

Life
METRO
ADAPT

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

Azione C 1.3 TRAINING

**Dall'analisi delle vulnerabilità climatiche
alle misure di adattamento con soluzione naturalistiche**

AGENDA del 17 giugno 2020

9:15 Connessione

9:30 Emilio De Vita e Cinzia Davoli (CMM – Città Metropolitana Milano)

- SALUTI E PRESENTAZIONE DELLA SESSIONE
- PROGETTO LIFE METRO ADAPT
- METRO ADAPT PLATFORM

10:00 Nicola Colaninno (Esperto dati Territoriali per CMM)

- PATTO DEI SINDACI E PAES/PAESC
- LA STRATEGIA NAZIONALE PER L'ADATTAMENTO, E LA STRATEGIA REGIONALE
- IL CONTESTO TERRITORIALE
- PERICOLI CLIMATICI E IMPATTI

10:30 Monica Palandri e Laura De Vendictis (e-GEOS S.p.A.)

- ORIGINE E TIPO DI DATI
- ANALISI DEL FENOMENO ISOLE DI CALORE URBANE
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM
- APPROFONDIMENTO ANALISI DATI CLIMATOLOGICI E BENESSERE DELLE COLTIVAZIONE NEL PARCO AGRICOLO SUD

11:20 Nicola Colaninno (Esperto dati Territoriali per CMM)

- ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM

11:50 Cinzia Cesarini (CMM – Città Metropolitana Milano)

- PTM e LIFE METRO ADAPT

12:05 Lorenzo Bono (Ambiente Italia)

- ESEMPI DI MISURE DI ADATTAMENTO E NBS
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM

12:35 Marco Callerio (Gruppo Cap)

- AZIONI DIMOSTRATIVE DI APPLICAZIONE NBS

12:50 Q&A

13:00 Chiusura



LIFE17CCA/IT/000080



CONTRIBUTO AL CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

La Città metropolitana di Milano è tra le aree urbane più densamente popolate non solo a livello nazionale ma anche a scala europea.

Per quanto attiene al tema dei cambiamenti climatici, essa rappresenta un ambito soggetto a criticità legate a tale fenomeno tipiche di molte aree metropolitane, in particolare di quelle mediterranee. Tra queste criticità : diminuzione delle risorse idriche disponibili, accentuato squilibrio tra domanda idrica dei vari settori che ne necessitano (agricolo, industriale, civile, ecc.) e disponibilità della risorsa, effetti diretti e indiretti sull'agricoltura, piogge di grande intensità con conseguenti allagamenti e inondazioni, ondate di calore estive, presenza di isole di calore urbane con conseguenze sulla salute della popolazione vulnerabile, aumento della domanda di energia, superamento dei livelli di ozono.

La Città metropolitana di Milano può svolgere un ruolo cruciale nel processo di adattamento al cambiamento climatico attraverso l'integrazione delle politiche di adattamento nel PTM assumendo un ruolo di coordinamento nella redazione di un piano integrato e unitario alla scala territoriale coerentemente agli obiettivi di creazione di una cultura progettuale per un territorio maggiormente resiliente attivando la mobilitazione delle autorità locali per favorire la cooperazione tra soggetti pubblici, privati e cittadini nel perseguire azioni concrete.

L' Agenda 2030 dell'ONU per lo sviluppo sostenibile costituisce riferimento primario per lo sviluppo del PTM. Tra i 17 obiettivi che la compongono sono di particolare importanza per le competenze territoriali del PTM:

- 6 Acqua pulita e igiene
- 7 Energia pulita e accessibile
- 9 Industria, innovazione e infrastrutture
- 10 Ridurre le disuguaglianze
- 11 Città e comunità sostenibili
- 12 Consumo e produzione responsabili
- 13 Agire per il clima**



PRINCIPI E OBIETTIVI DEL PTM PER LE EMERGENZE AMBIENTALI

Le norme di attuazione (NdA) del PTM definiscono principi e obiettivi generali per guidare l'attuazione del piano. Tra questi rivestono particolare rilievo il principio e i due obiettivi generali introdotti in coerenza con gli obiettivi dell'Agenda 2030 e con gli impegni nazionali sullo sviluppo sostenibile e declinati, nel corpo normativo, in una specifica e innovativa sezione dedicata alle Emergenze ambientali.

Il primo principio del PTM sulla tutela delle risorse non rinnovabili (suolo, acqua, aria energia da fonti fossili) così recita:

- a1. trasmissione alle generazioni future delle risorse non riproducibili a garanzia di eguali opportunità di benessere e di un flusso adeguato di servizi ecosistemici;
- a2. invarianza delle risorse non rinnovabili, bilanciando nei piani i nuovi consumi con equivalenti azioni di risparmio;
- a3. utilizzo di risorse rinnovabili in tutti i casi in cui esistano alternative tecnicamente fattibili;
- a4. limitazione e mitigazione delle pressioni sull'ambiente e sul territorio e compensazione degli effetti residui non mitigabili delle trasformazioni;
- a5. mitigazione e compensazione del carico aggiuntivo sulle componenti ambientali e territoriali, preventivamente all'attuazione delle previsioni insediative;
- a6. priorità al recupero delle situazioni di abbandono, sottoutilizzo e degrado e alle azioni finalizzate alla rigenerazione urbana e territoriale;
- a7. rafforzamento della capacità di resilienza del territorio rispetto ai mutamenti climatici.

OBIETTIVI GENERALI DEL PTM PER LE EMERGENZE AMBIENTALI

Il primo obiettivo generale del PTM è coerenziane le azioni del piano rispetto ai contenuti e ai tempi degli accordi internazionali sull'ambiente e così recita:

Contribuire per la parte di competenza della Città metropolitana al raggiungimento degli obiettivi delle agende europee, nazionali e regionali sulla sostenibilità ambientale e sui cambiamenti climatici. Individuare e affrontare le situazioni di emergenza ambientale, non risolvibili dai singoli comuni in merito agli effetti delle isole di calore, agli interventi per l'invarianza idraulica e ai progetti per la rete verde e la rete ecologica. Verificare i nuovi interventi insediativi rispetto alla capacità di carico dei diversi sistemi ambientali, perseguendo l'invarianza idraulica e idrologica, la riduzione delle emissioni nocive e climalteranti in atmosfera, e dei consumi idrico potabile, energetico e di suolo. Valorizzare i servizi ecosistemici potenzialmente presenti nella risorsa suolo.

Troviamo poi nell'**obiettivo generale 7**, dedicato allo sviluppo della rete verde metropolitana, un rimando alle funzioni di laminazione degli eventi atmosferici e mitigazione degli effetti dovuti alle isole di calore nonché di contenimento della CO2.

Mentre l'**obiettivo generale 8**, dedicato al rafforzamento degli strumenti per la gestione del ciclo delle acque, prevede, tra l'altro, che si sviluppino disposizioni per la pianificazione comunale a tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrico potabile, a salvaguardia delle zone di ricarica degli acquiferi e per il recupero del reticolo irriguo, inclusi i tratti dismessi, a fini paesaggistici, ecologici e quali volume di invaso per la laminazione delle piene.



I - DISPOSIZIONI GENERALI

II – EMERGENZE AMBIENTALI

- Principi di riferimento
- Consumo di suolo e rigenerazione territoriale
- Cambiamenti climatici

III – SISTEMI TERRITORIALI

- Insediamenti e servizi di rilevanza sovracomunale
- Infrastrutture e mobilità
- Ambiti agricoli di interesse strategico
- Paesaggio e sistemi naturali
- Difesa del suolo e geologia

NORME di ATTUAZIONE del PTM

PARTE II : EMERGENZE AMBIENTALI



Titolo I – Tutela delle risorse naturali non rinnovabili

- art. 16 Criteri e limiti di sostenibilità
- art. 17 Contenimento dei consumi energetici e delle emissioni in atmosfera

Mitigazione

Titolo II - Consumo di suolo e rigenerazione territoriale

- art. 18 Attuazione degli obiettivi di riduzione del consumo di suolo del PTR
- art. 19 Rigenerazione territoriale e urbana
- art. 20 Recupero delle aree dismesse

Titolo III - Cambiamenti climatici

- art. 21 Invarianza idraulica
- art. 22 Contenimento dei consumi idrici potabili
- art. 23 Clima e isola di calore

Adattamento



LIFE17CCA/IT/000080



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

MITIGAZIONE E ADATTAMENTO

Nelle politiche di pianificazione e governo territoriale finalizzate alla riduzione dell'impatto dei cambiamenti climatici e per ostacolare le mutazioni climatiche nel medio e lungo periodo è importante prevedere **l'applicazione congiunta di interventi per la mitigazione e l'adattamento**.

Tale approccio congiunto è stato scelto dal PTM in quanto ha valore strategico e diversifica qualitativamente i vari livelli di gestione, coinvolge una pluralità di attori e differenzia i settori di intervento. L'integrazione tra misure di mitigazione e adattamento è finalizzata infatti a creare un sistema unitario di risposta al cambiamento climatico in grado di contrastarne contemporaneamente le cause e gli effetti.

Mitigazione = interventi e misure che agiscono sulle cause del cambiamento cercando di ridurre o contenere le emissioni di gas climalteranti e promuovendo una maggiore quota di energia rinnovabile (Titolo I - Tutela delle risorse naturali non rinnovabili).

Adattamento = strategie e azioni preventive che consentano di rispondere adeguatamente agli effetti generati dai cambiamenti climatici (quali piogge di maggiore intensità e ondate di calore) minimizzandone i danni (Titolo III – Cambiamenti climatici).



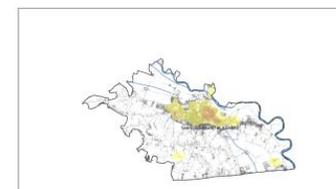
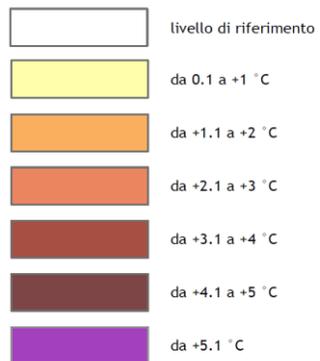
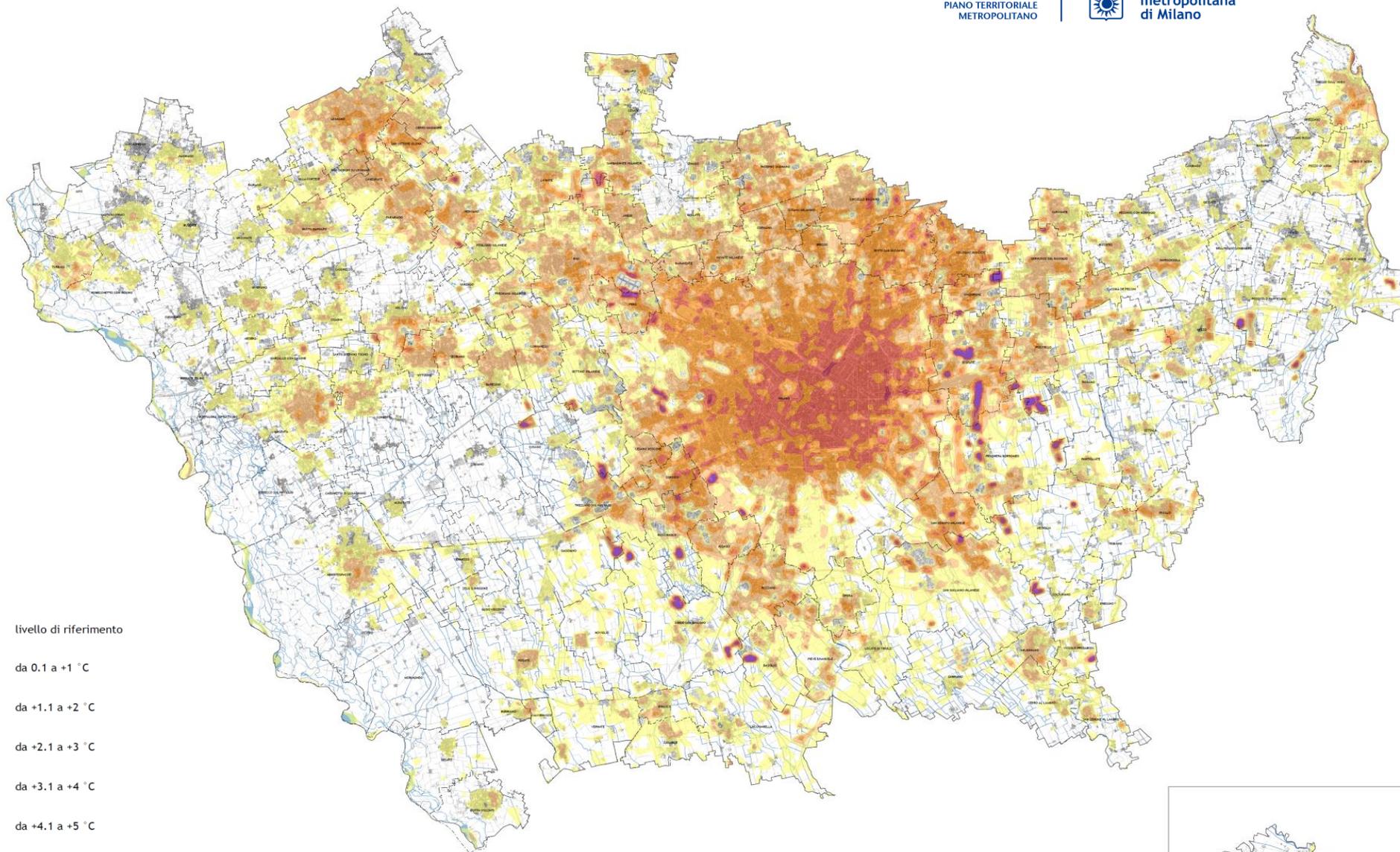
MAPPA DELLE ANOMALIE TERMICHE

Nell'ambito del progetto Life **METRO ADAPT** è stata elaborata una situazione tipo rappresentativa dell'isola di calore notturna nel periodo estivo. A tale fine, come precedentemente trattato, sono state utilizzate immagini termiche satellitari rilevate durante le prolungate ondate di calore e nei giorni privi di nubi, per il periodo di osservazione 2015-2018.

Da questa elaborazione è stata in seguito prodotta una [mappa delle anomalie termiche](#), individuando le aree in cui la temperatura rilevata risulta di diversi gradi superiore a quella delle zone rurali circostanti.

Questa mappa risultante dallo studio è riportata nella [tavola 8 del PTM – Cambiamenti climatici](#) e individua l'anomalia termica espressa in gradi centigradi rispetto allo zero assunto dal modello. Il colore più intenso segnala uno scostamento maggiore della temperatura delle zone urbane rispetto alle zone di campagna meno calde del territorio metropolitano. L'immagine ha una risoluzione di 30x30 metri corrispondente a quella dell'immagine satellitare.

TAVOLA 8 - CAMBIAMENTI CLIMATICI



LIFE17CCA/IT/000080



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

MISURE PER INTERVENTI COMUNALI

La sezione normativa del PTM dedicata alle misure di adattamento ai cambiamenti climatici contiene orientamenti e direttive per i piani comunali finalizzati all'inserimento di parametri e regole specifiche.

I comuni sono tenuti a **sviluppare uno studio**, nelle situazioni più critiche, per ridurre le anomalie termiche in aree con valori notturni che superano di almeno 3° il valore di riferimento considerato sulla base della tavola 8 del PTM. Per le stesse aree vengono fornite **indicazioni sulle tipologie di intervento volte a mitigare le anomalie del calore diurno e da integrare negli elaborati del PGT**, nel regolamento edilizio comunale e nei piani/programmi di settore (Piano del Verde, Piano Urbano del Traffico, Piano Urbano della Mobilità, ecc) **orientate a una progettazione e programmazione urbana proattiva verso i cambiamenti climatici** essendo il Comune, per proprie competenze e scala d'azione, l'ente locale maggiormente deputato a intervenire progettualmente in materia.

Per i progetti di importanza sovracomunale proposti dai comuni (quali corridoi verdi di ventilazione o ampi sistemi a verde) **il PTM prevede di procedere attraverso la sottoscrizione di accordi specifici e di assistere i comuni** che intendono mettere insieme a tal fine le proprie risorse anche nella ricerca di fonti di finanziamento aggiuntive da parte di altri enti (cofinanziamenti regionali, nazionali ed europei). Questo tipo di assistenza è tra quelle indicate **all'articolo 11 delle norme del PTM**, per le quali **può essere attivato un fondo di perequazione territoriale creato dal PTM anche per finanziare misure di adattamento a livello metropolitano e sovracomunale**.

MISURE A CARATTERE SOVRACOMUNALE: RETE VERDE METROPOLITANA

Alla scala metropolitana l'organizzazione del territorio e dei suoi usi e la collocazione ragionata di aree verdi contribuiscono alla creazione di corridoi di ventilazione che favoriscono il ricambio di aria e quindi la mitigazione delle temperature attraversando la massa urbanizzata per tutta la sua estensione.

Il tema dei corridoi di ventilazione sarà utilmente affrontato e supportato attraverso il progetto di Rete verde metropolitana.

