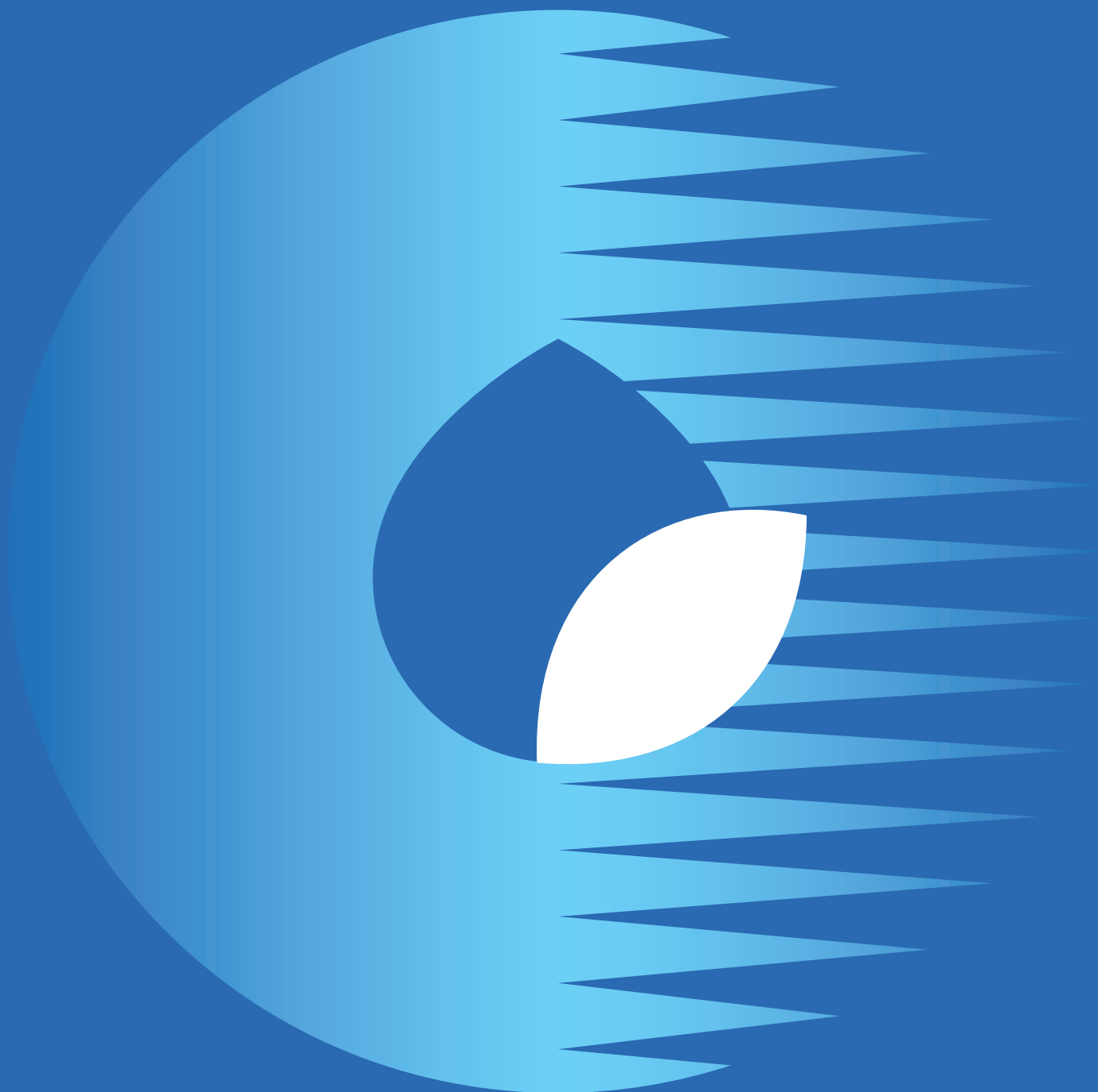


DOSSIER 1.

SHIFT Climate Papers



Nature Based Solutions

shifthub.it

SHIFT
PARTNERS IN SUSTAINABILITY

NBS e SuDS per la gestione delle acque

Casi virtuosi italiani ed europei: impatti sul territorio,
ostacoli di implementazione e prospettive di scalabilità

1. Introduzione Il ruolo delle Nature-Based Solutions nella gestione delle acque

pag. 4

2. Quadro normativo UE e nazionale di riferimento

pag. 6

3. Casi studio

pag. 9

4. Gli impatti positivi delle NBS

pag. 32

5. Analisi costi-benefici

pag. 35

6. Prospettive di policy

pag. 37



1.

INTRODUZIONE

**Il ruolo
delle Nature-Based
Solutions
nella gestione
delle acque**

1. Introduzione - Il ruolo delle Nature-Based Solutions nella gestione delle acque

Le **Nature-Based Solutions (NBS)** sono soluzioni che si fondano sull'uso dei processi naturali e degli ecosistemi per rispondere a sfide ambientali, sociali ed economiche, generando al tempo stesso benefici molteplici per la collettività. Nel campo della gestione delle acque, esse rappresentano un approccio sempre più rilevante per affrontare le pressioni crescenti sul ciclo idrico, connesse in particolare all'aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli, alla gestione delle acque meteoriche e all'inquinamento.

Il loro **ruolo** è particolarmente rilevante nel limitare gli impatti del **cambiamento climatico** a livello **urbano e periurbano**, contesti in cui gli effetti di siccità ed eventi alluvionali si manifestano in modo più intenso. Oltre alla funzione idraulica, le NBS apportano un insieme di benefici tra loro complementari: il miglioramento della **qualità dell'acqua e dell'aria**, la **regolazione del microclima**, la creazione di **habitat** per la biodiversità, la **fruizione pubblica** degli spazi e il rafforzamento della **qualità paesaggistica**. È proprio questa multifunzionalità a distinguere le NBS dalle tradizionali infrastrutture grigie e a renderle uno strumento integrato di gestione del territorio e della risorsa idrica¹.

Il presente documento analizza diversi best case di **NBS** che possono essere distinte secondo due principali criteri (gestione quantitativa e qualitativa dell'acqua; soluzioni urbane o non urbane) che ne orientano la finalità e il contesto di intervento:

Gestione quantitativa e qualitativa dell'acqua

Un primo elemento di distinzione riguarda la finalità prevalente dell'intervento, i cui benefici si differenziano in modo significativo. Da un lato si collocano le soluzioni dedicate alla **gestione dell'acqua** dal punto di vista quantitativo, finalizzate alla ricarica controllata delle falde, all'aumento dell'infiltrazione, alla laminazione delle portate e alla riduzione del rischio idraulico: tra queste rientrano gli impianti di ricarica controllata degli acquiferi (Managed Aquifer Recharge), le aree forestali di infiltrazione (AFI), gli interventi di riqualificazione e restauro fluviale e idro-geomorfologico e i sistemi urbani di gestione delle acque meteoriche. Dall'altro lato si collocano le soluzioni orientate al **miglioramento della qualità dell'acqua** e alla **riduzione dell'inquinamento**, come le zone umide artificiali (constructed wetlands), anche in versione aerata, e le fasce tampone ripariali, progettate per intercettare e trattare le acque — comprese quelle provenienti dagli sfioratori di piena delle reti fognarie miste — prima del loro recapito nei corpi idrici. Numerosi interventi presentano in realtà una finalità mista, combinando funzioni depurative e di gestione dei volumi.

Soluzioni urbane o non urbane

Un secondo elemento di distinzione riguarda il **contesto di applicazione degli interventi**. Alcune soluzioni sono sviluppate a livello **urbano**, di cui fanno parte i sistemi di drenaggio sostenibili (Sustainable Drainage Systems – SuDS), mentre altre operano in ambito **non urbano**, agricolo, periurbano o di bacino fluviale. In **città**, esse aiutano a ridurre gli effetti dell'impermeabilizzazione del suolo, contenere il deflusso superficiale, alleggerire il carico sulle reti fognarie e mitigare le isole di calore. Nei **territori agricoli e rurali**, possono contribuire alla riduzione dell'inquinamento diffuso, alla protezione dei corpi idrici, alla ricarica delle falde e al rafforzamento della biodiversità. Questa capacità di **agire contemporaneamente su più obiettivi** rende le NBS particolarmente adatte a rispondere agli effetti del cambiamento climatico, che rende sempre più frequenti sia gli eventi di precipitazione intensa sia i periodi di scarsità idrica.

In questo quadro si collocano anche i **SuDS**, che possono essere considerati una famiglia specifica di soluzioni orientate soprattutto alla **gestione sostenibile delle acque meteoriche** in ambito urbano. Mentre le NBS costituiscono un concetto più ampio, che include interventi ecosistemici applicabili a diverse scale e in diversi contesti, i SuDS si concentrano in particolare sul drenaggio urbano e sull'invarianza idrologica e idraulica. Il loro obiettivo è avvicinare il comportamento idrologico delle aree urbanizzate a quello naturale, attraverso dispositivi capaci di rallentare il deflusso, trattenere temporaneamente i volumi, favorire l'infiltrazione nel suolo e migliorare la qualità delle acque prima del recapito finale. La **distinzione tra NBS e SuDS**, tuttavia, non è sempre rigida. Molti dispositivi possono essere letti sia come SuDS, quando sono progettati per la **gestione delle acque meteoriche**, sia come NBS, quando valorizzano anche funzioni ecologiche, paesaggistiche, climatiche e sociali. In altri termini, i SuDS possono essere interpretati come una **declinazione tecnica e urbana delle NBS**, focalizzata sul **drenaggio sostenibile**, ma capace di generare benefici più ampi quando integrata con il verde urbano e con una progettazione ecosistemica.

Il valore aggiunto delle NBS risiede proprio nella loro **multifunzionalità: non dovrebbero essere considerate soltanto come alternative alle infrastrutture grigie, ma come soluzioni complementari**, capaci di aumentarne l'efficacia, ridurre il sovraccarico e prolungarne la vita utile. La loro applicabilità dipende però dalle **caratteristiche del contesto** e richiedono una progettazione **caso per caso**, che tenga conto della disponibilità di spazio, delle condizioni del suolo, del regime delle piogge, degli obiettivi idraulici e ambientali, delle esigenze di manutenzione e dell'integrazione con il tessuto urbano o rurale esistente².

1) Rif. "Acque meteoriche: urge un approccio integrato", Position Paper n. 279 REF Ricerche; "Buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano", Dgr Lombardia 2 febbraio 2026, n. XII/5710, Regione Lombardia.

2) "Soluzioni basate sulla natura nel servizio idrico: la risposta ad un clima che cambia", Position Paper n. 228, REF Ricerche.

2.

**Quadro
normativo UE
e nazionale
di riferimento**

2. Quadro normativo UE e nazionale di riferimento

Il ricorso alle Nature-Based Solutions nella gestione delle acque si colloca oggi all'interno di un quadro normativo europeo e nazionale in progressiva evoluzione. Non esiste, allo stato attuale, una disciplina unica e organica dedicata alle **NBS nel servizio idrico**; tuttavia, diversi strumenti normativi e regolatori ne riconoscono **direttamente o indirettamente** il ruolo, soprattutto in relazione alla tutela della qualità delle acque, alla gestione delle acque meteoriche, alla riduzione del rischio idraulico, al ripristino degli ecosistemi e all'adattamento ai cambiamenti climatici.

Direttiva UE Quadro Acque 2000/60/CE

La **Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE** istituisce un **quadro comune** per l'azione dell'Unione Europea in materia di acque superficiali interne, acque di transizione, acque costiere e acque sotterranee, introducendo un **approccio integrato** alla tutela della risorsa idrica, fondato sul raggiungimento del buono stato dei corpi idrici e sulla programmazione a scala di bacino idrografico.

In Italia, la **Direttiva Quadro Acque** è stata recepita principalmente nella **Parte III del D.Lgs. 152/2006**, che costituisce il riferimento nazionale per la **tutela delle acque dall'inquinamento** e per la gestione delle risorse idriche.

In tale contesto, i **Piani di Gestione dei Bacini idrografici** assumono un ruolo centrale, poiché consentono di individuare pressioni, impatti e misure necessarie per la protezione dei corpi idrici. Pur non essendo una **disciplina specifica sulle NBS**, questo impianto normativo fornisce la cornice entro cui tali soluzioni possono essere valorizzate come misure utili a ridurre pressioni diffuse, **migliorare la qualità delle acque** e rafforzare la resilienza dei bacini.

Direttiva UE Acque Reflue 2024/3019

La **Direttiva UE Acque Reflue 2024/3019** aggiorna la precedente disciplina europea in materia ampliando l'**attenzione** rispetto al solo trattamento depurativo tradizionale e introducendo una **visione integrata** della gestione delle **acque reflue urbane**, degli scolmatori di piena e del deflusso urbano. In particolare, la direttiva definisce il **"deflusso urbano"** come precipitazione raccolta da reti fognarie miste o separate e disciplina gli scolmi causati da piogge molto intense, cioè gli scarichi di **acque reflue urbane non trattate** provenienti da reti miste in occasione di precipitazioni o malfunzionamenti del sistema. L'elemento di maggiore interesse per le NBS è rappresentato dai **Piani integrati di gestione delle acque reflue urbane**, previsti per gli agglomerati maggiormente rilevanti o esposti a specifici rischi ambientali e sanitari.

La direttiva stabilisce, tra le cose, che tali piani debbano dare **priorità**, ove possibile, a **soluzioni di infrastrutture verdi e blu**. Questo passaggio è particolarmente importante perché colloca le **NBS** e le soluzioni di drenaggio sostenibile tra le **opzioni da considerare** nella gestione degli scolmatori, del deflusso urbano e degli impatti delle acque meteoriche sui corpi idrici.

La direttiva, tuttavia, non costruisce ancora una disciplina autonoma e organica delle **acque meteoriche come risorsa**. Il tema viene trattato soprattutto in relazione al deflusso urbano raccolto dalle reti e agli scolmatori di piena, lasciando quindi **margini significativi agli Stati membri** e alle autorità locali nella scelta delle soluzioni più appropriate.

In questo spazio regolatorio, le **NBS** possono assumere un ruolo rilevante come **misure capaci di ridurre l'ingresso di acque meteoriche nelle reti**, contenere gli scarichi non trattati, migliorare la qualità delle acque recapitate nei corpi idrici e integrare le infrastrutture grigie esistenti.

Regolamento UE 2024/1991 - Piano di Ripristino della Natura

Il **Regolamento (UE) 2024/1991**, noto come **Nature Restoration Law**, introduce a livello europeo un quadro vincolante per il **ripristino della natura**, con l'obiettivo di recuperare ecosistemi degradati e rafforzare la resilienza degli ecosistemi terrestri, costieri, fluviali, agricoli, forestali e urbani.

