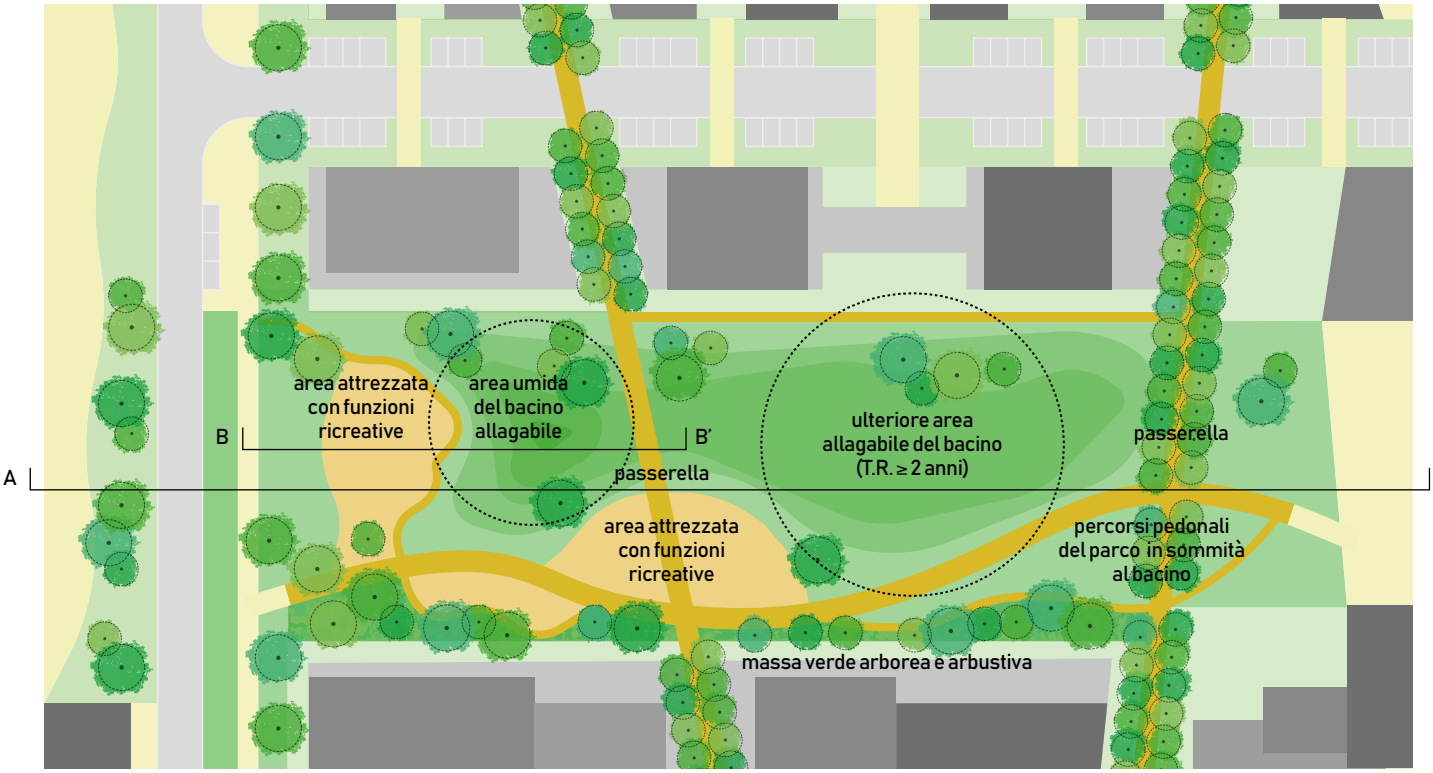


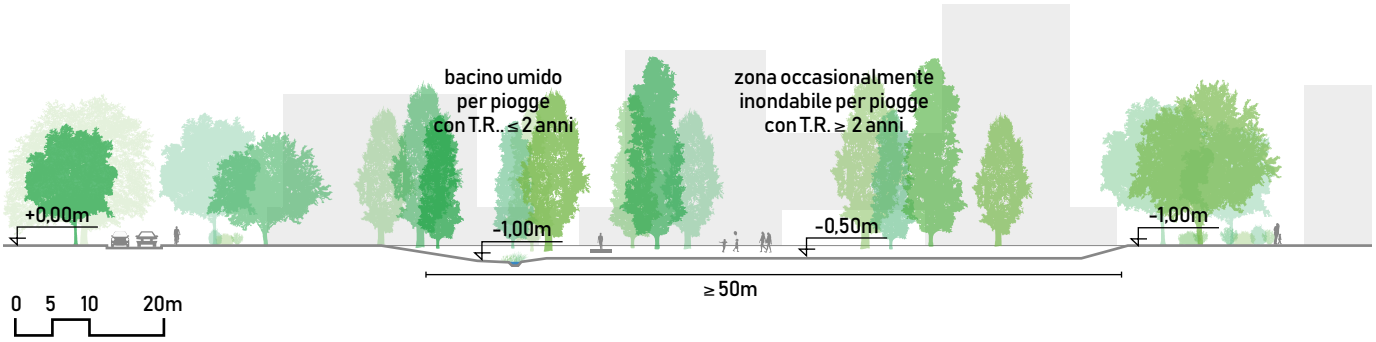


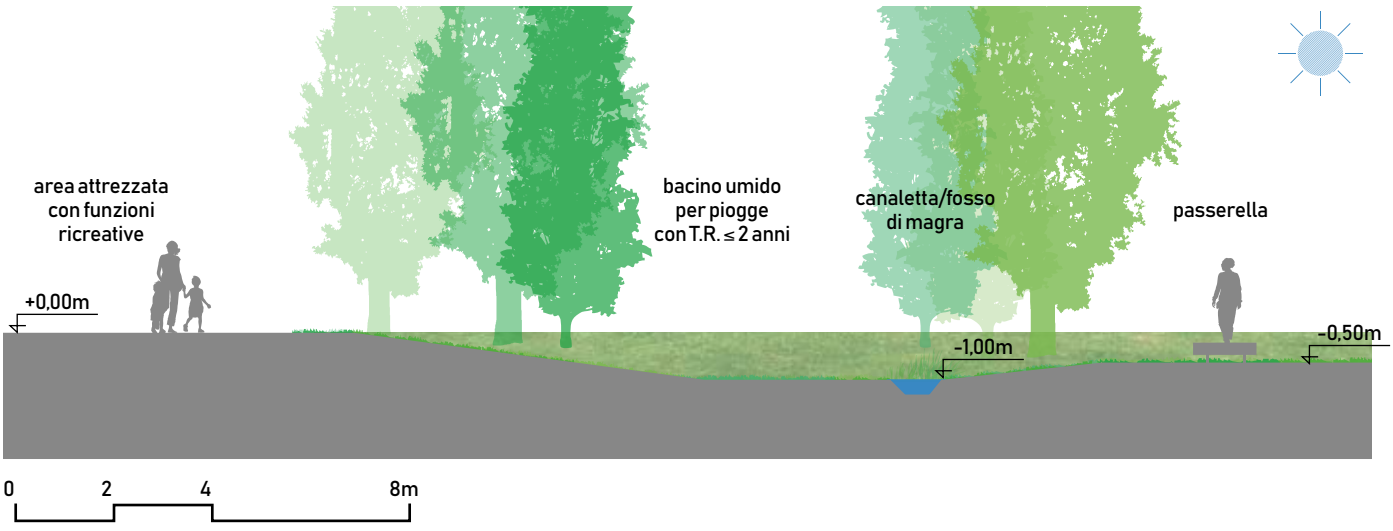
Planimetria tipo di bacino inondabile con due aree allagabili per eventi di diversa entità.

Sezione trasversale A-A' del bacino e sezione di dettaglio B-B' dove si evidenziano le quote del fondo bacino e la porzione di area allagabile a seconda del tipo di evento metereologico.

Schema delle possibili configurazioni di lavoro del bacino, in occasione di eventi metereologici: al crescere del grado di intensità dell'evento, si amplia l'area del bacino allagata.







SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA

QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI

RIDUZIONE DEL RUMORE

RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO

IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ

COMFORT URBANO E MICROCLIMA

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO

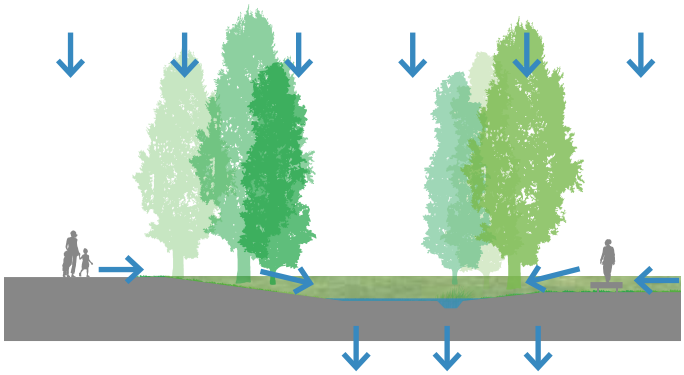
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA

BELLEZZA DELLA NATURA

EVENTO DI PIOGGIA ORDINARIO



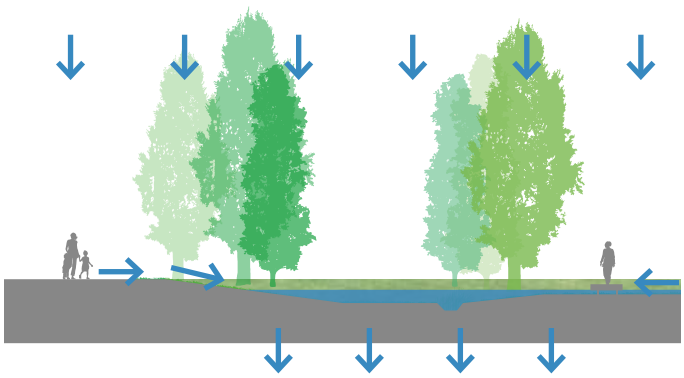
L'area del bacino rimane fruibile e le portate di pioggia interessano solamente la fascia limitrofa alla canaletta/fosso di magra.



EVENTO DI PIOGGIA DI MEDIA INTENSITÀ (TR~ 2 ANNI)



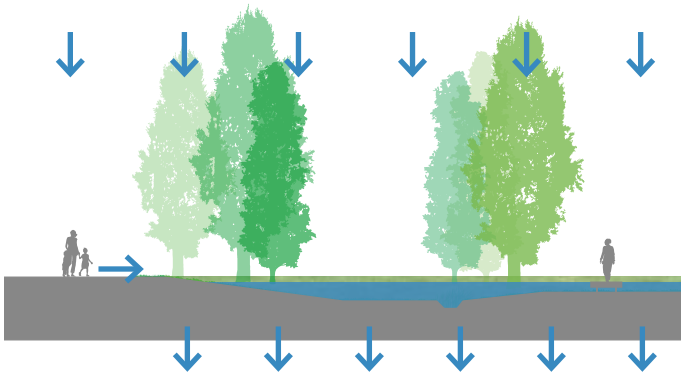
Si allaga l'area umida mentre la porzione sulla destra e la passarella rimangono frubili.



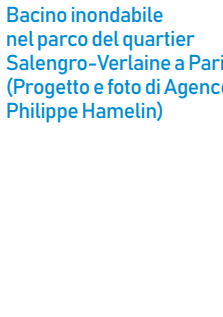
EVENTO PIOVOSO ECCEZIONALE (TR~ 100 ANNI)



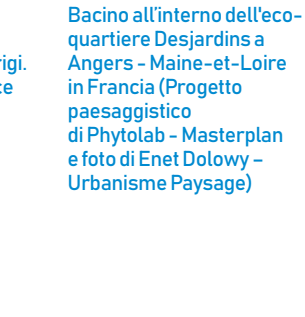
Si allaga anche l'area sulla destra mentre la passerella rimane fruibile come percorso di attraversamento.



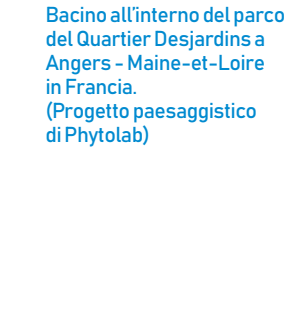
Bacini inondabili e percorsi di attraversamento. I bacini sono prati erbosi con leggere pendenze, tutti attraversati da ponticelli o blocchi lapidei che consentono il passaggio delle persone quando, in caso di piogge intense, i prati si saturano d'acqua. Gli spazi sono concepiti per smaltire le piogge in tempi brevi, tra le 24 e le 36 ore.



Bacino inondabile nel parco del quartier Salengro-Verlaine a Parigi. (Progetto e foto di Agence Philippe Hamelin)



Bacino all'interno dell'eco-quartiere Desjardins a Angers - Maine-et-Loire in Francia (Progetto paesaggistico di Phytolab - Masterplan e foto di Enet Dolowy – Urbanisme Paysage)



Bacino all'interno del parco del Quartier Desjardins a Angers - Maine-et-Loire in Francia. (Progetto paesaggistico di Phytolab)

In ambiti commerciali e produttivi, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

I bacini necessitano di elevato sviluppo areale e ridotto tirante idrico.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

I bacini necessitano di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo bacino per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti, e di un fondo bacino posto a quota superiore a quella della falda acquifera superficiale, in modo da garantirne la capacità di invaso.

VEGETAZIONE E SPECIE CONSIGLIATE

Sono di solito vegetati con prato per favorirne la fruizione pubblica nelle condizioni normali ma, quando vengono inondati, le graminacee che lo costituiscono entrano in sofferenza; le specie più resistenti sono poa e dicondra. Quando si associa la funzione di fitodepurazione a quella idraulica, si prevede la presenza di specie capaci di assorbire gli inquinanti indicate tra le piante acquatiche e ripariali, che sopravvivono solo in condizioni di acqua o umidità permanente. Il grado di abbattimento degli inquinanti dipende in particolare dallo strato filtrante compreso tra il fondo bacino e la falda acquifera: è bene che vi sia almeno 1 mt di spessore. La piantagione di specie vegetali, oltre che favorire l'effetto disinquinante, permette un incremento del valore paesaggistico e di biodiversità.

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

L'area interessata dal bacino può avere differenti gradi di fruibilità:

- COMPLETAMENTE FRUIBILE in condizioni asciutte, quando il bacino svolge la funzione di parco pubblico e la passerella ne consente l'attraversamento anche in quota. All'interno del bacino si può giocare, correre e fare sport la maggioranza dell'anno.
- PARZIALMENTE FRUIBILE per eventi piovosi di modesta intensità che determinano un parziale allagamento dell'area, seppure con tiranti molto modesti grazie alla realizzazione di passerelle e percorsi in quota;
- NON FRUIBILE MA ATTRAVERSABILE nel caso di eventi meteorici rilevanti, grazie alla realizzazione di percorsi rialzati di attraversamento del bacino.

Al fine di garantire la sicurezza della popolazione, è bene che i bacini inondabili da utilizzarsi anche per scopi fruitivi abbiano una profondità massima inferiore al metro.

MANUTENZIONE

È importante garantire un facile accesso ai mezzi e al personale addetto alla manutenzione, concependo già in fase progettuale l'accessibilità di servizio.
La manutenzione al bacino è sia periodica sia straordinaria e riguarda in particolare i manufatti idraulici di caricamento e di scarico, a seguito di eventi meteorici intensi.
Vanno previste attività di sfalcio del prato, ispezione manufatti ed eventuale pulizia e verifica della presenza di sedimenti ed eventuale rimozione.

COSTI INDICATIVI

- 20-25 euro/mq: scavo con profondità di 1 m, smaltimento e finitura superficie a prato;
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 5-30 euro/mq: piantagione di specie vegetali;
- 300-600 euro/ml: passerella in legno.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A6
- Eco-quartiere Gosbenarealet, Aalbrog - DK / Caso studio A2
- Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F 37
- Lungo il canale di Medicina - IT / Caso studio F41







7

PARCHI INONDABILI
gestire, infilitrare e trattenere le acque pluviali urbane

I parchi pubblici possono essere progettati come spazi multifunzionali dove integrare criteri di gestione sostenibile del drenaggio urbano, progettando la massima sinergia tra i circuiti "idrologico, biologico e sociale".
Un parco può essere pensato come elemento mutabile che assolva alla funzione di laminazione delle acque piovane: fruibile solo parzialmente in caso di eventi estremi, accessibile durante i periodi più siccitosi.
È così possibile risolvere le criticità di drenaggio di aree anche molto estese e, in contemporanea, aumentare la qualità di vita dei cittadini, sia da un punto di vista sociale (il parco come luogo di incontro, socializzazione, relax), sia ambientale (in termini di qualità dell'aria, delle acque, biodiversità), che economico (aumento dell'attrattività del quartiere e supporto all'insediamento di attività commerciali).

I parchi inondabili sono realizzati con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(efficacia media)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia media)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia alta)*;
- diminuire l'effetto dell'isola di calore ed il rumore *(efficacia media)*;
- incrementare la biodiversità *(efficacia media)*.

L'area inondabile del Parc du Trapez di Boulogne-Billancourt a Parigi.
Il parco pubblico è una grande area verde attrezzata di circa 7 ettari che riceve, soprattutto per gradiente topografico del terreno, le acque piovane dell'intero quartiere. Il parco presenta una serie di elementi in cui l'acqua è la protagonista: bacini umidi, prati rustici e *noue* inondabili, aree alberate e grandi estensioni erbose. (Progetto di Agence Ter con Setec TPI + Biotope, foto Luisa Ravanello)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I parchi inondabili sono spazi multifunzionali di estensione variabile, anche di diversi ettari se progettati alla scala di quartiere, con superfici permeabili in cui prevale di gran lunga la componente vegetale e naturale. Vengono realizzati con l'obiettivo di drenare le acque piovane in maniera sostenibile grazie ad una grande varietà di combinazioni di soluzioni progettuali che combinano vari elementi quali depressioni morbide, bacini umidi, giardini della pioggia, fossati, *noue* o trince infiltranti, stagni o giardini umidi. Si tratta di spazi verdi che presentano quote, linee di pendenza e superfici tali da ricevere e stoccare temporaneamente le acque meteoriche che ruscellano dalle superfici impermeabili.
La sicurezza delle persone deve essere sempre garantita: per questo sono sempre previsti percorsi in quota sia perimetrali che di attraversamento che permettono di mantenere fruibile il parco anche durante gli eventi più intensi.

I parchi inondabili si distinguono tra:
- PARCHI INONDABILI URBANI che possono far fronte alle criticità di drenaggio urbano, ovvero legate alle acque meteoriche delle aree urbanizzate limitrofe al parco (ad esempio il Martin Luther King Park di Parigi o il Parc du Trapez di Boulogne Billancourt);
- PARCHI INONDABILI FLUVIALI spazi più vasti e con un'influenza di scala maggiore, che risolvono le criticità dei corsi d'acqua che attraversano aree urbane (ad esempio il Parco dell'Acqua Luis Buñuel di Saragozza in Spagna).

In entrambi i casi, il parco deve far fronte ad una duplice funzione: divenire un luogo fruibilie per i cittadini e mettere in sicurezza idraulica il territorio.

I parchi inondabili sono progettati secondo un approccio multidisciplinare che deve prendere in considerazione:
- GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE METEORICHE mediante la progettazione di aree allagabili o umide per far fronte ai cambiamenti climatici; la sostenibilità delle misure scelte si fonda su un'adeguata mitigazione degli eventi di pioggia più intensi, sul riuso dell'acqua piovana come risorsa per irrigare o rinfrescare nelle giornate calde estive e sul miglioramento del microclima locale;





BOULOGNE BILLANCOURT PARC DU TRAPEZE (PARIGI)

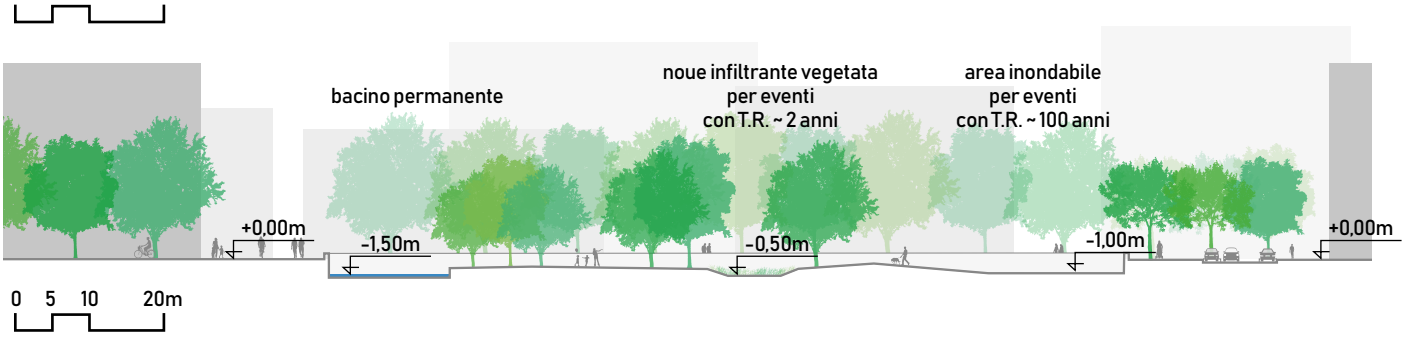
L'eco-quartiere di Boulogne Billancourt, a Parigi, sorto sull'area dell'ex-stabilimento industriale della Renault a margine della Senna, ospita oggi attività produttive e commerciali, uffici, centri di ricerca e residenze attorno al Parc du Trapeze, un grande parco pubblico che si estende per circa 7 ha.

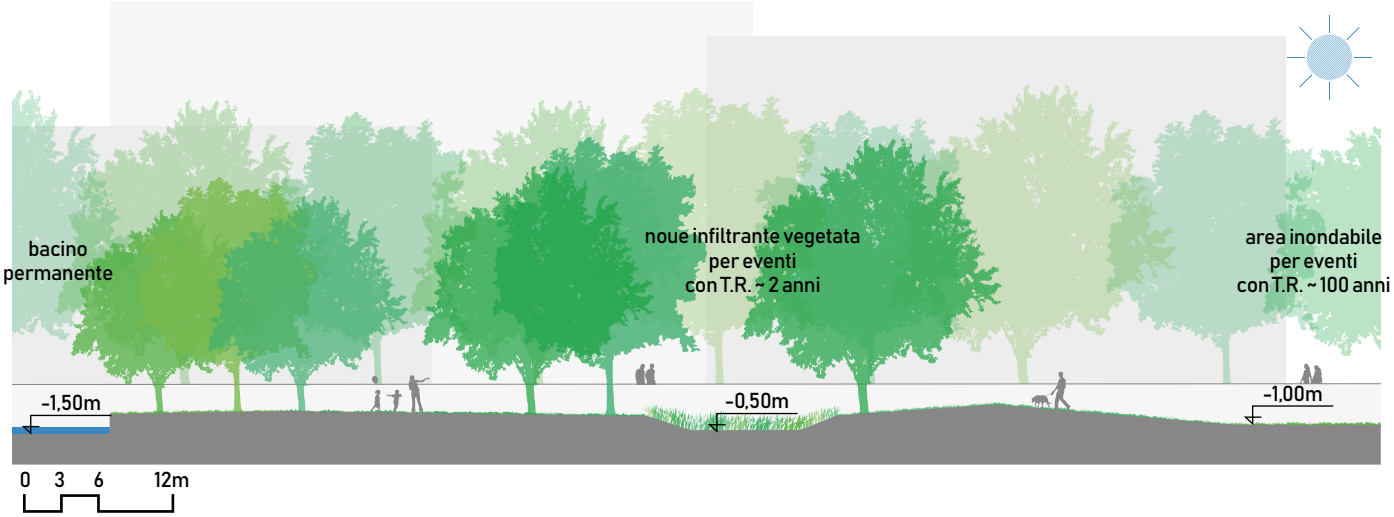
Il quartiere è stato progettato per adattarsi ai cambiamenti climatici, e in particolare per rispondere, dal punto di vista idraulico, ai diversi eventi di pioggia, attraverso strategie e soluzioni applicate alle diverse scale di intervento:

- edifici residenziali e corti pubbliche sono dotati di spazi permeabili e giardini;
- viali e percorsi pedonali presentano giardini della pioggia e noue;
- il parco pubblico riceve, soprattutto per gradiente topografico del terreno, le acque piovane dell'intero quartiere e presenta una serie di elementi in cui l'acqua è la protagonista (bacini umidi, prati rustici e noue inondabili, aree alberate e grandi estensioni erbose);
- le aree allagabili a cielo aperto riducono l'importanza della rete fognaria tradizionale.

La diversificazione degli spazi pubblici contribuisce ad arricchire il valore del contesto e aumentare la biodiversità in ambito urbano, con notevoli benefici per la qualità della vita dei residenti.







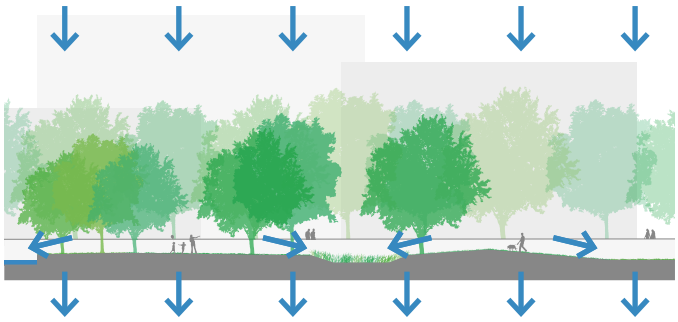
SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA
QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI
RIDUZIONE DEL RUMORE
RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO
IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ
COMFORT URBANO E MICROCLIMA
FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA
BELLEZZA DELLA NATURA

EVENTO DI PIOGGIA ORDINARIO



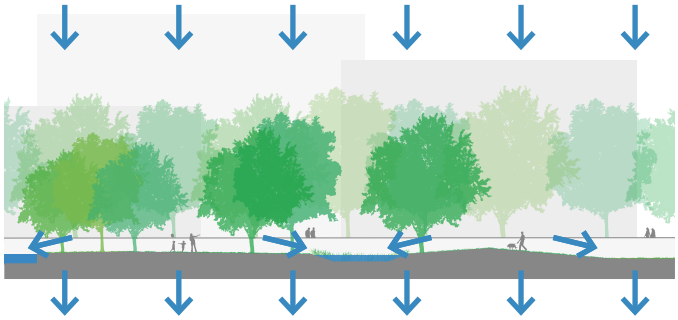
Si innalza il livello idrico del bacino permanente, mentre il resto del parco rimane completamente fruibile.



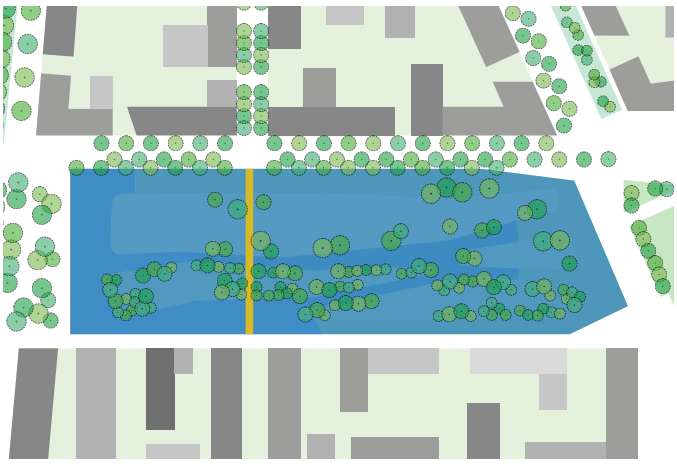
EVENTO DI PIOGGIA DI MEDIA INTENSITÀ (TR~ 2 ANNI)



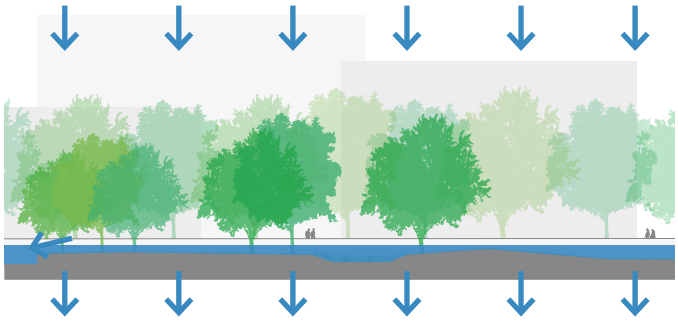
La porzione allagata si estende ai fossati vegetati, mentre le aree a prato rimangono utilizzabili, collegate da passerelle in quota.



EVENTO PIOVOSO ECCEZIONALE (TR~ 100 ANNI)



Il parco è completamente allagato ad eccezione dei percorsi in quota che ne permettono l'attraversamento.



- RAFFORZAMENTO DELLA DIVERSITÀ BIOLOGICA E DELLA COMPONENTE VERDE in aree in genere urbanizzate, mediante l'attenta scelta di piante non solo piacevoli ma adatte al sito di intervento (requisiti agronomici, ecologici, funzionali, estetici, manutentivi), e di una corretta scelta dell'impianto e di adeguate cure colturali successive;
- CREAZIONE DI NUOVI SPAZI URBANI VIVIBILI E MULTIFUNZIONALI che migliori il benessere dei cittadini (con aree gioco e relax), che favorisca l'aggregazione sociale (con aree adibite a eventi, dibattito pubblico, concerti, spettacoli) e che ricrei ambienti quanto più naturali possibile per favorire un collegamento diretto tra cittadino e natura; per questo, si deve prevedere il coinvolgimento e la partecipazione attiva della popolazione sin dalle prime fasi progettuali.

La scelta di soluzioni tecniche per la mitigazione delle varie componenti ambientali, in particolar modo della gestione delle acque meteoriche, ma anche del calore, dell'inquinamento dell'aria, della componente rumore, deve essere svolta in funzione dei parametri ambientali del sito, oltre che degli aspetti di fruizione sociale e di valorizzazione estetica, secondo le linee di indirizzo riportate nelle schede dei singoli elementi *Nature-based.*

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I parchi inondabili, caratterizzati da superfici a verde permeabile e dalla temporanea presenza di acqua, sono il recapito dei contributi di acqua meteorica proveniente dai fossati inondabili 4 oltre che dalla fognatura bianca e ove la permeabilità lo consente, lavorano in sinergia con le trincee infiltranti 2 e con i pozzi di infiltrazione 3, ripristinando il ciclo idrologico naturale verso la falda.
I parchi inondabili sono inseribili nelle aree verdi urbane con funzione di laminazione e presidio idraulico di quartiere e di vaste aree urbane. La scelta delle più opportune specie vegetali consente di perseguire miglioramenti in termini di biodiversità e di disinquinamento.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale, i parchi inondabili possono gestire le acque meteoriche di aree urbanizzate con superfici modeste (ad esempio un piccolo quartiere residenziale di 1 ha), fino ad aree molto estese (comparti con estensione di decine di ettari).
Un parco inondabile può facilmente essere realizzato in aree verdi esistenti grazie ad una adeguata modellazione del terreno e l'inserimento di un sistema di collettamento, superficiale o con condotte interrate, delle acque di *runoff* all'interno dell'area allagabile.
Le acque provenienti da strade carrabili o percorsi ciclo-pedonali possono essere convogliate opportunamente all'interno delle aree allagabili di un parco pubblico, mediante sistemi a cielo aperto *Nature-based* quali *noue* e giardini della pioggia, o mediante le canalizzazioni fognarie.
Le acque piovane delle aree commerciali e produttive possono essere gestite all'interno di parchi allagabili, previa verifica dell'assenza di pericolo di contaminazione o inquinamento del sito.
In generale, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia, che può essere realizzato sia mediante soluzioni *Nature-based* quali bacini di fitodepurazione opportunamente dimensionati, sia mediante soluzioni classiche di impianti interrati per la sedimentazione e la separazione degli olii.

- SPAZIO RICHIESTO

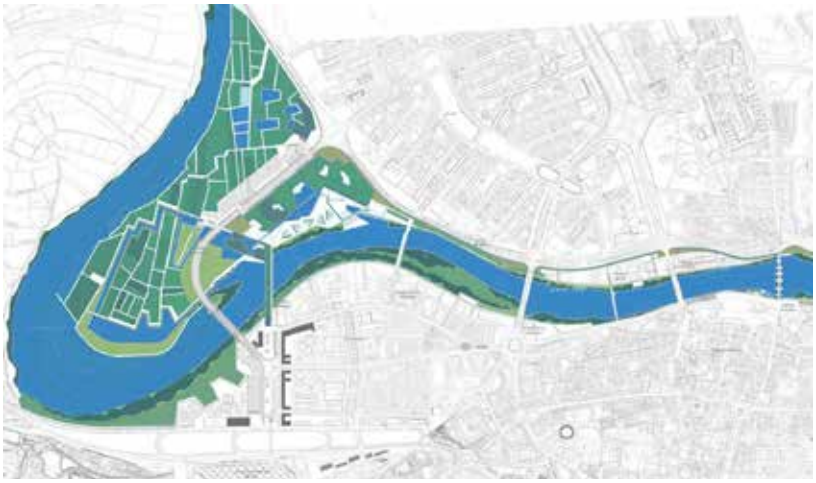
  I parchi inondabili necessitano di un elevato sviluppo areale ed un ridotto tirante idrico. Il sistema è in transizione e può essere progettato per allagarsi gradualmente e quindi rimanere fruibile in parte (durante gli eventi di pioggia) o totalmente (in condizioni asciutte).

- TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

  I bacini infiltranti necessitano della presenza di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo bacino per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.
  I bacini inondabili necessitano di un fondo bacino posto a quota superiore a quella della falda acquifera superficiale, in modo da garantirne la capacità di invaso.

PARCO DELL'ACQUA DI SARAGOZZA
Il Parco dell'Acqua di Saragozza ha un'estensione di 125 ettari ed è posto in un meandro del fiume Ebro, in un'area urbana periferica a monte del centro storico, in precedenza adibita principalmente alla produzione agricola.
Il progetto, realizzato in occasione dell'Expo 2008 sul tema dell'acqua e dello sviluppo sostenibile, ha la funzione sia di parco, che di grande opera di sicurezza idraulica per la città.
(Progetto e foto di Atelier Christine Dalnoky)

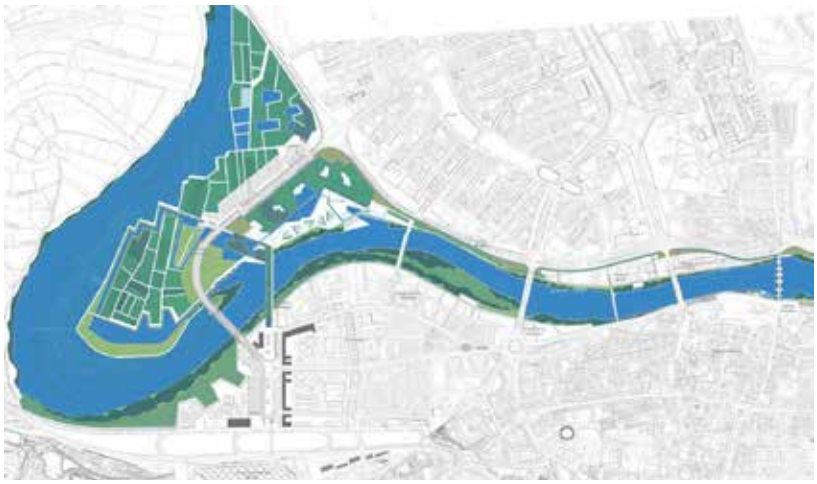
EVENTO DI PIOGGIA DI MEDIA INTENSITÀ (TR~ 10 ANNI)



Storicamente quest'area aveva una duplice funzione: di sicurezza idraulica, a servizio della città come cassa di espansione per le piene del fiume, e di produzione agricola, con terreni coltivati grazie ad un sistema di canali di irragazioni, dighe e piccole chiuse.
L'idea alla base del progetto è rimettere definitivamente l'acqua al proprio posto, senza dimenticare che per natura le acque devono poter divagare un po'.

Con un evento piovoso di media entità, solamente una piccola porzione del parco non è accessibile e il livello acqua raggiunge i 198,5m.

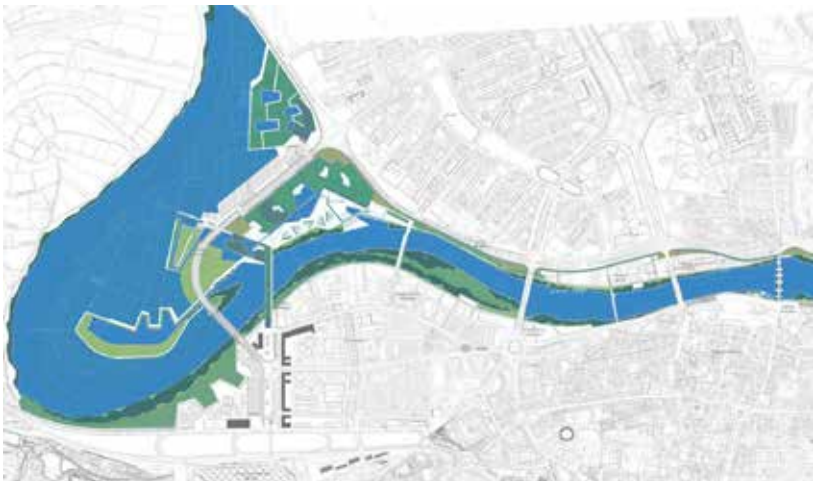
EVENTO DI PIOGGIA MOLTO INTENSA (TR~ 25 ANNI)



La forza del progetto è stata accettare l'idea dell'inondazione e non pretendere che l'area rimanesse asciutta, pulita, perfetta.

Con un evento piovoso intenso,aumenta l'area del parco non accessibile e il livello acqua raggiunge i 199m.

EVENTO PIOVOSO ECCEZIONALE (TR~ 50 ANNI)



Il progetto ha conservato la funzione del luogo, ovvero proteggere la città dalle piene più violente del fiume, realizzando al contempo realizzato un parco per i cittadini che hanno accettato l'idea che in alcuni momenti possa essere inondato.

In caso di eventi piovosi eccezionali, solamente i lotti edificati sono accessibili, mentre gli spazi pubblici vengono 'sacrificati' per proteggere la città dall'inondazione del fiume Ebro.

Parchi inondabili di differenti dimensioni urbane e aree di invaso.

Il parco di Godsbanearealet ad Aalborg, in Danimarca. L'area sportiva al centro del parco è di prato erboso. L'area, permeabile e depressa, in caso di piogge intense diventa inondabile. Nel parco si collettano tutte le acque dell'eco-quartiere. (Progetto di Polyform Arkitekter, foto di Wichmann+Bendtsen)

L'area inondabile del Parc du Trapez di Boulogne-Billancourt a Parigi. Il parco pubblico, leggermente ribassato del piano stradale di circa 3 mt, riceve le acque piovane dell'intero quartiere. Il parco presenta una serie di elementi in cui l'acqua è la protagonista: bacini umidi, prati rustici e *noue* inondabili, aree alberate e grandi estensioni erbose. (Progetto e foto di Agence Ter con Setec TPI + Biotope)

Il Parco dell'Acqua di Saragozza ha un'estensione di 125 ettari ed è posto in un meandro del fiume Ebro, in un'area urbana periferica a monte del centro storico, in precedenza adibita principalmente alla produzione agricola. Il parco, realizzato in occasione dell'Expo 2008 sul tema dell'acqua e dello sviluppo sostenibile, funge anche da grande opera di sicurezza idraulica per la città. Grazie a una serie di argini e fossati che possono accogliere le acque del fiume, il parco si allaga funzionando come cassa di espansione. (Progetto e foto di Atelier Christine Dalnoky)

ELEMENTI VEGETALI

I parchi inondabili sono di solito vegetati in larga parte con prato lasciando alle alberature le zone più di confine o la costituzione di macchie centrali.

- PRATI resistenti come poa e dicondra
- ALBERI cipresso calvo, ontano, pioppo e salici (specie classiche che tollerano un terreno saturo di acqua per brevi periodi), Liquidambar stryraciflua, Quercus palustris, Sorbus aucuparia; le specie più adatte sono in un numero maggiore rispetto a quelle possibili nelle piazze inondabili, grazie alla maggiore quantità di terreno disponibile;
- ARBUSTI Amelanchier canadensis, Physocarpus, Sambucus nigra.

Quando si associa la funzione di fitodepurazione a quella idraulica, si deve prevedere la presenza di specie capaci di assorbire gli inquinanti indicate tra le piante acquatiche e ripariali, che sopravvivono solo in condizioni di acqua o umidità permanente. Il grado di abbattimento degli inquinanti dipende in particolare dallo strato filtrante compreso tra il fondo bacino e la falda acquifera: è bene che vi sia almeno 1 mt di spessore. La piantagione di specie vegetali, oltre che favorire l'effetto disinquinante, permette un incremento del valore paesaggistico e di biodiversità dell'area.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Un parco inondabile può essere fruibile:

- INTERAMENTE su tutta la superficie, in condizioni asciutte con spazi di gioco, attività culturali, area per il tempo libero e relax;
- PARZIALMENTE su parte della superficie, per eventi di modesta intensità che determinano un parziale allagamento dll'area (con tiranti molto modesti), anche mediante realizzazione di percorsi rialzati di attraversamento;
- NON FRUIBILE MA ATTRAVERSABILE nel caso di eventi meteorici rilevanti, grazie alla realizzazione di percorsi rialzati di attraversamento delle aree inondabili.

Al fine di garantire la sicurezza della popolazione, è bene che le aree inondabili del parco da utilizzarsi anche per scopi fruitivi abbiano una profondità massima inferiore al metro.



MANUTENZIONE

È importante garantire un facile accesso ai mezzi e al personale addetto alla manutenzione. Gli interventi devono riguardare sia i manufatti idraulici di caricamento e di scarico (manutenzione sia ordinaria che straordinaria), a seguito di eventi meteorici intensi, sia la componente vegetale, nello specifico:

- ispezione dei manufatti ed eventuale pulizia;
- verifica della presenza di sedimenti ed eventuale rimozione;
- sfalcio vegetazione e messa a dimora di piante;
- sostituzione di piante morte.

I costi di manutenzione sono di media entità in quanto limitati nella frequenza e realizzabili in contemporanea alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio di costi. In ogni caso dipendono principalmente dalla scelta dell'impianto vegetale e si dovranno prendere in considerazione i costi di gestione e manutenzione nel tempo (scelta di piante adattabili ai cambiamenti climatici, tolleranti nei confronti di patogeni, che non danneggino eventuali pavimentazioni, non invasive).



COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione sono indicativamente:

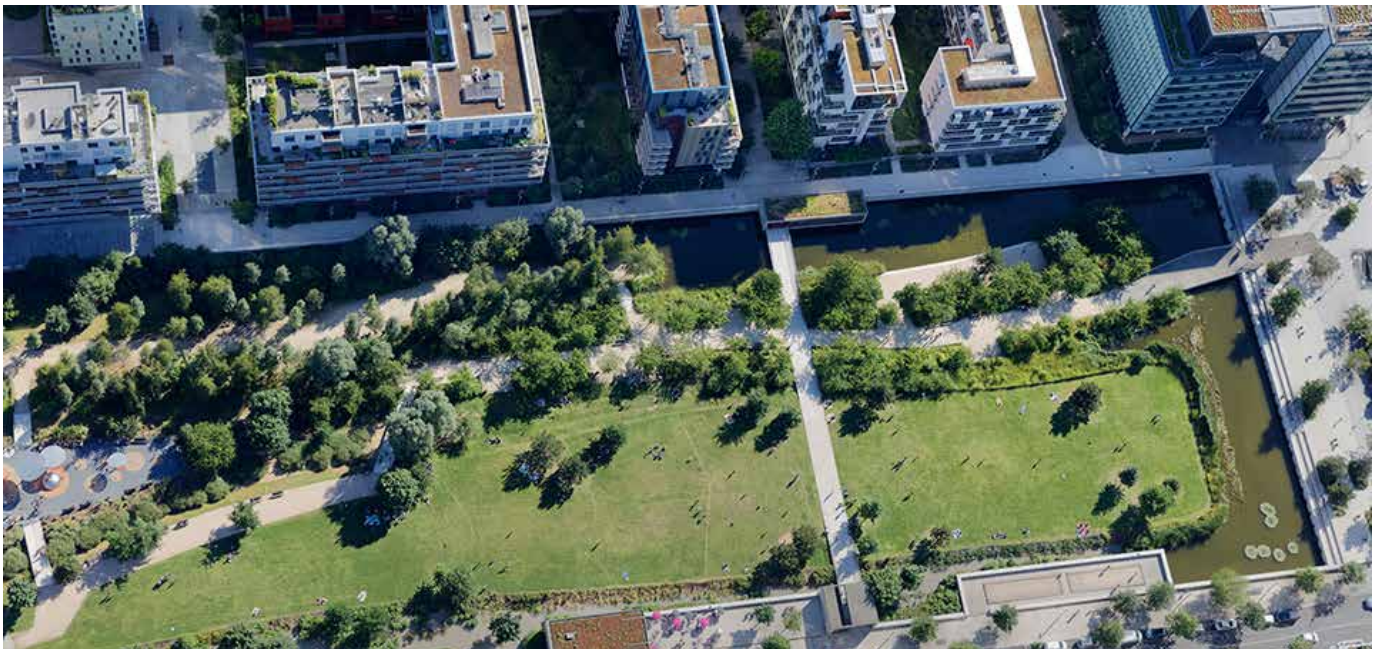
- 20-25 euro/mq: scavo con profondità di 1 m e relativo smaltimento e finitura a prato ;
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mq: piantagione di specie resistenti ai suoli umidi;
- 300-600 euro/ml passerella in legno.



PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A6
- Eco-quartiere Gosbenarealet, Aalbrog - DK / Caso studio A2
- Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F 37







8

PIAZZE INONDABILI
gestire il rischio idraulico in aree urbane densamente edificate

Le piazze inondabili sono spazi urbani fruibili, concepiti come aree di gioco, relax o incontro, che in caso di precipitazioni intense si allagano, del tutto o in parte, e contribuisco alla gestione delle acque piovane. Per la maggior parte dell'anno, infatti, mantengono la connotazione di piazza urbana e luogo di socializzazione e sono interamente accessibili e fruibili dalla cittadinanza. In caso di evento metereologico eccezionale, invece, permettono di stoccare temporaneamente le acque in eccesso e restituirle gradualmente, evitando il sovraccarico della rete fognaria.
È possibile introdurre sistemi di riuso dell'acqua temporaneamente invasata per l'irrigazione o altri usi, come ad esempio giochi d'acqua.

Le piazze inondabili consento di:
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia alta)*;
- riutilizzare l'acqua come risorsa *(efficacia alta)*;
- incrementare la biodiversità e ridurre dell'effetto isola di calore nel caso di parziale depavimentazione e creazione di aiuole a verde *(efficacia media)*.

La piazza inondabile di Benthemplein a Rotterdam: sono presenti 3 bacini minerali che raccolgono le acque della piazza, dei percorsi pedonali e delle coperture degli edifici circostanti. Ognuno dei 3 bacini entra in funzione a seconda dell'intensità di pioggia. In questo modo, la piazza funge in questo modo da sistema di accumulo temporaneo delle piogge meteoriche alla scala del quartiere.
(Progetto e foto di De Urbanisten)

La piazza inondabile di Zollhallen a Friburgo, in Germania, in cui si integrano pavimentazioni permeabili, elementi vegetati e vasche di accumulo. La piazza è infatti completamente scollegata dal sistema fognario. Per gestire i fenomeni piovosi, le vasche di accumulo realizzate nel sottosuolo stoccano le piogge e le restituiscono lentamente in falda.
(Progetto di Ramboll Studio Dreiseitl e foto di B.Doherty)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Le piazze inondabili sono dimensionate per far fronte ad eventi meteorici con tempi di ritorno >= 10 anni ed in modo da garantirne un completo svuotamento in un tempo di solito non superiore a 24 ore per motivi igienici.
In caso di piogge ordinarie, le acque meteoriche possono essere collettate attraverso canalette superficiali verso aree permeabili come aiuole a verde, che ne favoriscano l'infiltrazione nel sottosuolo. In caso di eventi di maggiore entità, invece, l'eccesso di portata può essere raccolto da canalette superficiali, griglie o sistemi di caditoie e condotte che collettano l'acqua verso la piazza inondabile o che allagano in modo diretto la superficie della piazza o parte di essa. Possono inoltre essere previsti ulteriori volumi di invaso interrati, ad esempio attraverso vasche o box prefabbricati.
Nei casi in cui l'accumulo di sedimenti può essere significativo, prima dell'immissione delle acque nella piazza allagabile è bene prevedere un sistema di sedimentazione e pretrattamento.
I sistemi costruttivi possono prevedere:
- PAVIMENTAZIONI MINERALI ma con modalità di posa che ne assicurino la parziale permeabilità (ad esempio mediante giunti drenanti o materiali porosi);
- MATERIALI SEMIPERMEABILI;
- AREE A VERDE come aiuole o prati.

Il funzionamento idraulico del sistema può essere più o meno articolato, a seconda del layout di progetto che può prevedere settori di 'allagamento progressivo', ovvero aree inondate o meno a seconda dell'intensità della pioggia. Le piazze inondabili possono essere progettate con sezioni e profondità variabili, per zone o comparti allagabili progressivamente, a seconda dell'intesità dell'evento, così da massimizzare la fruibilità dell'area e modularne l'allagabilità. Anche in caso di allagamento massimo, sono garantiti i percorsi perimetrali e di attraversamento, in modo da mantenere lo spazio circostante sempre fruibile. È di norma importante realizzare uno o più collegamenti di troppo pieno alla rete fognaria per far fronte agli eventi di pioggia eccezionali.

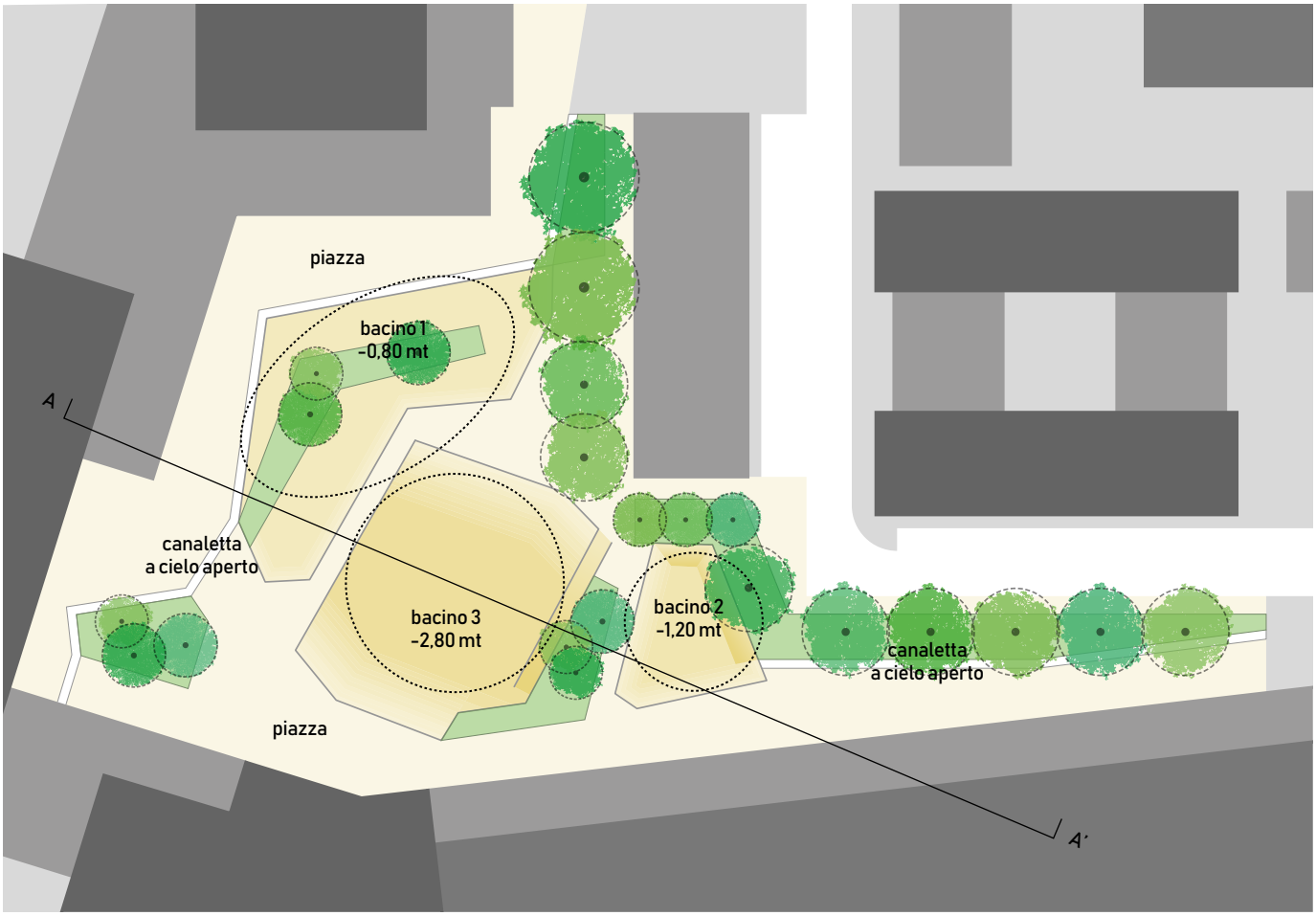
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Le piazze inondabili sono realizzate con superfici minerali e solo in parte permeabili e sono caratterizzate dalla temporanea presenza di acqua, che cessato l'evento meteorico viene scaricata; in termini di altri SUDS, possono ricevere l'acqua meteorica proveniente dai fossati inondabili 4 oltre che dalla fognatura bianca. Le piazze inondabili sono inseribili nei contesti delle piazze minerali alberate 20 e in testata di percorsi ciclo-pedonali 24.

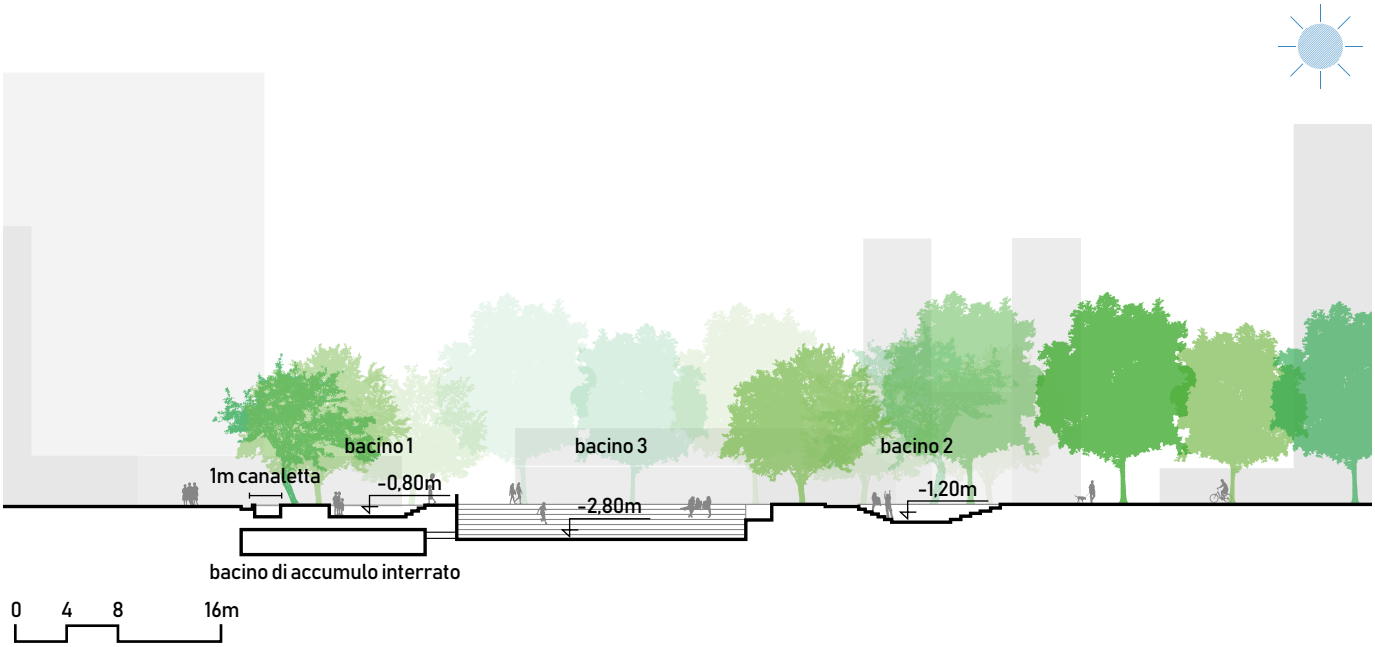




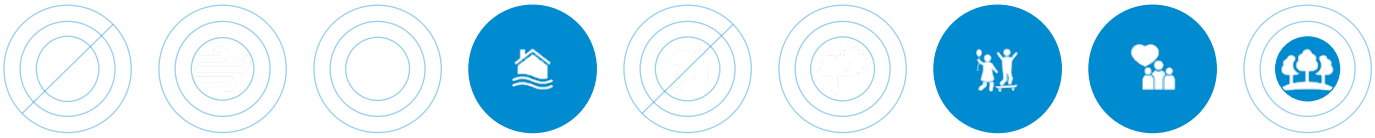
Planimetria tipo
di piazza della pioggia
con tre aree allagabili
per eventi
di diversa entità.





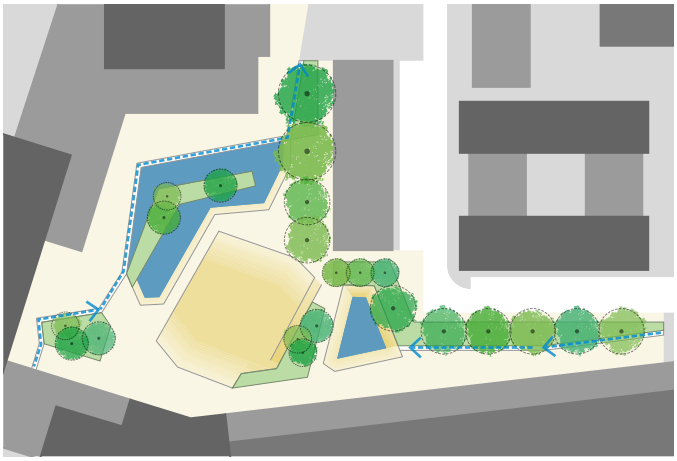


SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

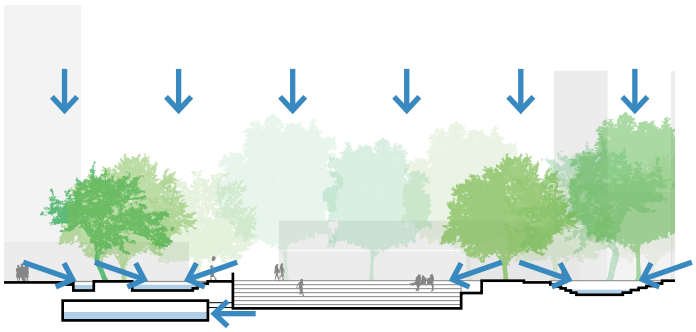


PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA | QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI | RIDUZIONE DEL RUMORE | RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO | IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ | COMFORT URBANO E MICROCLIMA | FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO | IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA | BELLEZZA DELLA NATURA

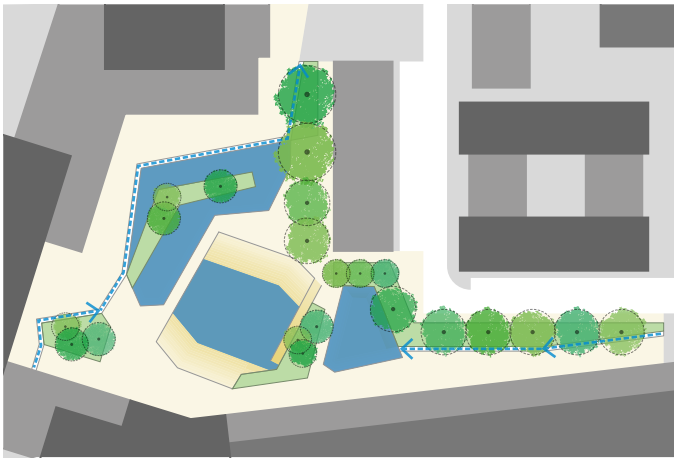
EVENTO DI PIOGGIA ORDINARIO



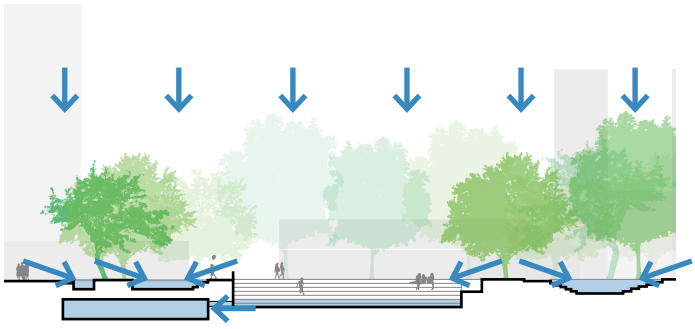
Lo spazio principale della piazza rimane fruibile e le portate di pioggia interessano solamente i bacini più superficiali 1 e 2.



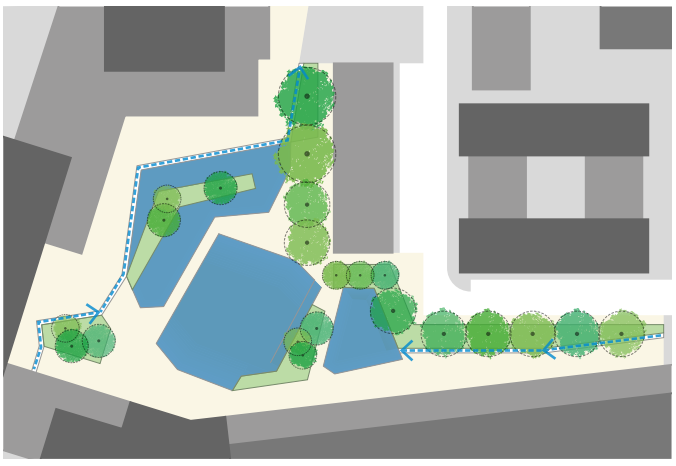
EVENTO DI PIOGGIA DI MEDIA INTENSITÀ (TR~ 2 ANNI)



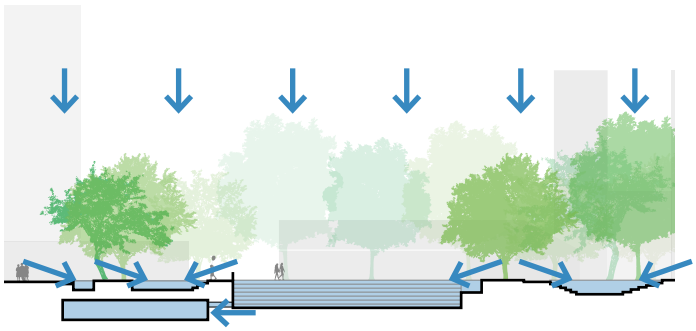
Oltre ai bacini più superficiali 1 e 2, si allaga parzialmente anche la porzione centrale della piazza principale 3.



EVENTO PIOVOSO ECCEZIONALE (TR~ 100 ANNI)



Si allagano completamente tutti e 3 i bacini e rimangono fruibili solamente i percorsi pedonali perimetrali in quota.



A destra, in alto. La piazza di Benthemplein a Rotterdam in versione bagnata, a seguito di un evento di pioggia. Grazie ad una serie di lunghe canalette a cielo aperto, realizzate con deboli pendenze, l'acqua viene collettata negli invasi della piazza ribassata. (Progetto e foto di De Urbanisten)

A destra, in basso. Zollhallen platz a Friburgo è una piazza minerale che stocca le acque piovane nel sottosuolo grazie a due ampi spazi vegetati ai bordi dello spazio urbano: un giardino con prato erboso da un lato, una pavimentazione drenante con piccoli alberi da fiore sull'altro. Dal centro della piazza le acque piovane scorrono ai bordi verso le aree di infiltraione grazie a deboli pendenze (2%). Le ampie porzioni di prato e di pavimentazioni drenanti consentono all'acqua di infiltrarsi per poi essere stoccata nei bacini di accumulo realizzati sotto la piazza. I bacini di accumulo consentono un rilascio lento verso la falda grazie a dei cassoni a perdere. La piazza è in grado così di gestire deboli ed intensi eventi di pioggia, garantendo al tessuto urbano e alle attività commerciali ai suoi margini di rimanere all'asciutto. (Progetto Rambool studio+Herbert Dreistl, foto Luisa Ravanello)

Piazze inondabili minerali e vegetate.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

Queste piazze possono essere realizzate alla piccola o ampia scala, dalla piazza di quartiere a superfici minerali di 1 ettaro. Sono prevalentemente impiegate in ambiti urbani densamente edificati, o di nuova urbanizzazione o di trasformazione di spazi pubblici esistenti. In generale, tali interventi sono applicabili in sostituzione a vecchie superfici adibite a parcheggi minerali, piazze ed altri spazi urbani anche dismessi, rivitalizzandoli e conferendogli resilienza idraulica e attrattività.

SPAZIO RICHIESTO

Hanno un elevato sviluppo areale ma sono fruibili per la maggior parte dell'anno.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Nel caso di presenza di aree di infiltrazione, è necessario verificare la eventuale vulnerabilità della falda acquifera e la capacità di infiltrazione del terreno esistente.