Il progetto di Rete verde metropolitana, insieme alla definizione di regole per la sua attuazione da parte dei Comuni, oltre a contribuire al ripristino dei paesaggi rurali, naturali e boschivi ha lo scopo di individuare le criticità proprie dei singoli ambiti territoriali di Città metropolitana per definire l'adozione di azioni specifiche e priorità di finanziamento per mitigare le isole di calore e il deflusso meteorico. La costruzione della rete verde si basa anche sui risultati delle analisi del progetto METRO ADAPT (mappe di calore, pericolo e vulnerabilità), su altri indicatori come Albedo, Imperviousness, Sky view factor, Ndvi (sviluppati in 2 progetti finanziati dalla Fondazione Cariplo legati al cambiamento climatico) e sul modello Run-off (sviluppato con Metro Adapt) che confronta l'impermeabilizzazione del suolo con la precipitazione per evidenziare la correlazione con il dilavamento.

Le misure specifiche da adottare nelle diverse situazioni sono individuate anche con il contributo delle Nature Based Solutions sviluppate nel progetto METRO ADAPT. Per gli interventi di carattere sovracomunale o metropolitano potrà essere utilizzato il fondo di perequazione territoriale.



MAPPE DI VULNERABILITA' E RISCHIO ALL'ISOLA DI CALORE

Come visto precedentemente, all'interno del progetto METRO ADAPT, sono state elaborate anche [mappe per sezioni censuarie correlando il dato dell'anomalia termica con i dati della popolazione](#), in termini di numero di persone esposte, di densità abitativa, di presenza di soggetti maggiormente esposti alle ondate di calore (anziani e bambini piccoli). Sono così state costruite:

[Mappa di vulnerabilità alle isole di calore urbano](#): rappresenta la distribuzione sul territorio della popolazione vulnerabile (anziani sopra i 70 anni e bambini sotto i 10 anni) per ogni sezione censuaria (ISTAT 2011) normalizzando il dato rispetto al valore massimo riscontrato nel territorio di ciascun comune e per l'intero territorio di Città metropolitana di Milano.

[Mappa del rischio alle isole di calore urbano](#): la mappa di cui sopra è stata integrata con la mappa delle anomalie termiche di caldo estremo per ricavare le zone della città a maggiore densità di popolazione vulnerabile alle temperature estreme (mappa del rischio), individuando le sezioni censuarie alle quali prestare attenzione.

Si potranno dai dati costruire in futuro [mappe di rischio utili per definire nei PGT le aree nelle quali concentrare le risorse per intervenire in via prioritaria](#) da parte delle autorità sanitarie locali o della Protezione Civile in occasione di emergenze legate a ondate di calore estive (visite di controllo, distribuzione acqua, spostamento persone sensibili in aree più fresche, ecc.).

INVARIANZA IDRAULICA

Il tema dell'invarianza idraulica prevede l'invarianza del deflusso meteorico da un'area anche a seguito di interventi di trasformazione negli usi del suolo. Il Regolamento Regionale n.7/2017 definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica.

Il PTM contribuisce alle disposizioni regionali con le seguenti azioni e indirizzi:

- indicazioni ai PGT sulle soluzioni di drenaggio preferenziali da adottare tra le tipologie di percolazione, di invaso e di allontanamento, articolate nelle diverse aree del territorio metropolitano secondo fattori geografici e antropici, uso dei suoli e soggiacenza della falda;
- aggiornamento delle banche dati del reticolo idrico minore, in collaborazione con l'Ufficio d'ambito di Milano, per evidenziare i tratti dismessi e abbandonati e valutarne la riattivazione per incrementare il volume di invaso ai fini della laminazione delle acque meteoriche;
- graduale conversione, in collaborazione con l'Ufficio d'ambito all'interno del Piano di ambito, dei sistemi di raccolta delle acque reflue in sistemi duali separati: uno per le acque nere fognarie e bianche contaminate e uno per le acque meteoriche;
- redazione aggregata tra più comuni del progetto di invarianza idraulica e idrologica con riferimento preferenziale al bacino degli aggregati insediativi del Piano d'ambito;
- definizione di percentuali minime di superfici permeabili per gli interventi che interessano territori non urbanizzati e aree dismesse produttive e commerciali, includendo anche de-impermeabilizzazione delle superfici pavimentate e loro sostituzione con superfici a verde o l'utilizzo di tecniche e materiali che garantiscono un'elevata permeabilità.

INVARIANZA IDRAULICA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il PTM persegue l'adattamento al cambiamento climatico favorendo la gestione corretta e sostenibile delle acque meteoriche. A tale fine i comuni applicano i principi di invarianza idraulica e idrologica e di drenaggio urbano sostenibile, definiti dal Regolamento Regionale n.7/2017, a tutti gli interventi edilizi, stradali e ai parcheggi che comportino una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione preesistente agli interventi stessi.

La tavola 7 e la relazione del PTM forniscono indicazioni ai PGT sulle soluzioni di drenaggio sostenibile da adottare tra le tipologie di percolazione, di invaso, e di allontanamento identificate in base alle caratteristiche, all'uso dei suoli e alla soggiacenza della falda.

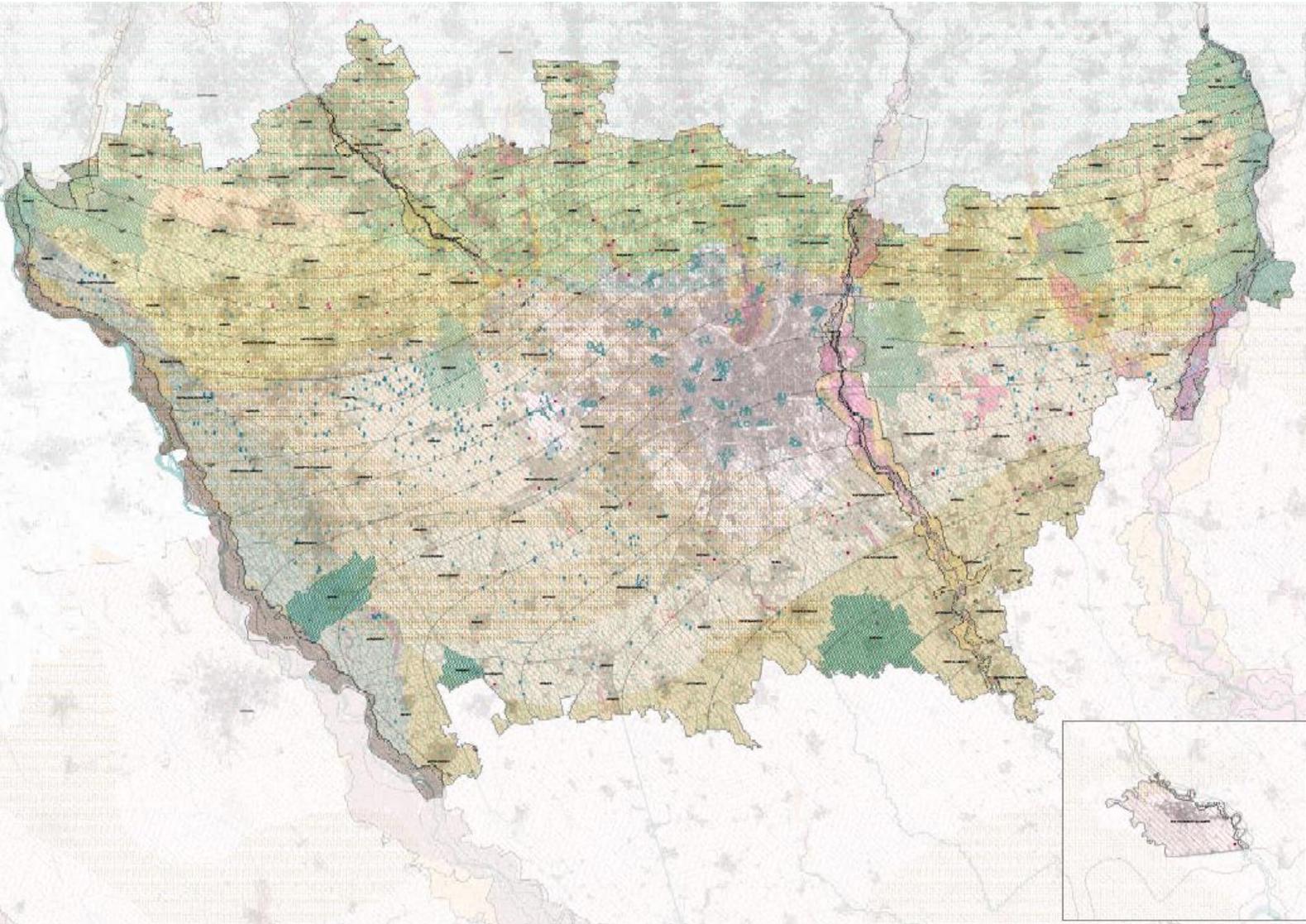
In tutti i casi ove sia tecnicamente fattibile il PTM favorisce l'utilizzo di soluzioni naturali per la realizzazione degli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi di invarianza idraulica dando priorità alle soluzioni che possono svolgere più funzioni territoriali e ambientali.

Le soluzioni naturali possono essere inquadrare entro più ampie soluzioni paesaggistiche aventi finalità fruttive e possono contribuire alla realizzazione della rete verde metropolitana, della rete ecologica metropolitana o alla mitigazione di anomalie termiche collegate al fenomeno delle isole di calore.

La Città metropolitana prevede che gli interventi di drenaggio con rilevanza sovracomunale possano essere finanziati con i fondi di perequazione disciplinati dall'articolo 11 delle NdA e programma annualmente la raccolta delle proposte da finanziare o cofinanziare fino alla capienza di risorse disponibili.



TAVOLA 7 – DIFESA DEL SUOLO E CICLO DELLE ACQUE



AMBITI A RISCHIO IDROGEOLOGICO [art. 78]
Direttiva alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2015 | Pericolosità - Scenari di piena

- Aree di esondazione [PGRA] H - alta probabilità: alluvioni frequenti con TR = 20-50 anni
- Aree di esondazione [PGRA] M - media probabilità: alluvioni poco frequenti con TR = 100-200 anni
- Aree di esondazione [PGRA] L - bassa probabilità: alluvioni rare con TR = 500 anni

Fasce PAI

- Fasce PAI - Limite tra Fascia A e Fascia B
- Fasce PAI - Limite tra Fascia B e Fascia C
- Fasce PAI - Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C
- Fasce PAI - Limite esterno della Fascia C

ZONE IDROGEOLOGICHE OMOGENEE - PIANO CAVE DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MILANO [art. 79]

- Zona I - fascia a nord del Canale Villoresi
- Zona II - fascia dell'alta pianura
- Zona III - fascia dei fontanili
- Zona IV - fascia della pianura assolata
- Zona V - fascia delle aree alluvionabili e incisioni vallive del fiume Ticino
- Zona VI - fascia delle aree alluvionabili e incisioni vallive del fiume Adda

PIEZOMETRIA - PIANO CAVE DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

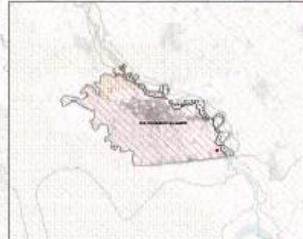
- Isopiezometriche [marzo 2017]

AMBITI DI RICARICA DELLA FALDA [art. 79]

- Zona di ricarica dell'ISI
- Zona di ricarica/scambio dell'ISI
- Zona di ricarica dell'ISS
- Comuni con stato qualitativo dell'ISI "buono" - Zona di ricarica ISI
- Comuni con stato qualitativo dell'ISS "buono" - Zona di ricarica ISS
- Pozzi pubblici

CORSI D'ACQUA

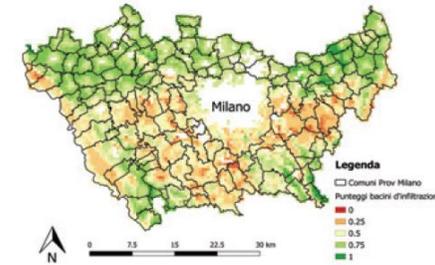
- Rete idrografica
- Fontanili attivi
- Fontanili semiativi



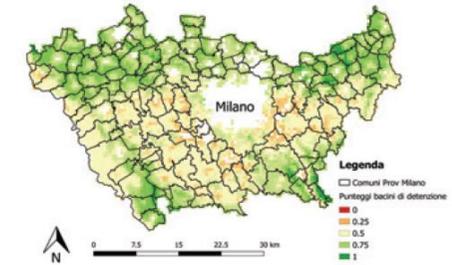
Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio sostenibile (CAP Holding)

Il territorio metropolitano permette di accogliere principalmente infrastrutture per l'accumulo e lo stoccaggio delle acque. Cisterne e serbatoi superficiali sembrano poter essere collocabili in gran parte del territorio della Città metropolitana a eccezione delle zone fortemente urbanizzate per carenza di spazio. Anche per i bacini di detenzione valgono le stesse considerazioni con l'aggiunta che le complicazioni per la loro realizzazione aumentano laddove la soggiacenza è ridotta. L'applicazione di pozzi perdenti o caditoie permeabili è consentita soprattutto nella porzione settentrionale dell'area metropolitana in cui la falda risulta essere molto distante dal piano campagna. Drasticamente diminuita è la loro potenzialità d'infiltrazione nelle zone meridionali del territorio metropolitano dove la falda è molto prossima al piano campagna. Allo stesso modo la potenziale collocazione di superfici permeabili risente della soggiacenza di falda nonché della disponibilità di spazi per la loro progettazione. Risultano quindi essere di difficile realizzazione sia nella parte nord del territorio metropolitano (fortemente antropizzata) sia in quella a sud laddove l'infiltrazione potrebbe risentire negativamente della scarsa soggiacenza. Situazioni intermedie sono previste per i sistemi modulari geocellulari, i bacini d'infiltrazione e le gallerie d'infiltrazione che devono contemperare l'esigenza di una vasta superficie per la loro realizzazione e una falda distante dal piano campagna per favorire l'infiltrazione.

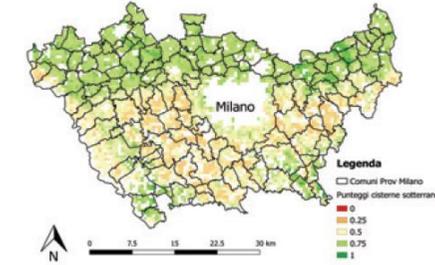
Bacini d'infiltrazione



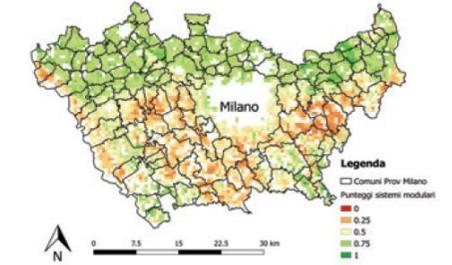
Bacini di detenzione



Cisterne sotterranee



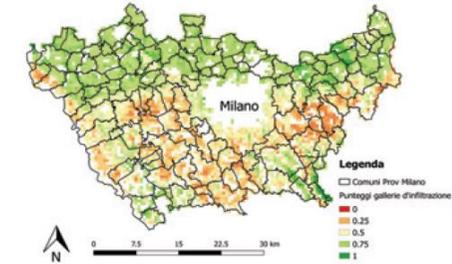
Sistemi modulari geocellulari



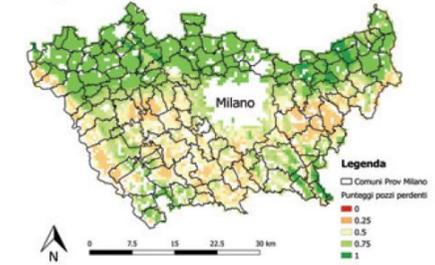
Cisterne superficiali



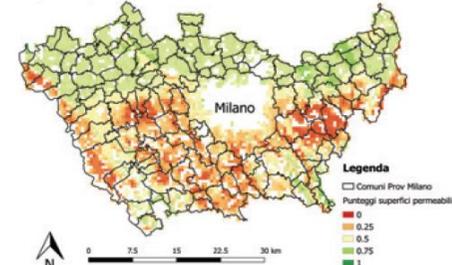
Gallerie d'infiltrazione



Pozzi perdenti



Superfici permeabili



NATURE-BASED SOLUTIONS

NBS



LIFE17CCA/IT/000080



Definizione di *Nature-Based Solutions* (NBS)

Con Nature-Based Solutions si definiscono le azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare ecosistemi naturali o modificati, che affrontano le sfide della società in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benefici per il benessere umano e la biodiversità. (IUCN)

Le Nature-Based Solutions rappresentano risposte possibili alle sfide future che dovrà affrontare la nostra società e possono essere in grado, allo stesso tempo, di garantire benefici ambientali, sociali ed economici. Si tratta di interventi ispirati dalla Natura sia utilizzando e valorizzando le soluzioni esistenti sia esplorandone di nuove.....Le NBS favoriscono lo sviluppo di un approccio sistemico e allo stesso tempo consentono di adattare gli interventi al contesto locale di riferimento. (EC)

La definizione di NBS include diversi concetti già esistenti: infrastrutture verdi-blu, servizi ecosistemici, capitale naturale, ingegneria naturalistica....