Di particolare interesse è l'**articolo 4**, il quale costituisce un riferimento centrale per le **NBS applicate alla gestione delle acque**, in quanto riguarda il **ripristino degli ecosistemi** terrestri, costieri e d'acqua dolce. Le misure di ripristino richieste possono includere **interventi basati sulla natura** finalizzati a recuperare la funzionalità ecologica di zone umide, aree ripariali, habitat fluviali e sistemi di transizione, con benefici potenziali anche sulla qualità delle acque. Inoltre, è di stretto interesse l'**articolo 8** che reca disposizioni per il **ripristino degli ecosistemi urbani**, stabilendo, tra le altre disposizioni, che gli Stati membri provvedano entro il 2030 a **non registrare alcuna perdita netta** della superficie nazionale totale degli **spazi verdi urbani** né di copertura della volta arborea urbana nelle zone di ecosistemi urbani. Inoltre, dal 1° gennaio 2031, gli Stati membri dovranno tendere ad **aumentare la superficie nazionale dedicata agli spazi verdi**, comprese le integrazioni di spazi verdi urbani negli edifici e nelle infrastrutture, nelle zone di ecosistemi urbani, fino al raggiungimento di un livello soddisfacente stabilito.

In Italia, il **d. Lgs. 8 aprile 2026, n. 80** ha adeguato il **quadro normativo nazionale** alle disposizioni del regolamento europeo sul ripristino della natura. Il decreto è stato pubblicato in **Gazzetta Ufficiale** il 16 maggio 2026 ed è entrato in vigore il 31 maggio 2026.

Tale provvedimento risulta essere rilevante per le **NBS** poiché rafforza il legame tra gestione delle acque, **ripristino ecologico e biodiversità**. Gli interventi di rinaturalizzazione fluviale, ricostituzione di zone umide, ripristino di aree verdi urbane, miglioramento della connettività ecologica e recupero degli ecosistemi degradati possono infatti contribuire anche alla **gestione quantitativa e qualitativa delle acque**. Il percorso nazionale prevede, tra le altre cose, la predisposizione di un **Piano Nazionale di Ripristino della Natura**, la cui **consultazione pubblica** sullo studio preliminare per la definizione del PNR risulta essere stata prorogata al **24 giugno 2026**.

Regolamento (UE) 2020/741 - Prescrizioni minime per il riutilizzo dell'acqua

Il **Regolamento UE 2020/741** ha introdotto a livello europeo **requisiti minimi per il riutilizzo delle acque reflue trattate e affinate**, con particolare riferimento all'irrigazione agricola. Il provvedimento rappresenta un passaggio importante nel percorso verso **una gestione più circolare** della risorsa idrica, ma non disciplina in modo specifico il riutilizzo delle acque meteoriche. Quest'assenza è significativa per il tema delle **NBS**: molte **soluzioni basate sulla natura**, infatti, possono favorire l'accumulo, l'infiltrazione, la depurazione naturale e potenzialmente il **riutilizzo delle acque piovane**. Tuttavia, il quadro normativo europeo sul riuso resta oggi concentrato sulle acque reflue depurate, lasciando le meteoriche in una posizione meno definita.

Tassonomia UE e riconoscimento delle infrastrutture verdi

Un ulteriore riferimento rilevante è il **Regolamento (UE) 2020/852** che istituisce la **Tassonomia UE per le attività economiche ecosostenibili**. Quest'ultima individua tra i diversi obiettivi ambientali quello volto alla **prevenzione e riduzione dell'inquinamento** e la protezione e ripristino della biodiversità e degli **ecosistemi**, modificando, attraverso l'**art. 5**, il **regolamento delegato (UE) 2021/2178**. Il regolamento è di particolare rilievo poiché include criteri tecnici relativi ai **Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)**.

Tali sistemi sono descritti come **infrastrutture di drenaggio urbano** capaci di mitigare l'inquinamento e i rischi di alluvione derivanti dal **deflusso urbano**, migliorando **la qualità e la quantità** delle acque attraverso **processi naturali**, quali infiltrazione e ritenzione. Il riconoscimento dei SUDS nell'ambito della Tassonomia UE è importante perché contribuisce a **qualificare** tali interventi non solo come misure ambientali, ma anche come attività potenzialmente rilevanti per la **finanza sostenibile**. Ciò può favorire la finanziabilità di **interventi NBS/SuDS**, soprattutto nei casi in cui essi siano alternativi o complementari a infrastrutture grigie tradizionali per la **gestione delle acque meteoriche** e la riduzione del rischio idraulico.

PNACC, Strategia Biodiversità

A livello nazionale, il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**, approvato con decreto ministeriale n. 434 del 21 dicembre 2023, costituisce un ulteriore riferimento strategico. Il **PNACC** mira a rafforzare la capacità di adattamento agli **impatti climatici**, compresi quelli legati alla gestione della risorsa idrica, alla siccità, agli eventi meteorici estremi e al rischio idrogeologico. In tale quadro, le **NBS** possono contribuire come **misure di adattamento** capaci di aumentare la resilienza territoriale e ridurre la vulnerabilità di sistemi urbani, agricoli e naturali.

Allo stesso modo, la **Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030**, adottata con decreto ministeriale n. 252 del 3 agosto 2023, completa il **quadro strategico nazionale**, ponendo al centro la tutela e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi. Anche in questo caso, le **NBS** rappresentano uno **strumento coerente** con gli obiettivi della Strategia, poiché possono coniugare gestione idrica, ripristino ecologico, riduzione dell'inquinamento diffuso e valorizzazione del verde urbano e periurbano.

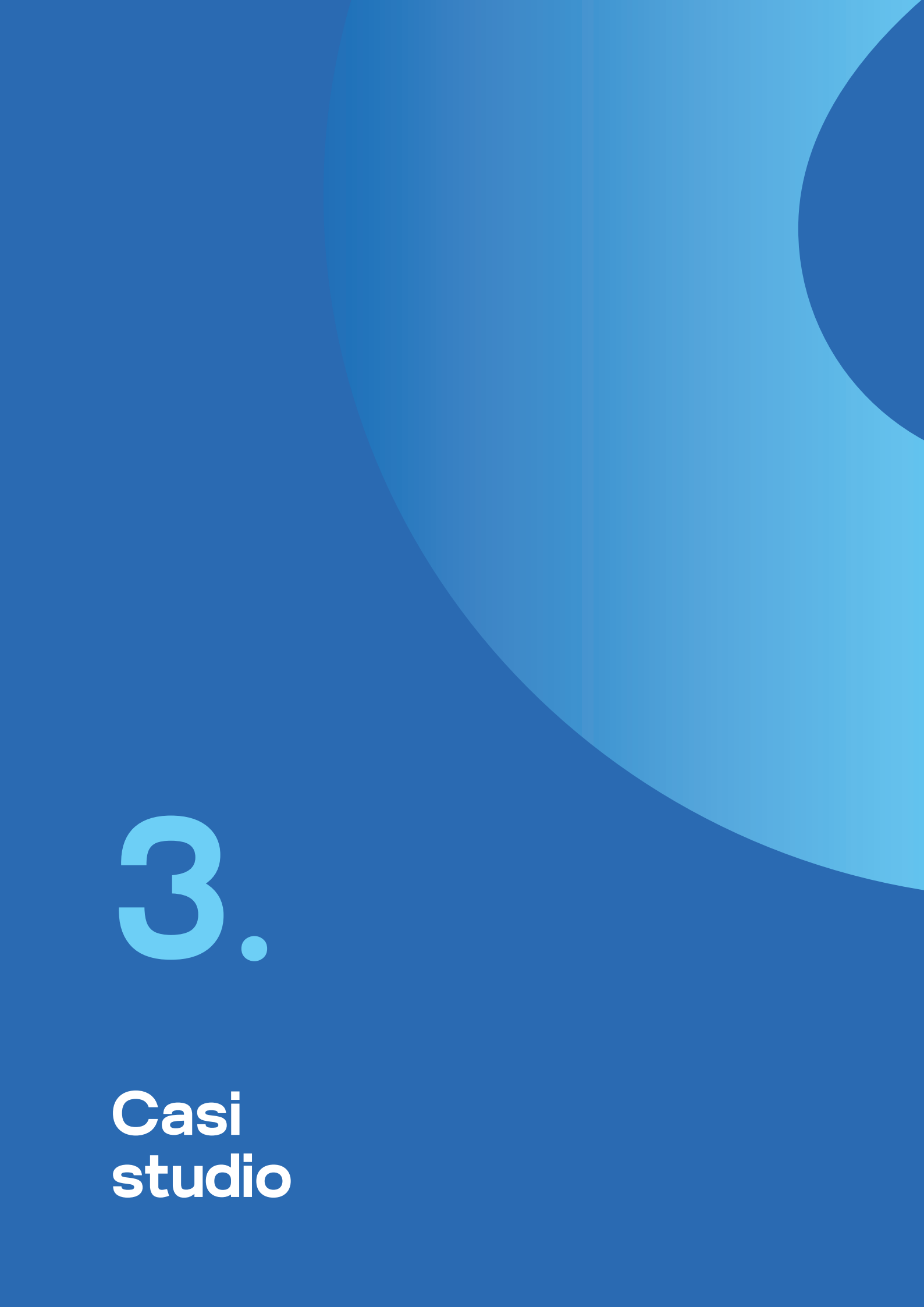
Regolazione ARERA – il sostenimento dei costi

Sul piano regolatorio, il **Metodo Tariffario Idrico ARERA per il quarto periodo regolatorio 2024-2029**, approvato con deliberazione 639/2023/R/idr, rappresenta un riferimento importante per il possibile **riconoscimento dei costi connessi a interventi nel perimetro del servizio idrico integrato**. ARERA ha inoltre introdotto, nell'ambito della regolazione della qualità tecnica, elementi collegati alla resilienza idrica e alla necessità di rispondere agli effetti del cambiamento climatico, anche con riferimento alla gestione delle acque meteoriche.

In merito alle modalità di gestione dei costi esistenti a livello europeo volte al sostenimento e promozione delle NBS, si individuano alcuni casi normativi virtuosi per finanziare gli interventi di gestione, tra cui si segnala in particolare l'**esperienza francese**. La legge **MAPTAM** (Loi de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles, n. 2014-58), riforma francese del 2014 che ha ridisegnato il decentramento amministrativo, istituendo grandi aree metropolitane e riorganizzando le competenze territoriali tra Regioni, Dipartimenti e Comuni.

Il provvedimento ha infatti stabilito la competenza amministrativa (GEMAPI) che **affida agli enti locali la gestione dei corsi d'acqua e la prevenzione delle alluvioni**, regolando la manutenzione di fiumi, argini, opere idrauliche e zone umide e la protezione degli ecosistemi acquatici, e consente inoltre di finanziare questi interventi attraverso una specifica tassa locale³.

3) Rif. <https://www.aquapublica.eu/article/news/publication-working-nature-restore-water-cycle>.



3.

Casi
studio

3. Casi studio

Il catalogo raccoglie e confronta interventi già realizzati o in fase avanzata di soluzioni basate sulla natura per la **gestione quantitativa e qualitativa** delle acque, in Italia e in Europa. Per ogni caso studio descrive **obiettivi, focus, benefici**, contesto territoriale e stato di attuazione, includendo, ove disponibili, dati su superfici, costi, finanziamenti e risultati. Ogni scheda si conclude con un take away che evidenzia fattori di successo, criticità e potenziale di replicabilità.

PARTE I - Nature-Based Solutions

Soluzioni a scala agricola, fluviale e di bacino che usano i processi naturali per ridurre l'inquinamento, gestire i volumi idrici e ripristinare gli ecosistemi acquatici.

A. Qualità delle acque e inquinamento diffuso

Zone umide artificiali, fasce tampone e corridoi ecologici che intercettano e trattano i carichi diffusi prima del recapito nei corpi idrici.

Bacino scolante della Laguna di Venezia - Veneto (IT) - Realizzato

Una rete di zone umide e fasce tampone costruita in 25 anni per ridurre l'azoto agricolo diretto alla Laguna: le NBS che ripagano il proprio costo in servizi ecosistemici⁴. Il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, che gestisce un'area di circa 100.000 ettari nel Veneto nord-orientale, ha promosso negli ultimi 25 anni diversi interventi basati sulla natura nei sottobacini del Marzenego e del Dese-Zero, con l'obiettivo di ridurre il carico inquinante proveniente dalle aree agricole e generare benefici ambientali e territoriali aggiuntivi.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Controllo dell'inquinamento diffuso agricolo (azoto, fosforo, sedimenti, glifosato) verso la Laguna di Venezia.
Finalità	Qualità delle acque, con benefici secondari su rischio idraulico, biodiversità e fruizione.
Beneficio primario	Rimozione naturale dei nutrienti e tenuta dell'uso del suolo nel tempo grazie all'acquisizione pubblica delle aree.
Contesto	Pianura agricola del bacino scolante (sottobacini Marzenego e Dese-Zero, 37.785 ha); attuatore il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.
Stato e finanziamento	Realizzato; risorse certe e pluriennali della «legge speciale per Venezia» – circa 45 M€ in 20 anni.

Il bacino scolante è storicamente soggetto a eutrofizzazione per l'apporto di azoto e fosforo. Il Piano Direttore regionale fissa per l'intera regione un obiettivo di rimozione di 3.000 t/anno di azoto da fonti puntuali e diffuse, di cui circa 300 t/anno attese dalle NBS. Il Consorzio ha realizzato 23 NBS – zone umide in linea e fuori linea, fasce tampone, aree boscate – per circa 252 ettari (lo 0,67% del bacino), che rimuovono circa 48 t di azoto all'anno, un terzo del target.



Quattro interventi emblematici

Intervento	Tipo / superficie	TN rimosso	Resa TN (g N/m ² -anno)	Nota
Salzano	Zona umida in ex cava d'argilla - 21,6 ha	41,5%	20,5	Sito Natura 2000 — ZSC/ZPS IT3250008
Rusteghin	Zona umida in linea - 3,5 ha	23%	94,58	Migliore resa per unità di superficie; anche laminazione delle piene
Scandolara	Fascia tampone integrata	39%	22,5	Resa azoto 2–3× le fasce convenzionali; ottima rimozione solidi
Nicolas	Area boscata sub-irrigata - 30 ha	50%	6	Migliore % di rimozione; costo circa 3 €/m ²

Il **valore annuo** dei servizi ecosistemici generati (qualità dell'acqua, laminazione, ricreazione, educazione, biodiversità) è stimato tra **1,5 e 2,7 M€, comparabile alla spesa annua sostenuta: le NBS ripagano il proprio costo in benefici collettivi**. Per centrare l'intero target servirebbe triplicare la superficie a NBS (investimento stimato circa 135 M€)⁵.



Take away: Con un canale di finanziamento certo e pluriennale (la citata «legge speciale»), una direzione tecnica qualificata e l'acquisizione pubblica delle aree, le NBS si realizzano davvero, a costi sostenibili. Il valore dei servizi ecosistemici generati è comparabile alla spesa: le NBS sono una misura di ripristino economicamente difendibile.

4) https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/venice_en.

5) JRC – Knowledge4Policy, Venice lagoon case, Pistocchi/Conte.

Agro Pontino – progetto LIFE+ REWETLAND Lazio (Latina) - IT - Pilota concluso

Un'ottima pianificazione di ripristino rimasta poi inattuata: il caso che mostra cosa succede senza un budget dedicato e un ente attuatore con capacità tecnica⁶.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Fitodepurazione diffusa (ecosistemi filtro, fasce tampone, zone umide) per ridurre l'inquinamento diffuso agricolo.
Finalità	Qualità delle acque, con riqualificazione ecologica e paesaggistica.
Beneficio primario	Rimozione di azoto, fosforo e glifosato; atteso un risanamento su scala dell'intero Agro Pontino.
Contesto	Pianura agricola bonificata, -700 km ² con -220 km di canali di drenaggio; pilota nel Parco Nazionale del Circeo.
Stato e finanziamento	LIFE+ 2008, -2,8 M€, 2010–2014; coordinatore Provincia di Latina. Premiato «Best of the Best» LIFE.