ELEMENTI VEGETALI

Sebbene la piazza inondabile in sé sia realizzata con elementi minerali, è possibile integrare il progetto con superfici vegetate, quali aiuole di bordo/perimetrali, per favorire la parziale infiltrazione, essere degli elementi di arredo urbano e migliorare il microclima.

- ALBERI La situazione è complessa per la sopravvivenza delle alberature; si possono scegliere specie che vivono nei pressi dei letti fluviali e tollerano un terreno saturo di acqua per brevi periodi, quali cipresso calvo, ontano, pioppo e salici, ma l'alternanza tra prolungata siccità estiva e inondazione sporadica, come avviene in molte regioni a clima continentale, non permette alle piante di adeguarsi a un regimo idrico costante nell'abbondanza o nella carenza di acqua. A oggi, le realizzazioni completate sono troppo poche e recenti per completare una casistica significativa che consenta di avere la certezza di mettere a dimora arboree di lunga di durata. Si tratta quindi di provare la messa a dimora di specie che hanno la probabilità di una sopravvivenza prolungata e di controllarne lo sviluppo nel tempo.
- ARBUSTI E ERBACEE Specie adattabili ad ambienti mutevoli e di facile sostituzione.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

L'area può essere fruibile:

- INTERAMENTE su tutta la superficie, in condizioni asciutte, come spazio di gioco, per attività culturali, o relax;
- PARZIALMENTE per eventi di modesta intensità che determinano un parziale allagamento della piazza, mediante la realizzazione di settori a quote diverse;
- INDIRETTAMENTE garantendo i percorsi perimetrali, nel caso di eventi meteorici rilevanti, per permettere la percorribilità dei percorsi perimetrali o delle aree limitrofe alla piazza.

MANUTENZIONE

La manutenzione periodica riguarda aspetti idraulico-impiantistici e agronomici:
- ispezione periodica del sistema idraulico di caricamento e scarico, ovvero ispezione e pulizia delle reti di raccolta;
- verifica della presenza di sedimenti ed eventuale rimozione, in particolare a seguito di eventi meteorici intensi.

In fase progettuale è importante individuare un facile accesso per i mezzi e il personale addetto alla manutenzione. I costi sono dipendenti dal grado di complessità del progetto.

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione dipendono dal contesto urbano, dalla necessità o meno di eseguire interventi di de-pavimentazione preventivi e dal progetto architettonico e paesaggistico della piazza. Si consideri, indicativamente:
- 400-500 €/mq.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

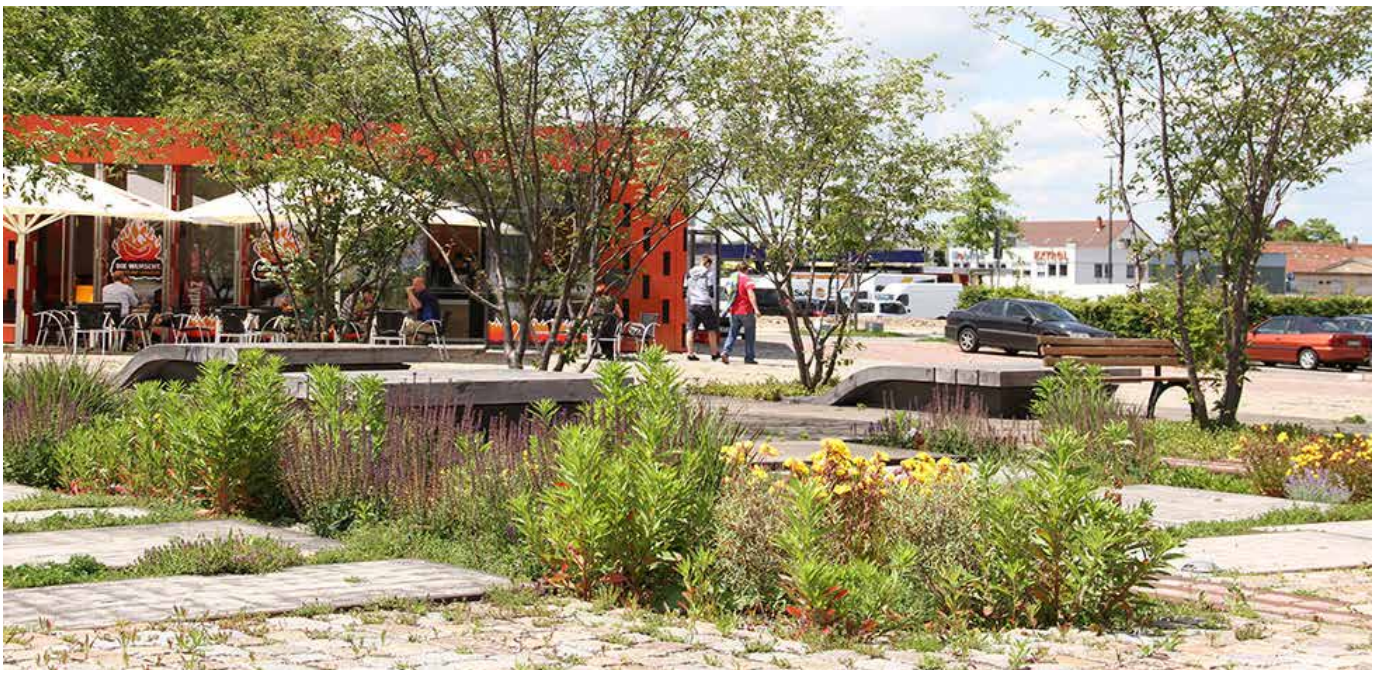
- Zollhallen Palza, Friburgo - DE / Caso studio C25


ZADKINE















9

POCKET GARDENS
creare giardini permeabili e oasi di ombra in aree densamente urbanizzate

I *pocket gardens* - o 'giardini tascabili' - sono interventi puntuali e capillari di verde urbano che si sviluppano in spazi ridotti, spesso minerali, ma con un forte impatto attrattivo e notevoli benefici sul microclima.
Questi piccoli giardini hanno infatti la funzione di rivitalizzare aree urbane, angoli cittadini o piccoli spazi privati ad uso pubblico grazie a progetti paesaggistici accurati e ben integrati al contesto, dove finiture, dettagli costruttivi, elementi di arredo e specie vegetali creano spazi attrattivi e di qualità che fondono funzionalità ed estetica.
Questi giardini permettono di contrastare i cambiamenti climatici, in particolare nei contesti urbanizzati, incrementando la qualità dell'aria, delle acque, promuovendo la biodiversità, offrendo un rifugio alla fauna cittadina.
I *pocket gardens* sono realizzati con l'obiettivo di:

- rivitalizzare aree urbane di modeste dimensioni, poco attrattive, inedificate o in stato di abbandono;
- favorire la riduzione dell'effetto isola di calore e migliorare il microclima;
- aumentare la biodiversità di spazi urbani densi e impermeabilizzati;
- aumentare la permeabilità urbana.

Greenacre Park è un piccolo giardino privato ad uso pubblico di New York, una fresca oasi di tranquillità nell'area frenetica di Manhattan.
Il giardino è frequentato in tutte le ore della giornata, in particolare nella pausa pranzo. Lo spazio è caratterizzato dalla presenza di alberi e arbusti e da una suggestiva cascata, da cui cadono oltre 9 mila litri d'acqua al minuto. Lo scroscio dell'acqua isola lo spazio dai rumori della città. (Progetto di Hideo Saaki)

Balsley Park è un piccolo giardino situato nel *West Side* di Manhattan, realizzato a seguito della riconversione di Sheffield Plaza, una piazza minerale scarsamente frequentata. A seguito di proteste e tentativi falliti di ridisegnare la piazza, il consiglio municipale ha appoggiato la decisione di dare vita ad un piccolo giardino, depavimentando parte dei suoli e realizzando un chiosco, una caffetteria, un'area giochi e un mercato rionale. Il giardino è attraversato da un percorso trasversale aperto sul marciapiede del quartiere. (Progetto e foto di Thomas Balsley Associates)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I giardini tascabili possono essere realizzati anche in aree di modeste dimensioni, sfruttando i dislivelli in quota del terreno, piantando specie vegetali di diverse altezze o inserendo strutture come pergole o coperture così da sfruttare al massimo lo spazio in superficie e svilupparsi in verticale.
Gli effetti di profondità, prospettive e giochi di luci, contrasti di colori e trame per arricchire gli spazi possono essere molteplici.

La componente vegetale è l'elemento predominante dei giardini tascabili: le specie possono essere scelte tra una grande varietà, a seconda del risultato estetico ricercato ma soprattutto in funzione dei parametri ambientali del sito. A ciò si associa l'utilizzo di strutture che favoriscano la crescita, anche verticale, delle piante (pergolati, box verticali in legno, ecc.) e l'utilizzo di pavimentazioni, anche impermeabili, che possano essere elementi di transizione tra le diverse zone vegetate.
Si ricorre spesso all'utilizzo di elementi contenitivi, della varietà e fantasia più svariata, a patto che siano impermeabili all'acqua per permetterne l'assorbimento da parte delle piante (si possono in realtà considerare anche piante grasse, la cui richiesta d'acqua è minimale).
La presenza di elementi di arredo urbano come sedute primarie o secondarie permette di aumentare la fruibilità del luogo ed accrescere il valore sociale del giardino.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I *pocket gardens* sortiscono un più efficace effetto in termini di NbS e SUDS ove la permeabilità lo consente, lavorando in sinergia con le trincee infiltranti 2 e con i pozzi di infiltrazione 3, al fine di ripristinare il ciclo idrologico naturale verso la falda. È importante la scelta oculata delle specie vegetali per le quali si rimanda alle apposite schede del capitolo 4.

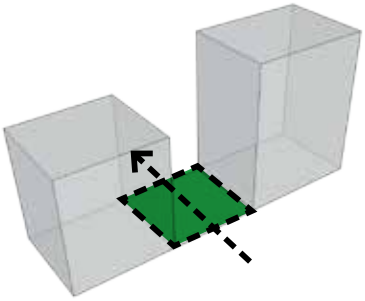
CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

I giardini tascabili possono essere realizzati ovunque, in quanto, come si evince dal nome stesso, sono 'piccoli', 'tascabili' e 'adattabili' a qualsiasi spazio a disposizione.
Con interventi contenuti, è possibile trasformare spazi inutilizzati dove si possono generare comportamenti anti-sociali, in luoghi di incontro fruibili e presidiati, dove organizzare eventi, promuovere la socializzazione, lo scambio culturale e la formazione di un senso di comunità.





Abaco degli elementi che caratterizzano i *pocket gardens*:
⇢ POSIZIONE l'area è solitamente circondata da edifici ma attraversabile;
⇢ dotazioni a VERDE come alberature o rampicanti per creare ombra, piccoli arbusti e aiuole fiorite per aumentare il comfort;
⇢ presenza di ACQUA come cascate, lame d'acqua, fontane, specchi d'acqua o sistemi di nebulizzazione per migliorare il comfort;
⇢ utilizzo di diversi MATERIALI, permeabili o semi-permeabili, per differenziare percorsi principali e secondari;
⇢ presenza di SEDUTE PRIMARIE E SECONDARIE per incentivare la sosta e la socializzazione;
⇢ ILLUMINAZIONE per consentire la fruibilità anche nelle ore serali con luci a terra per indicare i percorsi principali, illuminazione perimetrale per individuare i fronti carrabili e/o fonti di luce di dettaglio per identificare gli accessi;
⇢ presenza di SISTEMI DI OMBREGGIATURA come pergole, tettoie o coperture per proteggere dagli eventi atmosferici.

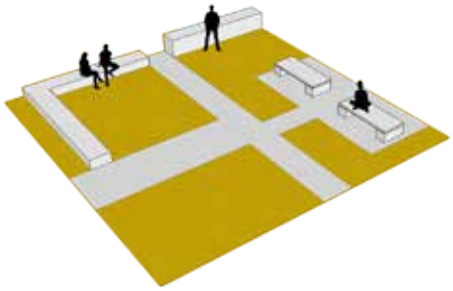




alberi



vegetazione e acqua



percorsi e sedute



illuminazione e sistemi di ombreggiatura









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



ELEMENTI VEGETALI

Vi è una grande varietà di specie vegetali tra cui selezionare quelle più adatte; la loro scelta dipenderà in primo luogo dallo spazio a disposizione, dal grado di insolazione dell'area e dalla disponibilità di irrigazione, oltre che dal clima.

I giardini così piccoli non perdonano errori progettuali ma danno grandi soddisfazioni a chi sa mettere in gioco le proprie conoscenze compositive abbinandole a quelle botaniche creando, con le sole foglie e pochi materiali, inganni quali false prospettive e illusioni sulle dimensioni con l'utilizzo di verde verticale e adeguati supporti. Spesso sono visibili tutt'attorno e, di conseguenza, assume importanza estetica anche la trasparenza notturna del fogliame, capace di creare trame invisibili di giorno (come ad es. tutte le begonie a foglie grandi).

Nei *pocket garden* sono ammissibili:

- ALBERATURE DI III GRANDEZZA
- ARBUSTI clerodendro, biancospino, olivo di Boemia, fillirea, susino da fiore, tamerice, oleandro, melograno, albero di Giuda, orniello, melia, sorbo degli uccellatori, alloro, lagerstroemia, albizia, nespolo del Giappone e altri fruttiferi.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I *pocket gardens* hanno la funzione di rivitalizzare aree urbane, angoli cittadini, piccoli spazi pubblici o privati ad uso pubblico, grazie alla gradevolezza estetica degli elementi vegetali e dei giochi di luce/acqua, e all'inserimento di sedute (muretti di bordo, panchine,...). Queste soluzioni sono particolarmente efficaci per migliorare l'attrattività delle gallerie commerciali dei centri storici e delle aree direzionali, spesso non attrattive e perlopiù pavimentate. Queste misure vanno a beneficio dei negozi, dei bar e dei ristoranti che vi si affacciano e di residenti e turisti in cerca di refrigerio o di luoghi tranquilli in cui rilassarsi in pausa pranzo.



MANUTENZIONE

I costi di manutenzione possono essere contenuti purché la vegetazione scelta richiedano poche cure e non sia invasiva. Il substrato di terreno di norma è ridotto ed è quindi necessario irrigare in modo accorto per non imbibire troppo un suolo che non è drenato ma che, d'altro canto, si asciuga con rapidità. Pertanto è opportuno predisporre un impianto automatico di irrigazione a meno che non si adottino le tecniche costruttive dei tetti verdi estensivi con risultati estetici inferiori.



COSTI INDICATIVI

I costi medi di realizzazione possono essere stimati in:

- 120-150 euro/mq per interventi che spaziano dal semplice prato a spazi verdi vegetati più articolati.



PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Giardino Rosa Luxembourg, Paris - FR / Caso studio C21
- Jardines des Amaranthes, Lyon, FR / Caso studio C22

A sinistra, in senso orario, dall'alto in basso.
Paley Park di New York, tra Madison e 5th Avenue sulla 53th *Strada*, è un piccolo giardino, una fresca oasi di tranquillità nell'area frenetica di Manhattan.
Lo spazio è caratterizzato dalla presenza di piccoli alberi - le cui chiome ombreggiano il piccolo giardino - da pareti rinverdite con edera e da una suggestiva cascata - da cui cadono 7 mila litri d'acqua al minuto. La parete d'acqua, grazie al rumore scrosciante, e gli alberi, contribuiscono ad isolare lo spazio dai rumori della strada. Nella parete sono presenti alcuni frammenti del Muro di Berlino.
(Progetto di Zion & Breene Associate)

L'Iron Street Park di Boston è stato concepito come una '*Urban Living Room*', una piccola area verde per gli abitanti del quartiere.
L'area centrale, allestita con sedute formali ed informali, è protetta dal traffico della strada da aiuole perimetrali e da filari di ginkgo a crescita lenta.
(Progetto di H. Design, foto di Ed Wonsek)

Il Jardin Deca, un piccolo giardino di 1.000 mq realizzato in occasione di Casacor a San Paolo.
Il progetto pervede pavimentazioni permeabili, elementi di arredo e sedute in legno e un sistema diffuso di alberi in grado di ombreggiare lo spazio.
(Progetto e foto di Alex Hanazaki)

Il giardino del complesso residenziale Ashton Morph Sukhumvit. Al piano terra, il confine tra spazi pubblici e privati è rappresentato da un piccolo giardino lineare, attraversato da un percorso pedonale ombreggiato da un filare di alberi tra graminacee e specie pioniere.
(Progetto e foto di Shma Landscape Architecture)

10

ORTI E GIARDINI CONDIVISI
coltivare aree verdi e giardini permeabili per la socialità

Orti e giardini urbani sono spazi verdi collettivi all'interno del tessuto urbano per la produzione di ortaggi, frutta, erbe aromatiche e fiori.
Sorgono spesso in aree degradate o in disuso, per rivitalizzare spazi inutilizzati, incentivare percorsi di condivisione/socializzazione e generare un senso di appartenenza alla comunità. La componente sociale è quindi fondamentale per il funzionamento di orti o giardini condivisi, che sono generalmente gestiti dalla collettività stessa, stabilendo un regolamento ed un soggetto gestore.
In termini ambientali, si tratta di spazi permeabili che riducono il *runoff* delle acque di pioggia, diminuiscono l'effetto isola di calore, favoriscono un miglioramento della qualità dell'aria e la biodiversità, contrastando i cambiamenti climatici in particolare nei contesti urbanizzati.

Orti e giardini condivisi sono realizzati con l'obiettivo di:
- aree urbane di modeste dimensioni, poco attrattive, inedificate o in stato di abbandono;
- favorire la riduzione dell'effetto isola di calore e migliorare il microclima;
- aumentare la biodiversità di spazi urbani edificati e impermeabilizzati;
- potenziare l'infrastruttura verde urbana.

Orti urbani all'interno della Valle dei Casali, un'area verde destinata ad orticoltura sociale e collettiva in via Palaia a Roma. L'avvio degli orti è stato possibile grazie ad una cospicua campagna di bonifica del terreno che ha restituito a tutti i cittadini del quartiere un'area per iniziative sociali a contatto con la natura. Ad oggi lo spazio è gestito dall'omonima associazione, finalizzata alla partecipazione, all'innalzamento del livello qualitativo di vita della cittadinanza e alla promozione di modelli di sostenibilità ambientale (Foto di Simone Toni)

Il Jardin d'Amaranthes nel quartiere Mazagran di Lione, abitato fin dal XIX secolo operai e migranti. Il giardino comunitario è stato realizzato dagli abitanti con la guida dell'artista Emmanuel Louisgrand su un'area prima adibita a parcheggio e su una serie di edifici fatiscenti di cui era prevista la demolizione. Nell'orto si svolgono quotidianamente attività di didattica rivolte ai bambini del quartiere, mentre la manutenzione è a cura degli abitanti. (Foto di Elena Farnè)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Il progetto di un giardino/orto condiviso dovrà prevedere:
- DIVERSE TIPOLOGIE DI SPAZI quali terreni coltivabili, percorsi e aree comuni;
- MODALITÀ DI GESTIONE con la creazione di un regolamento di gestione degli spazi e delle attività, la definizione di un soggetto gestore, norme di comportamento, ecc.;
- ELEMENTI DI ARREDO FUNZIONALI come tavoli, sedute, piccole strutture per il deposito di attrezzature o impianti di illuminazione che permettano di usufruire degli spazi e accrescerne il valore sociale.

È buona prassi rispettare il più possibile criteri ecologici di gestione degli spazi:
- UTILIZZO DI CONTENITORI PER IL COMPOSTAGGIO naturale di sfalci e materia vegetale;
- REALIZZAZIONE DI PICCOLI INVASI per le acque pluviali per il riutilizzo nell'irrigazione;
- DIVIETO DELL'USO DI PESTICIDI CHIMICI.

Vengono realizzati piccoli capanni, in genere strutture temporanee, per il ricovero degli attrezzi e macchinari.
Il suolo per la coltivazione e/o la piantagione può essere ricavato direttamente sul piano di campagna o in vasche con terreno di riporto.
Le specie vegetali possono essere varie, come erbacee perenni, aromatiche, fiori, ortaggi ed anche alberi e fruttiferi.
Per la loro molteplice valenza sociale e ambientale, in diverse città, le amministrazioni stanno attivando processi di coinvolgimento della popolazione per rinverdire piccole aree pubbliche, incoraggiando i cittadini a realizzare e gestire giardini ed orti urbani condivisi con l'obiettivo di favorire l'agricoltura urbana quale vettore per migliorare le relazioni sociali e promuovere un'alimentazione sana e uno stile di vita più sostenibile.

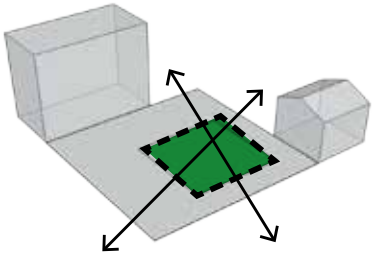
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

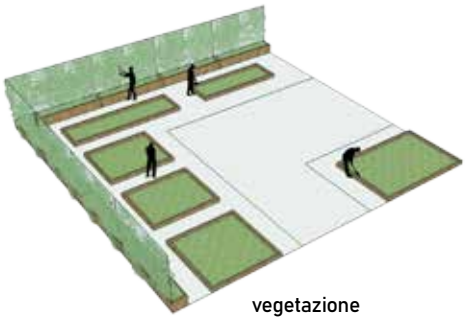
Come per i *pocket gardens* 9 anche negli orti e nei giardini condivisi è bene prevedere trincee infiltranti 2 e pozzi di infiltrazione 3 ove i suoli presentino adeguate caratteristiche, al fine di ripristinare il ciclo idrologico naturale verso la falda. È importante la scelta oculata delle specie vegetali per le quali si rimanda alle apposite schede del capitolo 4.



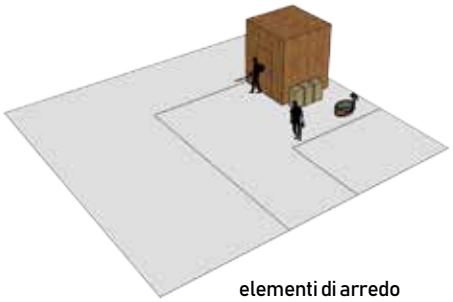

AMARANTO

Abaco degli elementi che caratterizzano gli orti e i giardini condivisi:
⇢ POSIZIONE isolata nei pressi di edifici, l'area è completamente attraversabile e spesso si trova in corrispondenza di spazi vuoti in attesa di trasformazione;
⇢ dotazioni a VERDE con rampicanti per creare ombra e delimitare l'area, aiuole o cassoni dove coltivare ortaggi e erbe aromatiche;
⇢ utilizzo di diversi MATERIALI, permeabili o semi-permeabili, per differenziare percorsi principali e secondari;
⇢ presenza di SEDUTE PRIMARIE E SECONDARIE per incentivare la sosta e la socializzazione, soprattutto dove si concentrano i servizi comuni;
⇢ ELEMENTI DI ARREDO URBANO come depositi per gli attrezzi, contenitori per i rifiuti e fontane per incentivare la fruizione e cura dello spazio;
⇢ ILLUMINAZIONE per consentire la fruibilità dello spazio anche nelle ore serali, con luci a terra per indicare i percorsi principali e illuminazione perimetrale d'insieme;
⇢ presenza di SISTEMI DI OMBREGGIATURA come pergole, tettoie o coperture per proteggere dagli eventi atmosferici.

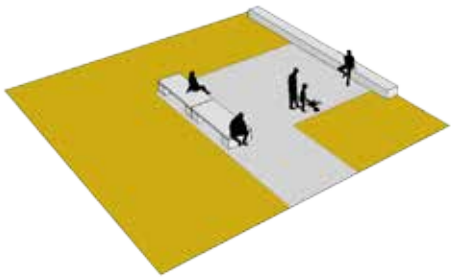




vegetazione



elementi di arredo



percorsi e sedute



illuminazione e sistemi di ombreggiatura













SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

Orti e giardini urbani condivisi possono essere realizzati negli spazi pubblici, anche di piccole dimensioni, di aree in stato di abbandono, inedificate o degradate.
Grazie a micro-interventi dal costo contenuto è possibile trasformare spazi inutilizzati dove si possono generare comportamenti anti-sociali, in luoghi di incontro fruibili e presidiati, dove organizzare eventi, promuovere la socializzazione, lo scambio culturale e la formazione di un senso di comunità.

ELEMENTI VEGETALI

Non vi sono limiti alla scelta delle specie da mettere a dimora, purché la loro necessità di cure sia adeguata alla manodopera disponibile. In queste aree si possono vedere specie alimentari non locali bensì originarie dei Paesi di provenienza di coloro che si assumono l'incarico di gestirle. Sono così frequenti piccoli ortaggi o fruttiferi di bassa statura e molte aromatiche.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Orti e giardini condivisi sono progettati per una fruizione frequente e diversificata e proprio per la funzione intrinseca di rivitalizzare aree urbane degradate e/o abbandonate, rappresentano spazi versatili, dove organizzare diverse tipologie di attività. Spesso ospitano infatti laboratori didattici, incontri con le scuole o corsi di formazione sulle pratiche di coltivazione, ma anche letture e spettacoli all'aperto, *performance* artistiche o concerti.

MANUTENZIONE

I costi di manutenzione sono ridotti e generalmente a carico delle associazioni che si impegnano a gestire gli spazi a seguito di accordi con i proprietari delle aree.
Si consiglia di rispettare criteri ecologici per la progettazione e gestione degli spazi al fine di ridurre sia i costi di realizzazione che di manutenzione.

COSTI INDICATIVI

I costi medi di realizzazione possono essere stimati in:
⇢ 120-150 euro/mq per interventi che spaziano dal semplice prato a spazi verdi vegetati più articolati.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

⇢ Jardines des Amaranthes, Lyon, FR / Caso studio C22

Da sinistra a destra, dall'alto in basso, in senso orario. Azione di *Teatro-natura* nel cortile di 'Orteo' a Bologna. Lo spettacolo teatrale 'Semi di Futuro' a cura di Lorenza Zambon si è svolto a ridosso dell'orto realizzato nel 2013 dal Colletivo Làbas, nel cortile occupato dell'ex caserma militare Manzini. (Foto Federico Spaggiari)

Gli 'Ortelli' all'interno del Giardino Orselli di Forlì: un orto-giardino progettato e realizzato dai residenti con gli alunni della scuola Maroncelli come sede di sperimentazioni per colture sinergiche, biologiche e biodinamiche. (Progetto e foto di Associazione Gaia)

Il 'Giardino di Gabrina' nel Parco delle Acque Chiare di Reggio Emilia nasce come giardino dimostrativo di essenze officinali e aromatiche per mettere a disposizione della collettività uno spazio didattico e di divulgazione. (Progetto e foto di Associazione Gramigna) Spettacolo e letture per bambini a 'Mondorto', l'orto della Mediteca di San Lazzaro a Bologna. (Foto di Mediateca)

Gli abitanti di Via Monte Cisa a Reggio Emilia ripuliscono uno spazio incolto per trasformarlo in un piccolo giardino collettivo. L'azione, ispirata alle forme autonome di guerrilla gardening, ha coinvolto oltre 60 cittadini che – in un sabato di agosto – hanno ridato vita allo spazio abbandonato. (Foto Federico Spaggiari)

L'orto delle Serre dei Giardini Margherita a Bologna, di proprietà pubblica, abbandonate per anni, oggi restituite alla città come luogo di confronto culturale e sociale. Le Serre rappresentano un modello imprenditoriale a vocazione sociale, pubblico e privato, profit e non profit. (Progetto di Kilowatt con Comune di Bologna, Regione Emilia Romagna, Fondazione Golinelli e Aster, foto di Fruitbook Magazine)

11

CORTI INTERNE
creare spazi verdi permeabili pubblico-privati per il comfort e la socialità

La corti interne sono spazi aperti semi-pubblici di pertinenza di edifici residenziali, commerciali o terziari creati per garantire un'adeguata illuminazione e areazione ai locali interni che vi si affacciano.
Se ben progettate e dotate di elementi di arredo urbano, strutture verdi, ventilazione e opportuna illuminazione anche serale, posso diventare un fulcro per la collettività e trasformarsi in spazi condivisi, fruibili, presidiati e co-gestiti, dove organizzare eventi, promuovere la socializzazione, lo scambio culturale e la formazione di un senso di comunità.
Diversamente dai giardini tascabili o dagli spazi pubblici condivisi, le corti hanno una conformazione più raccolta, racchiusa e protetta su almeno due fronti dai prospetti dei fabbricati circostanti, che vi conferisce un maggior senso di privacy, protezione e appartenenza.

Le corti condivise contribuiscono a:
- favorire la socializzazione e instaturare rapporti di vicinato;
- favorire la riduzione dell'effetto "isola di calore" e migliorare il microclima.

Corte interna dello *Square des Bouleaux* a Parigi. Le pareti interne dell'edificio - sviluppato su un lotto di modeste dimensioni - risultavano molto ravvicinate e non consentivano una adeguata privacy per i residenti. Considerando la vicinanza dell'edificio a parchi e giardini pubblici, si è optato per ricreare all'interno della corte un 'boschetto' di betulle in grado di favorire introspezione e comfort micro-climatico e ridurre i consumi energetici dell'edificio. Al suolo, un fitto prato coprisuolo intervalla i marciapiedi.
(rogetto e foto Atelier Christine Dalnoky)

Industry City è una corte privata a uso pubblico a Brooklyn, a New York. Lo spazio è progettato per gestire fino a 2 mm/h di pioggia, riducendo così la pressione sul sistema fognario.
La piantagione di alberi e arbusti è massiccia e attraversata da percorsi e aree di sosta realizzate con legname locale certificato EPP.
I percorsi secondari sono invece in stabilizzato proveniente da materiale 100% riciclato.
(Progetto e foto di Terrain-NYC)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La progettazione di una corte deve tenere conto dell'uso previsto (frequenza di attraversamento e passaggio, possibilità di sostare per brevi o lunghi periodi di tempo, necessità di organizzare eventi, grado di introspezione, livello di privacy/apertura verso l'esterno) e dell'effetto spaziale che si desidera ottenere (profondità, prospettive e giochi di luci, vegetazione scarsa o assente, massiccia o predominante, presenza di ampi spazi pavimentati, etc...).
Gli elementi che caratterizzano le corti interne sono:

- ARREDI URBANI come sedute primarie e/o secondarie per favorire la sosta e la socializzazione; pergole, coperture removibili o tettoie per creare ombra e proteggere dagli eventi atmosferici; spazi attrezzati per il gioco; depositi per biciclette o attrezzature;
- STRUTTURE VERDI alberi ad alto fusto, arbusi o tappezzanti che possano connotare e differenziare gli spazi ed incentivare la sosta;
- VENTILAZIONE con lo studio delle correnti e della distribuzone del vento all'interno dello spazio, per garantiere un'adeguata aerazione (in estate) ed evitare turbolenze (in inverno);
- ILLUMINAZIONE sia naturale nelle ore diurne che artificiale nelle ore serali per consentire la permanenza delle persone dutante tutto l'arco della giornata.

Hanno dimensione, forma e sviluppo variabile a seconda dello spazio a disposizione (quadrata, rettangolare o circolare, allungata o compatta) e generalmente sono chiuse su almeno due lati dagli edifici circostanti.
La componente vegetale è l'elemento predominante nelle corti interne e le specie possono essere scelte tra una grande varietà, a seconda del risultato estetico ricercato ma soprattutto in funzione dei parametri ambientali del sito.

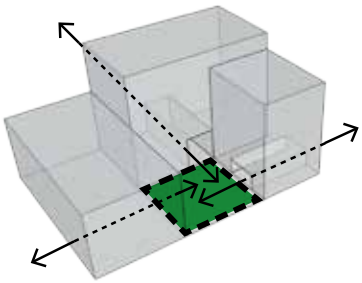
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Le corti interne sortiscono un più efficace effetto in termini di NbS e SUDS ove la permeabilità lo consente, lavorando in sinergia con le trincee infiltranti 2 ed eventualmente con i pozzi di infiltrazione 3 curando la scelta delle specie vegetali da mettere a dimora, per le quali si rimanda alle apposite schede del capitolo 4.



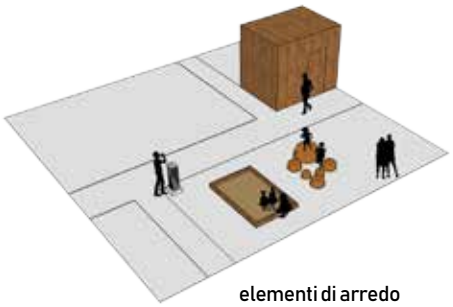


Abaco degli elementi che caratterizzano le corti:
⇢ POSIZIONE circoscritta e racchiusa da edifici con pochi ingressi di pertinenza semi-privata;
⇢ dotazioni a VERDE con alberi di diverse dimensioni, messi a dimora in gruppi o a filare, arbusti e prati;
⇢ utilizzo di diversi MATERIALI, permeabili o semi-permeabili, per differenziare percorsi principali, secondari e aree di sosta;
⇢ presenza di SEDUTE PRIMARIE E SECONDARIE per incentivare la sosta e la socializzazione;
⇢ ELEMENTI DI ARREDO URBANO come aree gioco, fontane o depositi biciclette;
⇢ ILLUMINAZIONE per consentire la fruibilità dello spazio anche nelle ore serali, con luci a terra o puntuali per indicare i percorsi e illuminazione perimetrale d'insieme;
⇢ presenza di SISTEMI DI OMBREGGIATURA come pergole, tettoie o coperture per proteggere dagli eventi atmosferici.

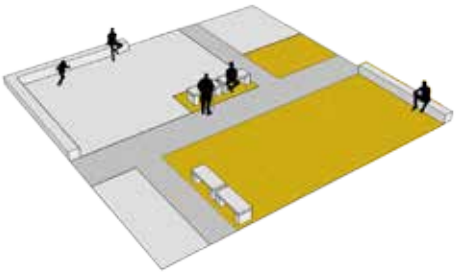




vegetazione



elementi di arredo



percorsi e sedute



illuminazione e sistemi di ombreggiatura









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

Le corti interne semi-pubbliche sono spazi di pertinenza di edifici residenziali, ad uso ufficio o terziari (come scuole, università o ospedali), accessibili dall'esterno per buona parte della giornata, con funzione di luogo di incontro o passaggio dove promuovere la socializzazione.
Il progetto paesaggistico per una corte interna semi-pubblica può essere redatto sia in caso di interventi di nuova realizzazione, che in occasione della trasformazione/rigenerazione di aperti spazi esistenti, anche nei centri storici.
Le corti posso essere realizzate alla quota del terreno, sfruttando il suolo nudo esistente per le componenti naturali, sia in corrispondenza di parcheggi semi- o interrati. In questo caso, è bene porre particolare attenzione alla progettazione del verde e studiare gli spessori e i pacchetti tecnologici più adeguati per garantire la sopravvivenza delle specie vegetali.

ELEMENTI VEGETALI

Vi è una grande varietà di specie vegetali tra cui selezionare quelle più adatte; la loro scelta dipenderà in primo luogo dallo spazio a disposizione, dal grado di insolazione dell'area e dalla disponibilità di irrigazione, oltre che dal clima.
Non essendo visibili dall'esterno, assume importanza estetica la trasparenza del fogliame e la capacità di favorire l'ingresso e incentivare la permanenza.
Nelle corti interne semi-pubbliche sono ammissibili:

- ALBERATURE DI II O III GRANDEZZA
- ARBUSTI clerodendro, biancospino, olivo di Boemia, fillirea, susino da fiore, tamerice, oleandro, melograno, albero di Giuda, orniello, melia, sorbo degli uccellatori, alloro, lagerstroemia, albizia, nespolo del Giappone e altri fruttiferi.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le corti con funzione di spazio semi-pubblico sono fruibili durante la maggior parte della giornata e hanno la funzione di generare luoghi attrattivi per i frequentatori degli edifici che le circondano. Sono spazi piacevoli da attraversare e attrezzati per sostare nel tempo libero o nei momenti di pausa durante il lavoro.

Corti semi-private nel quartiere di Østerbro di Copenhagen. Le corti sono state oggetto di processi di coinvolgimento dei residenti per l'attuazione del piano di adattamento climatico promosso dall'Amministrazione. Questo processo ha innescato numerosi interventi privati: azioni di *desealing* per la permeabilità dei suoli, interventi di forestazione, la risagomatura del terreno per favorire l'assorbimento delle acque piovane, l'inserimento di impianti per il riciclo dell'acqua per la manutenzione del verde. Anche l'accessibilità delle corti è stata ripensata: di giorno molti giardini sono aperti, consentendo ai residenti di passeggiare tra le corti private, lungo percorsi ombreggiati e protetti. Gli spazi sono stati ripensati anche per favorire la socialità, definendo regolamenti di gestione condivisa: dalla costruzione di arredi flessibili per i condomini ad aree pic-nic, il gioco e pranzi conviviali, dal ricovero di attrezzi e bici, alla creazione di piccoli orti o pollai mobili con animali da cortile. (Foto Farnè, Lombardi, Ravanello)

MANUTENZIONE

I costi di manutenzione possono essere contenuti purché la vegetazione scelta richieda poche cure e non sia invasiva.
Inoltre, le spese per la gestione delle aree verdi può essere condivisa con i cittadini-residenti che si impegnano a prendersi cura degli spazi semi-privati.
Si consiglia di rispettare criteri ecologici per la progettazione e gestione degli spazi al fine di ridurre sia i costi di realizzazione che di manutenzione.

COSTI INDICATIVI

I costi medi di realizzazione possono essere stimati in:
- 150-200 euro/mq per interventi che comprendono la realizzazione di percorsi semi-strutturati e spazi verdi vegetati.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Parc du Trapeze a Boulogne-Buillancourt - FR / Caso studio A6
- Eco-quartiere Gosbenarealet, Aalbrog - DK / Caso studio A2
- Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F37

12

GIARDINI ROCCIOSI
depavimentare suoli e riutilizzare il loco le terre e rocce da scavo

I giardini rocciosi da *desealing* sono spazi ricavati da suoli in precedenza impermeabili e minerali che, per effetto di un'azione di desigillazione, a seguito della 'rottura' di pavimentazioni in asfalto o calcestruzzo, vengono resi parzialmente permeabili e idonei ad ospitare specie vegetali.
Spesso presentano sedute e percorsi gioco-sport immersi in un contesto di biodiversità pioniera. Sono impiegati in contesti di riconversione (o inizio di riconversione) di aree pavimentate in disuso e possono rappresentare un primo passo verso il progetto di riconversione, consentendo di ottenere un miglioramento della resilienza del sito (permeabilità, miglioramento suolo, inserimento verde o forestazione preventiva) a costi più contenuti.
Sono realizzabili in piazzali o parcheggi dismessi, di medie e grandi dimensioni (da 1.000 mq fino a anche a 1 ha), sull'intera superficie o solamente su porzioni.

I giardini rocciosi sono realizzati con l'obiettivo di:
- ridurre il deflusso superficiale e favorire l'infiltrazione;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori;
- consentire l'avvio dei processi di miglioramento delle caratteristiche pedologiche del suolo;
- mettere a dimora specie vegetali pioniere;
- realizzare interventi di forestazione preventiva;
- permette di ridurre l'effetto di calore, rumore e di incrementare la biodiversità.

Parco urbano a Flugplatz, Francoforte sul Meno.
Il parco si trova in perfieria, in un'area periurbana della città, sul sito di un ex eliporto abbandonato. L'area è stata oggetto di una imponente azione di *desealing* finalizzata ad un processo di rinaturalizzazione spontanea e di riuso degli inerti in loco.
La maggior parte delle piste dell'eliporto - realizzate in blocchi e lastre di cemento - sono state frantumate seguendo diversi tipi di spaccatura, ottenendo sia inerti fini - di 1-2 cm di diametro - sia blocchi di 1 mt per lato - ricollocati in modo sfalsato o impilati tra loro.
Il parco atttrezzato ha oggi una natura in continua evoluzione, ideale per il tempo libero delle famiglie, che passano qui molti fine settimana con i propri figli, per osservare l'evoluzine di habitat e piante.
La scelta di riusare in loco gli inerti risultati idonei, ha permesso di ridurre i costi di smaltimento.
(Progetto GTL Landshaftarchitekten, foto Luisa Ravanello)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I *giardini rocciosi* ricavati da azioni di desealing, sono il risultato dell'attività di 'rottura' di pavimentazioni in asfalto o calcestruzzo mediante taglio della superficie stessa e scavo con mezzi idonei, ad un profondità tale da portare alla luce il sottofondo drenante.
L'attività di desigillazione può avvenire mantenendo sul posto il materiale di risulta dello scavo, riutilizzandolo anche in parte, previa adeguata campagna di analisi di caratterizzazzione degli inerti e relativa acquisizione favorevole di permessi.
La realizzazione di giardini, o superfici, cosiddetti 'rocciosi' richiede uno studio preventivo dei quantitativi di terre e rocce da scavo (TRS) che si andranno a produrre, in modo da individuare il percorso e i controlli, anche analitici, da mettere in campo. Gli aspetti normativi e autorizzativi devono infatti essere considerati con grande attenzione, in particolare con riferimento al D.Lgs. 152/06 e al DPR 120/07: in funzione delle dimensioni dell'intervento e del ricorso al piano di utilizzo o alla dichiarazione, la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo (analitica o bibliografica) deve guidare i tecnici nella migliore scelta del riutilizzo, possibilmente in loco, ai fini di perseguire i principi della valorizzazione del suolo con conseguente condivisione, riuso ed economia circolare.
Il pacchetto di pavimentazione minerale da rimuovere dipende dal contesto, ma in generale si aggira tra i 30 e i 70 cm. Qualora il terreno sottostante lo richieda, può rendersi necessario il miglioramento delle caratteristiche drenanti non appena eseguita la desigillazione, così da innescare i processi biologici di ri-mineralizzazione. È importante porre attenzione al deflusso delle acque in superficie, mediante uno studio delle pendenze, affinchè vengano fatte confluire verso le aree a maggiore permeabilità e/o verso i dispositivi di drenaggio dell'eventuale parte in eccesso.

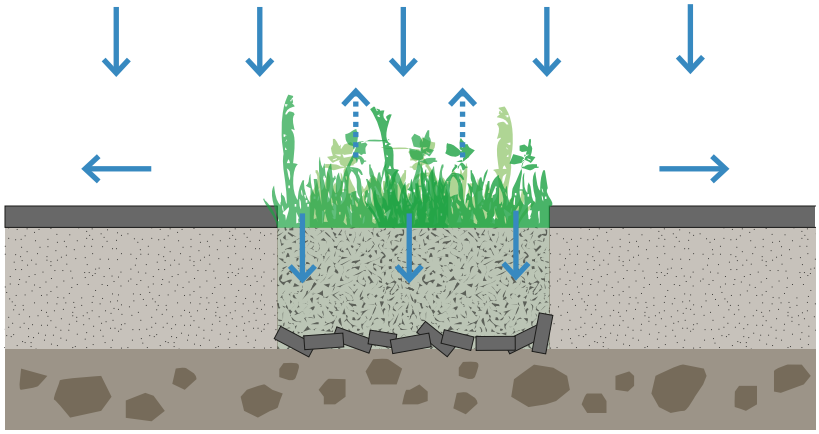
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I giardini rocciosi hanno principalmente la finalità di consentire l'accesso dell'acqua del suolo migliorandone nel tempo le caratteristiche pedologiche e per questo, ove la permeabilità lo consente, è bene prevederli abbinati con le trincee infiltranti 2 ed eventualmente con i pozzi di infiltrazione 3, curando la scelta delle specie vegetali da mettere a dimora, per le quali si rimanda alle apposite schede del capitolo 4.


Romagna
ibimet



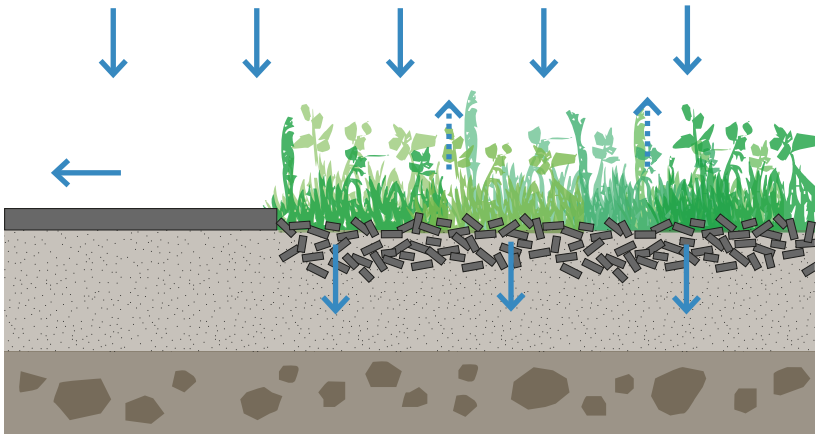
Diverse modalità di riutilizzo *in situ* di materiali inerti.





FRANTUMAZIONE CON RIMOZIONE DEL SOTTOFONDO

Il materiale è frantumato con una grana medio-fine: i blocchi più grandi sono utilizzati come sottofondo per le vasche verdi di nuova realizzazione, mentre il substrato viene mischiato a terreno vegetale dove seminare erbacee ad alto accrescimento e/o prato fiorito o piccoli arbusti.

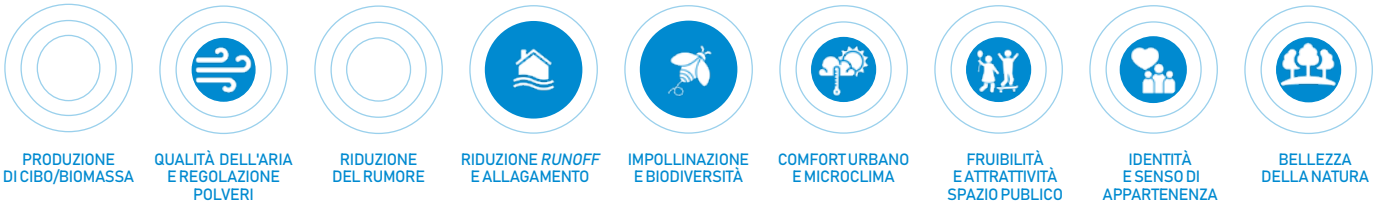


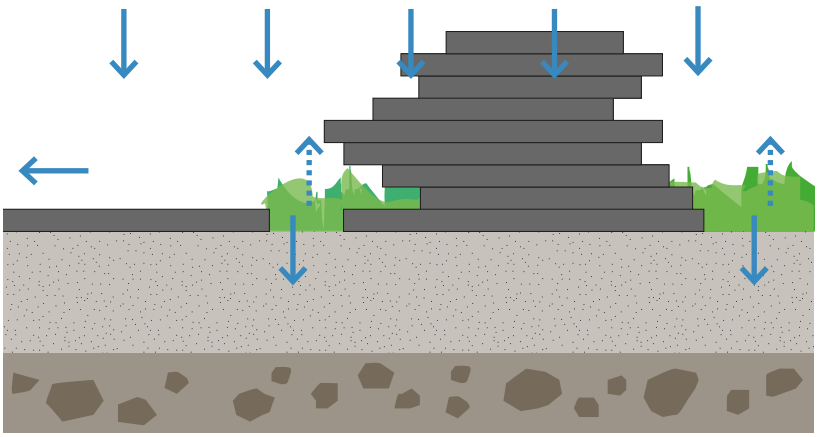


FRANTUMAZIONE EXTRA-FINE

Il materiale è frantumato con una grana molto fine ad eccezione di una porzione lineare che permane come percorso ciclo-pedonale. L'area desigillata viene seminata con erbacee ad alto accrescimento e/o prato fiorito.

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

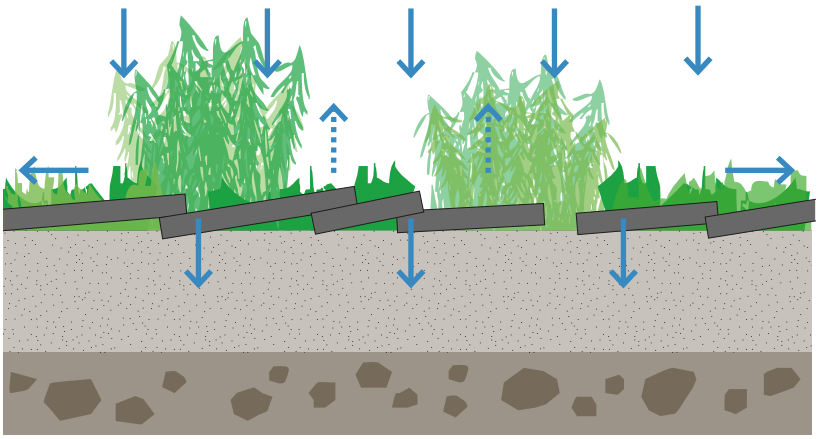






FRANTUMAZIONE EXTRA-LARGE CON RIPOSIZIONAMENTO

Il materiale è rimosso a grandi blocchi, poi accatastato in gruppo per creare opere di land-art o postazioni per l'osservazione del paesaggio circostante. A terra, nelle aree desigillate, possono crescere spontaneamente erbacee e graminacee.





FRANTUMAZIONE EXTRA-LARGE IN LOCO

Il materiale è rimosso a grandi blocchi, poi scostato e sollevato dal terreno per lasciare spazio a muschi e graminacee. Negli spazi tra un blocco e l'altro è possibile mettere a dimora betulle a rapido accrescimento.

In alto a destra. Differenti stadi evolutivi della vegetazione pioniera nell'ex eliporto di Flugplatz, a Francoforte sul Meno, trasformato in un parco per il tempo libero e lo sport. La pista centrale è l'unica parte non depavimentata, in parte riutilizzata per il pattinaggio, la corsa e la bicicletta.
I detriti della pista sono stati riutilizzati per differenti fini: per la creazione di gabbioni, la realizzazione di sottofondi o lasciati in loco favorendo la riconquista da parte della vegetazione e del ciclo naturale dell'acqua. Grazie alla presenza di alcuni fossi, infatti, parte dell'eliporto è diventato un biotopo per specie acquatiche. Nelle aree in cui i detriti sono frantumati in lastre si sono sviluppate specie pioniere e numerosi esemplari di betulle.
(Progetto di GTL Landshaftarchitekten, foto Luisa Ravanello ed Elena Farnè)
In basso a destra. L'ex parcheggio di Aubervilliers, trasformato in giardino temporaneo. L'area è stata oggetto di *desealing* e di una attività di giardinaggio. Oggi il giardino è utilizzato per fini didattici dalle scuole del quartiere.
(Progetto e foto di Wagon landscaping)

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale, possono essere applicati su piccola scala, in corrispondenza delle pertinenze degli edifici. In corrispondenza di piazzali e parcheggi in disuso possono essere applicati su scala maggiore, per creare spazi urbani per la biodiversità. In caso di grandi aree dismesse, possono essere realizzati per attivare il recupero e la riconversione; in funzione delle dimensioni e della tipologia si rende necessaria la preventiva caratterizzazione.

- SPAZIO RICHIESTO

  I giardini rocciosi da *desealing* possono essere realizzati sia alla piccola che alla macroscala.

- TIPOLOGIA DI TERRENO SOTTOSTANTE

  Occorre che sia garantita un'adeguata capacità di infiltrazione da parte del sottofondo portato alla luce. In caso non sia possibile, si rendono necessarie reti/dreni di evacuazione delle acque in eccesso. In funzione delle caratteristiche del *top soil* rinvenuto, saranno scelte le specie vegetali più idonee sia al pronto attecchimento, sia al contributo che apporteranno nel tempo in termini di rimineralizzazione del suolo.

ELEMENTI VEGETALI

I giardini rocciosi da *desealing* sono vegetati con specie pioniere. In casi specifici si può prevedere la messa a dimora di specie capaci di assorbire e metabolizzare gli inquinanti.
Le specie consigliate, oltre a quelle indicate nel 'capitolo vegetazione pioniera' sono:

- ARBOREE A RAPIDO SVILUPPO quali pioppi maschi, bagolari, tigli, robinia (varietà sterili), oltre a sambuchi e altre specie indicate in seguito;
- ERBACEE E ARBUSTIVE SPONTANEE: le aree marginali ai centri urbani sottoposte a *desealing* sono destinate a essere colonizzate subito da numerose specie erbacee e arbustive spontanee della zona o provenienti da giardini e campi limitrofi coltivati. È utile lasciar proseguire il meccanismo di insediamento naturale pur controllando la proliferazione di piante allergeniche come parietaria e *Ambrosia artemisiifolia*.

Una possibile applicazione a seguito della parziale desigillazione di pavimentazioni minerali è la "forestazione urbana produttiva", ossia la messa a dimora di specie a crescita rapida con ciclo vitale compatibile con l'utilizzo temporaneo a bosco produttivo, secondo accordi pubblico/privato.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

L'area può essere:

- INTERAMENTE FRUIBILE con finalità anche di percorsi e parchi avventura;
- PARZIALMENTE FRUIBILE per tutti gli usi tipici di parchi e giardini;
- NON FRUIBILE nelle aree più impervie e dedicate all'evoluzione della natura.

MANUTENZIONE

I giardini rocciosi non richiedono sostanzialmente manutenzione, in quanto prevedono la messa a dimora di specie pioniere. Sono comunque da prevedersi:
- attività di sfalcio della vegetazione;
- ispezione dei manufatti ed eventuale pulizia;
- verifica del mantenimento delle condizioni di sicurezza generali.

COSTI INDICATIVI

- 10-20 euro/mq: desigillazione senza smaltimento e altre opere particolari (ad es. reti o dreni di emergenza da valutare caso per caso);
- 20-30 euro/mq; desigillazione con trasporto e riutilizzo in altra area o cantiere nel raggio di qualche decina di km (non lo smaltimento come rifiuto);
- 7 euro/mq: integrazione dello strato superficiale di suolo con terriccio già umificato;
- 2-5 euro/mq: messa a dimora di specie vegetali trattate come pioniere.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Parco di Flugplatz, Francoforte - DE / Caso studio B14










REJOUER

13

PERGOLATI E VERDE VERTICALE
creare percorsi e spazi urbani freschi e ombreggiati

La pergola è un passaggio ombreggiato costituito da un sistema di elementi orizzontali e verticali su cui far crescere piante rampicanti.
Ha la funzione di ombreggiare e rinfrescare percorsi o aree di sosta grazie all'utilizzo della vegetazione in copertura ed eventualmente in corrispondenza delle pareti laterali. Al di sotto della pergola verde si genera infatti un ambiente ombreggiato, con temperature inferiori rispetto a quelle rilevate in sistemi di copertura minerali, in virtù della minore temperatura delle piante. Si crea quindi un "soffitto fresco" verso il quale le persone cedono calore.
Le pergole offrono spazi ombreggiati e confortevoli per la socializzazione, la permanenza o anche solo la fruizione come percorso di passaggio degli spazi urbani. Vi si possono associare sedute per favorire la sosta e l'incontro.

Le pergole sono realizzate con l'obiettivo di:
- favorire dei luoghi di sosta e socializzazione;
- favorire la riduzione dell'effetto "isola di calore" e migliorare il microclima.

In alto a destra.
Pergola con elementi portanti in ferro e rampicanti di glicine alla Fondazione Catella di Milano. Le strutture si trovano all'interno di un giardino di recente realizzazione, di 4 mila metri quadrati.
(foto di Luisa Ravanello)
In basso a destra.
Pergola con elementi portanti in ferro e verde rampicante a Mint Plaza nel centro di San Francisco. La piazza nasce a seguito di un intervento di rigenerazione urbana di un vicolo malfamato utilizzato unicamente come accesso carrabile agli edifici. Oltre al pergolato ombreggiato che si sviluppa parallelamente al nuovo fronte commerciale e ad elementi di arredo che incentivano la sosta, il progetto prevede una gestione *in situ* delle acque piovane. La pavimentazione della piazza ha infatti una doppia pendenza verso lo scarico centrale, da qui l'acqua confluisce nei due giardini della pioggia alle estremità per poi infiltrarsi naturalmente nel terreno sabbioso di sottofondo.
(Progetto e foto di CMG Landscape Architecture)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

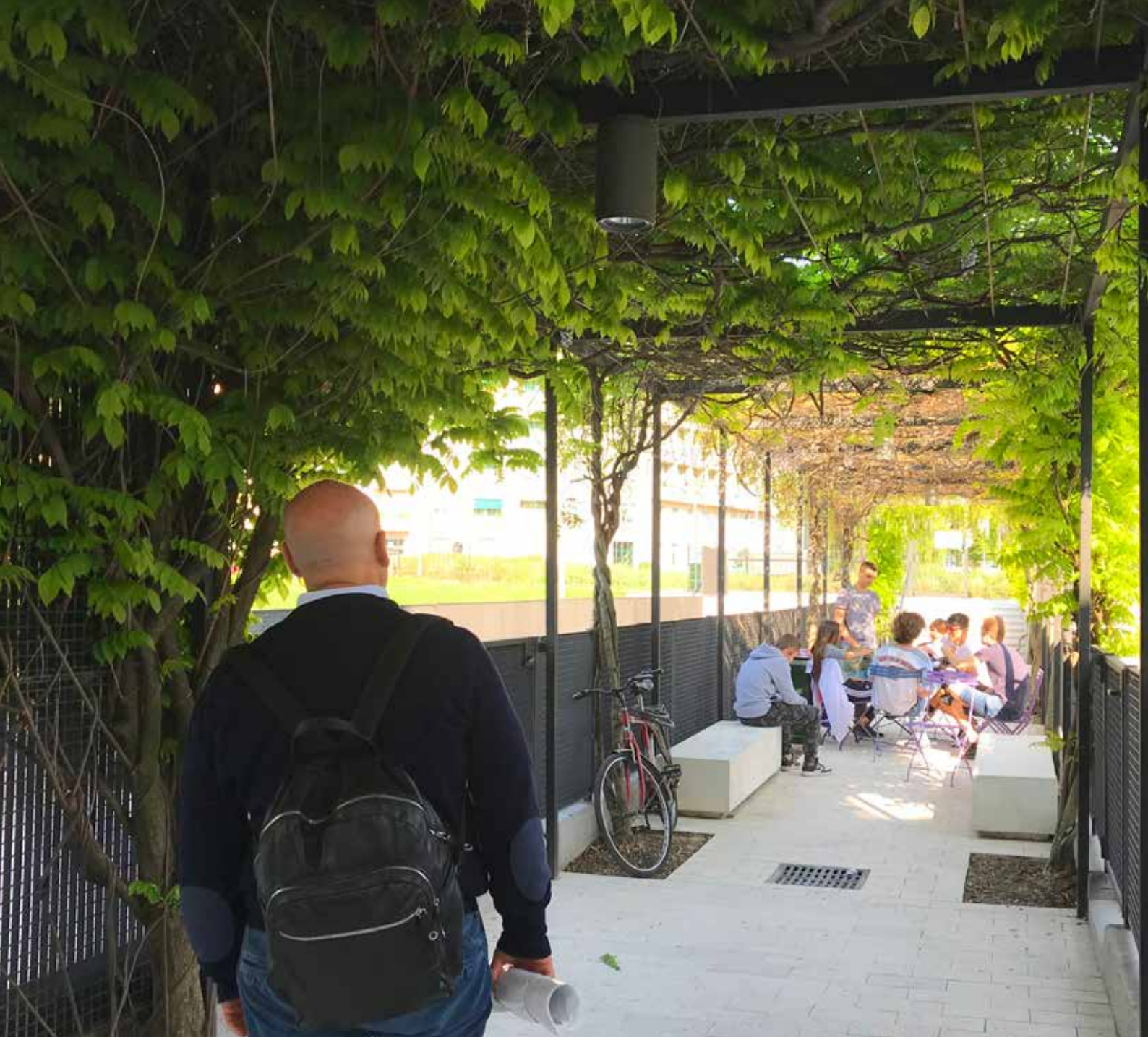
Per la realizzazione di un pergolato, è opportuno individuare i materiali e le specie vegetali rampicanti più adatte.
I materiali utilizzati sono legno, ferro, acciaio e alluminio. Considerando le diverse caratteristiche di ciascun materiale, la scelta deve prendere in considerazione sia aspetti estetici e di inserimento nel contesto, che valutazioni tecniche sui carichi attesi e durabilità dei materiali .

- LEGNO conferisce agli elementi un effetto rustico e naturale, permettendo anche di realizzare forme personalizzate. Richiede però una elevata e frequente manutenzione a seconda delle condizioni ambientali a cui è soggetto.
- FERRO permette di realizzare strutture più resistenti ed ottimizzare gli spazi, considerando le sezioni ridotte degli elementi portanti. I costi di manutenzione sono contenuti e la superficie del materiale, se protetta, ha una lunga durabilità senza necessitare interventi significativi.
- ACCIAIO INOX costituisce un materiale più costoso che ben si integra sia ai centri storici che ai contesti più moderni.
- ALLUMINIO è il materiale più performante e permette di realizzare strutture leggere e resistenti. Richiede una minor manutenzione rispetto a ferro e legno ma è importante verificare la capacità di carico della struttura progettata, soprattutto in relazione alla tipologia di piante rampicanti previste.

L'uso di specie rampicanti a parete permette di aumentare le superfici a verde, risolvendo quindi i problemi di spazio a disposizione per gli elementi vegetali.

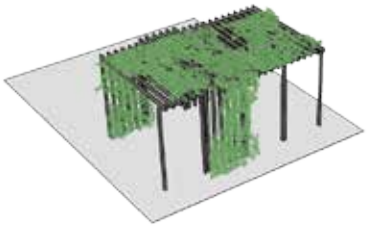
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I pergolati e il verde verticale hanno principalmente la finalità di ombreggiare e rinfrescare i percorsi oltre a consentire un rallentamento nel tempo impiegato dalla precipitazione a raggiungere il suolo, creando pertanto adattamento. Nel contesto della sinergia con altri SUDS, è auspicabile associarli a pavimentazioni drenanti 15 .
Possono essere impiegate in *pocket gardens* 9 , orti e giardini condivisi 10 , corti interne 11 , giardini alberati 17 , parcheggi minerali permeabili 18 , piazze minerali alberate 20 o lungo percorsi ciclo-pedotnali 24 per creare spazi ombreggati.

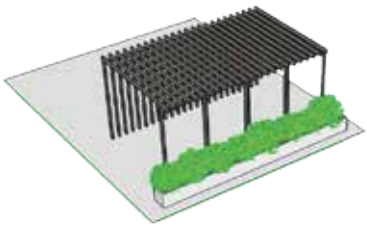




Indipendentemente dal materiale da costruzione, le pergole possono essere:
⇢ AUTOPORTANTI e quindi posizionate al centro dello spazio pubblico che si vuole ombreggiare;
⇢ A SBALZO e incernierate al prospetto di un edificio prospicente lo spazio pubblico da ombreggiare.
La vegetazione può essere costituita da:
⇢ RAMPICANTI piantati in corrispondenza di elementi verticali puntuali o di superfici a verde;
⇢ ARBUSTI messi a dimora direttamente a terra o in appositi contenitori;
⇢ una combinazione di PIANTE RAMPICANTI E ARBUSTI.



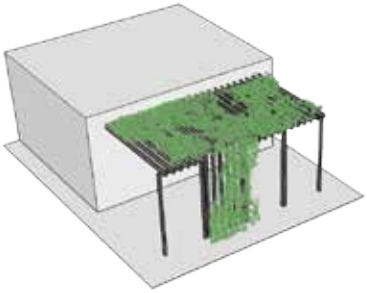
pergola autoportante con rampicanti



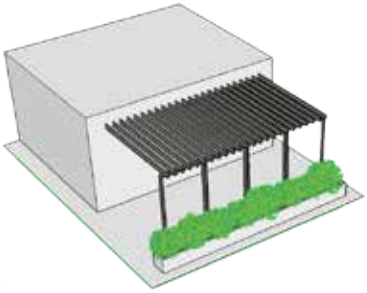
pergola autoportante con arbusti a terra



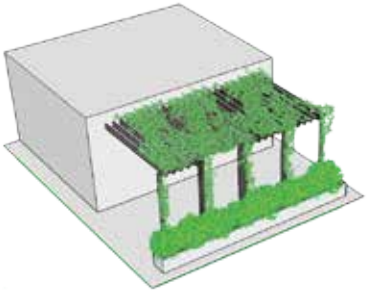
pergola autoportante con rampicanti e arbusti



pergola a sbalzo con rampicanti



pergola a sbalzo con arbusti a terra



pergola a sbalzo con rampicanti e arbusti









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA | QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI | RIDUZIONE DEL RUMORE | RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO | IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ | COMFORT URBANO E MICROCLIMA | FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO | IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA | BELLEZZA DELLA NATURA

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

Le pergole possono essere realizzate in una grande varietà di spazi pubblici quali parcheggi, piazze, aree di sosta e relax o parchi, adattando layout, tipologia di materiali e specie vegetali in funzione del contesto architettonico, paesaggistico e climatico.

ELEMENTI VEGETALI

La scelta delle specie rampicanti deve essere svolta in base ai parametri climatici ed ambientali del luogo ed all'esposizione solare. Le piante rampicanti potranno svilupparsi sia sulla copertura, garantendo uno spazio ombreggiato nelle ore centrali e più calde, sia sulle pareti laterali, favorendo un ombreggiamento del percorso durante tutta la giornata (entrambe le pareti vegetate) o solo al mattino o al pomeriggio (solo una parete vegetata). Tra le specie consigliate si individuano:

- RAMPICANTI DA UTILIZZARE IN CONDIZIONI DI PIENO SOLE quasi tutte le specie, fatta eccezione per l'ortensia rampicante e *Ficus repens*;
- RAMPICANTI CHE TOLLERANO L'OMBRA e che crescono con poche ore di sole come akebia, *Ampelopsis*, *Celastrus*, edera, falso gelsomino, *Ficus repens*, lonicera, luppolo, ortensia rampicante, *Schizophragma integrifolium*, vite del Canada.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le pergole incentivano il passaggio e la sosta delle persone, in quanto migliorano le condizioni microclimatiche degli spazi pubblici dove sono posizionate garantendo ombra e frescura.
L'integrazione di sedute ed elementi di arredo favorisce un utilizzo dello spazio come luogo di socialità e incontro, incrementando l'immagine e la percezione del luogo.

