

RETI ECOLOGICHE, GREENING E GREEN INFRASTRUCTURE  
NELLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO E DEL PAESAGGIO

## NATURE BASED SOLUTIONS E TERRITORIO: PRENDERSI CURA DELLA NATURA CON LA NATURA



# SOMMARIO

## Prefazione

*a cura del Comitato di Redazione di RETICULA*.....3

## Nature-Based Solutions ieri, oggi e domani

*Editoriale di Gioia Gibelli*.....5

## Nature-Based Solutions o soluzioni basate sulla natura: concetto, definizioni e contesto internazionale

*Valentina Rastelli, Lorenzo Ciccarese*.....13

## Natural climate buffers: promising examples of Nature Based Solutions

*Henk Zingstra, Paul Vertegaal*.....27

## Un sistema agroforestale per ridurre le emissioni e l'impatto ambientale della produzione zootechnica

*Tullia Calogiuri, Giorgio Roberto Pelassa, Marialucia Petilli, Fabio Petrella, Monica Bassanino, Mariagrazia Coppola*.....38

## Il ruolo delle NBS nelle buone pratiche di adattamento al cambiamento climatico del bacino Adriatico

*Ante Ivčević, Daria Povh Škugor, Ivan Sekovski, Željka Škaričić*.....48

## NBS e biodiversità nelle aree urbane: il progetto ProGIreg a Torino

*Luca Battisti, Federica Larcher, Monica Vercelli, Simona Bonelli, Francesca Martelli, Federica Paradiso, Chiara Ferracini, Laura Ribotta*.....58

## Città da coltivare. L'agricoltura urbana come NBS per l'ecosistema città

*Mirella Di Giovine*.....71

## Verso un'economia più verde e sostenibile grazie alle Nature-Based Solutions

*Marino Cavallo, Simone Ferraro*.....84

## Il coinvolgimento dei cittadini per la biodiversità urbana attraverso le NBS: l'esperienza CLEVER Cities

*Chiara Vona, Israa Mahmoud, Maria Benciolini, Mauro Belardi, Marina Trentin, Iliriana Sejdullahu*.....95

<b>BOX - Prendersi cura della città con la natura: l'esperienza del Comune di Milano</b> <i>Piero Pelizzaro, Serena Chillé, Marta Alessandra Mauri, Rebecca Nardin, Elisa Torricelli, Marina Trentin.....</i>	108
<b>La questione urbana per euPOLIS. NBS e BGS: nuove regole e nuove pratiche urbane per la biocity</b> <i>Giuseppina Liuzzo.....</i>	111
<b>UNaLab – Nature-Based Solutions nel nuovo parco urbano a Genova</b> <i>Silvia Campailla, Sonia Zarino.....</i>	119
<b>Paesaggi performanti: un approccio integrato nature-based per l'area industriale di Vicenza</b> <i>Camilla Venturini, Sara Favargiotti, Alessandra Marzadri.....</i>	130
<b>L'importanza di valorizzare e ripristinare i servizi ecosistemici del suolo in ambiente urbano</b> <i>Stefano Bazzocchi, Costanza Calzolari, Fabrizio Ungaro, Marianna Nardino, Nazaria Marchi, Luisa Ravanello.....</i>	142
<b>NBS, la natura ci insegna come affrontare le sfide legate all'urbanizzazione</b> <i>Erika Brattich, Francesco Barban, Carlo Cintolesi, Francesco Pilla, Beatrice Pulvirenti, Silvana Di Sabatino.....</i>	153
<b>Economia circolare nel ciclo delle acque e sicurezza alimentare: l'esperimento di Lesbo nel progetto Hydrousa</b> <i>Fabio Masi, Katie Rivai, Anacleto Rizzo, Riccardo Bresciani.....</i>	167

## PREFAZIONE

Le NBS sono ormai un concetto ombrello che comprende una vasta gamma di approcci e di tipologie di soluzioni. L'intento di questa Monografia, così come descritto nella *Call for papers*, è quello di verificare l'effettiva associazione tra NBS e biodiversità e di sottolineare i benefici che tali soluzioni possono fornire al Capitale naturale.

Nella *Call* si richiedeva, infatti, che i contributi rappresentassero esperienze di NBS intese quali soluzioni con un ruolo strategico soprattutto per ciò che concerne alcuni valori ecologici, quali la connettività ecologica, il supporto alla conservazione della biodiversità ed il mantenimento delle funzioni del Capitale naturale. Le NBS, così intese, si realizzano attraverso “l'innesto di processi naturali, il più possibile spontanei, grazie a scelte progettuali adatte ai luoghi, costruite in modo da copiare e riprodurre processi spontanei con il minor apporto possibile di energia” (G. Gibelli, Editoriale).

Gli articoli pervenuti hanno confermato la natura molto ampia dell'interpretazione e dell'applicazione del concetto di NBS, a volte distante dalle definizioni più consolidate e condivise del termine (International Union for the Conservation of Nature e Commissione Europea). In molte delle esperienze, infatti, gli obiettivi legati alla tutela e all'implementazione della biodiversità sono marginali o sottintesi e, quindi, non considerati alla stessa stregua degli obiettivi legati alla lotta ai cambiamenti climatici o al contrasto del degrado del suolo, che sono le tematiche principali a cui le NBS sono in genere chiamate a rispondere. Questa differenza di considerazione si rileva in effetti anche a livello internazionale, in cui si assiste a una sproporzione nell'attenzione che viene dedicata alle due crisi ambientali principali che ci troviamo ad affrontare, la crisi climatica e quella legata alla perdita della biodiversità, con la seconda messa in secondo piano rispetto alla prima. Di conseguenza, le NBS sono utilizzate in modo prevalente nella mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici.