Il progetto, coordinato dalla Provincia di Latina con il Consorzio di Bonifica, il Parco del Circeo e U-Space, ha prodotto un **Programma integrato di Riqualificazione Ambientale e quattro interventi pilota** costruiti e monitorati: l'ecosistema filtro di Villa Fogliano, il Parco lineare di Marina di Latina, fasce tampone lungo i canali e buone pratiche aziendali.



Take away: il caso ha evidenziato un **limite nel modello di attuazione** poiché un'ottima pianificazione di ripristino è rimasta poi inattuata dato che il Programma non è mai stato dotato di regole attuative né di budget dedicato, e la realizzazione di nuove NBS si è fermata. La riforma delle Province ha privato l'ente coordinatore di competenze e risorse; una fascia tampone mal localizzata è stata perfino rimossa.

Più promettente il modello successivo (GREENCHANGE), basato sull'affidamento ad aziende agricole di aree demaniali lungo i canali.

⁶) JRC – Agro Pontino (Latina) case - Provincia di Latina / Consorzio Agro Pontino.

Corridoio ecologico dei Regi Lagni «Giardini d'Europa» - Campania (IT) -

In pianificazione

Da «Terra dei Fuochi» a infrastruttura verde-blu di 60 km: il caso che integra in un solo intervento ripristino, depurazione, sicurezza idraulica e fruizione – e avanza perché vi sono state agganciate risorse certe ⁷.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Infrastruttura verde-blu a scala territoriale: fitodepurazione, bosco lineare, vasche di laminazione e di prima pioggia, parco lineare fruibile.
Finalità	Risanamento idraulico, qualità delle acque, resilienza climatica, biodiversità e connettività ecologica.
Beneficio primario	Nuovo corridoio ecologico dal mare ai monti e riqualificazione di un'area fortemente degradata.
Contesto	Bacino dei Regi Lagni (~1.200 km ² , ~1,6 mln abitanti, 95 Comuni, 4 Province); committente Consorzio Generale di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno; progetto LAND.
Stato e finanziamento	Masterplan presentato a fine 2022, finanziato dal CIS; primo finanziamento opere 40 M€ Regione Campania, obiettivo conclusione 2027.



Il masterplan trasforma l'esigenza di risanamento idraulico di un reticolo di canali storici degradati in una nuova infrastruttura verde-blu organizzata su tre sistemi integrati – acqua, natura, fruizione – collegata ai grandi parchi regionali.

Sul fronte idrico il progetto prevede circa **20 ha di aree di fitodepurazione**, 10 km di rinaturalizzazione spondale, una componente SuDS con **13 vasche di prima pioggia**, 6 di **sedimentazione** e 4 **vasche volano**. Sul fronte fruizione, 60 km di bosco lineare e passeggiata, 180 km di connessioni ciclopedonali e 9 «porte» attrezzate.

Masterplan presentato nel novembre 2022 e approvato il 20 maggio 2023; la redazione è finanziata dal CIS – Contratto Istituzionale di Sviluppo. Per le opere è previsto un primo **finanziamento di 40 milioni di euro della Regione Campania**, con obiettivo dichiarato di conclusione lavori entro il 2027. Allo stato si tratta di una misura in pianificazione/adozione, non ancora realizzata.



Le NBS / infrastrutture verdi-blu integrano in un solo intervento ripristino ecologico, depurazione, sicurezza idraulica urbana (SuDS) e fruizione, a scala di bacino. Il progetto avanza solo perché vi sono state agganciate risorse certe (CIS + 40 M€ regionali): la dimostrazione che, anche per i progetti più ambiziosi, l'attuazione dipende dal finanziamento stabile nel tempo a livello regionale o nazionale.

⁷) LAND – Masterplan Regi Lagni.

Upper Scheldt - bacino dello Zwalm - Fiandre (BE) - Progetto MERLIN

Un restauro multidimensionale di un piccolo bacino rurale: la prova che l'efficacia dipende dal combinare interventi «hard» (infrastrutture) e «soft» (NBS diffuse, governance, agricoltori)⁸.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Miglioramento della qualità ambientale del bacino e recupero del «buono stato ecologico» (WFD).
Finalità	Prevalentemente qualità/inquinamento, con aspetti di quantità locale e resilienza.
Beneficio primario	Controllo della qualità delle risorse idriche e recupero ecologico del sistema fluviale.
Contesto	Sottobacino del fiume Zwalm (-144 km², asta principale -21,8 km), rurale con pressioni urbane e agricole combinate (bacino dell'Alto Schelda - Upper Scheldt - in Belgio, con focus specifico sul sottobacino del fiume Zwalm, situato nelle Fiandre orientali)
Stato e finanziamento	Progetto europeo MERLIN; intervento multilivello in corso.



Due pressioni hanno storicamente compromesso il bacino: scarichi urbani insufficientemente trattati e agricoltura intensiva con **erosione e nutrienti**. Il progetto combina azioni infrastrutturali, ecologiche e gestionali per **riportare il sistema a un buono stato ecologico**.

Tra gli interventi: miglioramento degli impianti di trattamento e separazione delle reti, rimozione di barriere alla migrazione dei pesci e passaggi artificiali, restauro degli habitat, bacini di ritenzione e fasce tampone vegetate. Un ruolo centrale lo hanno le **NBS diffuse** (buffer ripariali) e la cooperazione volontaria con gli agricoltori.

Il caso interviene su un bacino a pressione diffusa di origine agricola (erosione del suolo e dilavamento di nutrienti) con un approccio a basso contenuto infrastrutturale, fondato su NBS diffuse: fasce tampone vegetate (specie erbacee e fiorite) lungo i corsi d'acqua per trattenere sedimento e ridurre l'erosione, ripristino della vegetazione ripariale, creazione di letti di frega e ripristino della continuità per la migrazione ittica (con la trota fario come specie-bersaglio).

 **Take away:** la modalità di attuazione è determinante poiché **accordi volontari e compensati con gli agricoltori per la realizzazione e gestione delle fasce sui terreni privati** appare una scelta coerente con il fatto che, su pressione diffusa, l'agricoltore è lo stakeholder chiave. **Co-benefici attesi:** nuovo habitat e biodiversità, oltre a una maggiore resilienza idrica locale.

8) MERLIN – Case study 16.

B. Trattamento degli sfioratori di piena (CSO - Combined Sewer Overflows)

Casi che si collocano nell'ambito delle acque dolci ma costituiscono una categoria a parte: non sono interventi di ripristino di habitat, bensì NBS di trattamento e di gestione - constructed wetland che depurano gli sfioratori di fognatura mista (CSO) e ricarica controllata della falda. Dimostrano che le NBS battono l'infrastruttura grigia su costi e servizi ecosistemici.

Gorla Maggiore (VA) - constructed wetland per gli sfioratori - Lombardia (IT) - In esercizio

Il primo impianto del genere in Italia: a parità (o meglio) di prestazione rispetto alla soluzione grigia, l'opzione naturale aggiunge biodiversità, recupero di un'area degradata e un parco fruibile⁹.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Constructed wetland (quattro letti a flusso verticale + bacino a flusso libero) per il trattamento in sito degli sfioratori di fognatura mista, nel «Parco dell'Acqua» sull'Oloni.
Finalità	Misto: ridurre il carico inquinante scaricato nell'Oloni e laminare i volumi di piena.
Beneficio primario	Riduzione del carico inquinante e attenuazione dei picchi, con habitat umidi e parco fruibile.
Contesto	Gorla Maggiore (VA), fiume Olona; rete servita circa 20 ha impermeabili (circa 2.000 a.e.). Progettazione IRIDRA.
Stato e finanziamento	Opere 2011-2012, in esercizio dal 2013; circa 1,4 M€ una tantum (Regione Lombardia + Fondazione Cariplo); monitoraggio nel progetto UE OpenNESS.



Il sistema tratta la prima pioggia secondo la normativa regionale lombarda (50 m³ per ettaro impermeabile, R.R. 3/2006) **accumulando e laminando il secondo flusso prima dello scarico nell'Oloni**.

La sequenza combina grigliatura e sedimentazione, quattro letti di fitodepurazione a flusso verticale (circa 3.840 m²) e un bacino a flusso libero di circa 3.174 m² (estendibile fino a circa 7.200 m² come cassa di laminazione), funzionando interamente a gravità. È stato **realizzato nel nuovo 'Water Park' di Gorla Maggiore attraverso un processo partecipativo**, recuperando un'area industriale dismessa.

Il monitoraggio condotto tra febbraio 2014 e febbraio 2015 (69 eventi di sfioro) ha rilevato **rimozioni medie del 89,6% per il COD e del 93,5% per l'azoto ammoniacale** in concentrazione; su base annua, in termini di massa - cioè il carico effettivamente sottratto al fiume - le rese sono più prudenti (68% COD, 94,8% N-NH₄). Sul piano idraulico, rispetto a un evento con tempo di ritorno decennale, il sistema riduce dell'86% il picco di piena e dell'82,9% (circa 8.900 m³) il volume di allagamento a valle (Rizzo et al., 2018).

La valutazione dei servizi ecosistemici (progetto OpenNESS; Liqueste et al., 2016; Reynaud et al., 2015) mostra che l'infrastruttura verde eguaglia o supera l'alternativa grigia (vasca + bacino) su depurazione e protezione idraulica, aggiungendo biodiversità e fruizione ricreativa - il servizio più valorizzato dai residenti - **con un costo dell'opera** (circa 1,4 M€) comparabile alle tecnologie convenzionali con un **finanziamento una tantum**: in parte Regione Lombardia, in parte Fondazione Cariplo, dopo l'individuazione del sito come pilota nello studio dell'Autorità di Bacino del Po sugli sfiori di rete mista. Monitoraggio dei servizi ecosistemici nel progetto di ricerca europeo FP7 OpenNESS.



Take away: a parità (o meglio) di prestazione idraulico-depurativa rispetto alla soluzione grigia, l'opzione naturale aggiunge biodiversità, recupero di un'area degradata e fruizione, a costi comparabili. Tuttavia, il finanziamento è stato possibile con **risorse una tantum** - contributi regionali, una fondazione bancaria (Cariplo) e bandi europei (FP7, H2020, LIFE) - non da un canale stabile: una lacuna da colmare.

⁹) Masi et al. (2017), Ecological Engineering 98.

Merone (CO) - wetland aerata a monte del depuratore - Lombardia (IT) - In esercizio

Intercetta circa il doppio del volume di un’opera grigia, a circa un terzo del costo di investimento e a un quinto del costo operativo per metro cubo: la NBS come opzione più efficiente, non solo più verde¹⁰.

Caratteristiche dell’intervento

Focus	Wetland aerata di nuova generazione che tratta gli sfioratori di fognatura mista a monte del depuratore di Merone, prima dello scarico nel Lambro. Primo impianto aerato del genere in Italia.
Finalità	Qualità: ridurre il carico inquinante degli sfiori e alleggerire il depuratore quando la portata eccede la capacità biologica.
Beneficio primario	Trattamento di grandi volumi con prestazioni elevate e costi (CAPEX e OPEX) nettamente inferiori a un’opera grigia.
Contesto	Merone (CO), fiume Lambro; rete mista di -39 Comuni (-120.000 abitanti). Progettazione IRIDRA, gestione Como Acqua.
Stato e finanziamento	In esercizio dal 2019; progetto LIFE «Lambro vivo», -2 M€ Regione Lombardia + Fondazione Cariplo.



La wetland (due letti aerati a flusso verticale, circa 4.000 m², seguiti da un sistema a flusso libero di circa 1.500 m²) intercetta fino a 900 m³/h di sfioro ed è regolata da PLC. L’aerazione forzata intensifica il trattamento mantenendo prestazioni elevate anche con portate e carichi molto variabili. Tra il 2022 e il 2024 ha trattato oltre 400.000 m³/anno senza intasamenti, con rimozioni mediane dell’85,3% per il COD, 89,0% per il BOD₅, 95,6% per i solidi sospesi e 66,6% per l’azoto ammoniacale, oltre a buone rese su metalli associati al particolato e microplastiche.

Rispetto a una vasca grigia di pari funzione il confronto economico è netto. Restano da ottimizzare i consumi dell’aerazione: una strategia adattiva basata su sensori COD potrebbe risparmiare circa 43 MWh/anno (- 43%).

CAPEX (2023, attualizzato)	NBS - wetland aerata	CONFRONTO Grigia - vasca
Volume intercettato	circa 402.600 m ³	circa 207.600 m ³
CAPEX (2023, attualizzato)	circa 1,69 M€	circa 4,86 M€
OPEX per m ³ di sfioro	0,10 €/m ³	0,46 €/m ³



Take away: Merone è una NBS che intercetta circa il doppio del volume di un’opera grigia, a circa un terzo del costo di investimento e a un quinto del costo operativo per metro cubo, rispettando i limiti di legge. Dimostra che le NBS non sono solo una buona scelta ambientale, ma l’opzione economicamente efficiente per la gestione degli sfioratori. Tuttavia, il finanziamento è stato possibile con risorse una tantum - contributi regionali, una fondazione bancaria (Cariplo) e bandi europei (FP7, H2020, LIFE) - non da un canale stabile: una lacuna che su impulso del PNR si auspica venga colmata.

10) Bresciani et al. (2026), J. Environmental Management.

C. Gestione quantitativa: ricarica e riqualificazione fluviale

Ricarica controllata degli acquiferi, aree forestali di infiltrazione, restauro idro-geomorfologico e laminazione naturale per riequilibrare la disponibilità idrica e ridurre il rischio.

Vicenza - LIFE AQUOR – ricarica della falda e risparmio idrico - Veneto (IT) - Realizzato e scalato

Vale per il modello più che per i volumi: un problema di area vasta affrontato con uno strumento di governance e finanziamento negoziato, il Contratto di Falda¹¹.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Azione dimostrativa per il riequilibrio quantitativo delle acque sotterranee dell'alta pianura vicentina, tramite ricarica controllata e risparmio idrico.
Finalità	Quantitativa e di governance: contrastare l'impoverimento delle falde (saldo idrogeologico negativo) e tutelare le risorgive a valle.
Beneficio primario	Modello di governance multilivello (Contratto di Falda) e dimostrazione tecnica della ricarica controllata.
Contesto	Alta pianura vicentina (province di Vicenza e Padova); capofila Provincia di Vicenza, con i Consorzi di Bonifica Brenta e Alta Pianura Veneta.
Stato e finanziamento	LIFE09 NATI/IT/000213, circa 1,81 M€ di cui circa 693.000 € UE; programma 2011–2014.



Il sistema idrogeologico registra un saldo negativo e un abbassamento della falda, dovuto a cambiamenti climatici, impermeabilizzazione e prelievi. AQUOR ha affrontato il problema su quattro assi integrati: conoscenza, risparmio, ricarica e gestione.