MANUTENZIONE

La tipologia di materiali e le specie vegetali prescelte determinano la frequenza ed i costi di manutenzione. Materiali durevoli e resistenti agli agenti atmosferici come alluminio o ferro necessitano infatti di minori interventi di manutenzione, diversamente dal legno.
Per quanto riguarda la cura delle piante, è opportuno mettere a dimora specie che non necessitino di potature di contenimento (come alcune varietà di glicine e di edera di grande sviluppo) che nel tempo possono danneggiare i materiali e compromettere le strutture portanti.

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione dipendono dal materiale scelto per la struttura, indicativamente:
- 400-1.000 euro/ml come costo medio che considera la variabilità dei materiali, la tipologia di struttura e la varietà di specie vegetali impiegate.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Jardines des Amaranthes, Lyon, FR / Caso studio C22

Pergola con elementi portanti in legno e verde rampicante nel Jardín de las Hespérides a Valencia, un piccolo giardino contemplativo che vuole riprorre ai visitatori le specie botaniche tradizionali, oggi soppiantate dagli agrumeti. (Progetto di VAM10 architecture and landscape, foto di Luisa Ravanello)

Pergola con elementi portanti in ferro e verde rampicante presso lo Yorkville Park di Toronto. Nonostante la copertura vegetata sia limitata, la pergola è circondata da spazi verde e filari di alberi che creano ombra e mitigano le temperature estive. (Progetto e foto di Martha Schwartz)

Pergolati a Lione, lungo il percorso che dalla sommità della Basilica di Notre-Dame de Fourvière si addentra nei parchi urbani della collina e discende in città.
Le pergole sono realizzate in legno o in ferro e ricoperte di rampicanti. (Progetto Christine Dalnoky, foto Luisa Ravanello ed Elena Farnè)

Pergola con elementi portanti in ferro e glicine alla Fondazione Catella di Milano. Le strutture si trovano all'interno di un giardino di recente realizzazione, di 4 mila metri quadrati, con piante giovani e adiacente al nuovo parco urbano milanese *La biblioteca degli Alberi* (Foto di Luisa Ravanello)

14

TETTI VERDI
gestire le acque pluviali urbane attraverso il verde pensile

I tetti verdi (o *green roofs* in inglese) sono superfici di verde pensile realizzate sulle coperture di edifici esistenti o di nuova costruzione, piane o inclinate.
Si tratta di un sistema integrato e complesso di strati funzionali che hanno lo scopo di ricreare un habitat adatto alla crescita e al corretto sviluppo delle specie arboree in contesti non naturali.
Oltre a migliorare il comfort e il rendimento energetico degli edifici, permettono anche di creare spazi accoglienti per il relax e la socializzazione.

I tetti verdi permettono di:
- rimuovere gli inquinanti attraverso meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia medio-alta)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*;
- favorire la biodiversità, migliorare la percezione visiva dell'edificio ed incrementare il valore paesaggistico del contesto *(efficacia media)*;
- incrementare l'efficienza energetica e il clima acustico dell'edificio *(efficacia alta)*;
- ridurre l'effetto isola di calore *(efficacia alta)*.

Il Sensory Garden, un giardino sensoriale realizzato sul tetto del parcheggio del Magneten di Copenhagen, un entro che fornisce assistenza ad adulti con disabilità fisica e mentale. Il giardino è utilizzato per terapie all'aria aperta e presenta spazi piccoli ed intimi per sessioni individuali, aree più grandi per attività di gruppo ed attrezzature per svolgere attività fisiche ed esercizi di equilibrio.
(Progetto di MASU Planning e foto di Kirstine Autzen)

La copertura del Gary Comer Youth Center di Chicago è stata progettata come uno spazio per l'apprendimento di pratiche di agricoltura urbana nel dopo-scuola, in un quartiere povero di dotazioni verdi e spazi per la socializzazione.
(Progetto e foto di Hoerr Schaudt Landscape Architects)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La corretta progettazione di un tetto verde richiede l'analisi di vari fattori, tra cui:
- VALUTAZIONE DEI SOVRACCARICHI indotti sull'edificio e della capacità strutturale della copertura (e della struttura in generale);
- VERIFICA DEI REQUISITI DI ACCESSIBILITÀ;
- VERIFICA DEI PARAMETRI AMBIENTALI del sito, quali l'altezza della copertura, l'esposizione a vento e sole e il grado di ombreggiamento per determinare la scelta delle specie vegetali;
- INDIVIDUAZIONE DI OBIETTIVI DI BIODIVERSITÀ, in relazione alla valenza estetica dell'intervento e l'integrazione con il contesto;
- INTEGRAZIONE CON MACCHINARI E IMPIANTI TECNOLOGICI presenti in copertura.

La realizzazione di un tetto verde porta ad un aumento dei carichi sull'edificio, determinato dallo strato di terreno, dal contributo del volume d'acqua temporaneamente stoccato, dai carichi accidentali connessi alla manutenzione o dall'accumulo di neve. Inoltre, è necessario garantire una adeguata tenuta all'acqua della copertura mediante l'installazione di una membrana impermeabile. Per questi motivi, questi elementi non sono sempre applicabili sulle coperture esistenti.

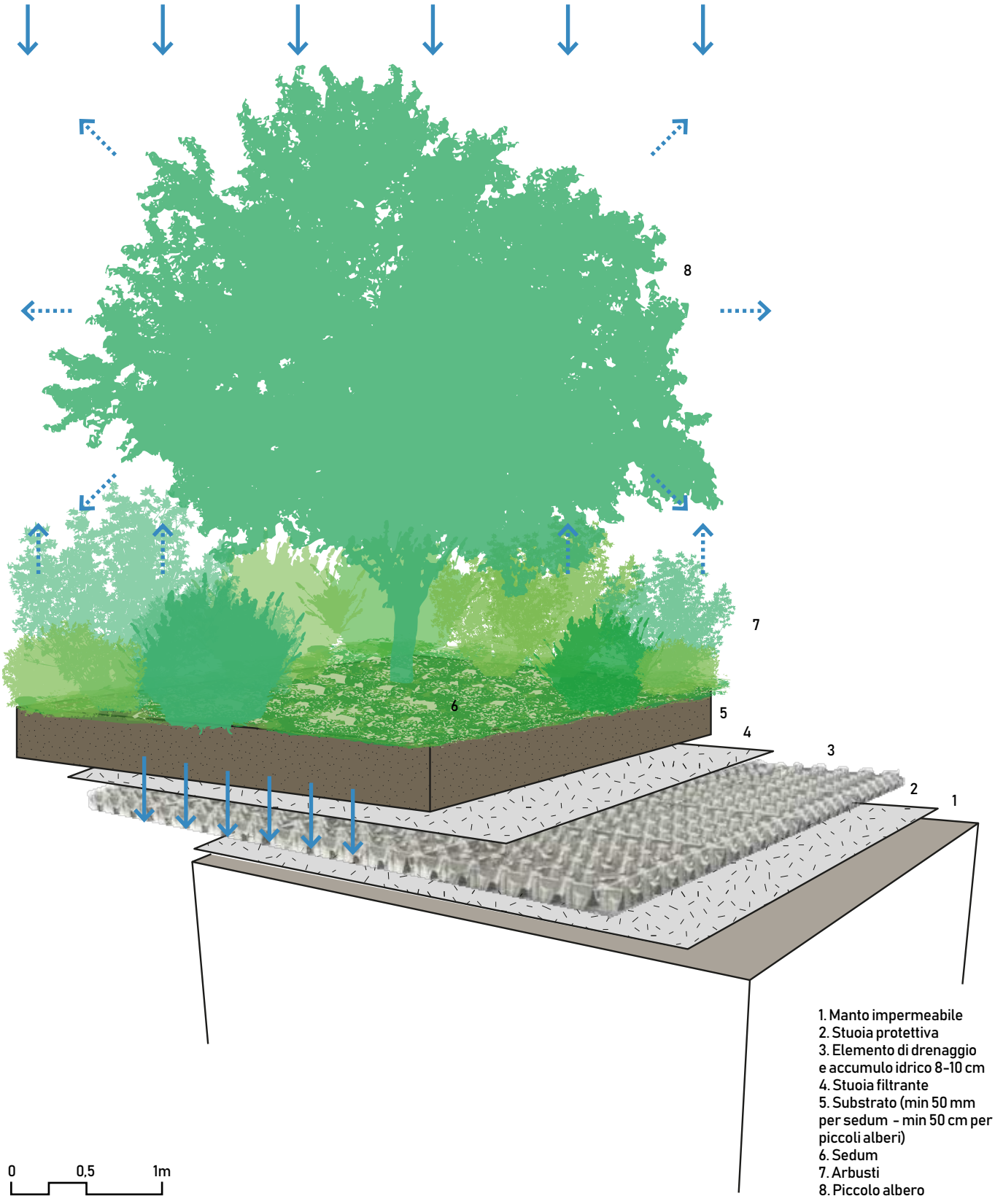
Si suddividono in due macro-categorie:
- TETTI ESTENSIVI quando vengono utilizzate specie vegetali molto resistenti e tolleranti a condizioni climatiche difficili (ad esempio Sedum, piante aromatiche e graminacee); lo spessore degli strati è ridotto a 10-20 cm e si richiede bassa manutenzione; l'irrigazione non è necessaria, se non nella fase di crescita iniziale; di norma non sono accessibili;
- TETTI INTENSIVI che presentano strati con spessore maggiore (tra 25 e 100 cm) in grado di ospitare una grande varietà di specie vegetali, tra cui piccoli alberi e arbusti; richiedono una maggiore manutenzione e sono solitamente accessibili; per mantenerne l'aspetto e l'efficacia, deve essere garantito il regolare approvvigionamento d'acqua e di sostanze nutrienti.

Da un punto di vista idraulico, i tetti verdi garantiscono prestazioni diverse a seconda della stagione:
- IN ESTATE possono trattenere almeno dei primi 5 mm di pioggia, grazie in particolare al processo di evapotraspirazione;





Sezione tipo di tetto verde intensivo.



1. Manto impermeabile
2. Stuoia protettiva
3. Elemento di drenaggio e accumulo idrico 8-10 cm
4. Stuoia filtrante
5. Substrato (min 50 mm per sedum - min 50 cm per piccoli alberi)
6. Sedum
7. Arbusti
8. Piccolo albero

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



- IN INVERNO il substrato rimane saturo per buona parte del periodo.

Per questo motivo, come osservato da diversi studi empirici, nella maggior parte degli eventi piovosi (circa il 70-80%) il tetto verde non genera *runoff*, mentre in altre condizioni tende a comportarsi come una superficie impermeabile (appunto a causa della saturazione del substrato).
Non sono richiesti pretrattamenti, a meno che non sia necessario riutilizzare le acque piovane per il sistema di irrigazione del tetto verde.
I punti di scarico delle acque di troppo pieno devono essere progettati in modo da minimizzare il rischio di intasamento e devono essere accessibili per la pulizia stagionale o la manutenzione straordinaria. È bene separare fisicamente i punti di scarico dal substrato di crescita delle piante, per prevenire l'ingresso delle particelle fini e degli apparati radicali.
Un tetto verde non deve essere in grado di perdere il contenuto d'acqua nel suolo troppo velocemente, al fine di garantire la corretta crescita delle piante. Ciò viene garantito dal substrato stesso, o se necessario, si possono prevedere elementi di accumulo dell'acqua aggiuntivi alla base del substrato o, nei casi più esigenti, un impianto di irrigazione.
L'irrigazione non è di norma raccomandata per i tetti estensivi, per i costi e le operazioni di realizzazione e gestione correlate, mentre è spesso necessaria per i tetti intensivi. In generale, l'irrigazione supplementare può essere richiesta durante le prime 2 stagioni di crescita per assicurare la sopravvivenza delle piante.
La sezione tipica di un tetto verde si compone in genere dei seguenti strati e materiali:

- MEMBRANA A TENUTA IDRAULICA per impedire il passaggio di acqua verso la struttura sottostante;
- MEMBRANA ANTI-RADICE membrana impermeabile soggetta ad un particolare trattamento che previene i danni da parte dell'apparato radicale;
- STRATO DRENANTE E DI ACCUMULO IDRICO, dello spessore di 8-10 cm, che funge da volume di accumulo idrico temporaneo dell'acqua drenando il quantitativo in eccesso non assorbito dal terreno e dall'apparato radicale; tale strato è di norma realizzato in elementi prefabbricati geocompositi/geocellulari;
- STRATO FILTRANTE costituito da un geotessile che previene l'intasamento dello strato filtrante separandolo dallo strato di crescita vegetale soprastante;
- SUBSTRATO O TERRENO DI CRESCITA il cui spessore dipende dalla tipologia di specie vegetali scelte; lo spessore varia in genere da un minimo consigliato di 50 mm (per *Sedum* e muschi) ad un valore anche superiore a 50 cm (per piccoli alberi); il materiale deve essere terreno a bassa densità con buone capacità di ritenzione dell'acqua e buona fertilità; è possibile anche utilizzare una miscela di materiale organico e minerale (per esempio inerti frantumati e pomice);
- SPECIE VEGETALI la cui scelta determina lo spessore del substrato di crescita e deve essere fatta in funzione delle condizioni climatiche e ambientali del luogo.

INTEGRAZIONE CON ALTRI NBS E SUDS

I tetti verdi hanno molteplici funzioni, tra le quali rallentare gli afflussi nel sistema di drenaggio urbano e migliorare le caratteristiche ambientale, energetiche e di comfort dell'edificio stesso. Infatti le soluzioni NbS collegate funzionalmente ai tetti verdi sono le corti interne 11 e ove possibile i pozzi di infiltrazione 3. Va curata la scelta di specie vegetali molto resistenti e tolleranti a condizioni climatiche difficili.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

Il verde pensile può essere applicato ad una grande varietà di coperture, sia per dimensione che geometria, in ambiti residenziali, commerciali o industriali, per edifici pubblici (scuole o ospedali).

In alto a destra. Copertura verde di uno spazio collettivo nell'Area 143 Bicocca a Milano. Il tetto verde estensivo è caratterizzato dalla presenza di lucernari emergenti rispetto al piano di calpestio. Il giardino pensile si compone di una sequenza di fasce arbustive e a prato, con andamento organico. La scelta delle specie vegetali mira ad assegnare un carattere unitario allo spazio verde frammentato dai lucernai. (Progetto e foto di LAND)

In basso a destra. Il complesso tetto verde della torre Mærsk dell'Università di Copenaghen ha una estensione di 5.000 mq. Fa parte del SUND Nature Park, il parco urbano per gli studenti del campus che fornisce una vasta gamma di servizi naturali e sociali alla città. L'ampio tetto è pubblico e offre una varietà di luoghi di studio all'aperto e nuove opportunità di incontri sociali per ricercatori, studenti e cittadini comuni. Il tetto verde - concepito come misura di adattamento climatico - è progettato inoltre con prati a sfalci differenziati ad elevata biodiversità, favorevoli per la vita delle api. (Progetto e foto in alto SLA, dettagli foto Elena Farnè)

SPAZIO RICHIESTO

Non necessita di particolari dimensioni minine o massime; è necessario integrare il progetto del verde pensile con le dotazioni impiantistiche e tecnologiche di edificio e copertura.

VINCOLI

È fondamentale verificare la capacità strutturale dell'edificio di far fronte ai sovraccarichi, sia permanenti che accidentali, determinati dalla presenza di un tetto verde.

ELEMENTI VEGETALI

È possibile piantare una grande varietà di specie, tenendo conto dello spessore del substrato di crescita, delle condizioni microclimatiche, ecc. Negli impianti di tipo estensivo le specie dovranno essere piante perenni, di solito erbacee quale *Sedum*, accomunate dalle caratteristiche di:

- RIGENERAZIONE E AUTOPROPAGAZIONE;
- FRUGALITÀ;
- TOLLERANZA A CONDIZIONI CLIMATICHE AVVERSE (ventosità, siccità);
- RESISTENZA ALLO STRESS IDRICO E TERMICO;
- BASSA MANUTENZIONE con bassa o assente necessità di sfalcio e potatura.

Negli impianti di tipo intensivo, oltre al prato, di fatto tutte le specie vegetali possono essere piantate purché curate in modo appropriato, ma non si ravvisa l'opportunità di mettere a dimora alte alberature che richiedono potenti sistemi anti-vento, adeguate profondità di substrato ed elementi portanti proporzionati all'incremento ponderale (1 mc di legno secco pesa 1 t e più).
In generale, è stato osservato che la piantagione di specie diverse con un alto grado di assorbimento idrico, migliora le prestazioni di un tetto verde, al variare delle condizioni di umidità del terreno.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Nel caso dei tetti verdi intensivi, è possibile rendere fruibile ed attrattiva un'area altrimenti tecnica o inaccessibile e non utilizzata, che abbia anche ottime caratteristiche di comfort ambientale.

MANUTENZIONE

Il livello di manutenzione varia a seconda della tipologia di verde intensivo o estensivo.
Nel caso di tetti verdi intensivi, costituiti da specie prative, si richiede ispezione e manutenzione regolare del verde, consistente di norma in:
- sfalcio delle superfici inerbite (1 volta a settimana/ogni 2 settimane);
- diserbo del letto vegetale pre e post semina;
- sfalcio annuale dei prati con specie selvatiche,
- ispezione regolare, di norma annuale e a seguito di eventi intensi, di tutti gli elementi che compongono il tetto verde, quali il substrato, il sistema di irrigazione (se presente), l'integrità delle membrane, i punti di scarico delle acque pluviali.

Nel caso di tetti verdi estensivi, ispezione e manutenzione sono meno frequenti e consistono in:
- ispezione e rimozione di rifiuti;
- verifica dell'integrità e pulizia degli elementi componenti il tetto verde e dei punti di scarico delle acque pluviali;
- rimozione delle piante invasive (annua/semestrale).

Per questa tipologia, la manutenzione è più importante nella fase di costituzione e sviluppo iniziale delle piante (12-15 mesi).

COSTI INDICATIVI

I costi di realizzazione sono mediamente elevati ma compensati, sul lungo periodo, dalla riduzione dei costi legati al miglioramento delle performance termiche dell'edificio.
Si consideri, indicativamente:
- 70–150 euro/mq tetti verdi estensivi (con costi di manutenzione ridotti);
- 100–200 euro/mq tetti verdi intensivi (costi di manutenzione sono elevati).

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere Gosbenarealet, Aalbrog - DK / Caso studio A2

















15

PAVIMENTAZIONI DRENANTI
infiltrare le acque pluviali urbane

Le pavimentazioni drenanti sono realizzate con materiali porosi e quindi permeabili (pavimentazioni porose) o con materiali impermeabili ma con opportuni vuoti o fughe per il drenaggio delle acque (pavimentazioni permeabili).
Hanno la peculiarità di garantire una pavimentazione adattabile ai possibili diversi utilizzi (ad esempio pedonale, ciclabile o traffico veicolare), permettendo al contempo di ridurre il *runoff* superficiale grazie all'infiltrazione di parte delle acque meteoriche negli strati strutturali sottostanti e nel sottosuolo. Offrono inoltre il vantaggio di migliorare il contesto climatico contrastando l'effetto "isola di calore" - grazie ad indici di riflettanza solare molto bassi (tali da assorbire e poi rilasciare una bassa quantità di calore) - e di favorire l'economia verde e circolare essendo generalmente costituite da materiali ecocompatibili.
Sono adottabili in quasi tutti i contesti urbani: dalle aree intensamente urbanizzate ai parcheggi o in spazi pubblici ad alta frequentazione come piazze o viali pedonali.

Le pavimentazioni drenanti sono realizzate con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda *(grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno)*;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali *(efficacia bassa)*;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori *(efficacia media)*.

Pavimentazione drenante di una porzione di viale pedonale lungo il Passeig De St Joan a Barcellona. (Progetto paesaggistico di Lola Domènech, foto di Adrià Goula).

Percorso pedonale in terra stabilizzata a Place Bellecour a Lione in Francia. (Progetto paesaggistico di Atelier Jacqueline Osty, foto di Elena Farnè)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Le pavimentazioni permeabili sono utilizzate per drenare ed infiltrare le acque di pioggia che cadono direttamente sulla superficie interessata dalla pavimentazione.
La possibilità di infiltrare le acque meteoriche nel sottosuolo dipende dalla tipologia ed entità del traffico veicolare previsto (e quindi del carico inquinante atteso) e dalle caratteristiche della falda acquifera. Tali soluzioni dunque non sono in genere applicabili nel caso di traffico veicolare particolarmente intenso, contesti con pericolo di sversamento di inquinanti al suolo e condizioni di vulnerabilità dell'acquifero.

Il mercato offre una ampia gamma di soluzioni da adottare in funzione della destinazione d'uso dell'area, ma anche del contesto paesaggistico e urbanistico.
Le principali tipologie di pavimentazioni drenanti sono:
- POROSE ovvero prati, ghiaia rinverdita, grigliati plastici inerbiti, sterrati / terra solida;
- PERMEABILI come grigliati in calcestruzzo inerbiti, cubetti o masselli con fughe inerbite e/o riempite di materiale drenante, masselli porosi, asfalti e calcestruzzi drenanti.

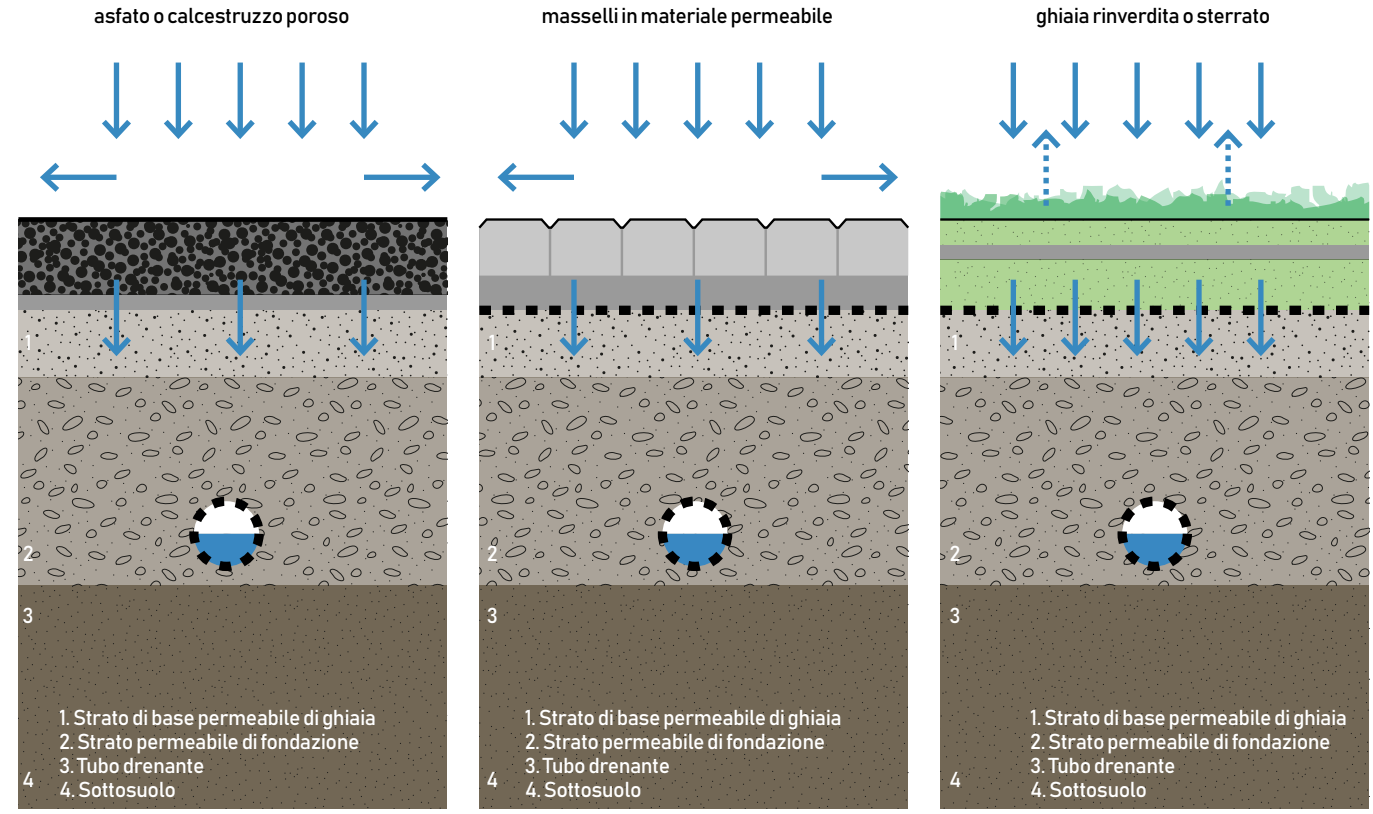
La scelta della pavimentazione più appropriata è fondamentale per la capacità di far fronte agli afflussi meteorici e la corretta progettazione deve in generale considerare:
- ASPETTI IDRAULICI la pavimentazione deve essere in grado di invasare e drenare gli afflussi meteorici di un dato evento di progetto e successivamente scaricare le acque in modo controllato negli strati sottostanti o nel sistema fognario;
- ASPETTI STRUTTURALI la pavimentazione deve essere dotata di una sufficiente resistenza strutturale da definire in funzione del livello e tipologia di traffico veicolare previsto.

È quindi necessario determinare le condizioni al contorno e le eventuali limitazioni, quali la capacità di infiltrazione del terreno esistente ed il volume di acqua che si necessita invasare e infiltrare.
Il progetto strutturale permette di identificare, in funzione della categoria di traffico, il tipo di pavimentazione e lo spessore della stessa.
Gli strati di base e la fondazione stradale devono quindi essere dimensionati sia in funzione della





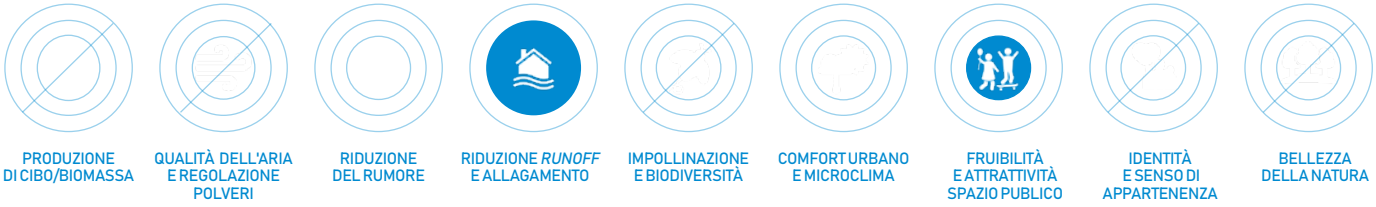
Diverse tipologie di pavimentazioni drenanti che garantiscono un'infiltrazione parziale a confronto: asfalto o calcestruzzo poroso, allettamento masselli con materiale permeabile e ghiaia rinverdita o sterrato.











necessità di garantire un'adeguata portanza (progetto strutturale) sia per permettere un adeguato deflusso delle acque nel sottosuolo (progetto idraulico).

Il grado di permeabilità della pavimentazione dipende dal prodotto specifico ed è di norma indicata dalle ditte produttrici. Si tenga conto che la capacità infiltrante può essere raggiunta nelle condizioni di funzionamento ottimale, ovvero considerando che gli strati sottostanti siano in grado di infiltrare in modo adeguato le portate provenienti dal pacchetto superficiale e che la superficie stessa della pavimentazione non sia occlusa dall'intasamento delle fughe o dei vuoti.
Ai fini del dimensionamento, è dunque buona norma considerare un fattore di riduzione del tasso di infiltrazione pari a 10 per simulare la riduzione nel tempo della capacità filtrante (intasamento dei vuoti, compattazione degli strati drenanti, ...).
Si consiglia sempre di realizzare un sistema fognario di troppo pieno atto a ricevere e scaricare in fognatura le portate che eccedono l'evento di progetto di riferimento.
Nel caso di pavimentazioni in masselli con fughe larghe, non è consigliabile l'utilizzo del manto erboso se i parcheggi sono intensamente frequentati durante il giorno e quindi lo stazionamento delle auto impedisce la luce solare. In tal caso si consiglia l'utilizzo di inerti.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Una delle misure più attuabili e di immediata efficacia intrinseca è l'adozione di pavimentazioni drenanti in sostituzione delle pre-esistenti pavimentazioni impermeabili. La soluzione si può applicare nelle piazze inondabili 8, nelle corti interne 11, nei parcheggi minerali permeabili 18, nei parcheggi verdi 19, nelle strade alberate 22, nei percorsi ciclo-pedonali 24 e nei marciapiedi *smart* 25. La scelta tra i diversi tipi di pavimentazioni drenanti va effettuata tenendo conto sia delle caratteristiche di permeabilità dell'imposta, sia dell'albedo per migliorare il comfort urbano.

CONTESTI DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In corrispondenza di aree pedonali o ciclopedonali possono essere adottate pavimentazioni in prato, cubetti e masselli porosi o terra stabilizzata.
In corrispondenza di strade di accesso e parcheggi possono essere adottate pavimentazioni in prato, cubetti e masselli porosi, grigliati plastici o in calcestruzzo.
Per piazzali o strade con modesto traffico sono consigliate pavimentazioni in cubetti o in asfalti drenanti o calcestruzzi drenanti, mentre per strade trafficate sono preferibili pavimentazioni in asfalti drenanti o calcestruzzi drenanti.
Le pavimentazioni permeabili non sono utilizzabili in tutti i contesti dove vi è il rischio di contaminazione della falda (aree esterne di industrie con pericolo sversamenti) o su aree instabili (pendii a forte pendenza).

SPAZIO RICHIESTO

Le pavimentazioni permeabili sono generalmente utilizzate per drenare le acque direttamente afferenti alla superficie pavimentata. In alcuni casi possono drenare anche le superfici impermeabili limitrofe, ad esempio delle coperture; in tal caso il rapporto tra superficie afferente e superficie della pavimentazione deve essere di norma al massimo pari a 2.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Se il progetto prevede l'infiltrazione in falda, è necessaria la presenza di terreno permeabile al di sotto della pavimentazione. In alternativa, deve comunque essere previsto un adeguato sistema di raccolta che convogli le acque drenate dalla pavimentazione permeabile in fognatura o altro corpo ricettore. Questa soluzione non è generalmente adottabile in zone di protezione della falda acquifera.

Pavimentazione drenante realizzata all'ingresso di una abitazione nel quartiere car-free di Vauban. I blocchetti posati con fughe ampie e grossolane favoriscono l'infiltrazione dell'acqua nel giardino di ingresso.
(Foto Luisa Ravanello)

Pavimentazione drenante realizzata a Zollhallen platz a Friburgo. I blocchetti posati con fughe ampie e grossolane favoriscono l'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo, in cui si trovano vasche di stoccaggio dell'acqua piovana.
(Foto Luisa Ravanello)

Pavimentazione drenante realizzata a Zollhallen platz a Friburgo. I blocchetti posati con fughe ampie e grossolane verso i prati inerbiti favoriscono l'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo, in cui si trovano vasche di stoccaggio dell'acqua piovana.
(Foto Luisa Ravanello)

Pavimentazione drenante realizzata a Copenhagen in masselli autobloccanti in aree di parcheggio a bordo strada. Tra i blocchetti posati con fughe ampie si trova il terreno che favorisce l'infiltrazione dell'acqua piovana.
(Foto Luisa Ravanello)

ELEMENTI VEGETALI

Le pavimentazioni drenanti minerali non sono integrate di norma con la vegetazione, ad eccezione di prati o pavimentazioni con grigliati erbosi o con pose a secco dove la quota verde è predominante. Nel caso di pavimentazioni inerbite, è bene considerare la scelta delle specie erbacee deve essere orientata verso specie con alta resistenza all'usura ed alla siccità.
Gli alberi sono elementi che bene si integrano con le pavimentazioni drenanti, in quanto tali tipologie di superficie permettono all'aria ed all'acqua di penetrare nel sottosuolo, elementi benefici per la crescita dell'albero; in tali condizioni, è improbabile che l'apparato radicale possa danneggiare la pavimentazione. Viceversa, può accadere che il traffico e la sosta veicolare possano compattare il terreno creando asfissia radicale. Quindi, se la pavimentazione drenante è prevista per un parcheggio alberato, è opportuno adottare le precauzioni previste nel capitolo 4.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le pavimentazioni drenanti possono ben adattarsi a diversi contesti paesaggistici in ambito urbano, e la varietà di prodotti permette di scegliere le finiture, i colori e le forme che meglio si adattano al contesto specifico.
Una efficace progettazione anche di tali aspetti, oltre che di quelli funzionali, permette di rendere tali superfici aree di pregio estetico e di maggiore comfort climatico, riducendo infatti l'effetto "isola di calore" caratteristico dei materiali minerali.

MANUTENZIONE

La manutenzione ordinaria consiste in:
- controllo mensile dello stato della pavimentazione, verificando che sia libera da detriti e sedimenti;
- verifica di mancanza di aree di ristagno e difficoltà di deflusso a seguito degli eventi meteorici;
- spazzatura e aspirazione delle superfici permeabili nel periodo autunnale, per prevenire l'occlusione da fogliame ed all'occorrenza, a seconda del quantitativo di detriti e sedimenti.

La manutenzione occasionale consiste in interventi di:
- pulizia e/o sostituzione del materiale di chiusura dei vuoti;
- sostituzione di elementi/masselli danneggiati;
- ripristino delle aree depresse di ristagno, ecc..

COSTI INDICATIVI

Il costo indicativo di realizzazione dipende dagli spessori di progetto e della tipologia di sottosuolo, indicativamente:
- 10 euro/mq: prati;
- 40-50 euro/mq: ghiaia rinverdita;
- 70-80 euro/mq: grigliati plastici inerbiti;
- 30-50 euro /mq: sterrati/terra solida;
- 70-80 euro/mq: grigliati in calcestruzzo inerbito;
- 80-100 euro/mq: cubetti o masselli con fughe inerbite/riempite di materiale drenante;
- 80-100 euro/mq: masselli porosi.
- 70-80 euro/mq: asfalti e calcestruzzi drenanti.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere La Cnfluence, Lyon - FR / Caso studio A5
- Zollhallen Plaza, Friburgo - DE - Caso studio C25
- Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F 37

Pavimentazione drenante a Lione, nel quartiere della Confluence. Il percorso pedonale tra i due giardini della pioggia è realizzato in terra stabilizzata. Grazie alle pendenze l'acqua infiltra e dilava verso i giardini laterali.
(Foto Elena Farnè)

Pavimentazione drenante aLione, all'interno di un giardino. La pavimentazione infiltra nel sottosuolo.
(Foto Elena Farnè)

Parcheggio realizzato con asfalto drenante. Siamo nei pressi del Ponte Tiberio a Rimini.
(Progetto del Comune di Rimini, foto di Elena Farnè)

Percorso pedonale in terra stabilizzata a Lione, realizzato nei pressi del giardino di ingresso del centro commerciale Carré de Soie.
(Foto di Elena Farnè)

















16

DAYLIGHTING RIVERS
riportare alla luce i tratti urbani dei fiumi e dei corsi d'acqua

I fiumi e corsi d'acqua nel corso degli ultimi secoli, ed in particolare degli ultimi decenni, sono stati sovente tombati nel tratto urbano e trasformati in canali sotterranei.
Questa pratica ha origine nel periodo napoleonico per ragioni sanitarie, quando i corsi d'acqua fungevano da fogne a cielo aperto. Successivamente la prassi si è consolidata con uno scopo diverso, ovvero aumentare la superficie edificabile.
Ad oggi, i fiumi tombati contribuiscono ad aumentare i rischi di allagamento dei centri urbani a causa di una forma ristretta e 'tappata' che limita il deflusso delle piene.
I cambiamenti climatici in atto e le condizioni ambientali ci impongono di restituire il giusto spazio all'acqua e alla componente naturale in città, anche con interventi di stombatura o *daylighting* dei canali tombati nei tratti cittadini, che consistono nella demolizione della copertura di tali canali ripristinandone la sezione a cielo aperto.

Gli interventi di stombatura o *daylighting* sono realizzati con l'obiettivo di:
- ridurre il rischio di esondazione dei corsi d'acqua nei tratti cittadini, migliorando il deflusso delle acque in caso di piena;
- ripristinare l'habitat naturale dei corsi d'acqua, favorire la biodiversità e la crescita di flora e fuana fluviale;
- aumentare il valore paesaggistico del contesto;
- creare nuovi percorsi per la mobilità lenta con aree di sosta e relax;
- migliorare il comfort microclimatico.

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La stombatura dei corsi d'acqua richiede particolari accorgimenti esecutivi e di pianificazione delle lavorazioni in quanto consiste nella realizzazione di demolizioni di opere in genere in cemento armato ed interessa un contesto urbano in cui i cittadini risentono in modo significativo delle attività di cantiere. Per questo, nella fase di progettazione e successivamente durante l'esecuzione dei lavori, è bene considerare in particolare i seguenti aspetti:

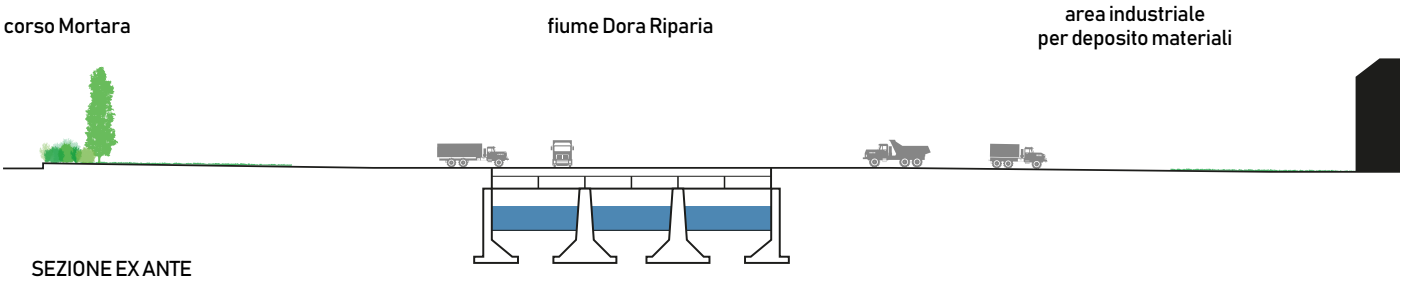
- REDIGERE UN PIANO DETTAGLIATO DELLE DEMOLIZIONI considerando il rilevante quantitativo di materiali di demolizione da stoccare temporaneamente e da allontanare dall'area di cantiere;
- ESEGUIRE PREVENTIVAMENTE CAMPIONAMENTI E ANALISI DEL TERRENO E DEI MATERIALI consdierando che le aree sono spesso interessate da materiali di riporto e sovente con concentrazioni di inquinanti (ad esempio nel caso di aree industriali) e di macerie/materiali di scarsa qualità;
- PREVEDERE ADEGUATE MISURE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE in quanto gli impatti di tali lavorazioni sulla popolazione possono essere significativi;
- VERIFICARE PREVENTIVAMENTE LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEI CORSI D'ACQUA essendo gli stessi spesso utilizzati, in parte, come recapiti fognari, e se necessario prevedere anche il risanamento ambientale dei corsi d'acqua.

La Dora è uno dei due fiumi che attraversano Torino. Lungo le sponde del fiume si trovavano le storiche fabbriche della Fiat. Tra il 1950 e il 1970 la Dora è stata tombata per consentire l'espansione della Fiat Ferriere, per ampliare l'area dello stabilimento Valdocco. Con la chiusura degli stabilimenti in questa area della città, ha preso il via un lungo dibattito che ha portato nel 2017 ai primi lavori di stombatura del fiume e alla sistemazione delle sponde, trasformando l'ex area industriale in un grande parco urbano. Nelle immagini i cantieri della stombatura.
(Progetto e foto Comune di Torino)

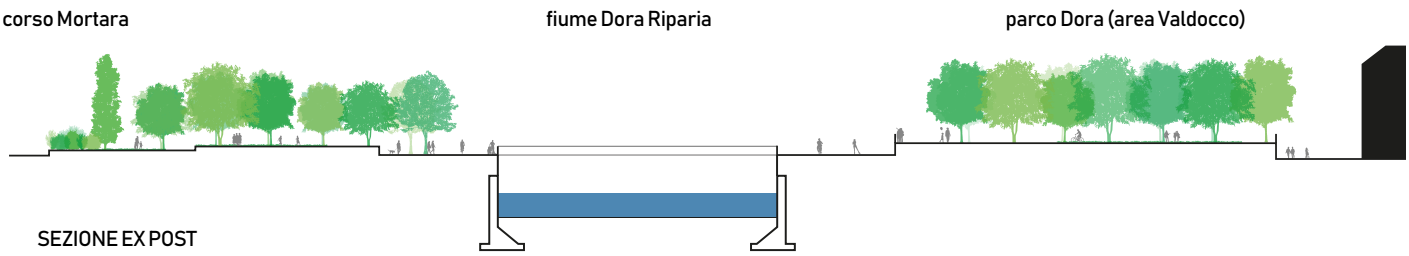




La stombatura della Dora a Torino,
(Sezione stato di fatto e sezione di progetto, rielaborazione in base a progetto Comune di Torino; foto Comune di Torino)



SEZIONE EX ANTE



SEZIONE EX POST









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Il *daylighting* migliora le condizioni di sicurezza idraulica e restituisce naturalità alle idrovie che nel corso dei decenni sono state via via tombate. Le attività di demolizione e di bonifica dei suoli occorrenti in questi casi vanno gestite ove possibile seguendo quanto suggerito nel capitolo 2 ai punti 4 - Gestire le terre e rocce da scavo e 5 - Elevare i requisiti ambientali e prestazionali delle opere pubbliche: criteri ambientali minimi, ai fini di perseguire il più possibile gli obiettivi dell'economia circolare del recupero e del riuso.

ELEMENTI VEGETALI

Il *daylighting* dei corsi d'acqua favorisce una maggiore naturalità delle aree; si integrano bene aree di margine a verde, che riconferiscono un aspetto di maggiore naturalezza al corso d'acqua.
Occorre lasciare libere le sponde da alberature o da alte arbustive che nel tempo potrebbero inclinarsi e cadere ostacolando il fluire delle acque. Le rive vanno quindi mantenute attraverso un taglio annuale con le apposite falciatrici. Le specie di maggiore altezza vanno messe a dimora ad almeno 10 metri dal bordo fluviale lasciando lo spazio per l'accesso alle macchine.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I tratti di canali stombati possono essere resi fruibili mediante percorsi ciclopedonali e viali lungo gli argini, creando spazi sia comfortevoli (grazie effetto di raffrescamento esercitato dall'acqua corrente) che gradevoli sotto il profilo paesaggistico. Possono inoltre essere realizzate passerelle e passaggi rialzati di attraversamento dei canali.

MANUTENZIONE

La manutenzione ordinaria e straordinaria consiste in:
- controllo dello stato di officiosità idraulica dell'asta stombata ogni mese e a seguito di ogni piena, per verificare che sia libera da detriti e sedimenti;
- rimozione, anche con uso di mezzi meccanici, di elementi o materiali che ostruiscono il corretto deflusso delle acque.

I costi di manutenzione si riducono rispetto al precedente assetto di asta idraulica tombata, che prevede di operare con personale e mezzi presumibilmente in regime di lavoro in spazi confinati, assai più complesso e oneroso.

COSTI INDICATIVI

Non è possibile indicare costi parametrici in quanto fortemente dipendenti dal contesto specifico. Ad esempio, le valutazioni economiche di realizzazione del *daylighting rivers* sono influenzate da:
- l'entità della demolizione da prevedersi;
- la necessità di bonifica;
- la possibilità di recupero delle terre e rocce da scavo prodotte;
- la necessità di smaltimento delle stesse, etc.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Lungo il Canale di Medicina - IT / Caso studio F41

17

GIARDINI ALBERATI
inserire aree verdi per la biodiversità urbana, il comfort e la socialità

I giardini alberati costituiscono un elemento fondamentale per il progetto e il potenziamento dell'infrastruttura verde urbana, assolvendo a diverse funzioni all'interno del tessuto urbano, in particolare:

- funzione ecologica, collegando gli elementi naturali e semi-naturali della città ed incrementando la biodiversità;
- funzione di mitigazione ambientale, rappresentando elementi di resilienza per il tessuto urbano che mitigano i fenomeni estremi legati ai cicli dell'acqua, aria, temperatura e inquinamento di varia natura;
- funzione paesaggistica, migliorando la percezione del paesaggio;
- funzione di fruizione pubblica, connettendo e favorendo attività ricreative, di confronto e inclusione sociale grazie a percorsi ciclopedonali ed aree di sosta che invogliano le persone a fermarsi in una zona di maggiore comfort ambientale, protetta dai rumori e dal traffico.

I giardini alberati svolgono ruoli fondamentali all'interno della città, sia dal punto di vista sociale e ricreativo, sia dal punto di vista ecologico e ambientale:

- le ampie superfici a prato e a prato fiorito favoriscono l'infiltrazione delle acque piovane in falda e riducono i picchi delle piogge intense;
- la presenza di alberi e arbusti permette di catturare le dannose particelle di polveri sottili;
- gli apparati radicali delle piante esercitano una funzione fitodepurativa molto importante sulle acque pluviali urbane;
- le chiome alberate riducono il rumore stradale e svolgono un importante ruolo di regolazione e raffrescamento dell'isola di calore, grazie all'azione combinata di ombreggiamento ed evapotraspirazione;
- alberi e vegetazione incrementano poi la biodiversità, creando habitat favorevoli per la vita di uccelli, insetti e api affinché possano riprodursi e vivere nell'ambiente urbanizzato.

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La progettazione dei giardini verdi alberati deve tenere in giusta considerazione diversi aspetti:

- ANALISI DEL CONTESTO per individuare le principali criticità da mitigare;
- RILIEVO DELL'INFRASTRUTTURA VERDE URBANA PREESISTENTE per individuare le interconnessioni del giardino con le aree verdi esistenti;
- SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI prediligenndo le specie più abili a sopravvivere nel contesto analizzato e a garantire l'ottenimento dei benefici voluti; in particolare si dovrà tenere conto delle condizioni ambientali locali quali l'apporto idrico, la temperatura, il pH del sottosuolo, l'esposizione luminosa, il livello di esposizione agli inquinanti e al sale (ad esempio in presenza di contatto con la falda acquifera salinizzata dal cuneo salino);
- CONSIDERAZIONI DI NATURA ESTETICA E PAESAGGISTICA che devono essere subordinate all'analisi dei vincoli ambientali e delle criticità del contesto analizzato;
- MODALITÀ DI MESSA A DIMORA della vegetazione e delle successive fasi di manutenzione.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I giardini alberati lavorano efficacemente in sinergia con i giardini della pioggia 1, le trincee infiltranti 2, i pozzi di infiltrazione 3, i fossati inondabili 4, i bacini inondabili 5 e richiedono un'accorta scelta delle specie vegetali più idonee, come precisato al capitolo 4.

Il giardino di Potters Fields Park nel quartiere di Southwark a Londra si trova nei pressi di Tower Bridge e City Hall. È frequentato quotidianamente dai lavoratori del quartiere. Nel giardino ci sono oltre 50 specie di piante, che lo rendono particolarmente attrattivo in ogni stagione. Il giardino è infatti noto per le erbacee perenni, nelle quali vivono un'ampia varietà di animali selvatici, api, uccelli e insetti. Seppure di modeste dimensioni, il giardino è un luogo ideale di quiete, per riposarsi e rilassarsi tra le chiome ombrose degli alberi e i fiori colorati. (Progetto Piet Oudolf, foto www.pottersfields.co.uk)

Il giardino della sede centrale di SKY UK a Londra. (Progetto paesaggistico di URBAN, foto di Edward Denison).

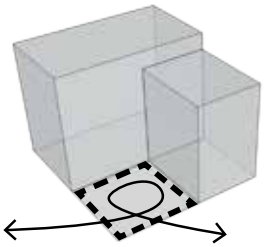


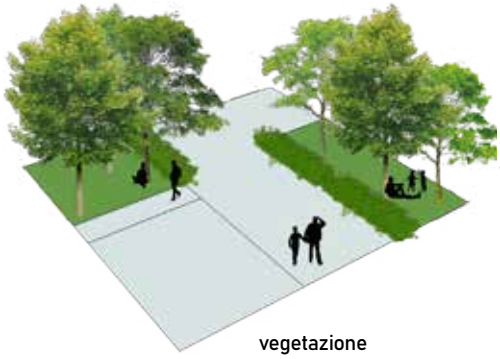


Abaco degli elementi che caratterizzano le corti:
⇢ POSIZIONE l'area è solitamente circondata da edifici ma attraversabile;
⇢ dotazioni a VERDE con numerosi arbusti, prati e alberi di diverse dimensioni, messi a dimora in gruppi o a filare,

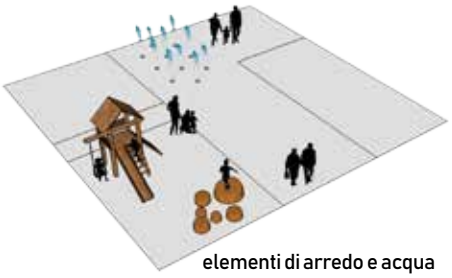
⇢ presenza di ACQUA come fontane o sistemi di nebulizzazione per migliorare il comfort;
⇢ utilizzo di diversi MATERIALI, permeabili o semi-permeabili, per differenziare percorsi principali, secondari e aree di sosta;

⇢ presenza di SEDUTE PRIMARIE E SECONDARIE per incentivare la sosta e la socializzazione;
⇢ ELEMENTI DI ARREDO URBANO come aree gioco;
⇢ ILLUMINAZIONE per consentire la fruibilità dello spazio anche nelle ore serali, con luci a terra o puntuali per indicare i percorsi;
⇢ presenza di SISTEMI DI OMBREGGIATURA come pergole, tettoie o coperture per proteggere dagli eventi atmosferici.

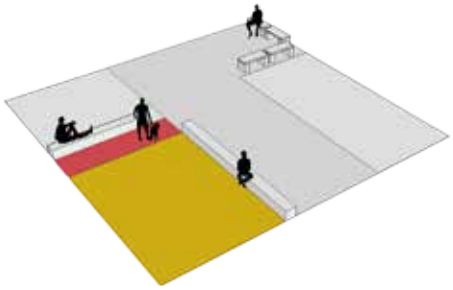




vegetazione



elementi di arredo e acqua



percorsi e sedute



illuminazione e sistemi di ombreggiatura









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA | QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI | RIDUZIONE DEL RUMORE | RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO | IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ | COMFORT URBANO E MICROCLIMA | FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO | IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA | BELLEZZA DELLA NATURA

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito urbano è utile realizzare giardini alberati ombreggiati connessi a parchi e filari alberati. In ambito residenziale è possibile realizzare sia piccoli giardini pubblici (o privati e semi-privati), sia aree verdi più estese alla scala di quartiere. Mentre in corrispondenza di assi viari e di arterie di traffico, posso realizzarsi nelle aree in fregio alla viabilità esistente.
In ambito commerciale e/o produttivo possono realizzarsi negli spazi di margine e risulta, come dotazione per i lavoratori dei comparti industriali.

SPAZIO RICHIESTO

È possibile attrezzare sia grandi superfici, sia spazi marginali o di risulta in contesti densamente urbanizzati; la scelta delle specie arboree da mettere a dimora dipenderà dalle condizioni locali, ovvero dallo spazio a disposizione per l'accrescimento delle piante in relazione alle infrastrutture presenti o di progetto, alle condizioni ambientali e locali;

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Verifica della compatibilità delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno con le specie vegetali e arboree scelte; in caso di falda salinizzata e poco profonda (possibile contatto con l'apparato radicale), verificare la compatibilità delle essenze arboree in un contesto marino.

ELEMENTI VEGETALI

Nella scelta delle specie arboree si dovrà porre particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- LA DIMENSIONE A MASSIMO SVILUPPO DELLA CHIOMA DELL'ALBERO che dovrà essere compatibile con gli spazi disponibili;
- LA DISPOSIZIONE DI IMPIANTO; le possibilità sono le più varie e dipenderanno dal sito specifico e dagli obiettivi da raggiungere;
- L'INTERASSE TRA LE ALBERATURE che dovrà essere di norma definito in funzione della configurazione a lungo termine (a chioma già pienamente sviluppata), e si dovrà tenere conto di esigenze legate alla luminosità degli spazi e delle aree circostanti;
- LA FORMA, IL COLORE, LA STRUTTURA E LE VARIAZIONI STAGIONALI delle essenze arboree potranno avere un forte impatto sulla piacevolezza del giardino.

Il giardino di Potters Fields Park, Londra.
Fioriture delle erbacee perenni.
(Progetto paesaggistico e foto di Piet Oudolf)

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I giardini alberati favoriscono l'aggregazione sociale delle persone, offrono aree di sosta e riposo, spazi protetti dai rumori e dal traffico, e di maggiore comfort ambientale.

MANUTENZIONE

La manutenzione delle aree a prato e delle aree piantumate consiste nelle attività periodiche di sfalcio della vegetazione e delle potature, l'eventuale sostituzione di piante morte, la rimozione di detriti e sedimenti, la rimozione di eventuali piante infestanti.
La frequenza degli interventi di manutenzione dipenderà anche dalla tipologia di area in cui si colloca l'intervento (residenziale, periferica, sub-urbana,...) e dall'uso a cui è destinata. Il costo di manutenzione è ridotto, in quanto limitata nella frequenza e realizzabile in contemporanea alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio di costi.

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi comprendono:
- 10-20 €/mq: de-pavimentazione della superficie, se minerale;
- 120-150 €/mq: realizzazione di opere a verde e impianto di irrigazione.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Jardines Rosa Luxembourg, Paris, FR / Caso studio C21
- Jardines des Amaranthes, Lyon, FR / Caso studio C22
- Giardino temporaneo Texture Parking, Courtrai - BE / Caso studio D32

18

PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI
filtrare e drenare le acque pluviali urbane

Le aree adibite a parcheggio sono perlopiù asfaltate ed impermeabilizzate, sovente caratterizzate da condizioni di discomfort legate al fenomeno dell'isola di calore e alla concentrazione di elevati livelli di inquinamento. È possibile ripensare questi spazi, pubblici o privati, con soluzioni alternative, spesso poco costose e meno impattanti sul ciclo idrico e sull'ambiente. L'adozione di materiali drenanti e permeabili/semi-permeabili e l'introduzione, ove possibile, di aree verdi permeabili e filtranti, consente di ridurne l'impatto ambientale e migliorarne il comfort climatico.
Vi è una vasta gamma di materiali disponibili, che permettono di garantire sia elevati livelli prestazionali (in funzione dei carichi previsti) sia di favorire l'infiltrazione.

I parcheggi minerali permeabili consentono di:
- favorire l'infiltrazione in falda e ridurre i picchi di piena;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e assorbimento biologico delle specie vegetali presenti in *rain-garden* o *noue*;
- ridurre il rumore con pavimentazioni fonoassorbenti e componenti verdi;
- ridurre l'effetto isola di calore grazie all'impiego di pavimentazioni fotoriflettenti, elementi verdi e alberature per l'ombreggiamento;
- incrementare la biodiversità prevedendo elementi verdi.

Il parcheggio del NSE Kitakyushu Technology Center a Fukuoka in Giappone. (Progetto paesaggistico e foto di PLATdesign).

Parcheggio di un'azienda privata a Sint-Pieters-Woluwe, Brussel. (Progetto di Pauwels)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I parcheggi minerali permeabili possono essere realizzati trasformando aree di sosta esistenti, eseguendo una depavimentazione delle superfici (se inizialmente impermeabili) e identificando uno o più materiali permeabili per la viabilità, gli stalli ed i percorsi di collegamento.
La possibilità di infiltrare le acque meteoriche nel sottosuolo dipende dalla tipologia ed entità del traffico veicolare previsto (e quindi del carico inquinante atteso) e dalle caratteristiche della falda acquifera (se questa è vulnerabile o meno). Si sconsiglia la realizzazione di parcheggi minerali permeabili in caso di traffico veicolare particolarmente intenso, in contesti con pericolo di sversamento di inquinanti al suolo e in condizioni di vulnerabilità dell'acquifero.
La scelta di materiali e sottofondo deve essere svolta caso per caso, considerando la categoria di traffico prevista (al fine di garantire una adeguata portanza della pavimentazione) ed il grado di infiltrazione in falda che si vuole raggiungere. Per garantire sia requisiti strutturali che idraulici, è necessario progettare adeguatamente la pavimentazione superficiale e la fondazione stradale.
Si consiglia l'impiego di materiali fonoassorbenti (per migliorare il clima acustico) e fotoriflettenti (per ridurre l'effetto isola di calore). Tra quest'ultimi, sono da privilegiarsi i cosiddetti *cool materials* (materiali freddi), caratterizzati da un'elevata riflettanza solare, ottenuta attraverso l'utilizzo di tinte chiare o di colori più scuri trattati con pigmenti riflettenti che riducono il carico termico.

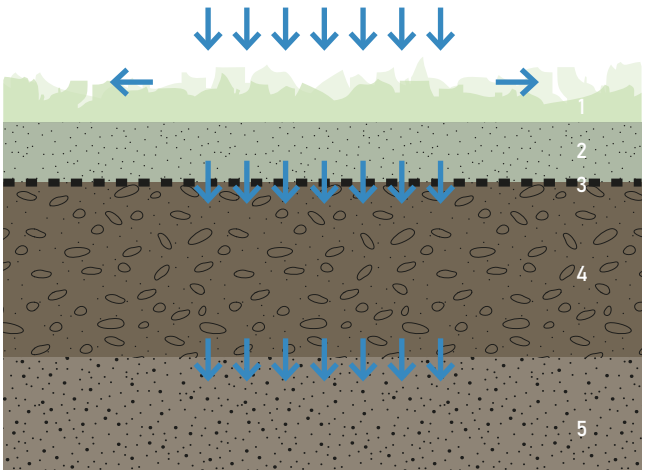
- VIABILITÀ è possibile impiegare asfalti e/o calcestruzzi drenanti; è importante realizzare un adeguato sottofondo che permetta al contempo l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo (strati filtranti) e la stabilità della sovrastruttura stradale in funzione dei carichi attesi.
- STALLI AUTO oltre agli asfalti o calcestruzzi drenanti, è possibile utilizzare finiture più permeabili quali parcheggi in ghiaia rinverdita, betonelle o grigliati plastici, ecc..
- PERCORSI PEDONALI/CICLO-PEDONALI è possibile impiegare pavimentazioni permeabili quali sterrati, masselli filtranti, terra stabilizzata, ecc..

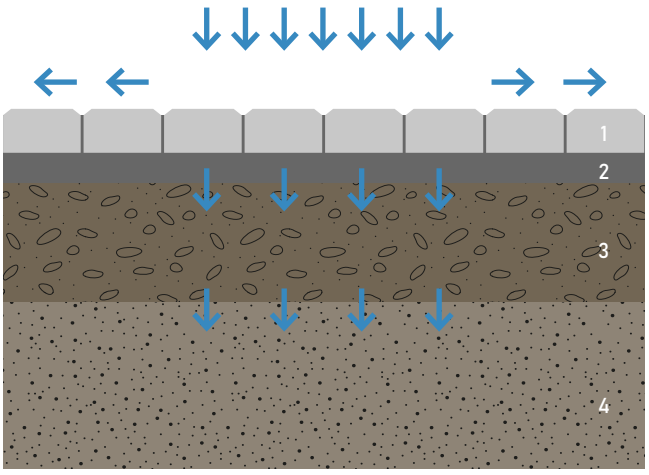
Ove possibile si preferiranno pavimentazioni inerbite che consentono una maggiore depurazione delle acque. Oltre alla filtrazione derivante dalla pavimentazione, è possibile incrementare il quantitativo d'acqua infiltrato in falda con trincee e/o pozzi drenanti. La realizzazione di un sistema di pretrattamento con vasca di prima pioggia e impianto separatore di oli (o un'equivalente fitodepurazione) è necessario dove il carico di traffico è elevato e le acque di dilavamento cariche di inquinanti (parcheggio di un centro commerciale) o nei casi specifici in cui la normativa regionale o locale lo richieda. A tal riguardo è da considerare anche il grado di vulnerabilità della falda.

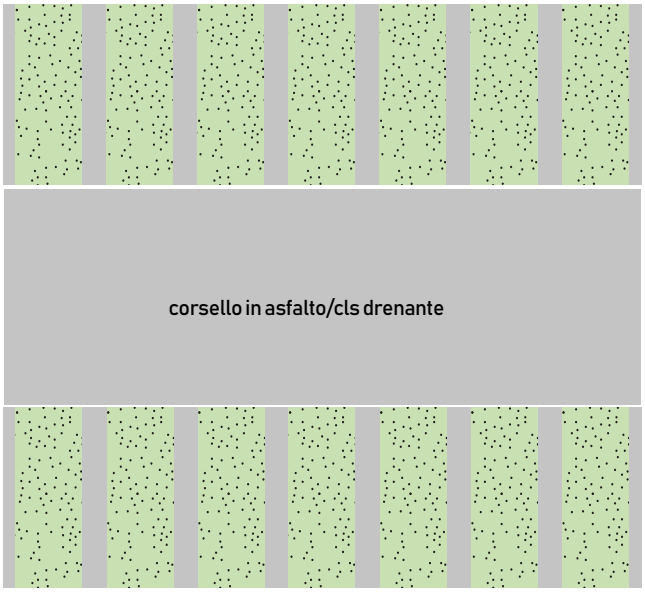


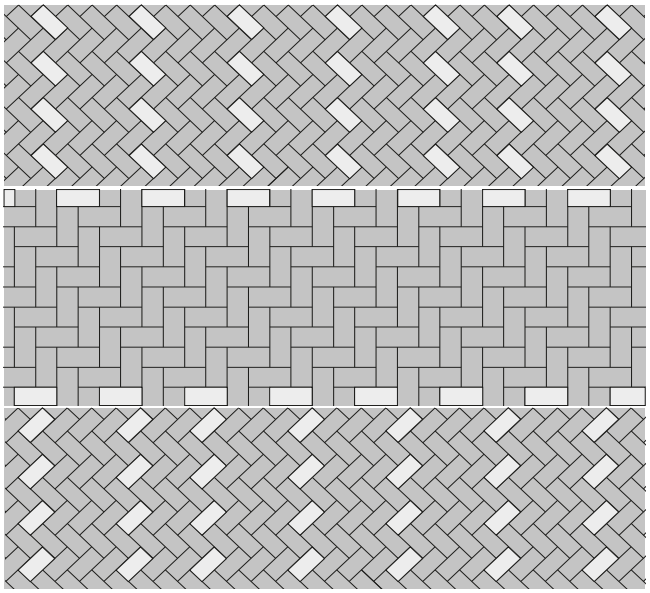


Ipotesi di utilizzo di materiali permeabili per la realizzazione di un parcheggio minerale drenante: a sinistra opzione con stalli in ghiaia rinverdita e corsello in asfalto/cls drenante; a destra opzione con stalli e corsello in betonelle drenanti e filtranti.









STALLI IN PAVIMENTAZIONE DI GHIAIA RINVERDITA E CORSELLO IN ASFALTO/CLS DRENANTE

1. Prato
2. Ghiaia naturale rinverdita - 8 cm
3. Geotessile in tessuto non tessuto
4. Misto granulare stabilizzato - 30 cm
5. Sabbiella - 20 cm

STALLI E CORSELLO IN PAVIMENTAZIONE DI BETONELLE DRENANTI E FILTRANTI

1. Betonelle - 6/8 cm
2. Allettamento - 5 cm
3. Stabilizzato - 20cm
4. Sabbiella - 30cm





SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Nei parcheggi minerali permeabili si integrano tra le trincee infiltranti 2, i pozzi di infiltrazione 3, i giardini rocciosi 12, i pergolati e il verde verticale 13, le pavimentazioni drenanti 15 e richiedono un'accorta scelta delle specie vegetali più idonee, come precisato al capitolo 4.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale non è generalmente richiesto un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia ed è possibile utilizzare materiali che infiltrino direttamente nel sottosuolo le acque.
In ambiti commerciali/produttivi, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

La scelta di opportuni materiali permette di garantire spazi destinati al parcheggio analoghi a quanto ottenibile con materiali tradizionali (asfalto), ma riducendo in maniera significativa l'impatto sul ciclo idrico e migliorando il comfort ambientale

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

È consigliata la presenza di terreno permeabile (se si prevede a livello prestazionale di infiltrare una certa aliquota di acque meteoriche) e falda ad almeno 1 mt dagli strati drenanti per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

Si consiglia, ove gli spazi a disposizione lo permettano, di integrare le aree prettamente funzionali alla viabilità e alla sosta delle autovetture con spazi verdi fruibili, di separazione tra gli stalli o negli spazi di risulta e di margine/perimetrali, per ridurre l'inquinamento atmosferico e delle acque di pioggia, incrementare la biodiversità e contenere l'effetto isola di calore.
Quando gli spazi sono ridotti, è comunque possibile prevedere la realizzazione di box alberati, ad esempio ogni 4-5 stalli tra due righe di stalli attigue, in modo da non togliere spazio alle aree di parcheggio ma favorire l'ombreggiamento.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I parcheggi minerali garantiscono un comfort ambientale nettamente migliore rispetto ad un parcheggio classico realizzato con materiali impermeabili.