Caratteristiche principali delle *Nature-Based Solutions*

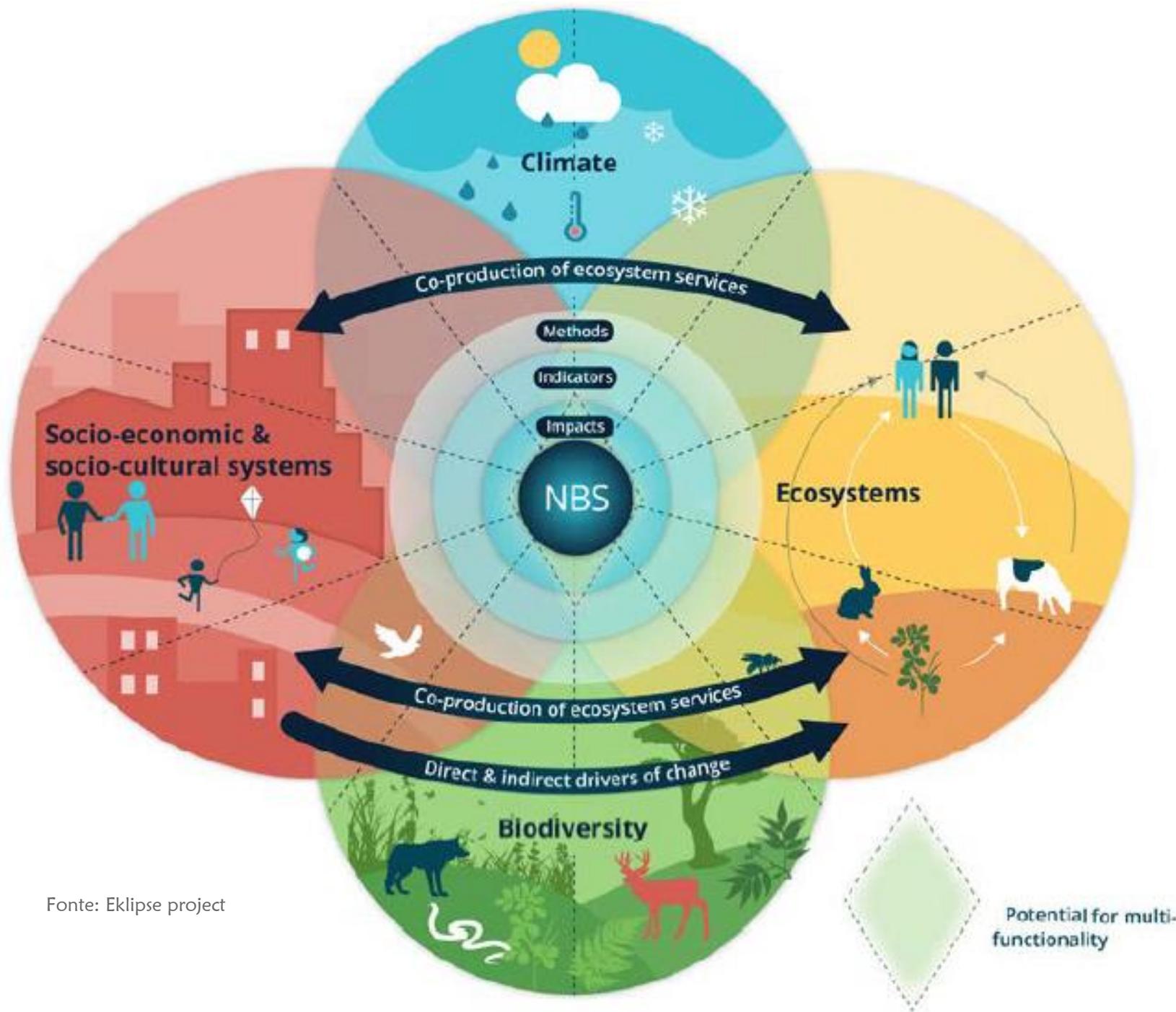
- Sono soluzioni con caratteristiche di ecosistemi complessi che **utilizzano o si ispirano ai processi della natura.**
- Grazie alla capacità degli ecosistemi di evolversi nel tempo, sono più **resilienti ai cambiamenti** e hanno un **orizzonte temporale di lungo periodo.**
- Favoriscono lo sviluppo di un **approccio sistemico** e allo stesso tempo consentono di **adattare gli interventi al contesto locale.**
- Hanno la capacità di portare le caratteristiche e i processi della **natura negli ambiti urbanizzati.**
- Sono potenzialmente soluzioni **multi-obiettivo:** ambientale, sociale, economico.
- Utilizzando i flussi naturali di materia ed energia sono tendenzialmente soluzioni a basso uso di risorse che, se sviluppate in modo corretto, **possono essere più efficienti** di altre.
- Producono **benefici a vantaggio di tutti** e incentivano la partecipazione e il coinvolgimento delle persone.

Fonte: elaborazione da Nature4Cities

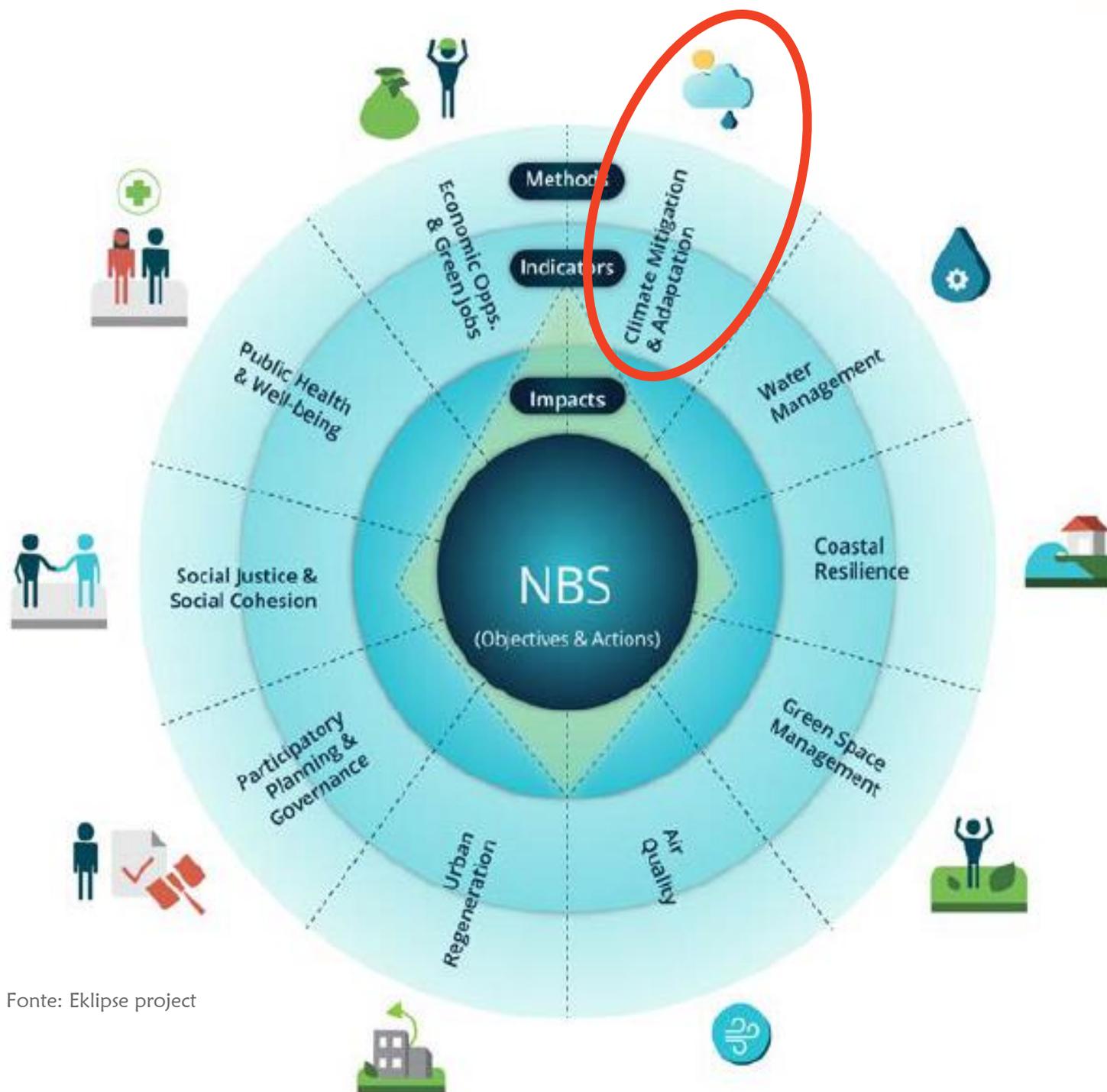


LIFE17CCA/IT/000080





Fonte: Eklipse project



Fonte: Eclipse project

Obiettivi del progetto Metro Adapt

Promuovere misure di adattamento che adottano NBS, in base a un approccio multi-obiettivo:

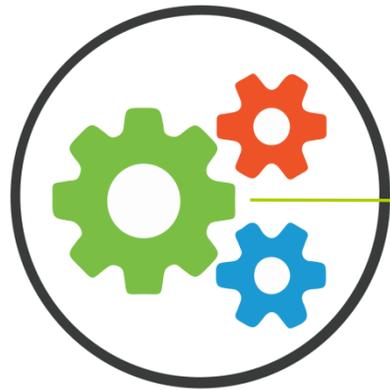
- Migliorare la gestione delle acque e ridurre il rischio di allagamento e inondazione
- Riduzione delle isole di calore
- Rigenerazione urbana/ rivitalizzazione di spazi inutilizzati



LIFE17CCA/IT/000080



Sviluppo di misure di adattamento con NBS



IL PROGETTO

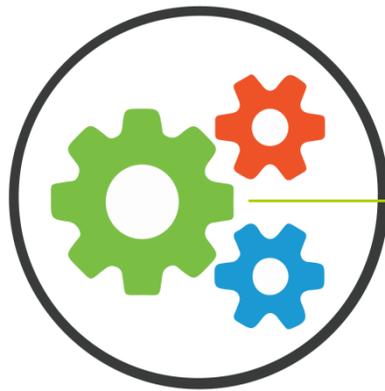
Adattabilità/Riqualificazione
Natura e biodiversità
Multiuso/ Multi-obiettivo

IL PROCESSO

Co-Co-Co:
progettazione-realizzazione-
gestione



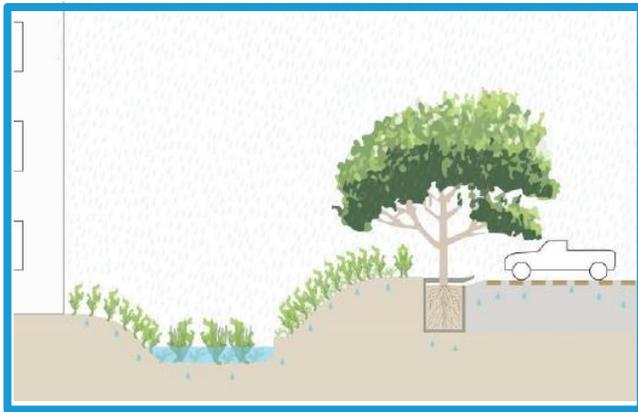
Tipologie di NBS



VERDE TECNICO IN AMBIENTE COSTRUITO

VERDE URBANO A SUOLO

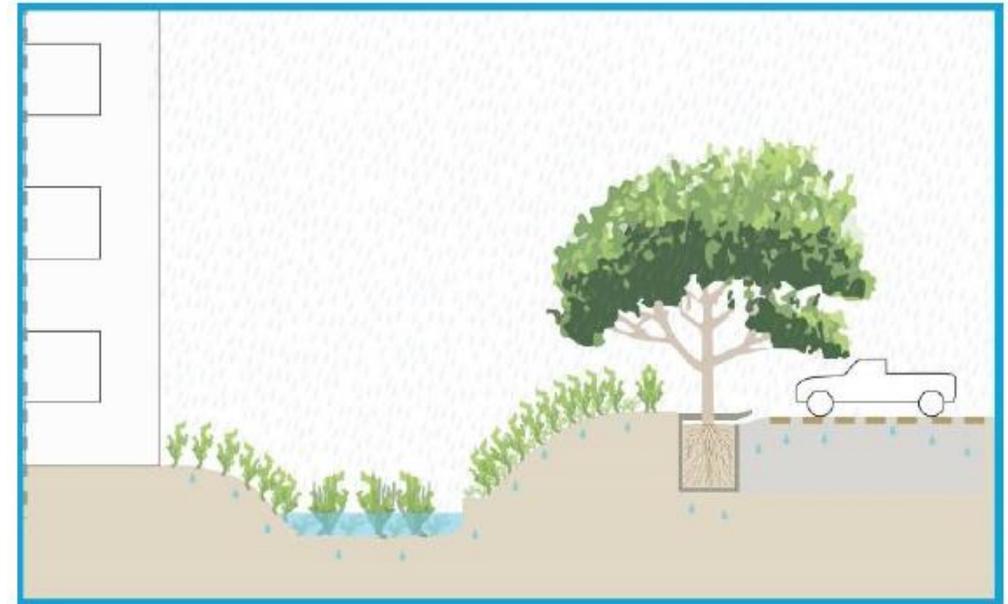
GESTIONE ACQUA



Gestione acque

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

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



Gestione acque

Trincee infiltranti



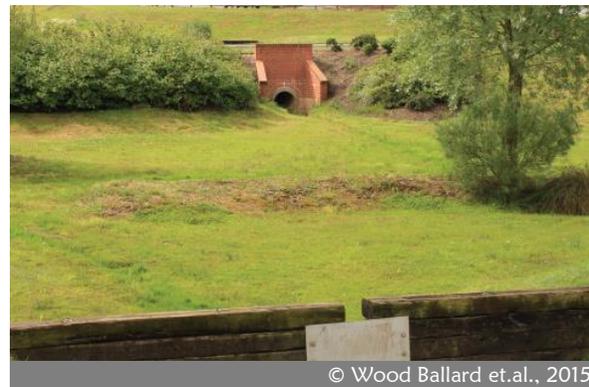
Canali vegetati



Aree di biorinfezione vegetata



Stagni e zone umide/
fitodepurazione



Bacini di detenzione

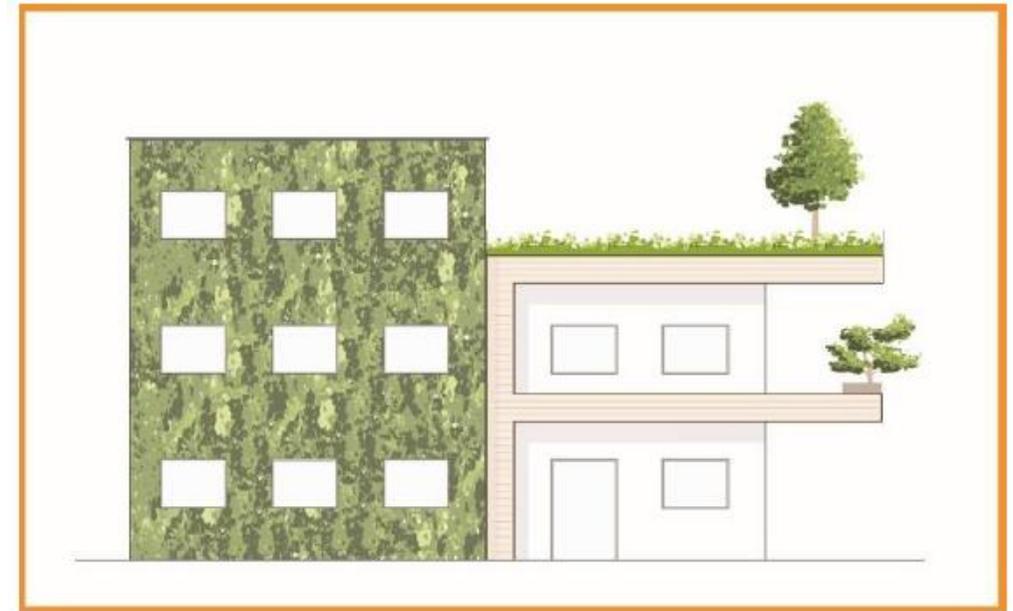


Pavimentazioni permeabili

Verde tecnico in ambiente costruito

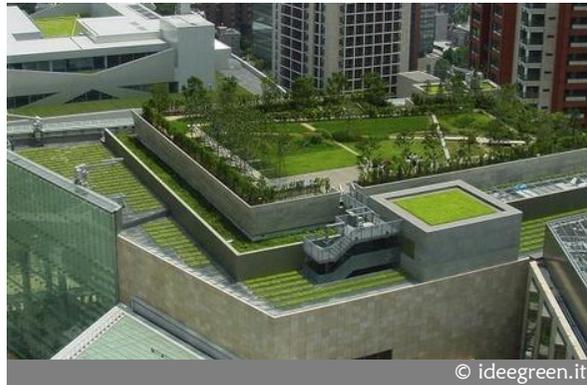
Nelle aree densamente urbanizzate lo sviluppo della vegetazione su edifici e manufatti di arredo urbano, oltre che a rappresentare un elemento di rinaturalizzazione e mitigazione ambientale di un qualsiasi manufatto, sta diventando una componente sempre più importante nelle misure di adattamento agli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