Sono stati realizzati **sette siti di ricarica controllata** (aree forestali di infiltrazione, pozzi, trincea, campo di sub-infiltrazione, roggia), monitorati in continuo, a monte e a valle. La prima stagione (2013–2014, 835 giorni di esercizio) ha infiltrato un volume cumulato di circa 1.870 m³: il lascito principale è di governance: il Contratto di Falda, strumento di programmazione negoziata, accompagnato dalle «Carte di vocazione alla ricarica».

Il modello ha poi prodotto risultati di scala: la rete di aree forestali di infiltrazione gestita dal Consorzio Brenta filtra oggi oltre 1,6 milioni di m³/anno (stagioni 2023–2025).



Take away: AQUOR mostra come un problema di ripristino idrico di area vasta - la tutela delle risorgive (in parte Rete Natura 2000) attraverso la falda - **richieda uno strumento di governance e finanziamento negoziato (il Contratto di Falda) capace di coordinare molti attori**. L'intervento è stato possibile con risorse una tantum e bandi europei, non da un canale stabile.

¹¹) LIFE AQUOR (Gusmaroli & Muraro, 2014); Viacqua/Consorzio Brenta (2025).

Vicenza - Aree Forestali di Infiltrazione (AFI) - Veneto (IT) - Realizzato

I «boschi di ricarica»: una misura di Managed Aquifer Recharge semplice nella gestione ma tecnicamente ben presidiata, che coniuga ricarica, reddito agricolo e biodiversità¹².

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Ricarica controllata delle falde tramite Aree Forestali di Infiltrazione, integrando funzione idraulica e componente forestale.
Finalità	Prevalentemente quantità (contrasto al depauperamento della falda e alla scomparsa delle risorgive), con co-benefici di qualità (riduzione nitrati/fitodepurazione) e produttivi (biomassa).
Beneficio primario	Ripristino delle riserve idriche sotterranee e rinascita dei fontanili/risorgive.
Contesto	Alta pianura vicentina (Veneto), a monte della fascia delle risorgive; sistema acquifero che alimenta gli acquedotti di Venezia, Vicenza, Treviso, Padova. Siti dimostrativi: Schiavon e Carmignano (VI).
Stato e finanziamento	Misura ideata da Veneto Agricoltura (2007), 7 siti pilota; due impianti dimostrativi realizzati nel 2013 dal Consorzio di Bonifica Brenta nel progetto LIFE AQUOR (LIFE 2010 ENV/IT/380), cofinanziamento UE.



L'AFI integra in un unico intervento la componente idraulica (rete di scoline disperdenti) e quella forestale (impianto arboreo-arbustivo), trasformando una superficie agricola in infrastruttura di ricarica della falda. Sfrutta l'elevato tasso di infiltrazione dei suoli a monte della fascia delle risorgive, distribuendo acqua superficiale nei mesi non irrigui (set-apr); deriva dalle pratiche tradizionali di irrigazione per scorrimento.

La stessa superficie produce due servizi ambientali (ricarica della falda e riduzione dei nitrati) e una commodity agricola (legno cippato da biomassa). **Il servizio di infiltrazione può essere remunerato al proprietario da acquedotti e Consorzi di Bonifica**, distinguendo servizi ecosistemici di interesse individuale (reddito per l'agricoltore) e collettivo (comunità).

Le sperimentazioni indicano in circa 100 ha la superficie di AFI necessaria a **riequilibrare le falde dell'alta pianura vicentina**.



Take away: Valorizzare la multifunzionalità degli interventi (biomassa, reddito) e inserirle in una strategia di governance condivisa (Contratto di Falda).

¹²) AFI – principi, esperienze, prospettive.

LIFE REWAT: ricarica controllata della falda e riqualificazione morfologica della Val di Cornia - Toscana (IT) – In esercizio

È stata sviluppata una strategia partecipata per la gestione sostenibile delle risorse idriche tramite cinque interventi¹³:

- ◊ Impianto di riutilizzo delle acque reflue
- ◊ Riqualificazione fluviale
- ◊ Riduzione delle perdite nell'acquedotto
- ◊ Impianto di microirrigazione subsuperficiale
- ◊ Impianto di ricarica della falda in condizioni controllate

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Gestione integrata e partecipata della risorsa idrica a scala di sotto-bacino, combinando riduzione della domanda, ricarica (naturale e gestita) della falda e riqualificazione fluviale.
Finalità	Prevalentemente quantità: contrasto al deficit idrico strutturale dell'acquifero costiero e all'intrusione salina conseguente all'abbassamento della falda; co-benefici ecologici e di qualità.
Beneficio primario	Incremento della ricarica e riduzione della pressione di prelievo sull'acquifero; tutela degli ecosistemi connessi (sito Natura 2000 "Padule Orti Bottagone", zona umida della Sterpaia).
Contesto	Bassa Val di Cornia (prov. Livorno), bacino Toscana Costa – distretto Appennino Settentrionale. Interventi sul Cornia nel Comune di Suvereto (riqualificazione fluviale nella "zona dei meandri"; impianto MAR in loc. Forni su paleoalveo).
Stato e finanziamento	LIFE14 ENV/IT/001290; durata 15/09/2015 – 31/12/2021 (concluso). Budget ammissibile 2.167.884 €, contributo UE 1.300.639 €. Capofila Consorzio 5 Toscana Costa; partner Regione Toscana, ASA, Scuola Superiore Sant'Anna; cofinanziatori Comuni di Campiglia Marittima, Piombino, Suvereto. Direttive di riferimento: WFD 2000/60, COM(2012)673, COM(2007) 414



Il progetto ha dimostrato fattibilità tecnica, sostenibilità economica e ambientale di cinque soluzioni pilota, agendo simultaneamente su offerta e domanda idrica: (1) **impianto di ricarica gestita (MAR)** che deriva le acque di piena del Cornia verso un bacino di infiltrazione, con regolazione automatica su soglie di livello e qualità delle acque superficiali e della falda; (2) **riqualificazione fluviale della zona dei meandri**, con allargamento dell'alveo attivo e controbanche per aumentare il contatto ghiaie-acqua a favore della ricarica naturale, rimozione di vegetazione invasiva e messa a dimora di specie autoctone; (3) **riduzione delle perdite** nella rete acquedottistica civile; (4) **microirrigazione a goccia** sperimentale in agricoltura; (5) **riuso delle acque reflue** per l'irrigazione di un campo sportivo.

Il caso documenta un **risultato quantitativo netto**, con un incremento medio dell'infiltrazione annua in falda di 1.850.000 mc e la riduzione della pressione di prelievo sull'acquifero di 830.000 mc/anno.

La cornice è un **modello di governance partecipata sfociato in un Contratto di Fiume del Cornia**.



Take away: Valorizzare la multifunzionalità degli interventi (biomassa, reddito) e inserirle in una strategia di governance condivisa (Contratto di Falda).

^{13https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE14-ENV-IT-001290/sustainable-water-management-in-the-lower-cornia-valley-through-demand-reduction-aquifer-recharge-and-river-restoration; <https://www.liferewat.eu/i-5-interventi-dimostrativi/riqualificazione-fluviale.html>; <https://www.liferewat.eu/i-5-interventi-dimostrativi/impianto-di-ricarica-della-falda-in-situazioni-controllate.html>; <https://www.liferewat.eu/download/i-5-interventi-dimostrativi2.html>}

Como - Bacini di laminazione del torrente Lura - Lombardia (IT) - Realizzato

Solidarietà territoriale resa concreta: i Comuni a monte ospitano un'infrastruttura che protegge le comunità a valle, a costi gestionali minimi perché funziona a sola gravità¹⁴.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Due bacini di laminazione delle piene realizzati con ingegneria naturalistica nel Parco del Lura; rinaturalizzazione del corridoio fluviale.
Finalità	Quantitativa e ambientale: ridurre il rischio idraulico per gli abitati a valle (Saronno, Lainate, Rho), ricreare habitat igrofilii, riconnettere la mobilità lenta della valle e contenere il consumo di suolo.
Beneficio primario	Invaso temporaneo di circa 340.000 m ³ con restituzione graduale a gravità; zona umida permanente.
Contesto	Area golenale tra Lomazzo, Cadorago e Bregnano (CO), circa 20 ha; gestione pubblica del Consorzio Parco del Lura.
Stato e finanziamento	Completato nel 2019; co-finanziamento AIPo / Regione Lombardia; circa 12,5 M€.



Committente e gestore è il Consorzio Parco del Lura (12 Comuni); il progetto di paesaggio è di LAND Italia, quello idraulico di Etatec Studio Paoletti con diversi partner tecnici (Blu Progetti, Studio Idrogeotecnico3o Associato, STA Consulting e altri). L'opera applica il 'Progetto di sottobacino del torrente Lura' promosso da AIPo (Agenzia Interregionale per il fiume Po) e dalla Regione Lombardia, che ha co-finanziato l'intervento, completato nel 2019.

I bacini **raccolgono temporaneamente le acque di piena** tramite un sistema naturale di trasbordo a gravità e le restituiscono gradualmente, **evitando stazioni di pompaggio e quindi costi energetici, oneri gestionali e consumo di suolo**. Un laghetto alimentato dalla falda costituisce una zona umida permanente che funge anche da fitodepurazione.

Oltre alla funzione idraulica, l'intervento ha **rinaturalizzato il corridoio con vegetazione autoctona e riconnesso la mobilità lenta** (circa 35.000 m² di nuovi boschi; circa 20.000 m² di zona umida; circa 3.200 alberi + circa 20.000 arbusti autoctoni). Nel maggio 2024 le vasche hanno retto una piena reale del torrente, evitando l'esondazione a valle. Il processo, **guidato anche da una ONG locale**, ha coinvolto gli agricoltori espropriati nella manutenzione del parco.



Take away: Un'infrastruttura di laminazione concepita come ripristino fluviale multifunzionale (rischio idraulico, habitat, fruizione), realizzata a gravità e quindi a costi gestionali minimi. È stata possibile grazie a un co-finanziamento pubblico dedicato (AIPo / Regione Lombardia) e a una governance partecipata che ha sciolto i conflitti monte-valle: la conferma che le NBS fluviali si realizzano quando esistono una fonte di finanziamento certa e un ente gestore pubblico con capacità tecnica.

¹⁴) Parco del Lura - AIPo / Regione Lombardia.

Deba river restoration – Paesi Baschi (ES) - Progetto MERLIN

Risposta ecologica ad un insieme coordinato di barriere lungo l'intero asse fluviale: l'approccio che massimizza i benefici ecologici su larga scala¹⁵.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Restauro idro-geomorfologico e ripristino della continuità fluviale del Deba tramite rimozione sistemica di barriere
Finalità	Prevalentemente gestione quantità/rischio, con forti ricadute ecologiche: permeabilità ittica, ripristino del flusso dei sedimenti, biodiversità; co-benefici di riduzione del rischio alluvionale e di fruizione/ricreazione
Beneficio primario	Recupero della connettività e della funzionalità eco-morfologica del corso d'acqua
Contesto	Bacino del fiume Deba (Paesi Baschi, Spagna): superficie 534 km ² , asta principale 62 km, popolazione circa 135.000; ambito urbano, peri-urbano e agricolo. Intervento avviato dopo oltre 20 anni di investimenti in depurazione (qualità dell'acqua già risanata). Caso gemello: Catalogna, rimozione dighe (Catalan Water Agency – ACA)
Stato e finanziamento	Progetto europeo MERLIN; governance multilivello pubblico-privata (Partner scientifico: Università dei Paesi Baschi; partner attuatore: Diputación de Gipuzkoa).



La fase dimostrativa è una riquilificazione idro-geomorfologica del Deba che fa seguito al risanamento della qualità dell'acqua. L'azione centrale è stata la rimozione progressiva e coordinata di più sbarramenti lungo il corso principale, con riquilificazione morfologica e miglioramento della permeabilità per la fauna.

L'innovazione distintiva: mentre la rimozione di barriere è di norma puntuale (un ostacolo per volta), qui l'azione interviene simultaneamente su 10 ostacoli del canale principale, configurando un restauro a scala di bacini. Tra gli obiettivi dichiarati anche l'**educazione ambientale e la costruzione di politiche di restauro orientate alle NBS**.



Take away: Trattare la rimozione delle barriere in modo sistemico - 10 ostacoli in contemporanea su scala di bacino - anziché sul singolo sbarramento, coordinando i settori coinvolti (incluso l'idroelettrico) e puntando esplicitamente a costruire politiche di restauro orientate alle NBS.

¹⁵) <https://project-merlin.eu/cs-portal/case-study-02.html>

PARTE II - Sustainable Drainage Systems (SuDS)

Soluzioni a scala agricola, fluviale e di bacino che usano i processi naturali per ridurre l'inquinamento, gestire i volumi idrici e ripristinare gli ecosistemi acquatici.

A. SuDS urbani in Italia

Programmi diffusi e progetti puntuali che de-impermeabilizzano lo spazio urbano, alleggeriscono le reti fognarie e mitigano le isole di calore.

Città Spugna - Città Metropolitana di Milano (Lombardia) - *In completamento*

Tra le iniziative più avanzate in Italia per le NBS su scala metropolitana: 88 interventi diffusi che alleggeriscono la rete fognaria e aumentano la resilienza urbana¹⁶.

- ◇ Gestione diffusa delle acque meteoriche su scala metropolitana tramite SuDS.
- ◇ Prevalentemente quantità, con ricadute sulla qualità e sulla rigenerazione urbana.
- ◇ Ridurre allagamenti e pressione sulle reti; aumentare la resilienza urbana.
- ◇ Urbano/metropolitano; 32 Comuni della Città Metropolitana di Milano.
- ◇ Circa 50 M€ di fondi PNRR (Next Generation EU); guida Gruppo CAP con la Città Metropolitana; consegna entro giugno 2026.

Il programma trasforma l'hinterland milanese in un sistema capace di assorbire, trattenere e filtrare l'acqua piovana sul territorio, con un **approccio decentralizzato** che riduce la dipendenza dalle reti fognarie.

Gli interventi combinano **aree di bioretention, pavimentazioni permeabili, bacini di laminazione, trincee drenanti, zone umide e filtri vegetali**. Il programma rigenera circa 530.000 m² di spazio urbano, con oltre 2.000 alberi e 32.000 arbusti messi a dimora. Centrale è la multifunzionalità: le infrastrutture coniugano funzioni idrauliche, ambientali e sociali, contribuendo alla qualità dello spazio pubblico.

Di seguito due interventi realizzati nell'ambito del progetto "Città Spugna", che illustrano la varietà di soluzioni e la loro declinazione locale.

¹⁶) Gruppo CAP – Milano Città Spugna

1. Pieve Emanuele - Disconnessioni urbane

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Disconnessione di superfici impermeabili dalla rete fognaria mista mediante aree di bioritenzione (rain garden).
Finalità	Quantitativa e qualitativa: riduzione del deflusso superficiale (runoff) e trattamento naturale degli inquinanti dilavati.
Beneficio primario	Alleggerimento del sistema fognario misto e dei suoi costi di gestione; nuovi habitat urbani e ombreggiatura.
Contesto	Urbano consolidato; parcheggi e aree pubbliche di prossimità. Finanziato PNRR nel programma CMM Spugna.



Il progetto **disconnette dalla rete mista alcune aree pubbliche oggi impermeabili, convogliando le acque meteoriche in aree di bioritenzione** che le trattengono, le trattano e ne favoriscono l'infiltrazione. Le opere riducono il deflusso superficiale, trattano gli inquinanti dilavati e creano nuovi habitat urbani, generando benefici sociali in termini di salute, benessere, ombreggiatura e qualità paesaggistica.