MANUTENZIONE

L'utilizzo di superfici drenanti o semi-permeabili richiede una verifica regolare dello stato della pavimentazione (affinchè sia libera da detriti e sedimenti) e della capacità di infiltrazione. Sono quindi necessarie periodiche attività di spazzatura e aspirazione del fogliame, affinchè non vengano occlusi i vuoti ed impedita l'infiltrazione nel sottosuolo.
I costi di manutenzione sono ridotti, vista la poca frequenza degli interventi, realizzabili contemporaneamente alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi.
L'utilizzo di trincee o pozzi drenanti o altre soluzioni per l'infiltrazione può richiedere costi di manutenzione più elevati, relativi alla manutenzione dei sistemi di infiltrazione (verifica dell'efficienza dello strato filtrante, ispezione e pulizia delle condotte forate, ecc.).

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi di realizzazione sono:
- 80-100 euro/ml: trincee filtranti (trincea tipo di sezione pari a 1 mq);
- 1.500-2.000 euro/cad: pozzi drenanti (pozzo tipo di d. 2,0 m e profondità 2,5 m);
- 70-80 euro/mq: asfalti e calcestruzzi drenanti per i percorsi viari;
- 40-50 euro/mq :ghiaia rinverdita per gli stalli delle autovetture;
- 80-100 euro/mq: cubetti e masselli porosi per gli stalli e/o i percorsi ciclo-pedonali;
- 30 euro/mq: sterrato o terra solida per i percorsi ciclo-pedonali.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, Boulogne-Buillancourt, Paris, FR / Caso studio A6

19

PARCHEGGI VERDI
accumulare, depurare e infiltrare le acque pluviali urbane

Le aree adibite a parcheggio sono perlopiù asfaltate ed impermeabilizzate, sovente caratterizzate da condizioni di discomfort legate al fenomeno dell'isola di calore e alla concentrazione di elevati livelli di inquinamento. È possibile ripensare e riqualificare questi spazi per aumentarne il comfort climatico e renderli adatti a fronteggiare i cambiamenti climatici. Per questo, è fondamentale reintrodurre un'adeguata componente di verde e favorire la desigillazione del suolo attraverso la sostituzione dei rivestimenti impermeabili largamente utilizzati (in genere asfalto e calcestruzzo) con pavimentazioni permeabili o semi-permeabili.

I parcheggi verdi sono realizzati con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda e ridurre i picchi di piena, mediante trincee o pozzi drenanti, giardini della pioggia, *noue* o pavimentazioni drenanti;
- rimuovere gli inquinanti attraverso meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali, inserendo *rain-garden* o *noue*;
- ridurre l'inquinamento grazie alla presenza di specie vegetali che contribuiscono alla diminuzione delle polveri sottili;
- ridurre il rumore con pavimentazioni fonoassorbenti e elementi verdi;
- ridurre l'effetto isola di calore grazie all'impiego di pavimentazioni fotoriflettenti, elementi verdi e alberature per l'ombreggiamento;
- incrementare la biodiversità prevedendo elementi verdi.

Parcheggio dell'outlet Honfleur Normandy in Francia.
(Progetto di Edouard François)

Parcheggio del Tecnopolo TAE (Technopole Agro Environnemental) in Borgogna, Francia.
Il parcheggio ha 250 stalli, di cui 50 in materiali drenanti. Le piogge sono gestite attraverso un sistema misto di giardini della pioggia e trincee drenanti. Le painte svolgono la funzione di ditodepurazione delle acque meteoriche.
(Progetto e foto Mayot & Toussaint Paysagistes)

Parcheggio dello Zenith Music Hall di Eckbolshein a Strasburgo in Francia.
(Progetto architettonico di Studio Fuksas, progetto paesaggistico di Emmanuel MORO landscape designer)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I parcheggi verdi o con quote di verde possono essere realizzati, anche agendo su parcheggi esistenti, implementando una grande varietà di combinazioni di soluzioni. In generale, le componenti fondamentali di un parcheggio verde sono:

- LE AREE VERDI ovvero tutti gli spazi di risulta, di margine o perimetrali che possono essere resi permeabili con aiuole a verde con funzione di giardini della pioggia, *noue*, trincee drenanti o box alberati drenanti; in fase di progettazione è importante favorire l'afflusso diretto delle acque di ruscellamento del parcheggio verso queste aree infiltranti e garantire un adeguato ombreggiamento mediante la messa a dimora di alberature;
- LA DEPAVIMENTAZIONE E RIPAVIMENTAZIONE DELLE SUPERFICI IMPERMEABILI rimuovendo materiali impermeabili quali asfalti e calcestruzzi per sostituirli con materiali permeabili e ove possibile fonoassorbenti (per migliorare il clima acustico) e fotoriflettenti (per minizzare il carico termico e l'effetto isola di calore).

Le aree adibite al traffico veicolare e al passaggio ciclopedonale possono essere trattate con diversi materiali e soluzioni progettuali.

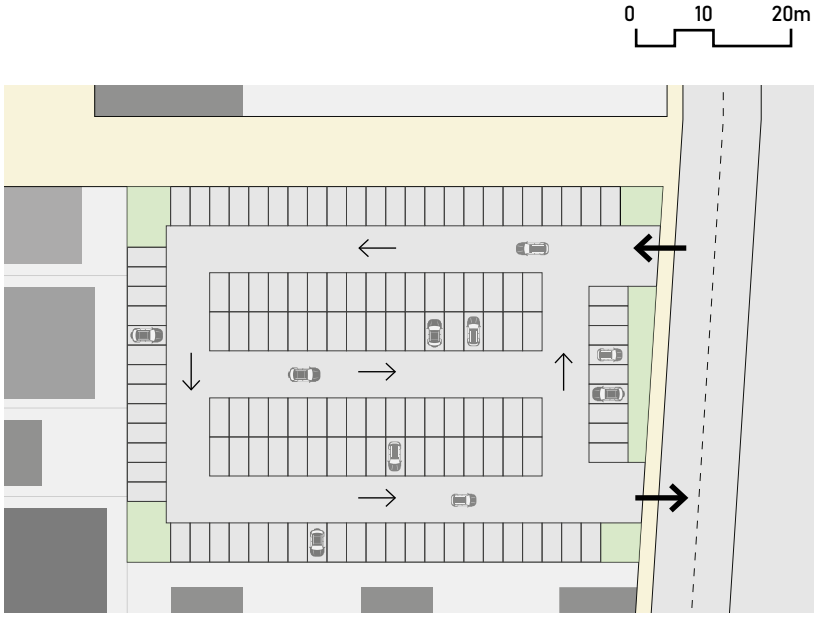
- VIABILITÀ è possibile impiegare asfalti e/o calcestruzzi drenanti; è importante realizzare un adeguato sottofondo che permetta al contempo l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo (strati filtranti) e la stabilità della sovrastruttura stradale in funzione dei carichi attesi.
- STALLI AUTO oltre agli asfalti o calcestruzzi drenanti, è possibile utilizzare finiture più permeabili quali parcheggi in ghiaia rinverdita, betonelle o grigliati plastici, ecc..
- PERCORSI PEDONALI/CICLO-PEDONALI è possibile impiegare pavimentazioni permeabili quali sterrati, masselli filtranti, terra stabilizzata, ecc..

La realizzazione di un sistema di pretrattamento con vasca di prima pioggia e impianto separatore di oli, o un equivalente sistema di fitodepurazione, è necessario dove il carico di traffico è elevato e le acque di dilavamento sono cariche di inquinanti (ad esempio in un parcheggio di un centro commerciale) o nei casi specifici in cui la normativa regionale o locale lo richieda. A tal riguardo è da considerare anche il grado di vulnerabilità della falda.





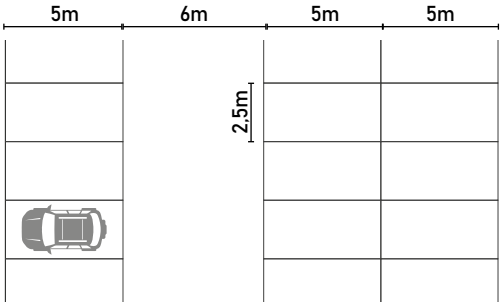
Schemi planimetrici di trasformazione di parcheggi minerali in aree attrezzate per la sosta con dotazioni a verde e utilizzo di materiali semipermeabili.

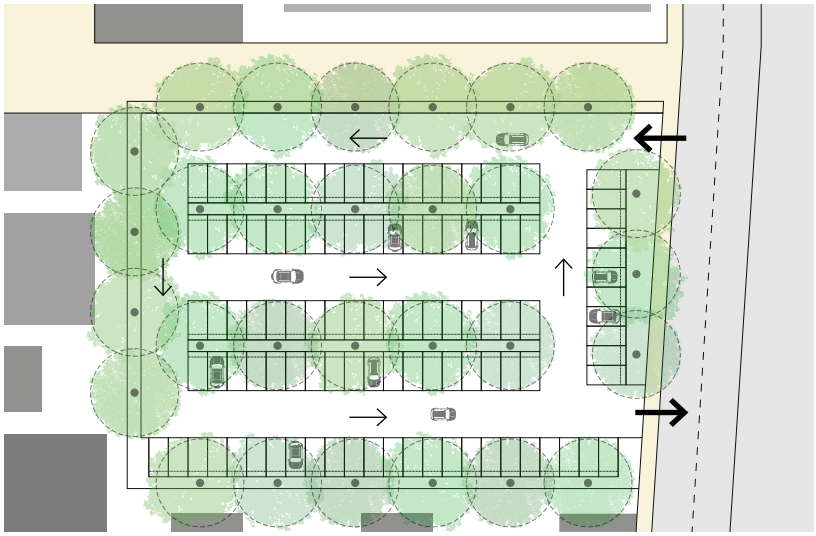


s.minerali: 95% - s.vegetate: 5% - ombra: 0%

PARCHEGGIO MINERALE ASFALTO

Parcheggio tradizionale in asfalto, senza alberature, con 135 stalli.

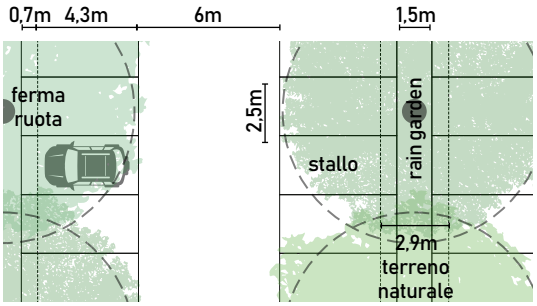




s.minerali: 80-85% - s.vegetate: 15-20% - ombra: 80-85%

PARCHEGGIO CON GIARDINI DELLA PIOGGIA

A seguito di un intervento di *de-sealing*, si inseriscono giardini della pioggia alberati e si ottimizzano i posti auto che sono ridotti a 107 stalli.
I percorsi carrabili sono realizzati con asfalto o cemento dreanante mentre gli stalli con ghiaia rinverdita o betonelle.

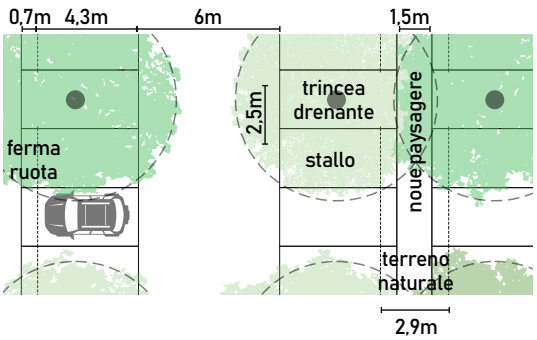




s.minerali: 70-75% - s.vegetate: 25-30% - ombra: 70-75%

PARCHEGGIO CON *NOUE* VEGETATE E TRINCEE DRENANTI ALBERATE

A seguito di un intervento di *de-sealing*, si inseriscono *noue paysagere* vegetate e trincee drenanti alberate fra gli stalli.
Si ottimizzano i posti auto che sono ridotti a 74 stalli.
I percorsi carrabili sono realizzati con asfalto o cemento dreanante mentre gli stalli con ghiaia rinverdita o betonelle.



SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I parcheggi verdi esplicano al meglio la propria funzione ambientale quando includono giardini della pioggia 1, trincee infiltranti 2, pozzi di infiltrazione 3, fossati inondabili 4, pergolati 13 pavimentazioni drenanti 15. Richiedono un'accorta scelta delle specie vegetali, come al capitolo 4.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale non è richiesto un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia, mentre in ambiti commerciali o produttivi, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

⇢ SPAZIO RICHIESTO

A parità di posti auto, un parcheggio alberato richiede una superficie maggiore (indicativamente +15%) rispetto ad un parcheggio senza alberature.

⇢ TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

È consigliata la presenza di terreno permeabile (se si prevede a livello prestazionale di infiltrare una certa aliquota di acque meteoriche) e falda ad almeno 1 mt dagli strati drenanti per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

Il progetto dipende dalle soluzioni scelte (aiuole vegetate e alberate, *noue* o giardini della pioggia). Si consiglia la messa a dimora di alberi di II o III grandezza a rapido accrescimento, in grado di resistere agli inquinanti e di garantire un adeguato ombreggiamento. Per garantire un adeguato abbattimento degli inquinanti nelle acque è necessario che lo strato filtrante compreso tra lo strato drenante e la falda acquifera abbia uno spessore di almeno 1 mt. La scelta oculata delle specie vegetali permette di conseguire favorire l'effetto disinquinante (riduzione di polveri sottili, fitodepurazione delle acque), incrementare il valore paesaggistico e la biodiversità e ridurre l'effetto isola di calore.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I parcheggi minerali garantiscono un comfort ambientale nettamente migliore rispetto ad un parcheggio tradizionale realizzato con materiali impermeabili.

MANUTENZIONE

La manutenzione riguarda:
⇢ le aree verdi, con interventi ordinari (sfalci per prevenire il proliferarsi di specie invasive e controlli dello stato di salute delle piante) o specialistici (per verificare l'efficienza dei sistemi di infiltrazione e lo stato di salute delle specie fitodepuranti);
⇢ le aree pavimentate con superfici drenanti, per verificare ed eventualmente ripristinare, con attività di spazzatura e aspirazione, lo stato della pavimentazione (che deve essere libera da detriti e sedimenti) e la capacità di infiltrazione.
I costi per le aree pavimentate sono ridotti, vista la scarsa frequenza degli interventi, e realizzabili contemporaneamente alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio economico. La realizzazione di aree verdi infiltranti/ fitodepuranti può richiedere costi di più elevati.

COSTI INDICATIVI

⇢ 30-40 euro/mq: *noue paysagere* senza strato filtrante;
⇢ 50-100 euro/mq: giardini della pioggia;
⇢ 80-100 euro/ml: trincee filtranti (trincea tipo di sezione pari a 1 mq);
⇢ 1.500-2.000 euro/cad: pozzi drenanti (pozzo tipo di d. 2,0 m e profondità 2,5 m);
⇢ 70-80 euro/mq: asfalti e calcestruzzi drenanti per i percorsi viari.
⇢ 10 euro/mq prato;
⇢ 80-100 euro/mq: cubetti e masselli porosi per gli stalli e/o i percorsi ciclo-pedonali;
⇢ 30 euro/mq: sterrato o terra solida per i percorsi ciclo-pedonali.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

⇢ Eco-quartiere, Boulogne-Buillancourt, Paris, FR / Caso studio A6

20

PIAZZE MINERALI ALBERATE
creare comfort, ombra e benessere per la socializzazione

Spesso le piazze in ambito urbano hanno pavimentazioni minerali impermeabili, sono prive di elementi verdi o naturali e risultano poco comfortevoli, sia per l'effetto dell'isola di calore, sia a causa della concentrazione di elevati livelli di inquinamento.
È possibile (ri)progettare questi spazi pubblici con soluzioni che mettono al centro l'elemento naturale, con alberi e vegetazione che offrono una varietà di colori, rumori e livelli d'ombra per favorire il passaggio e la sosta delle persone.
È importante agire anche sulla scelta dei materiali, privilegiando quelli drenanti e permeabili/semi-permeabili (per ridurre gli afflussi meteorici), fonoassorbenti (per migliorare il clima acustico) e fotoriflettenti (per ridurre l'effetto isola di calore).
L'effetto combinato di verde e opportuni materiali permette di creare degli spazi pubblici caratterizzati da un migliore microclima, accoglienti e fruibili per i cittadini.

Le piazze alberate consentono di:
- favorire l'infiltrazione in falda e ridurre i picchi di piena, mediante trincee, pozzi drenanti o pavimentazioni drenanti;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali;
- ridurre il rumore con pavimentazioni fonoassorbenti e componenti verdi;
- ridurre l'effetto isola di calore con pavimentazioni fotoriflettenti e alberature per creare ombreggiamento;
- incrementare la biodiversità grazie ad alberature e elementi vegetali.

Place de la République a Parigi. (Progetto paesaggistico di TVK / Trévelo & Viger-Kohler con Martha Schwartz Partners, foto di Clement Guillaume)

Place des Célestins a Lione. La piazza riqualificata è stata realizzata tra il 1993 e il 1996 in seguito alla costruzione di un parcheggio sottostante. In quella occasione furono piantate magnolie, cespugli e fitte siepi di protezione della piazza dalla strada e delle auto. Si tratta di una delle piazze più vivaci di Lione, in cui abitanti e turisti amano riposare in compagnia. Durante la primavera la piazza si tinge di rosa grazie alla fioritura delle magnolie. (Progetto Christine Dalnoky e Michel Desvigne, foto Elena Farnè)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

Le piazze minerali alberate possono essere realizzate, anche agendo sugli spazi pubblici esistenti, eseguendo una desigillazione delle superfici (se inizialmente impermeabili) e identificando uno o più materiali permeabili per caratterizzare le superfici.
La scelta di materiali e sottofondo deve essere svolta caso per caso, considerando la categoria di traffico prevista per le aree carrabili (al fine di garantire un'adeguata portanza della pavimentazione e verificare la necessità di introdurre un sistema di trattamento della prima pioggia) ed il grado di infiltrazione in falda che si vuole raggiungere. Per garantire sia requisiti strutturali che idraulici, è necessario progettare adeguatamente la pavimentazione superficiale e la fondazione stradale.
Inoltre, si consiglia l'impiego di materiali fonoassorbenti (per migliorare il clima acustico) e fotoriflettenti (per ridurre l'effetto isola di calore). Tra quest'ultimi, sono da privilegiarsi i cosidetti *cool materials* (materiali freddi), caratterizzati da un'elevata riflettanza solare.
Per quanto riguarda le alberature, è importante identificare specie in grado di resistere agli inquinanti, e disporle ad una distanza tale da garantire al contempo un adeguato ombreggiamento e lo spazio necessario alla crescita degli apparati radicali.
Nei processi di depavimentazione e ripavimentazione delle superfici impermeabili, al posto di materiali impermeabili quali asfalti e calcestruzzi si possono utilizzare materiali permeabili e ove possibile fonoassorbenti e fotoriflettenti, scegliendo tra una vasta gamma di prodotti che il mercato offre. A tal proposito si rimanda alla scheda relativa alle pavimentazioni drenanti.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

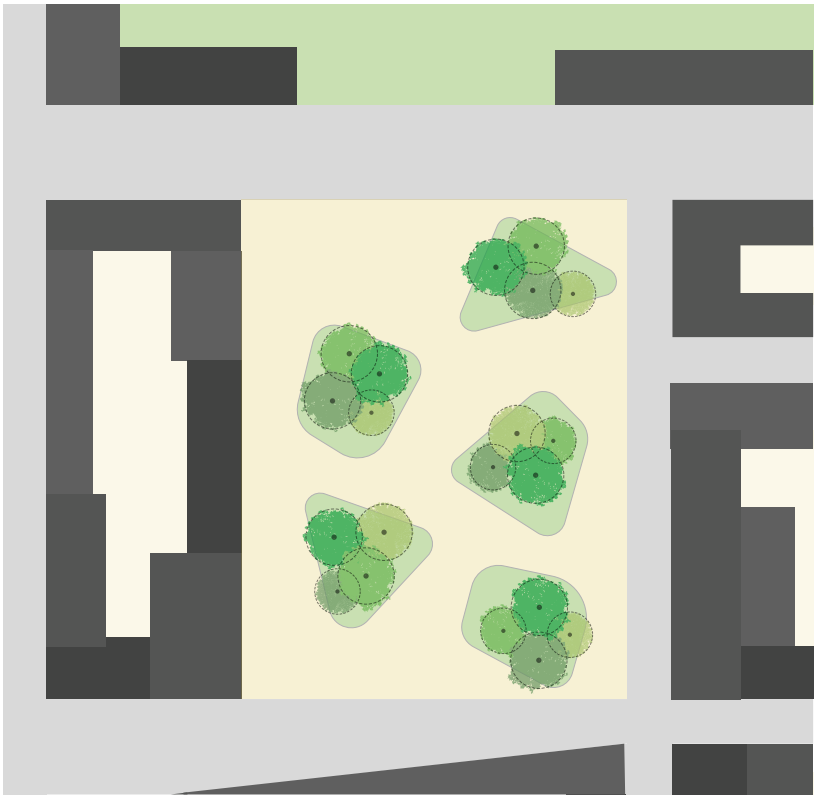
È opportuno che le piazze minerali alberate si integrino con il maggior numero possibile dei seguenti elementi NbS: trincee infiltranti 2, pozzi di infiltrazione 3, bacini inondabili 4, piazze inondabili 8, pergolati 13, tetti verdi 14, pavimentazioni drenanti 15. Richiedono un'attenta scelta delle specie vegetali più idonee, come riportato al capitolo 4.





Schemi planimetrici di piazze alberate.

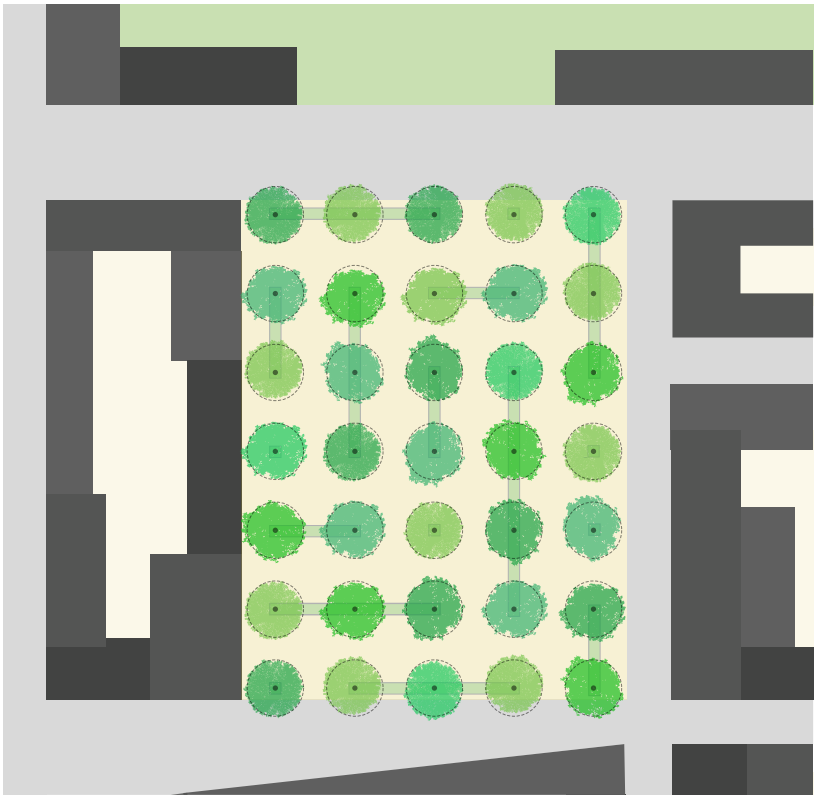
0 15 30m



superfici minerali: 60-65%
superfici vegetate: 35-40%
superfici ombreggiate: 25-30%

PIAZZA CON GRUPPI DI ALBERI

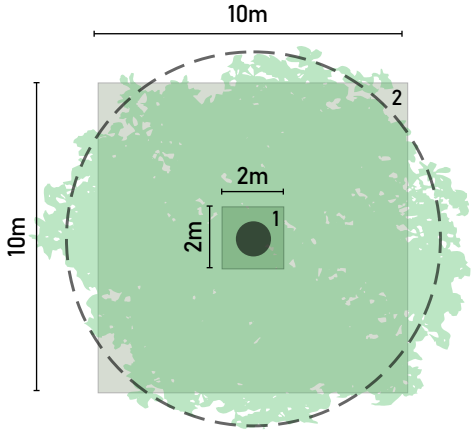
Gli alberi di I e II grandezza sono messi a dimora a gruppi sparsi distribuiti sul sedime della piazza. Si vengono così a creare spazi ombreggiati a seconda del momento della giornata e aree con diverse connotazioni funzionali.
Le superfici minerali possono essere realizzate con materiali drenanti.



superfici minerali: 85-90%
superfici vegetate: 10-15%
superfici ombreggiate: 45-50%

PIAZZA CON ALBERI DISTRIBUITI SU TUTTA LA SUPERFICIE

Gli alberi di I grandezza sono messi a dimora su tutto il sedime della piazza, permettendo così di ombreggiare completamente gli spazi.
Le superfici minerali possono essere realizzate con materiali drenanti.



1. Terreno nudo per messa a dimora (min 2x2 m)
2. Area di pertinenza in materiali semi-permeabili (min 10x10 m)

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In ambito residenziale, non è generalmente richiesto un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia ed è possibile utilizzare materiali che infiltrino direttamente nel sottosuolo.
In ambiti commerciali e produttivi, in funzione del grado di inquinamento e di traffico, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

SPAZIO RICHIESTO

La scelta di opportuni materiali drenanti o semi-permeabili permette di garantire la completa fruibilità degli spazi riducendo in maniera significativa l'impatto sul ciclo idrico e migliorando il comfort ambientale

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA:

È consigliata la presenza di terreno permeabile (se si prevede di infiltrare una certa aliquota di acque meteoriche) e falda ad almeno 1 mt dagli strati drenanti per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

Il progetto deve integrare aree con funzioni pubbliche per sostare o passeggiare con spazi verdi e alberature per un adeguato ombreggiamento. Quando gli spazi sono ridotti, è comunque possibile prevedere la realizzazione di box alberati, anziché vere e proprie aiuole, così da non togliere spazio alle aree funzionali. L'introduzione di spazi verdi permette di favorire la riduzione dell'inquinamento atmosferico e delle acque di pioggia, incrementare la biodiversità e ridurre l'effetto isola di calore.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le piazze minerali alberate garantiscono un maggior comfort ambientale rispetto ad una piazza realizzata con materiali impermeabili (asfalto, cemento, betonelle o masselli con fughe chiuse), in particolare grazie all'effetto benefico degli alberi che permettono di creare aree ombreggiate. Inoltre, l'ampia scelta di materiali drenanti o semi-permeabili permette di ottenere benefici dal punto di vista ambientale (riduzione dell'effetto isola di calore, riduzione del *runoff*) accontentando anche le esigenze estetico/architettoniche e quelle di funzionalità.

MANUTENZIONE

L'utilizzo di superfici drenanti o semi-permeabili richiede una verifica regolare dello stato della pavimentazione (deve essere libera da detriti e sedimenti), della capacità di infiltrazione e di attività di spazzatura e aspirazione del fogliame ed eventuali detriti, affinchè non vengano occlusi i vuoti ed impedita l'infiltrazione nel sottosuolo.
È inoltre da curare la crescita e la potatura regolare delle alberature.
I costi di manutenzione sono ridotti, in quanto limitati nella frequenza e realizzabili in contemporanea alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio di costi. L'utilizzo di trincee, pozzi drenanti o altre soluzioni per l'infiltrazione può richiedere costi di manutenzione elevati relativi alla manutenzione dei sistemi di infiltrazione (verifica efficienza strato filtrante, ispezione e pulizia condotte forate, ecc.).

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi di realizzazione comprendono:
- 50-100 euro/mq: giardini della pioggia;
- 80-100 euro/ml: trincee filtranti (trincea tipo di sezione pari a 1 mq);
- 1.500-2.000 euro/cad: pozzi drenanti (pozzo tipo di d. 2,0 m e profondità 2,5 m);
- 30 euro/mq: sterrato o terra solida;
- 70-80 euro/mq: asfalti e calcestruzzi drenanti;
- 80-100 euro/mq: cubetti e masselli porosi.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, Boulogne-Buillancourt, Paris, FR / Caso studio A6
- Jardines des Amaranthes, Lyon - FR / Caso studio C22
- Zollhallen Plaza, Friburgo - DE / Caso studio C25

21

PIAZZE MINERALI ALBERATE
accogliere usi temporanei e mercati settimanali

Le piazze minerali che ospitano eventi temporanei o i mercati settimanali possono essere progettate con elementi verdi e pavimentazioni in grado di ridurre il discomfort ambientale causato dall'effetto dell'isola di calore e dagli elevati livelli di inquinamento.
Gli alberi e la vegetazione hanno un ruolo fondamentale per creare spazi comfortevoli, ombreggiati e attraenti che invogliano la sosta ed il passaggio delle persone.
L'impiego di materiali drenanti e permeabili/semi-permeabili permette di ridurre gli afflussi meteorici, i materiali fonoassorbenti migliorano il clima acustico mentre quelli fotoriflettenti influiscono sulla diminuzione dell'effetto isola di calore.
L'effetto combinato di verde e opportuni materiali permette di creare degli spazi pubblici caratterizzati da un migliore microclima, accoglienti e fruibili per i cittadini.

Le piazze alberate/semi-alberate per usi temporanei consentono di:
- favorire l'infiltrazione in falda e ridurre i picchi di piena, mediante trincee, pozzi drenanti o pavimentazioni drenanti;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento da parte delle specie vegetali;
- ridurre il rumore con pavimentazioni fonoassorbenti e componenti verdi;
- ridurre l'effetto isola di calore con pavimentazioni fotoriflettenti e alberature per creare ombreggiamento;
- incrementare la biodiversità grazie ad alberature e elementi vegetali.

Il mercato pubblico di Pittsburgh, riaperto nel 2010 dopo i lavori di ripavimentazione della piazza e la riorganizzazione del traffico veicolare. (Foto di Market Square PGH Blog).

Il mercato centrale di Lubiana, in Piazza Vodnik, il più grande mercato pubblico della città. Oltre alla piazza, le bancarelle occupano un edificio in stile rinascimentale appositamente progettato dall'architetto Jože Plečnik nel 1931-1939. (Foto di Charlie/Flickr)

ASPETTI PROGETTAULI E COSTRUTTIVI

Le piazze alberate per usi temporanei possono essere realizzate, anche agendo sugli spazi pubblici esistenti, prediligendo l'utilizzo di materiali drenanti o semi-permeabili ed integrando aree verdi e alberature. Nel caso specifico di piazze ad uso mercato, in fase di progettazione si rende necessario seguire alcune ulteriori precauzioni, per tenere conto delle esigenze specifiche degli ambulanti e degli esercenti delle strutture temporanee che ivi vengono montate. In particolare:

- ALBERATURE messe a dimora con un interasse adeguato per consentire il posizionamento delle bancarelle; prediligere specie con impalcato alto e portamento ombrelliforme per sfruttare l'area circostante al fusto nella parte bassa; inoltre sono da considerare gli eventuali danni causati dai veicoli, proteggendo se necessario il fusto con barriere di vario materiale;
- ATTIVITÀ 'SPORCANTI' sebbene temporanee, possono pregiudicare la qualità delle acque di pioggia e di lavaggio afferenti alla fognatura; di conseguenza, per le superfici soggette al lavaggio e/o soggette a pericolo di sversamenti da autoveicoli, è necessario prevedere un sistema di raccolta separato delle acque di prima pioggia e relativa gestione, evitando l'utilizzo di materiali semi-permeabili/drenanti.

Per le superfici non suscettibili di inquinamento (ad esempio i percorsi pedonali, le aree di relax, ecc.) sono da privilegiarsi materiali drenanti o semi-permeabili, e con caratteristiche fotoriflettenti (*cool materials* / materiali freddi).
Per quanto riguarda gli alberi e le specie vegetali, è importante identificare specie in grado di resistere agli inquinanti e con caratteristiche tali da garantire l'ombreggiamento senza interferire con gli usi temporanei previsti.

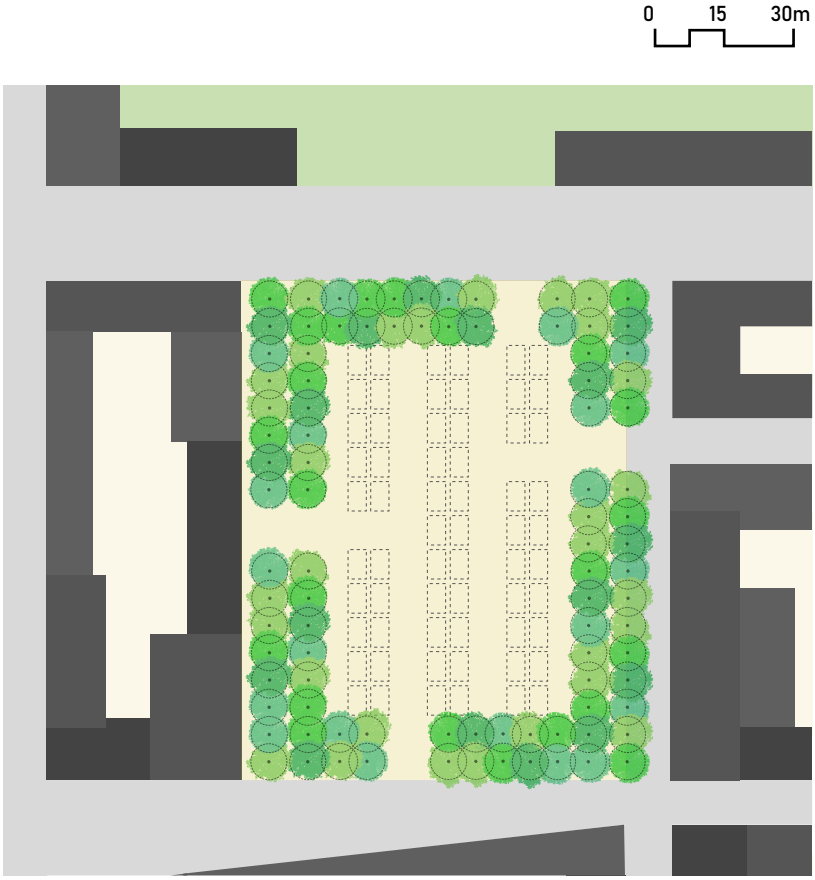
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

È opportuno che le piazze minerali alberate si integrino con il maggior numero possibile dei seguenti elementi NbS: trincee infiltranti 2, pozzi di infiltrazione 3, bacini inondabili 4, piazze inondabili 8, pergolati 13, tetti verdi 14, pavimentazioni drenanti 15. Richiedono un'attenta scelta delle specie vegetali più idonee, come riportato al capitolo 4.





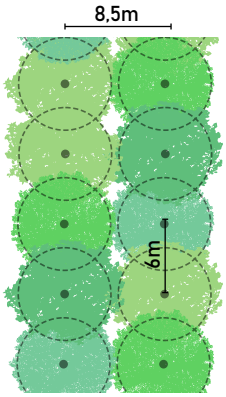
Schemi planimetrici di piazze alberate per usi temporanei o mercati settimanali.

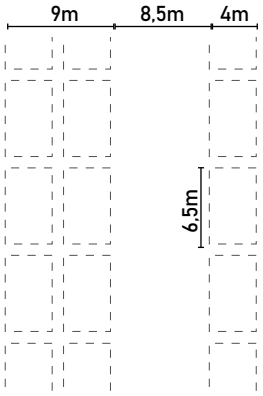


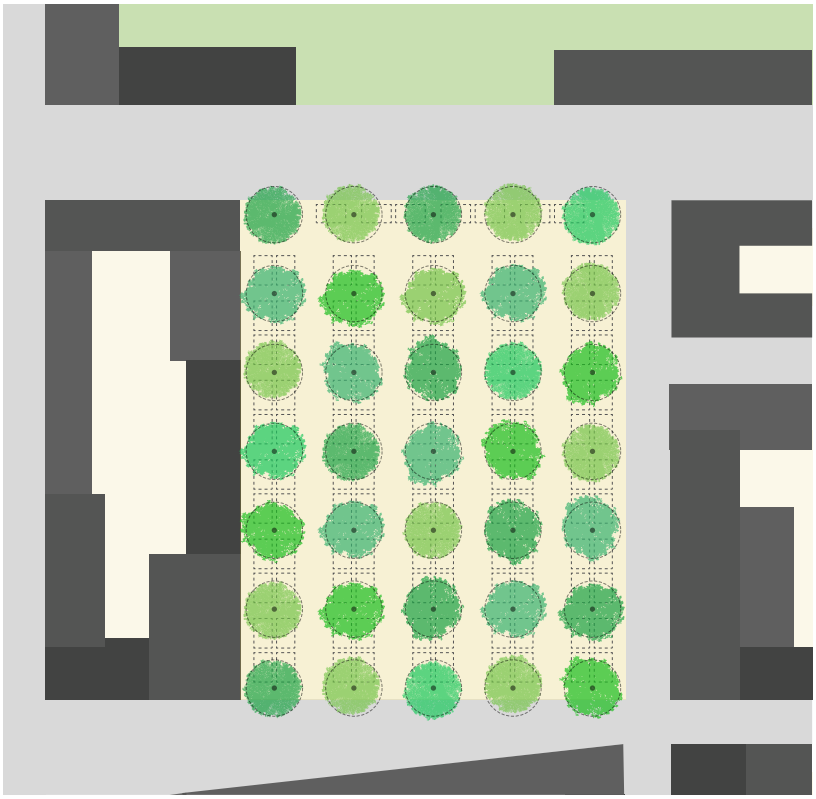
superfici minerali: 80-85%
superfici vegetate: 15-20%
superfici ombreggiate: 45-50%

PIAZZA CON DOPPIO FILARE LUNGO IL PERIMETRO

I filari perimetrali sono realizzati con alberi di II grandezza che consento di ombreggiare i bordi della piazza in diversi momenti della giornata, mentre la porzione centrale rimane libera per allestire mercati o organizzare eventi temporenei che necessitano di grandi aree libere.
I filari perimetrali sono discontinui in corrispondenza delle principali strade di accesso carrabile, così da consentire l'accesso temporaneo alla piazza a furgoncini o autoveicoli.
Le superfici minerali possono essere realizzate con materiali drenanti.





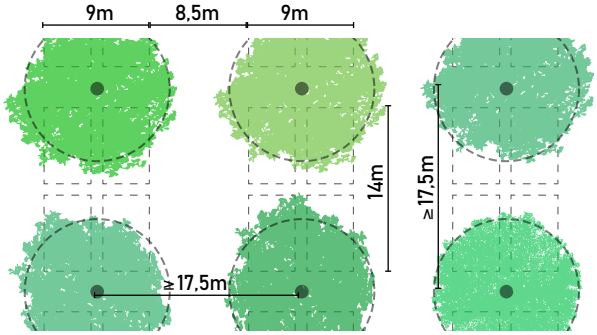


superfici minerali: 90-95%
superfici vegetate: 5- 10%
superfici ombreggiate: 45-50%

PIAZZA CON ALBERI DISTRIBUITI SU TUTTA LA SUPERFICIE

Gli alberi di I grandezza sono messi a dimora su tutto il sedime della piazza ad una distanza tale da consentire l'accesso temporaneo a furgoncini o autoveicoli.
Le superfici minerali possono essere realizzate con materiali drenanti.





SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

In funzione della presenza o meno, di attività 'sporcanti', anche temporanee, può essere necessario un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia;

SPAZIO RICHIESTO

La messa a dimora di alberi in una piazza minerale permette di aumentare il comfort ambientale e al contempo garantire la fruizione delle aree per il mercato o altre attività temporanee;

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

Verificare la presenza di terreno permeabile (se si prevede di infiltrare una certa quota di acque meteoriche) e falda ad almeno 1 mt dagli strati drenanti per favorire un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

Le aree prettamente funzionali alle attività di mercato o altri usi temporanei possono prevedere la realizzazione di aiuole o box alberati, a distanza tale da garantire il giusto ombreggiamento e al contempo lasciare gli spazi liberi alle bancarelle degli esercenti e alla viabilità di servizio. Gli alberi devono avere impalcato alto e portamento ombrelliforme, in modo da permettere l'utilizzo dello spazio a terra circostante il fusto. L'introduzione di spazi verdi permette di ridurre l'inquinamento atmosferico, incrementare la biodiversità e ridurre l'effetto isola di calore.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le piazze alberate ad uso mercato permettono di garantire un comfort ambientale al pubblico migliore di una piazza realizzata con materiali impermeabili (asfalto, cemento, betonelle o masselli con fughe chiuse), creando aree ombreggiate, accoglienti e fruibili dai cittadini.

MANUTENZIONE

L'utilizzo di superfici drenanti o semi-permeabili, per le sole aree non interessate dalle attività 'sporcanti', richiede una verifica regolare dello stato della pavimentazione (che deve essere libera da detriti e sedimenti), della capacità di infiltrazione e di attività di spazzatura e aspirazione del fogliame ed eventuali detriti, affinchè non vengano occlusi i vuoti ed impedita l'infiltrazione nel sottosuolo.
È inoltre necessario curare la crescita e potare regolarmente le alberature, per garantire gli spazi necessari alle bancarelle e agli stand del mercato, o alle diverse attività previste.
I costi di manutenzione sono ridotti, in quanto poco frequenti e realizzabili contemporaneamente alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi, con minimo aggravio di costi.
L'utilizzo di trincee drenanti, pozzi drenanti o altre soluzioni per l'infiltrazione può richiedere costi di manutenzione elevati relativi alla manutenzione dei sistemi di infiltrazione (per verificare l'efficienza dello strato filtrante o ispezionare e pulire le condotte forate).

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi di realizzazione comprendono:
- 50-100 euro/mq: giardini della pioggia;
- 80-100 euro/ml: trincee filtranti (trincea tipo di sezione pari a 1 mq);
- 1.500-2.000 euro/cad: pozzi drenanti (pozzo tipo di d. 2,0 m e profondità 2,5 m);
- 30 euro/mq: sterrato o terra solida;
- 60-70 euro/mq: asfalto tradizionale per le aree soggetto ad attività 'sporcanti';
- 70-80 euro/mq: asfalti e calcestruzzi drenanti;
- 80-100 euro/mq: cubetti e masselli porosi.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, Boulogne-Buillancourt, Paris, FR / Caso studio A6
- Jardines des Amaranthes, Lyon - FR / Caso studio C22
- Zollhallen Plaza, Friburgo - DE / Caso studio C25

22

STRADE ALBERATE
ombreggiare percorsi pedonali e spazi di sosta

I viali e gli assi stradali in genere sono generalmente superfici quasi completamente impermeabilizzate, prive di aree a verde, se non negli spazi a margine o di risulta.
La strada, intesa non solo come infrastruttura per il traffico veicolare, ma comprendente anche i relativi percorsi ciclo-pedonali, può essere progettata come un 'asse verde' resiliente al cambiamento climatico con viali ombreggiati che permettono di contrastare l'effeto dell'isola di calore e ridurre i livelli di inquinamento.

Gli alberi infatti apportano molteplici benefici se inseriti lungo gli assi viari:
- creano dei percorsi ombreggiati attrattivi per i pedoni e i ciclisti favorendo la mobilità sostenibile;
- migliorano la qualità dell'aria riducendo le concentrazioni di polveri sottili e producendo nuovo ossigeno;
- favoriscono l'infiltrazione delle acque di pioggia;
- favoriscono la sicurezza dei percorsi fungendo anche da 'isole di rallentamento' e da separazione fisica tra viabilità stradale e viabilità pedonale;
- riducono il rumore derivante dal traffico veicolare.
- costituiscono elementi di connessione per l'habitat cittadino e incrementano la biodiversità in ambito urbano.

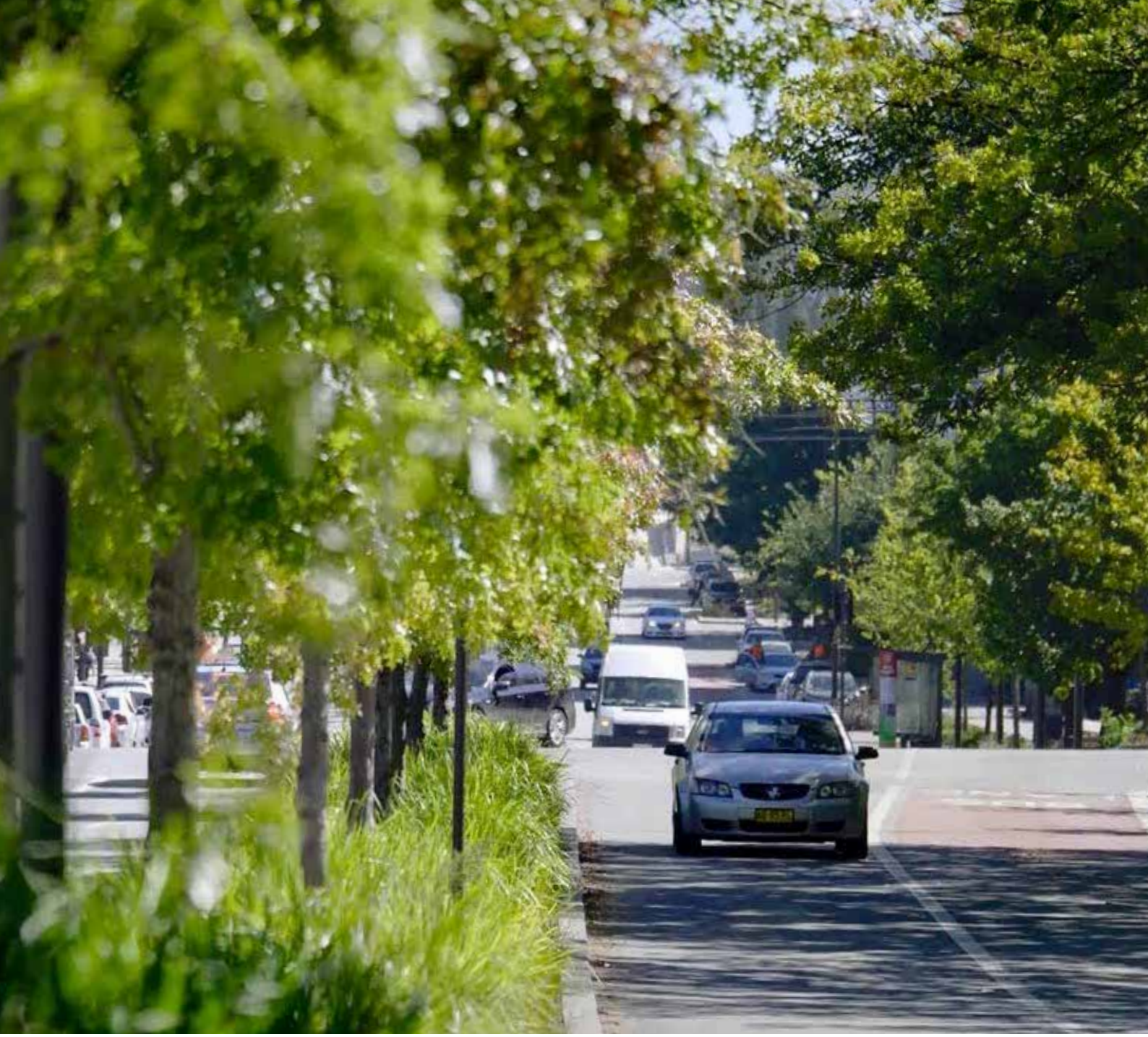
In Grand Boulevard verde di Constitution Avenue, a Canberra in Australia (Progetto paesaggistico di Jane Irwin Landscape Architecture, foto di John Gollings)

Riqualificazione delle strade del quartiere della satzione nella città di Le-Mée-sur-Seine, in Francia. L'intervento ha previsto una ampia risagomatura della strada e un attento lavoro sul trattamento del confine, garantendo ai pedoni un ampio spazio prevalentemente pedonale, vegetato e ombreggiato. (progetto e foto Agence Laure Planchaise)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

La progettazione di aiuole alberate a bordo strada richiede un approccio multidisciplinare che integri diverse competenze specialistiche afferenti ai temi di mobilità, sicurezza stradale, progettazione e manutenzione del verde, per evitare interferenze tra mobilità e infrastruttura verde.
È fondamentale integrare lo spazio destinato alla mobilità e ai parcheggi con le esigenze delle alberature, che possono essere piantate, in funzione dello spazio e degli obiettivi da raggiungere:
- IN FILARI SINGOLI LUNGO LA STRADA intervallati alle aree a parcheggio eliminando alcuni stalli per far posto ad aiuole alberate; ad esempio, nel caso di parcheggi in linea, per garantire un buon ombreggiamento può essere necessario interporre un'alberatura ogni 2/3 stalli;
- IN FILARI SINGOLI LUNGO I PERCORSI CICLOPEDONALI creando aiuole verdi lineari dove mettere a dimora le specie vegetali o inserendo elementi puntuali;
- IN FILARI DOPPI O IN GRUPPO AL CENTRO DELLA CARREGGIATA per separare i due sensi di marcia o in corrispondenza degli attraversamenti pedonali come isole spartitraffico;
- IN GRUPPO per ridurre la larghezza della carreggiata stradale e la velocità degli autoveicoli, ad es. in entrata a quartieri residenziali/zone a velocità ridotta o a traffico limitato.

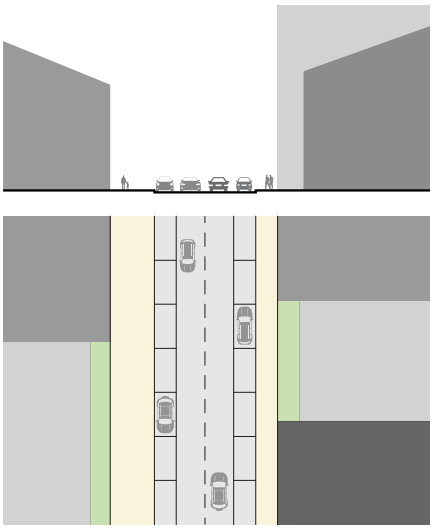
La scelta e la disposizione delle alberature deve tenere conto dei requisiti di sicurezza della mobilità: è necessario scegliere specie con portamento e crescita tali da garantire un'adeguata visibilità, che non ingombrino la sede stradale con la chioma e che siano in grado di resistere alle condizioni ambientali, in particolare al vento. Tali accorgimenti permettono di incrementare la sicurezza sia della mobilità veloce (auto, bus, tram) che lenta (pedoni e ciclisti), limitando le situazioni di pericolo.
Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, l'inserimento di aiuole alberate a seguito di interventi di *desealing* favorisce l'infiltrazione in falda delle acque, in funzione della capacità infiltrante del suolo. Le acque dei percorsi pedonali, ciclabili e le acque delle coperture degli edifici possono essere convogliate verso le aiuole permeabili e le fasce verdi, mentre nel caso di arterie ad alto scorrimento, può essere necessario un sistema di gestione delle acque di prima pioggia per le pertinenze puramente stradali. Si consiglia di realizzare un sistema di troppo pieno collegato alla fognatura pubblica in modo che l'apporto idrico alle piante non sia eccessivo.
Lo strato superficiale delle aiuole può essere realizzato con diversi materiali a seconda dell'accessibilità e degli usi: superfici naturali (terreno organico o aggregati sciolti) o artificiali (pavimentazioni porose, permeabili). Si possono inoltre prevedere percorsi di attraversamento (in legno o blocchi di cls), griglie o grate di protezione per proteggere i fusti da eventuali danneggiamenti.





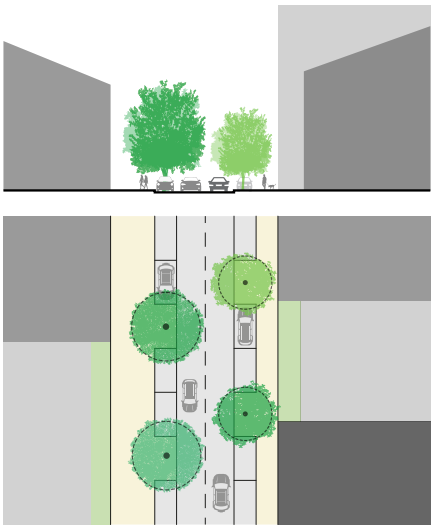
0 5 10m

superfici minerali: 100%
superfici vegetate: 0%
superfici ombreggiate: 0%



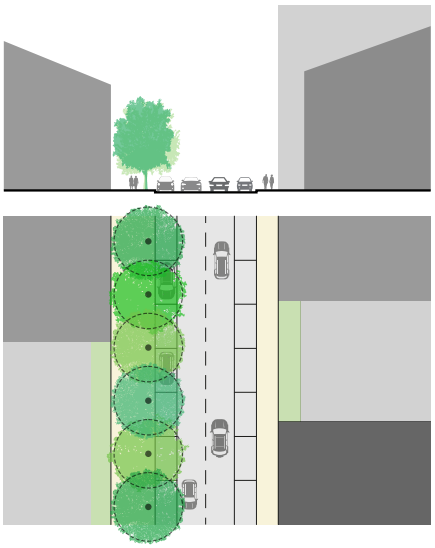
STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA
E PARCHEGGI IN LINEA
Sezione stradale 20m

superfici minerali: 85-90%
superfici vegetate: 10-15%
superfici ombreggiate: 25-30%



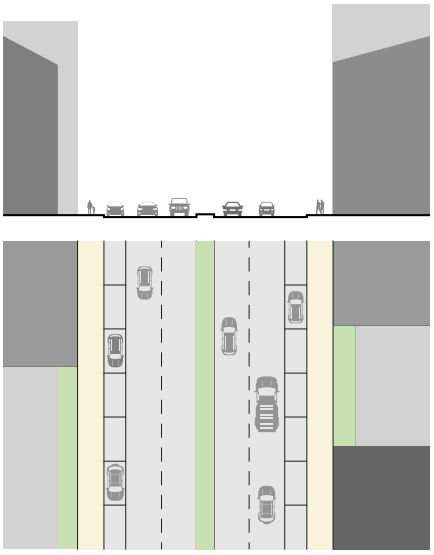
STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA
E PARCHEGGI IN LINEA
Due filari di alberi di II grandezza sono messi a dimora lungo la strada intervallati alle aree a parcheggio, eliminando alcuni stalli per far posto ad aiuole alberate.

superfici minerali: 80-85%
superfici vegetate: 15-20%
superfici ombreggiate: 35-40%



STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA
E PARCHEGGI IN LINEA
Un filare di alberi di II grandezza è messo a dimora sul marciapiede in aiuole verdi lineari.

superfici minerali: 90%
superfici vegetate: 10%
superfici ombreggiate: 0%



STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON DOPPIA CORSIA, SPARTITRAFFICO
CENTRALE E PARCHEGGI IN LINEA
Sezione stradale 30m

superfici minerali: 60-65%
superfici vegetate: 35-40%
superfici ombreggiate: 50-55%



STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA, SPARTITRAFFICO
CENTRALE E PARCHEGGI IN LINEA
A seguito della riduzione di una corsia per senso di marcia, è possibile mettere a dimora un doppio filare di alberi in una grande aiuola verde centrale che separa le carreggiate.

superfici minerali: 75-80%
superfici vegetate: 20-25%
superfici ombreggiate: 50-55%



STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON DOPPIA CORSIA, SPARTITRAFFICO
CENTRALE E PARCHEGGI IN LINEA
Restringendo i marciapiedi laterali, è possibile mettere a dimora un filare di alberi nell'aiuola verde centrale e due filari lungo la strada intervallati alle aree a parcheggio.

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

È opportuno che le strade alberate si integrino con il maggior numero possibile di elementi NbS: trincee infiltranti 2, pozzi di infiltrazione 3, fossati inondabili 4, bacini inondabili 6 pavimentazioni drenanti 15. Si richiede un'attenta scelta delle specie vegetali più idonee come indicato al capitolo 4.

CONTESTI DI APPLICAZIONE

In contesti residenziali, generalmente non è richiesto un sistema di gestione delle acque di prima pioggia, mentre in caso di arterie molto trafficate ad alto scorrimento, può essere necessario un sistema di gestione delle acque di prima pioggia, limitatamente alle pertinenze stradali.

SPAZIO RICHIESTO

Il volume di terreno messo a disposizione per gli alberi condiziona la crescita della pianta.

TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

La presenza di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo del letto filtrante favorisce un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

In ambito urbano, la scelta delle specie deve ricadere su quelle resistenti all'ambiente urbano, non necessariamente autoctone, e su quelle varietà derivate caratterizzate da portamento fastigiato, colonnare o piramidale per non dover sottostare alle potature finalizzate alla riduzione diametrale della chioma. Inoltre, è meglio evitare la monocoltura, cioè l'utilizzo della stessa specie/varietà, e realizzare filari policolturali che aumentano la biodiversità limitando sia i danni da parassiti sia la possibilità di innescare allergie. In generale, si consigliano specie che ben si adattano a condizioni di allagamento o anche di periodi più o meno estesi di assenza di acqua, e che siano in grado di convivere con l'inquinamento atmosferico.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Un viale alberato e ombreggiato permette di migliorare le condizioni microclimatiche (effetto disinquinante, riduzione dell'effetto isola di calore) e invoglia pedoni e ciclisti a percorrerlo e sostarvi, grazie a spazi accoglienti e sicuri.

MANUTENZIONE

È fondamentale curare la crescita e potare regolarmente le alberature per garantire un'adeguata visibilità lungo gli assi stradali per evitare che la parte inferiore della chioma interferisca con le pertinenze stradali. Inoltre si deve verificare la stabilità degli alberi, in particolare rispetto al vento.
La tipologia di manutenzione dipende dalle finiture superficiali scelte per i box alberati (materiali naturali, superfici semi-permeabili, finiture da arredo urbano, etc.) e dalla presenza o meno di un sistema di irrigazione.
I costi sono ridotti, in quanto poco frequenti e realizzabili contemporaneamente alla manutenzione degli spazi pubblici e stradali limitrofi. L'utilizzo di trincee drenanti, pozzi drenanti o altre soluzioni per l'infiltrazione può richiedere costi di manutenzione più elevati relativi alla manutenzione dei sistemi di infiltrazione.

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi di realizzazione comprendono:
- 20-30 euro/mq: scavo con profondità circa 1 m e relativo smaltimento;
- 30-40 euro/ml: realizzazione di uno strato filtrante sul fondo alveo, di sezione indicativa di 100xH50cm;
- 300-800 euro/mq: messa a dimora di alberi di II o III grandezza a seconda del tipo di specie e dell'eventuale presenza di un sistema di irrigazione.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, Boulogne-Buillancourt, Paris, FR / Caso studio A6
- Jardines des Amaranthes, Lyon - FR / Caso studio C22
- Zollhallen Plaza, Friburgo - DE / Caso studio C25

23

STRADE CON GIARDINI DELLA PIOGGIA
accumulare, infiltrare e depurare le acque pluviali urbane

I giardini della pioggia sono elementi di forma circolare o lineare che sfruttano le pendenze per raccogliere l'acqua piovana proveniente da tetti, strade, parcheggi o piazze.
Possono integrarsi molto bene agli assi viari se realizzati nelle isole di rallentamento, negli spazi inutilizzati tra gli stalli dei parcheggi e lungo le strade stesse.
I giardini della pioggia garantiscono un elevato valore aggiunto in termini di biodiversità, valenza estetica delle aree urbane e miglioramento delle condizioni microclimatiche; inoltre, la presenza di alberi favorisce l'ombreggiamento dei percorsi.

I giardini della pioggia a bordo strada permettono di:
- ridurre il *runoff* superficiale e favorire l'infiltrazione in falda;
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla infiltrazione e l'assorbimento da parte delle specie vegetali;
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori;
- favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto;
- ridurre l'effetto isola di calore.

Giardini della pioggia lineari separano la carreggiata dalla pista ciclabile e dal marciapiede in Avenue Mermoz a Lione in Francia. (Progetto paesaggistico di Gautier+Conquet Architects, foto di Fabian Da Costa).

Giardini della pioggia a bordo strada, a Portland. La sezione stradale prevede, oltre la carreggiata, un percorso ciclabile, un giardino lineare continuo - vegetato e alberato - e un percorso pedonale ombreggiato dagli alberi.
(Progetto e foto di Metro Transportation Planning and Development)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I giardini della pioggia sono soluzioni *Nature-based* particolarmente versatili, che si adattano a diverse tipologie di spazi. Possono avere larghezza variabile da 50-60 cm a diversi metri e per questo, in un'ottica di rigenerazione delle aree urbane esistenti, possono essere adottati in qualsiasi contesto.
Sono realizzati con l'obiettivo di drenare ed infiltrare le acque del manto stradale e dei percorsi ciclo-pedonali, con opportuni accorgimenti che permettano una uniforme distribuzione delle acque lungo lo sviluppo dell'elemento (ad esempio con cordoli completamente a raso, o cordoli in mostra ma con interruzioni frequenti). La quantità di acqua in eccesso non infiltrata nel sottosuolo deve essere scaricata nella pubblica fognatura mediante un collegamento di troppo pieno.
È importante privilegiare vegetazione in grado di abbattere adeguatamente il carico inquinante generalmente presente sulle arterie viarie e resistere all'alternarsi frequente di condizioni asciutte e di sommergenza o elevata umidità del terreno. Qualora il carico inquinante sia rilevante, può essere necessario un sistema di gestione delle acque di prima pioggia per la piattaforma stradale.
Se adeguatamente progettati, i giardini della pioggia a bordo strada permettono di perseguire numerosi obiettivi, quali la riduzione del rischio di allagamento, il miglioramento della qualità delle acque infiltrate, la creazione di un elevato valore aggiunto in termini di biodiversità ed estetico, attrattivo anche per favorire l'utilizzo di percorsi a mobilità lenta.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

Le strade con giardini della pioggia sono la somma dei seguenti elementi NbS: i giardini della pioggia 1 le trincee infiltranti 2 i pozzi di infiltrazione 3 i fossati inondabili 4 i bacini inondabili 6 le pavimentazioni drenanti 15 e richiedono un'accorta scelta delle specie vegetali più idonee, come precisato al capitolo 4.

CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI

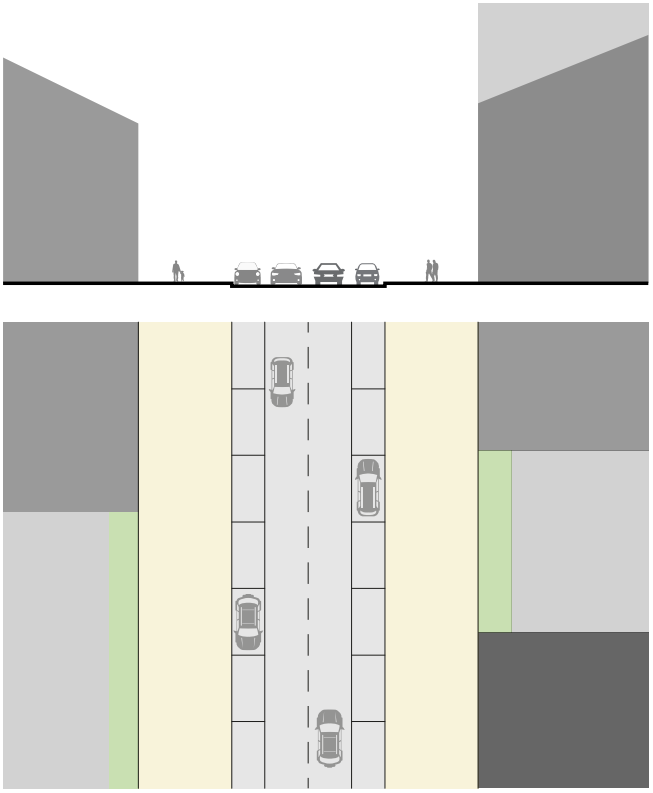
In contesti residenziali, dove generalmente non è richiesto un sistema di gestione delle acque di prima pioggia, possono essere realizzati all'interno delle rotatorie, nelle aree verdi a bordo dei parcheggi, lungo i margini delle carreggiate per separare il traffico veicolare dai percorsi ciclopedonali.