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



Verde tecnico in ambiente costruito

Tetti verdi



Pareti verdi



Percorsi a pergolato



Barriere verdi



Arredo urbano verde

Verde urbano a suolo

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

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



Verde urbano a suolo

Giardini condivisi



Orti urbani



Alberature stradali



Micro parchi

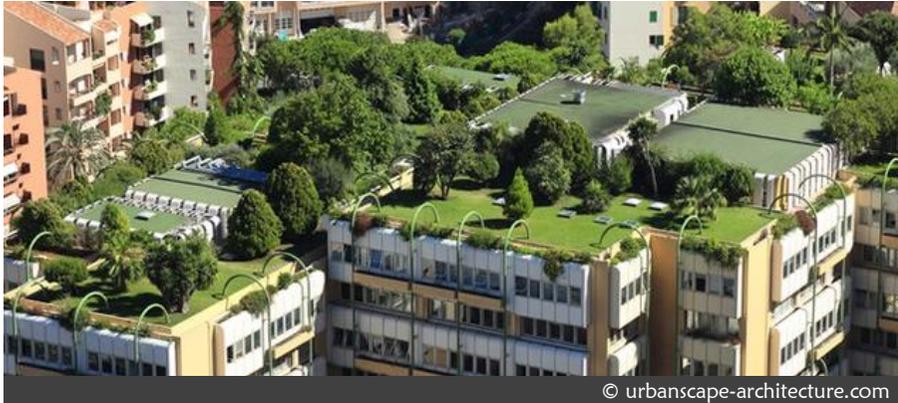


Parchi e forestazione urbana



Scala di applicazione

EDIFICIO



ISOLATO/QUARTIERE



URBANO



PERI-URBANO e RURALE



Efficacia

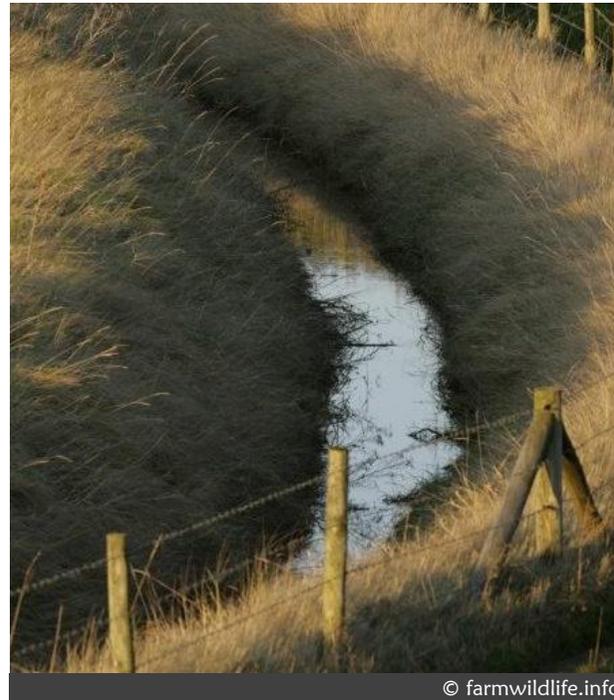
BREVE TERMINE

< 1 anno



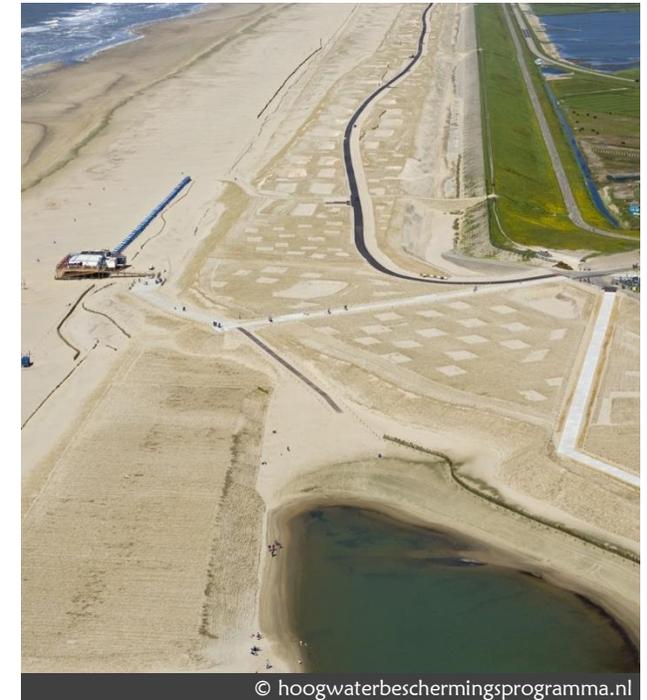
MEDIO TERMINE

5-10 anni



LUNGO TERMINE

20-50 anni



Schede NBS Metro Adapt

METRO ADAPT PLATFORM

HOME PAGE

OGGETTIVI E RISULTATI ATTESI

SERVIZI

MISURE DI ADATTAMENTO

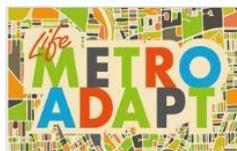
GESTIONE ACQUE

VERDE TECNICO IN AMBIENTE
COSTRUITO

VERDE URBANO A SUOLO

PIANO TERRITORIALE
METROPOLITANO

EVENTI E NOTIZIE

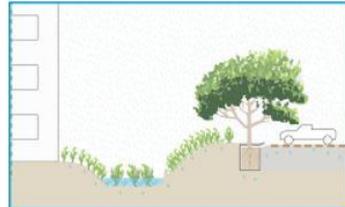


MISURE DI ADATTAMENTO

Alcuni impatti del cambiamento climatico si associano a rischi emergenti o all'intensificazione di quelli già esistenti, incidendo di conseguenza sul benessere e sulle condizioni di salute delle persone. Per minimizzare i rischi più gravi legati ai cambiamenti climatici è necessario che il riscaldamento globale rimanga al di sotto dei 2 °C sopra i livelli del periodo pre-industriale. Gli sforzi per **ridurre le emissioni di gas climalteranti** devono costituire una priorità, ma indipendentemente dalle proiezioni sul riscaldamento futuro e dall'efficacia degli sforzi di mitigazione, gli impatti del cambiamento climatico resteranno elevati per diversi decenni a causa dell'inerzia del sistema climatico. Perciò, risulta indispensabile la definizione e implementazione di misure in grado di migliorare la capacità di adattamento dei territori agli impatti derivanti dai cambiamenti climatici, migliorandone la resilienza.

L'adattamento delle aree urbane, in particolare, è un processo di cambiamento che richiede flessibilità, aggiornamenti periodici, capacità di incorporare la resilienza al cambiamento climatico nei piani, nelle politiche e nelle misure attuative al fine di migliorare il microclima, incrementare la permeabilità delle aree edificate e migliorare la gestione delle risorse idriche. Le strategie, le **politiche di adattamento ai cambiamenti climatici** costituiscono il quadro di riferimento nazionale, regionale e locale con cui dovranno confrontarsi gli strumenti di pianificazione della Città Metropolitana di Milano e rappresentano un punto di partenza fondamentale per identificare le priorità di intervento e valutare le possibili sinergie da sviluppare all'interno del progetto METROADAPT.

Di seguito vengono descritte le più importanti soluzioni naturalistiche (NBS) esistenti da applicare nelle Città per contrastare i cambiamenti climatici.



GESTIONE ACQUE

MISURE DI ADATTAMENTO



VERDE TECNICO IN AMBIENTE COSTRUITO

MISURE DI ADATTAMENTO

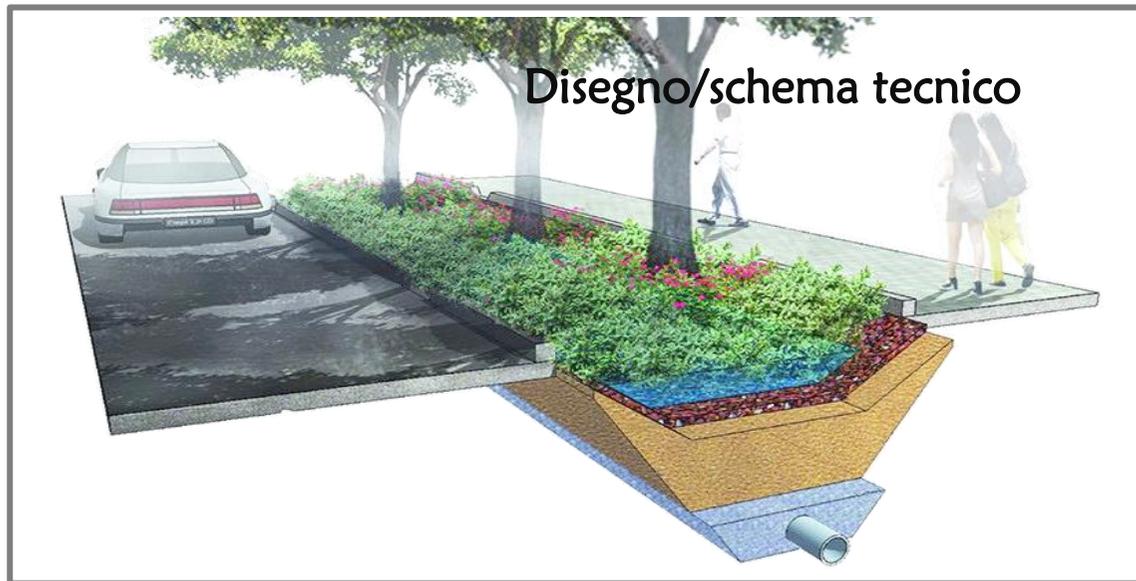


VERDE URBANO A SUOLO

MISURE DI ADATTAMENTO

http://www.cittametropolitana.mi.it/Life_Metro_Adapt/adattamento/index.html

Schede NBS Metro Adapt



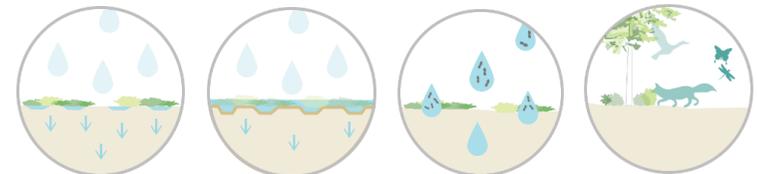
I canali vegetati sono progettati per gestire una quantità di deflusso da una vasta area impervia, come un parcheggio o un'area di parcheggio. Essi assorbono, immagazzinano e convogliano il deflusso delle acque superficiali, oltre a rimuovere inquinanti e sedimenti..

definizione e descrizione

Casi studi/Buone pratiche
legati alla NBS

caratteristiche NBS

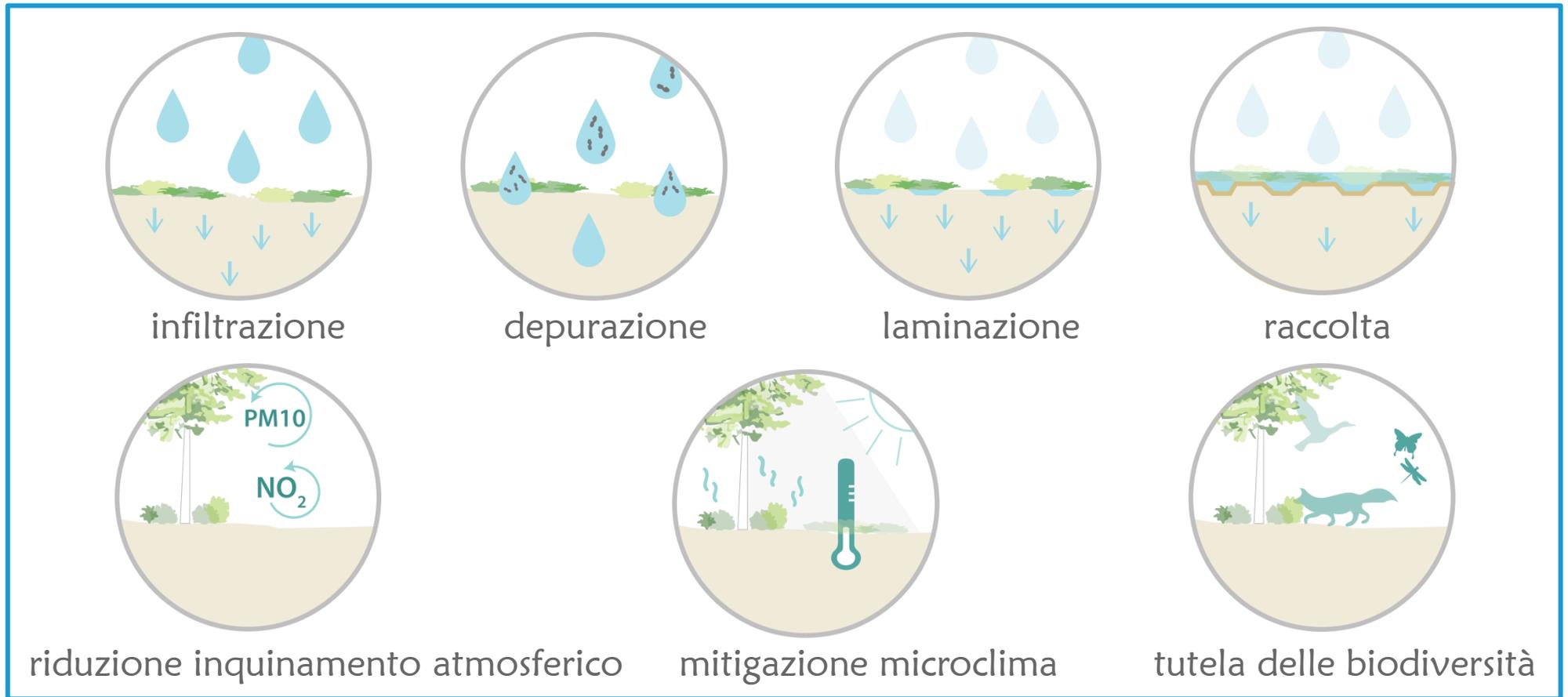
impatto ambientale



benefici socio-economici



Impatto ambientale



Benefici socio-economici



salute e benessere



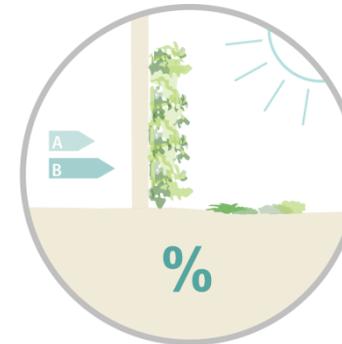
aumento socialità



miglioramento estetico



sviluppo economia locale



risparmio energetico

Canali vegetati

I canali vegetati sono progettati per **gestire** una quantità di **deflusso da una vasta area impermeabile**, come un parcheggio o una strada.

Assorbono, immagazzinano e convogliano il deflusso delle acque superficiali, oltre a **rimuovere inquinanti e sedimenti** quando l'acqua scorre attraverso la vegetazione e lo strato di suolo.



© American Forests 2012



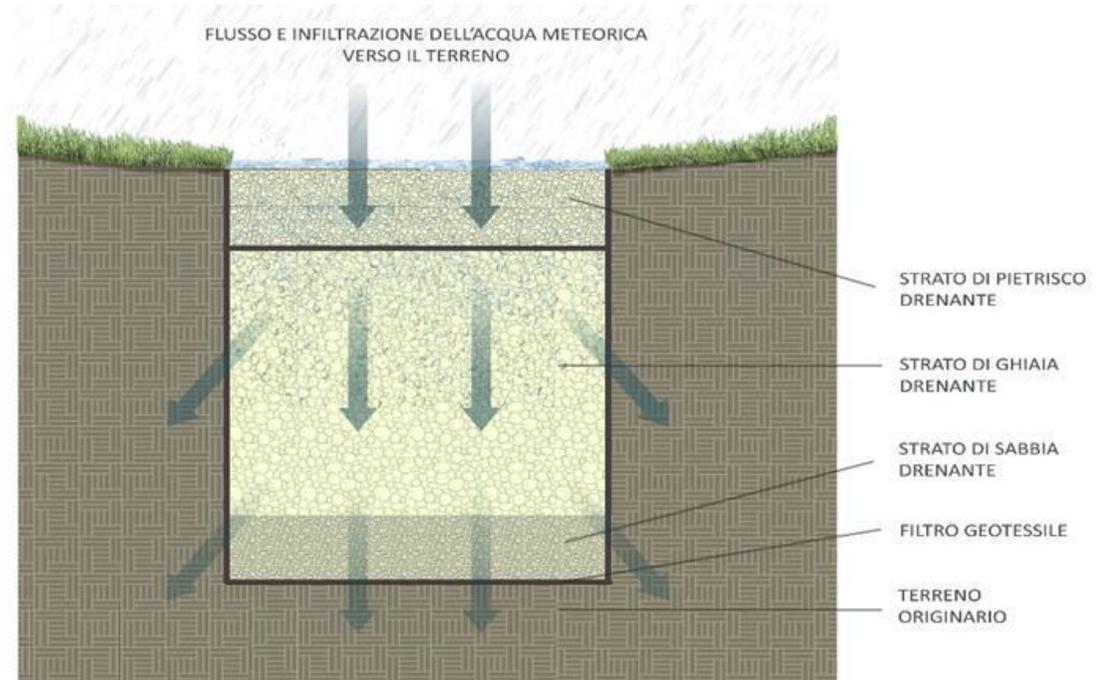
Fonte: Ri-adattato da Green Earth Operations

La loro ampia applicazione rappresenta un **contributo significativo** alla **gestione** e al **controllo** locale delle **acque meteoriche**.