L'intervento più rappresentativo interessa un **parcheggio asfaltato con caditoie centrali**. Le acque raggiungono le aree di bioritenzione in due modi: per scorrimento superficiale - grazie all'inversione delle pendenze del parcheggio e alla sostituzione delle griglie con chiusini - e attraverso nuovi allacci che convogliano nel dreno le acque raccolte dalle caditoie delle strade circostanti. Le acque attraversano gli strati del materiale di riempimento e infiltrano nel terreno; l'eccedenza viene scaricata nella fognatura esistente tramite troppo pieno. Vista la bassa permeabilità dei terreni, il fondo è svuotato per mezzo di una bocca tarata, mentre una valvola a clapet sul punto di allaccio previene i rigurgiti dalla rete esistente. Le aree di bioritenzione, piantumate con specie erbacee e arbustive, funzionano come rain garden con elevate efficienze di rimozione dei principali inquinanti veicolati dalle acque di dilavamento.

L'intervento è parte di "Città Spugna", il progetto elaborato nell'ambito dell'Accordo tra Città Metropolitana di Milano e CAP Holding per l'attuazione delle misure del PNRR e del Piano Strategico Metropolitano (PSM).

Scala: 32 Comuni · 88 interventi · 50 milioni di euro di investimenti in SuDS entro il 2026.

Obiettivi: (SDG 6-11-13): de-impermeabilizzazione, gestione sostenibile delle acque meteoriche, mitigazione delle isole di calore, rigenerazione urbana.

Le misure del PNRR e il Piano Strategico Metropolitano (PSM) hanno permesso la realizzazione dell'intervento.

I tre interventi finanziati a Pieve Emanuele

Intervento	Area rigenerata	di cui verde / sup. drenata	di cui verde / sup. drenata
Piazza Allende	4.580 m ²	1.397 m ² / 3.733 m ²	300.307,00 €
Via dei Pini – fronte scuola	3.391 m ²	410,5 m ² / 2.523 m ²	172.117,87 €
Via dei Pini – Via dei Gelsi	6.422 m ²	1.080 m ² / 4.197 m ²	436.612,42 €
TOTALE	14.393 m²	2.887,5 m² / 10.453 m²	≈ 909.037 €

Tipologie NBS: aree di bioritenzione (Allende e via dei Pini-scuola); bacino di detenzione asciutto, trincea drenante, canale e pavimentazione permeabile (via dei Pini-Gelsi). Messa a dimora complessiva di oltre 1.900 piante erbacee/graminacee, circa 3.800 arbustive e 34 alberi.

2. Paderno Dugnano (MI) - Alleggerimento di via Serra

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Ribaltamento del layout di un parcheggio asfaltato in parco di connessione; smaltimento in loco delle acque meteoriche.
Finalità	Quantitativa: riduzione delle portate alla batteria di pozzi perdenti esistente e drenaggio in loco delle nuove superfici.
Beneficio primario	Alleggerimento della rete meteorica; riqualificazione e nuova fruibilità dello spazio pubblico.
Contesto	Urbano; terreno ad elevata permeabilità. Progetto esecutivo, finanziato PNRR nel programma CMM Spugna.



L'intervento interessa il **parcheggio e l'area verde di via Renato Serra** e prevede un **completo ribaltamento del layout esistente**: l'attuale parcheggio asfaltato viene de-pavimentato e trasformato in un **nuovo parco di connessione tra le aree verdi a nord e a sud**, mentre la fascia verde diventa un nuovo parcheggio con pavimentazione drenante sugli stalli (113 posti auto, 4 per disabili, 14 per motocicli), conservando le alberature più grandi già presenti.

Sistema di drenaggio sostenibile. Le opere idrauliche perseguono un **duplice obiettivo**: ridurre le portate in ingresso alla batteria di pozzi perdenti esistente e smaltire in loco le acque meteoriche delle nuove superfici, sfruttando l'elevata permeabilità del terreno. Il sistema combina box alberati filtranti, un canale vegetato di 140 m, pozzi perdenti preceduti da un disoleatore per il trattamento delle prime piogge e un bacino di infiltrazione vegetato a cielo aperto. Il dimensionamento è stato condotto secondo il Regolamento Regionale 7/2017 sull'invarianza idraulica, con tempo di ritorno di 50 anni in ragione della nuova realizzazione e del cambio di destinazione d'uso.

Riqualificazione paesaggistica. Il nuovo parco si articola su percorsi in calcestre, aree sosta attrezzate e un piccolo playground naturalistico, con filari, radure a prato e una fascia arbustiva di mitigazione verso il parcheggio, le cui aree verdi ospitano i box alberati con funzione al tempo stesso ornamentale e drenante. L'intervento ha richiesto anche lo spostamento locale delle reti gas e acquedotto interferenti, coniugando l'alleggerimento della rete meteorica con la riqualificazione e la fruibilità dello spazio pubblico.

L'intervento è parte di "Città Spugna", il progetto elaborato nell'ambito dell'Accordo tra Città Metropolitana di Milano e CAP Holding per l'attuazione delle misure del PNRR e del Piano Strategico Metropolitano (PSM).

Scala: 32 Comuni · 88 interventi · 50 milioni di euro di investimenti in SuDS entro il 2026.

Obiettivi: (SDG 6-11-13): de-impermeabilizzazione, gestione sostenibile delle acque meteoriche, mitigazione delle isole di calore, rigenerazione urbana.

Le misure del PNRR e il Piano Strategico Metropolitano (PSM) hanno permesso la realizzazione dell'intervento.

Voce	Importo
Importo lavori a base di gara	1.364.801,73 €
Importo totale progetto (netto IVA)	1.506.091,49 €
Importo totale progetto (lordo IVA)	1.673.655,41 €
Fonte di finanziamento	PUI CMM Spugna (1.634.715,92 €) + Fondo Opere indifferibili (38.939,49 €)



Take away: Dove il terreno è permeabile, le NBS urbane permettono lo smaltimento in loco e l'azzeramento dell'apporto alla rete meteorica, evitando opere grigie di adeguamento dei collettori. Riducendo i volumi scaricati nella rete mista e usando la fognatura solo come troppo pieno, le opere alleggeriscono il sistema fognario e ne riducono i costi di gestione, mantenendo le caditoie più pulite per la quasi totalità dell'anno: un beneficio economico misurabile per il gestore, oltre a quello ambientale e sociale.

Programma Parchi dell'Acqua - Monza e Brianza (IT) - Realizzato

Le NBS urbane producono risparmi di gestione e non solo costi di investimento: vasche volano trasformate in oasi verdi fruibili¹⁷.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Implementazione diffusa di SuDS su scala territoriale, con una strategia multi-sito anziché interventi puntuali.
Finalità	Prevalentemente quantità, con miglioramento della qualità dell'acqua e creazione di spazi pubblici multifunzionali.
Beneficio primario	Ridurre il carico sulle reti fognarie e mitigare le piogge intense, creando «oasi verdi» fruibili.
Contesto	Urbano e periurbano; governance Brianzacque in coordinamento con l'ATO. Progettazione anche con LAND.
Stato e finanziamento	Realizzato; mix di risorse (ATO, fondi regionali, contributi comunali, Contratto di Fiume).



Il programma supera la logica degli interventi isolati con una strategia territoriale multilivello, integrando bacini di accumulo, zone umide, aree di bioretention, rain garden e vegetazione idrofila. I bacini non sono solo infrastrutture tecniche: in asciutta diventano parchi, percorsi e giardini, contribuendo all'accettabilità sociale.

Tra i progetti realizzati: il Parco dell'Acqua di Arcore (bacino da 14.000 m³, circa 650.000 €, di cui circa 360.000 € Regione Lombardia) e quello di Bernareggio-Carnate (bacino da 24.000 m³, circa 2,26 M€, di cui circa 1,13 M€ Regione Lombardia), cui seguono ulteriori interventi (tra cui Sulbiate-Aicurzio).



Take away: l'avviamento di una collaborazione strutturata Brianzacque-ATO-Comuni e l'affidamento a progettisti specializzati permette di **allineare la pianificazione locale e strategia generale**, adottando soluzioni adattate sito per sito anziché standardizzate.

¹⁷) Working with nature to restore the water cycle". Pg. 21; Brianzacque – Il Parco dell'Acqua.

Giardino Manifesto – Santeria, Milano - In attuazione

Un operatore privato (Società Benefit) che si fa carico di una NBS urbana su un'area pubblica in concessione: il modello concessione + investimento privato + competenze del gestore idrico¹⁸.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Rigenerazione di un'area dismessa (una platea in calcestruzzo) in giardino pluviale sensoriale e community garden, abbinata alla riqualificazione energetica dell'edificio culturale di Santeria. Progetto-«manifesto» dei principi della città spugna.
Finalità	Misto: gestione locale delle acque meteoriche e mitigazione del microclima (isole di calore) in ambito urbano denso, con decarbonizzazione energetica dell'edificio e funzione culturale-educativa.
Beneficio primario	Una superficie impermeabile resa idraulicamente «spugnosa» e fruibile (raccolta, laminazione e riuso delle piogge) + edificio decarbonizzato; forte valore dimostrativo ed educativo, aperto alla città.
Contesto	Milano, Viale Toscana 29/31 (quartiere denso presso Bocconi/Smart City Lab, lungo la Roggia Vettabbia). Concessione comunale a Santeria (Società Benefit) con diritto di superficie trentennale; progettazione integrata Revalue. Aderenza al Piano Aria-Clima del Comune (Ambito 3 «Milano Energia Positiva»).



Il progetto nasce dall'aggiudicazione, da parte di Santeria, del bando del Comune di Milano per un diritto di superficie trentennale sul complesso di Viale Toscana 29/31 (Deliberazione C.C. n. 56/2024) ed è stata progettata in collaborazione con CAP Holding. Riguarda un edificio di circa 1.000 m² - sede culturale di Santeria, con teatro, bar e spazi di atelier/formazione - e un'area esterna scoperta di circa 1.055 m², oggi un'unica platea in calcestruzzo armato in stato di semi-abbandono.

Un vincolo definisce l'intero approccio: la platea è stata realizzata per confinare un terreno contaminato e non può essere rimossa. La permeabilità non si ottiene quindi deimpermeabilizzando il suolo, ma realizzando sopra la platea una stratigrafia simile a un tetto verde (membrana antiradice, strato drenante, substrato, vegetazione). È un punto da rendere con precisione: il suolo resta sigillato per ragioni ambientali e la «città spugna» qui agisce in superficie.

Il «modello 2.0» integra due azioni. (1) Riqualificazione energetica dell'edificio: sostituzione della centrale termica a gas e del gruppo frigo con una pompa di calore ad alta efficienza, nuova UTA a recupero di calore, pompa di calore per l'acqua calda sanitaria, fotovoltaico da 25 kW, più pitture fotocatalitiche (tipo Airlite) e facciate verdi sull'involucro. (2) Giardino pluviale: 100% di superficie permeabile (di cui circa 55% a verde) su quote diverse, con un'area ribassata che in caso di pioggia diventa bacino di laminazione («piazza della pioggia») e un sistema di vasche, pompe e cisterne che recupera le acque dai pluviali e dal ruscellamento per l'irrigazione in siccità. Il verde - circa 100 tra piante e arbusti e 400 erbacee perenni, con specie autoctone, frutti antichi e siepe campestre - è concepito come sensory & community garden aperto a scuole e cittadini.

Il progetto è in corso di attuazione e il costo dell'intervento è pari a circa 900.000 di euro. Il modello è quello di una concessione pubblica (l'immobile, tramite il diritto di superficie trentennale) abbinata all'investimento privato di Santeria (Società Benefit), con un'eventuale quota di incentivi e agevolazioni fiscali. La collaborazione con CAP (Consorzio Acqua Potabile / Gruppo CAP) è una partnership tecnica e di comunicazione/monitoraggio pluriennale (2025–2030).

Voce	Dato
Stato	Studio di fattibilità (dic 2024); lavori dal 2025, giardino dal 2026
Superficie	edificio circa 1.000 m ² ; area esterna scoperta circa 1.055 m ² ; 100% permeabile in superficie, circa 55% a verde
Costo dell'intervento	900.000 € (800.000 € opere e imprevisti + 100.000 € progettazione/DL)



Take away: l'opera si inserisce in un modello che valorizza il contributo del capitale privato, il ricorso a incentivi fiscali e la collaborazione con il gestore idrico. Per consolidare e replicare esperienze di questo tipo, appare però strategico rafforzare la disponibilità di strumenti di finanziamento stabili e di partnership tecniche strutturate, capaci di accompagnare i progetti più maturi dalla fase di ideazione a quella realizzativa.

¹⁸) Studio di fattibilità Revalue (2024) / piano Santeria-CAP.

Parco Gavoglio – Genova (Lagaccio) - Realizzato (UNaLab)

Un'ex caserma militare rigenerata quasi interamente con NBS co-progettate con i cittadini: resilienza multilivello in un quartiere denso e fragile¹⁹.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Rigenerazione di un'ex caserma in parco urbano multifunzionale realizzato con NBS, co-progettate con la cittadinanza nel progetto UNaLab (Horizon 2020).
Finalità	Misto: resilienza climatica e sociale – gestione delle acque, mitigazione del calore, sicurezza dei versanti, recupero di suolo.
Beneficio primario	Un parco pubblico che gestisce le acque e mitiga il calore rigenerando un'area dismessa, con connessione ecologica verso il Parco dei Forti.
Contesto	Genova, quartiere Lagaccio; circa 1 ha il nucleo a parco su circa 5 ha complessivi. Progettazione LAND.
Stato e finanziamento	Completato (2017–2022); circa 5 M€ l'intero parco, di cui circa 0,9 M€ lavori NBS (UNaLab – H2020, GA 730052).



La gestione delle acque meteoriche è affidata a un **sistema integrato di raccolta, depurazione e riuso** (rain garden, vasca di infiltrazione, bioswale, pavimentazioni drenanti, bacino interrato) che immagazzina e depura l'acqua prima del rilascio graduale, riutilizzandola per l'irrigazione. Per la stabilità dei versanti sono stati impiegati gabbioni, palificate in legno e rimboschimento.



Take away: particolarmente rilevante è il **metodo**: le soluzioni sono state co-progettate con gli abitanti attraverso tre **workshop di co-creazione** (marzo-aprile 2018), con successiva valutazione tecnico-economica delle proposte.