0 5 10m

superfici minerali: 100%
superfici vegetate: 0%
superfici ombreggiate: 0%

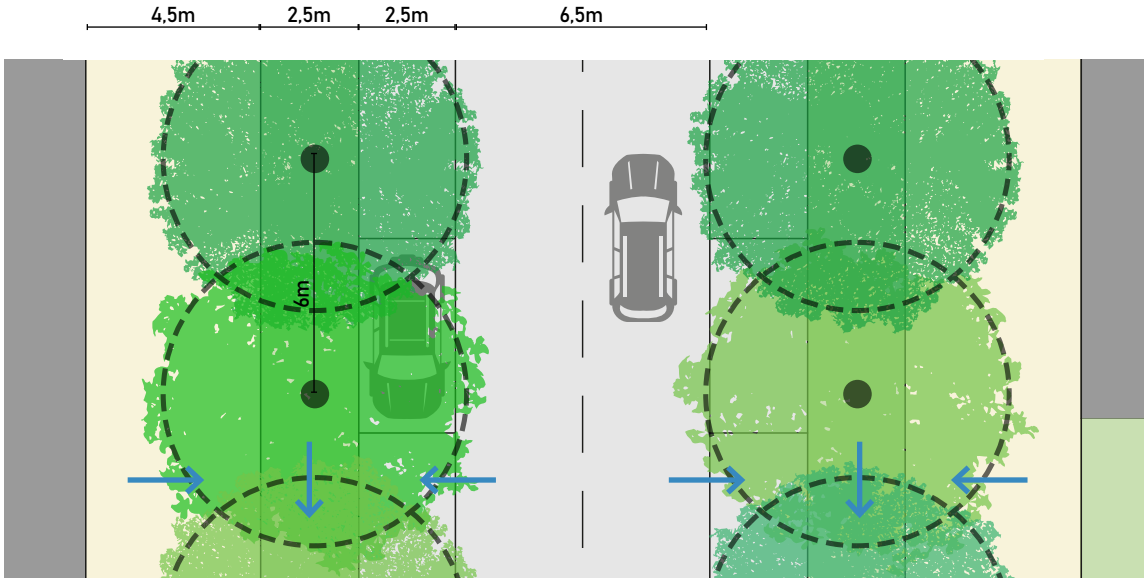


STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA E PARCHEGGI IN LINEA
Sezione stradale 25,5m

superfici minerali: 80%
superfici vegetate: 20%
superfici ombreggiate: 55-60%



STRADA A DOPPIO SENSO DI MARCIA
CON CORSIA SINGOLA E PARCHEGGI IN LINEA
Una porzione di marciapiede viene desigillato per fare posto a giardini della pioggia lineari paralleli alla carreggiata.
Strada e percorsi pedonali sono complanari per agevolare il deflusso delle acque piovane.
I giardini della pioggia sono interrroti in corrispondenza degli attraversamenti pedonali.



SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



In caso di arterie molto trafficate ad alto scorrimento, può essere necessario prevedere un sistema di gestione delle acque di prima pioggia, limitatamente alle pertinenze stradali.

- SPAZIO RICHIESTO

  Trattandosi di elementi lineari di dimensioni contenute, si adattano bene a qualsiasi spazio a disposizione; sono generalmente associati a superfici impermeabili di modesta entità.

- TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA

  La presenza di terreno permeabile e falda ad almeno 1 mt dal fondo del letto filtrante favorisce un buon livello di abbattimento inquinanti.

ELEMENTI VEGETALI

La specie vegetate da mettere a dimora nei *rain garden* devono essere in grado di adattarsi sia a condizioni di allagamento che a periodi di siccità e convivere con l'inquinamento atmosferico. È necessario prevedere un impianto vegetale denso (circa 6-10 piante/mq in relazione alle specie scelte) per incrementare la densità degli apparati radicali e favorire il mantenimento della permeabilità del suolo.
Nei sistemi con sviluppi areali considerevoli è importante distribuire le diverse specie in funzione della loro capacità resiliente in condizioni più estreme.
Le specie arbustive sono efficaci per il loro apparato radicale molto capillare e in quanto possono costituire una barriera verde come elemento deterrente all'accesso al pubblico, ove necessario.
La scelta della tipologia di piante è peculiare del sito e del contesto climatico dell'intervento.
Esistono molte specie ripariali da prescegliere tra:

- ERBACEE balsamina gialla, filipendula, felce palustre, iris;
- ARBUSTI Cornus, frangula, salici arbustivi, viburno;
- ALBERI cipresso calvo, ontano, pioppo, salici arborei.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

I giardini della pioggia a bordo strada contribuiscono ad aumentare il comfort microclimatico ed il benessere delle persone che li attraversano, grazie a percorsi ombreggiati e attrattivi che invogliano la sosta e la percorrenza.

MANUTENZIONE

Il rendimento del sistema di fitodepurazione e la capacità filtrante dipendono dal grado di manutenzione, con particolare attenzione alle specie vegetali.
La manutenzione deve essere particolarmente accurata durante i primi mesi dopo la realizzazione: il sistema deve essere ispezionato dopo gli eventi di pioggia e si deve stimare il quantitativo di sedimenti depositati, al fine di verificare le capacità di infiltrazione del dreno e degli strati filtranti.
Succesivamente, la manutenzione ordinaria con cadenza trimestrale, riguarda:

- raccolta di rifiuti (dannosi in particolare per il valore visivo e paesaggistico);
- pulizia dell'area di raccolta delle acque stradali per ridurre l'apporto di sedimenti;
- controllo dello stato di salute delle piante e prevenzione del proliferarsi di specie invasive;
- controllo e la pulizia delle trincee drenanti (se presenti), con cadenza annuale.

La manutenzione straordinaria riguarda la sostituzione della pacciamatura e/o degli altri strati filtranti e dei dreni, qualora sottoposti ad intasamento.

COSTI INDICATIVI

- 20-30 euro/mq: scavo con profondità di 1 m, smaltimento e finitura superficie a prato;
- 30-40 euro/ml: realizzazione dello strato filtrante su fondo alveo di sezione indicativa L100xH50cm;
- 5-30 euro/mq: messa a dimora di specie vegetali.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, La Confluence, Lyon - FR / Caso studio A5

24

PERCORSI CICLOPEDONALI
proteggere e ombreggiare ciclisti e pedoni

I percorsi ciclo-pedonali che si sviluppano nelle aree urbane possono essere realizzati con materiali drenanti o semi-permeabili per favorire l'infiltrazione in falda delle acque di pioggia. Si tratta infatti di superfici con acque 'pulite' che non richiedono particolari trattamenti e possono essere infiltrate direttamente nel sottosuolo.
I materiali drenanti o semipermeabili possono avere anche caratteristiche fotoriflettenti (*cool materials* che contribuiscono a ridurre il calore trattenuto) e fonoassorbenti (per migliorare del clima acustico). Vi sono diversi prodotti disponibili sul mercato in grado di rispondere a diverse esigenze progettuali, quali alte prestazioni, economicità e aspetto estetico.
Le piste ciclabili e i percorsi pedonali che adottano queste soluzioni risultano più comfortevoli sotto il profilo climatico, ma anche più attraenti per le persone che li frequentano.

I percorsi ciclo-pedonali drenanti sono realizzati con l'obiettivo di:
- favorire l'infiltrazione in falda;
- ridurre l'effetto isola di calore;
- ridurre parzialmente i picchi di piena nei corpi ricettori;
- favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto.

In Grand Boulevard verde di Constitution Avenue, a Canberra in Australia. I percorsi ciclabili sono sempre protetti da una fascia di vegetazione e da un filare di alberi e ombra. I percorsi pedonali sono attrezzati con sedute e ombreggiati con alberi da fiore, profumati e colorati. (Progetto paesaggistico di Jane Irwin Landscape Architecture, foto di John Gollings)

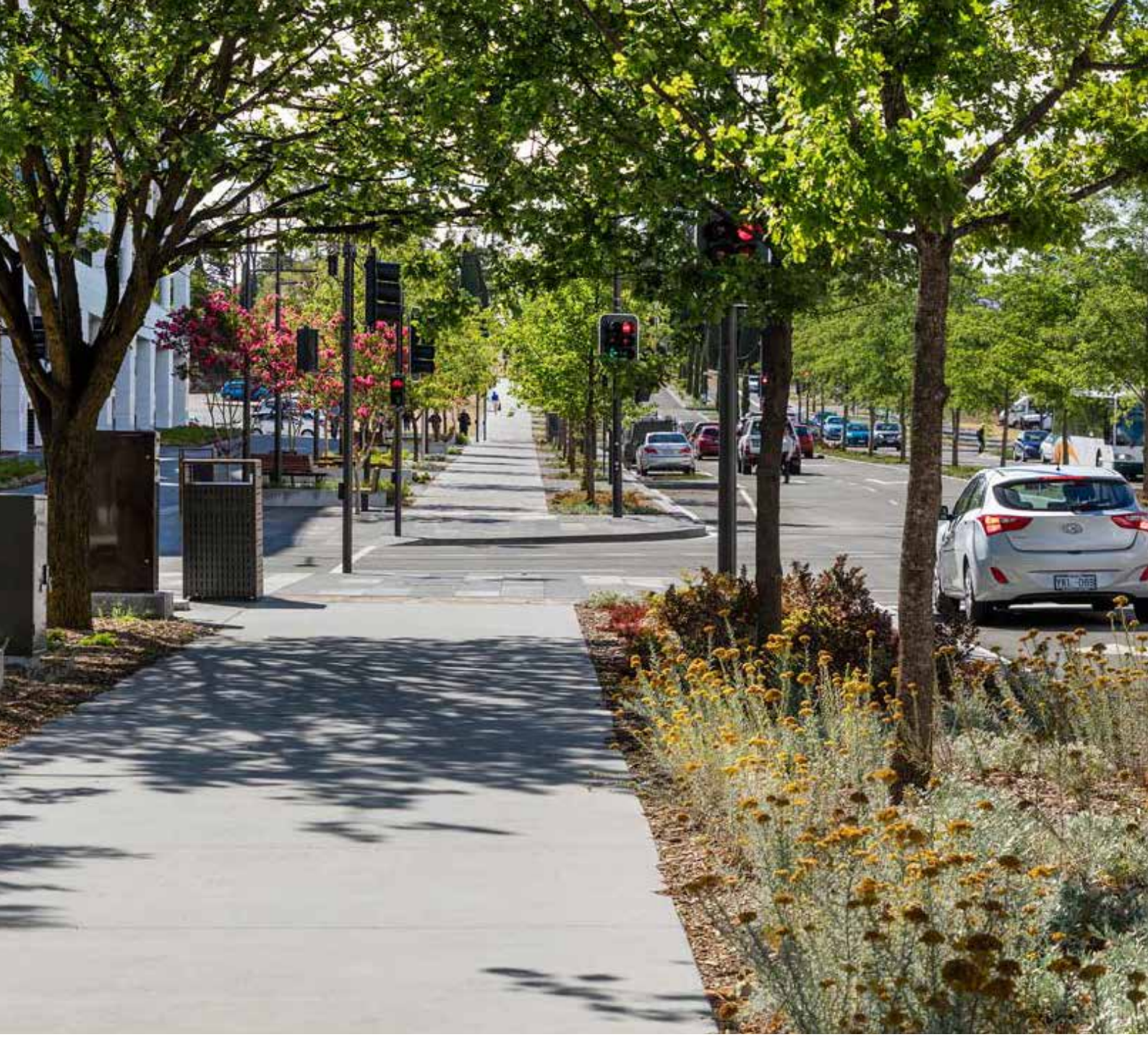
ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI
Le pavimentazioni permeabili sono generalmente utilizzate per drenare ed infiltrare le acque di pioggia che cadono direttamente sulla superficie interessata dalla pavimentazione.
È quindi necessario determinare le condizioni al contorno e le eventuali limitazioni, quali: la capacità di infiltrazione del terreno esistente, il volume di acqua che si necessita invasare e infiltrare.
Si consiglia sempre di realizzare un sistema fognario di troppo pieno atto a ricevere e scaricare in fognatura le portate che eccedono l'evento di progetto di riferimento.

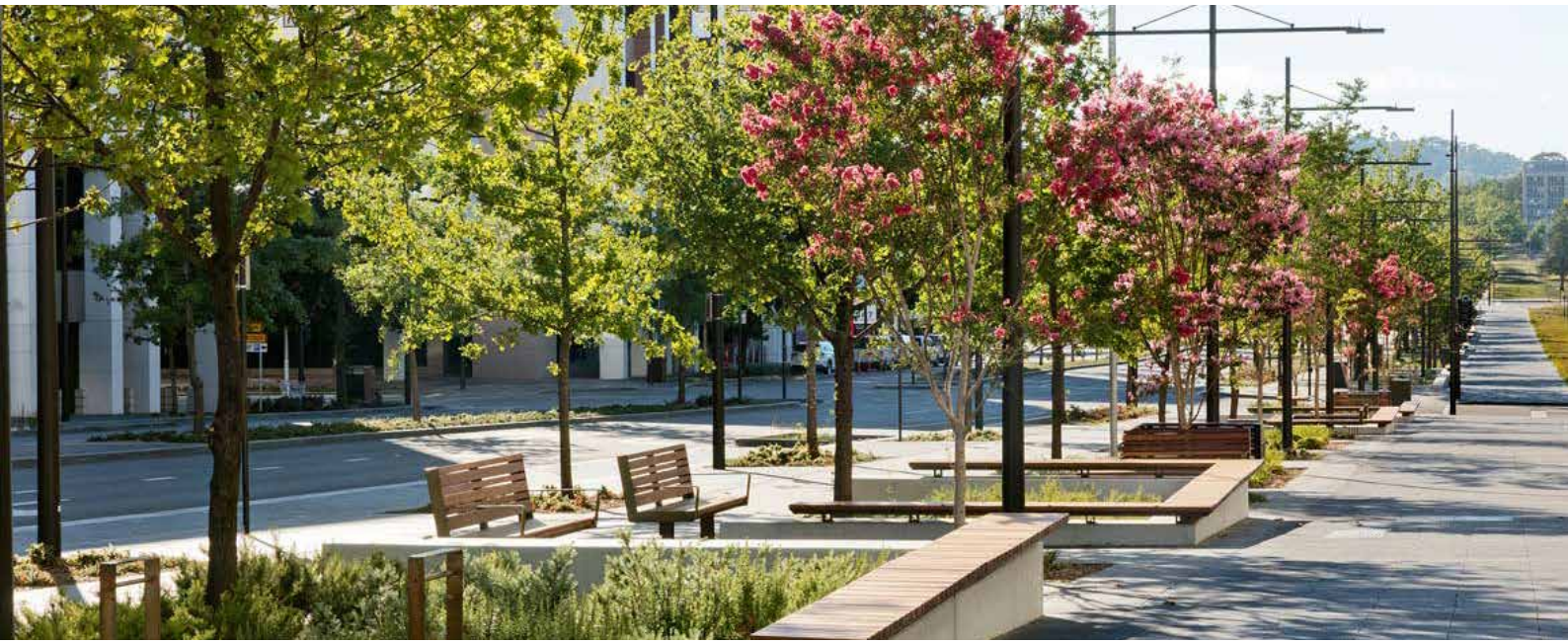
INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS
I percorsi ciclo-pedonali sono la somma dei seguenti elementi NbS: le trincee infiltranti 2, i pozzi di infiltrazione 3, i pergolati 13, le pavimentazioni drenanti 15. Richiedono un'accorta scelta delle specie vegetali più idonee, come precisato al capitolo 4.

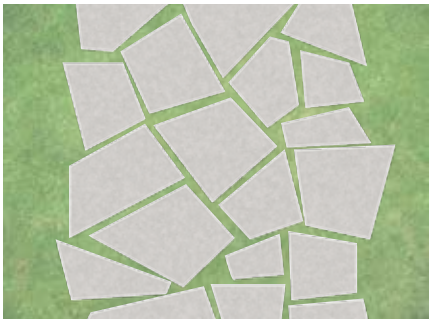
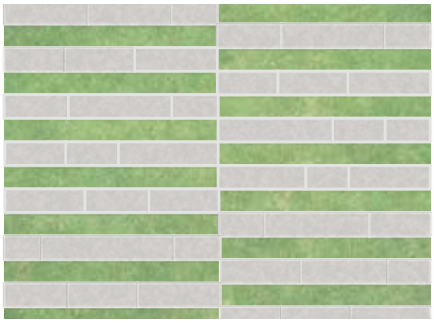
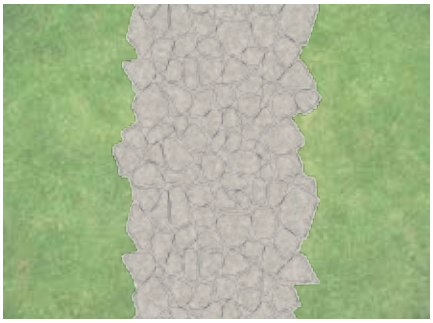
CONTESTO DI APPLICAZIONE E VINCOLI
In corrispondenza di aree pedonali o percorsi ciclo-pedonali possono essere adottate pavimentazioni in prato, cubetti e masselli porosi, ciottoli di fiume, terra stabilizzata, calcestruzzo drenante e asfalto drenante o altri materiali permeabili o semi-permeabili.

SPAZIO RICHIESTO
Le pavimentazioni permeabili sono generalmente utilizzate per drenare le acque direttamente afferenti alla superficie pavimentata. In alcuni casi possono drenare anche le superfici impermeabili limitrofe, ad esempio delle coperture; in tal caso il rapporto tra superficie afferente e superficie della pavimentazione deve essere di norma al massimo pari a 2.

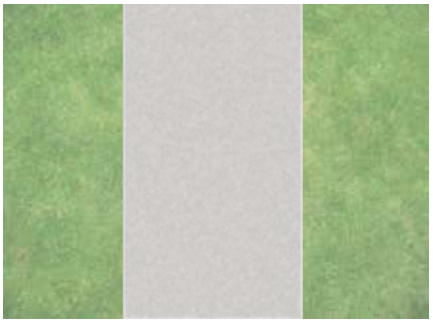
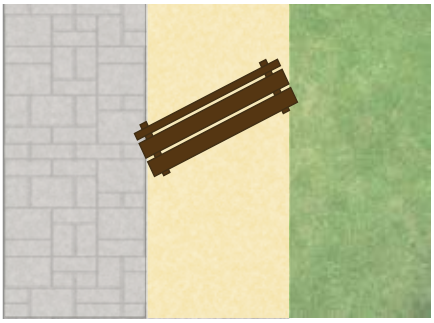
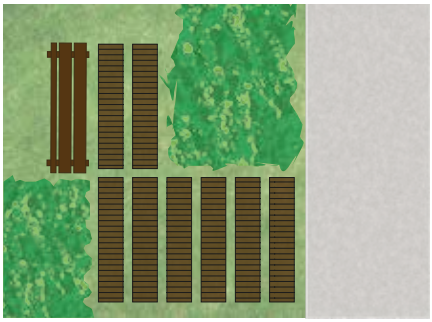
TIPOLOGIA DI TERRENO E PRESENZA DELLA FALDA
Se il progetto prevede l'infiltrazione in falda, è necessaria la presenza di terreno permeabile al di sotto della pavimentazione. In alternativa deve comunque essere previsto un adeguato sistema di raccolta che convogli le acque drenate dalla pavimentazione permeabile in fognatura o in un altro corpo ricettore.



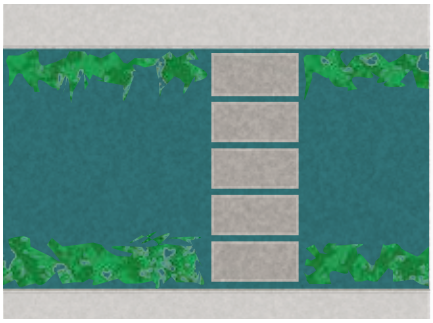
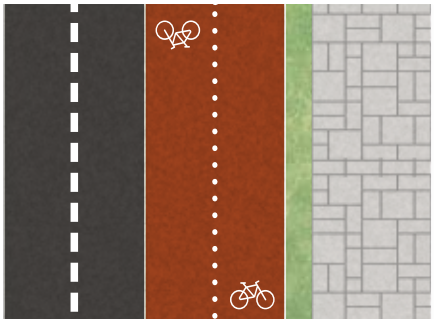
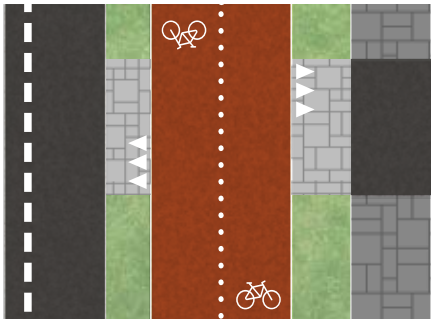









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



ELEMENTI VEGETALI

I percorsi realizzati con pavimentazioni drenanti o semi-permeabili possono essere accompagnati lateralmente da spazi vegetati, quali semplici canali inerbiti, *rain garden* o aiuole alberate per separare il traffico veicolare dei percorsi lenti.

- ALBERI le piante da prescegliere devono essere impalcate alte e avere la chioma ombrelliforme per aumentare la copertura ombreggiante.
- ARBUSTI vanno evitati gli arbusti spinosi e quelli con forti rami legnosi (ad esempio gli osmanti).

Si consiglia di utilizzare piante femminili, quelle a impollinazione entomofila e, in generale, a bassa allergenicità.

GRADO DI FRUIZIONE AL PUBBLICO

Le pavimentazioni drenanti possono ben adattarsi a diversi contesti paesaggistici in ambito urbano, e la varietà di prodotti permette di scegliere le finiture, i colori e le forme che meglio si adattano al contesto specifico. Una efficace progettazione di questi aspetti, oltre che di quelli funzionali, permette di conferire ai percorsi ciclo-pedonali maggior pregio estetico e comfort microclimatico, riducendo l'effetto isola di calore tipico dei materiali minerali.

MANUTENZIONE

La manutenzione ordinaria consistente in:
- controllo mensile dello stato della pavimentazione per verificare che sia libera da detriti e sedimenti;
- verifica della mancanza di aree di ristagno e difficoltà di deflusso a seguito degli eventi meteorici;
- spazzatura e aspirazione delle superfici permeabili, prevalentemente nel periodo autunnale, per prevenire l'occlusione da fogliame.

La manutenzione occasionale consistente in:
- interventi di pulizia e/o sostituzione del materiale di chiusura dei vuoti;
- sostituzione di elementi/masselli danneggiati;
- ripristino delle aree depresse di ristagno, ecc.

I costi di manutenzione sono ridotti, in quanto gli interventi di manutenzione ordinaria rientrano nelle normali attività di pulizia di aree stradali e parcheggi.
Qualora le pavimentazioni siano soggette a regolare manutenzione, la loro vita utile è di norma paragonabile a quella di una normale pavimentazione impermeabile.

COSTI INDICATIVI

- 30 euro/mq sterrato o terra solida;
- 70-80 euro/mq asfalti e calcestruzzi drenanti;
- 80-100 euro/mq cubetti e masselli porosi;
- 120-150 euro/mq pavimentazione in ciottoli di fiume.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere, La Confluence, Lyon - FR / Caso studio A5

25

MARCIAPIEDI SMART
gestire e ottimizzare la manutenzione dei sottoservizi

Un aspetto fondamentale da tenere in considerazione nella scelta dei materiali e finiture degli spazi pubblici urbani è quello delle future esigenze di manutenzione delle infrastrutture a rete esistenti o della realizzazione di nuove infrastrutture.
Molto frequentemente i sottoservizi si trovano sotto la sezione veicolare della strada. Questa scelta diffusa ha comportato e comporto importanti costi e impatti sul traffico: la manutenzione di cavi e fognature deve comportare l'arresto o la regolazione del traffico, attività di rilevazione dei cavi e costi di demolizione e ricosrtruzione del manto.

Una migliore e più efficente soluzione comporta la scelta di trasferire le infrastrutture a rete - gas, fognature, acquedotto, linea elettrica, illuminazione pubblica, cablaggio dati, videosorveglianza, telefonia e altro ancora - sotto le pavimentazioni pedonali o ciclabili del tessuto urbano, prevedendo soluzioni di più facile manutenzione e di minore impatto sul traffico.

I marciapiedi di Copenhagen sono realizzati mediante la posa a secco di lastre in cemento dotate di asole e intervallate da conci in pietra o porfido.
I sottoservizi sono sempre posati sotto le lastre di cemento.
Grazie alle asole è possibile sollevare le lastre, in modo da poterle rimuovere con facilità e rapidità, in corrispondenza dei sottoservizi.
In questo modo è possibile intervenire direttamente sui sottoservizi e, una volta completata la manutenzione, ripristinare in modo rapido e semplice la percorribilità dei marciapiedi.
La sezione è determinata dal numero delle lastre: 2 per i marciapiedi più stretti, 3 per quelli più ampi. Il resto dello spazio è chiuso dai conci di pietra, che consentono di riempire lo spazio restante verso il muro dell'edificio e verso il cordolo stradale.
(Foto Luisa Ravanello)

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTIVI

Considerata la complessità di reti presenti lungo le arterie viarie, ed i relativi allacci alle abitazioni ed edifici in genere, è frequente la necessità di intervenire sulle reti stesse per adeguarle alle nuove esigenze, potenziarle, ripristinarle a seguito di eventuali danneggiamenti, ecc.
Per questo, i percorsi pedonali e ciclabili, che spesso ospitano una serie di condotte e cavidotti al di sotto della pavimentazione, devono essere progettati in modo 'smart', limitando le interferenze e i conseguenti costi di ripristino nel caso sia necessario intervenire sulle reti del sottosuolo.

Un esempio di realizzazione di marciapiede '*smart*' prevede la posa di lastre in cemento, dotate di asole mediante le quali sia possibile sollevare le lastre, o in alternativa lastre posate a secco, in modo da poterle rimuovere con facilità e rapidità, in corrispondenza dei sottoservizi esistenti. In tal modo, una volta rimosse, è possibile intervenire direttamente sui sottoservizi posati al di sotto e, una volta completata la manutenzione, ripristinare in modo rapido e semplice e con immediata percorribilità i percorsi.

INTEGRAZIONE CON ALTRI SUDS E NBS

I marciapiedi smart sono un'efficace evoluzione SUDS per la gestione e manutentabilità intelligente dei sottoservizi: la posa a secco su pavimentazioni permeabili rispecchia i principi delle trincee infiltranti 2, dei pozzi di infiltrazione 3, nonchè delle pavimentazioni drenanti 15.













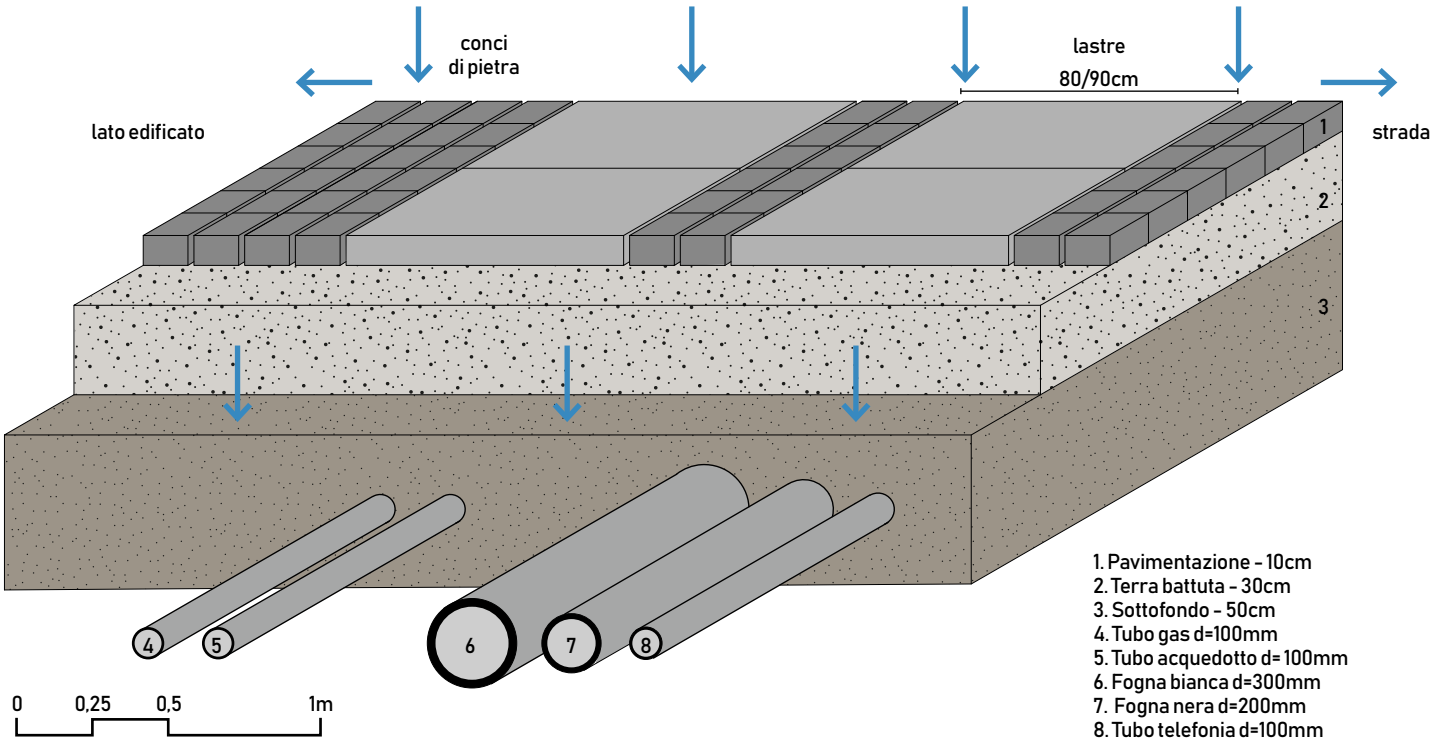


I marciapiedi di Copenhagen realizzati con posa a secco e lastre in cemento. I sottoservizi sono sempre posati sotto le lastre dei marciapiedi.
In questo modo è possibile intervenire direttamente sui sottoservizi e - una volta completata la manutenzione - ripristinare in modo rapido e semplice la percorribilità dei marciapiedi.
La sezione è determinata dal numero delle lastre: 2 per i marciapiedi più stretti, 3 per quelli più ampi. Il resto dello spazio è chiuso dai conci di pietra, che consentono di riempire lo spazio restante verso il muro dell'edificio e verso il cordolo stradale.
(Foto Luisa Ravanello)

Progetto pilota per Heimdalsgade 22-24 nel quartiere Nørrebro di Copenhagen. Il marciapiede in lastre è stato ripavimentato con piastrelle in cls drenante che favoriscono l'infiltrazione in falda delle acque di prima pioggia. Progettate per essere utilizzate in marciapiedi esistenti o di nuova realizzazione, le piastrelle presentano sistema di forature che permettono di raccogliere e gestiscono l'acqua piovana, incanalandola lontano da tubature e sottoservizi.
(Progetto e foto di Tredje Natur)

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA
QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI
RIDUZIONE DEL RUMORE
RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO
IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ
COMFORT URBANO E MICROCLIMA
FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA
BELLEZZA DELLA NATURA



1. Pavimentazione - 10cm
2. Terra battuta - 30cm
3. Sottofondo - 50cm
4. Tubo gas d=100mm
5. Tubo acquedotto d= 100mm
6. Fogna bianca d=300mm
7. Fogna nera d=200mm
8. Tubo telefonia d=100mm

MANUTENZIONE

Gli interventi di manutenzione ordinaria consistono in:
⇢ controllo mensile dello stato della pavimentazione per verificare che le lastre siano integre e che non si presentino inciampi o disconnessioni per gli usi del marciapiede;
⇢ verifica di assenza di evidenze che possano far presagire a problematiche nelle sottostanti reti tecnologiche;
⇢ pulizia della pavimentazione e ripristino delle fughe deteriorate;
⇢ occasionalmente, interventi di sostituzione di elementi/lastre danneggiati, ripristino dei relativi piani di posa e fughe, ecc.
I costi di manutenzione sono ridotti in quanto rientrano nelle normali attività di controllo e manutenzione dei marciapiedi stradali.
Questa soluzione permette di facilitare le operazioni e contenere i costi della manutenzione dei sottoservizi a rete, in quanto la rimozione di lastre e il successivo ricollocamento ad intervento eseguito garantiscono costi e tempi di esecuzione assai ridotti.

COSTI INDICATIVI

I costi indicativi di realizzazione dipendono dalla tipologia di lastra o dall'elemento previsto da progetto e dalla tipologia del conseguente sottofondo, indicativamente:
⇢ 80-100 euro/mq lastra prefabbricata posata "a secco";
⇢ 100-120 euro/mq lastra provvista di fori per il drenaggio.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

⇢ Quartiere di Østerbro, Copenahgen - DK / Caso studio F 37

vegetazione in ambienti e habitat urbani ostili

1. I SUOLI E LE PIANTE
il substrato di nutrimento della vegetazione
2. PRATO NATURALIZZATO
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione
3. PRATO FIORITO
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione
4. PRATO RUSTICO A SFALCI DIFFERENZIATI
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione
5. PRATI AD ELEVATO CALPESTIO
favorire la socialità, gestire la manutenzione

6 COPRISUOLO E TAPPEZZANTI
potenziare la vegetazione
urbana a bassa manutenzione

7 PIANTE PIONIERE
ricolonizzare il soprasuolo,
favorire la biodiversità

8 PIANTE ACQUATICHE
fitodepurare le acque pluviali
urbane, potenziare
la biodiversità

9 MASSE ARBUSTIVE
migliorare il micro-clima,
assorbire le polveri sottili,
favorire la biodiversità

10 ALBERI
gestire gli impatti di calore
e piogge, garantire adeguati
spazi alle piante,

1

I SUOLI E LE PIANTE
il substrato di nutrimento della vegetazione

Il suolo svolge molte funzioni essenziali per la vita sulla terra. È il luogo in cui crescono le piante e da cui proviene la maggior parte del nostro cibo, filtra e conserva le acque piovane, è il luogo dove viene ospitata la più grande varietà di biodiversità. La sostanza organica dei suoli è anche il più grande "serbatoio" di CO2 del nostro pianeta, contribuendo in modo importante a regolare il clima e limitare i cambiamenti climatici. Dal suolo provengono molte delle materie prime che utilizziamo per le costruzioni e su di esso si fondano le infrastrutture e gli edifici delle nostre città.

Le funzioni che svolge il suolo e i servizi ecosistemici che da esse derivano sono spesso coesistenti e tra loro legate, ad esempio la presenza di piante e di biodiversità favorisce l'accumulo di sostanza organica, la mitigazione degli effetti estremi del clima e la filtrazione e purificazione delle acque. La crescita dei sistemi insediativi comporta sempre una quota consistente di impermeabilizzazioni e ciò ha come conseguenza la perdita immediata di tutte le altre funzioni che prima i suoli svolgevano, divenendo quella urbana esclusiva. I suoli impermeabilizzati, infatti, non permettono alle piante di crescere, amplificano gli effetti locali del clima, non permettono alle acque di infiltrarsi e azzerano la biodiversità.

A seconda delle destinazioni d'uso, i processi di urbanizzazione comportano il compattamento dei suoli (riduzione degli scambi di gas, modifiche nel drenaggio superficiale), la loro contaminazione, l'alterazione del profilo pedologico, con la rimozione degli orizzonti superficiali (quelli più adatti alla crescita delle piante) e l'aggiunta di materiali estranei per renderli adatti a sostenere infrastrutture ed edifici.

I SUOLI E LE PIANTE

Il suolo è un elemento in cui si svolgono numerosi processi di trasformazione di energia e materia collegati alla vita delle piante. Dalla composizione chimica e dalla struttura fisica del profilo del suolo dipende la disponibilità degli elementi nutritivi e la possibilità degli organi ipogei dei vegetali di svilupparsi e garantire la vita all'intera pianta.

IL SUOLO AGRARIO E LE AZIONI DI STERRO E SCAVO

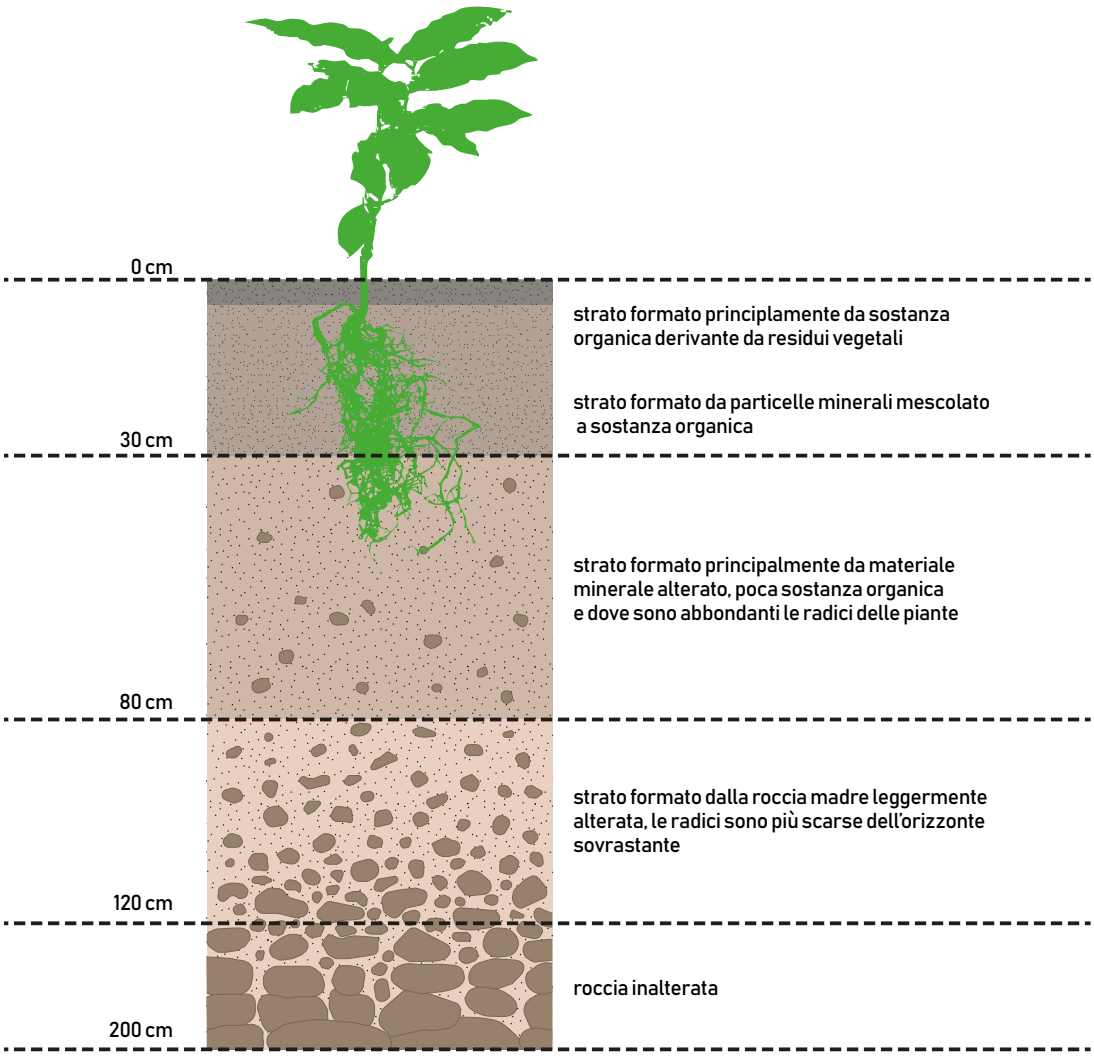
In fase di realizzazione e di manutenzione straordinaria della vegetazione urbana deve essere posta la massima attenzione nel preservare la fertilità del suolo adottando gli accorgimenti per conservare e migliorare le caratteristiche chimiche, fisiche e la componente biologica del terreno. Nell'attività di realizzazione e cura dei giardini, la quantità e la qualità del suolo sono fattori che condizionano in modo diretto il buon esito di una piantagione o di una semina.
Dopo che si è proceduto alla messa dimora delle piante è difficile e dispendioso modificare in modo efficace il suolo. Nella maggioranza dei casi le nuove realizzazioni di giardini e aree verdi vengono effettuate su terreni rimaneggiati ed eterogenei. Il materiale terroso spesso proviene da strati profondi del terreno ed è il prodotto di attività di escavazione conseguente alla realizzazione di edifici o altri manufatti; in questo caso il substrato dell'infrastruttura verde sarà costituito da un suolo sterile in cui la componente organica e biologica sarà pressoché nulla. È perciò buona pratica procedere a un campionamento e ad analisi che stabiliscano le caratteristiche fisiche e chimiche e la qualità di sostanza organica presente nel suolo in esame, che dovrà essere eseguita secondo i metodi e i parametri normalizzati di prelievo e di analisi pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.).
Qualora il substrato di coltivazione a seguito delle analisi chimico-fisiche presenti valori di pH anomali, componente granulometrica non ottimale o più comunemente valori di sostanza organica bassi, dovrà essere sottoposto a procedimenti di correzione e ammendamento. In ogni caso, il substrato di coltivazione delle piante nelle aree a verde dovrà avere le caratteristiche convenzionalmente definite del 'terreno agrario'[1].

[1] - Estratto da "Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile", Comitato per lo sviluppo del verde pubblico. MATTM, 2017

Il suolo è un corpo naturale, composto da particelle minerali (sabbia, limo e argilla), da sostanze organiche decomposte, da organismi viventi, da aria e da acqua.

La formazione ed evoluzione del suolo richiedono tanto tempo: rocce e materia organica si trasformano attraverso processi chimici, fisici e biologici.

È quindi una risorsa non rinnovabile se non in tempi molto lunghi, dell'ordine di centinaia o migliaia di anni.
La tessitura, o composizione granulometrica, di un suolo è definita in base alla proporzione degli elementi più fini di 2 mm, la sabbia, il limo e l'argilla.
Si presenta con spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni metri, è organizzato in orizzonti o strati.



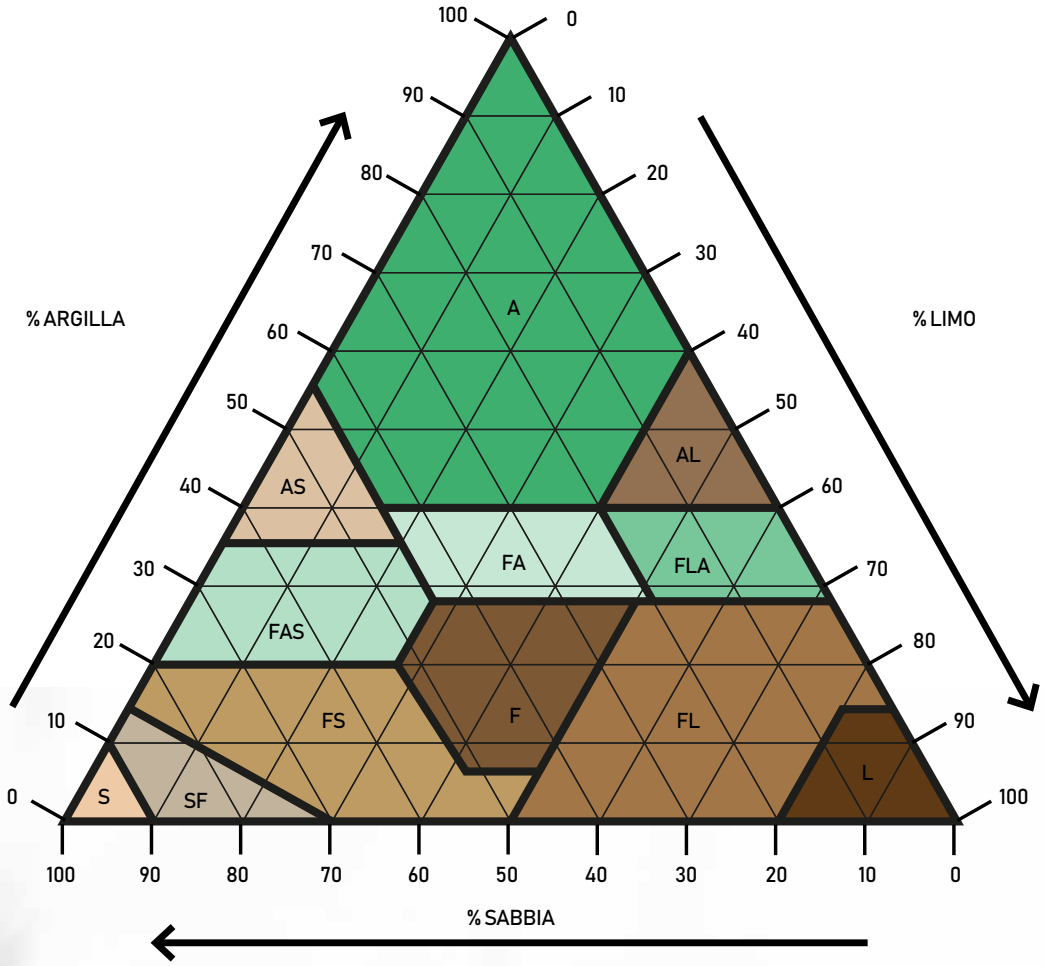
Nello schema qui sopra è rappresentata la struttura del suolo con la caratterizzazione dei materiali presenti nei diversi orizzonti.
Si legge partendo dall'orizzonte A (organo-minerale) il più superficiale, dove maggiori sono gli scambi con l'atmosfera e maggiore è la presenza di sostanza organica.
Questo orizzonte in contesti diversi da quello pedologico (cantieristica, florovivaistica, ecc.) è anche definito 'terreno vegetale'.
Procedendo verso il basso, si incontrano gli orizzonti B e C caratterizzati da materiali sempre meno alterati.



Le particelle che compongono il suolo si possono suddividere in categorie dimensionali (frazioni granulometriche). Esiste una grande variabilità nelle dimensioni delle particelle, da quelle più grossolane (con diametro > 2mm) che formano lo scheletro, a quelle costituenti la terra fine, comprese tra i 2 mm e qualche decimo di micron (millesimo di millimetro).

Per tessitura s'intende la ripartizione percentuale della terra fine. Il sistema di classificazione adottato dalla Regione Emilia-Romagna segue lo schema proposto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (*Soil Survey Division Staff*, 1993).

Le diverse combinazioni di sabbia, limo e argilla sono raggruppate in classi tessiturali. Il contenuto di sabbia, limo e argilla influenza il comportamento fisico e chimico dei suoli. La dimensione delle particelle influenza le qualità idrologiche dei suoli ed è infatti utilizzata per la loro classificazione. Fra le proprietà del suolo influenzate dalla tessitura ci sono il drenaggio, la capacità di ritenzione idrica, l'aerazione del suolo, la suscettività all'erosione, il contenuto di sostanza organica, la capacità di scambio cationico (*http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/tessitura_pianura.pdf*).



S Sabbioso
SF Sabbioso franco
L Limoso
FS Franco sabbioso
F Franco
FL Franco limoso
FSA Franco sabbioso argilloso
FA Franco argilloso
FLA Franco limoso argilloso
AS Argilloso sabbioso
AL Argilloso limoso
A Argilloso



SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



IL SUOLO E I CANTIERI DI DESEALING PER LA RIGENERAZIONE URBANA

Nei processi di riqualificazione e rigenerazione urbana orientati alla sostenibilità ambientale e resilienza climatica, si realizzano azioni di *desealing* - che possono interessare strade, parcheggi, piazzali, aree di sedime di edifici demoliti, ecc. - per liberare i suoli dagli strati sigillanti, in vista della gestione in superficie delle acque meteoriche, della forestazione urbana e della creazione di spazi pubblici [2].

Le operazioni di *desealing* comportano la rimozione della maggior parte possibile dei materiali estranei agli orizzonti naturali del suolo. Alla rimozione dei 'pacchetti strutturali' dovrà seguire la 'ricostruzione' di un suolo che sia adatto alla vita delle piante, attraverso il ripristino delle caratteristiche che rendono un terreno adatto ad accogliere nuovamente prati, arbusti ed alberi e la biodiversità in tutte le sue componenti.

Normalmente si procede con il riporto di topsoil sul substrato ad esito del *desealing* e con gli interventi di miglioramento necessari affinché possa riprendere a svolgere al meglio le sue funzioni.

Nei cantieri di *desealing* - ma anche in quelli di rigenerazione delle aree verdi esistenti - è importante poter disporre di suolo vegetale di qualità. In questi casi la strategia dovrà essere quella di mettere in correlazione le banche dati dei 'produttori' di suolo, proveniente dalle aree di trasformazione, con la domanda dei cantieri di rigenerazione urbana [3].

MIGLIORARE IL SUOLO

Il miglior suolo per la coltivazione delle piante è quello definito franco o di medio impasto, composto da circa il 40% di sabbia, dal 25% di limo, dal 25% d'argilla e dal 10% di scheletro. Questa composizione non è frequente, comunque percentuali anche del 10 o 15% (in più o in meno) forniscono risultati di buona qualità.

È frequente incontrare terreni compatti, caratterizzati da alte percentuali di argilla e limo che determinano almeno tre problemi: suoli difficili da trattare che aderiscono agli attrezzi richiedendo più forza ed energia per essere lavorati; poco permeabili che generano ristagni d'acqua che predispongono all'asfissia delle radici; poco permeabili che generano ristagni d'acqua che predispongono all'asfissia delle radici.

Si riequilibra la granulometria di un terreno compatto e si migliorano le condizioni di vita delle piante attraverso l'aggiunta di sostanza organica, sabbia, marna e calce. Inoltre, sono sempre utili le distribuzioni di micorrize e di acidi umici e fulvici. È, infine, possibile intervenire impiegando una lancia ad aria compressa che permette di insufflare aria o argilla espansa nei suoli; la prima penetra nei macropori della terra e la disgrega, mentre la seconda aumenta l'arieggiamento del terreno.

COSTI INDICATIVI

- 17,5 euro/mc: terra da coltivo, di medio impasto, tendenzialmente sciolto, proveniente da strato colturale attivo [terreno attivo con scheletro inferiore al 10%, costituito di elementi minerali provenienti dal disgregamento delle rocce e di elementi organici provenienti da avanzi vegetali e animali decomposti (humus), nelle seguenti percentuali al netto della parte scheletrica: Argilla = 22% b) Sabbia = 60% c) Calcare = 8% d) Humus = 10%] priva di radici e di erbe infestanti permanenti, ciottoli, cocci, ecc.;
- 65 euro/mc (se sfuso): composto per ammendamento del terreno da rigenerare con 30% da sostanza organica e per il 70% da terricci vari vagliati e macinati, Ph neutro;
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo;
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Parco urbano Alter Flugplatz Kalbach, Frankfurt am Main - DE / Caso studio C2
- Giardino Jardin Joeux, Aubervilliers - FR / Caso studio D30
- Giardino temporaneo Texture Parking, Courtrai - BE / Caso studio D32
- Depave is Paradise, Canada- CDN / Caso studio E 33

2 - I suoli delle aree urbane, quando sono profondamente modificati dall'azione dell'uomo, vengono definiti *Technosol*. Per tecnosuoli si intendono quei terreni che contengono molti artefatti, ossia il 20% o più nel profilo del terreno fino a 100 cm o terreni che sono sigillati da uno strato continuo indurito o contengono una geomembrana; questi suoli sono il risultato di molte attività umane (*FAO World Reference Base For Soil Resources*, 2014).

3 - Disponibilità e qualità del topsoil dipendono dalla correttezza delle operazioni di scavo e gestione per le quali si rimanda al paragrafo 'Gestire le terre e rocce da scavo' e alle Linee guida per la rimozione, gestione ed applicazione del topsoil elaborate nell'ambito di questo stesso progetto
Fonte: https://www.sos4life.it/wp-content/uploads/Linee_Guida_Riuso_Topsoil_Azione_B2.4.pdf

2

PRATO NATURALIZZATO
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione

I prati naturalizzati rappresentano una interessante soluzione per il verde urbano estensivo, soprattutto per i contesti di aree dismesse, poiché oltre a migliorare gli aspetti estetici del luogo, potenziano la biodiversità, la produzione di cibo per la fauna e la riduzione dei costi di manutenzione.

Questi prati svolgono in città e negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane;
- favoriscono l'abbassamento delle temperature superficiali, contrastando gli effetti dell'isola di calore urbana;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la biodiversità e la produzione di cibo.

Un'ampia porzione di graminacee all'interno del grande parco urbano Martin Luther King, nell'area di Clichy Batignolles a Parigi. Il parco ha una estensione di 10 ettari. La porzione di prati naturalizzati lasciati alla crescità spontanea è di circa 2 ettari. Ci sono poi altri 4 ettari di aree umide, arbusti e boschetti di fatto impenetrabili - e 2 ettari di pavimenti e percorsi, mentre 1 ettaro è attrezzato con aree gioco - complessivamente 3 grandi aree di circa 3000mq l'una. Solo il 10% del parco è a prato erboso rasato, ad elevata manutenzione e calpestio.
I prati naturalizzati si insediano spontaneamente o con pochi interventi tecnici nei luoghi privi di calpestio ma una volta ben sviluppati sopportano il camminamento. Sono ideali per le ampie aree di rinverdimento estensivo grazie anche alla bassa manutenzione che richiedono e all'assenza di cure con agrofarmaci. Si assiste spesso all'aumento della biodiversità vegetale dipendente anche dalla frequentazione di questi luoghi da parte di piccoli animali vettori di semi. (Progetto e foto Atelier Jaqueline Osty)

PRATO NATURALIZZATO

I prati naturalizzati sono tappeti erbosi artificiali, creati e diffusi anche in ambito urbano affinché si insedino stabilmente graminacee e leguminose che non necessitano di manutenzione. L'utilizzo di questi prati è un'ottima soluzione per l'inverdimento di zone difficili, quali scarpate e fossati, cave, aree dismesse e suoli da bonificare o di aree a verde estensivo. Nelle aree più complesse da raggiungere si utilizzano, oltre alle idrosemine, anche le biostuoie e le terre armate, realizzate in materiali degradabili, già seminate e concimate; in questi casi si assiste molto spesso alla graduale sostituzione delle specie seminate con altre spontanee, fatto che aumenta la biodiversità del luogo e la possibilità di insediamento della fauna selvatica.

SPECIE CONSIGLIATE

Questi tappeti erbosi contano solo sugli apporti idrici di pioggia e, pertanto, la scelta di piante idonee all'andamento pluviometrico naturale diviene uno degli elementi fondamentali del successo dell'insediamento. Le specie da prescegliere sono in funzione dell'habitat, costituite da appositi miscugli di graminacee e leguminose a radici a forte sviluppo sia in profondità sia orizzontale

- SPECIE PIÙ IMPIEGATE *Lolium perenne, Lolium italicum, Festuca rubra e arundinacea, Onobrychis viciifolia, Vicia sativa, Poa pratensis, Trifolium repens e Phelum pratense*

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree interessate da prati naturalizzati non sono concepite per una intensa fruizione umana, bensì per il potenziamento della biodiversità urbana:

- FRUIZIONE Medio-bassa per le aree in pendio, nessuna per i terreni da bonificare, media o medio-alta per il verde estensivo con opportune aree di sfalcio
- COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Se si vuole che le aree a prato naturalizzato o naturale in ambito urbano siano fruite è necessario definire delle zone di sfalcio selettivo, o lungo i percorsi per l'attraversamento, o in aree puntuali per consentire la sosta per momenti di svago e convivialità. Sono consigliati 3 sfalci l'anno.
- BIODIVERSITÀ Molto elevata
- COME STIMOLARE LA CONOSCENZA DEI BENEFICI ECO-SISTEMICI GENERATI Questi prati, soprattutto se in ambito urbano, possono essere scambiati per aree incolte e in abbandono. Può essere utile disporre cartelli e segnaletica sui benefici dei servizi eco-sistemici erogati stimolando la consapevolezza dei cittadini e la fruizione per la didattica delle scuole.








Espace biologique protégé









SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTI DI APPLICAZIONE

LUNGO I PENDII I prati naturalizzati sono adatti a pareti inclinate, di media ed elevata acclività, che necessitano bassa o nulla manutenzione.

IN AREE DISMESSE I prati naturalizzati sono adatti ai contesti di ex-cave e terreni da bonificare in cui favorire la rimineralizzazione dei suoli.

IN AREE VERDI URBANE Questi tipi di prati è bene siano presenti nei parchi urbani in aree estensive, alternati ad aree verdi a maggiore manutenzione. Ciò consente di ridurre gli sforzi economici delle amministrazioni per via dei ridotti sfalci.

MANUTENZIONE

Nelle aree a verde estensivo si effettuano due/tre sfalci all'anno, mentre non si pratica nessun intervento nelle altre situazioni per l'insediamento spontaneo delle piante che andranno a sostituirsi al miscuglio prescelto.

COSTI INDICATIVI

- 4,6 euro/kg: sacchi di sementi; a seconda della opera realizzata (idrosemine, biostuoie e terre armate) i costi possono aggirarsi tra i 2.500 e i 5.000 euro ogni 1.000 mq;
- 0,04 euro/mq: sfalcio di aree verdi tra 250 e 500 mq, per 1-2 tagli (taglio del tappetto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante e con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);
- 0,02 euro/mq: sfalcio di aree verdi oltre 500 mq (taglio del tappetto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante e con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo;
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Parco urbano Alter Flugplatz Kalbach, Frankfurt am Main - DE / Caso studio C2
- Giardino Jardin Joeux, Aubervilliers - FR / Caso studio D30
- Giardino temporaneo Texture Parking, Courtrai - BE / Caso studio D32
- Depave is Paradise, Canada- CDN / Caso studio E33

In alto a sinistra.
Aree incolte all'interno del grande parco urbano Martin Luther King, nell'area di Clichy Batignolles a Parigi. Queste prati sono classificati dalla segnaletica del parco come spazi protetti ad elevata biodiversità, in cui la vegetazione ad evoluizione naturale è l'habitat ideale per la vita e la sopravvivenza di numerose specie vegetali, di animali e insetti. Le indicazioni raccomandano alle persone di avere rispetto di questi spazi, di non calpestarli e di attraversarli seguendo i sentieri.
Le recinzioni presenti svolgono due importanti funzioni: da un lato bloccano l'eccessiva espansione della vegetazione sui sentieri, conferendo alle praterie un'idea di cura e gestione dei prati naturalizzati; dall'altro segnalano alle persone che le aree non sono calpestabili e che sono l'habitat di uccelli e insetti impollanatori.
(Progetto e foto Atelier Jaqueline Osty)

Al centro e in basso a sinistra. Aree incolte all'interno del Potters Fileds Park di Londra. Il piccolo parco si trova nei pressi del Tamigi, a pochi minuti dalla Tower Bridge, in una delle aree più turistiche e vissute della città. É un luogo di quiete e silenzio, formato da prati di erbacee perenni, al cui interno crescono echinacea, peonie selvatiche e ranuncoli.
Il giardino è attraversato da un sentiero ombreggiato in cui si trovano delle sedute immerse tra le fioriture stagionali. Le praterie - invalicabili e protette da recinzioni leggere - sono l'habitat per la nidificazione di utili insetti impollinatori.
(Progetto di Piet Oudolf, foto Elena Farnè)

3

PRATO FIORITO
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione

I prati fioriti rappresentano una interessante soluzione per il verde urbano, soprattutto per il verde urbano estensivo e per il verde urbano stradale, poiché favoriscono la biodiversità di flora e fauna, la riduzione dei costi di manutenzione e la creazione di effetti estetici spettacolari nell'alternanza delle stagioni.

I prati fioriti svolgono in città e negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane;
- favoriscono l'abbassamento delle temperature superficiali, contrastando gli effetti dell'isola di calore urbana;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la biodiversità;
- favoriscono la bellezza degli spazi pubblici.

Prateria fiorita nel parco di Gleisdreieck a Berlino, in Germania. Il parco si trova tra i quartieri di Kreuzberg e Schönenberg e Temphelof. Il parco è stato ricavato su un'area dismessa di un vecchio scalo ferroviario, ha uno sviluppo di circa 29 ettari, di cui 10 di bosco. I prati fioriti hanno una estensione complessiva di circa 6 ettari, distribuiti su un'area unica lineare molto vasta. I prati fioriti sono accompagnati da percorsi ciclabili e ampipercorsi campestri (inerbiti o in terra battuta), al cui interno si trovano aree gestite con sfalci selettivi in corrispondenza dei percorsi e delle aree attrezzate. Il prato fiorito risulta ben impiantato, le erbacee si stanno spontaneizzando. Le fioriture aumentano infatti notevolmente i servizi di impollinazione, indispensabili per le colture, e sostengono numerose specie di insetti pronubi, tra cui le api, la cui presenza favorisce l'impollinazione di altre piante.
(Progetto e foto di Atelier LOIDL)

PRATO FIORITO

I prati fioriti sono consociazioni di specie erbacee, annuali o perenni, nate dalla semina di miscugli di semi provenienti da specie spontanee in zone climaticamente affini a quella di impianto.
I prati fioriti sono una veloce e buona soluzione per l'inverdimento delle aree più ampie non calpestabili dei parchi urbani, essendo semplici da realizzare e da curare. Inoltre, hanno un ridotto fabbisogno di acqua e di concime, valorizzano le aree marginali di difficile gestione e creano micro-ecosistemi utili alla biodiversità.

SPECIE CONSIGLIATE

I miscugli di sementi per prato fiorito hanno una composizione variabile e vanno scelti tra quelli adeguati al clima e al terreno dove verranno messi a dimora; sono spesso costituti da:
- ANNUALI ancusa, camomilla, campanula, cosmea, fiordalisi, papaveri. Durante il primo anno di vita del prato garantiscono il suo rapido insediamento e limitano la crescita delle erbe infestanti, permettendo lo sviluppo delle perenni. Forniscono una fioritura esuberante il primo anno e talora si riseminano in modo spontaneo;
- PERENNI garofanini, margheritine dei prati, ranuncoli, salvia dei prati, che costituiranno il prato permanente. Sono di lento sviluppo e fioriscono dal secondo anno dalla semina;
- GRAMINACEE alcuni miscugli di prato fiorito includono piccoli quantitativi di graminacee.

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree interessate da prati fioriti non sono concepite per una intensa fruizione umana, ma per il potenziamento della biodiversità, tanto che nei parchi urbani possono essere recintate e invalicabili.
- FRUIZIONE Medio-bassa
- COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Se si vuole che le aree a prato fiorito in ambito urbano siano fruite è necessario definire delle zone di sfalcio selettivo - sia lungo i percorsi per l'attraversamento sia in aree puntuali per consentire la sosta per momenti di svago e convivialità. In alternativa è possibile predisporre dei percorsi strutturati in affiancamento ai prati fioriti preferibilmente in materiali naturali- terre battute, terre stabilizzate, calcestre. Sono consigliati sfalci periodici, 1 o 2 volte l'anno solo lungo i percorsi.
- BIODIVERSITÀ Molto elevata
- COME STIMOLARE LA CONOSCENZA DEI BENEFICI ECO-SISTEMICI GENERATI

Questi prati possono essere scambiati per aree incolte e in abbandono. Può essere utile disporre cartelli e segnaletica sui benefici dei servizi eco-sistemici erogati stimolando la consapevolezza dei cittadini e la fruizione per la didattica delle scuole.























SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



CONTESTI DI APPLICAZIONE

⇢ IN AREE DISMESSE I prati fioriti sono adatti alle ex-cave, agli ex-scali ferroviari, ai terreni da bonificare in genere, che necessitano di rimineralizzare i suoli e non richiedono molti sfalci.

⇢ LUNGO IL VERDE STRADALE I prati fioriti possono essere realizzati nelle aiuole dei parcheggi, nelle aree verdi spartitraffico e nelle rotonde di verde stradale, che sono aree di elevata visibilità ma la cui cura e manutenzione deve essere bassa e poco onerosa.

⇢ IN AREE VERDI URBANE Questi tipi di prati è bene siano presenti nei parchi urbani in aree dedicate, definite o estese, sempre alternate ad aree verdi a maggiore manutenzione.

Ciò consente di ridurre gli sforzi economici delle amministrazioni riducendo le aree di sfalcio.

È utile predisporre a protezione dei prati fioriti dei sistemi di difesa quali piccole recinzioni.

Questi prati costituiscono habitat ideali per la fauna locale, soprattutto insetti e uccelli.

MANUTENZIONE

La semina autunnale, che fornisce migliori risultati, determina la comparsa dei primi fiori nella primavera successiva, mentre con la semina primaverile le prime fioriture avverranno in estate grazie soprattutto alle specie annuali. Dopo la semina il primo intervento consiste in una profonda irrigazione, che sarà l'unica per tutto il ciclo annuale. In seguito si effettuano due sfalci, in primavera e in autunno dopo le fioriture principali.

COSTI INDICATIVI

⇢ 3,0-3,5 euro/kg/1.000 mq: dose di semina per i prati fioriti;

⇢ i costi di impianto variano a seconda dell'estensione dell'area; per la formazione di tappeto erboso su terreno con preparazione meccanica del fondo (pulizia dell'area, aratura/vangatura, erpicatura) con concimazione, semina manuale o meccanica, compresa fornitura di 100 g/mq di concime composto ternario, di 30 g/mq di seme, semina, rullatura, escluso eventuale ammendante organico ed irrigazione

- ⇢ superfici fino a 300 mq = ca. 5,01 euro/mq;
- ⇢ superfici da 500 a 1000 mq = ca. 2,64 euro/mq;
- ⇢ superfici oltre 2000 mq = ca. 1,45 euro/mq;

⇢ 0,04 euro/mq: sfalcio di aree verdi tra 250 e 500 mq, per 1-2 tagli (taglio del tappeto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante e con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);

⇢ 0,02 euro/mq: sfalcio di aree verdi oltre 500 mq (taglio del tappetto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante e con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);

⇢ 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;

⇢ 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo;

⇢ 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

⇢ Parco urbano Martin Luther King, Parigi - FR / Caso studio C4

⇢ Parco urbano Gleisdreieck, Berlino - DE / Caso studio C4

⇢ Jardin Joyeux, Aubervilliers - FR / Caso studio D30

In alto a sinistra. Praterie fiorite all'interno del parco urbano Martin Luther King, nell'area di Clichy Batignolles a Parigi. Tra le specie fiorite si vedono la Rudbeckia (a fiore bicolore) e la Gaura, che sono erbacee perenni tra le più diffuse nelle bordure soleggiate. Le specie sono piantate lungo percorsi in stabilizzato di circa 2 mt, all'interno del parco; le bordure hanno una larghezza variabile di 1,5-2mt e sono protette da paletti in legno bassi e leggeri collegati da un fil di ferro in precario. Lo scopo è segnalare ai passanti di rispettare le bordure e di non calpestarle. (Progetto Atelier Jaqueline Osty, foto Elena Farnè)

Al centro a sinistra. Bordure fiorite lungo i margini stradali di un'area artigiana nel Comune di Kervidanou, in Francia, a protezione e segnaletica dei marciapiedi. Spicca l'Achillea gialla, che sopporta scarsi apporti irrigui e il forte riverbero delle pavimentazioni. (Progetto e foto Atelier Laure Planchais)

In basso a sinistra. Prati fioriti all'interno del grande parco di Boulogne-Buillancourt, di circa 10 ettari. Le aree a prati fioriti hanno una estensione di circa 2 ettari. Tra le specie si vedono le diverse varietà di Cosmea che sono apprezzate nella formazione dei prati fioriti per la lunghissima durata della loro fioritura. Sono annuali, ma spesso si riseminano da sole e riappaiono l'anno successivo. All'interno dei prati si trovano case per insetti (bug hotel), tra cui api, coccinelle e farfalle. I prati fioriti sono protetti da una leggera recinzione in precario per impedirne il calpestio, (Progetto di Agence TER, foto Elena Farnè)

4

PRATO RUSTICO E SFALCI SELETTIVI
incrementare la biodiversità, ridurre la manutenzione

I prati rustici a sfalci differenziati rappresentano una interessante soluzione per il verde urbano, soprattutto per il verde urbano estensivo, poiché favoriscono la biodiversità di flora e fauna e la riduzione dei costi di manutenzione, garantendo la fruizione di campi fioriti e di aree incolte semi-naturali.