Trincee infiltranti

Le trincee infiltranti vengono realizzate con lo scopo di favorire l'**infiltrazione dei volumi di runoff** attraverso la superficie superiore della trincea e la loro successiva **filtrazione nel sottosuolo** attraverso i lati e il fondo della trincea.

Sono in grado di **rimuovere** un'ampia tipologia di **inquinanti** dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi di **assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica**.

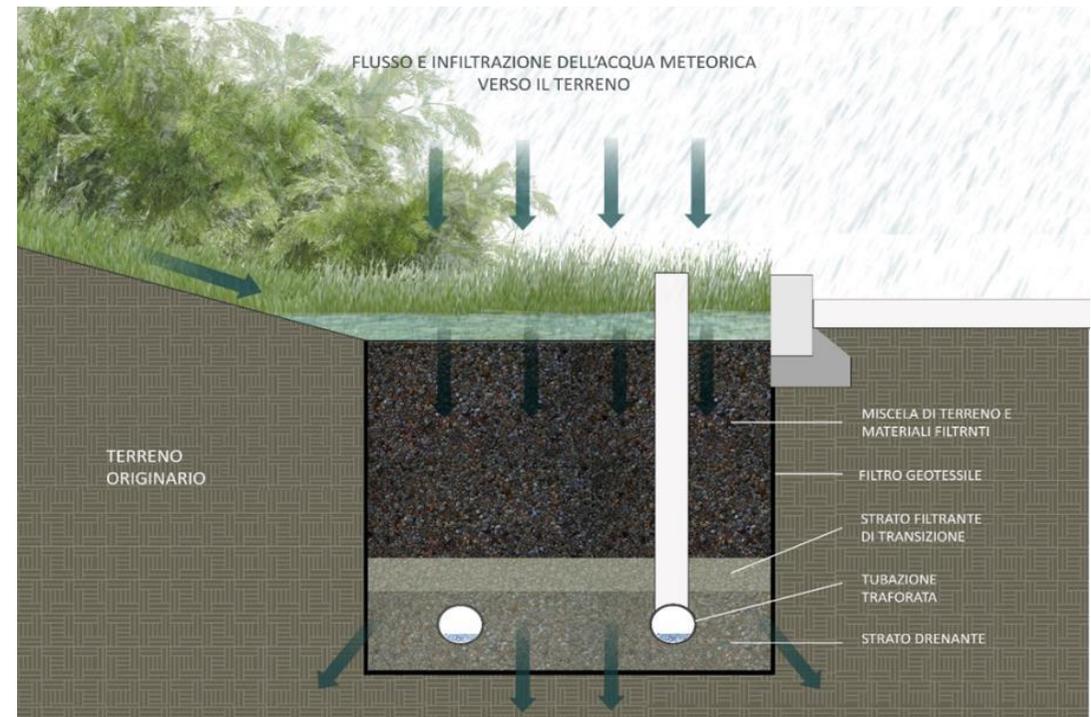


Fonte: Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente. ai cambiamenti climatici. Comune di Bologna 2018. www.blueap.eu

Si parla di trincee infiltranti (*infiltration trenches*) quando sono considerate come **elemento puntuale** (punto di accumulo ed infiltrazione), non lineare.

Aree di bioritenzione vegetate (*rain gardens*)

Le aree di bioritenzione sono **leggere depressioni del suolo ricoperte a verde**, finalizzate alla **raccolta e al trattamento delle acque meteoriche** drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante **filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti**. Questi sistemi permettono un **filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua** raccolta con ottime rimozioni di inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento.



Fonte: Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente, ai cambiamenti climatici. Comune di Bologna 2018. www.blueap.eu

Inoltre, le aree di bioritenzione hanno un effetto benefico anche in termini di **riduzione del rischio idraulico e aumento della biodiversità**.

Pavimentazioni permeabili

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



Fonte: Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile. Masseroni et al. (2018)

Box alberati filtranti

I box alberati filtranti sono dei **piccoli sistemi di biofiltrazione** costituiti principalmente da tre elementi: un box, del terreno e una specie vegetale. Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua, in analogia alle aree di bioritenzione, coniugando tutti i maggiori **vantaggi forniti dalle alberature in ambiente urbano**, in termini di riduzione di isole di calore e miglioramento della qualità dell'aria.



Fonte: Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente. ai cambiamenti climatici. Comune di Bologna 2018. www.blueap.eu

Tetti Verdi

Il tetto verde è una particolare soluzione di finitura della copertura di un fabbricato, caratterizzata da un **impianto vegetale su uno strato di supporto strutturale impermeabile**.

Il tetto verde si differenzia da tutte le altre tipologie di copertura perché il materiale di “finitura” a vista, anziché essere costituito da materiali inerti, è costituito da specie vegetali.

Le coperture verdi costituiscono un elemento di rinaturalizzazione che presenta svariate funzioni in grado di ottenere un effetto di **mitigazione ambientale** conseguente alla costruzione di un edificio.



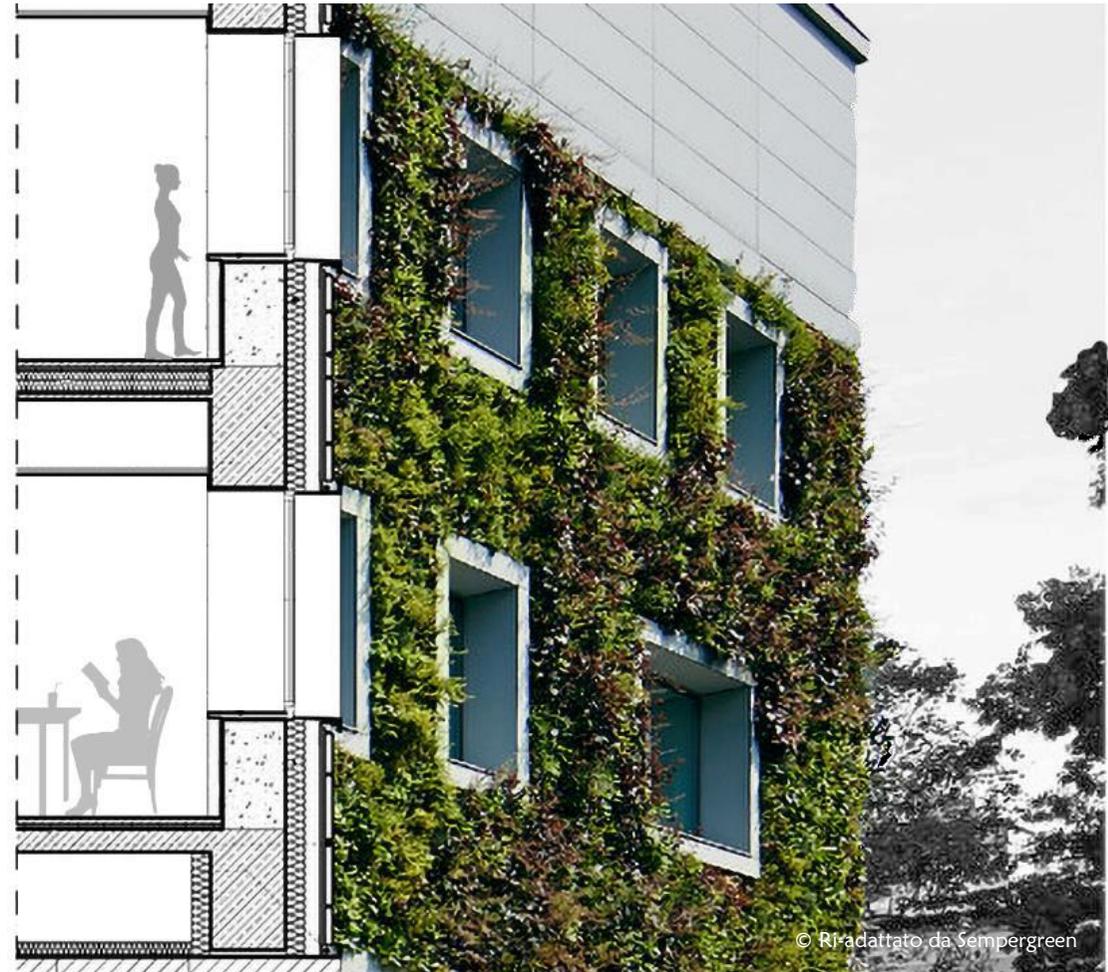
© I.Sejdullahu, Ambiente Italia

Pareti Verdi

Per parete verde si intendono tutte le diverse forme di **chiusure verticali vegetate**.

L'inverdimento può essere ottenuto con specie vegetali piantumate al suolo, con pannelli di supporto ed elementi contenitori ancorati alla facciata o mediante strutture modulari integrate alla chiusura verticale.

Come le coperture, anche le pareti verdi costituiscono un elemento di rinaturalizzazione che presenta svariate funzioni in grado di ottenere un **effetto di mitigazione ambientale** conseguente alla costruzione di un edificio.



© Ri-adattato da Sempergreen

Orti urbani sostenibili

L'orticoltura urbana presenta un elevato potenziale di innovazione e conoscenza fortemente correlate a precisi contesti (**mercati locali, relazioni sociali, uso di spazi urbani**, tradizioni, patrimonio culturale, ecc.), svolgendo ruoli socio-culturali, ambientali, ricreazionali, educativi e terapeutici.

Al tempo stesso, gli orti urbani sono **un'attività agricola** con un impatto ambientale potenzialmente elevato, in relazione ai notevoli input richiesti per sostenere le produzioni.

Particolare cura va quindi posta alla conservazione della fertilità del suolo, alla gestione razionale della risorsa idrica, alla protezione delle colture dagli agenti atmosferici e dagli agenti patogeni, riducendo al minimo l'utilizzo di sostanze chimiche.



© miraorti.com



© savinaorazio.it

Giardini condivisi

Il giardino condiviso è uno **spazio pubblico con finalità socioculturali e ambientali**.

A differenza dei giardini pubblici tradizionali, i giardini condivisi vedono un **ruolo attivo dei cittadini** nella realizzazione e/o gestione di un progetto di **riqualificazione di spazi dismessi o abbandonati**, per rendere più vivibili le aree e migliorare le opportunità e occasioni di socialità.



Strumenti attuativi NBS

Gli strumenti a disposizione delle amministrazioni pubbliche, in particolare quelle comunali, per sviluppare Soluzioni Naturalistiche (*Nature Based Solutions* - NBS) sul proprio territorio sono diversi e di varia natura. Essi includono la pianificazione strategica e di settore, ma anche strumenti più operativi come i regolamenti o le partnership tra pubblico e privati.

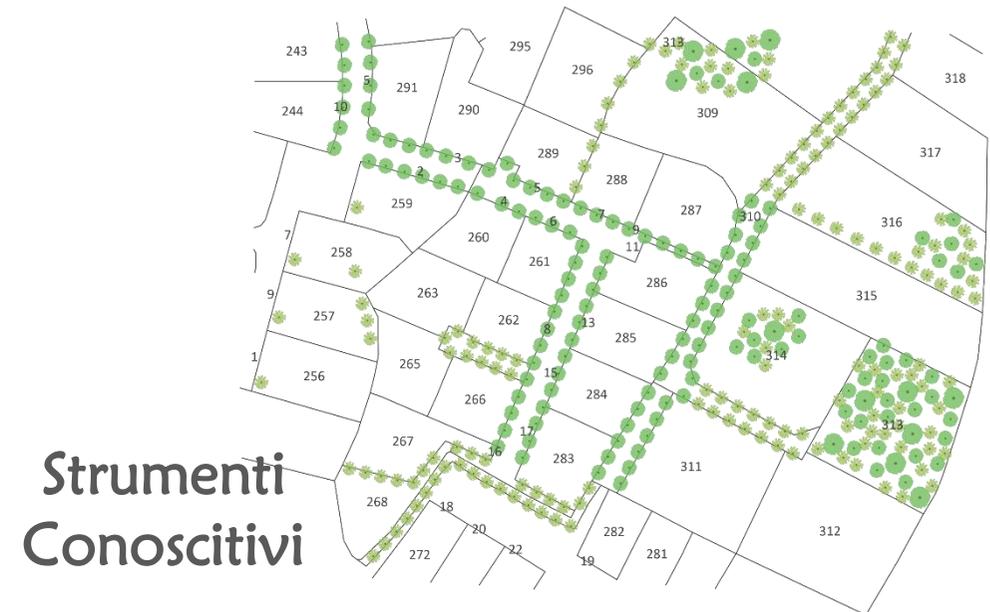
Le linee guida Metro Adapt si concentrano su quattro diverse tipologie:

- strategie e piani;
- strumenti conoscitivi;
- regolamenti e linee guida tecniche;
- accordi pubblico-privati.

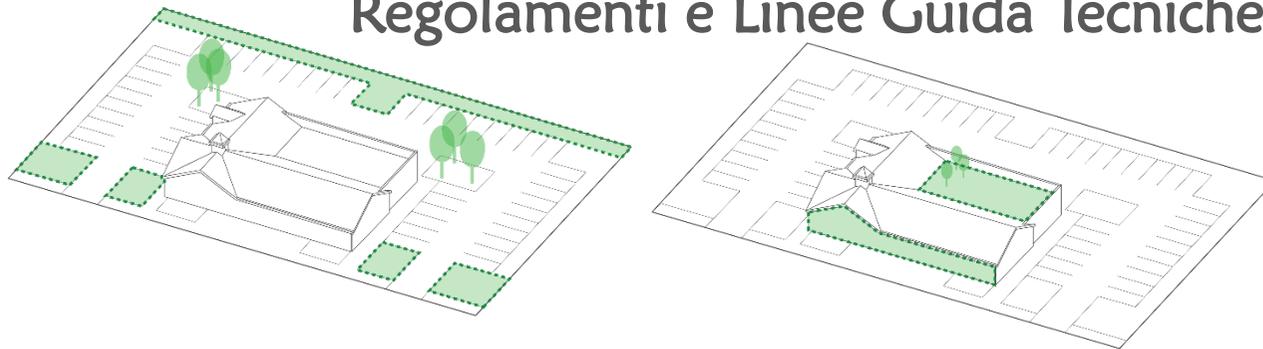
Per ciascun tipo di Nature Based Solutions - **Gestione delle acque**, **Verde tecnico in ambiente costruito**, **Verde urbano a suolo** – sono stati individuati gli strumenti maggiormente idonei a una loro effettiva implementazione, citando alcune esperienze applicative e riportando (ove possibile) le migliori buone pratiche sviluppate sul territorio nazionale.