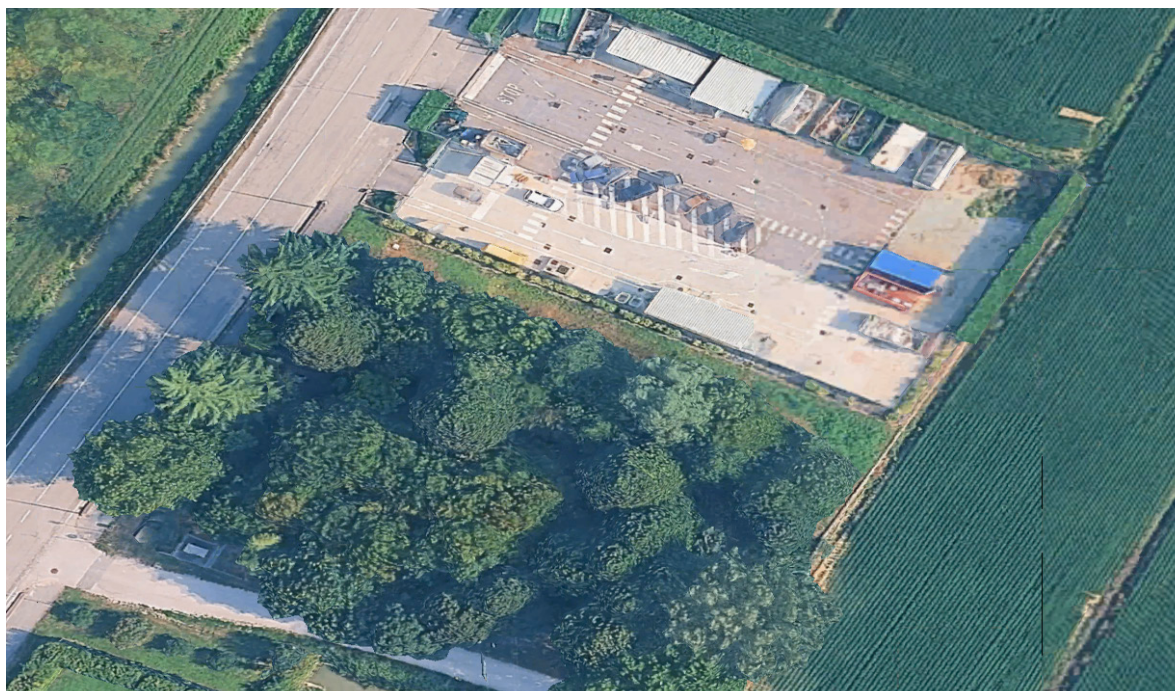
¹⁹) UNaLab – Gavoglio park, Comune di Genova / LAND.

Ecocentro di Via Praello - Marcon (VE) - In esercizio

Una SuDS ad alta tecnologia in un sito industriale di servizio: biofiltrazione compatta, monitoraggio in continuo e ricerca universitaria in campo per dimostrare che le NBS funzionano anche dove lo spazio manca e il rischio ambientale è elevato.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Trattamento delle acque meteoriche di dilavamento di un ecocentro e gestione delle emergenze da sversamenti accidentali, con eliminazione dello scarico su corpo idrico e riutilizzo irriguo delle acque trattate.
Finalità	Qualità delle acque, con benefici secondari su sicurezza ambientale, riutilizzo idrico e prevenzione del rischio di inquinamento.
Beneficio primario	Eliminazione dello scarico su corpo idrico superficiale; riutilizzo delle acque trattate per irrigazione delle aree verdi adiacenti; blocco automatico dei flussi contaminati in caso di sversamento accidentale.
Contesto	Ecocentro di Marcon (VE), superficie 2.200 m ² (ampliamento da 1.600 m ²); area avifaunistica protetta a perimetro. Gestore Veritas; progettista SWI Group / StormwaterItalia. Conterminazione lagunare veneziana.
Stato e finanziamento	In esercizio; intervento privato nel perimetro del servizio idrico integrato, realizzato a seguito di richiesta di integrazione della Città Metropolitana di Venezia. Partnership scientifica con DICCA – Università di Genova (dottorato FSE REACT-EU, dal 2022).



L'ecocentro di Marcon serve il Comune di Venezia per la **raccolta differenziata dei rifiuti urbani**. Con l'ampliamento dell'area impermeabilizzata - dai 1.600 ai 2.200 m² - **il sistema di gestione delle acque meteoriche preesistente** ha mostrato **tre limiti**: (i) impossibilità di modificare la rete già costruita, (ii) distanza eccessiva dal collettore fognario e (iii) prossimità immediata a un'area avifaunistica protetta. Inoltre il quadro normativo di riferimento - art. 113 del D.Lgs. 152/2006, attuato in Regione Veneto dall'art. 39 del Piano di Tutela delle Acque - impone limiti di scarico particolarmente restrittivi nel contesto della conterminazione lagunare.

La soluzione integra due tecnologie complementari. Il **sistema di biofiltrazione Filtterra® combina bioretention e filtrazione passiva Stormfilter®**: con un'unità di soli 2,7 m² su 2.200 m² di piazzale impermeabilizzato (meno dell'1% della superficie scolante), riesce a trattare una portata dimensionata per un evento meteorico intenso sull'intera area. Le acque attraversano un media filtrante brevettato all'interno del quale la vegetazione e la fauna microbica catturano e decompongono gli inquinanti.

Le portate eccedenti vengono trattate da cartucce supplementari riempite con mix di perlite, zeolite e carbone attivo. Il sistema **SWERM®** costituisce invece la componente di sicurezza ambientale: sonde multiparametriche digitali monitorano in continuo pH, torbidità, conducibilità e temperatura nella vasca di accumulo. Le rese di rimozione documentate da analisi di terze parti sono significative: **Solidi Sospesi totali** 85%; **Olii e Grassi** 93%; **Fosforo** 70%; **Zinco totale** 66%; **Rame** totale 58%.

Inoltre, il sistema SWERM® costituisce la componente di sicurezza ambientale dell'impianto. Si tratta di un dispositivo brevettato che monitora in continuo la qualità delle acque meteoriche mediante sonde multiparametriche digitali posizionate nella vasca di accumulo, in grado di misurare in tempo reale pH, torbidità, conducibilità e temperatura. In presenza di anomalie qualitative — riconducibili a sversamenti accidentali di liquidi potenzialmente inquinanti — il sistema blocca automaticamente le pompe di sollevamento e invia un allarme SMS al personale reperibile.

L'installazione di Marcon non è rimasta un caso isolato di buona pratica gestionale: è diventata un **laboratorio a cielo aperto per la ricerca scientifica**. A partire dal 2022, il DICCA dell'Università di Genova ha avviato una collaborazione con SWI Group nell'ambito di un dottorato FSE REACT-EU, con un programma di monitoraggio in campo che prevede autocampionatori automatici posizionati in ingresso e in uscita dal sistema per raccogliere dati reali su almeno dieci eventi meteorici significativi.

Il progetto dimostra come anche siti ad alta sensibilità ambientale possano adottare soluzioni di drenaggio sostenibile, con benefici su più fronti simultanei.

Vantaggi: Eliminazione dello scarico in acque superficiali; Low Impact Development con footprint minimo (area filtrante di soli 2,7 m² su 2.200 m² di superficie scolante (< 1%); Gestione delle emergenze in automatico; Conformità normativa proattiva; Validazione scientifica in campo.



Take away: la combinazione Filterra® + SWERM® dimostra che le **soluzioni NBS/SuDS possono essere adottate anche in contesti industriali e di servizio, non solo in ambiti paesaggistici o rurali**. Con un footprint di appena l'1% dell'area drenante, un sistema compatto di bioritenzione può offrire contemporaneamente trattamento, sicurezza ambientale, riutilizzo idrico e conformità normativa, a costi di investimento comparabili con le alternative grigie tradizionali. La **partnership con la ricerca universitaria aggiunge un ulteriore livello di valore**: trasforma ogni installazione in un caso studio misurabile, rafforzando la base scientifica a supporto della scalabilità di queste tecnologie in qualsiasi bacino urbano impermeabilizzato.

Alcuni casi di SuDS e gestione urbana delle acque in Europa

Strategie cittadine e regolatorie che integrano la gestione delle acque meteoriche nella pianificazione urbana, scalando l'impatto oltre i singoli progetti.

Jardin des Eaux – Fourqueux - Yvelines (FR) - Realizzato

La gestione delle acque meteoriche da funzione tecnica nascosta a elemento visibile, fruibile e identitario dello spazio pubblico ²⁰.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Gestione a cielo aperto delle acque piovane del centro urbano riqualificato.
Finalità	Gestione quantitativa delle meteoriche, con benefici su qualità ambientale e riqualificazione urbana.
Beneficio primario	Riduzione del deflusso e alleggerimento della rete pluviale tramite bacini di ritenzione e infiltrazione.
Contesto	Comune di Fourqueux (circa 4.000 abitanti); rigenerazione del centro (circa 1,7 ha) con trasformazione di un giardino abbandonato in parco pubblico.
Stato e finanziamento	Realizzato (2013–2014); progettazione circa 60.000 €, lavori circa 800.000 €.



Il parco raccoglie le acque dell'intera area riqualificata e le gestisce attraverso una successione di bacini temporanei vegetati e un bacino permanente centrale, favorendo l'infiltrazione in sito ed evitando il conferimento immediato alla rete separativa collegata alla Senna. Il sistema **gestisce senza scarico le piogge fino a 8 mm**; per eventi maggiori, **solo la quota eccedente è avviata alla rete**.

Il sottosuolo poco permeabile (argille verdi) e la pendenza dell'8% sono stati superati con un **sistema di bacini a «terrazze»**. Oltre alla funzione idraulica, il sito offre nuovi habitat, regolazione microclimatica e valore identitario; manca però un sistema di monitoraggio che quantifichi gli effetti depurativi.

- Area gestita: 1,7 ha
- Gestione senza scarico in rete piogge: fino a 8 mm
- Costo progettazione / lavori: 60.000 € / 800.000 €



Take away: la progettazione integrata paesaggio-idraulica con bacini a «terrazze» e la previsione di un sistema di misura per quantificare benefici idraulici e ambientali elementi rilevanti per l'efficacia dell'intervento.

20) NWRM – Jardin des Eaux, Fourqueux

ParisPluie - Parigi (FR)

Un cambio di paradigma reso sistemico: l'acqua piovana non si smaltisce ma si gestisce alla fonte, attraverso obblighi regolatori integrati nel piano urbanistico ²¹.

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Gestione localizzata e normativa delle acque meteoriche urbane.
Finalità	Prevalentemente quantità, con ricadute su qualità e resilienza.
Beneficio primario	Ridurre il rischio idraulico urbano e alleggerire il sistema fognario; trattenere e infiltrare alla fonte.
Contesto	Metropoli densa e fortemente impermeabilizzata; rete fognaria datata e collegata alla Senna.
Stato e finanziamento	Piano votato il 22 marzo 2018 (zonage pluvial rivisto nel 2025, in vigore dal 2026); fondi cittadini + agenzie idriche.



Il piano introduce un «**rain zoning**» (**zonage pluvial**) che divide il territorio in zone con un **abbattimento volumetrico minimo della prima pioggia variabile per zona** (indicativamente 4, 8 e 12 mm, con abbattimento totale nelle zone boscate). Tutti i progetti di costruzione o trasformazione eligibili devono gestire l'acqua alla fonte tramite infiltrazione, ritenzione ed evapotraspirazione.



Take away: l'elemento distintivo è sistemico e normativo: integrando gli obblighi nel piano urbanistico, il modello scala l'impatto e non dipende da singoli progetti. Forte la componente di monitoraggio e ricerca (APUR) e di comunicazione/formazione per accompagnare il cambiamento culturale.

²¹ Ville de Paris – Plan ParisPluie - Zonage pluvial (Paris Data).

Strategia cittadina SuDS - Barcellona (ES)

Una strategia strutturata a livello di intera città che rende le SuDS parte integrante della pianificazione: continuità e scalabilità oltre i progetti isolati²².

Caratteristiche dell'intervento

Focus	Strategia cittadina integrata per la gestione sostenibile della pioggia.
Finalità	Prevalentemente quantità, con forti co-benefici su qualità, vivibilità e habitat.
Beneficio primario	Gestione delle meteoriche e aumento della resilienza urbana, riducendo allagamenti e pressione sulle reti.
Contesto	Città mediterranea densa, con precipitazioni intense e irregolari; -1,6 mln di abitanti.
Stato e finanziamento	Strategia avviata dal 2005 e consolidata dal 2016 (SuDS Commission); bilanci comunali + fondi regionali ed europei.



Il cuore del modello è la **gestione decentralizzata della pioggia**, trattata non come un problema da smaltire ma come **risorsa da trattenere, infiltrare e riutilizzare localmente**: pavimentazioni permeabili, bioretention, bacini di infiltrazione, rain garden e corridoi verdi integrati nei parchi e nello spazio pubblico.

- Volume di pioggia gestito (dato di programma): circa 5,71 mln m³/anno
- Area di città interessata (dato di programma): circa 1.295 ha
- Budget annuale di manutenzione: 1,28 M€



Take away: oltre agli interventi fisici, la strategia adotta **strumenti avanzati di governance e gestione**: una guida tecnica di progettazione, un sistema GIS per monitoraggio e pianificazione, e programmi di formazione. La regia è di Barcelona Cicle de l'Aigua (BCASA) con la SuDS Commission, che coordina una rete ampia di attori.

²²) Barcelona SuDS Strategy (Aqua Publica Europea).



4.

**Gli impatti
positivi
delle NBS**

4. Gli impatti positivi delle NBS

Alla luce del catalogo sopra evidenziato e dei dati individuati, si evidenziano alcuni benefici immediati connessi alla realizzazione delle NBS.

Aumento della disponibilità idrica

Un primo ambito di applicazione delle **NBS** riguarda il **miglioramento** della disponibilità della **risorsa idrica**. La scarsità d'acqua non interessa più soltanto le aree storicamente aride, ma riguarda in misura crescente anche territori nei quali l'approvvigionamento idrico non rappresentava, fino a pochi anni fa, una criticità strutturale. In questo contesto, le **NBS possono contribuire a rafforzare l'offerta idrica** attraverso interventi di conservazione, riabilitazione o ricostruzione degli ecosistemi.

Inoltre, il **funzionamento degli ecosistemi** è strettamente legato al **ciclo dell'acqua** in quanto la presenza di suoli permeabili, coperture vegetali diversificate, aree umide, fasce boscate e sistemi naturali o semi-naturali consente di **favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo**, il trattenimento dell'umidità, la ricarica delle falde e la riduzione del deflusso superficiale. In questo senso, le **NBS** non devono essere considerate come elementi "accessori" rispetto alla gestione idrica, ma come **componenti attive del ciclo della risorsa**.

In **ambito urbano**, tale funzione può essere svolta da numerosi elementi come i **tetti verdi**, i **rain garden**, bacini di infiltrazione, pavimentazioni permeabili, aree verdi drenanti e sistemi di raccolta e **riuso delle acque meteoriche**. In modo opposto, in **ambito rurale e naturale**, assumono rilievo interventi di **rinaturalizzazione**, recupero di aree umide, tutela delle aree di ricarica, gestione sostenibile del suolo e incremento della copertura vegetazionale. Tali soluzioni possono contribuire a **trattenere l'acqua nei territori**, riducendo la perdita rapida della risorsa e favorendo un suo reinserimento nei processi naturali.

Miglioramento della qualità delle acque

Un secondo beneficio rilevante riguarda il **controllo della qualità della risorsa idrica**. Le acque superficiali e sotterranee sono esposte a pressioni crescenti derivanti sia dalle attività agricole sia dagli agglomerati urbani. Nel settore agricolo, fertilizzanti, pesticidi e altre sostanze chimiche possono raggiungere falde e corsi d'acqua, soprattutto dove la **vegetazione naturale con funzione filtro-tampone** è stata rimossa o fortemente ridotta. Nei contesti urbani, invece, le criticità sono legate sia agli **scarichi ordinari** sia al dilavamento delle superfici impermeabili e agli eventi meteorici intensi, che possono trascinare nei corpi idrici sostanze organiche, solidi sospesi, metalli, microinquinanti e altri contaminanti.