I prati rustici svolgono in città e negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane;
- favoriscono l'abbassamento delle temperature superficiali, contrastando gli effetti dell'isola di calore urbana;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono le fioriture spontanee e la biodiversità;
- grazie agli sfalci selettivi, favoriscono la fruizione e una buona accettazione da parte delle persone di aree all'apparenza incolte.

Prati fioriti a sfalci differenziati nel parco di Montévrain, in Francia. Il parco ha una estensione di 20 ettari, si sviluppa ai margini dell'abitato residenziale del paese, in un'area periurbana al confine coi campi agricoli. Gli elementi connotanti il parco sono quelli tipici della campagna: praterie, siepi, piccoli boschetti, una vasta zona umida associata alla creazione di un bacino di acque piovane. All'interno dell'area pubblica ci sono anche piccoli frutteti e orti. Essendo un'area molto vasta e in un contesto periurbano, il parco ha ampie aree a prato a gestione differenziata. Tagliare l'erba in ampie fasce limitrofe ai camminamenti, ma lasciarla crescere su grandi distese, favorisce lo sviluppo delle specie da fiore e la biodiversità. Lo sfalcio può essere effettuato da agricoltori per l'alimentazione animale, consentendo un contenimento dei costi relativi alla gestione di queste aree. Se le aree a sfalcio sono ben visibili anche da lontano garantiscono un effetto di cura. I prati assumono effetti volumetrici sorprendenti dal punto di vista paesaggistico e le persone possono fruirli. (Progetto e foto di Atelier Urbicus)

PRATO RUSTICO A SFALCI DIFFERENZIATI

Il prato rustico è un manto formato da graminacee robuste nel senso più ampio del termine, simile ai prati naturali. Per il suo aspetto, il prato rustico non viene usato nei giardini privati, ma è eccellente per le aree ad alta fruizione, per il rinverdimento delle zone a rischio di frana e con particolari fragilità idrogeologiche; le sue radici folte e profonde lo rendono resistente a diverse avversità o criticità del suolo. Nelle aree verdi urbane è possibile prevederne una manutenzione differenziata con conseguente riduzione dei costi: infatti si sottopongono a tagli regolari i camminamenti, o le strisce che fiancheggiano i percorsi pedonali, mentre le porzioni adiacenti sono sfalciate molto di rado, anche solo due-tre volte all'anno, con il risultato di ottenere erbe di altezza differenziata.

SPECIE CONSIGLIATE

I prati rustici sono consociazioni di diverse graminacee caratterizzate da alta resistenza al calpestio, basse esigenze nutrizionali e idriche, scarsa sensibilità agli estremi termici. La tessitura di queste specie è meno fine e morbida di quelle impiegate per i prati con caratteristiche ornamentali. I miscugli per questi prati sono formati da percentuali diversificate di varietà selezionate di *Festuca*, *Lolium* perenne, *Poa pratensis* e *Cynodon dactylon* (la comune gramigna); nelle aree più calde, quest'ultima può essere utilizzata in purezza. In particolare:
- NEL NORD E CENTRO ITALIA, FRESCO E TERRENI SCIOLTI *Lolium perenne e Poa pratensis* nelle percentuali di 70-30;
- NEL NORD, CENTRO E SUD ITALIA, ISOLE COMPRESE, CALDO UMIDO IN ESTATE E TERRENI ARGILLOSI *Festuca arundinacea e Poa pratensis* nelle percentuali di 90-10;
- NEL NORD E CENTRO ITALIA, ZONE DI SEMI-OMBRA OD OMBRA *Festuca arundinacea e F. rubra* nelle percentuali di 80-20;
- NEL CENTRO E SUD ITALIA, ISOLE COMPRESE, CLIMA MEDITERRANEO LUNGO I LITORALI, ZONE VENTOSE E ASSOLATE, POCA ACQUA DISPONIBILE macroterme come *Cynodon, Paspalum e Zoysia*.
- AREE NON SOGGETTE AL CAMMINAMENTO Una ottima alternativa alle graminacee per le aree non soggette al camminamento è il trifoglio, specie azotofissatrice, quindi non bisognosa di concimazioni, che non va mai sfalciata; per contro risente della carenza idrica.

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree interessate da prati rustici a sfalci selettivi sono ideali per aree verdi estensive, a bassa manutenzione e a elevata naturalità, in cui si voglia garantire alla popolazione la fruizione. Gli sfalci























SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



selettivi consentono l'attraversamento e la sosta, mentre le aree non sfalciate sono dedicate al potenziamaneto delle biodiversità.

⇢ FRUIZIONE Media e/o Medio-Alta

⇢ COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Se si vuole che le aree a sfalci differenziati in ambito urbano siano fruite è necessario che gli sfalci siano progettati e pianificati. Dal punto di vista operativo devono essere sufficientemente ampi ai margini dei percorsi pedonali, per 1 o 2 metri, così da restituire al fruitore che vi passeggia l'idea di un'area curata. Nelle aree di sosta gli sfalci possono ampliarsi e seguire forme geometriche differenti purché facili da realizzare con i mezzi meccanici quali tosaerba o trattori, evitando al minimo i tagli più costosi con decespugliatori manuali.
Sono consigliati sfalci selettivi periodici tra le 5-10 volte l'anno solo lungo i percorsi e le aree di sosta. Il resto delle aree possono essere oggetto di sfalcio periodico.

⇢ BIODIVERSITÀ Molto elevata

⇢ COME STIMOLARE LA CONOSCENZA DEI BENEFICI ECO-SISTEMICI GENERATI Questi prati possono essere scambiati per aree incolte e in abbandono e può essere utile disporre cartelli e segnaletica sui benefici erogati dalla vegetazione all'ambiente urbano.

CONTESTI DI APPLICAZIONE

⇢ ALL'INTERNO DEI PARCHI URBANI E NELLE AREE VERDI AI MARGINI DI FIUMI E COLTIVI
Questi tipi di prati è bene siano presenti nei parchi urbani, soprattutto quando molto estesi, oppure nelle aree verdi monumentali, come i prati che cingono le mura delle città storiche o che si trovano ai margini di aree urbane fluviali o di aree a coltivo e ad orti sociali. Ciò consente di ridurre gli sforzi economici delle amministrazioni, concentrando e riducendo le aree di sfalcio ad aree dedicate. Questi prati costituiscono habitat ideali per la fauna locale, soprattutto insetti e uccelli.

MANUTENZIONE

Il mese di settembre è il momento migliore per la semina nelle regioni settentrionali, mentre in maggio si effettuano le semine delle regioni meridionali. In entrambi i casi, occorre irrigare subito dopo la semina e intervenire con gli adacquamenti di soccorso in corrispondenza dei periodi più siccitosi.

COSTI INDICATIVI

⇢ 4,60 euro/kg: sacchi di sementi; le dosi di semina variano da 10 a 30 gr/mq a seconda della zona e delle specie impiegate;

⇢ i costi di impianto variano a seconda dell'estensione dell'area; per la formazione di prato su terreno con preparazione meccanica del fondo (pulizia dell'area, aratura/vangatura, erpicatura) con concimazione, semina manuale o meccanica, compresa fornitura di 100 g/mq di concime composto ternario, di 30 g/mq di seme, semina, rullatura, escluso eventuale ammendante organico ed irrigazione

- ⇢ superfici fino a 300 mq = ca. 5,01 euro/mq;
- ⇢ superfici da 500 a 1000 mq = ca. 2,64 euro/mq;
- ⇢ superfici oltre 2000 mq = ca. 1,45 euro/mq;

⇢ 0,04 euro/mq: sfalcio di aree verdi tra 250 e 500 mq, per 1-2 tagli (taglio del tappetto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante e con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);

⇢ 0,02 euro/mq: sfalcio di aree verdi oltre 500 mq (taglio tappetto erboso come sopra);

⇢ 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

⇢ Parco urbano Martin Luther King, Parigi - FR / Caso studio C4

⇢ Parco urbano Gleisdreieck, Berlino - DE / Caso studio C4

Parco Laiala a Serravalle, Repubblica di San Marino. Nelle immagini si vede l'evoluzione dei prati del parco, tagliati e gestiti secondo sfalci selettivi, dalla primavera all'autunno. I prati a sfalci differenziati evidenziato l'andamento delle stagioni, per cui sono verdi e brillanti in primavera, colmi di spighe dorate, brune o biancastre in prossimità dell'estate. Occorre intervenire con lo sfalcio in questa stagione poiché diventano bruni in autunno e poveri in inverno Gli sfalci differenziati dei prati consentono da un lato di guidare la fruizione verso le aree a maggiore manutenzione - favorendo nelle persone la percezione di cura - dall'altro permettono alle diverse specie di vivere e di evolversi creando un habitat favorevole alla vita di insetti e animali selvatici. Gli sfalci selettivi consentono inoltre di ridurre i costi di manutenzione dell'area. Il piano degli sfalci, oltre ad essere pianificato nelle diverse aree e stagioni, determina di fatto il progetto paesaggistico e fruitivo dell'area. Per garantire un effetto nell'arco delle stagioni è importante che lo sfalcio sia pianificato e condiviso con le maestranze che si occupano della manutenzione, ottimizzando da un lato le procedure e i costi di taglio con mezzi meccanici e dall'altro il controllo dei colori e l'evoluzione del paesaggio del parco nel tempo. La scelta di trattare i parchi in cui sono presenti ampie praterie con sfalci selettivi, oltre a permettere la libera fruizione e il controllo dei costi, favorisce soprattutto nei bambini occasioni di scoperta della natura, di educazione all'ambiente e rispetto delle diverse specie - vegetali e animali - che vivono in questi habitat. (Progetto Studio Pampa, con Studio Console-Lonfernini, foto Studio Pampa)

5

PRATI AD ELEVATO CALPESTIO
favorire la socialità, gestire la manutenzione

I tappeti erbosi a uso 'funzionale' rappresentano un investimento importante nelle città poiché impongono, oltre ai criteri estetici, anche parametri di sicurezza e di resistenza al logorio strettamente legati all'alta qualità dei prodotti impiegati e all'accuratezza dei lavori di preparazione, esecuzione e manutenzione.

I prati svolgono in città e negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane;
- favoriscono l'abbassamento delle temperature superficiali, contrastando gli effetti dell'isola di calore urbana;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la socialità, la fruizione e la convivialità delle persone.

Killesbergpark, Stoccarda. Si tratta di un grande parco urbano, ricavato da una cava e da grande sito dismesso.
Gli spazi pubblici del parco sono essenzialmente dei grandi prati verdi, intervallati dai percorsi e dagli spazi di sosta, ricavati nell'altezza dei dossi come nicchie verdi. Il prato erboso è molto curato e nelle pendenze del suolo le persone hanno l'abitudine e il piacere di sdraiarsi, sedere, giocare, fare dei pic-nic all'aperto.
(Progetto e foto di Rainer Schmidt Landschaftsarchitekten GmbH)

PRATI AD ALTO CALPESTIO

I prati ad alto calpestio sono adatti per la fruizione della popolazione, per attività ludiche, ricreative e sportive non professionali e si differenziano dai prati rustici, suscettibili di tagli differenziati, poiché - essendo più intensamente usati dalle persone - richiedono un maggior numero di tagli.
Nel bilancio delle amministrazioni, il taglio dei tappeti erbosi è una delle voci più significative e pertanto è utile nella progettazione del verde capire dove serve il prato ad elevato calpestio (che necessita di molti sfalci) e dove è possibile o utile introdurre prati e aree a maggior naturalità e minore manutenzione.

SPECIE CONSIGLIATE

L'altezza ideale dell'erba dei prati ad elevato calpestio è di 1,5 - 5 centimetri e va prevista irrigazione.
Le specie usabili hanno una tolleranza variabile rispetto all'altezza di taglio, quindi è necessario predeterminare quanti sfalci si intendono effettuare e quale sarà l'intensità di uso.

- SPECIE PIÙ IMPIEGATE *Agrostis, Festuca spp, Lolium perenne, Poa spp*

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree interessate da prati ad elevato calpestio, perché siano fruite, è necessario che siano curate e sfalciate con frequenza, per consentirne l'uso per il gioco libero dei bambini e la sosta per momenti di svago, riposo e convivialità.

- FRUIZIONE Alta-Molto Alta
- COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Il grado di fruibilità è in genere elevato, ma è direttamente proporzionale alla cura del manto erboso e alla presenza di attrezzature.
  Prati non curati e non attrezzati sono poco fruiti. In prati curati e attrezzati invece i cittadini si sentono accolti e sicuri: è facile organizzare un pic-nic perché l'erba è tagliata, ci sono tavoli e in taluni casi anche barbecue per organizzare pranzi all'aria aperta, è piacevole stendersi sull'erba per parlare con gli amici o riposare, i bambini possono giocare nei playground o al suolo, i genitori e gli anziani trovano spazi per sedere e parlare assieme o per giocare. Sono consigliati 12 sfalci l'anno ed è indispensabile che siano previste attrezzature di sosta, alberi per l'ombra, tavoli per il gioco e il convivio.
- BIODIVERSITÀ Molto bassa
- COME STIMOLARE LA CURA Per la cura dei prati è indispensabile il ruolo del manutentore pubblico, ma anche quello dei cittadini. Può essere utile disporre cartelli e segnaletica sul comportamento dei beni comuni e incentivare forme di presidio spontaneo da parte dei residenti, stimolando comportamenti civici.











SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA | QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI | RIDUZIONE DEL RUMORE | RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO | IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ | COMFORT URBANO E MICROCLIMA | FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO | IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA | BELLEZZA DELLA NATURA

CONTESTI DI APPLICAZIONE

IN AREE URBANE RESIDENZIALI E TERZIARIE E NEI PARCHI URBANI Questi tipi di prati è bene siano presenti nei parchi urbani e nei giardini pubblici, in aree dedicate, non estensive. Ciò consente di concentrare gli sforzi per i numerosi sfalci nei punti di maggiore attrattività, ove presenti sedute, playground, attrezzature per lo sport.
Altri spazi adatti ai prati sono le aree monumentali, ove insistono particolari vincoli storico-culturali (viste, monumenti,...), seppure sia indispensabile prevedere elementi per l'ombra e/o la sosta per poter favorire la fruizione. Per questo uso si impiegano specie meno rustiche e dalle foglie più fini.

I giardini comuni di Vauban, a Friburgo, Germania.
Le aree verdi del quartiere sono state pensate e sviluppate insieme ai residenti, così che molte strade e aree pubbliche sono a completa disposizione dei bambini e degli abitanti.
(Foto Luisa Ravanello)

Giardino pubblico adiacente al Museo delle Arti decorative di Francoforte sul Meno.
Il giardino è un grande prato con piccoli alberi, di terza grandezza, e alcune piante monumentali. Il prato può essere usato per pic-nic e momenti conviviali dai cittadini. In foto un compleanno informale organizzato da una famiglia.
(Foto Luisa Ravanello)

L'area verde che costeggia le sponde del Meno è perfetta per passeggiare, soprattutto in una bella giornata di sole.
Il tratto più frequentato si sviluppa tra i due ponti pedonali, lo Holbeinsteg e l'Eiserner Steg, lungo la cosiddetta 'riva dei musei' lungo il Meno, sul lato meridionale del fiume in cui si trovano alcuni importanti musei d'arte d'Europa.
(Foto Luisa Ravanello)

MANUTENZIONE

Nei prati a elevato calpestio è indispensabile una elevata manutenzione e risorse dedicate agli sfalci. Tuttavia, gli sfalci non vengono effettuati in pieno inverno e in piena estate, quando le piante sono a riposo, mentre nelle altre stagioni è prevedibile un taglio ogni 15 giorni, prevedendo 12 sfalci all'anno. Altresì, se in un parco le aree a tappeto erboso non sono eccessivamente estese (o se sono concentrate) e se le si alterna ai prati rustici e alle masse arbustive, che hanno carattere più estensivo, o agli sfalci selettivi, anche i costi di manutenzione si abbassano. Con sfalci molto frequenti è poi possibile lasciare il prato sfalciato e sminuzzato sul suolo, prevedendo solo per le aree di maggior frequentazione lo smaltimento.
Queste azioni implicano comunque un piano delle manutenzioni articolato, ancor meglio se pianificato già in fase progettuale.
Una cura corretta dei prati prevede anche il controllo periodico del feltro che si forma nel corso del tempo e delle malattie.

COSTI INDICATIVI

- 5,0-9,5 euro/kg: sacchi di sementi (a seconda delle specie); le dosi di semina variano da 10 a 30 gr/mq a seconda della zona e delle specie impiegate;
- 0,17 euro/mq: sfalcio di aree verdi tra 250 e 500 mq, per 10-12 tagli (taglio del tappeto erboso nelle aree verdi e dei bordi strada con tosaerba a lama rotante o con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);
- 0,10 euro/mq: sfalcio di aree verdi tra 250 e 500 mq, per 10-12 tagli (taglio del tappeto erboso con tosaerba a lama rotante con sminuzzamento e rilascio dei materiali di risulta omogeneamente distribuiti, compresa rifilatura dei bordi);
- 0,08 euro/mq: sfalcio di aree verdi da 500 a 2.000 mq (taglio del tappeto erboso nelle aree verdi con tosaerba a lama rotante e dei bordi strada con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento e rifilatura dei bordi);
- 0,05 euro/mq: sfalcio di aree verdi da 500 a 2.000 mq (taglio del tappeto erboso con tosaerba a lama rotante con sminuzzamento e rilascio dei materiali di risulta omogeneamente distribuiti, da 10-12 tagli compresa rifilatura dei bordi);
- 0,06 euro/mq: sfalcio di aree verdi da 2.000 a 5.000 mq (taglio del tappeto erboso nelle aree verdi con tosaerba a lama rotante e dei bordi strada con con sminuzzatore a coltelli, con raccolta immediata del materiale di risulta, compreso onere di smaltimento, compresa rifilatura dei bordi);
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo;
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere ad Alborg - DK / Caso studio A1
- Parco urbano a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A3
- Parco urbano Martin Luther King a Parigi - FR / Caso studio A4
- Killesbergpark, Stoccarda - DE / Caso studio C4
- La Promenade du Paillon, Nizza - FR / Caso studio C4
- Parco Novello , Cesena- IT / Caso studio F40

6

COPRISUOLO E TAPPEZZANTI
potenziare la vegetazione urbana a bassa manutenzione

Coprisuolo e tappezzanti rappresentano una interessante soluzione per il verde urbano, poiché sono sistemi a bassa manutenzione.

Queste piante svolgono negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane e mantengono umidità nel suolo;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la biodiversità;
- riducono l'erosione del suolo dovuta dalla pioggia e dal vento;
- favoriscono la bellezza e la cura degli spazi pubblici.

I giardini della pioggia di Viale Matteotti a Milano Marittina, provincia di Ravenna. La copertura del suolo con tappezzanti consegue numerosi benefici sia per il substrato che viene così ricoperto sia per gli alberi e le persone. In generale, rappresentano una informazione indiretta per i cittadini avvisando che il terreno non è calpestabile e permettendo la creazione di ampie aiuole di collegamento tra le alberature utili per il collettamento della pioggia. Insieme agli arbusti di piccola taglia formano strette e lunghe aiuole idonee alla raccolta delle acque piovane. (Progetto paesaggistico Paolo Gueltrini e Adele Fiorani, foto Elena Farnè)

COPRISUOLO E TAPPEZZANTI

Il nome coprisuolo ne definisce la funzione: sono piante erbacee o arbustive che si accrescono con rapidità nel senso della larghezza e poco-pochissimo in altezza, capaci di ricoprire il suolo limitando la crescita di piante non desiderate.
Coprisuolo e tappezzanti sono state impiegate sia a scopo ornamentale poiché molte specie hanno belle fioriture, fogliame interessante o frutti invernali, sia per limitare i lavori di 'pulizia' delle aiuole dalle erbacee spontanee. Più di recente è stata rivalutata anche la valenza naturalistica di queste piante poiché grazie alla loro fitta rete di radici svolgono diverse funzioni:

- attenuano i movimenti del suolo e lo proteggono dalla pioggia e dal vento,
- permettono la nidificazione di molti animali oltre a produrre cibo a loro adatto,
- rappresentano un'ottima soluzione di continuità tra aree arborate e arbustate, imitando, di fatto, quanto accade nelle foreste naturali, che sono sempre provviste anche di un basso soprassuolo.

Le coprisuolo non amano forte esposizione al sole, proprio poiché provengono da habitat silvicoli, ma le specie originarie delle radure boschive, dei prati aperti, e delle pendici sassose di montagna o prospicenti le coste marine necessitano di luoghi a forte insolazione purché le temperature e l'umidità del suolo e dell'aria siano idonee.

SPECIE CONSIGLIATE

Per ogni tipo di inverdimento si reperiscono le piante adatte.

- SCARPATE, DUNE, SPONDE *Hypericum, Lonicera nitida, Cotoneaster salicifolius repens, Euonymus* fortunei e rampicanti o ricadenti come *Hedera e Jasminum nudiflorum.*
- ZONE IN OMBRA: dicondra, edera, pervinca, Pachisandra, sassifraga;
- ZONE IN OMBRA SOTTO ALLE CONIFERE lamio;
- ZONE IN MEZZ'OMBRA Ajuga, globularia, iperico, *Mentha pulegium*, Ophiopogon;
- ZONE AL SOLE A*chillea millefolium, Bellis perennis, Elymus arenarius, Helxine soleirolii, Hernaria, Isotoma fluviatilis, Lotus corniculatus, Phyla nodiflora, Sagina subulata*, timo, trifoglio;
- RESISTENTI AL CALPESTIO dicondra (anche sfalciabile), Isotoma, *Frankenia laevis, Phyla*, trifoglio (anche sfalciabile).

















SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree trattate a coprisuolo ad eccezione di alcune specie non sono calpestabili.

- FRUIZIONE Media o nulla a seconda delle specie impiegate
- COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Si può favorire la fruizione delle aree a coprisuolo accompagnandole o a sistemi di attraversamento - come ponticelli o pavimentazioni - o affiancandole a percorsi e ad aree a prato ad elevato calpestio o piantandole in aiuole cinte da muretti con funzione di seduta.
- BIODIVERSITÀ Molto alta
- COME STIMOLARE LA CONOSCENZA DEI BENEFICI ECO-SISTEMICI GENERATI Queste piante possono essere affiancate da piccoli cartelli e da segnaletica, per l'illustrazione botanica delle specie e dei benefici erogati all'ambiente urbano.

Il giardino delle Esperidi a Valencia, in Spagna. Si tratta di un giardino di circa 5 mila metri quadri, protetto e caratterizzato da alberi e da una vegetazione tappezzante di notevole bellezza, che invita a passeggiare e a rilassarsi, lontano dal rumore e dalla frenesia della vita quotidiana. (Foto Luisa Ravanello)

CONTESTI DI APPLICAZIONE

- ALL'INTERNO DEI PARCHI URBANI Nei parchi le piante coprisuolo possono essere piantate sotto gli alberi, realizzando ampi areali invalicabili, come ampi cuscini, in cui si sfalcia solo il bordo perimetrale.
- ALL'INTERNO DI PICCOLI GIARDINI Queste piante possono essere usate come alternativa al tappeto erboso, o essere piantate all'interno di ampie aiuole. In entrambi i casi la finalità è ridurre manutenzione e sfalci con un effetto di spazio verde curato.

MANUTENZIONE

Le coprisuolo sono piante impegnative al primo anno di impianto per contenere l'invadenza delle erbacee spontanee, ma se si utilizzano le biostuoie i lavori di manutenzione vengono ridotti o annullati. Sono disponibili sul mercato anche le zolle prevegetate, meno suscettibili alla presenza di ospiti indesiderati.
Richiedono l'irrigazione regolare il primo anno mentre in seguito l'adacquamento può essere di soccorso o nullo.

COSTI INDICATIVI

- 10 piante/mq - 1-2 euro/cad: erbacee perenni;
- 3 piante/mq - 5-10 euro/cad: rose coprisuolo e arbusti;
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo;
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Jardin des Amaranthes, Lione - FR / Caso studio C4
- Parco urbano di Boulogne-Buillancourt, Parigi - FR / Caso studio C4
- Parco urbano Martin Luther King, Parigi - FR / Caso studio C4

Il giardino all'interno delle mura di Fort Saint-Jean si trova a Marsiglia, in Francia. Il giardino è realizzato tra i resti di pietra e le pareti del forte. La vegetazione strisciante e arbustiva è costituita dalla flora mediterranea, che ha una grande capacità di adattamento al clima. (Progetto Après la Pluie, Foto Luisa Ravanello)

7

PIANTE PIONIERE
ricolonizzare il soprasuolo, favorire la biodiversità

Il soprassuolo è, in stretto senso agronomico, lo strato di terreno più superficiale denso di vita, ma con questo termine si intende anche la vegetazione che dimora sopra a un substrato naturale. Ai fini di individuare quelle categorie di piante meglio capaci di resistere alle avverse condizioni urbane, abbiamo considerato sia la tipologia vegetale (erbacee/legnose) sia le modalità di consociazione naturali o determinate dall'uomo.

Negli ambienti urbani, le specie pioniere si sviluppano nei terreni e nei suoli in abbandono, ma possono essere 'aiutate' anche dall'uomo, in quei processi di rinaturalizzazione di suoli minerali. Il ruolo delle specie pioniere è molteplice:

- precedono le altre specie nella conquista di nuovi substrati;
- incidono sullo svolgimento della rigenerazione dei suoli;
- favoriscono la biodiversità e la stabilità ecologica del sistema.

Il *Jardin Joeux* di Aubervilliers, ricavato da un parcheggio dismesso. L'area è stata oggetto di desealing, mantenendo l'asfalto frantumato in loco, a cui è seguita una fase di semina con cui velocizzare i processi naturali di colonizzazione delle piante. (Progetto e foto di Wagon landscaping)

VEGETAZIONE PIONIERA

Un suolo denudato da coperture impermeabili di varia natura si riveste molto rapidamente di nuova vegetazione definibile pioniera, essendo in grado di insediarsi in modo spontaneo in un terreno povero, spesso sterile, senza essere facilitata da cure colturali quali concimazioni e irrigazioni.
Secondo la definizione di Faliński le 'specie pioniere' possiedono alcune proprietà biologiche e ecologiche grazie alle quali sono in grado di svolgere numerose funzioni:

- approfittano delle condizioni di habitat estremi per realizzare il loro ciclo vitale;
- acquistano la capacità di adattarsi a condizione estreme;
- trasformano le condizioni estreme in condizioni ottimali per la vita di altre specie vegetali e animali;
- precedono le altre specie nella conquista di nuovi substrati;
- decidono lo svolgimento delle fasi iniziali della successione primaria o secondaria e lo svolgimento della rigenerazione negli aggruppamenti forestali;
- hanno l'abitudine di ritirarsi una volta che si raggiunge la stabilità ecologica del sistema.

I neo-insediamenti vegetali sono quindi molto dinamici, evolvendosi nel tempo, e avvengono secondo una serie di stadi che hanno inizio appunto da un suolo sterile e procedono per progressivo aumento della complessità biotica fino a uno stadio maturo, ammesso e non concesso che l'uomo permetta l'evoluzione naturale senza interferire.
È tuttavia possibile favorire l'insediamento delle specie pioniere apportando suolo vegetale anche in piccoli spessori, aumentando la fertilità biologica con l'uso di humus e acidi umici e irrigando ogni due settimane nel periodo più siccitoso. Inoltre, per accelerare il processo, si possono seminare specie erbacee spontanee locali inserendo anche leguminose che apportano azoto.

SPECIE

Le pioniere sono, in prima battuta, licheni e muschi subito seguiti da piante di tipo erbaceo annuale o perenne ma nel corso di pochi anni compaiono esemplari arbustivi e arborei; in tutti i casi, i semi provengono da disseminazione eolica, quando sono le stesse specie che si reperiscono nelle aree più vicine, o da disseminazione animale, quando appaiono specie le cui madri sono lontane molti chilometri. Se si desidera immettere la vegetazione fin da subito, si possono utilizzare le specie indicate nei paragrafi riguardanti i prati naturalizzati, prati fioriti e rustici.

- GRAMINACEE *Arundo donax, Carex spp., Juncus, Phragmites australis, Mentha acquatica, Scirpus spp, Tyhpa latifolia*
- ERBACEE PERENNI *Alisma plantago-aquatica, Caltha palustris, Iris spp, Lythrum salicaria, Ranunculus, Thalia*

















SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree urbane interessate da vegetazione pioniera hanno una bassa fruibilità, dovuta all'accrescimento spontaneo e variabile - a tratti anche molto vigoroso - delle differenti specie che colonizzano il suolo. Ciò, tuttavia, può generare senso di incuria o - in aree vaste - abbandono e paura.

- FRUIZIONE Bassa/Molto bassa
- COME FAVORIRE LA FRUIBILITÀ Per favorire la fruibilità di aree in presenza di vegetazione pioniera è utile prevedere alcuni passaggi di attraversamento o di bordo, a maggiore manutenzione e sfalcio, così da rendere possibile la fruizione o la vista.
- BIODIVERSITÀ Alta/Molto alta
- COME GENERARE CONSAPEVOLEZZA Vista la forte naturalità delle specie pioniere, è utile prevedere a margine delle aree segnaletica dedicata ai cittadini, di orientamento e di spiegazione dei servizi eco-sistemici erogati dalle piante che crescono e si evolvono secondo cicli naturali (rimineralizzazione del suolo, drenaggio urbano, biodiversità).

Differenti fasi di trasformazione dell'ex parcheggio di Aubervilliers, nel giardino roccioso *Jardin Joeux*. Le attività di semina e di primo adacquamento, avvenute dopo il *desealing*, sono servite a favorire la colonizzazione da parte delle piante. Il giardino ha una funzione didattica e temporanea e si ispira ai giardini alpini rocciosi tanto diffusi in Inghilterra nell'800 (Progetto e foto di Wagon landscaping)

CONTESTI DI APPLICAZIONE

- IN AREE URBANE E RESIDENZIALI In piccole e medie aree di desealing (ex parcheggi ed ex aree impermeabilizzate) ove siano stati frantumati i manti superficiali ma non rimossi gli inerti di cemento o asfalto, per rinverdire le superfici, anche con funzione transitoria e di giardino temporaneo (non necessariamente accessibile o fruibile) in grado di favorire il drenaggio urbano delle acque pluviali urbane. Tale azione è possibile previa caratterizzazione dei detriti, nel rispetto della normativa sulle terre e rocce da scavo.
- IN AREE NATURALI E PERIURBANE E IN AREE COMMERCIALI E PRODUTTIVE In grandi aree di desealing (ex eliporti, ex aeroporti, ex parcheggi, ex aree industriali) ove siano stati frantumati i manti superficiali ma non rimossi gli inerti di cemento o asfalto, per colonizzare e rinaturalizzare ampie aree artificializzate (non necessariamente accessibile o parzialmente fruibili) con processi evolutivi naturali. Tale azione è possibile previa caratterizzazione dei detriti, nel rispetto della normativa sulle terre e rocce da scavo.

MANUTENZIONE

La vegetazione pioniera non richiede particolari azioni di cura e manutenzione, né di adacquamento. È possibile prevedere sfalci puntuali e periodici per il mantenimento della fruibilità dei percorsi spontanei e inerbiti.

COSTI INDICATIVI

- 7 euro/mq: integrazione dello strato superficiale di suolo con terriccio già umificato;
- 10-20 euro/mq: de-pavimentazione della superficie se minerale;
- 20-25 euro/mc: smaltimento terre e rocce da scavo.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Parco urbano Alter Flugplatz Kalbach, Frankfurt am Main - DE / Caso studio C2
- Giardino Jardin Joeux, Aubervilliers - FR / Caso studio D30
- Giardino temporaneo Texture Parking, Courtrai - BE / Caso studio D32
- Depave is Paradise, Canada - CDN / Caso studio E 33

8

PIANTE ACQUATICHE
fitodepurare le acque pluviali urbane, potenziare la biodiversità

In tutte le infrastrutture blu che si integrano con l'infrastruttura verde si usano specie tolleranti ai ristagni, come le piante ripariali, o specie acquatiche, viventi in habitat allagati. Queste ultime svolgono servizi di fito-depurazione, ovvero riproducono il principio di autodepurazione naturale tipico degli ambienti acquatici e delle zone umide.

Negli ambienti urbani, le piante acquatiche e le ripariali sono particolarmente indicate lungo canali e corsi d'acqua, nei bacini inondabili, nei laghetti e negli stagni, nei giardini della pioggia, nei fossati inondabili. Queste specie hanno diverse funzioni:
- favoriscono la depurazione naturale delle acque, degradano gli inquinanti disciolti;
- contribuiscono ad ossigenare l'acqua, riducendo l'effetto dei cattivi odori dovuti al ristagno;
- incrementano la biodiversità;
- hanno un elevato valore ornamentale, contribuendo ad aumentare l'attrattività degli spazi pubblici.

Bacino umido permanente nel parco Martin Luther King a Parigi. I percorsi consentono l'attraversamento del bacino e l'osservazione ravvicinata di canneti e fiori acquatici.
(Progetto e foto di Agence Jaqueline Osty)

VEGETAZIONE ACQUATICA E RIPARIALE

La vegetazione acquatica ha funzione fito-depurante assicurando una purificazione efficace dell'acqua che la attraversa lentamente, poiché costituisce un valido supporto alle colonie batteriche a questo deputate, le vere protagoniste filtranti. Gli elementi inquinanti (azoto, fosforo ecc.), derivanti dai liquidi domestici, sono assorbiti dal sistema biologico piante-batteri che restituisce all'ambiente umido acqua di qualità anche balneabile. È evidente che più la vegetazione è densa, maggiore è il prelievo del materiale indesiderato e migliore è il risultato finale.
Un sistema di fitodepurazione svolge una tripla azione:
- assorbe i sali minerali che derivano dalla decomposizione della sostanza organica;
- contribuisce alla riduzione dei germi patogeni;
- facilita la sedimentazione delle particelle in sospensione.

Oltre alle piante propriamente acquatiche vi sono specie che prediligono - o tollerano temporaneamente - un terreno saturo di acqua: fra queste si annoverano erbacee annuali o perenni, arbusti e alberi capaci di sottrarre dal liquido circolante gli elementi della fertilità a loro utili, se presenti nella forma chimica adeguata (azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, ferro, manganese, boro etc.).

SPECIE CONSIGLIATE

Oltre alle microfite, cioè alghe cellulari, le specie utilizzate sono macrofite e suddivisibili in:
- SOMMERSE *Ceratophyllum demersum, Elodea canadensis* (con tendenza infestante), *Myriophyllum spicatum, Vallisneria gigantea*
- EMERGENTI *Cyperus, Myriophyllum brasiliensis, Nymphaea, Potamogeton natans*
- GRAMINACEE *Arundo donax, Carex spp., Juncus, Phragmites australis, Mentha acquatica, Scirpus spp, Tyhpa latifolia*
- ERBACEE PERENNI *Alisma plantago-aquatica, Caltha palustris, Iris spp, Lythrum salicaria, Ranunculus, Thalia*
- ERBACEE, ARBUSTI E ALBERI RIPARIALI balsamina gialla, filipendula, felce palustre, iris, cornus, frangula, salici arbustivi, viburno, cipresso calvo, ontano, pioppo, salici arborei.























SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree interessate da vegetazione acquatica possono avere un alto valore ornamentale ed essere di grande attrattività per le persone, soprattutto bambini, affascinati dai colori e dagli animali che qui vivono (piccoli anfibi, farfalle, uccelli,...). Tuttavia queste aree hanno una bassa fruibilità, dovuta sia a suoli con presenza di acqua o terreni umidi, sia all'accrescimento vigoroso delle specie che può generare senso di incuria.

- FRUIZIONE Bassa
- COME FAVORIRE LA FRUIBILITÀ Per favorire la fruibilità di aree umide e in presenza di vegetazione acquatica è utile prevedere passerelle o piccoli ponticelli di attraversamento, belvederi in cui è possibile affacciarsi e percorsi di bordo, alternando le aree impenetrabili con punti di affaccio, sosta e attraversamento.
- BIODIVERSITÀ Molto alta
- COME GENERARE CONSAPEVOLEZZA Vista la natura infestante e occludente di certe specie, è molto importante avvalersi di personale specializzato con cui scegliere la vegetazione, nonché prevedere segnaletica dedicata ai cittadini, in cui spiegare i vantaggi e i servizi eco-sistemici erogati dalle piante a beneficio della salute umana e della qualità delle acque (ossigenazione, fito-depurazione, biodiversità).

Bacino umido nel parco Martin Luther King, a Parigi. Si distinguono ai bordi del bacino e lungo i percorsi, specie di *Phragmites australis, Typha latifolia, Sparganium erectum*. (Progetto Agence Jaqueline Osty, foto Luisa Ravanello)

CONTESTI DI APPLICAZIONE

- IN AREE URBANE E RESIDENZIALI In corrispondenza di aree verdi, giardini e parchi pubblici e in tutti i sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS)
- IN AREE COMMERCIALI E PRODUTTIVE Lungo canali e corsi d'acqua, vasche di laminazione e in tutti i sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS)
- IN AREE NATURALI E PERIURBANE Lungo canali e corsi d'acqua, aree umide.

Fioritura di ninfee all'interno di un laghetto di coltivazione presso un vivaio in provincia di Torino.
Vegetazione acquatica: *Phragmites australis, Tyhpa latifolia, Iris pseudacorus,* ninfee bianche e rosa.
(Progetto e foto di Azienda Agricola Il Vivaio Piante Acquatiche)

MANUTENZIONE

Nel caso di utilizzo della vegetazione acquatica nei sistemi SUDS occorre un controllo regolare durante il periodo vegetativo finalizzato a eliminare la vegetazione in eccesso. Si consideri una manutenzione periodica all'anno, con manutenzione e costi medio-bassi.
Gli impianti di fitodepurazione veri e propri sono invece gestiti da aziende specializzate, ai quali è deputato anche il controllo dei flussi idrici in arrivo e in uscita.

COSTI INDICATIVI

- 20-25 euro/mq o 4-5 euro/pianta: specie palustri fitodepuranti fiorite, a flusso sommerso e/o superficiale e/o flottante (4-5 piante al mq, ad es: *Iris Pseudacorus*);
- 10-15 euro/mq o 4-5 euro/pianta: specie palustri fitodepuranti, tipo canneto, a flusso sommerso e/o superficiale e/o flottante (2-3 piante al mq, ad es: *Phragmites australis, Tyhpa latifolia, Sparganium erectum*);
- 5-10 euro/mq: specie ossigenanti e fitodepuranti sommerse (1-3 mazzi al mq, ad es.: *Elodea Canadensis, Myriophyllum Spicatum*).

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Eco-quartiere La Confluence, Lyon - FR / Caso studio A2
- Eco-quartiere e parco urbano a Boulogne-Billancourt - FR / Caso studio A3
- Eco-quartiere e parco urbano Martin Luther King, Paris - FR / Caso studio A4
- Parco urbano Alter Flugplatz Kalbach, Frankfurt am Main - DE / Caso studio C2
- Lungo il Canale di Medicina (BO) - IT / Caso studio F3

9

MASSE ARBUSTIVE
migliorare il micro-clima, assorbire le polveri sottili, favorire la biodiversità

Le masse arbustive rappresentano una interessante soluzione per il verde urbano, poiché svolgono contemporaneamente differenti servizi eco-sistemici e richiedono bassa manutenzione.

Queste piante svolgono negli spazi pubblici diversi funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane e mantengono umidità nel suolo;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la biodiversità;
- riducono l'erosione del suolo grazie agli apparati radicali;
- favoriscono la bellezza e la cura degli spazi pubblici.

Place des Célestins a Lione, in Francia. La piazza storica è delimitata da una siepe ornamentale, bassa e molto larga, circa 3 mt.
La siepe cinge su tre lati la piazza, la protegge dal rumore delle auto e dalle polveri sottili, creando al suo interno benessere e comfort per le persone.
(Progetto Christine Dalnoky e Michel Desvigne, foto di Elena Farnè)

MASSE ARBUSTIVE

Un arbusto, o cespuglio, è una pianta perenne legnosa distinta da un cortissimo fusto centrale dal quale si dipartono, vicino al piede, nuovi rami tendenzialmente eretti, che formano le chiome prossime al terreno; si differenzia quindi dalle alberature che sono caratterizzate da un fusto unico ed eretto, con funzione di prolungamento in altezza, dal quale si dipartono i rami laterali caratterizzati da diametri di solito inferiori a quelli del fusto e distribuiti in un modo specifico lungo l'asse verticale.
I cespugli sono impiegati sia a scopo ornamentale come esemplari unici o in piccoli gruppi posti in aiuole o in mezzo a un prato sia per la formazione di diverse tipologie di siepi e masse arbustive:
- naturalistiche,
- di delimitazione degli spazi,
- di copertura del suolo,
- di recinzione e difesa.

Affinché una siepe svolga in modo efficiente la sua funzione, qualunque essa sia e qualsiasi forma abbia, è opportuno che si possano distinguere al suo interno almeno tre strati differenti per l'altezza a maturità, di cui uno basale, uno intermedio e uno apicale.

SPECIE CONSIGLIATE

Le siepi naturalistiche, ideali per le zone fiancheggianti i fossati inondabili e per la rinaturalizzazione in generale, sono masse di arbusti spontanei del luogo dove viene realizzata.
Sono denominate SIEPI CAMPESTRI perché un tempo, prima della meccanizzazione spinta dell'agricoltura, costituivano i divisori tra i vari appezzamenti e la delimitazione delle proprietà, costeggiando le capezzagne e le scoline, ove le radici trattenevano la terra lungo le scarpate e le chiome con il loro ombreggiamento limitavano il rigoglio vegetativo dell'erba nei canali. Le siepi naturalistiche sono quindi formate da specie capaci di resistere sia agli eccessi idrici sia a periodi siccitosi o comunque agli andamenti idrici caratterizzanti i luoghi ove si insediavano. Alcune direttive europee ne raccomandano la piantagione per la formazione dei corridoi ecologici e, soprattutto, per l'avifauna, che qui nidifica e trova cibo tutto l'anno. Per tale motivo non sono soggette a potature né a trattamenti con agrofarmaci. Nelle pianure del nord Italia e nelle zone europee a clima continentale sono così formate:
- strato basale composto da cespugli spinosi fino a 2-3 metri di altezza, generalmente di prugnolo, biancospino, rosa canina, e da vegetazione erbacea;
- strato intermedio composto da arbusti quali nocciolo, corniolo, sambuco, viburno, ligustro, evonimo che vanno dai 2 ai 5 metri di altezza;
- strato apicale formato dalle chiome degli alberi, di solito salici, pioppi, platani, ontani e aceri campestri.

















In alto a sinistra. Aree gioco all'interno del parco urbano di Boulogne-Buillancourt, delimitate da siepi, arbusti e masse vegetate. Le piante, nell'alternanza delle stagioni, garantiscono una elevata protezione dal rumore e dalle polveri, favorendo un miglioramento del micro-clima e la biodiversità.
Le siepi possono svolgere infatti l'effetto pacciamante e ornamentale grazie agli arbusti usati come coprisuolo.
(Progetto Agence TER, foto Elena Farnè)

Le SIEPI DI DELIMITAZIONE DEGLI SPAZI sono di solito disposte a filare, troppo spesso a formare un muro vegetale anche quando non occorre, con andamento lineare e regolare, a fila semplice o doppia, composte da specie arbustive con una densità da 1 a 3 individui ogni metro lineare, mono o plurispecifiche. Sono ampiamente usate nei giardini formali - per la creazione di aiuole e/o la separazione tra il prato e le specie erbacee o arbustive da fiore o da frutto - e lungo i confini dei giardini condominiali.

- nei giardini storici le specie più impiegate sono bosso, alloro, mirto tra le sempreverdi di medio-bassa statura, o faggi e carpini tra le caducifoglie più alte.
- nei giardini condominiali le specie più impiegate sono purtroppo evonimo, sinforina, ligustro, lauroceraso, cotoneatri, piracanta, pittosforo e photinia tra quelle di medio-bassa statura e cipressi dell'Arizona, tuie e leilandi tra le più alte, tutte piante le cui altezze e diametri naturali sono da 3 a 20 volte quelli imposti dalle potature.

A esclusione dei giardini storici, nei quali la scelta delle specie da piantare è vincolata dal rispetto della coerenza filologica, le piante da mettere a dimora devono essere quelle proporzionato allo spazio che hanno a disposizione.

- nelle aiuole di confine lunghe e strette, al di sotto dei 100 cm, è meglio impiegare i rampicanti che raggiungono l'altezza determinata dalla rete di recinzione, eventualmente irrobustita da una trama di fili d'acciaio; se invece lo spazio a disposizione a disposizione è maggiore, si utilizzano con successo le stesse specie viste nelle siepi naturalistiche con l'inserimento di "esotiche" aventi le stesse esigenze ambientali e di cura.
- nei giardini moderni vengono utilizzate le arbustive per la copertura del suolo subito sotto le chioma delle arboree; come detto nel paragrafo delle tappezzanti, questa disposizione simula la dinamica forestale con numerosi vantaggi estetici e ambientali e riduzione dei costi di cura soprattutto a medio-lungo termine. A tale scopo, i cespugli di bassa statura e a portamento allargato sono idonei a ricoprire il suolo limitando l'insediamento di graminacee indesiderate aggiungendo, rispetto alle pacciamature, fioriture spesso molto interessanti; ad esempio le varietà basse di ceratostigma, *Cornus canadensis*, cotoneastro, evonimo, gaulteria, lonicera, maonia, ortensia, pittosforo (da impiegare ai margini dell'ombra proiettata dagli alberi) e viburno sono adatte a questo scopo sopportando abbastanza bene o, addirittura, desiderando la condizione di semi-ombra che qui si crea.

Al centro e in basso a sinistra. Siepi di protezione tra l'abitato del quartiere residenziale di Clichy-Batignolles e il parco Martin Luther King e tra il parco e le aree gioco.
Le siepi, con una conformazione naturalistica possono essere impiegate per ridurre l'eventuale impatto ambientale e paesaggistico sulle aree verdi fruite dal pubblico.
(Progetto Atelier Jaqueline Osty, foto Elena Farnè)

I CESPUGLI sono poco impiegati a scopo difensivo, costituiti da arbusti spinosi denominati anche 'armati', mentre invece potrebbero trovare un utilissimo impiego in sostituzione delle reti per delimitare le aree da proteggere dall'intrusione umana. *Crataegus, piracante, Poncirus trifoliata,* rose e spincervino sono specie quasi ubiquitarie, ma nelle zone più aride si privilegiano *Euphorbia, Pereskia, Agave, Carissa, Echinopsis,* i vari *Cactus*. A seconda delle specie o varietà impiegate si può ottenere anche un effetto ornamentale eclatante, piantando ad esempio *Rosa multiflora* con portamento a fontana, alta fino a 4 metri e larga oltre i 2 metri, fioritissima in maggio e molto poco costosa essendo usata nei vivai come portinnesto delle varietà più pregiate. L'avifauna, e in particolare i Turdidi, è ghiotta dei frutti prodotti da molte di queste specie all'interno delle quali nidifica e trova nutrimento nei periodi invernali, durante i quali gli utili insettivori si accontentano delle bacche rimanendo sul territorio e aiutando, nella primavera ed estate, a diminuire le popolazioni degli insetti parassiti delle piante.






















Le piante alimentari per l'avifauna.
Agazzino (Pyracantha coccinea), Agrifoglio (Ilex aquifolium), Alaterno (Rhamnus alaternus), Amareno (Prunus cerasus), Azzeruolo (Crataegus azarolus), Alloro (Laurus nobilis), Bagolaro (Celtis australis), Biancospini (Crataegus monogyna e C. oxyacantha), Caprifoglio alpino (Lonicera alpigena), Caprifoglio peloso (Lonicera losteum), Ciavardello (Sorbus torminalis), Ciliegio (Prunus avium), Corniolo (Cornus mas), Cotognastro (Cotoneaster nebrodensis), Crespino (Berberis vulgaris), Farinaccio (Sorbus aria), Fico (Ficus carica), Fillirea (Phyllirea latifolia), Frangola (Frangula alnus), Fusaggine (Euonymus europaeus), Gelso bianco (Morus alba), Gelso nero (Morus nigra), Ginepro (Juniperus communis), Kaki (Diospiros kaki), Lantana (Viburnum lantana), Laurotino (Viburnum tinus), Lentisco (Pistacia lentiscus), Ligustro (Ligustrum vulgare), Melo fiorentino (Malus florentina), Melo selvatico (Malus sylvestris), Mirabolano (Prunus cerasifera), Mirto (Myrtus communis), Nocciolo (Corylus avellana), Olivello spinoso, (Hippophae rhamnoides), Pado (Prunus padus), Pallon di maggio (Viburnum opulus), Pero a foglie di mandorlo (Pyrus amygdaliformis), Pero corvino (Amelanchier ovalis), Pero selvatico (Pyrus pyraster), Prugnolo (Prunus spinosa), Sambuco (Sambucus nigra), Sanguinello (Cornus sanguinea), Sorbo (Sorbus domestica), Sorbo degli uccellatori (Sorbus aucuparia), Spincervino (Rhamnus cathartica), Tasso (Taxus baccata), Terebinto (Pistacia terebinthus).

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI



FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

Le aree trattate con masse arbustive e cespugli non sono calpestabili.

- FRUIZIONE Media o nulla a seconda delle specie impiegate
- COME POTENZIARE LA FRUIBILITÀ Si può favorire la fruizione delle masse vegetate attraverso delle rarure a prato, prevedendo percorsi in quota di attraversamento o percorsi bordo in accompagnamento. Quando le masse arbustive sono particolarmente dense e impenetrabili possono destare nelle persone timore e può essere utile prevedere sistemi di illuminazione, in corrispondenza dei percorsi.
- BIODIVERSITÀ Molto alta
- COME STIMOLARE LA CONOSCENZA DEI BENEFICI ECO-SISTEMICI GENERATI I benefici erogati all'ambiente urbano dalle masse arbustive e dai cespugli sono davvero elevati, non solo rispetto ai servizi di regolazione, ma anche di supporto alla biodiversità animale che qui trova habitat sicuri. È perciò molto importante prevedere sistemi di segnaletica volti a spiegare i benefici apportati dalla vegetazione e a rispettarne gli habitat.

CONTESTI DI APPLICAZIONE

- ALL'INTERNO DEI PARCHI URBANI Nei parchi possono essere piantate per creare aree a maggiore naturalità a favore dell'avifauna.
- ALL'INTERNO DI PICCOLI GIARDINI Queste piante possono essere usare per definire i bordi e i confini dei giardini.

MANUTENZIONE

La manutenzione degli arbusti prevede di solito una potatura annuale, indispensabile per quasi tutte le specie impiegate per le fioriture, ma se si progetta in modo adeguato una siepe o una massa arbustiva gli interventi cesori possono essere limitati a intervalli di diversi anni e spesso volti alla eliminazione dei rami secchi o danneggiati o al ringiovanimento delle piante.

COSTI INDICATIVI

- 5-15 euro a pianta (molto variabile);
- 40-50 euro/mq: formitura e posa di essenze arbustive, comprensiva di terreno vegetale e strato di pacciamatura (a titolo indicativo, a seconda della dimensione delle piante, si possono considerare da 1 a 3 piante al mq);
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Jardin des Amaranthes, Lione - FR / Caso studio C4
- Parco urbano di Boulogne-Buillancourt, Parigi - FR / Caso studio C4
- Parco urbano Martin Luther King, Parigi - FR / Caso studio C4

10

ALBERI
garantire adeguati spazi alle piante, gestire gli impatti di calore e piogge

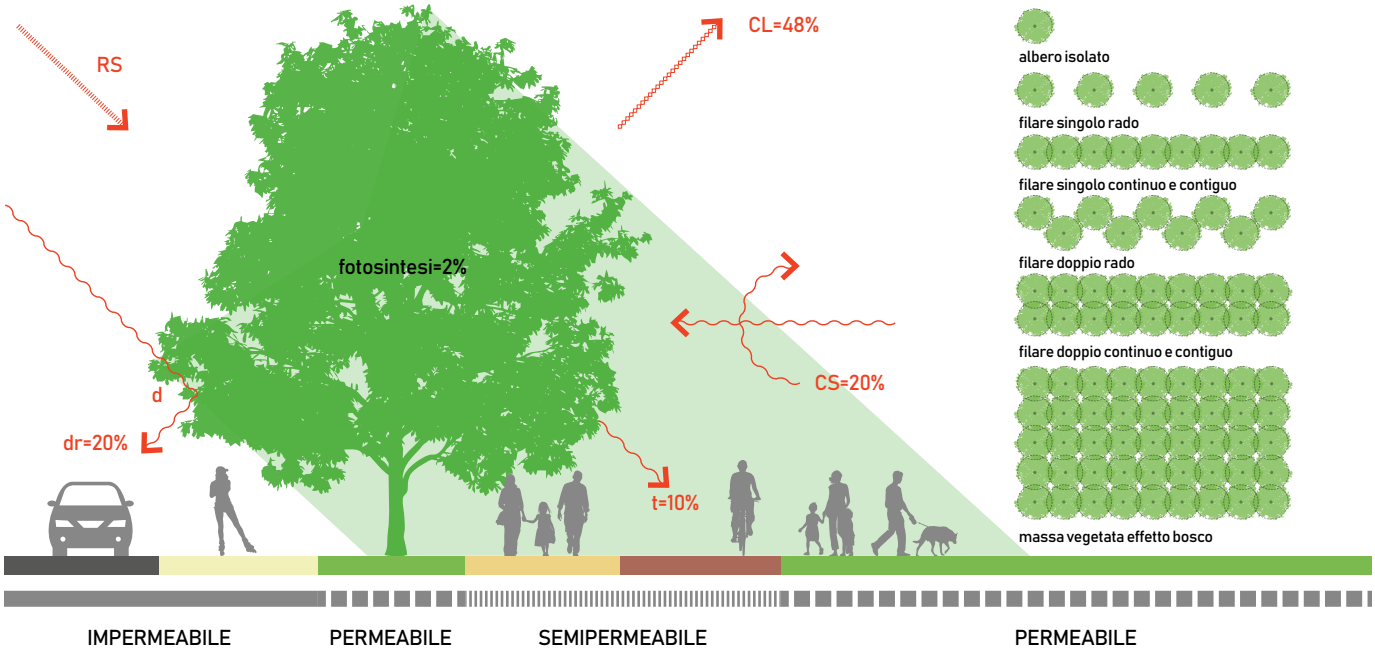
Gli alberi rappresentano una delle più importanti soluzioni ai problemi degli ambienti urbani, poiché svolgono contemporaneamente più funzioni di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico ed erogano differenti servizi eco-sistemici, da quelli di regolazione a quelli di produzione, sino a quelli culturali.

Gli alberi negli spazi pubblici svolgono diverse funzioni:
- producono ossigeno;
- contribuiscono alla gestione sostenibile delle acque pluviali urbane e a contrastare l'effetto *runoff*;
- abbassano le temperature contrastando l'effetto dell'isola di calore;
- contribuiscono a migliorare il microclima;
- assorbono le polveri e gli inquinanti atmosferici;
- favoriscono la biodiversità;
- riducono l'erosione del suolo grazie agli apparati radicali;
- svolgono la funzione di fitorimedio dei suoli;
- favoriscono la bellezza degli spazi pubblici generando valore di contesto e aumento dei valori immobiliari delle aree in cui vengono messi a dimora;
- stimolano il senso di identità e di appartenenza al luogo e il benessere psico-fisico delle persone.

I benefici che gli esemplari arborei apportano ai cittadini e all'ambiente sono davvero molteplici, dipendono da molti fattori e possono incidere sulla regolazione del calore e delle acque, sul miglioramento estetico della città e sulla regolazione dei gas climalternati e degli inquinanti.

ALBERI, EVAPOTRASPIRAZIONE E VENTO PER LA GESTIONE DEL CALORE

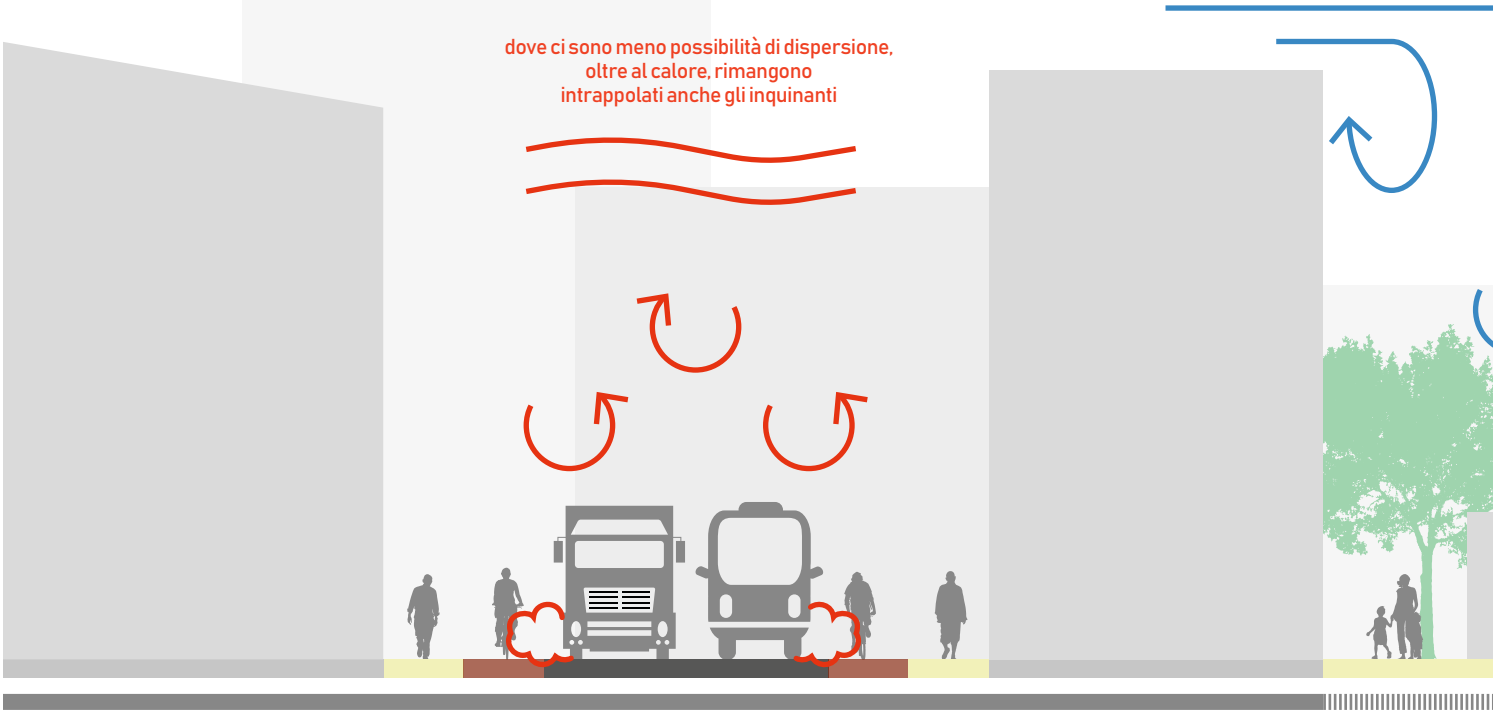
L'efficacia di raffrescamento di una massa vegetativa è generata dalla somma dell'effetto di evapotraspirazione e ombreggiamento ed è proporzionale alla continuità del primo e alla contiguità del secondo.
Lo stesso numero di alberi possiede una maggiore efficienza termoregolatrice quanto minori sono le loro distanze, compatibilmente con le esigenze di crescita, dipendenti dalla specie e varietà di appartenenza.
Perciò, a seconda della morfologia dello spazio urbano, gli alberi possono essere presenti come unico individuo, organizzati in filari (singoli, doppi, a gruppo o misti) o come massa vegetata.
Lungo i percorsi si utilizza il filare, mentre nelle piazze, nei giardini e nei parcheggi sia i filari (anche doppi) sia le masse vegetate che generano un effetto bosco. L'impiego complessivo e la messa a dimora degli alberi nelle diverse forme conferisce continuità all'infrastruttura verde della città.
Nella disposizione si deve tener conto della dimensione del raggio della chioma dell'albero che sarà la metà del sesto di impianto per impedire che l'accrescimento della chioma di un albero interferisca con la chioma di quello vicino.
Nelle strutture urbane edificate, in condizioni meteorologiche di assenza di vento, l'isola di calore determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento e non permette la dissipazione di calore.
Le strutture urbane verdi (in particolare quelle concentriche e diffuse), invece, abbassano la temperatura dell'aria innescando brezze urbane che vanno dal verde al costruito. L'effetto generale che deriva dagli scambi energetici è la moderazione del microclima grazie alla formazione di venti termici generati dalla presenza massiva di alberi.
La vegetazione, a seconda della disposizione, interferisce con la velocità del vento:



Le piante utilizzano una minima parte della radiazione solare (RS) per la fotosintesi (2%), ne riflettono circa il 20% (dr), il 10% (t) la trasmettono al terreno, il 20% la riemettono sotto forma di 'calore sensibile' (CS) e il 48% in 'calore latente' (CL) attraverso un meccanismo naturale che abbassa la temperatura dell'aria: l'evapotraspirazione, cioè l'emissione di vapore acqueo. Le persone che vivono grazie all'ossigeno rilasciato da 1 pianta sono 10. I benefici che trae un individuo che cammina protetto dagli alberi sono molteplici: l'ombra diretta, l'abbassamento della temperatura dell'aria e il fatto che la persona 'scambia' calore con un elemento che ha una temperatura più bassa. Lungo i percorsi generalmente si utilizza il filare, mentre nelle piazze, nei giardini e nei parcheggi sia i filari (anche doppi) sia le masse vegetate che generano un effetto bosco. L'impiego complessivo e la messa a dimora degli alberi nelle diverse forme conferisce continuità all'infrastruttura verde della città. Nella disposizione si deve tener conto della dimensione del raggio della chioma dell'albero che sarà la metà del sesto di impianto per impedire che l'accrescimento della chioma di un albero interferisca con quella vicino. (Rielaborazioni originali da Scudo, De la Torre, Josè / Illustrazioni REBUS, mostra *Città per le persone*)





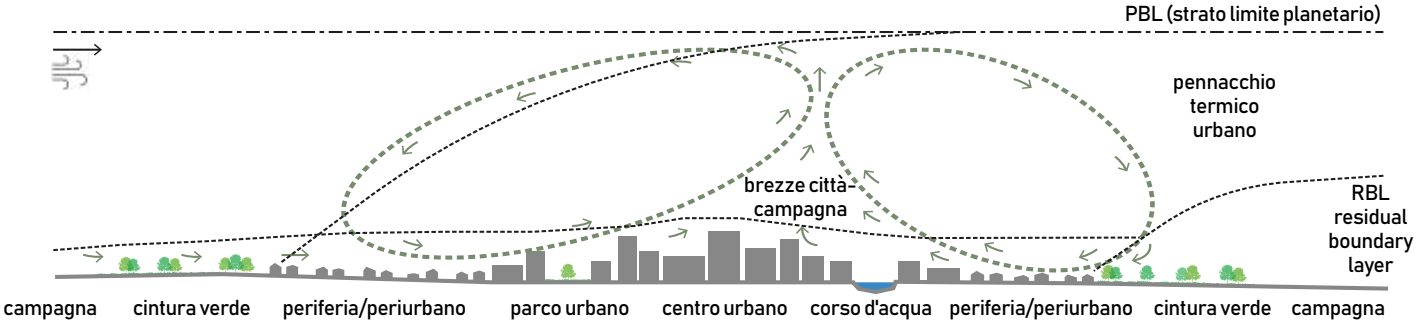


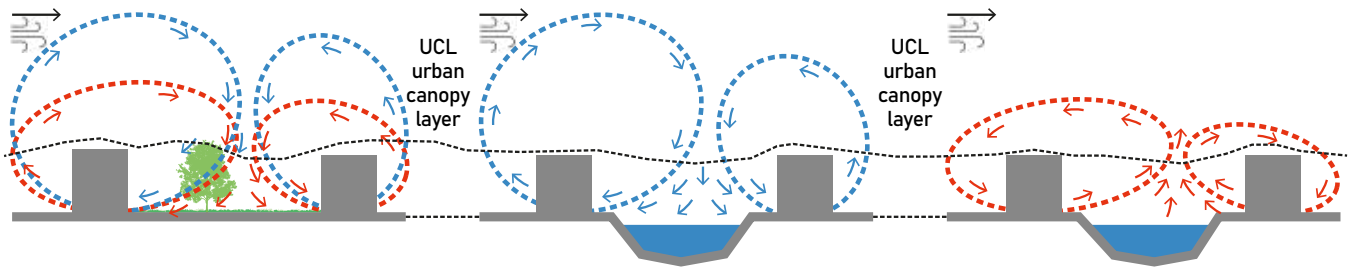
IMPERMEABILE

Nella parte sinistra dell'immagine in alto è riprodotto un tipico canyon urbano sprovvisto di vegetazione, dove gli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare restano intrappolati tra le pareti dell'edificato a causa della scarsa dispersione atmosferica.