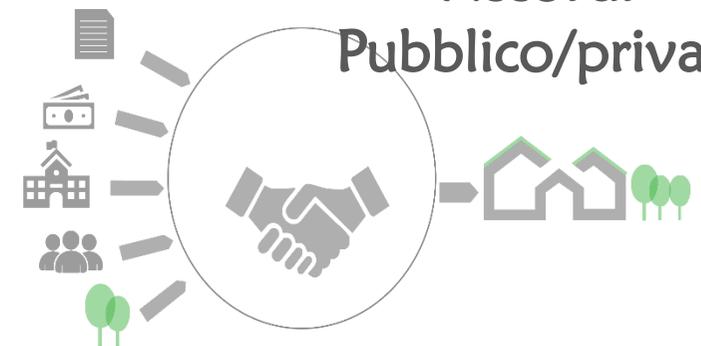
Strumenti attuativi NBS



Regolamenti e Linee Guida Tecniche



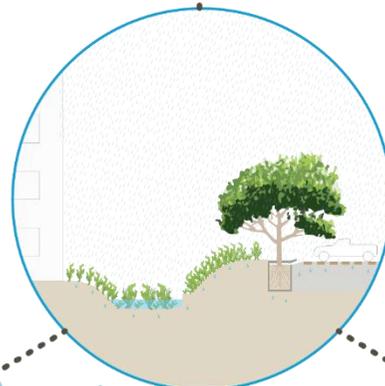
Accordi Pubblico/privati





Piano Acque
Isola Vicentina

STRATEGIE
E PIANI



gestione acque

Studio comunale
di gestione del
rischio idraulico

STRUMENTI
CONOSCITIVI

Regolamenti
edilizi

REGOLAMENTI
E LINEE
GUIDA
TECNICHE

Regolamento di
Regione Lombardia
sull'invarianza
idraulica

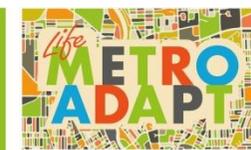
Linee guida per la
gestione sostenibile
delle acque
meteoriche

Linee guida
SuDS - Bologna

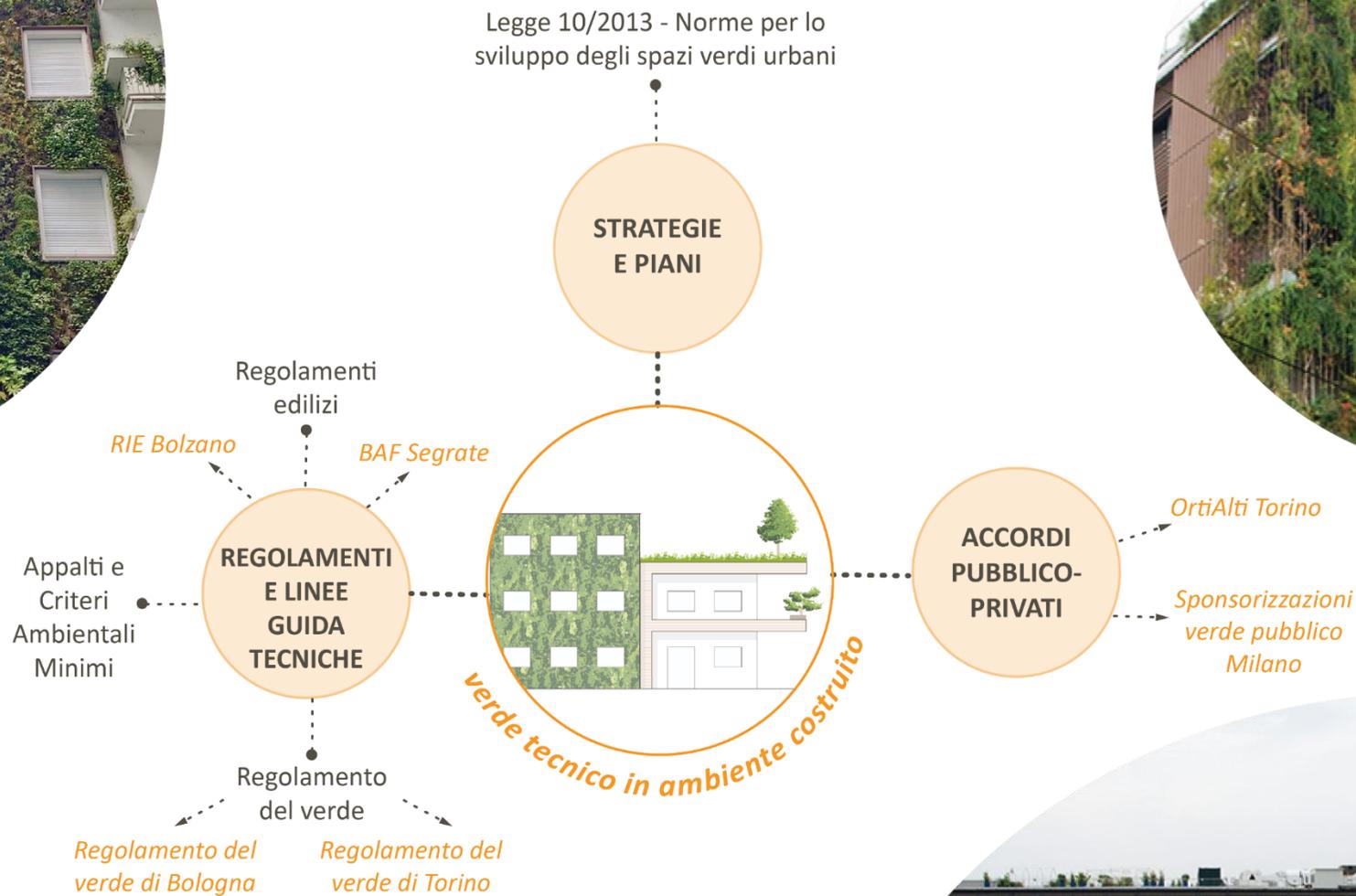
Linee guida
acque meteoriche
Reggio Emilia



LIFE17CCA/IT/000080



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

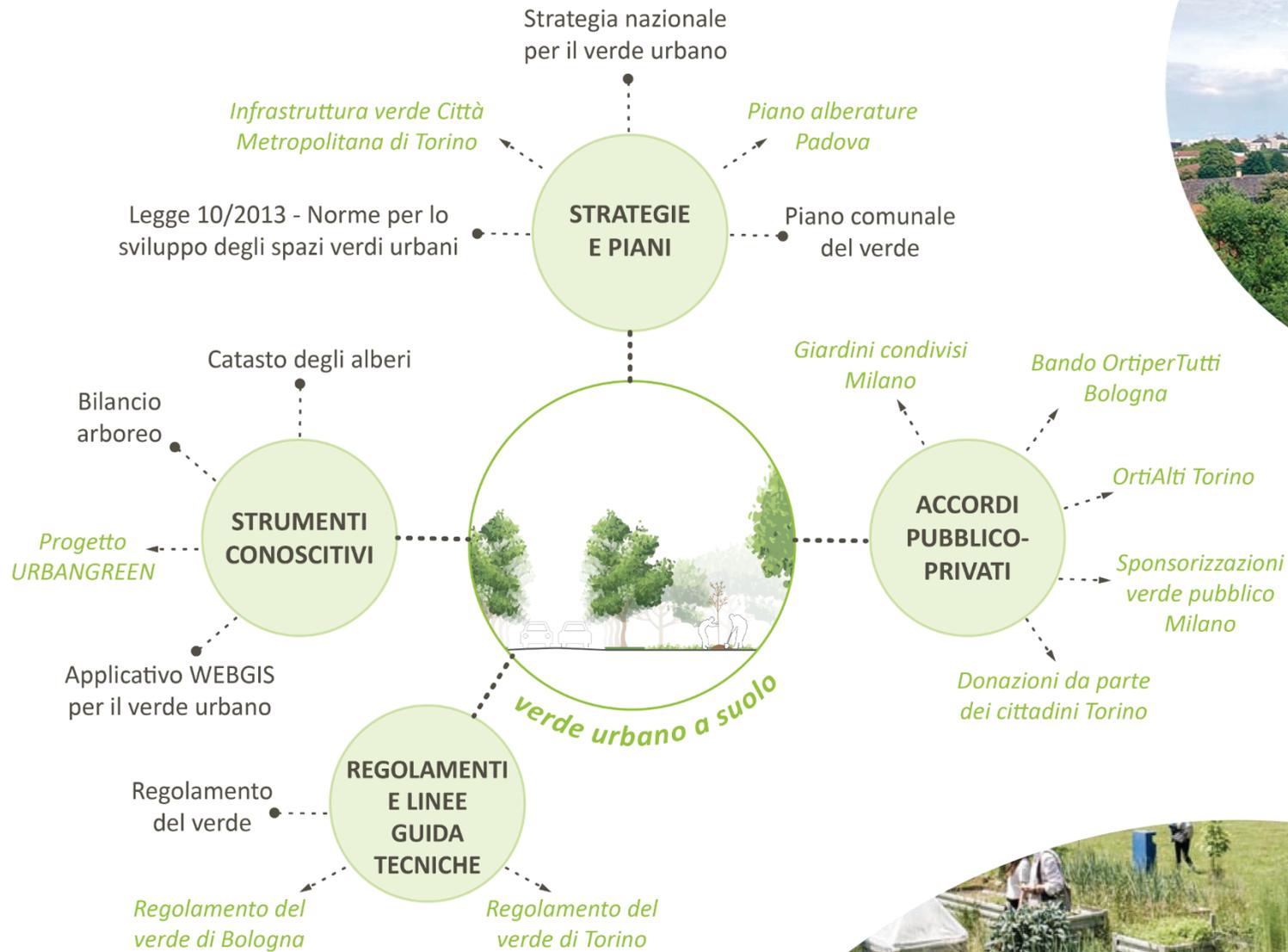


LIFE17CCA/IT/000080



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

© ROOFmatters / Ambiente Italia



LIFE17CCA/IT/000080



Studi fattibilità – Parabiago e Buccinasco



Il primo studio di fattibilità riguarda il **miglioramento delle capacità di drenaggio e infiltrazione delle acque di pioggia** in un tratto di strada, incluse le sue pertinenze e parcheggi, situato nel Comune di Parabiago (MI), dove il Comune prevede un intervento di manutenzione straordinaria e un ammodernamento della rete stradale.



Il secondo studio fa invece riferimento a **uno sfioratore di piena delle reti miste** situato in una zona residenziale del Comune di Buccinasco (MI). Gli sfioratori sono manufatti posti lungo la linea fognaria che permettono di eliminare le portate in eccesso, drenate dalle reti durante gli eventi meteorici intensi, scaricando le acque nei corpi idrici più vicini o in impluvi e fossi asciutti che poi le recapitano a corsi d'acqua o altri copri idrici.



NBS: soluzioni per l'adattamento in Città Metropolitana

Le NBS sono misure capaci di integrare la Natura negli ambienti antropizzati e rappresentano una delle soluzioni più efficaci nell'affrontare l'adattamento ai cambiamenti climatici in aree intensamente urbanizzate, valorizzando il ruolo cruciale delle città e dei cittadini nell'indirizzare e gestire le trasformazioni future.



© Ambiente Italia 2019

Maggiori informazioni



SOLUZIONI NATURALISTICHE – *NATURE-BASED SOLUTIONS*

1 – LINEE GUIDA

2 – SOLUZIONI NATURALISTICHE

3 – STUDI DI FATTIBILITA' SULL'USO DELLE SOLUZIONI NATURALISTICHE

<https://www.lifemetroadapt.eu/it/documenti-e-pubblicazioni/>



LIFE17CCA/IT/000080



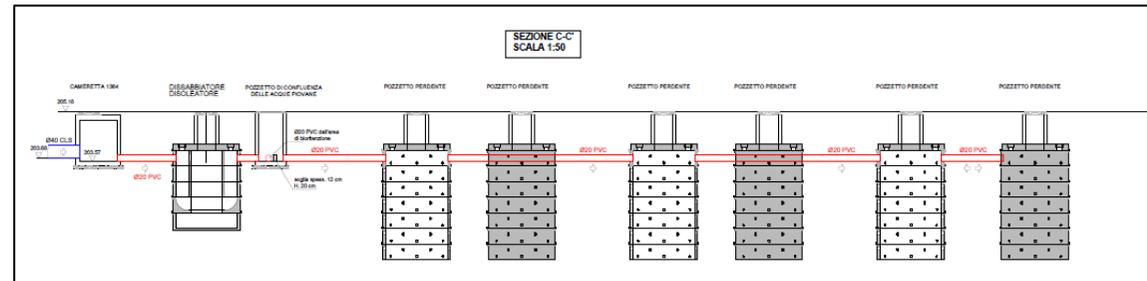
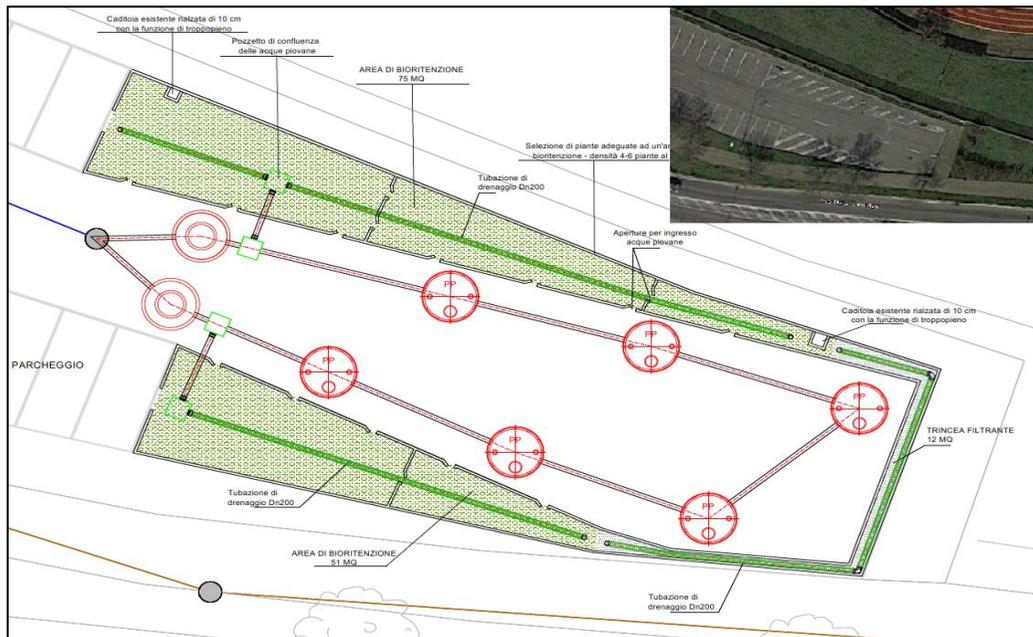
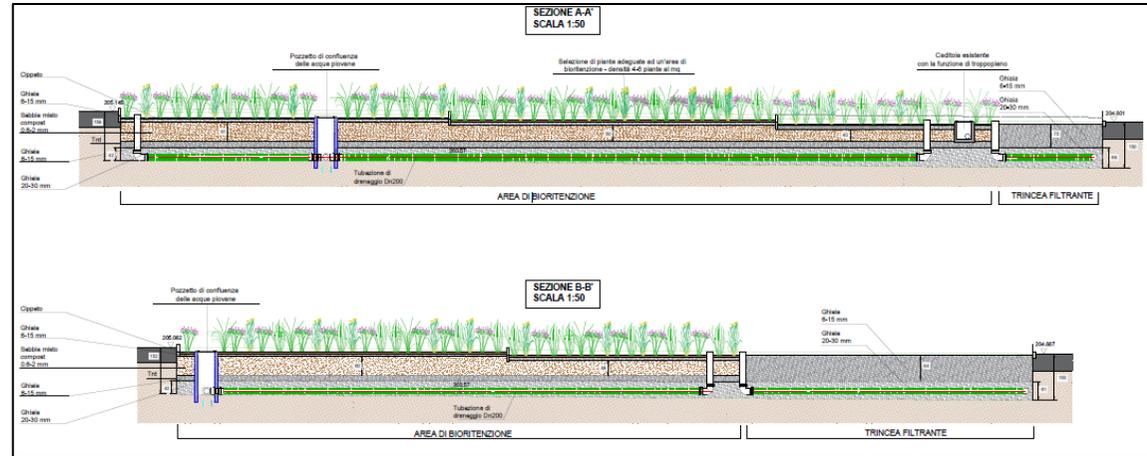
Gli impianti sportivi comunali siti in Via Berlinguer sono serviti da un ampio parcheggio. Le acque di pioggia del parcheggio attualmente recapitano nella fognatura mista del paese.