Le **NBS** possono intervenire su questo fronte sfruttando la **capacità filtrante e depurativa** degli ecosistemi. Zone umide, fasce tampone ripariali, sistemi di fitodepurazione, constructed wetlands e aree vegetate possono contribuire alla **rimozione o riduzione degli inquinanti** attraverso processi fisici, chimici e biologici. Tali processi includono sedimentazione, filtrazione, assorbimento da parte del substrato, degradazione microbica, interazione con gli apparati radicali e trattenimento dei nutrienti. Questa funzione è particolarmente importante nei casi in cui gli **ecosistemi esistenti non siano più in grado** di svolgere adeguatamente il loro ruolo di filtro naturale. In tali situazioni, la realizzazione di nuovi ecosistemi filtro o tampone può rappresentare una soluzione efficace per **intercettare** i contaminanti prima del recapito finale nei corpi idrici. In aggiunta, il miglioramento della qualità delle acque produce **effetti positivi** non solo dal punto di vista ambientale, ma anche **gestionale ed economico**. Ridurre il carico inquinante a monte può infatti diminuire la pressione sugli impianti di trattamento, **contenere i costi di depurazione** o potabilizzazione e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla pianificazione di bacino.

Gestione del rischio climatico

Un ulteriore ambito di impatto riguarda la **gestione del rischio climatico**, in particolare rispetto a siccità, alluvioni e precipitazioni intense. Il cambiamento climatico ha reso **più frequenti e più intensi** eventi meteorologici estremi, modificando la distribuzione dei rischi sul territorio. Per fronteggiare questo nuovo scenario, le NBS possono contribuire a una strategia di **prevenzione**, perché agiscono sulle cause che amplificano gli effetti degli eventi estremi, quali impermeabilizzazione, perdita di suolo, artificializzazione dei corsi d'acqua, degrado degli ecosistemi e riduzione della capacità di assorbimento dei terreni. La prolungata assenza di precipitazioni riduce la capacità del suolo di assorbire acqua, e pertanto, quando tornano piogge intense, il **terreno può non essere in grado di trattenere i volumi in arrivo**, con conseguente **aumento del deflusso superficiale** e del rischio di allagamento. Le NBS contribuiscono a ricostruire la capacità del territorio di **assorbire, trattenere e restituire** gradualmente l'acqua al ciclo naturale.

In ambito rurale, interventi quali rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, recupero delle aree golenali, ripristino di zone umide e gestione sostenibile del suolo possono ridurre il rischio alluvionale e, al tempo stesso, migliorare la resilienza alla siccità. In ambito urbano, invece, soluzioni come SuDS, giardini pluviali, aiuole filtranti, bacini di laminazione vegetati, pavimentazioni permeabili e spazi verdi drenanti permettono di ridurre la velocità di deflusso e il carico sulle reti di drenaggio.

Riduzione delle inondazioni urbane

Tra i benefici più immediatamente percepibili delle NBS vi è la **riduzione del rischio di allagamenti in ambito urbano**. Come evidenziato nella sezione precedente, le città sono caratterizzate da un'**elevata presenza** di superfici impermeabili, che impediscono l'infiltrazione naturale dell'acqua e determinano un rapido convogliamento delle **acque meteoriche** verso reti fognarie, scolmatori e corpi idrici recettori. In occasione di piogge intense, questa configurazione può portare al **sovraccarico** delle infrastrutture esistenti e all'aumento degli scarichi non trattati nei corpi idrici.

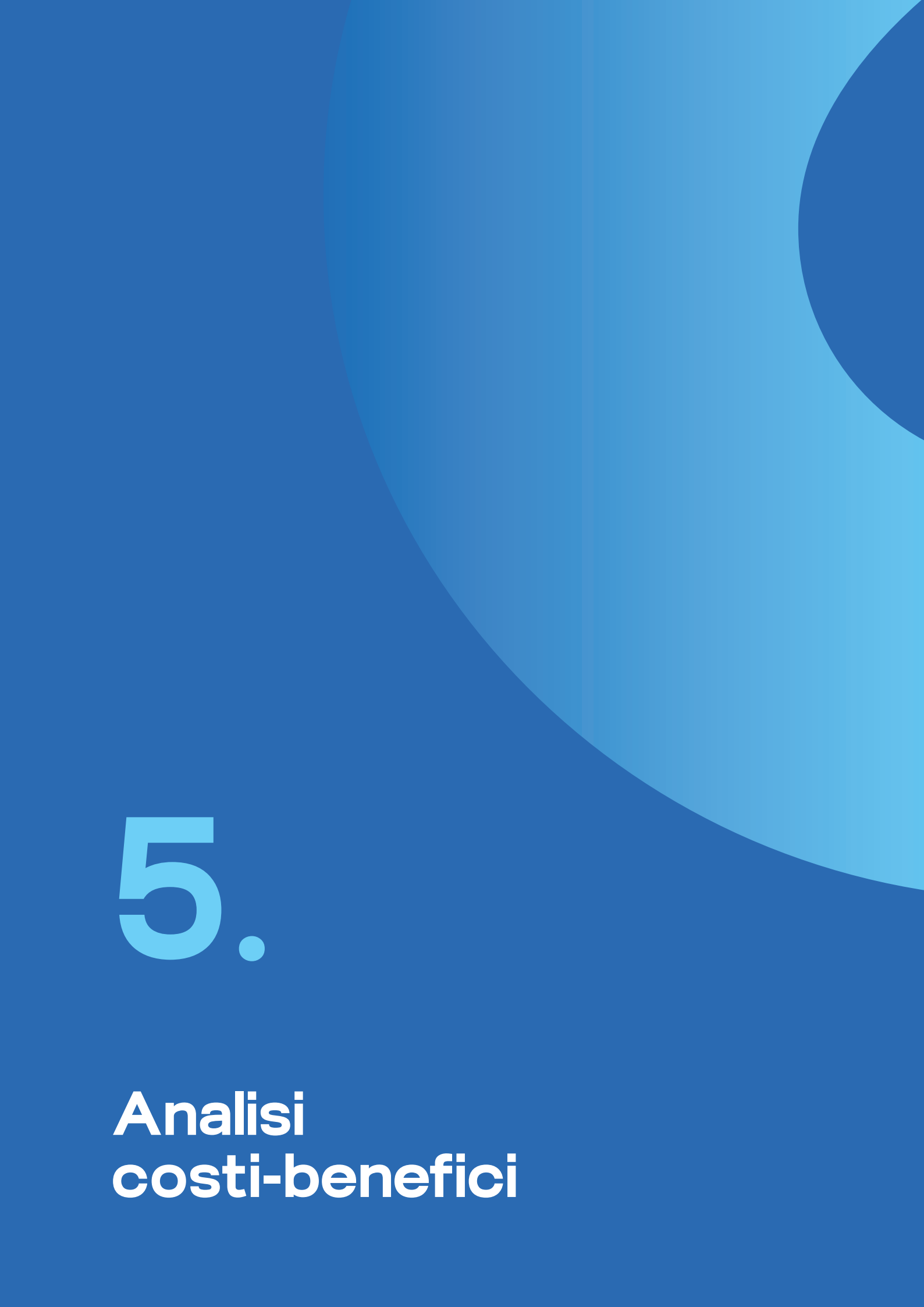
In quest'ottica, i **sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SuDS)**, rappresentano una declinazione operativa delle NBS in ambito urbano. Essi affiancano o integrano l'**infrastruttura grigia** con dispositivi naturali o semi-naturali capaci di assorbire, rallentare, trattenere e filtrare le acque meteoriche. Tale approccio non elimina la necessità di infrastrutture tradizionali, ma ne migliora la **resilienza** e ne riduce il sovraccarico.

Benefici per l'agricoltura e per la gestione della domanda idrica

Le NBS trovano inoltre applicazione anche nel **settore agricolo**, che rappresenta uno degli ambiti a maggiore intensità d'uso della risorsa idrica. In agricoltura, le soluzioni basate sulla natura non agiscono soltanto sull'offerta idrica, ma anche sulla **domanda**, contribuendo a rendere più sostenibile l'uso dell'acqua e a ridurre l'erosione dei suoli.

Pratiche basate sulla natura come agroforestazione, alternanza di fasce vegetate nei campi coltivati, siepi, zone tampone, coperture vegetali e gestione conservativa del suolo possono **migliorare la capacità di infiltrazione** e aumentare la ritenzione idrica, e, di conseguenza, tali interventi possono produrre un **duplice beneficio**: da un lato migliorano la **gestione quantitativa** dell'acqua nei terreni agricoli, dall'altro contribuiscono alla protezione della **qualità** della risorsa.

Inoltre, il ruolo delle NBS in agricoltura è particolarmente rilevante anche in termini di **adattamento climatico** in quanto suoli più sani e ricchi di sostanza organica sono più capaci di **trattenere acqua** nei periodi siccitosi e di ridurre i fenomeni erosivi in occasione di piogge intense.



5.

**Analisi
costi-benefici**

5. Analisi costi-benefici

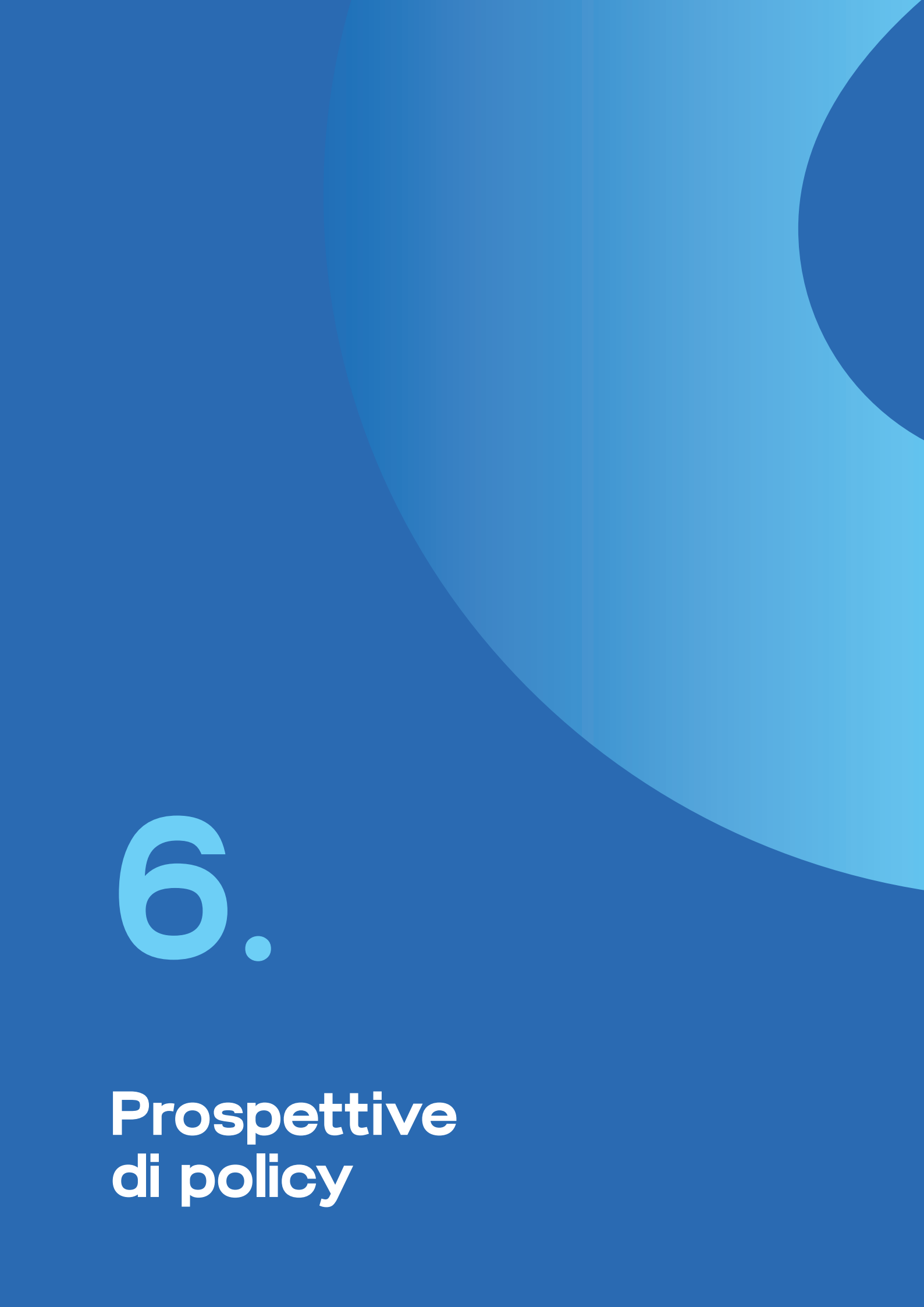
La **valutazione economica delle NBS** è uno degli aspetti più delicati per la loro diffusione. L'ostacolo principale non è tanto il costo di realizzazione, quanto la difficoltà di far emergere il valore dei benefici generati: molti effetti positivi - riduzione del rischio idraulico, qualità ambientale, biodiversità, fruizione - non hanno una contropartita di mercato, e, se non vengono valorizzati, il confronto con le infrastrutture grigie risulta parziale. Per questo si raccomanda di affiancare alla pianificazione degli investimenti adeguati strumenti di valutazione economica: l'analisi costo-efficacia è utile per confrontare soluzioni rispetto a un singolo obiettivo tecnico (un carico inquinante, un volume da gestire), ma non coglie la multifunzionalità; l'analisi costi-benefici, monetizzando con valori proxy anche i servizi non di mercato, è più adatta a misurare il valore complessivo dell'intervento lungo l'intero ciclo di vita (investimento, gestione, manutenzione, benefici diretti e indiretti) ²³.

I casi del catalogo confermano che, valutate su questa base, le NBS reggono il confronto economico:

- a **Merone**, la wetland aerata intercetta circa il doppio del volume di una vasca grigia a circa un terzo del costo di investimento (1,69 vs 4,86 M€) e un quinto del costo operativo per metro cubo (0,10 vs 0,46 €/mc): qui la NBS è semplicemente l'opzione più efficiente;
- a **Gorla Maggiore**, a parità di costo (circa 1,4 M€) e di prestazione idraulico-depurativa rispetto alla soluzione grigia, la valutazione dei servizi ecosistemici (progetto OpenNESS) rileva una disponibilità a pagare più alta per l'infrastruttura verde: la collettività valorizza anche biodiversità, fruizione e recupero dell'area degradata;
- nel bacino scolante della **Laguna di Venezia**, il valore annuo dei servizi ecosistemici (1,5–2,7 M€) è comparabile alla spesa annua sostenuta: le NBS ripagano il proprio costo in benefici collettivi.

Ne deriva il **principio operativo**: la convenienza delle NBS va valutata sull'intero ciclo di vita e includendo i servizi ecosistemici, non come esternalità marginali, ma come componenti essenziali del valore generato. Solo così si evita che siano penalizzate rispetto alle infrastrutture grigie tradizionali e le si rende accessibili a strumenti di finanziamento pubblico, tariffario o di mercato.