Nella parte destra, invece, è rappresentato un sistema urbano non strettamente confinato dove gli elementi di flusso anemologico, interagendo con strutture superficiali dalle diverse caratteristiche, innescano moti turbolenti che facilitano la diffusione e, venendo a contatto con le superfici vegetali, possono dare luogo alla deposizione di inquinanti atmosferici.

La schema ripropone il caratteristico sviluppo della circolazione secondaria nello strato limite planetario sopra ad una città. L'aria che si trova sopra l'edificato si riscalda e, diminuendo di densità, sale creando una termica, mentre l'aria della periferia viene richiamata verso il centro della città per continuità fluidodinamica e si rinnesca il processo di sollevamento. L'aria che raggiunge il top dello strato di rimescolamento si raffredda per via del gradiente termico (-9.8°C/km) e diventanto più densa si muove verso il suolo, chiudendo la cella secondaria di trasporto.

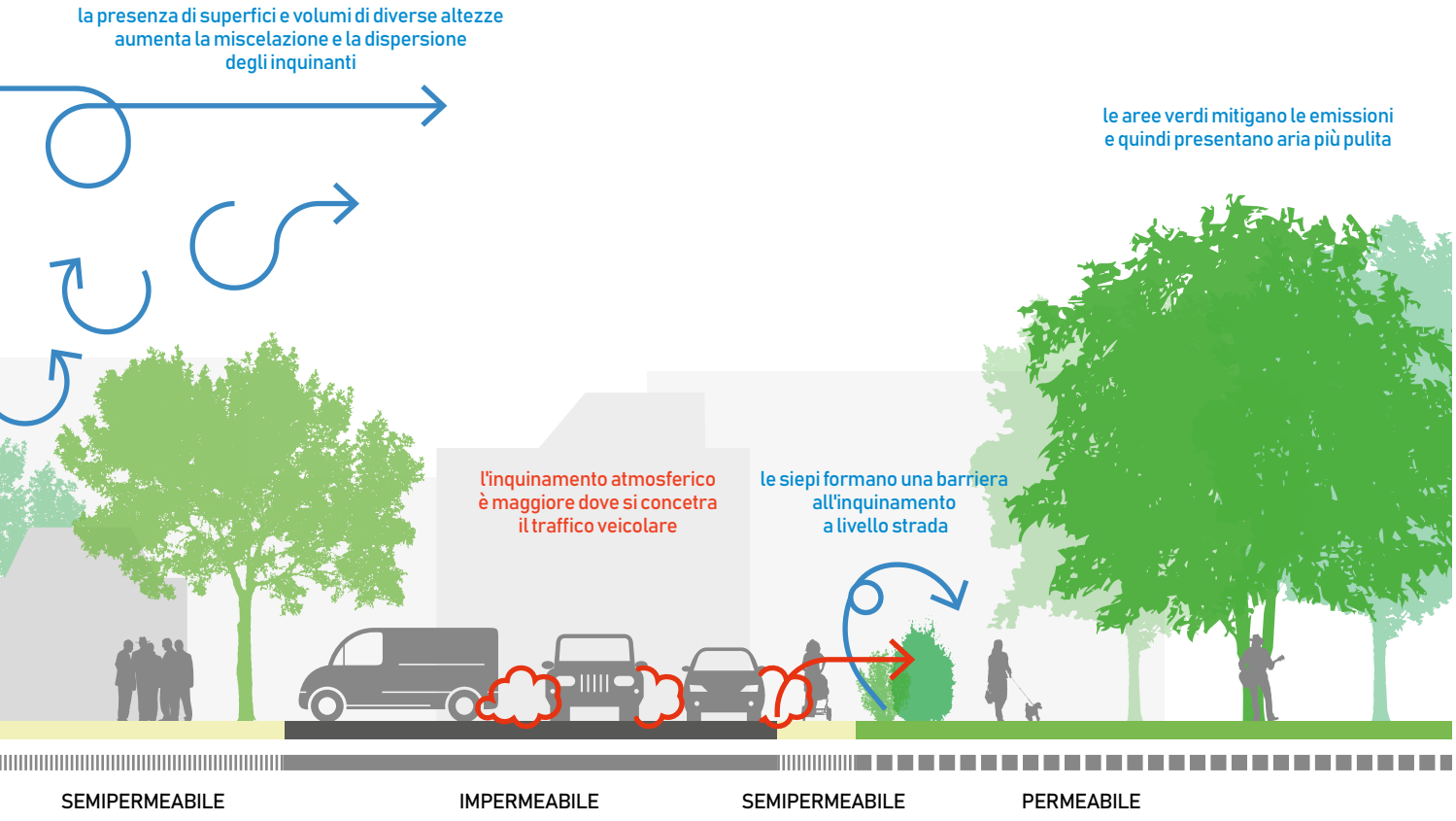




SISTEMA DELLE BREZZE NELLE AREE VERDI
(in alto diurno / in basso notturno)

SISTEMA DELLE BREZZE IN PRESENZA
DI VOLUMI O CORSI D'ACQUA
(raffrescamento diurno)

SISTEMA DELLE BREZZE IN PRESENZA
DI VOLUMI O CORSI D'ACQUA
(riscaldamento notturno)



Lo schema in basso a sinistra rappresenta la classica circolazione prodotta da una pozza fredda, generata dalla presenza di vegetazione tra gli edifici: il movimento verticale dell'aria, innescato dalla maggiore entalpia del costruito, ritorna verso la superficie sempre in virtù della continuità fluidodinamica. Si viene così anche in questo caso ad innescare un sistema di circolazione locale determinato dalle diverse temperature superficiali, ovvero dal differenziale termico costruito-vegetazione.
La schema in basso al centro mostra una dinamica atmosferica analoga alla precedente: qui il ruolo di pozza fredda è rappresentato dalla presenza di acqua a pelo libero. Il motore termico è sostanzialmente lo stesso del precedente con la vegetazione, in quanto nelle ore diurne l'acqua ha temperatura meno elevata del costruito circostante.

La schema in basso a destra rappresenta la dinamica della massa d'aria durante la notte: la temperatura dell'acqua supera quella degli edifici circostanti perchè la perdita di calore di questi ultimi è molto più rapida, avendo una inerzia termica inferiore. Come si può notare, i moti atmosferici hanno direzione contraria a quelli dello schema precedente.

- SE POSTA IN BARRIERA PERPENDICOLARE ALLA DIREZIONE DEL VENTO influenza il carico termico degli edifici ed è benefica in inverno riducendo la velocità dei venti freddi provenienti soprattutto da nord;
- SE POSTA IN BARRIERA PARALLELA ALLA DIREZIONE DEL VENTO 'conduce' le brezze verso obiettivi sensibili, quali possono essere i centri storici, tipicamente molto edificati e quasi privi di strutture a verde e di flussi d'aria rinfrescanti. L'obiettivo è di incanalare i venti estivi provenienti da sud-est e sud-ovest (ma è indispensabile verificare le condizioni localmente, poiché gli edifici modificano i flussi atmosferici).

Al fine di raffrescare, è inoltre opportuno impiegare alberi spoglianti a elevata evapotraspirazione, al fine di ottenere l'abbassamento della temperatura dell'aria nelle celle di brezza.
L'efficacia delle alberature nella termoregolazione è poi strettamente dipendente dalle relazioni spaziali tra pianta e pianta.

ALBERI E RIMEDI PER L'INQUINAMENTO

Le emissioni di gas e polveri che inquinano l'aria - dovute al traffico veicolare, la produzione industriale ed energetica, il trattamento dei rifiuti, le trasformazioni urbane, il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici - hanno una attività climalterante, oltre che inquinante.
I principali composti gassosi che inquinano e incidono sul clima sono il particolato (PM10, PM5, PM2,5), il biossido di carbonio (CO_2), l'azoto (O_3), il monossido e il biossido di azoto (NO, NO_2), il

biossido di zolfo (SO2), cui si sono aggiunti secondo recenti ricerche anche gli IPA, gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, come il benzene (C6H6), il naftalene (C10H8) e altri.
Il suolo e l'acqua possono essere altresì contaminati in maniera diffusa dalle deposizioni atmosferiche e, direttamente, da sversamenti nei fiumi, nei mari e nei terreni da composti quali arsenico, mercurio, nichel, rame e da composti clorurati.
L'inquinamento determina un'alterazione della composizione chimica naturale del terreno e acqua, provocandone uno squilibrio chimico-fisico e biologico che compromette gravemente le possibilità di sopravvivenza di micro e macro fauna e flora, determinando l'ingresso di sostanze dannose anche per l'uomo.
Le specie vegetali hanno un potere mitigante rispetto agli inquinanti e si distinguono tra loro in differenti 'specializzazioni':

- riduzione degli inquinanti presenti in atmosfera, attraverso il meccanismo della fotosintesi;
- i composti inquinanti sono eliminati tramite assorbimento e successiva metabolizzazione;
- cattura delle polveri ultrafini (PM10, PM5, PM2,5), grazie alla presenza di peli, rugosità e cere della superficie fogliare che funzionano come un filtro biologico;
- fitorimedio, consistente nell'estrazione dal suolo dei composti inquinanti per accumularli nelle radici e nelle foglie (fitoestrazione) o nella biodegradazione dei contaminanti organici dei terreni sfruttando la sinergia con i microrganismi presenti intorno e all'interno delle loro radici (fitorizodegradazione), che determina la cosiddetta 'fitostabilizzazione'.
- fitodepurazione, consistente nella cattura e stabilizzazione/demolizione degli inquinanti delle acque.

Il risultato è il recupero ambientale a costi ridotti rispetto alle convenzionali tecniche chimico-fisiche. L'applicazione di piante è efficace in modo particolare lungo strade e parcheggi e la scelta delle specie richiede personale qualificato.

ALBERI E QUALITÀ URBANA DELLO SPAZIO PUBBLICO

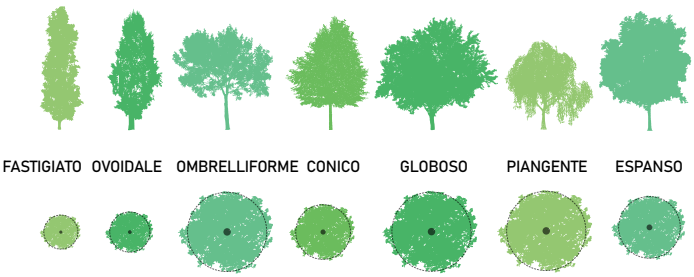
La scelta di una specie di albero deriva dal connubio tra forma dello spazio urbano e caratteristiche morfologiche delle piante, che comprendono dimensioni, portamento, colori del fogliame e variazioni stagionali e presenza di fiori e frutti.
Il portamento e la dimensione sono importanti, perché è attraverso questi due elementi che si definisce la dimensione e la forma dell'ombra, cioè i principali requisiti che lo spazio deve avere per consentire che un'attività venga svolta nelle adeguate condizioni ambientali.
Pertanto, la scelta delle specie vegetali in funzione della loro forma è in grado di determinare gli effetti termici dell'area a verde. L'elemento condizionante nella scelta delle specie arboree rimane sempre tuttavia la potenzialità di sopravvivenza e di crescita delle alberature, dipendente dallo spazio disponibile per le radici e per la chioma.
Gli alberi devono essere scelti in funzione del loro ruolo, dello spazio che li ospita e del loro portamento, che è differente per le diverse specie arboree.
I requisiti di portamento e dimensione sono fondamentali nella progettazione dello spazio urbano e una volta stabiliti è possibile scegliere le piante in funzione di località, clima, variazione cromatica, rusticità e contesto urbano.

- RESIDENZIALE alberi per ombreggiare il marciapiede, siepe per ombreggiare l'edificio e mantenere la privacy; parcheggi in ombra e schermati alla vista;
- RESIDENZIALE CON GIARDINO PRIVATO alberi per ombreggiare il marciapiede e le superfici impermeabili;
- ATTIVITÀ TERZIARIE alberi per ombreggiare il marciapiede e l'edificio, siepe per riparare dal traffico veicolare.

Considerato infine che gli alberi raggiungono il massimo accrescimento in diversi anni, è opportuno accompagnare la messa a dimora con arbusti e/o specie a più veloce crescita.



La scelta di una specie deriva dal connubio tra forma dello spazio urbano e caratteristiche morfologiche delle piante, che comprendono dimensioni, portamento, colori del fogliame e variazioni stagionali e presenza di fiori e frutti. Nei luoghi di maggior transito di persone la presenza di alberi e arbusti deve garantire l'ombreggiamento degli spazi pedonali e degli edifici, almeno nelle ore più calde. Lungo le strade, oltre che per l'ombra, alberi e piante svolgono anche una funzione mitigante degli inquinanti.
(Illustrazioni REBUS, mostra *Città per le persone*)











Nella scelta delle piante c'è un altro fattore determinante, legato alle specie. Il 'modello' attuale di scelta degli alberi predilige specie autoctone che crescono bene. Tuttavia la varietà di specie è assai ridotta rispetto ai tipi di piante utilizzabili tanto da produrre l'effetto di 'oligocoltura' (presenza di poche specie), compresa l'emissione contemporanea di grandi quantitativi di polline. Nelle città, che sono luoghi artificiali, per scegliere le specie vegetali occorre invece operare secondo i dettami dell'Ecologia Urbana, scienza che studia gli organismi viventi in ambito urbano. Quindi, oggi, per piantare l'albero giusto nel posto giusto è possibile ampliare il concetto di 'autoctono' in senso stretto adottando anche alcune di quelle specie che in città vivono a lungo e rigogliosamente senza necessitare di potature o di agrofarmaci. Tale opzione va sempre comunque effettuata con personale qualificato in materia agro/forestale.
Infine è determinante la modalità di cura da riservare alle piante non solo per la durata della loro vita – che in città viene accorciata di molto - ma anche in tutte quelle fasi preventive di messa a dimora nei contesti urbani e nei cantieri, *habitat* quanto mai ostili per qualunque essere vivente, soprattutto per quelli che non sono in grado di spostarsi per provvedere alle proprie esigenze.

ALBERI E INTERFERENZE CON I SOTTOSERVIZI

Gli alberi a dimora in ambiente urbano sono interessati da intensi conflitti con edifici, strade, infrastrutture e sottoservizi e, nella maggior parte dei casi, le esigenze costruttive e manutentive dei manufatti hanno la precedenza sulla tutela delle aree a verde interessate dai cantieri. I regolamenti comunali del verde prevedono norme di allestimento e conduzione dei cantieri edili nelle aree con presenza di alberi o di altra vegetazione e di definizione delle modalità d'intervento nel sottosuolo in prossimità di alberature. Tuttavia non sempre vi sono controlli adeguati da parte della Pubblica Amministrazione sulla conformità dei progetti e dei lavori nei cantieri verso le piante e ciò può generare condizioni di rischio sia per la salute degli alberi sia per l'incolumità dei cittadini. L'approccio migliore a tutela delle piante e finalizzato al massimo rendimento dei servizi che erogano alla salute dell'ambiente urbano è sempre quello preventivo, per cui occorre individuare figure esperte sia in fase di ideazione progettazione di un'opera pubblica sia in fase di cantiere per la sua costruzione e attuazione.

NUOVE PIANTAGIONI

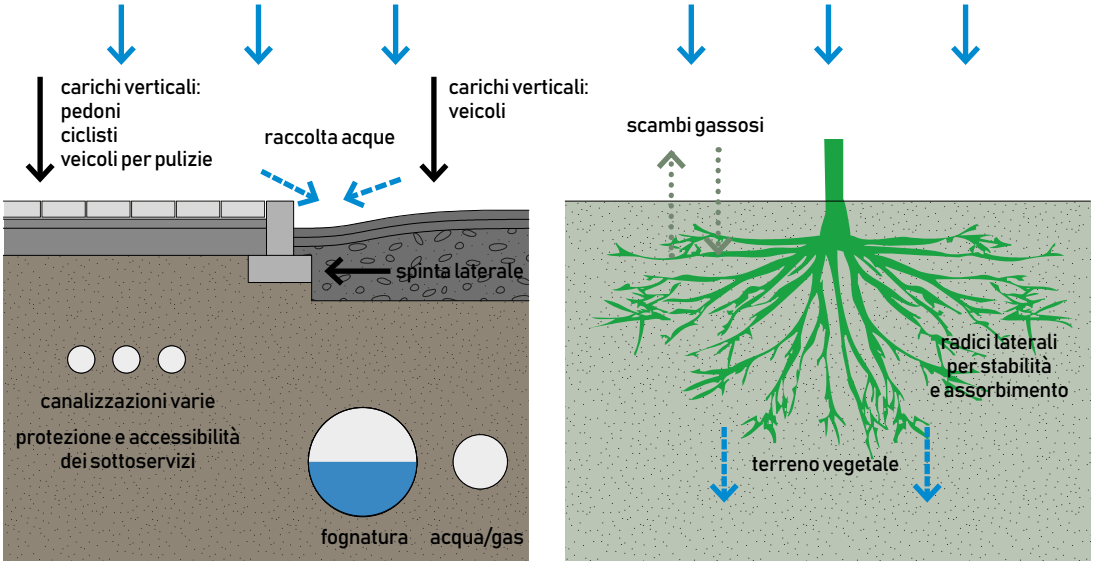
Per la messa a dimora degli alberi è di fondamentale importanza il rispetto della giusta epoca di piantagione:

- LATIFOGLIE A FOGLIA CADUCA devono essere trapiantate nel periodo di riposo vegetativo, in genere tra fine ottobre e marzo;
- LATIFOGLIE SEMPREVERDI mantenendo le foglie tutto l'anno, perdono acqua in un periodo in cui l'apparato radicale fatica a restituirla; pertanto vanno trapiantate nell'epoca antecedente lo sviluppo stagionale, prima dell'emissione di nuovi germogli. Ad esempio, il periodo ottimale per gli agrumi è quello estivo, che coincide anche con la potatura ai fini della fruttificazione;
- CONIFERE vanno trapiantate a marzo-aprile.

Se le piante sono a radice nuda, è meglio evitare il pieno inverno, perché le gelate potrebbero essere fatali; è consigliabile rifilare le radici con un taglio netto e disinfettarle con sali di rame. In commercio sono presenti piante allevate in vaso che, se ben coltivate, possono essere messe a dimora in ogni epoca dell'anno, ma occorre prevenire i danni da eventi climatici sfavorevoli con maggiore attenzione rispetto alle piante messe a dimora nei periodi suindicati, soprattutto per quanto riguarda il deficit idrico.

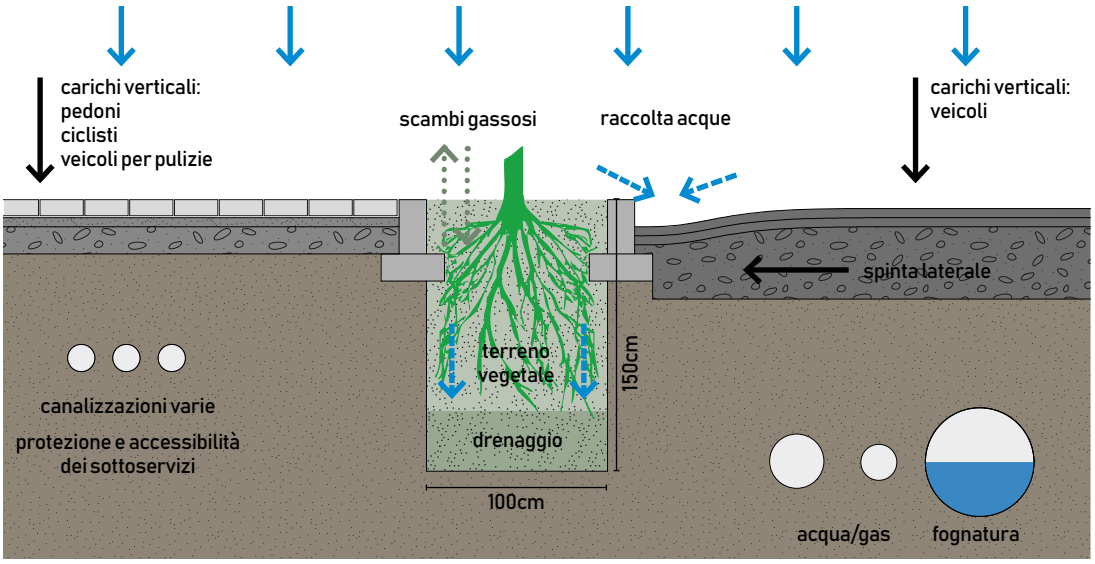
Strade e marciapiedi per mantenersi nel tempo devono resistere ai carichi permanenti e mobili di veicoli e persone e all'acqua di dilavamento stradale. I sottoservizi devono essere alloggiati ad adeguate profondità rispetto ai carichi e ad opportune distanze dagli apparati radicali delle piante. Devono essere inoltre accessibili per azioni di manutenzione.

Gli alberi, per crescere e svilupparsi nel tempo in un ambiente ostile come quello urbano, hanno bisogno di essere messi a dimora nel terreno vegetale in spazi sufficientemente ampi e profondi e privi di interferenze. Grazie al corretto dimensionamento dello spazio di posa le radici possono crescere, favorire la stabilità della pianta e la rigogliosità della chioma, mentre suolo e apparati radicali captano acqua piovana e favoriscono scambi gassosi utili all'accrescimento.



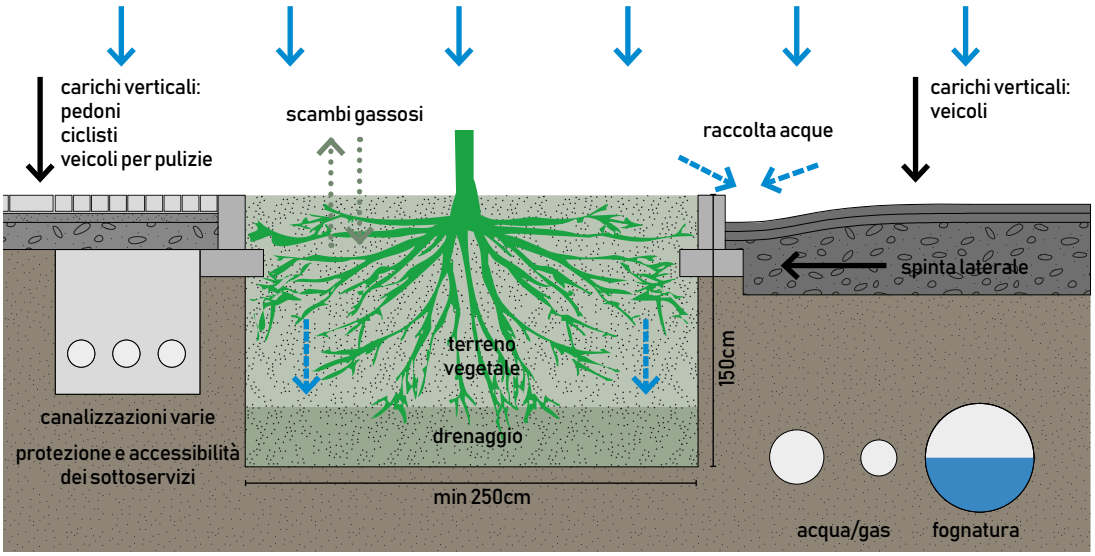
LE ESIGENZE DI INFRASTRUTTURE E SOTTOSERVIZI A CONFRONTO CON QUELLE DI ALBERI E VEGETAZIONE

Nella progettazione di strade e marciapiedi è fondamentale prendere in considerazione sia gli spazi necessari per il funzionamento e la manutenzione dei sottoservizi, sia le dimensioni che consentano un adeguato accrescimento di alberi e verde urbano, affinchè non vi siano interferenze nella convivenza dei diversi sistemi.



IPOTESI PROGETTUALE #1

La convivenza tra infrastrutture e alberi è possibile grazie ad aiuole di dimensioni minime L100xH 150 cm dove piantare un albero di III grandezza.
Le pavimentazioni stradali devono essere delimitate da cordolature e la trincea di posa dei sottoservizi posizionata a debita distanza dall'aiuola.
L'aiuola deve essere riempita con terreno vegetale privo di detriti per consentire lo scambio gassoso, l'infiltrazione, e l'apporto delle acque meteoriche dal marciapiede.
Nel riempimento della buca dell'aiuola è opportuno prevedere un fondo di materiale drenante.



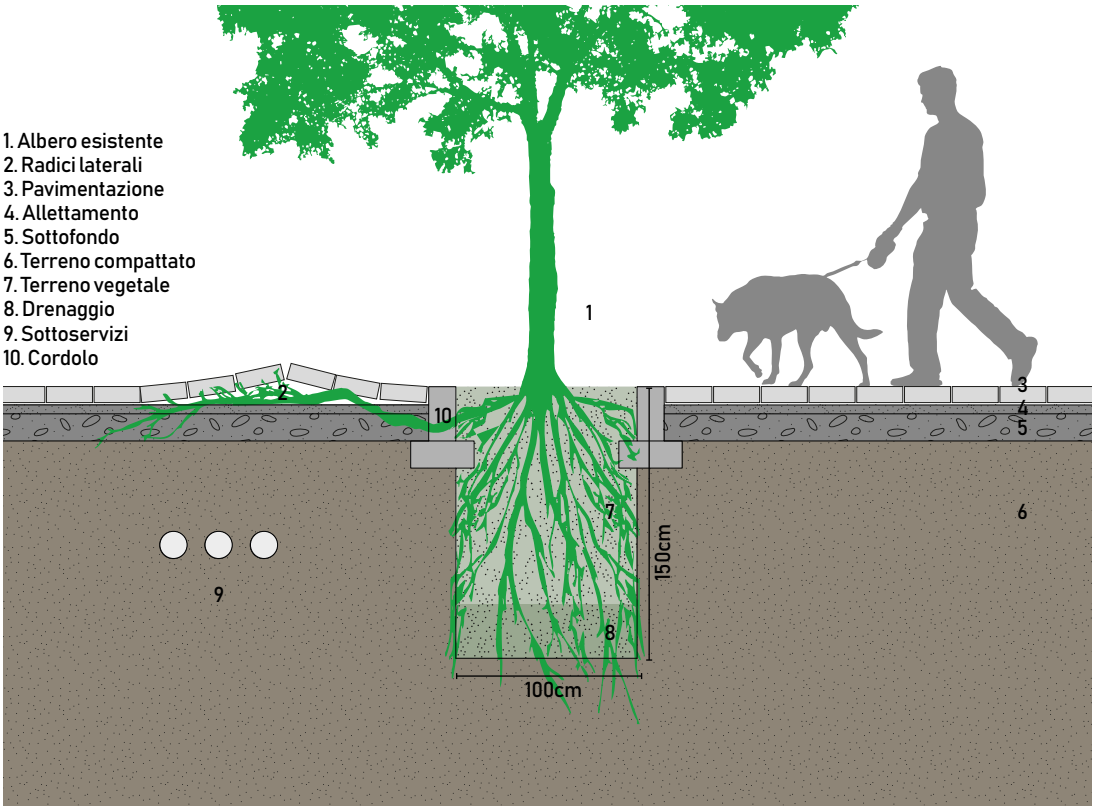
IPOTESI PROGETTUALE #2

È possibile rendere ancora più performante la convivenza tra infrastrutture e alberi realizzando aiuole di dimensioni minime L250 xH150 cm che riempite con terreno vegetale possono ospitare un albero di II grandezza.
È opportuno delimitare le pavimentazioni stradali dalla buca per l'albero con cordolature contenitive e organizzare la posa dei sottoservizi a debita distanza dall'aiuola, possibilmente in cavedio ispezionabile o con pavimentazioni/lastre facilmente amovibili.

0 0,5 1m

Alla base delle alberature, sulle banchine ai lati delle strade e nelle aree di parcheggio, deve sempre essere previsto uno spazio libero, non pavimentato, di terreno permeabile che permetta un regolare sviluppo del sistema radicale con una riduzione dei danni dovuti all'accrescimento delle radici nelle adiacenti superfici pavimentate.

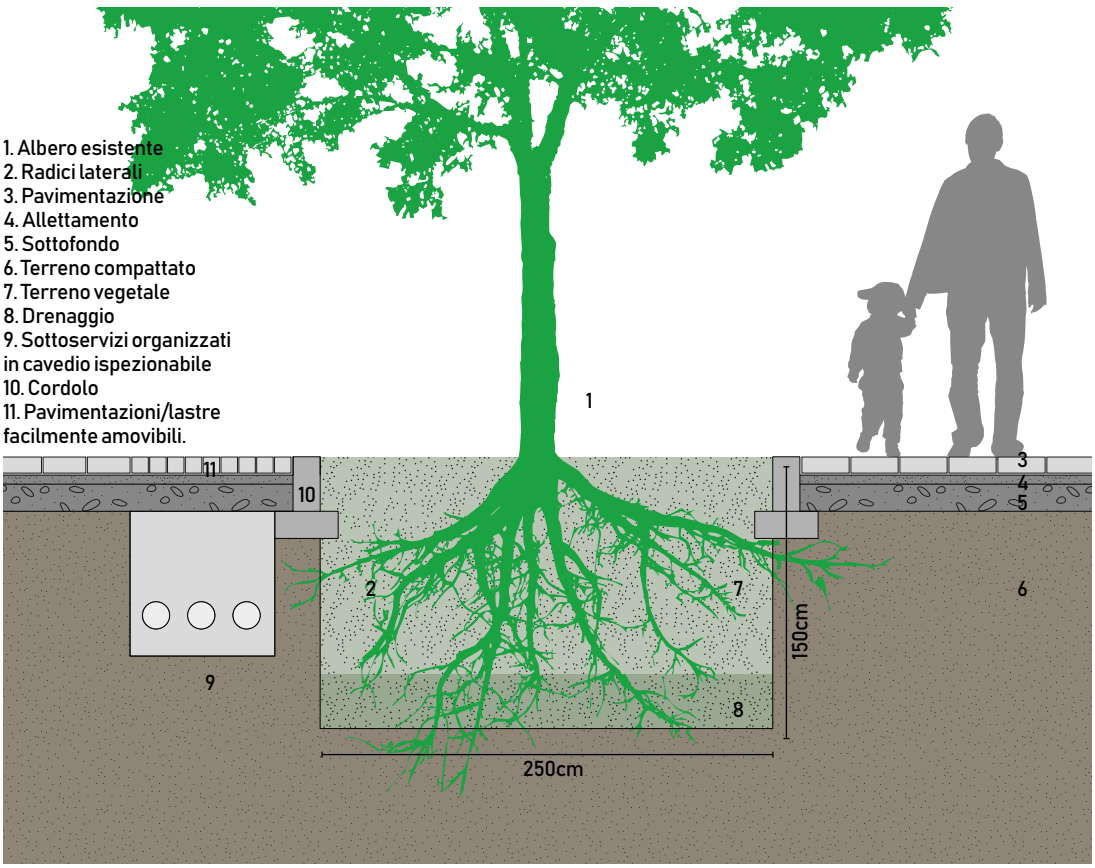
Un'efficace organizzazione degli ingombri di scavo, in profondità e in larghezza, garantisce che l'apparato radicale non entri in conflitto con pavimentazioni e sottoservizi.



SPAZI DI MESSA A DIMORA INADEGUATI ALLA CRESCITA DELLE PIANTE

In città, gli alberi, le strade, i marciapiedi e i sottoservizi spesso faticano a convivere, con i reciproci disagi e inconvenienti: asfissia e costrizione a danno del corretto sviluppo dell'apparato radicale, sollevamenti delle pavimentazioni e delle cordolature, possibili danneggiamenti e interferenze delle linee interrate.

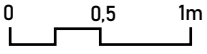
In assenza di una quantità adeguata di terreno vegetale permeabile, per crescere le radici della pianta si fanno spazio, anche in superficie. Per questo è opportuno valutare adeguatamente sezioni di scavo e sistemi di posa che consentano alla pianta di vivere e di crescere per generare comfort e ombra di protezione per le persone.



ADEGUATI SPAZI DI MESSA A DIMORA PER LA CRESCITA DELLE PIANTE

L'efficace organizzazione degli ingombri e delle funzioni reciproche riesce a compendiare le diverse esigenze, garantendo la futura manutenzione senza arrecare danni o disservizi.

Le radici fino a 3 cm di diametro possono essere tagliate; il taglio va eseguito in modo netto e seguito da medicazione a regola d'arte. Gli scavi non devono restare aperti per più di 2 settimane e, in caso di interruzione dei lavori, le radici devono essere ricoperte e mantenute umide. Il riempimento definitivo va effettuato con miscela di terriccio e sabbia in rapporto 2:1 e si porrà cura a non inquinare la zona delle radici con detriti e residui di scavo.



LA BUCA DI IMPIANTO

La preparazione della buca d'impianto è un'operazione da eseguire nell'autunno precedente la piantagione, al fine di consentire un buon arieggiamento, l'ottimale disgregazione del terreno operata dal gelo e l'adeguato assorbimento di acqua. Le dimensioni della buca dovrebbero essere come minimo 1,5-2 volte quelle della zolla, ma progetti accorti alle esigenze della vegetazione dovrebbero un volume di terriccio pari a 18 mc per ogni esemplare messo a dimora, mentre numerose ricerche hanno dimostrato che il volume sotterraneo ideale è pari a 3 x 3 x 3 metri. Si tratta di misure non sempre possibili nei contesti di rigenerazione, tuttavia grazie all'assistenza di un agronomo esperto sul campo è possibile determinare le condizioni ottimali nei differenti casi.
Durante lo scavo è opportuno bucherellare le pareti rompendo lo stato di terreno molto compatto che si è formato scavando al fine di aiutare l'espansione laterale delle radici. Lo spazio restante va riempito con terreno - fresco, sciolto, composto di torba, sabbia, terra humica e fertilizzanti – che va ben compattato al termine del lavoro.
Nella fase di preparazione della buca, per evitare il ristagno idrico che potrebbe provocare asfissia radicale, si dispone un buon drenaggio del fondo, soprattutto negli areali con terreni pesanti, argillosi ed asfittici. Spesso si prepara un fondo della buca 'a scodella', ma è un errore perché così l'acqua viene trattenuta troppo vicino alla rizosfera; molto meglio fare un colmo centrale e andare più in profondità di lato per consentire un continuo scolo dell'acqua in eccesso. Il drenaggio si ottiene ponendo sul fondo della buca uno stato di ghiaia alto 15-30 cm ricoperto con un telo di iuta, per impedire alle particelle di terreno di occludere i pori del materiale drenante. Oltre all'asporto dell'acqua occorre provvedere all'apporto idrico che deve essere regolare nei primi tre anni di vita durante i periodi di siccità e solo di soccorso nei successivi cinque anni; si posiziona quindi un tubo corrugato tutt'attorno alla zolla, alimentato da apposito impianto, che provvederà a distribuire l'acqua anche verso il fondo della zolla.
È buona norma pacciamare con materiali organici il terreno alla base dell'albero, realizzando uno strato di almeno 4-5 cm; questa pratica favorisce migliori condizioni di umidità negli orizzonti superficiali del suolo, ostacola la crescita di specie indesiderate ed è un ottimo stimolante per le attività microbiologiche nel suolo, favorendo anche la formazione di micorrize.

SOSTENERE LA PIANTA

Subito dopo l'impianto, l'apparato radicale non assolve a uno dei suoi ruoli principali: ancorare la pianta al terreno. È necessario sostenere la pianta, o meglio la zolla, con opportuni sistemi di tutoraggio, per garantire stabilità all'apparato radicale. Un tempo non molto lontano si usavano i pali tutori ma numerose ricerche hanno dimostrato che non sono del tutto funzionali a un buon ancoramento al terreno delle radici, che viene stimolato da una leggera oscillazione del fusto quando la pianta è giovane. Si sono perciò evoluti i sistemi di ancoraggio della zolla, realizzati in modo artigianale con pali infissi nel suolo e interposti tra la zolla e le pareti della buca o in modo più tecnologico con vari sistemi, alcuni dei quali biodegradabili.

PRESERVARE LE RADICI, IL FUSTO E LA CHIOMA DEGLI ALBERI

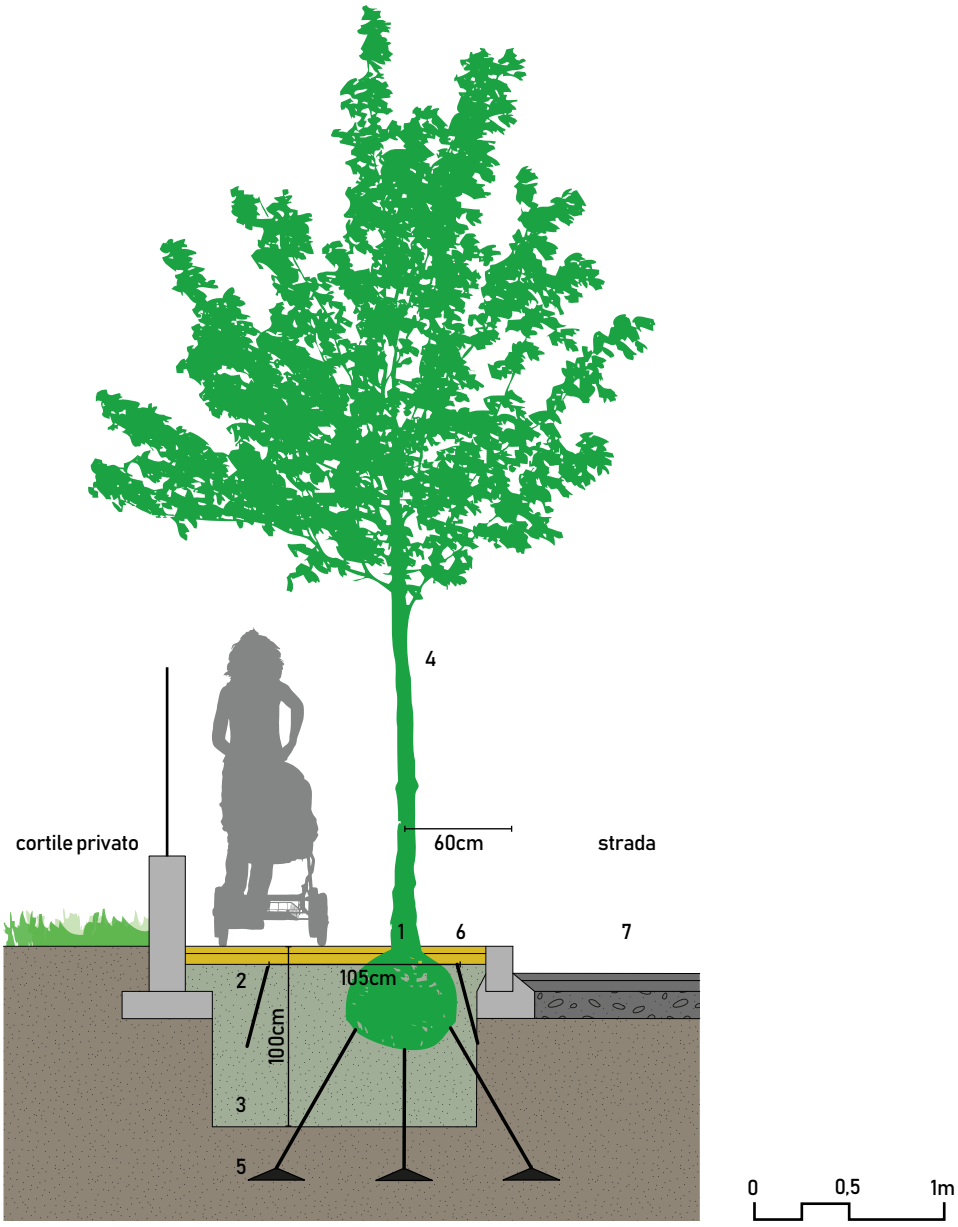
Uno dei problemi che più condiziona la messa a dimora di alberi nei contesti urbani è la presenza dei sottoservizi, di acqua, gas, fognature e tensione elettrica. Nella scelta dell'impianto arboreo occorre infatti mettere assieme le esigenze vegetali e quelle delle infrastrutture urbane: operazione complessa poiché significa combinare le necessità e le caratteristiche intrinseche di tutti i sottoservizi esistenti e pianificati con quelle della vegetazione.

- PRESERVARE LE RADICI DAL CALPESTIO. Una prima attenzione è preservare la porzione ipogea delle piante dal calpestio, che provoca costipazione del terreno e conseguente asfissia radicale, adottando dei sistemi di rispetto e di protezione delle radici.

Schema per la corretta messa a dimora di alberi di II o III grandezza in corrispondenza di marciapiedi stretti.

Differenti sistemazioni realizzate alla base delle alberature. Sulle banchine, ai lati delle strade e nelle aree di parcheggio, deve sempre essere previsto uno spazio libero o quanto meno uno spazio non pavimentato, di terreno permeabile che permetta un regolare sviluppo del sistema radicale con una riduzione dei danni dovuti all'accrescimento delle radici nelle superfici pavimentate.In sequenza: aiuole di suolo vegetate a bordo strada e lungo percorsi minerali, aiuole in terra adiacenti a suoli in stabilizzato o minerali, griglie di protezione del suolo, pavimentazione drenante realizzata mediante conglomerato composto da graniglia di pietra, gomma riciclata e legante poliuretanico

RISPETTO DELLO SPAZIO RADICALE. Alla base delle alberature, sulle banchine ai lati delle strade e nelle aree di parcheggio, deve sempre essere previsto uno spazio libero, non pavimentato, di terreno permeabile che permetta un regolare sviluppo del sistema radicale con una riduzione dei danni dovuti all'accrescimento delle radici nelle adiacenti superfici pavimentate. Le aiuole destinate alle alberature stradali devono essere le più ampie possibili, avere un fondo drenante non costipato o cementato e sufficientemente profondo per consentire l'espansione laterale degli apparati radicali delle piante nel profilo sottostante le superfici pavimentate. I Comuni nei differenti regolamenti del verde stabiliscono superifici di rispetto e di aree permeabili per la pianta in funzione della differente grandezza.



1. Ghiaia o Flexipave drenante per lasciar espandere liberamente il tronco dell'albero
2. Deflettore (inclinazione min 45°-30°)
3. Terreno vegetale
4. Albero di III grandezza
5. Sistema di ancoraggio delle radici
6. Pavimentaziona semi-permeabile
7. Asfalto


















A destra. In alto immagini di sistemi di posa di alberi lungo aree stradali o piazze minerali realizzati con cassoni a perdere in PVC. In basso sistemi di posa con ancoraggi in legno e in cavi di acciaio e zanchette.

Per quanto concerne l'espansione laterale si ricorda che è molto maggiore della proiezione della chioma sul terreno. Perciò al fine di garantire un utile incremento della superficie permeabile non pavimentata, in assenza di vincoli di altra natura, l'aiuola destinata alle alberature può essere ampliata in senso longitudinale mantenendo inalterata la larghezza minima indicata. Le migliori condizioni di sviluppo e adattamento degli alberi si ottengono destinando loro un'aiuola continua, libera da pavimentazioni impermeabili, inverdita o ricoperta di materiale inerte con funzione drenante (ghiaia ciottoli etc.).

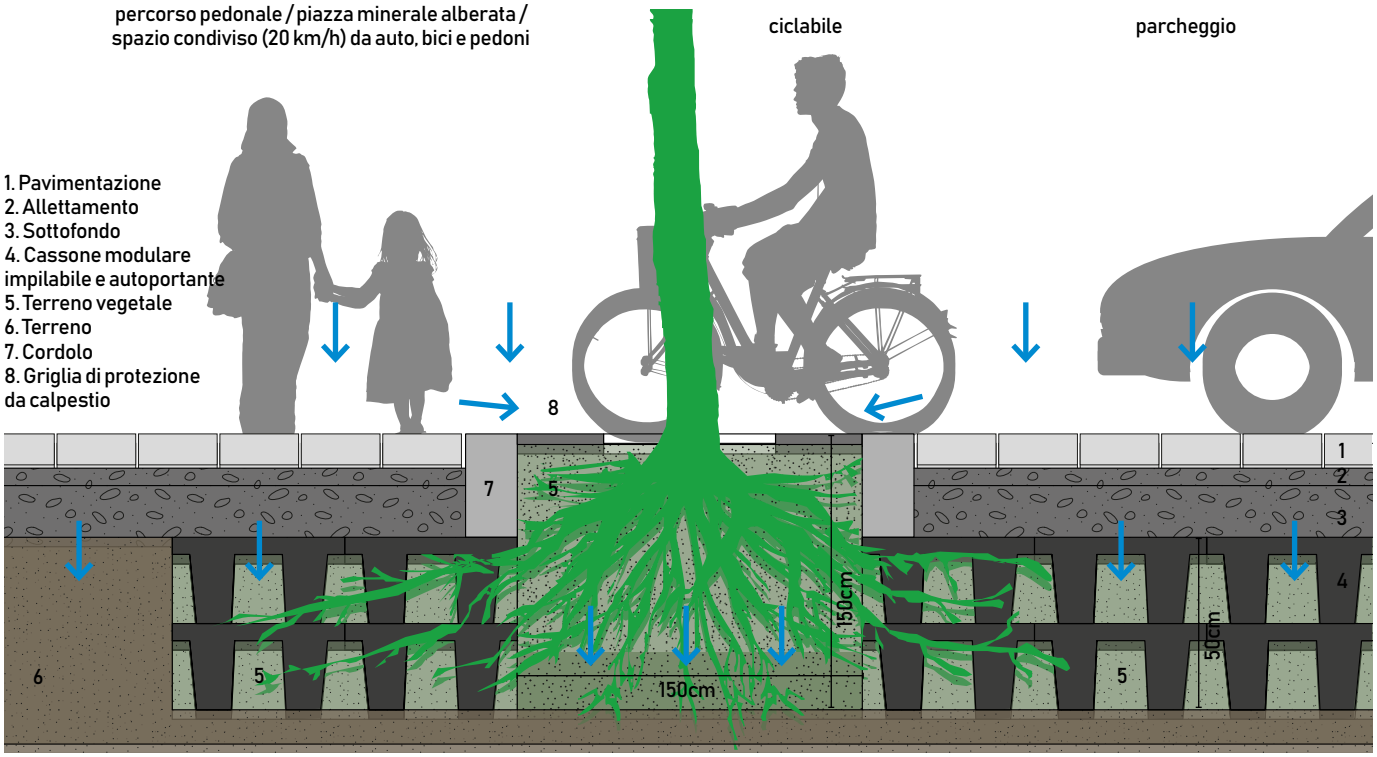
PROTEZIONE DELLO SPAZIO RADICALE. Qualora si renda necessario proteggere dal costipamento l'area riservata alle piante, la superficie va ricoperta con idoneo materiale protettivo drenante:

- non carrabile: ghiaia, pietrisco, ciottolato;
- carrabile: elementi prefabbricati 'a griglia' in ghisa o altro materiale idoneo.

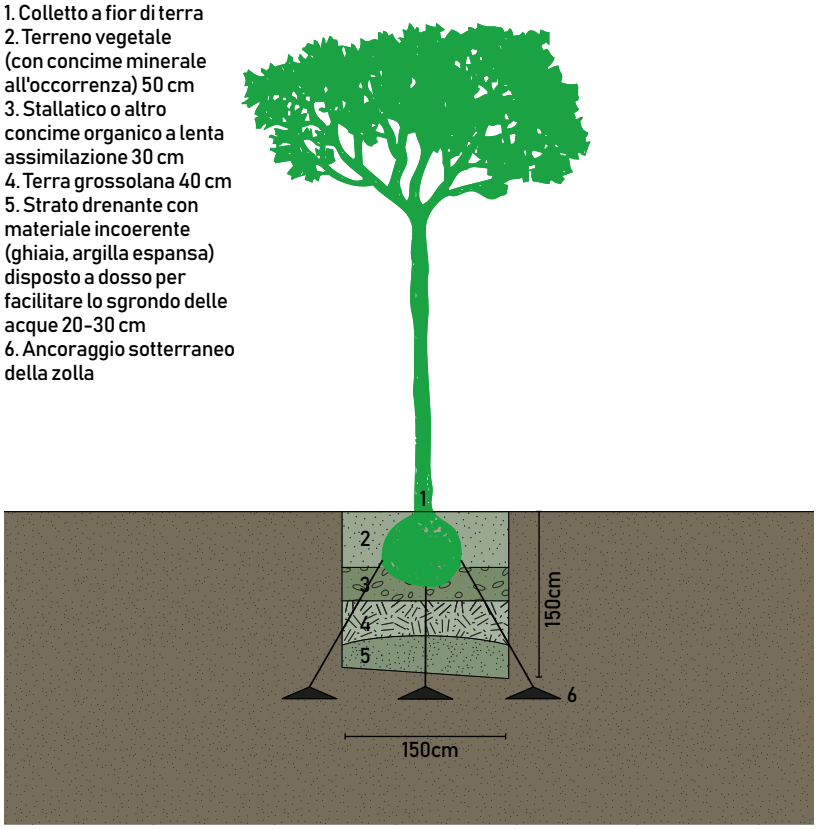
Per assecondare l'accrescimento diametrale del fusto, le griglie devono essere costruite in elementi modulari concentrici e rimuovibili che consentano il progressivo ampliamento dell'apertura centrale.

PROTEZIONE DEL FUSTO E DELLA CHIOMA. Occorre mantenere in sicurezza il fusto degli alberi per gli anni a venire, attraverso protezioni realizzate in acciaio, cor-ten, ferro battuto, ghisa, legno e cemento di forme e dimensioni diverse; alcune sagome assolvono a funzioni aggiuntive, come ad esempio le foggie che consentono la seduta delle persone. Sono utili nel tempo le protezioni fabbricate in due metà verticali, da assemblare e avvitare dopo il posizionamento attorno all'albero, o quelle più semplici a guisa di U rovesciata da posizionare in prossimità del cordolo dell'aiuola di rispetto dell'apparato radicale.
Rispetto alla chioma è indispensabile la scelta della pianta giusta per lo spazio urbano oggetto di trasformazione, onde evitare potature continue che possono solo indebolire l'albero e ridurne e rallentarne la crescita.

Sistema modulare strutturale per la messa a dimora di alberi in contesti minerali, come piazze pavimentate, percorsi o parcheggi o spazi pubblici urbani condivisi a velocità controllate (*shared spaces* a 20 km/h)
I cassoni in PVC sono elementi modulari ed impilabili che supportano i carichi dovuti sia al traffico pedonale che veicolare.
La struttura scheletrica e aperta degli elementi consente la crescita dell'apparato radicale della pianta.
Abbinati ad una pavimentazione permeabile consentono un maggior drenaggio delle acque meteoriche.

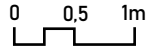


Schema per la corretta messa a dimora di un albero giovane.



Per il tutoraggio degli alberi si consiglia di non adottare il sistema tradizionale - costituito dall'impiego di 2-4 pali in legno ai quali viene legato il fusto dell'albero - e di sostituirlo con l'ancoraggio della zolla, a livello della rizosfera. Questo sistema, interrato e a perdere, consiste nel circondare la zolla con cavi d'acciaio ai quali sono collegati tre ancore attraverso altrettanti cavi in acciaio; le ancore, in acciaio o in legno, progettate per resistere a notevoli carichi di trazione, sono fissate al terreno a una profondità variabile da 1,5 a 2 metri a seconda della profondità della buca e della dimensione del pane di terra da ancorare.
Il sistema blocca la zolla di terra impedendole di ruotare e permette alla parte epigea dell'albero di oscillare, stimolando così l'emissione di forti radici di sostegno e favorendo una maggiore stabilità futura dell'esemplare.

L'ancoramento interrato ha numerosi vantaggi rispetto a quello tradizionale:
- non necessita di manutenzione una volta posato,né di rimozione una volta avvenuto il radicamento;
- è invisibile, non dà problemi di impatto estetico, non intralcia le operazioni sul terreno e non è soggetto ad atti vandalici;
- non è necessario sorvegliare le legature, che nel sistema tradizionale di tutoraggio possono causare strozzature.



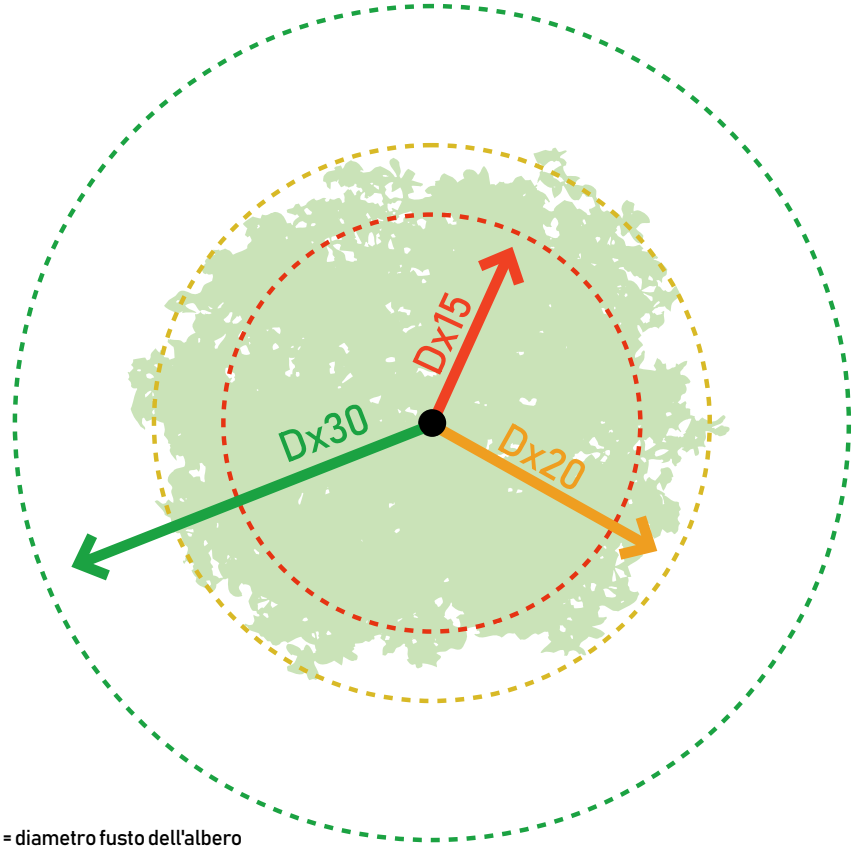
Calcolo della zona di pertinenza degli alberi. I Regolamenti del Verde comunali individuano modalità spesso differenti tra loro per l'individuazione della zona di pertinenza delle piante. Il sistema qui proposto è molto semplice e mette in relazione diretta il diametro del fusto con l'area di pertinenza per cui al crescere del primo cresce la seconda. Sarà sempre molto importante considerare le differenti aree di protezione per la messa a dimora.

ALBERI IN FILARE SEMPLICE E DOPPIO E VIALI ALBERATI

Nella realizzazione dei viali alberati rivestono un'importanza primaria l'ampiezza dello spazio destinato alle piante sulle banchine laterali e la distanza degli edifici dalla sede di piantagione degli alberi. L'insieme di questi fattori determina il tipo di alberatura da utilizzare, nel rispetto delle dovute distanze dalle utenze aeree o sotterranee previste o preesistenti. In presenza di sottoservizi, di linee aeree o di lampioni, la scelta della specie deve essere valutata considerando tanto l'espansione del sistema radicale quanto la dimensione della chioma della pianta giunta a maturità e non sottoposta a potature di manutenzione. In prossimità di linee elettriche ad alta tensione non bisogna piantare alberi che a maturità possano avvicinarsi ai cavi elettrici.
I principali vincoli a cui prestare attenzione nella progettazione di viali alberati sono i seguenti:

- VIABILITÀ Per evitare che le alberature una volta accresciute interferiscano con la visuale libera stradale e con la segnaletica verticale, devono essere sempre mantenute distanze adeguate dalle sedi stradali. In prossimità delle intersezioni e dei passi carrai le alberature devono rispettare un arretramento sufficiente ad assicurare una buona visibilità e le operazioni di manovra ai fini della sicurezza stradale.

- ALTEZZA DELLA PRIMA IMPALCATURA Al momento dell'impianto, gli alberi devono avere un'inserzione della chioma, cioè un'impalcatura, non inferiore a m 2,50 da terra. Durante l'accrescimento dell'albero, la chioma dovrà essere progressivamente rialzata con la potatura di allevamento, lasciando uno spazio libero da rami sulla carreggiata stradale di almeno 4,5 metri di altezza.



D = diametro fusto dell'albero

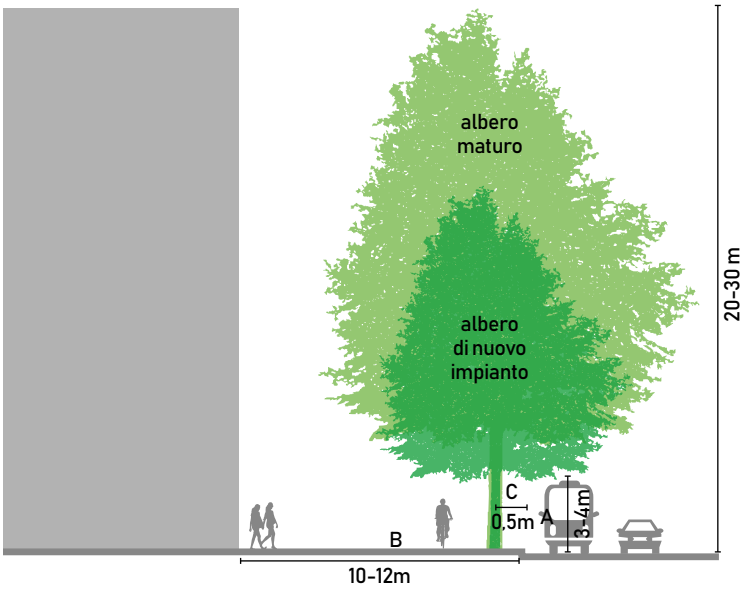
ZONA DI PROTEZIONE TOTALE =
15 volte il diametro del fusto.
In questa zona non sono pemessi scavi, il deposito di materiale e il passaggio di mezzi.

ZONA DI PROTEZIONE ELEVATA =
20 volte il diametro del fusto.
Gli scavi possono essere effettuati solo a mano e per un arco di circonferenza non superiore a 90° (non cumulabile negli anni). Quando sono presenti radici di diametro maggiore di 3 centimetri, queste devono essere sottopassate con tubazioni (tubi a spinta o attraverso tubi collettori) e protette dal disseccamento. Se è indispensabile eliminare delle radici, possono essere tagliate quelle fino a 3 cm di diametro e non oltre; il taglio va eseguito in modo netto e seguito da medicazione a regola d'arte.

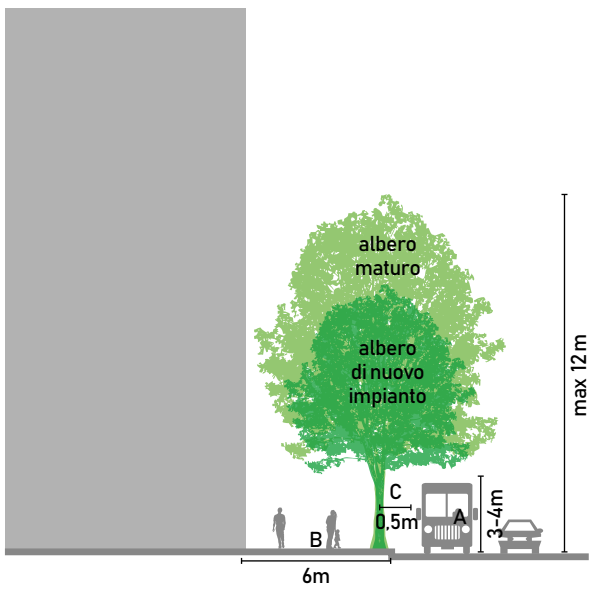
ZONA DI PROTEZIONE BASSA =
30 volte il diametro del fusto.
Gli scavi possono essere effettuati a macchina, ma non devono restare aperti per più di 2 settimane; in caso di interruzione dei lavori, le radici devono essere ricoperte e mantenute umide.

Al termine dei lavori, il riempimento definitivo va effettuato con miscela di terriccio e sabbia in rapporto 2:1 e si farà attenzione a non inquinare la zona delle radici con detriti e residui di scavo.

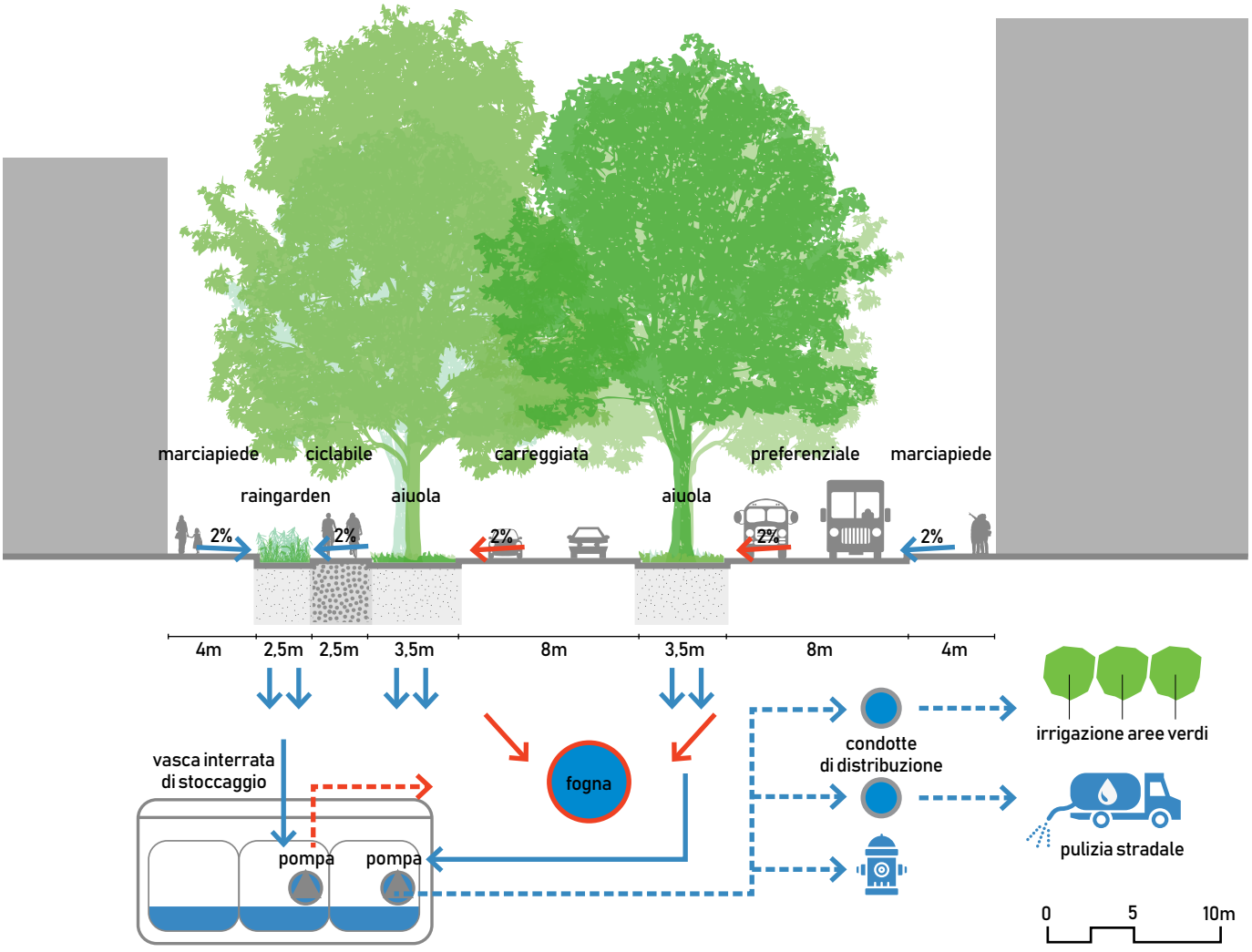
Criteri dimensionali per il posizionamento delle alberature lungo strade edificate.
A. Impalcato per consentire sia il passaggio di pedoni e ciclisti che di veicoli alti e mezzi di soccorso.
B. Larghezza della fascia pedonale e ciclabile per consentire alla chioma dell'albero di crescere e raggiungere la massima maturazione.
C. Distanza minima del tronco dell'albero dal cordolo per consentire il passaggio dei veicoli.
Profilo stradale di viale alberato con schema funzionale (fuori scala) dei possibili riutilizzi delle acque meteoriche (in blu) stoccate in un bacino di accumulo sotterraneo.
Le eventuali acque di prima pioggia (in rosso) sono convogliate, se richiesto, in fogna.



ALBERO DI I O II GRANDEZZA



ALBERO DI III GRANDEZZA









Immagini di infrastrutture viarie alberate, con percorsi ciclabili e pedonali.