L'intervento prevede la **completa disconnessione** dalla fognatura mista della rete di drenaggio a servizio del parcheggio e il recapito delle acque meteoriche in sistemi di infiltrazione; in particolare è in fase di realizzazione un sistema misto di SUDS comprendente:

- **Due aree di bioritenzione** collegati da trincea drenante (138 mq) in un lato marginale del parcheggio per il drenaggio diretto delle acque di scorrimento superficiale di parte della piattaforma del parcheggio;
- **Due sistemi di dispersione** ognuno dotato di **6 pozzi perdenti**: uno in posizione centrale e uno in posizione marginale in adiacenza all'area di bioritenzione
- **Quattro aiuole drenanti** (11 mq cad) in corrispondenza degli accessi del campo sportivo per il drenaggio diretto della acque di scorrimento superficiale

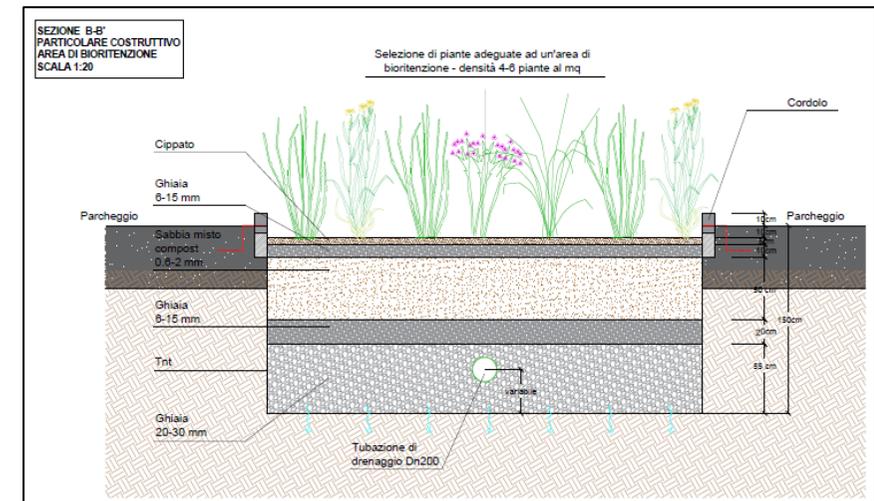
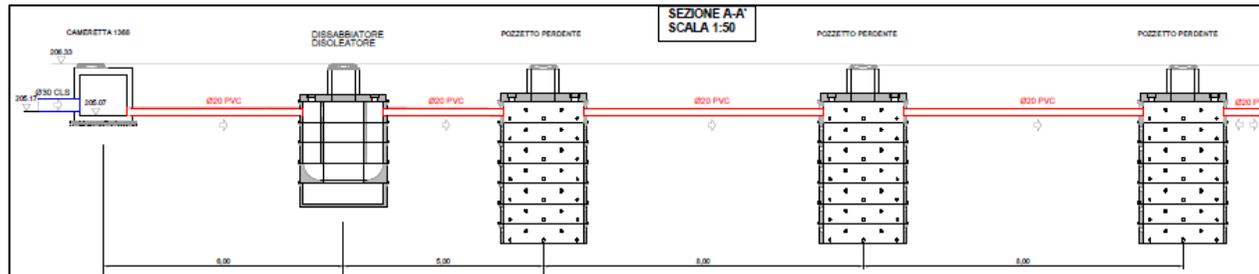
INTERVENTO NBS PRESSO IL COMUNE DI SOLARO



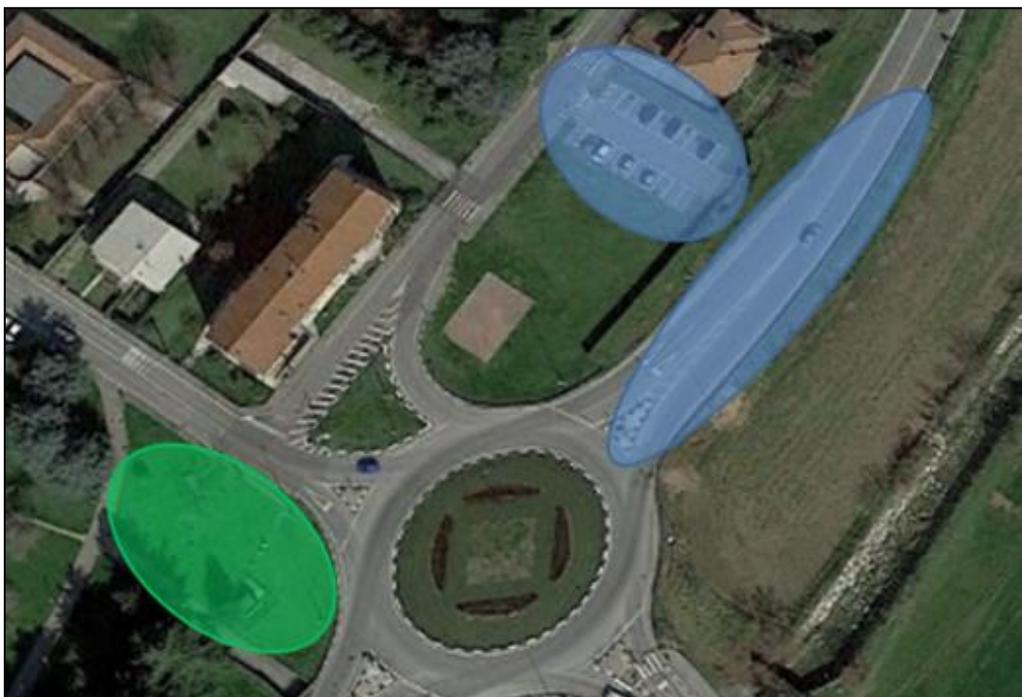
LIFE17CCA/IT/000080



INTERVENTO NBS PRESSO IL COMUNE DI SOLARO

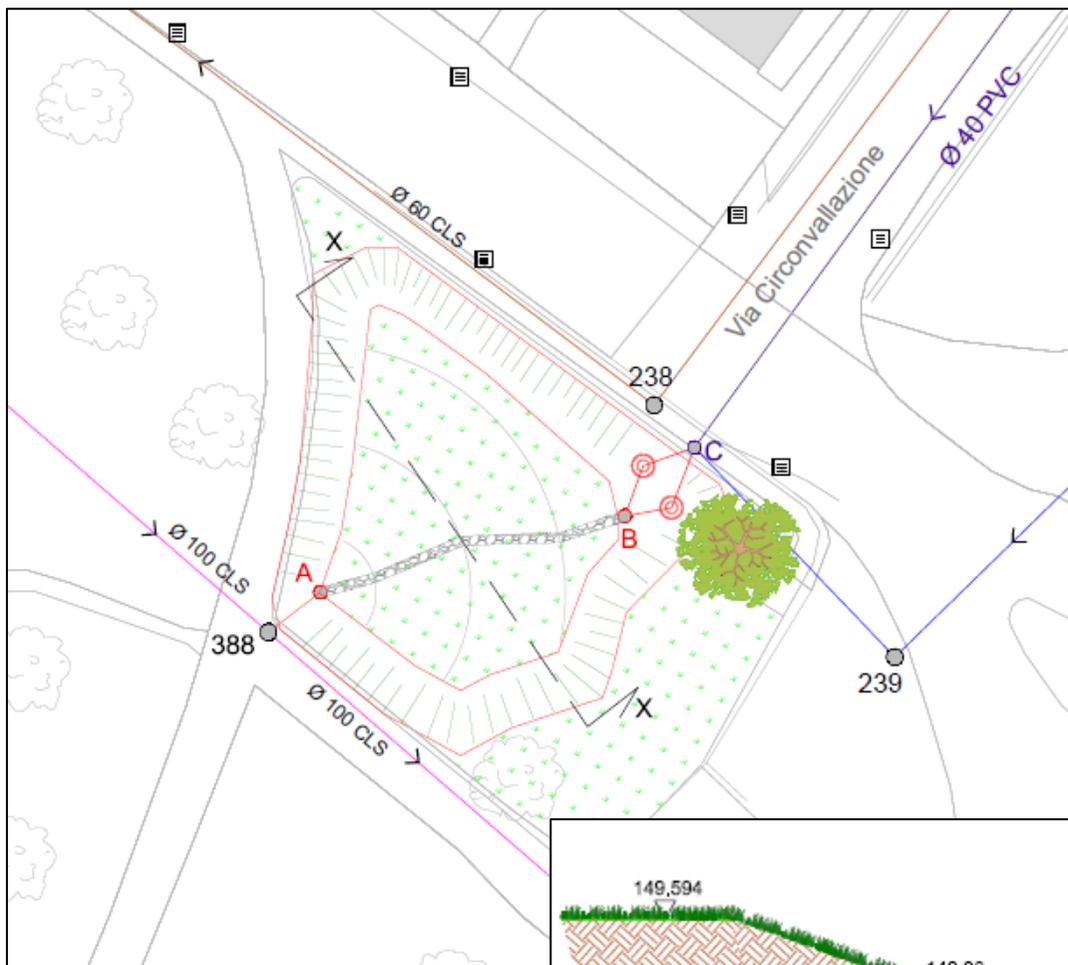


Anche a Masate le soluzioni applicate puntano a **disconnettere le acque di pioggia evitando così che recapitino nella rete fognaria mista, sovraccaricando la rete stessa e il depuratore che riceve le acque di scarico.**



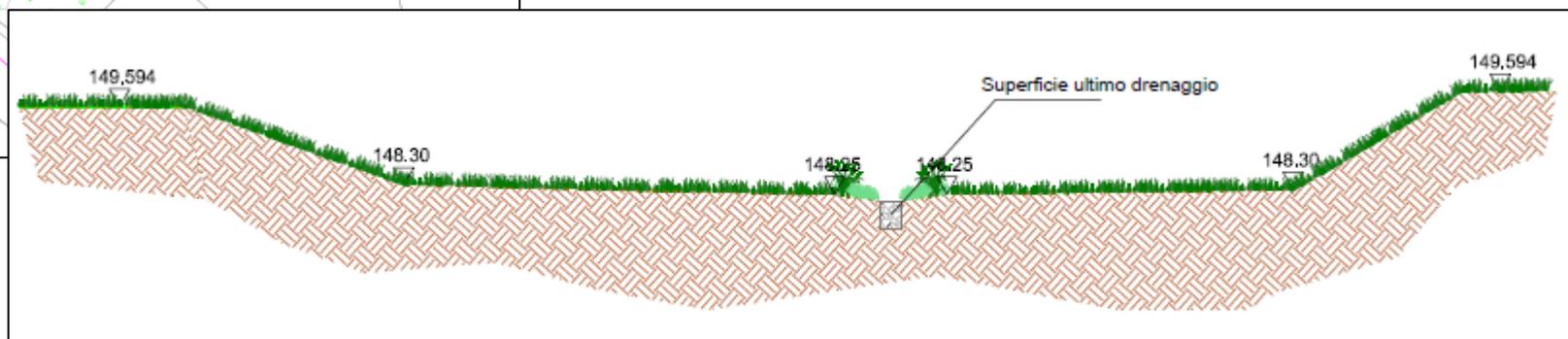
Il progetto prevede la realizzazione di un intervento di **disconnessione di reti bianche di drenaggio di un parcheggio in Via Circonvallazione** e della rete di raccolta delle acque meteoriche di **una porzione della S.P. 179** attualmente connessa alla rete di fognatura mista comunale di Via Roma e di **collettare le acque di scorrimento superficiale a un sistema di gestione/smaltimento sostenibile delle acque**

A Masate, le caratteristiche del suolo – poco permeabile – non permettono l’infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche sottratte alla fognatura mista. Si prevede quindi di realizzare un **bacino di detenzione della capacità di circa 90 metri cubi** che permetta di **invasare le acque in occasione delle piogge intense**. Le acque invasate saranno poi scaricate nelle ore seguenti gli eventi meteorici in corso d’acqua (Fosso Valletta) tombinato esistente.



Lo scarico nel bacino di ritenzione/infiltrazione è preceduto dal **trattamento con due manufatti disoleatori in parallelo** che, oltre a ridurre considerevolmente il rischio di infiltrazione nel suolo di oli/idrocarburi, possono essere soggetti a manutenzione per una corretta efficienza del sistema nel tempo.

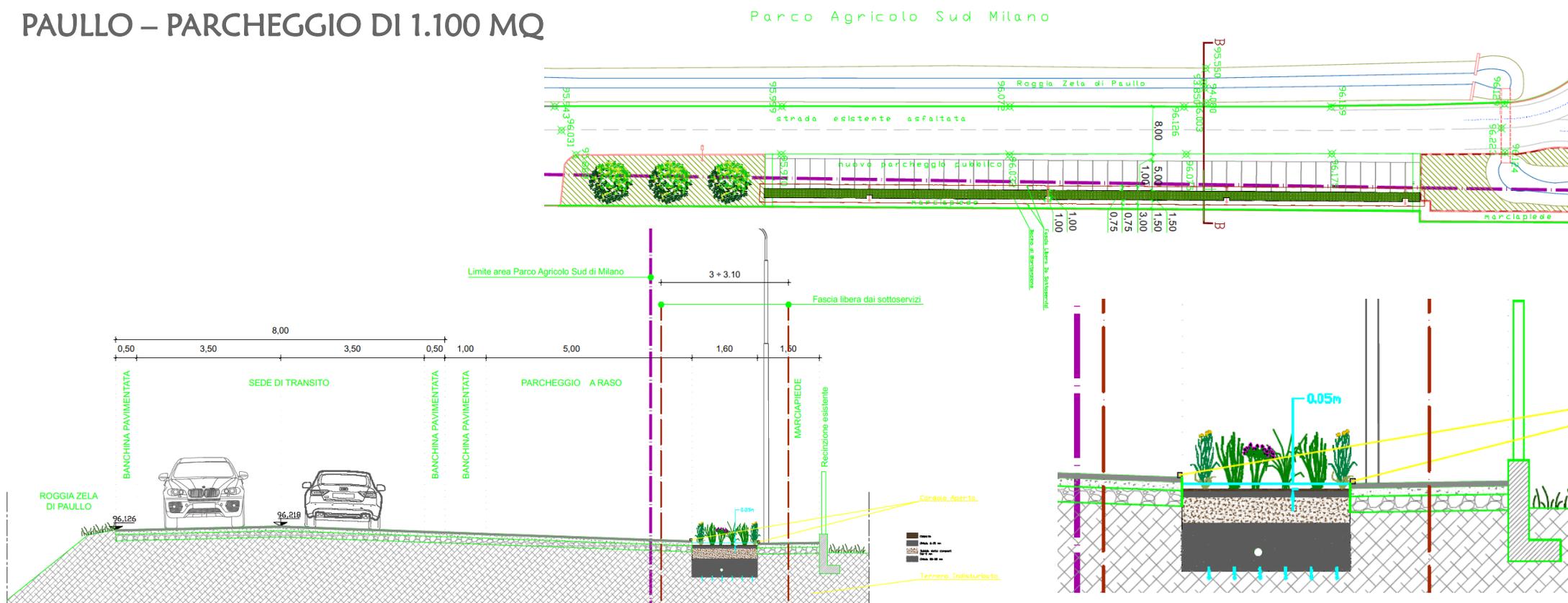
Il bacino di ritenzione/infiltrazione interessa una **superficie di circa 400 mq** con scarpate di pendenza di circa il 30%; centralmente è prevista una trincea in ghiaia di ultima infiltrazione in modo da evitare ristagni di acqua superficiali



REPLICABILITA' INTERVENTI NBS

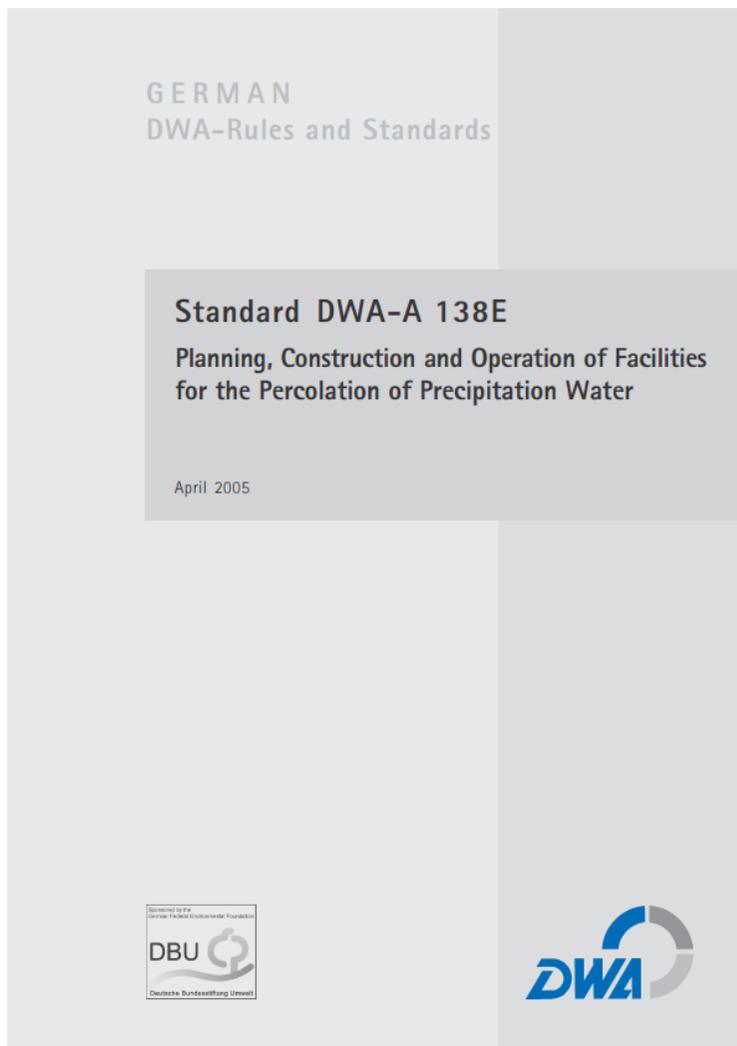
Gli interventi presentati di gestione delle acque meteoriche con Nature Based Solutions come adattamento al prevedibile incremento degli eventi estremi, oltre ad avere **valore dimostrativo** nelle due relative applicazioni specifiche, rappresentano **esempi potenzialmente replicabili sul territorio**, estendendo così la rete di interventi a supporto della resilienza idraulica in ambito urbano.