23) Position Paper REF n. 228 - Soluzioni basate sulla natura nel servizio idrico: la risposta ad un clima che cambia.



6.

**Prospettive
di policy**

6. Prospettive di policy

La diffusione delle NBS richiede un passaggio da una logica di interventi puntuali, sperimentali o volontari a una logica di integrazione ordinaria nella pianificazione idrica, ambientale e urbana. Le esperienze raccolte in questo catalogo mostrano che le NBS sono già tecnicamente mature in molti ambiti: il vincolo non è la fattibilità, ma tre barriere ricorrenti:

- **gap conoscitivo**;
- meccanismi di **finanziamento adeguati**;
- una **governance** più integrata.

Solo affrontando congiuntamente questi tre aspetti sarà possibile trasformare le NBS in **strumenti ordinari di gestione della risorsa idrica, adattamento climatico e rigenerazione del territorio**.

Riduzione del gap conoscitivo

La prima criticità è il gap conoscitivo che ancora caratterizza il settore. Le NBS sono soluzioni interdisciplinari e questa **complessità genera incertezza** nei decisori, nei gestori e negli investitori, soprattutto quando mancano dati consolidati su prestazioni, costi, manutenzione e benefici di lungo periodo. La barriera principale, negli studi e nei casi esaminati, è la poca **conoscenza dei vantaggi sociali ed ecosistemici delle NBS**, che si riflette anche in valutazioni economiche incomplete, prive delle esternalità positive legate al funzionamento ecosistemico.

I casi del catalogo mostrano che dove il monitoraggio manca, l'efficacia resta indimostrabile: il Jardin des Eaux di Fourqueux, pur ben progettato, non dispone di un sistema che quantifichi gli effetti depurativi, e questo ne limita la replicabilità come riferimento. All'opposto, la strategia di Barcellona affianca agli interventi fisici strumenti di conoscenza strutturati - guida tecnica di progettazione, sistema GIS di monitoraggio e pianificazione, programmi di formazione - che ne fanno un modello scalabile. I progetti dimostrativi finanziati da Horizon e LIFE hanno già prodotto evidenze e buone pratiche, ma perché le NBS diventino strumenti ordinari **la raccolta dati deve uscire dalla fase sperimentale e diventare parte integrante della progettazione e della gestione**.

Appare quindi necessario rafforzare la produzione e la **condivisione di conoscenza**, attraverso programmi di ricerca, monitoraggio e valutazione. In particolare, appare opportuno promuovere:

- sistemi di monitoraggio delle performance idrauliche, depurative, ecologiche e sociali delle NBS;
- banche dati nazionali e territoriali sui casi realizzati;
- linee guida tecniche condivise per progettazione, manutenzione e valutazione;
- metodologie standardizzate per la valutazione dei servizi ecosistemici;
- attività di formazione per amministrazioni pubbliche, gestori idrici, progettisti e operatori del territorio.

La **riduzione del gap conoscitivo** è pertanto essenziale anche per **superare la diffidenza** verso soluzioni percepite come innovative. Finché le NBS saranno considerate meno certe delle infrastrutture grigie, il decisore tenderà a preferire **soluzioni tradizionali**, anche quando meno adatte a rispondere alla complessità del rischio climatico. L'obiettivo di policy è quindi produrre evidenza, renderla accessibile e trasformarla in criteri operativi.

Meccanismi di finanziamento

Il secondo ambito di policy riguarda il **finanziamento**. Le NBS producono **benefici diffusi**, spesso di lungo periodo e in parte **non monetizzabili** direttamente e il soggetto che ne sostiene il costo non sempre coincide con i beneficiari: questo complica i modelli finanziari tradizionali e fa sì che molti benefici aggiuntivi - riduzione del rischio, qualità ambientale, biodiversità, benessere urbano - non vengano considerati.

Il dato ricorrente del catalogo è netto: **gli interventi si realizzano, ma quasi sempre grazie a risorse episodiche**. Gorla Maggiore, Merone, LIFE AQUOR e il Giardino Manifesto sono stati resi possibili da contributi una tantum - fondi regionali, fondazioni bancarie, bandi europei - non da un canale stabile. **Dove invece il finanziamento è certo e pluriennale, le NBS diventano scalabili e a costi sostenibili**: il bacino scolante della Laguna di Venezia poggia sulla «legge speciale per Venezia», i bacini del Lura su un co-finanziamento dedicato AIPo/Regione, il corridoio dei Regi Lagni avanza solo perché agganciato a risorse certe (Contratto Istituzionale di Sviluppo più 40 M€ regionali). La controprova è l'Agro Pontino: un'ottima pianificazione di ripristino è rimasta inattuata proprio perché priva di un budget dedicato e di un ente attuatore stabile. La dipendenza da bandi straordinari è quindi essa stessa una barriera alla diffusione ordinaria; servono meccanismi stabili e programmabili.

Infatti, ad oggi, molte esperienze NBS vengono realizzate grazie a **finanziamenti pubblici, nazionali o europei**. Questo ha consentito lo sviluppo di casi pilota e interventi dimostrativi, ma può rappresentare una **barriera alla diffusione ordinaria**, perché lega la realizzazione delle opere alla disponibilità episodica di bandi o risorse straordinarie. Per rendere le NBS scalabili, **occorrono invece meccanismi stabili e programmabili**.

In questa logica appare cruciale per le amministrazioni e operatori poter **coprire i costi di gestione e manutenzione degli interventi nel lungo periodo**. Le NBS e i SuDS non sono opere statiche, ma **infrastrutture vive**, la cui efficacia dipende dalla continuità delle attività di manutenzione, monitoraggio e adattamento gestionale.

Per questo motivo, i **modelli di finanziamento** non dovrebbero limitarsi a coprire i costi iniziali di progettazione e realizzazione, ma devono **assicurare flussi di cassa adeguati** e ricorrenti per sostenere le **spese operative** lungo l'intero ciclo di vita dell'intervento. In assenza di tali risorse, il rischio è che gli interventi restino opere dimostrative efficaci nella fase iniziale, ma progressivamente incapaci di mantenere nel tempo le funzioni idrauliche, depurative ed ecosistemiche per cui sono state progettate.

Le opzioni di finanziamento includono ²⁴:

- schemi di **Payment for Environmental Services**, in cui chi beneficia del ripristino contribuisce al finanziamento degli interventi necessari a mantenerne la funzionalità: la remunerazione del servizio di infiltrazione al proprietario nelle Aree Forestali di Infiltrazione ne è un esempio concreto;
- l'utilizzo di **green bond e finanza sostenibile**, dove gli interventi dimostrino benefici climatici, idrici e ambientali misurabili; il riconoscimento dei SuDS nella Tassonomia UE ne rafforza la leggibilità per gli investitori, pur non garantendo di per sé l'accesso alle risorse;
- **strumenti economici dedicati alla gestione delle acque meteoriche**, come tributi vincolati o tariffe legate al grado di impermeabilizzazione delle superfici: l'esperienza francese della competenza GEMAPI (legge MAPTAM), che affida agli enti locali la gestione dei corsi d'acqua e la prevenzione delle alluvioni finanziandola con una tassa locale dedicata, è il precedente operativo più vicino.
- il **riconoscimento in tariffa nel servizio idrico integrato**, quando una NBS svolga funzione equivalente o complementare a un'infrastruttura grigia ricadente nel perimetro del servizio, a condizione che siano chiari responsabilità gestionali, rendicontazione dei benefici e perimetro regolatorio.

In merito a quest'ultimo aspetto, **alcuni gestori del Servizio Idrico Integrato hanno sperimentato forme di cofinanziamento attraverso il riconoscimento in tariffa**, adottando metodologie ancora non standardizzate a livello regolatorio. In assenza di una regolamentazione puntuale ed esaustiva che definisca criteri, perimetri e modalità di rendicontazione per il finanziamento di infrastrutture verdi nell'ambito del SII, l'approccio adottato si è fondato sull'unico elemento certo e immediatamente disponibile: il costo di un'infrastruttura grigia equivalente.

Il **principio applicato è quello dell'equivalenza funzionale e del tetto di spesa**: il finanziamento dell'infrastruttura verde viene riconosciuto in tariffa in misura pari, e comunque non superiore, a quanto sarebbe stato ammissibile per la realizzazione della corrispondente opera grigia a parità di funzione idraulica garantita.

Questo criterio, in un contesto in cui non sussiste ancora un vero e proprio riconoscimento tariffario a un parametro oggettivo e già validato nelle metodologie esistenti, evita margini di discrezionalità che potrebbero esporre il gestore a contestazioni in fase di revisione tariffaria e ha ugualmente una sua solidità, se pur prudenziale.

Al tempo stesso, si tratta di un approccio che strutturalmente sottostima il valore della NBS, poiché non remunera i co-benefici ecosistemici, climatici e sociali che l'infrastruttura verde produce oltre alla funzione idraulica equivalente a quella grigia — e che, per definizione, un'infrastruttura grigia non offre.

Il criterio funziona inoltre meglio nei casi in cui esiste un comparatore grigio chiaramente individuabile (es. una vasca di laminazione sostituita da un'area di infiltrazione), mentre diventa più difficile da applicare quando la NBS svolge funzioni multiple e non perfettamente sostituibili con un'opera tradizionale.

Allo stato attuale di evoluzione della regolamentazione, questa metodologia - pur sperimentale e parziale nella valorizzazione economica della NBS - rappresenta un **precedente operativo significativo**: pone le basi per un dibattito regolatorio più strutturato su come **superare il limite del comparatore grigio e arrivare a un riconoscimento tariffario che remunererà il valore aggiuntivo, e non solo equivalente, delle infrastrutture verdi**.

Nuova governance del settore

La diffusione delle NBS richiede una governance più integrata, capace di superare la frammentazione delle competenze che oggi divide acque meteoriche, corpi idrici, verde urbano, reti fognarie, aree agricole e infrastrutture di drenaggio. Le NBS agiscono all'intersezione di più settori e coinvolgono una pluralità di soggetti: Comuni, Regioni, Autorità di bacino, gestori del servizio idrico, consorzi di bonifica, enti parco, proprietari privati, comunità locali. In assenza di un coordinamento chiaro, il rischio è che vengano progettate come interventi isolati, privi di strategia territoriale e di una chiara attribuzione delle responsabilità.

I casi studio indicano gli strumenti che funzionano: la programmazione negoziata coordina attori altrimenti dispersi (il Contratto di Falda di LIFE AQUOR e il Contratto di Fiume di LIFE REWAT ne sono l'esempio).

²⁴) REF Ricerche: Soluzioni basate sulla natura nel servizio idrico: la risposta ad un clima che cambia.

Dove la pressione è diffusa, la cooperazione con chi gestisce il suolo è decisiva: nello Zwalm gli accordi volontari e compensati con gli agricoltori riconoscono che, su pressione diffusa, l'agricoltore è lo stakeholder chiave.

La **governance partecipata** può sciogliere conflitti territoriali: nei bacini del Lura un percorso condiviso ha composto il conflitto monte-valle e coinvolto gli agricoltori espropriati nella manutenzione del parco, mentre a Genova-Gavoglio le soluzioni sono state co-progettate con i cittadini. Infine, integrare gli obblighi nella pianificazione ordinaria è ciò che scala l'impatto oltre il singolo progetto: il modello ParisPluie inserisce la gestione alla fonte delle acque meteoriche direttamente nel piano urbanistico.

In questa prospettiva le **NBS vanno considerate come parte di un sistema di interventi coordinati a diverse scale** (edificio, lotto, strada, quartiere, bacino urbano e bacino idrografico) secondo la logica del **treatment train**, per cui l'efficacia non dipende da un singolo dispositivo ma dalla combinazione di più interventi lungo il percorso dell'acqua. I Piani integrati di gestione delle acque reflue urbane introdotti dalla revisione della Direttiva sulle acque reflue offrono un riferimento utile, perché promuovono una programmazione preventiva e coordinata degli interventi.

Più in generale, **le NBS dovrebbero essere integrate nei Piani di Gestione dei Bacini idrografici, nei piani di adattamento climatico, negli strumenti urbanistici, nei piani del verde e di tutela delle acque e nella programmazione degli investimenti del servizio idrico**, così da essere trattate come infrastrutture funzionali alla resilienza territoriale e non come opere residuali o compensative.

Ciò richiede chiarezza sulle responsabilità di realizzazione, gestione, manutenzione e monitoraggio: una wetland, un rain garden o una fascia tampone sono sistemi vivi, che necessitano di cura nel tempo. Il passaggio decisivo è trasformare le NBS **da progetti pilota a strumenti ordinari di pianificazione**, con criteri di selezione chiari, modelli di finanziamento, responsabilità gestionali definite e sistemi di monitoraggio - senza privilegiare per principio la soluzione verde su quella grigia, ma valutando in modo comparabile tutte le alternative, inclusi i benefici ecosistemici, sociali e climatici prodotti dalle NBS.

Inoltre, **l'efficacia** di molti interventi di NBS **dipende** anche dal **coinvolgimento nella pianificazione, gestione e attuazione dell'intervento stesso degli stakeholder locali** fin dalle fasi iniziali, come fatto con gli agricoltori nel caso del Lure.

Oltre la dicotomia verde-grigio: spettro, treatment train e monitoraggio

Le NBS non sono solo un'alternativa alle infrastrutture grigie ma una soluzione complementare. Questa logica configura non un aut-aut ma uno spettro continuo, che va dalle NBS estensive (rain garden, bioswale, fasce tampone) a soluzioni di biofiltrazione ingegnerizzate e intensificate - stessa logica bio-depurativa compressa in strutture ad alta portata per unità di superficie - fino all'infrastruttura grigia.

Le NBS estensive, da sole, mostrano il fianco su tre fronti: lo spazio, spesso decisivo nei contesti urbani densi; la prestazione certificata, perché le rese estensive sono variabili e difficili da mettere a capitolato (nel bacino scolante della Laguna di Venezia la resa dei singoli interventi varia da circa 6 a quasi 95 g N/m²·anno); e gli eventi intensi, sempre più frequenti, che mettono in crisi i sistemi a sola infiltrazione. Restano però insostituibili dove lo spazio c'è per volume idrico, biodiversità, raffrescamento urbano e valore sociale.

Vagliare l'opportunità di inserire policy per promuovere un **treatment train organizzato per scala**: NBS estensive a scala di quartiere per volume e co-benefici; soluzioni intensive al punto-sorgente, dove lo spazio è stretto e serve qualità certificata; infrastruttura grigia come back-up sui picchi. L'ingegnerizzazione va usata in modo selettivo, non come default coerentemente con il principio di valutare in modo comparabile tutte le alternative. Il fattore che rende efficiente qualunque soluzione - verde, grigia o ibrida - è il **monitoraggio, i cui sistemi e set di dati da analizzare - e metodologie - dovrebbero essere rivalutati e condivisi**.

Misurare le rese reali, anticipare l'intasamento e impostare una manutenzione predittiva trasforma un asset statico in un asset gestito, con i dati per dimostrarne la performance nel tempo: a Merone una strategia adattiva basata su sensori COD potrebbe ridurre di circa il 43% i consumi dell'aerazione.

È questo **livello operativo a saldare le tre direttrici, perché produce l'evidenza che colma il gap conoscitivo, rende le prestazioni rendicontabili e quindi finanziabili, e fonda la responsabilità gestionale di una governance multilivello**.