DISTANZE Le distanze tra albero/albero e alberi/edifici dipendono dalla dimensione della chioma dell'albero a maturità. Lungo gli assi viari, le distanze tra alberature delle medesima specie sono pari al diametro potenziale della chioma dell'albero a maturità, mentre nel caso di specie differenti si calcola la somma dei rispettivi raggi della chioma. Le distanze tra alberi e fabbricati, linee aeree, pali d'illuminazione pubblica, cartelli stradali sono pari al raggio della chioma, quando non regolamentato in modo diverso dagli Enti competenti. Le distanze dagli edifici vanno adeguate allo sviluppo potenziale delle alberature. Occorre inoltre valutare gli eventuali condizionamenti procurati dall'ombreggiamento dei fabbricati sulle alberature e viceversa. Non inserire alberi di fronte agli ingressi delle abitazioni o dove la copertura arborea di un albero preesistente possa interferire con la crescita futura della nuova pianta a meno che questa non appartenga a specie idonea.

CONFINI DI PROPRIETÀ In ambiente urbano non sono sufficienti le distanze minime previste dall' art. 892 del Codice Civile. Nelle tabelle facilmente reperibili di classificazione delle alberature in gruppi di I, II e III grandezza sono indicate le dimensioni di sviluppo potenziale degli alberi e sono queste che dovranno essere tenute in considerazione al momento della piantagione. Come indicazione generale sono individuate alcune tipologie progettuali per la realizzazione dei viali alberati. Per ognuno di questi, occorre tenere conto che, come già detto, le alberature messe a dimora necessitano di un volume sotterraneo pari a 18 mc o, ancor meglio 3 x 3 x 3 metri, e che la soluzione ideale prevede la realizzazione di un'aiuola continua che permetta la comunicazione della rizosfera, eventualmente pavimentata con materiale drenante da destinare al camminamento e/o ai percorsi ciclabili.

BOULEVARD. Sono assimilabili alle "strade urbane di scorrimento" ovvero strade a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia. Si distinguono per la presenza di due filari alberati laterali e una fascia mediana alberata che separa le due carreggiate. Ogni filare si sviluppa su una fascia di terreno inverdito sufficientemente ampia, pari ad almeno 5 metri in caso di doppio filare sfalsato.

VIALI ALBERATI IN FILARE SU FASCE CONTINUE. Questo tipo di viale si caratterizza per la presenza di due filari alberati, uno per lato, piantati su fasce di rispetto di terreno inverdito alla base delle alberature (con larghezza pari a 3 metri per alberi di grande sviluppo) all'interno delle quali non devono essere eseguiti lavori di scavo e non devono essere pertanto collocati né linee né condotte sotterranee di pubblica utilità. E' la migliore soluzione sul piano estetico e funzionale, ottimale per quanto riguarda le condizioni di crescita delle piante.

VIALI ALBERATI IN FILARE SU SINGOLE AIUOLE. Alternativa alla fascia continua, alla base delle alberature sono realizzate aiuole non pavimentate delle dimensioni indicate (cfr. tabella – Spazio riservato alle alberature), protetta da griglia radicale, ghiaia spezzata o altro materiale drenante, nel rispetto delle dovute distanze dai sottoservizi. Gli spazi intermedi possono essere destinati a stalli di parcheggio, in tal caso è opportuno prevedere idonei sistemi di protezione delle alberature ai lati delle aree di sosta.

ALBERI E CANTIERI

Nelle aree di cantiere è indispensabile adottare gli accorgimenti volti sia a evitare i danni diretti ai fusti e alle chiome sia a rispettare le aree di pertinenza, poiché sono numerosissime le piante che cadono dopo una decina d'anni dall'esecuzione dei lavori ed è difficile ricondurre la causa del loro decesso a interventi edilizi poco rispettosi del patrimonio verde esistente.
Fra le varie precauzioni si annoverano:

⋯› IL DIVIETO DI TRANSITO DI MEZZI PESANTI NELL'AREA DI PERTINENZA SE NON ASFALTATA. Ove questo non fosse possibile, la superficie interessata al transito dovrà essere coperta temporaneamente con materiale drenante dello spessore minimo di 20 cm, sul quale si pongono tavole di legno, piastre metalliche o in beton o uno strato di calcestruzzo magro di 20 cm di spessore posato su un foglio di plastica;

⋯› LA PROTEZIONE DEI FUSTI E DELLE CHIOME. Qualora le opere di cantiere prevedano l'emissione di polveri in quantità elevata, è necessario prevedere la protezione dei fusti e delle chiome con materiale idoneo, quali teli e assi.
Nell'area di proiezione della chioma sul terreno non devono operare betoniere o altre macchine di cantiere, fatta esclusione per le alberature stradali site in zone già asfaltate. Sulla stessa zona deve essere vietato il costipamento del terreno con vibratore ed è da ridurre al minimo l'impiego del rullo compressore;
Altresì, sempre nell'area di proiezione della chioma non devono essere versate le acque di lavaggio delle betoniere, soprattutto quelle contenenti polveri di cemento.
Sulle superfici asfaltate prossime alle alberature è ammesso il deposito temporaneo di materiali imballati o su telo ma non alla rinfusa; non deve essere ammesso il deposito in prossimità del fusto né nell'area permeabile sottochioma.

⋯› GLI SCAVI. Gli scavi per la posa in opera di impianti tecnologici interrati devono rispettare le aree di pertinenza delle alberature. In particolare:

- gli scavi che si rendono necessari nella zona delle radici devono essere eseguiti a mano;
- quando sono presenti radici di diametro maggiore di 3 centimetri, queste devono essere sottopassate con tubazioni (tubi a spinta o attraverso tubi collettori) e protette dal disseccamento;
- se è indispensabile eliminare delle radici, possono essere tagliate quelle fino a 3 cm di diametro e non oltre;
- il taglio va eseguito in modo netto e seguito medicazione a regola d'arte;
- gli scavi nella zona delle radici non devono restare aperti per più di 2 settimane; in caso di interruzione dei lavori, le radici devono essere ricoperte e mantenute umide;
- il riempimento definitivo va effettuato con miscela di terriccio e sabbia in rapporto 2:1 e si porrà cura a non inquinare la zona delle radici con detriti e residui di scavo.

SERVIZI ECO-SISTEMICI EROGATI

PRODUZIONE DI CIBO/BIOMASSA
QUALITÀ DELL'ARIA E REGOLAZIONE POLVERI
RIDUZIONE DEL RUMORE
RIDUZIONE *RUNOFF* E ALLAGAMENTO
IMPOLLINAZIONE E BIODIVERSITÀ
COMFORT URBANO E MICROCLIMA
FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ SPAZIO PUBLICO
IDENTITÀ E SENSO DI APPARTENENZA
BELLEZZA DELLA NATURA






Immagini di cantiere con scavi e interventi a margine di alberi esitenti.
(Progetto Comune di Rimini e Sistemi Ferroviari, foto Elena Farnè)

MANUTENZIONE
La manutenzione degli alberi, se l'impianto di messa a dimora è adeguato al portamento e all'accrescimento della pianta, è nullo. Le potature sono da eseguire solo quando necessarie e sempre nel rispetto del portamento della pianta, evitando le capitozzature che ne indeboliscono le branche.

COSTI INDICATIVI
- dai 100 ai 1.000 euro a pianta: costi variabili in funzione della specie e dell'età;
- da 40 euro (2 mc) a 360 euro (18 mc): fornitura e posa di terreno vegetale per alberature;
- 20 euro/mq: impianto di irrigazione per superfici a prato e alberature.

PROGETTI DI RIFERIMENTO
- Parco urbano di Boulogne-Buillancourt, Parigi - FR / Caso studio C4
- Parco urbano Martin Luther King, Parigi - FR / Caso studio C4

glossario e bibliografia

GLOSSARIO

ACCLIMATAMENTO O ACCLIMATAZIONE [1]
È il processo, di durata variabile, a cui vanno incontro gli organismi viventi per ambientarsi e riprodursi in un clima diverso da quello di origine. L'acclimatazione porta a modificazioni morfologiche e funzionali più o meno pronunciate.

ACCRESCIMENTO [1]
Insieme dei processi di trasformazione delle sostanze alimentari in componenti di un organismo vivente con conseguente aumento di peso e di volume. Mentre l'accrescimento delle piante, soprattutto di quelle perenni, è indefinito, quello degli animali si dice definito se cessa con l'acquisizione della maturità sessuale (come per esempio nel caso dei Mammiferi). Numerosi fattori influiscono sulla velocità dell'accrescimento: fra quelli esterni la temperatura, fra quelli interni gli ormoni.

ACQUE DI PRIMA PIOGGIA [6]
Si intendono *"i primi 2,5–5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scoltante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo ddi 15 minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si considerano pari ad 1 per le superfici lastricate od impermeabilizzate. Restano escluse dal computo suddetto le superfici eventualmente coltivate.*
Dalla prassi progettuale consolidata si ritiene che il volume di ""acque di prima pioggia"" da contenere e/o da assoggettare all'eventuale trattamento, di norma, sia compreso nei valori di 25 - 50 mc. per ettaro, da riferirsi alla parte di superficie contribuente in ogni punto di scarico effettivamente soggetta ad emissione (ad esempio la superficie pavimentata soggetta a traffico veicolare).
Il parametro più elevato di 50 mc. per ettaro si applica alle superfici contribuenti comprese in aree a destinazione produttiva/commerciale."

ADATTAMENTO [1]
Facoltà degli organismi viventi di mutare i propri processi metabolici, fisiologici e comportamentali, consentendo loro di adattarsi alle condizioni dell'ambiente nel quale vivono. Nei sistemi umani, l'adattamento cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima.

ADATTAMENTO AL CLIMA
Nei sistemi umani, l'adattamento al clima attuale e atteso e ai suoi impatti cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima atteso e ai suoi impatti. Si può parlare di: · Adattamento incrementale: azioni di adattamento in cui l'obiettivo principale è quello di mantenere l'essenza e l'integrità di un sistema o di un processo su una certa scala.
Adattamento trasformazionale: adattamento che cambia gli attributi fondamentali di un sistema in risposta al clima e dei suoi effetti. [IPCC, 2014]
Adattamento preventivo: adattamento che avviene prima che si osservino gli impatti dei cambiamenti climatici; definito anche come adattamento proattivo.
Adattamento autonomo: adattamento che non costituisce una risposta cosciente agli stimoli climatici, ma è attivato da cambiamenti ecologici nei sistemi naturali e da cambiamenti del mercato o del benessere nei sistemi umani; definito anche come adattamento spontaneo
Adattamento pianificato: adattamento che è il risultato di una deliberata decisione politica, basato sulla consapevolezza che le condizioni sono cambiate o stanno per cambiare e che è necessario agire per tornare a, mantenere o raggiungere uno stato desiderato. L'adattamento può essere attuato attraverso strategie nazionali, regionali e locali. [IPCC 2007]

AEROSOL [3]
È una sospensione di particelle solide o liquide trasportate dall'aria, con una dimensione tipica tra pochi nanometri e 10 µm che risiedono nell'atmosfera per almeno alcune ore. E' di origine naturale o antropogenica.

ALBEDO [1]
Coefficiente di riflessione della radiazione solare (0-1). Nelle ore della giornata caratterizzate dalla presenza di radiazione solare, l'albedo è senz'altro la caratteristica che più influenza il comportamento termico del materiale. L'albedo, che è legato al colore e alla rugosità di un elemento, determina la quantità di radiazione solare incidente che ritorna all'ambiente una volta che viene intercettato dal materiale e di conseguenza la quantità che viene assorbita (e successivamente riemessa sotto forma di radiazione termica, cioè calore). Un elemento chiaro e liscio, come il marmo bianco, garantisce una riflessione quasi totale della radiazione solare che lo raggiunge, e dunque fa sì che il materiale rimanga relativamente fresco, o comunque quasi a regime con la temperatura dell'aria, perché la quantità di radiazione solare assorbita che si trasforma in calore è modesta. Un materiale nero come l'asfalto, invece, definisce un comportamento opposto: il calore viene assorbito generando un alto aumento delle temperature.

ALBERO [1]
Pianta perenne, legnosa, dotata di un fusto dal quale, ad altezza variabile, si originano le branche (i rami) primarie. In natura, molte specie arboree sono 'vestite' fino al piede dai rami e dalle foglie, al fine di proteggere dalle alte temperature le strutture interne al fusto. Alcune specie hanno la tendenza a emettere polloni (rami giovani e molto vigorosi) dal piede, assumendo un portamento arbustivo, ma sempre di grandi dimensioni. Anche piante che tipicamente sono considerati arbusti, possono formare un albero attraverso idonee tecniche di allevamento.

ALLOCTONA (SPECIE) [1]
Specie originaria di un territorio diverso da quello dove viene rinvenuto. è il contrario di autoctona, comunemente si definisce aliena.

ALLUVIONE [1]
Lo straripare dei normali confini di un fiume o di un altro corpo idrico o l'accumularsi di acqua in aree normalmente non sommerse. Le alluvioni includono le inondazioni dei fiumi o fluviali, le esondazioni lampo (flash flood), le alluvioni urbane, quelle pluviali e quelle delle fognature, le alluvioni costiere, e le alluvioni in seguito all'esondazione dei laghi glaciali.

ANOMALIA [1]
La deviazione di una variabile dal suo valore medio in un periodo di riferimento.

ARBUSTO [1]
Pianta legnosa perenne che differisce da una pianta erbacea perenne poiché possiede fusti legnosi permanenti e che differisce da un albero, in modo meno definito, per la sua limitata altezza e per l'assenza, in generale, di un fusto principale ben distinto.

AUTOCTONA (SPECIE) [1]
Specie originaria del territorio dove viene rinvenuta. Il contrario di alloctona (aliena).

BIODIVERSITÀ
Si intende la diversità e varietà di specie vegetali e di vita animale nel mondo, in un'area o in un habitat particolare.

BIOMA [3]
Ampia zona definita dal tipo di vita vegetale (se terrestre) o animale (se acqutica) che si è insediata in risposta alle condizioni medie di pioggia e temperatura. Ad esempio, tundra, barriere coralline o savane. (IPBES, 2019)

BIOMASSA [3]
Materiale organico escluso il materiale fossilizzato o incorporato in formazioni geologiche. La biomassa può riferirsi alla massa di materia organica in un'area specifica

BRANCA [1]
Ramo di un albero che si origina direttamente dal fusto (branca primaria) o da una branca primaria (branca secondaria). Le branche sono definite di primo ordine, secondo ordine e così via a seconda del punto di inserimento sul fusto rispetto al terreno: quelle di primo ordine sono quindi poste ad altezza inferiore rispetto a quelle di secondo ordine, a loro volta più basse di quelle di terz'ordine.

CALORE SPECIFICO [1]
Quantità di calore da fornire, a pressione costante, all'unità di massa del materiale per ottenere un aumento di temperatura di 1°C (J / Kg K). Rappresenta un indice della capacità di un materiale di trattenere, accumulare il calore. Usato come un indice dell'inerzia termica di un componente edilizio opaco. Un materiale con un elevato calore specifico avrà bisogno di molto calore prima che si innalzi la temperatura superficiale. Utilizzare in inverno materiali con basso calore specifico comporta un riscaldamento anche con poco calore, aspetto che può essere svantaggioso in estate.

CAMBIAMENTO CLIMATICO [2]
Il termine cambiamenti climatici per l'IPCC si riferisce ad ogni cambiamento del clima nel tempo, dovuto sia alla variabilità naturale sia come risultato dell'attività umana. Questa interpretazione differisce da quella della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) dove per cambiamenti climatici s'intende ogni cambiamento del clima che sia direttamente o indirettamente attribuito all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale e che è addizionale alla variabilità naturale del clima osservata su un periodo di tempo confrontabile. [IPCC, 2007; IPCC, 2014] Un cambiamento di stato del clima che può essere identificato (ad esempio, utilizzando test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà e che persiste per un lungo periodo, tipicamente decenni o più. I cambiamenti climatici possono essere dovuti a processi naturali interni o forzanti esterni, o a cambiamenti persistenti di origine antropica della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo. [IPCC, 2012] Con il termine cambiamento climatico ci si riferisce a un cambiamento dello stato del clima che persiste per un periodo di tempo prolungato (solitamente di decadi o più), e identificabile (per esempio, attraverso l'uso di test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà. Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni, o a forzanti esterni, come le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche, e i ripetuti cambiamenti antropogenici della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo. (IPCC, 2014)

CAPACITÀ D'ADATTAMENTO (AGLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI) [2]
La capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici (includendo la variabilità climatica e gli eventi estremi) per ridurre i potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per far fronte alle conseguenze dei cambiamenti climatici. [IPCC, 2007]

CENOSI (BIOCENOSI) [4]
In biologia, l'insieme delle specie vegetali (fitocenosi) e animali (zoocenosi) che vivono in un determinato ambiente.

CICLO DEL CARBONIO [1]
Il termine utilizzato per descrivere il flusso di carbonio (sotto varie forme, per esempio come anidride carbonica) attraverso l'atmosfera, gli oceani, la biosfera terrestre e marina, la litosfera. Nel rapporto IPCC WGII AR5 l'unità di riferimento per il ciclo globale del carbonio è la GtC (miliardi di tonnellate di carbonio).

CICLO IDROLOGICO [3]
Il ciclo nel corso del quale l'acqua evapora dagli oceani e dalle superfici terrestri, diventando vapore acqueo che viene trasportato dalla circolazione atmosferica; il vapore acqueo condensa formando i sistemi nuvolosi, e si trasforma in precipitazione sotto forma di pioggia o neve, parte della precipitazione può essere intercettata dagli alberi e dalla vegetazione, parte produce runoff sulla superficie, parte infiltra nei suoli ricaricando la falda, affluisce nei corsi d'acqua e infine affluisce agli oceani sotto forma di fiumi e ghiacci polari, e dagli oceani può evaporare nuovamente. I diversi sistemi coinvolti nel ciclo idrologico sono generalmente definiti sistemi idrologici.

CLIMA [1]
"Il clima in senso stretto è solitamente definito come il tempo meteorologico medio o, in maniera più rigorosa, come la descrizione statistica in termini di media e variabilità di grandezze rilevanti, nel corso di un periodo di tempo che va da mesi a migliaia o milioni di anni. Il periodo classico per calcolare la media di queste variabili è trent'anni, secondo la definizione dell'Organizzazione meteorologica mondiale (WMO World Meteorological Organization). Le grandezze rilevanti sono nella maggior parte dei casi variabili superficiali, come temperatura,
precipitazioni e venti. In senso più ampio e generale, il clima è lo stato, con l'inclusione di una descrizione statistica, del sistema climatico. "

CLIMAX [4]
In ecologia, stadio di assetto nello sviluppo della vegetazione di un dato territorio, il quale rimane inalterato finché non mutano notevolmente le condizioni climatiche (per es., il climax della regione mediterranea è il bosco sempreverde di pini, sughere, lecci). Si tratta di un concetto teorico, che solitamente viene riferito a comunità stabili, negli stadî avanzati delle successioni ecologiche e in assenza di perturbazioni esterne.

CONDIZIONE DI PERICOLOSITÀ (*HAZARD*) [2]
Il potenziale verificarsi di un evento o di un trend naturale o provocato dall'uomo, o di un impatto fisico, che potrebbe causare perdite umane o altri impatti sulla salute, così come pure il danneggiamento e la perdita di proprietà, infrastrutture, mezzi di sostentamento, fornitura di servizi e risorse ambientali. Nel rapporto IPCC WGII AR5 il termine hazard si riferisce di solito a eventi o trend fisici correlati al clima, o ai loro impatti fisici. [IPCC, 2014]

CONFIDENZA O FIDUCIA [2]
La validità di un risultato basata sul tipo, quantità, qualità e coerenza delle prove (per esempio, comprensione meccanicistica, teoria, dati, modelli, giudizio di esperti), e sul grado di accordo. La confidenza è espressa qualitativamente. [IPCC, 2014]

COSTI D'ADATTAMENTO [2]
I costi di progettazione, preparazione, incentivazione e attuazione delle misure di adattamento, compresi i costi di transizione. [IPCC, 2007]

DECARBONIZZAZIONE [1]
Il processo attraverso il quale Paesi o altre entità intendono realizzare un'economia low-carbon, o attraverso cui gli individui puntano a ridurre il proprio consumo di carbonio.

DEFORESTAZIONE [3]
La conversione della foresta in non-foresta. Per una discussione del termine foresta e dei termini ad esso correlati, quali afforestazione, riforestazione, e deforestazione, si veda il Rapporto Speciale dell'IPCC su uso del suolo, cambiamenti di uso del suolo, e scienze forestali (*IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry*; IPCC, 2000). Si consulti inoltre il rapporto su definizioni e opzioni metodologiche per l'inventario delle emissioni dovute direttamente alla degradazione delle foreste e alla distruzione di altri tipi di vegetazione da parte dell'uomo (*Report on Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Humani-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types*; IPCC, 2003)

DENSITÀ [1]
La densità di una sostanza o di un materiale è la sua massa per unità di volume (kg/mc). La massa volumica del materiale viene usato come indice dell'inerzia termica di un componente edilizio opaco. Una massa elevata corrisponde ad un elevato accumulo di radiazione rilasciato con un determinato smorzamento e sfasamento. La scelta del materiale (con relativo spessore). Caratterizzata da uno specifico valore di densità e dunque di massa, contribuisce a determinare quando è opportuno il rilascio del calore, per esempio in estate la sera, in assenza di radiazione solare o quando non sono più presenti utenti di un luogo. Al contrario un materiale con bassi valori di densità non consentono l'accumulo di energia e il ritardo nel rilascio del calore, che avviene a breve distanza di tempo da quando il corpo viene raggiunto da radiazione solare o altra fonte di calore. Materiali ad elevata densità sono i materiali lapidei e lo possono essere anche i cls e i laterizi, mentre tra quelli a bassa densità, soprattutto il legno.

DESERTIFICAZIONE [3]
La degradazione del suolo in aree aride, semi-aride e secche sub-umide, dovuta a diversi fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane. La degradazione del suolo in aree aride, semi-aride e secche sub-umide consiste nella riduzione o nella perdita di produttività e complessità biologica o economica di terreni coltivabili alimentati da piogge, di terreni coltivabili irrigati, di terreni per l'allevamento all'aperto, pascoli, foreste e boschi, per effetto degli usi del suolo o di un processo o di una combinazione di processi, inclusi quelli che derivano dalle attività umane e dagli insediamenti abitativi, come per esempio: l'erosione del suolo causata dal vento e/o dall'acqua; il deterioramento delle proprietà fisiche, chimiche, biologiche, o economiche del suolo e la perdita a lungo termine di vegetazione naturale.

VOLUME DI DETENZIONE (DALL'INGLESE *DETENTION VOLUME*)
Si intende il volume di acqua temporaneamente accumulato (es. in un bacino umido o inondabile) durante un evento meteorico, e che viene gradualmente rilasciato verso valle a seguito dell'evento di pioggia mediante una condotta tarata all'uscita posta alla quota del fondo del bacino.

VOLUME DI RITENZIONE (DALL'INGLESE *RETENTION VOLUME*)
Si intende il volume di acqua presente in modo permanente in un bacino (ad. es. per la presenza di falda acquifera superiore al fondo del bacino, o mediante impermeabilizzazione del bacino) . Il volume di un bacino umido permanente è determinato in modo da garantire adeguati tempi di residenza dell'acqua per permettere ai microorganismi e alla vegetazione acquatica di consumare i nutrienti presenti e sedimentare le particelle sospese. Il livello di acqua nel bacino umido è mantenuto nel tempo disponendo la condotta tarata all'uscita al di sopra del livello d'acqua desiderato."

DETENZIONE
(rivedere uso termine cap.3)

DISASTRO [2]
Gravi alterazioni del normale funzionamento di una comunità o di una società per effetto di eventi fisici rischiosi che interagiscono con condizioni sociali vulnerabili, portando a conseguenze umane, materiali, economiche o 97 ambientali sfavorevoli e diffuse, che richiedono una risposta d'emergenza immediata per soddisfare bisogni umani essenziali e che potrebbero richiedere di supporto esterno per la ripresa. [IPCC, 2014]

DRENAGGIO [3]
Abbassamento artificiale della falda acquifera

DRIVER CLIMATICO
Un aspetto mutevole del sistema climatico che influenza una componente del sistema umano o naturale.

ECOSISTEMA O SISTEMA ECOLOGICO [1]
S'intende l'insieme di una biocenosi e del biotopo (luogo di vita). Indica un particolare ambiente e tutti gli esseri che lo popolano. è l'unità funzionale di base in ecologia ed è composta da una comunità di esseri viventi (componente biotica) e non viventi (componente abiotica), dai flussi di energia e dalle loro interazioni. Si parla, oltre che di ecosistemi naturali, anche di 'ecosistemi artificiali', ovvero quelli prodotti dall'attività umana, come ad esempio le aree agricole o le città. Il concetto di ecosistema è funzionale alla possibilità di eseguire degli studi per capire il funzionamento dei complessi processi biologici. In realtà i limiti di un ecosistema sfumano normalmente in quelli di un altro e gran parte degli organismi possono far parte di ecosistemi diversi.

EFFETTO SERRA [1]
L'effetto radiativo infrarosso di tutti i costituenti dell'atmosfera che assorbono la radiazione infrarossa. I gas serra, le nuvole, e (in minima parte) gli aerosol assorbono la radiazione emessa dalla superficie terrestre e ovunque altro nell'atmosfera. Queste sostanze emettono radiazione infrarossa in tutte le direzioni, ma a parità di condizioni l'ammontare netto emesso verso lo spazio è normalmente inferiore a quello che sarebbe stato emesso in assenza di queste sostanze assorbenti, per effetto della diminuzione di temperatura con l'altitudine nella troposfera e il conseguente indebolimento delle emissioni. Un aumento della concentrazione dei gas serra amplifica la grandezza di questo effetto; la differenza è talvolta chiamata effetto serra potenziato (enhanced greenhouse effect). La variazione della concentrazione dei gas serra per effetto delle emissioni antropogeniche contribuisce a un forzante radiativo istantaneo. La temperatura superficiale e la troposfera si riscaldano in risposta a questo forzante, ripristinando in maniera graduale l'equilibrio radiativo degli strati più alti dell'atmosfera.

ELIOFILIA [1]
La predilezione all'esposizione in pieno sole; contrario di sciafilia che è la predilezione all'esposizione ombreggiata.

EMISSIONI ANTROPOGENICHE [1]
Si tratta delle emissioni dei gas serra, dei precursori dei gas serra e degli aerosol causati dalle attività umane. Queste attività includono l'impiego di combustibili fossili, deforestazione, cambiamenti di uso del suolo, allevamento del bestiame, uso di fertilizzanti, gestione dei rifiuti e processi industriali.

EMISSIVITÀ [1]
L'emissività di una superficie è definita dal rapporto tra la radiazione emessa dalla superficie e la radiazione emessa da corpo nero alla stessa temperatura. Si indica con e (0-1), che rappresenta la misura di quanto una superficie reale approssima un corpo nero per il quale l'emissività è 1. Materiali con una elevata emissività rilasciano velocemente l'energia termica convertita dalla radiazione ad onde corte. Generalmente i metalli presentano bassi valori di emissività, fino a 0,02 per superfici lucide, mentre i materiali più diffusi nelle costruzioni hanno valori molto più alti e di solito intorno a 0,9.

EVAPOTRASPIZIONE
Processi attraverso i quali l'acqua viene trasferita, in stato di vapore, nell'atmosfera da acque libere e superfici di ghiaccio, terreno nudo e vegetazione (3). Quando riferita a quest'ultima, consiste nell'effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione dal terreno.

EVENTO METEOROLOGICO ESTREMO [2]
Un evento meteorologico estremo è un evento che è raro in un determinato luogo o periodo dell'anno. Le definizioni della parola raro variano, ma un evento meteorologico estremo sarebbe definito in questo modo se è raro in misura uguale o maggiore al decimo o novantesimo percentile di una funzione di densità della probabilità stimata sulla base delle osservazioni. Per definizione, le caratteristiche di quello che è chiamato tempo meteorologico estremo possono variare da un luogo all'altro in senso assoluto. Quando un pattern di tempo meteorologico estremo persiste per un certo periodo di tempo, come per esempio una stagione, può essere classificato come evento climatico estremo, specialmente se produce una media o un totale che è esso stesso estremo (per esempio, siccità o intense precipitazioni nel corso di una stagione). [IPCC, 2014]

FILTRAZIONE [5]
Si intende il processo di rimozione di sedimenti o altri contaminanti da un fluido, l'acqua, che penetra in un mezzo permeabile, il terreno.

FITODEPURAZIONE
Si intende il processo di depurazione delle acque che riproduce la capacità autodepurativa delle zone umide naturali, basato su processi depurativi di tipo biologico, fisico e chimico-fisico.

GAS SERRA – GAS A EFFETTO SERRA (GHG) [1]
I gas serra sono quei gas costituenti dell'atmosfera, sia di origine naturale che antropogenica, che assorbono ed emettono la radiazione a specifiche lunghezze d'onda entro lo spettro della radiazione terrestre emessa dalla superficie della Terra, dall'atmosfera stessa, e dalle nuvole. Questa proprietà causa l'effetto serra. Il vapore acqueo (HO), l'anidride carbonica (CO), il protossido di azoto (NO), il metano (CH) e l'ozono (O) sono i principali gas serra dell'atmosfera terrestre.

GOVERNANCE CLIMATICA [2]
Meccanismi e misure rilevanti finalizzati a indirizzare i sistemi sociali verso la prevenzione, la mitigazione o l'adattamento ai rischi posti dai cambiamenti climatici (Jagers e Stripple, 2003). [IPCC, 2014]

GRANDEZZA (DI UN ALBERO) [1]
La grandezza è uno dei criteri di classificazione degli alberi basato sull'altezza che la pianta può raggiungere a maturità in determinate condizioni ambientali. Gli alberi si suddividono in: alberi di prima grandezza: >18 metri; alberi di seconda grandezza: 12-18 metri; alberi di terza grandezza: < 12 metri

HOT SPOT [2]
Un'area geografica caratterizzata da alta vulnerabilità ed esposizione ai cambiamenti climatici. [IPCC, 2014]

IMPATTI (DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI) [2]
Gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani. In considerazione dell'adattamento, si possono distinguere impatti potenziali e residui: · impatti potenziali - tutti gli impatti che possono verificarsi per un dato cambiamento atteso del clima, senza considerare l'adattamento; · impatti residui - gli impatti dei cambiamenti climatici che avverrebbero dopo l'adattamento. [IPCC, 2007] Nel Rapporto WGII AR5 dell'IPCC, il termine impatti è usato principalmente per riferirsi agli effetti degli eventi meteorologici e climatici estremi e dei cambiamenti climatici, sui sistemi naturali e umani. Gli impatti generalmente si riferiscono agli effetti su persone, abitazioni, salute, ecosistemi, beni e risorse economiche, sociali e culturali, servizi (inclusi quelli ambientali) e infrastrutture dovuti all'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si presentano entro uno specifico periodo di tempo, e alla vulnerabilità di una società o di un sistema esposti ai cambiamenti climatici stessi. Ci si riferisce inoltre agli impatti come a conseguenze ed esiti. Gli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi geofisici, compresi alluvioni, siccità e innalzamento del livello del mare, rappresentano un sottoinsieme di impatti denominati impatti fisici. [IPCC, 2014]

INCERTEZZA [2]
Espressione del grado al quale un valore (ad esempio, lo stato futuro del sistema climatico) è sconosciuto. L'incertezza può derivare dalla mancanza di informazioni o dal disaccordo su ciò che è conosciuto o anche conoscibile. Può avere molti tipi di fonti, da errori quantificabili nei dati a concetti o terminologia definiti in modo ambiguo, o a proiezioni ipotetiche del comportamento umano. L'incertezza può quindi essere rappresentata da misure quantitative (ad esempio, un intervallo di valori calcolati da diversi modelli) o da dichiarazioni qualitative (ad esempio, che riflettono il giudizio di un gruppo di esperti.) [IPCC, 2007]

INFILTRAZIONE
Con il termine infiltrazione si intende il processo lento di penetrazione di un fluido, nel caso specifico dell'acqua, attraverso un mezzo permeabile, il terreno. La capacità di infiltrazione dell'acqua in un terreno è definita generalmente dal coefficiente di permeabilità.

INFRASTRUTTURA VERDE [3]
L'insieme interconnesso di sistemi ecologici naturali e costruiti, spazi verdi e altre funzioni del paesaggio. Comprende alberi (piantati dall'uomo e autoctoni), zone umide, parchi, spazi verdi aperti e prati e boschi spontanei, nonché interventi di progettazione di edifici e strade che incorporano vegetazione. (Culwick e Bobine, 2016)

INVARIANZA IDRAULICA [8]
Principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

INVARIANZA IDROLOGICA [8]
Principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

INVASO [4]
La capacità di un serbatoio, naturale o artificiale; la diversa disponibilità idrica di un serbatoio a seconda del livello raggiuntovi dall'acqua viene caratterizzata dal cosiddetto diagramma d'invaso, che è costruito riportando sull'asse delle ordinate i livelli del pelo libero riferiti a una quota prestabilita e sull'asse delle ascisse i corrispondenti volumi occupati dall'acqua.

ISOLA DI CALORE URBANA (DALL'INGLESE *URBAN HEAT ISLAND*) [1]
In climatologia è il fenomeno che determina un microclima più caldo all'interno delle aree urbane rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali. La differenza di temperatura può andare dai 3°C ad addirittura i 12°C (in circostanze particolari). Le proprietà ottiche dei materiali della città, assieme al calore antropogenico e ai fenomeni di evaporazione sono all'origine di questo fenomeno (T. Georgiadis, 2015).

LAMINAZIONE
L'attenuazione di un'onda di piena per l'effetto della presenza di un volume di invaso lungo il corso d'acqua

VOLUME DI LAMINAZIONE
Il volume raccolto nei sistemi di invaso atto a limitare la portata massima rilasciata nei ricettori naturali o artificiali di valle ai fini del rispetto del principio di Invarianza Idraulica (e idrologica)

MITIGAZIONE (DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI) [2]
Qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (sources) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (sinks) dei gas serra. [IPCC, 2014]

MITIGAZIONE (DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO) [1]
Qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (*sources*) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (sinks) dei gas serra.

MITIGAZIONE (VAS) 1
Misure per prevenire, ridurre e per quanto possibile compensare qualunque effetto negativo significativo sull'ambiente derivante dall'attuazione del Piano.

ONDA O ONDATA DI CALORE (DALL'INGLESE *HEAT WAVES*) 1
È un fenomeno climatico ad ampia scala, talvolta regionale, ovvero continentale. Si tratta di sistemi atmosferici di alta pressione che formano una specie di blocco su vasti areali permanendo anche per molti giorni. La durata e la differenza di temperatura raggiunta sono gli elementi che caratterizzano l'intensità dell'onda di calore. L'effetto più diretto è rappresentato dagli impatti sanitari (estate 2003 l'onda di calore ha causato in Europa migliaia di decessi). Con il passare del tempo aumentano sia il numero di ondate di calore per stagione che la durata. L'onda di calore è un fenomeno esogeno al sistema urbano, ma appena questa occorrenza avviene su un territorio antropizzato si arriva a valori di temperatura elevatissima poiché agli effetti di isola di calore si sommano quelli dell'onda (T. Georgiadis, 2015).

PERMEABILITÀ E COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ DI UN TERRENO [4]
"La permeabilità di un terreno è la sua proprietà di consentire il passaggio in profondità delle acque superficiali, di pioggia o di scorrimento. Hanno tale proprietà sia le terre incoerenti (sabbie, ghiaie ecc.), sia molte terre coerenti (sabbie compatte, terre argillose o argillo-sabbiose), per la presenza di minutissimi interstizi tra elemento e elemento della terra stessa. La permeabilità di un tipo di terra varia inoltre al cambiare delle caratteristiche fisiche dell'acqua filtrante (in particolare della temperatura). Si definisce coefficiente (o indice) di permeabilità, la quantità di acqua che, a una temperatura prestabilita, sotto carico unitario, passa nell'unità di tempo attraverso un provino della terra in esame di sezione e altezza unitarie."
In altri termini il coefficiente di permeabilità misura il tasso di infiltrazione del terreno, ovvero il volume d'acqua che si infiltra attraverso l'unità di superficie nell'unità di tempo sotto determinate condizioni di pressione e temperatura, ed ha le dimensioni di una velocità (in genere in campo idraulico viene espresso in mm/ora o m/s).

PIANTARE E PIANTAGIONE [1]
Termini corretti per indicare la messa a dimora delle piante; spesso, nel linguaggio vengono sostituiti dai sinonimi di piantumare e piantumazione, che sono impropri.

PORTATA
In idrodinamica, portata di una corrente fluida, relativa a una generica sezione trasversale, il volume di fluido che passa attraverso quella sezione nell'unità di tempo

PRECIPITAZIONI RINFORZATE (DALL'INGLESE *ENHANCED PRECIPITATIOS*) [1]
Le precipitazioni intensificate rientrano tra i fenomeni a grande scala, che sarebbero effetto dei cambiamenti climatici globali che produrrebbero una variazione imponente nel regime delle idrometeore attraverso un minor numero di eventi ma di sempre maggiore intensità per singolo caso. L'impatto risulta di particolare pericolosità per gli imponenti flussi d'acqua che si possono scaricare in aree già intrinsecamente vulnerabili (T. Georgiadis, 2015). In gergo giornalistico si fa riferimento a questo fenomeno come alle 'bombe d'acqua'.

PREVISIONE CLIMATICA [2]
Una previsione climatica è il risultato del tentativo di realizzare (a partire da un determinato stato del sistema climatico) una stima dell'effettiva evoluzione del clima nel futuro, per esempio su scale temporali stagionali, interannuali o decennali. Dal momento che l'evoluzione futura del sistema climatico può essere altamente sensibile alle condizioni iniziali, tali previsioni sono di solito di natura probabilistica. [IPCC, 2014]

PROIEZIONI CLIMATICHE
Una proiezione climatica è la risposta simulata del sistema climatico a uno scenario di emissioni future o di concentrazione di gas serra e aerosol, generalmente ricavata utilizzando i modelli climatici. Le proiezioni climatiche sono diverse dalle previsioni climatiche per la loro dipendenza dallo scenario di emissione/concentrazione/forzante radiativo utilizzato, a sua volta basato sulle ipotesi riguardanti, per esempio, i futuri sviluppi socio-economici e tecnologici che potrebbero essere realizzati o no. [IPCC, 2014]

RESILIENZA [1]
La capacità di un sistema socio-ecologico di far fronte a un evento pericoloso, o ad anomalie, reagendo o riorganizzandosi in modi che ne preservano le funzioni essenziali, l'identità e la struttura, mantenendo tuttavia anche le capacità di adattamento, apprendimento e trasformazione.

RISCALDAMENTO GLOBALE [3]
Aumento della temperatura media globale della superficie (GMST) calcolato in un periodo di 30 anni. L'attuale multidecadale ipotizza che la tendenza al riscaldamento continui.

RISCHIO [2]
La combinazione della probabilità di un evento e le sue conseguenze negative. La definizione segue la Guida ISO/IEC nr.73. La parola "rischio" ha due distinte connotazioni: nell'uso popolare l'enfasi è generalmente posta sul concetto di probabilità (chance) o possibilità, ad esempio nel "rischio di un incidente"; al contrario in un contesto tecnico l'enfasi è generalmente posta sulle conseguenze, in termini di "perdite potenziali" per una qualche possibile causa, posto o pericolo. Si può notare come le persone non necessariamente condividono la percezione del significato e le cause di rischi molteplici. [UN-ISDR] Le potenziali conseguenze laddove sia in gioco qualcosa di valore per l'uomo (inclusi gli stessi esseri umani) e laddove l'esito sia incerto. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o trend pericolosi, moltiplicata per le conseguenze che si avrebbero se questi eventi si verificassero. Il rapporto WGII AR5 dell'IPCC valuta i rischi correlati al clima. [IPCC, 2014]

RISCHIO (COMPONENTI VALUTAZIONE DEL)
Le componenti che entrano in gioco nella valutazione del rischio sono la pericolosità P (probabilità che un determinato evento accada in un certo periodo di tempo); la vulnerabilità V (la propensione a subire danni in conseguenza del manifestarsi di un determinato evento); l'esposizione E (maggiore o minore presenza di persone e beni potenzialmente esposti). La valutazione si ottiene moltiplicando : PxVxE

RISCHIO (GESTIONE DEL) [2]
I piani, le misure e le politiche messi in atto per ridurre la probabilità e/o le conseguenze dei rischi o per reagire alle loro conseguenze.

RISCHIO DI DISASTRI / RIDUZIONE DEL RISCHIO DI DISASTRI [2]
Il rischio di disastri indica la probabilità in un periodo di tempo specificato di gravi alterazioni nel normale funzionamento di una comunità o di una società a causa di eventi fisici pericolosi che, interagendo con condizioni sociali vulnerabili, portano a effetti avversi diffusi di tipo umano, materiale, economico o ambientale che richiedono un'immediata risposta di emergenza per soddisfare i bisogni umani fondamentali e che possono richiedere un supporto esterno per il recupero. Il concetto di riduzione del rischio di disastri indica sia un obiettivo politico, sia le misure strategiche e strumentali impiegate per prevenire il rischio futuro di catastrofi; riduzione dell'esposizione, del pericolo o della vulnerabilità esistenti e miglioramento della resilienza. [IPCC, 2012]

RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE (DALL'INGLESE *RUNOFF*) [5]
Con il termine *runoff* (o ruscellamento superficiale) si intende il flusso d'acqua che scorre sulla superficie verso il sistema di drenaggio. Ciò accade se la superficie è impermeabile, è satura o se le precipitazioni sono particolarmente intense.

SCENARI (CLIMATICI E DI CAMBIAMENTO CLIMATICO) 2
Uno scenario climatico è una rappresentazione plausibile e spesso semplificata del clima futuro, basata su un insieme internamente coerente di relazioni climatologiche, che è stata costruita per l'utilizzo esplicito nello studio delle potenziali conseguenze dei cambiamenti climatici antropogenici, spesso usati come input per i modelli di impatto. Spesso le proiezioni climatiche sono usate come materia prima per la costruzione degli scenari climatici, ma solitamente gli scenari climatici richiedono informazioni supplementari, come quelle sul clima corrente osservato. [IPCC, 2007] Uno scenario di cambiamento climatico è la differenza tra uno scenario climatico e il clima attuale. [IPCC, 2012]

SCENARI DI EMISSIONE [2]
Una rappresentazione plausibile del futuro sviluppo delle emissioni di sostanze che sono potenzialmente attive radiativamente (ad esempio, gas serra e aerosol), sulla base di un insieme coerente e internamente consistente di assunzioni sulle forze motrici (come il cambiamento tecnologico, lo sviluppo demografico e socioeconomico) e le loro relazioni fondamentali. Gli scenari di concentrazione, derivati dagli scenari di emissione, sono utilizzati come input per i modelli climatici per calcolare le proiezioni climatiche. Nel Rapporto Speciale dell'IPCC sugli Scenari di Emissione sono stati pubblicati nuovi scenari di emissione, i cosiddetti scenari SRES. Gli scenari SRES (ad esempio, A1B, A1FI, A2, B1, B2) sono utilizzati come base per alcune proiezioni climatiche. [IPCC, 2010; IPCC, 2012]

SENSITIVITÀ [1]
il grado con cui un sistema o una specie sono influenzati, sia sfavorevolmente che in modo benefico, dalla variabilità climatica o dai cambiamenti climatici. L'effetto può essere diretto (per esempio, un cambiamento nella resa dei raccolti in risposta a un cambiamento della media, del range e della variabilità della temperatura), o indiretto (per esempio, i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere, dovute all'innalzamento del livello del mare).

SERVIZIO ECOSISTEMICO [2]
Processi o funzioni ecologici dotati di un valore monetario o non monetario, per gli individui o in generale per la società. Sono frequentemente classificati come: (servizi di supporto, come per esempio la produttività o il mantenimento della biodiversità; servizi di fornitura o approvvigionamento, quali cibo, fibre, pesce; servizi di regolazione, come la regolazione del clima e il sequestro o stoccaggio del carbonio, e servizi culturali, come il turismo o l'arricchimento spirituale ed estetico. [IPCC, 2014]

SICCITÀ [3]
Periodo di tempo a lungo secco, tanto da causare un grave squilibrio idrologico. Siccità è un termine relativo, pertanto qualsiasi discussione in termini di deficit delle precipitazioni deve fare riferimento alla particolare attività legata alle precipitazioni che è in discussione. Ad esempio, la carenza di precipitazioni durante la stagione di crescita della vegetazione influisce sulla produzione agricola o sulla funzione degli ecosistemi in generale (siccità agricola). Un periodo con un deficit anomalo delle precipitazioni è definito come una siccità meteorologica

SISTEMA CLIMATICO [2]
Il sistema climatico è il sistema altamente complesso costituito da cinque componenti principali: atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera, biosfera, e le interazioni fra loro. Il sistema climatico evolve nel tempo sotto l'influenza di proprie dinamiche interne, e per effetto di forzanti esterni, come eruzioni vulcaniche, variabilità solare, e forzanti antropogenici come la variazione di composizione dell'atmosfera e il cambiamento di uso del suolo. [IPCC, 2014]

SISTEMA DI ALLERTA PRECOCE (DALL'INGLESE *EARLY WARNING SYSTEM*) [2]
L'insieme delle capacità necessarie per produrre e diffondere informazioni di allerta tempestive e significative, per consentire agli individui, alle comunità e alle organizzazioni minacciate da un rischio di prepararsi ad agire prontamente e in maniera adeguata, in modo da ridurre la possibilità di danni o perdite. [IPCC, 2014]

SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE (DALL'INGLESE SUDS *SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS*) [1]
Insieme di misure idonee a gestire in maniera sostenibile il ciclo delle acque in ambito urbano, riducendo il rischio idraulico in caso di eventi piovosi eccezionali e consentendo una più oculata gestione della risorsa idrica. Questi sistemi tendono a riequlibrare il ciclo dell'acqua nell'ambiente urbano, mediante l'aumento (ripristino) della permeabilità dei suoli urbani per il controllo (rallentamento e raccolta) dello scorrimento superficiale delle acque, e favorendo l'infiltrazione attraverso il suolo e l'alimentazione della falda profonda.
I sistemi SuDS tendono a ridurre l'impatto dello sviluppo antropico sulla qualità e quantità del deflusso, massimizzando le opportunità connesse alla qualità del paesaggio (tra cui fruizione, biodiversità, microclima, ecc.).

SOLUZIONE BASATE SULLA NATURA (DALL'INGLESE NBS *NATURE-BASED SOLUTIONS*) [1]
Insieme di soluzioni basate sull'inserimento in ambito urbano e periurbano di aree permeabili e vegetate, naturali e seminaturali, che ricomprendono le infrastrutture verdi e blu, finalizzate ad ottenere tutta una serie di benefici e servizi ecosistemici con particolare riferimento alla mitigazione e all'adattamento climatico, al benessere e alla salute delle persone, al comfort termico, alla riduzione dell'isola di calore urbana e dell'inquinamento dell'aria, alla migliore gestione delle acque meteoriche, all'aumento della biodiversità, ecc. (testo degli autori)

SPECIE [1]
Termine proprio della classificazione biologica per indicare una 'categoria che rappresenta l'unità fondamentale di base del sistema di classificazione'. Indica perciò un insieme di organismi tra loro interfecondi e in grado di dare origine a prole feconda. Non correttamente sostituito dal termine essenza; quest'ultimo è tollerato se indica le specie prative (*www.arboricoltura.info*)

SPECIE PIONIERE [4]
Piante variamente adattate a fattori ambientali estremi (suoli incoerenti, scarsità d'acqua, esposizione a temperature elevate o a forti venti), le quali colonizzano per prime un substrato sterile e favoriscono così la trasformazione dei fattori ambientali e quindi il successivo insediamento di altre specie.

STOCCAGGIO
Con il termine stoccaggio, con riferimento ai volumi d'acqua prodotti da un evento meteorico si intende l'accumulo temporaneo del fluido, all'interno di un mezzo poroso o di un serbatoio, naturale o artificiale, per il successivo riuso delle acque (ad esempio nella gestione delle aree verdi).

SVILUPPO SOSTENIBILE [2]
Sviluppo che va incontro ai bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni [WCED,1987] [IPCC, 2014]

TEMPO DI RITORNO
Il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo di tempo (in anni) in cui, mediamente, un dato evento viene eguagliato o superato. Nel campo idrologico, il tempo di ritorno associato ad un evento meteorologico rappresenta l'intervallo di tempo (in anni) in cui viene eguagliata o superata una determinata intensità di pioggia. A titolo d'esempio, un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni si riferisce ad una pioggia che si verifica in media una volta ogni 100 anni.

TIRANTE IDRICO
In campo idraulico-fluviale si definisce tirante idrico l'altezza dell'acqua nella sezione fluviale, ovvero la distanza del pelo libero dal fondo dell'alveo nella data sezione.
In ambito degli strumenti urbanistici, serve a identificare le aree a diverso rischio idraulico: l 'Autorità di Bacino con una propria Direttiva definisce (riportandoli su apposita cartografia) i tiranti idrici di riferimento come i valori delle altezze d'acqua attesi a seguito di possibili esondazioni.

USO DEL SUOLO E CAMBIAMENTO DI USO DEL SUOLO [1]
Il termine "uso del suolo" si riferisce al complesso di disposizioni, attività, suggerimenti messi in atto in un determinato tipo di copertura del suolo (un insieme di azioni umane). Il termine uso del suolo è inoltre impiegato nel senso di "fini sociali ed economici" per i quali un terreno è amministrato e gestito (per esempio, pascolo, raccolta di legname, tutela e conservazione). Con il termine "cambiamento di uso del suolo" ci si riferisce a un cambiamento nell'uso o nella gestione del suolo da parte dell'uomo, che potrebbe portare a un cambiamento della copertura del suolo. I cambiamenti di copertura e uso del suolo potrebbero avere un impatto su albedo superficiale, evapotraspirazione, fonti di rilascio e assorbimento (sources e sinks) di gas serra, o su altre proprietà del sistema climatico, e potrebbero pertanto dare origine a un forzante radiativo e/o ad altri impatti sul clima, a livello locale o globale. Si veda inoltre il Rapporto IPCC su uso del suolo, cambiamento di uso del suolo, e scienze forestali (I*PCC Report on Land Use, Land-Use Change, and Forestry*, IPCC, 2000)

VARIABILITÀ CLIMATICA [2]
La variabilità climatica si riferisce alle variazioni di stato medio e di altre statistiche (come le deviazioni standard, il verificarsi di eventi estremi, etc.) del clima in tutte le scale spaziali e temporali al di là di quelle dei singoli eventi meteorologici. La variabilità può essere dovuta a processi naturali interni al sistema climatico (variabilità interna), o a variazioni dei forzanti esterni naturali o antropogenici (variabilità esterna). [IPCC, 2007]

VULNERABILITÀ [1]
La propensione o la predisposizione a essere influenzati sfavorevolmente. Il termine vulnerabilità abbraccia una molteplicità di concetti, tra cui la sensitività o suscettibilità al danno, e la mancanza di capacità a resistere e adattarsi.

VULNERABILITÀ (DI UN SISTEMA ACQUIFERO) [7]
La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi è definita come la suscettibilità ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da alterare la qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo. Dipende dalle caratteristiche intrinseche del sottosuolo quali il tipo di acquifero, il contenuto granulometrico, la soggiacenza (spessore del terreno insaturo), le caratteristiche idrolitologiche dell'acquifero, ecc..

FONTI
1 IPCC, AR5 Quinto Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici, Glossario minimo dell'IPCC.
2 Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, MATTM 2014
http://www.pdc.minambiente.it/sites/default/files/allegati/strategia_nazionale_adattamenti_climatici.pdf
3 IPCC Climate Change and Land, 2019
4 Enciclopedia Treccani
5 The SuDS Manual, Department for Environment Food & Rural Affairs, Ciria C753, London 2015
6 DGR n. 286 della Regione Emilia Romagna
7 Civita M. (1987)
8 Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 - Regione Lombardia

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

INFRASTRUTTURA VERDE (E BLU)

Accademia Nazionale di Agricoltura (2018), *Prenditi cura del pianeta, inizia dal suolo. Decalogo per il suolo*, Atti del Convegno

Air Quality Expert Group (2018), *Impacts of vegetation on urban air pollution*
Prepared for the Department for Environment, Food and Rural Affairs; Scottish Government; Welsh Government; and Department of the Environment in Northern Ireland

Biophilic Cities: *http://biophiliccities.org/*

COM(2011) 571, *Roadmap to a resource efficient Europe*
Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse

Comitato per lo sviluppo del verde pubblico. MATTM (2017), *Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile*

Comune di Bologna (2010), *Manuale pratico per il manto erboso*
http://www.comune.bologna.it/consigliocomunale/servizi/120:/6434/

Comune di Parma, *Regolamento comunale del verde pubblico e privato* – ALLEGATO D

Congresso Europeo di Arboricoltura (1997), *Alle radici dell'albero*, Atti del convegno

Dal Fiume, R. – Veglianti, A. (2011) *Il prato di casa*, Iacobelli Ed.

Dessì, V. – Farné E. – Ravanello L. – Salomoni, M.T., *Rigenerare la città con la natura. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici*. Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna (Ri)

Dinetti M. (2017), *Il verde e gli alberi in città*, Documenti Lipu per la Conservazione della Natura n. 2. pp. 52.

Documenti contenuti nel sito di progetto: *http://www.sos4life.it/documenti/*

Edmondson, J.L. et alii (2016), *Soil surface temperatures reveal moderation of the urban heat island effect by trees and shrub*, Sci Rep. 6: 33708 *https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5027384/*

Eta Beta Vivaio: *https://www.etabeta-ninfee.it/impianti-di-fitodepurazione*

Ferranti, E.J.S. – MacKenzie, A. R. – Ashworth, K. – Hewitt, C.N. (2019) *First Steps in Air Quality for Built Environment Practitioners. Technical Report. University of Birmingham and Tree and Design Action Group (TDAG)*
http://epapers.bham.ac.uk/3069/

Ferrini, F. – Fini, A. (2017) *Amico albero - Ruoli e benefici nelle nostre città (e non solo)*, Edizioni ETS

Fondazione Minoprio (2013), *Piantare alberi in città*, *http://www.arptra.it/?s=PIANTARE+ALBERI+IN+CITTA*

Forestry Commission, *The Urban forest*, *https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/706814/FCURBANFORESTA44PP.PDF*

Greater London Authority (2019), *Using green infrastructure to protect people from air pollution*, in consultation with the Birmingham Institute of Forest Research (University of Birmingham), the Global Centre for Clean Air Research (University of Surrey) and Transport for London,
https://www.london.gov.uk/sites/default/files/green_infrastruture_air_pollution_may_19.pdf

Haines-Young, R. – Potschin, M. – Fabis Consulting Ltd. (2018), *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure*,
https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf

Hewitt, C.N. – Ashworth, K. – MacKenzie, A.R. (2019), *Using green infrastructure to improve urban air quality*, Ambio, pp.1-12
https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-019-01164-3

Hirons, A.D. – Sjöman, H. (2018), *Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers*,
http://www.tdag.org.uk/species-selection-for-green-infrastructure.html

Jeanjean, A.P.R. – Hinchliffe, G. – McMullan, W.A. – Monks, P.S. – Leigh, R.J. (2015), *A CFD study on the effectiveness of trees to disperse road traffic emissions at a city scale. Atmospheric Environment.* 120, pp.1–14.

Kershaw T., *Climate change resilience in the urban environment*, IOP Publishing, Bristol, UK

Landrigan, P.J. - Fuller, R., - Acosta, N.J. - Adeyi, O. - Arnold, R. - Baldé, A.B. - Bertollini, R. - Bose-O'Reilly, S. - Boufford, J.I. - Breysse, P.N. - Chiles, T. (2018), *The Lancet Commission on pollution and health*, The Lancet, 391 (10119), pp.462–512, *https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0*

Leitner, M. - Tulipan M., *Guidance for soil in strategic environmental assessment and environmental impact assessment (SEA/EIA Guidance) URBAN SMS: Soil Management Strategy*, CENTRAL EUROPE Programme, European Union, European Regional Development Fund

Livesley, S. J., - McPherson, E. G. - Calfapietra C. (2016), *The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale*, J. Environ Qual. 45:119–124

Manchester City of Trees: *http://www.cityoftrees.org.uk/*

Mapelli N. (2014), *Siepi campestri*, Supplemento al n. 11 di Vita in campagna, Edizioni L'Informatore Agrario

Mengyu, Z. - Woongkyoo, B. - Jeeyeop K. (2019), *The effects of the layouts of vegetation and wind flow in an apartment housing complex to mitigate outdoor microclimate air temperature*, Sustainability 2019, 11, 3081; doi:10.3390/su11113081

Moss, J.L. - Doick, K.J. - Smith, S. - Shahrestani, M. (2019), *Influence of evaporative cooling by urban forests on cooling demand in cities, Urban Forestry & Urban Greening*, 37, pp.65–73, *https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.023*

Panella, A. et alii (2000), *Tappeti erbosi*, Calderini Edagricole

Peters, E. B. - McFadden, J.P. - Montgomery R.A. (2019), *Biological and environmental controls on tree transpiration, in a suburban landscape*, Journal of geophysical research, vol. 115, G04006

Planting beds in the city of Stockholm. A handbook (2009), GH100322, *http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tool-detail/en/c/522328/*

Prime giornate internazionali meranesi (1995), *L'albero in città*, Atti del convegno

Pugh, T. A. - MacKenzie, A. R. - Whyatt, J. D. - Hewitt, C. N. (2012), *Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons*, Environmental Science & Technology, 46 (14), pp.7692–7699, *https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es300826w*

Right Trees for Changing Climate Database: *http://www.righttrees4cc.org.uk/*

Role of trees & other green infrastructure in urban air quality: *https://www.the-ies.org/analysis/role-trees-and-other-green*

Sabatino, R. - Di Muro, A. (2015), *La progettazione della sicurezza nel cantiere*, *https://www.inail.it/cs/internet/docs/laprogettazionesicurezzacantiere-compressed-pdf.pdf*

Salomoni, M.T. (2017), *Gli alberi e la città*, Dispense collana REBUS Emilia-Romagna, *http://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/rebus_07-salomoni.pdf/@@download/file/REBUS_07_Salomoni.pdf*

Sani, L. (2017), *Statica delle strutture arboree per la valutazione di stabilità*, Gifor, Firenze

Scudo G., Ochoa De La Torre (2003), *Spazi verdi urbani*, Simone ed., Napoli

WHO Regional Office for Europe (2017), *Urban green spaces and health: A review of impacts and effectiveness*, *http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/publications/2017/urban-green-space-interventions-and-health-a-review-of-impacts-and-effectiveness.-full-report-2017*

INFRASTRUTTURA BLU (E VERDE)

Bob Bray, Dusty Gedge, Gary Grant & Lani Leuthvilay (2012), *Rain Garden Guide*, RESET Development, *https://raingardens.info/wp-content/uploads/2012/07/UKRainGarden-Guide.pdf*

De Urbanisten (2014), *Climate Proof Zomerhofkwartier*, *http://www.urbanisten.nl/wp/wp-content/uploads/URBANISTEN_climate_adaptive_ZOHO_lr.pdf*

Grand Lyon (2010), *Les ouvrages enterrés de gestion des eaux pluviales, Référentiel conception et gestion des espaces publics*, GRAND LYON, *https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/voirie/referentiel-espaces-publics/20091201_gl_referentiel_espaces_publics_ouvrages_enterres_gestion_eaux_pluviales.pdf*

Grand Lyon (2010), *Vers une gestion intégrée des eaux pluviales, Référentiel conception et gestion des espaces publics*, GRAND LYON, *https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/voirie/referentiel-espaces-publics/20091201_gl_referentiel_espaces_publics_thematique_vers_gestion_integree_eaux_pluviales.pdf*

Grand Lyon (2017), *Guide d'aide à la conception et à l'entretien Projet Ville permèable*, GRAND LYON, *https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/eau/20170926_guide-projet-ville-permeable.pdf*

Herbert Dreiseitl - Bettina Wanschura, RAMBOLL (2016), *Strengthening blue-green infrastructure in our cities*, *https://www.zu.de/lehrstuehle/soziooekonomik/assets/pdf/Ramboll_Woerlen-et-al_BGI_Final-Report_small-1.pdf*

Hindi Iserhott, Maren Murphy, Maia Nativ, Eric Rosewall (2013), *The Guide to Freeing Your Soil How to depave*, 3° edizione, Depave, *https://depave.org/wp/wp-content/uploads/downloads/2016/03/HowToDepaveGuide-V3.4-2016.pdf*

ISPRA (2012), *Guida tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane*, ISPRA, Manuali e Linee Guida 81/2012, *http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/Manuale_81_2012.pdf*

Région Rohne Alpes la Citoyenne (2006), *Pour la gestion des eaux pluviales Stratégie et solutions techniques*, *http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/PlaqTA.pdf*

Serge Forest (2012), *Guide d'aménagement des bassins de rétention des eaux pluviales, Division du design, de l'architecture et du patrimoine, service de l'aménagement du territoire*, VILLE DE QUEBEC, *https://glslcities.org/wp-content/uploads/2015/07/Quebec-guide_amenagement_bassins.pdf*

Trees&Design Action Group - TDAG (2014), *Trees in Hard Landscapes. A guide for Delivery*, http://www.tdag.org.uk/trees-in-hard-landscapes.html

SUOLO, CONSUMO DI SUOLO, TERRE E ROCCE DA SCAVO

Carta della dotazione in sostanza organica, *https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/*
(portale minERva, a cura della Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna)

Carta della capacità d'uso dei suoli a fini agricoli e forestali, *https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/*
(portale minERva, a cura della Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna)

Carta della capacità d'uso dei suoli a fini agricoli e forestali, *https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/*
(portale minERva, a cura della Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna)

Carta della dotazione in azoto fosforo potassio 8NPK, *https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/*

Carta della tessitura, *https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/*
(portale minERva, a cura della Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna)

Carta geologica in scala 1:10.000 della regione Emilia Romagna,
https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis

Cartografia delle prove geognostiche della regione Emilia Romagna,
https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis

Documenti contenuti nel sito di progetto:
http://www.sos4life.it/documenti/: Az. B.2.4 - Linee guida rimozione, gestione e ri-applicazione del topsoi

European Commission (2012). *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*
https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_en.pdf

European Commission, *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing, Publications Office of the European Union*, *http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_en.pdf*

http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo:
mette a disposizione le carte dei suoli, delle proprietà chimico-fisiche e le carte applicative

https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/carte_tematiche.jsp?tem=1#tem1:
mette a disposizione la consultazione online di 13 carte tematiche inerenti le proprietà chimico-fisiche dei suoli, nonché 19 carte applicative inerenti il contenuto di carbonio organico nei suoli, il fondo naturale antropico (As, Cd, Cr, Ni, Pb, Cu, Sn V, Zn), i gruppi idrologici dei suoli di pianura, la conducibilità idraulica satura, la capacità d'uso dei suoli di pianura e delle superfici impermeabilizzate

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - SNPA (2019), *Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo*, Delibera del Consiglio SNPA seduta del 09.05.2019 Doc. n. 54/19,
https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2019/05/Delibera-54-LLGG-Terre-Rocce-da-scavo.pdf

CLIMA, CLIMA URBANO, BENESSERE

D'Onofrio, R., Trusiani, E. (2017), *Città, salute e benessere*, Franco Angeli/Urbanistica, Milano

Dessì, V. (2007), *Progettare il comfort urbano*, Sistemi Editoriali, Napoli

Dessì, V. (2017), *Progettare il comfort degli spazi pubblici*, Dispense collana REBUS Emilia-Romagna, *http://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/rebus_08-dessi.pdf/@@download/file/REBUS_08_Dessi.pdf*
Gehl, J. (2017), Città per le persone, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna

Georgiadis, T. (2017), *Cambiamenti climatici ed effetti sulle città*, Dispense collana REBUS Emilia-Romagna, *http://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/rebus_03-georgiadis.pdf/@@download/file/REBUS_03_Georgiadis.pdf*

IPCC, AR5, *Quinto Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici*, Glossario minimo dell'IPCC (traduzione a cura di Laura Caciagli per Ipcc Focal Point per l'Italia), *http://www.cmcc.it/wp-content/uploads/2014/04/IPCC_AR5_Glossario_IT.pdf*

Matzarakis, A. (2017), *Città e cambiamenti climatici*, Dispense collana REBUS Emilia-Romagna, *http://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/pubblicazioni/rebus_04-matzarakis.pdf/@@download/file/REBUS_04_Matzarakis.pdf*

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, *Norme in materia ambientale*, G.U. n. 88 del 14 aprile 2006

DGR 14 febbraio 2005, n. 286, *Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n.152)*, G.U. n. 49 del 15 marzo 2005

DGR 18 dicembre 2006, n. 1860, *Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005*, G.U. n. 9 del 19 gennaio 2006

DGR 26 luglio 2010, n. 1083, *Linee guida per la redazione dei Piani di indirizzo in riferimento all'applicazione del punto 3.6 della DGR 286/2005*, G.U. n. 105 del 18 agosto 2010

DPR 13 giugno 2017, n. 120, *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133 convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164*, G.U. n. 183 del 7 agosto 2017

Legge Regionale 30 luglio 2013, n. 15, *Semplificazione della disciplina edilizia*, G.U. 3° Serie Speciale - Regioni n. 40 del 5 ottobre 2013

Legge Regionale n. 24 del 21 dicembre 2017, *Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio*

D.M. 24 dicembre 2015, *Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza*, G.U. Serie Generale n. 16 del 21 gennaio 2016

D.M. 11 ottobre 2017, *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*, G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017

D.M. 10 marzo 2020, *Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde*, G.U. Serie Generale n. 90 del 4 aprile 2020


Regione Emilia-Romagna
SOS4LIFE
SAVE OUR SOIL FOR LIFE
Life
LIFE15 ENV/IT/000225