PAULLO – PARCHEGGIO DI 1.100 MQ

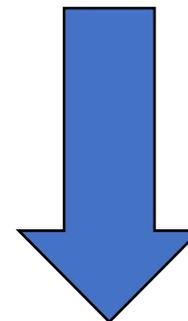


LIFE17CCA/IT/000080





- Distribuzione della pioggia costante nel tempo
- Idrogramma di piena costante nel tempo
- Portata in uscita costante nel tempo



Applicazione del metodo delle sole piogge a opere di infiltrazione

Ingresso:

$$Q_{in} = 10^{-7} \cdot r_{D(n)} \cdot A_{imp} \quad A_{imp} = \Sigma (A_{C,i} \cdot \psi_{m,i})$$

Uscita:

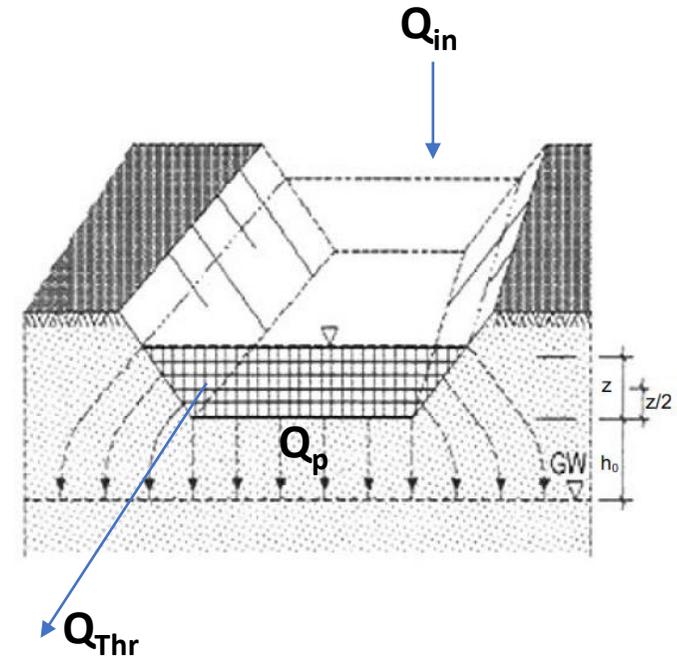
$$Q_P = v_{f,u} \cdot A_P = \frac{k_f}{2} \cdot A_P$$

$$v_f = k_f \cdot I_{hy} \quad k_{f,u} = \frac{k_f}{2} \quad I_{hy} = \frac{h_s + z/2}{h_s}$$

$$Q_{Thr} = q_{Thr} \cdot A_{imp}$$

Volume:

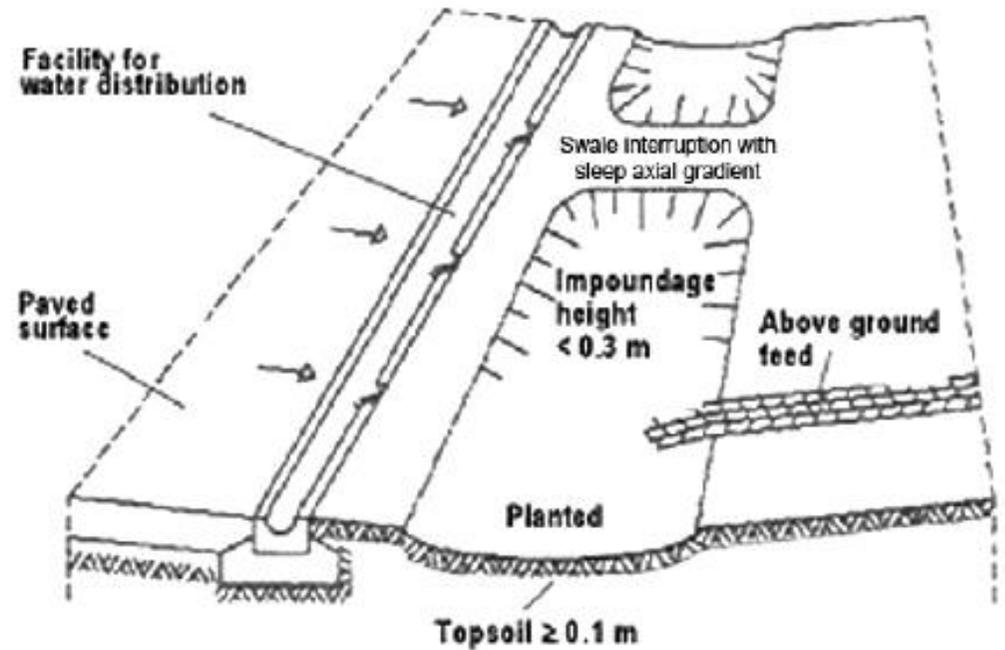
$$V = (Q_{in} - Q_P - Q_{Thr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_A$$



SHALLOW INFILTRATION BASIN BACINO DI INFILTRAZIONE

$$V = (Q_{in} - Q_P) \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$V = \left[(A_{imp} + A_P) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_P \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$



STANDARD DWA-A 138E

SHALLOW INFILTRATION BASIN BACINO DI INFILTRAZIONE

Elemento: AIUOLA DRENANTE - piazza centrale				STEP 1					
				Durata pioggia	r	r _{D(n)}	V _{IT}	L	
Tempo di ritorno	T	=	50 anni	D		I/(s*ha)	mc	m	
				5 min	0,083 ore	0,31	283,99	26,40	0,014
				10 min	0,167 ore	0,46	266,10	46,70	0,024
Parametro a pioggia	> 1 ora	a	= 62,01005	15 min	0,250 ore	0,56	247,35	60,48	0,031
Parametro n pioggia	> 1 ora	n	= 0,324200	20 min	0,333 ore	0,64	232,33	70,41	0,036
Coefficiente di infiltrazione		k	= 0,00005 m/sec	30 min	0,500 ore	0,76	210,17	82,98	0,043
Superficie impermeabile		A _{imp}	= 1 832 mq	45 min	0,750 ore	0,90	188,00	90,50	0,046
Impermeabile	1		= 1 832 mq	60 min	1,000 ore	1,00	172,25	88,49	0,045
semipermeabile	0,7		= - mq	90 min	1,500 ore	1,00	130,97	6,23	0,003
Permeabile	0,3	A _p	= 1 951 mq	120 min	2,000 ore	1,00	107,83	-	-
				180 min	3,000 ore	1,00	81,98	-	-
Fattore di sovraccarico		f _s	= 1,5	240 min	4,000 ore	1,00	67,50	-	-
				360 min	6,000 ore	1,00	51,32	-	-
Volume di accumulo richiesto	V _{sw}	=	90,50 mc	540 min	9,000 ore	1,00	39,02	-	-
				720 min	12,000 ore	1,00	32,13	-	-
Volume ottenuto	V	=	90,50 mc	1080 min	18,000 ore	1,00	24,43	-	-
				1440 min	24,000 ore	1,00	20,11	-	-
				2880 min	48,000 ore	1,00	12,59	-	-
Superficie disperdente utile	S _{disp}	=	1 951,00 mq	4320 min	72,000 ore	1,00	9,57	-	-
Tempo di svuotamento	t	=	0,52 ore	$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$					
Velocità di infiltrazione	Q _s	=	48,78 l/sec	$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m2] * 1000 = Q_s \left[\frac{l}{s} \right]$		Alteza richiesta	H =	0,05 m	
						arrotondato a	L =	0,80 m	

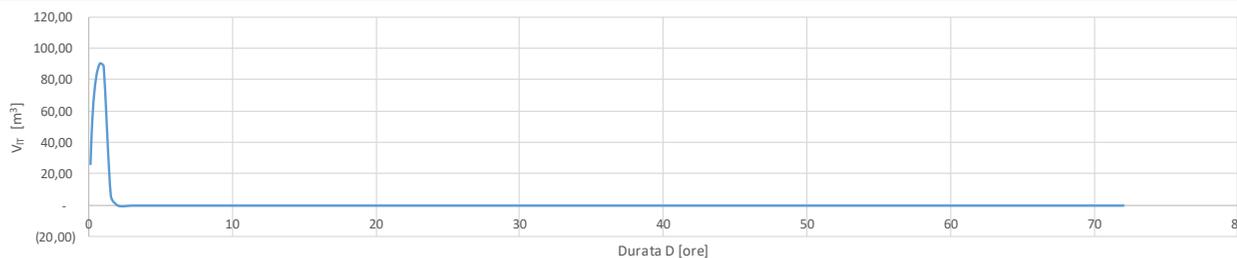
$$V = \left[(A_{imp} + A_p) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

GERMAN
DWA-Rules and Standards

Standard DWA-A 138E

Planning, Construction and Operation of Facilities
for the Percolation of Precipitation Water

April 2005



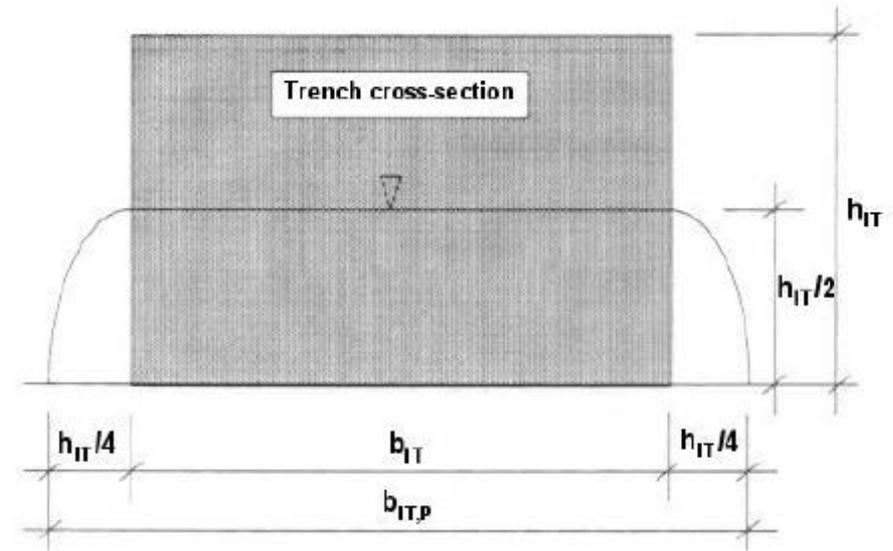
INFILTRATION TRENCH TRINCEA DRENANTE (INFILTRANTE)

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot l_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_S$$

$$V_{IT} = b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot l_{IT} \cdot s$$

$$s_{PIT} = \frac{s_{IT}}{b_{IT} \cdot h_{IT}} \cdot \left[b_{IT} \cdot h_{IT} + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \left(\frac{1}{s_{IT}} - 1 \right) \right]$$

$$l_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_S} + \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$



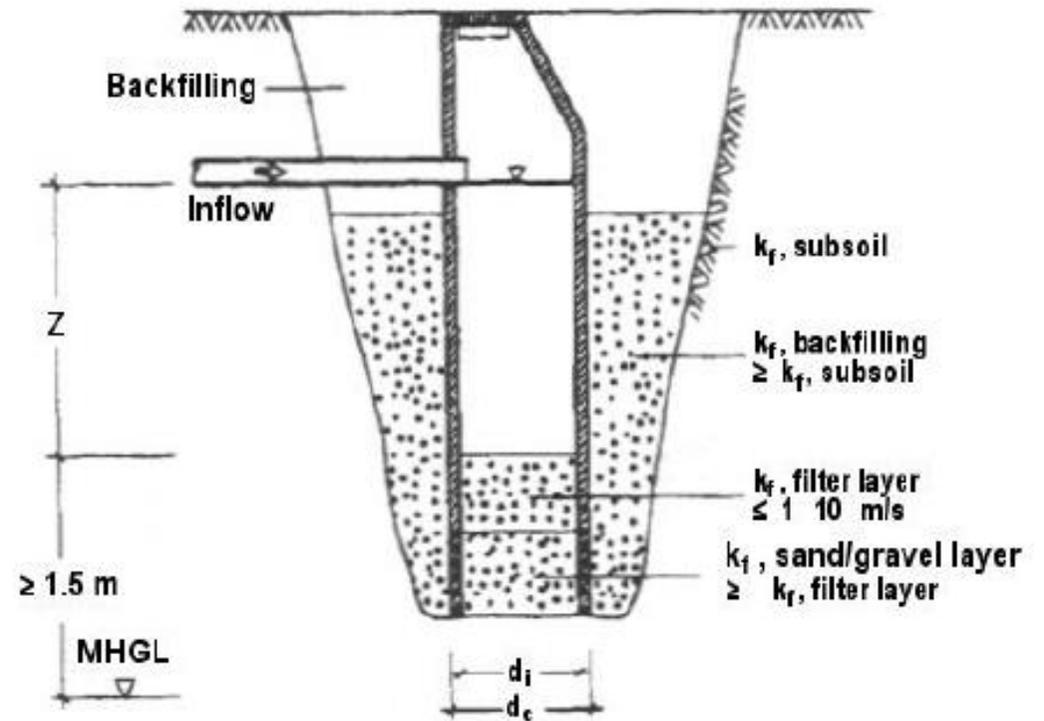
PERCOLATION SHAFT POZZO INFILTRANTE

$$A_p = \pi \cdot \frac{d_e^2}{4} + \pi \cdot d_e \cdot \frac{z}{2}$$

$$V = \left(A_{\text{imp}} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right) \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$V = \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} \cdot z$$

$$z = \frac{\left(A_{\text{imp}} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot \frac{k_f}{2} \right)}{\frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_s} + \frac{d_e \cdot \pi \cdot k_f}{4}}$$



STANDARD DWA-A 138E

PERCOLATION SHAFT POZZO INFILTRANTE

Calcolo pozzi disperdenti - T = 10 anni				Durata pioggia				r _{D(n)}	V	z	STEP 1	
				Vp	D							
				mc	min	ore	ore	l/(s*ha)	mc	m		
Parametro a pioggia	< 1 ora	a =	47,20234	44	44	15	5	0,08	488,33	49,06	15,62	165
Parametro n pioggia	< 1 ora	n =	0,47085		19	6	10	0,17	338,39	66,73	21,24	225
Parametro a pioggia	> 1 ora	a =	47,20234		31	11	15	0,25	273,05	79,31	25,25	267
Parametro n pioggia	> 1 ora	n =	0,318300		42	14	20	0,33	234,49	89,21	28,40	300
Coefficiente di infiltrazione		k =	0,0001 m/sec		60	20	30	0,50	189,21	104,29	33,20	351
Superficie		A _{imp} =	2970 mq		81	27	45	0,75	152,68	120,09	38,23	404
Impermeabile	0,9	=	3300 mq		99	33	60	1,00	131,12	131,14	41,74	442
semipermeabile	0,4	=	- mq		128	43	90	1,50	99,45	136,51	43,45	460
Permeabile	0,1	=	- mq		153	51	120	2,00	81,74	137,86	43,88	464
			3300		194	65	180	3,00	62,00	135,53	43,14	456
					228	77	240	4,00	50,96	130,72	41,61	440
diametro interno pozzo	di =		2,00 m		284	96	360	6,00	38,65	119,85	38,15	404
diametro esterno pozzo	de =		2,16 m		353	119	540	9,00	29,32	105,45	33,57	355
numero pozzi	n =		12,00		410	138	720	12,00	24,10	94,08	29,95	317
					505	170	1080	18,00	18,28	77,80	24,77	262
Lunghezza condotta	Lc =		m		584	197	1440	24,00	15,02	66,79	21,26	225
Stiametro condotta	DN =		cm		826	278	2880	48,00	9,37	44,02	14,01	148
Volume condotta	Vc =		41,56 mc		1009	340	4320	72,00	7,10	33,59	10,69	113
Accelerazione del deflusso	Q _{Thr} =		- l/sec									
Accelerazione del deflusso	Q _{Thr} =		0 l/sec*ha									
Fattore di sovraccarico	f _s =		1,15									
Volume di accumulo richiesto	V_{sw} =		137,86 mc	464								
Volume ottenuto	V =		141,37 mc									
Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo)	S _{disp} =		141,45 mq									
Tempo di svuotamento	t =		5,55 ore									
Velocità di infiltrazione	Q _s =		7,07 l/sec									

$$z = \frac{\left(A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot k_f}{4} \cdot \frac{1}{2} \right)}{\frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_s} + \frac{d_e \cdot \pi \cdot k_f}{4}}$$

GERMAN
DWA-Rules and Standards

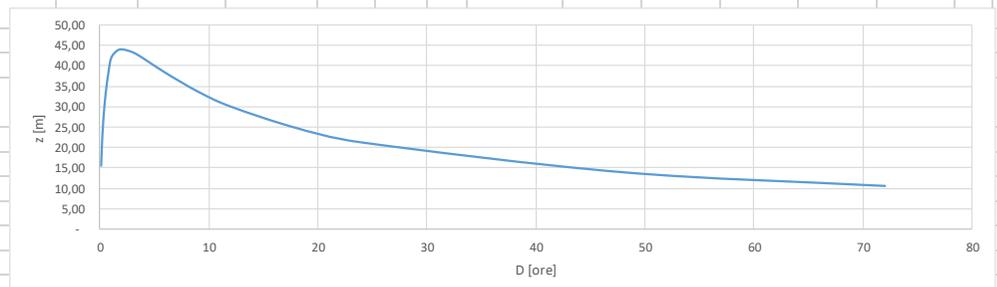
Standard DWA-A 138E
Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water

April 2005

ALTEZZA RICHIESTA Z = 43,88 m
ALTEZZA SINGOLO POZZO 3,75
ALTEZZA ARROTONDATA 45,00

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf / 2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Qs \left[\frac{l}{s} \right]$$





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

Thank you

Lorenzo Bono (Ambiente Italia)

Marco Callerio (Gruppo CAP)

Cinzia Cesarini (Città Metropolitana di Milano)

Nicola Colaninno (Città Metropolitana di Milano)

Cinzia Davoli (Città Metropolitana di Milano)

Emilio De Vita (Città Metropolitana di Milano)

Laura De Vendictis (e-GEOS)

Monica Palandri (e-GEOS)