In questo senso, le esperienze descritte negli articoli presenti in questa Monografia non fanno altro che rispecchiare quanto si verifica a livello più ampio, sia nelle politiche che nella comunità scientifica. Sarebbe quindi auspicabile, o piuttosto necessario, che si cominci a lavorare sulle due agende, climatica e biodiversità, in sinergia, alla ricerca di soluzioni che consentano di raggiungere gli obiettivi previsti per entrambe.

Sul tema delle politiche per la biodiversità, si evidenzia che sia nella Strategia europea che nella redigenda Strategia nazionale per la Biodiversità, le NBS vengono considerate quali elementi importanti per una efficace attuazione delle priorità di azione identificate. Pertanto, al fine di supportare il raggiungimento degli obiettivi delle due Strategie, sarebbe opportuno che la stretta relazione tra NBS e biodiversità fosse il concetto cardine, da veicolare e applicare sempre più in modo informato e propositivo. Inoltre, parallelamente alle suddette indicazioni, l'uso delle NBS

potrà essere supportato anche dai finanziamenti riferiti alla nuova programmazione economica europea e alle opportunità economiche legate al PNRR. In tale caso è ancor più evidente la necessità di una convergenza nella condivisione dei principi di base legati alle NBS.

Dunque, questa Monografia vuole essere un contributo e uno stimolo a nuovi confronti e a necessari approfondimenti, in funzione di un chiarimento disciplinare definitivo e convergente. Ciò affinché nelle future realizzazioni le NBS seguano le leggi della natura e, quindi, siano parte integrante dei contesti ambientali in cui si inseriscono per poter essere autosufficienti ed efficaci nel tempo perché, parafrasando Francis Bacon, *“la natura non si vince se non ubbidendole”*.

***Il Comitato di Redazione***

# EDITORIALE

## NATURE BASED SOLUTIONS IERI, OGGI E DOMANI

Gioia Gibelli, libero professionista, Msc Landscape Architecture LLH - Politecnico di Milano

IERI: *Giardini pensili* (Babilonia, VI sec. a.C.), oggi “verde pensile o tetti verdi”, *Hortus* (Roma, dal II sec. a. C.), oggi “orti e giardini urbani”, *Ingegneria Naturalistica* (codificata a partire dal XVIII secolo, Woltmann, 1791), *Greenways* (Olmsted, XIX sec.), oggi “Urban Green Infrastructures”, *Forestazione urbana* (U.S.A., anni '60), *Green and blue Infrastructures* (2013), *Siepi e filari, Ecological restoration, Parchi e giardini, fitodepurazione e fitorimedio, stagni, rain garden, Sistemi di Drenaggio Sostenibile* (SuDS), *rinaturalizzazione fluviale, Conservazione della natura* .....

OGGI: *Nature Based Solutions* (Soluzioni basate sulla natura). Ce n'era bisogno?

Forse sì, perché in un mondo globale i linguaggi comuni aiutano, a patto che le nuove terminologie siano capite fino in fondo da tutti, nei loro significati e, dunque, nei risvolti applicativi, sia teorici che pratici. Se questo avviene, i linguaggi comuni contribuiscono a costruire culture, non necessariamente comuni, rispettose delle proprie diversità, ma arricchite da concetti scambiabili, magari condivisibili.

Il termine NBS può funzionare perché si pone come un grande “contenitore” che comprende le tipologie citate sopra, più altre, antiche e recenti, e dunque risponde all'esigenza di internazionalizzazione dei concetti fondamentali e, contemporaneamente, pone due principi di fondo squisitamente culturali.

*Il primo*: le NBS sono *soluzioni*, dunque risposte adeguate, a problemi che impongono scelte diverse in ogni luogo, a garanzia del rispetto delle diversità locali: sono i problemi, la loro genesi insita nei caratteri e nei processi dei diversi paesaggi, che informano le soluzioni.

*Il secondo*: Soluzioni basate sulla natura significa che i processi naturali sono alla base della costruzione delle NBS e della loro evoluzione. Dunque, non solo l'uso di elementi naturali, piante erbacee, arbustive, arboree, grandi o piccole, ma è necessario l'innesco di *processi naturali*, il più possibile spontanei, grazie a scelte progettuali adatte ai luoghi, costruite in modo da “copiare” e riprodurre processi spontanei con il minor apporto possibile di energia.

Questa è la ragione per cui le NBS sono presentate come tecniche sostenibili: durevoli nel tempo, efficaci per l'adattamento ai Cambiamenti Climatici (CC), per la transizione ecologica e, al contrario delle infrastrutture grigie che cominciano a degradarsi appena ultimate, le NBS ben progettate e realizzate, nel tempo si sviluppano e migliorano in aspetto e prestazioni.

Il termine di NBS nasce sommessamente all'inizio degli anni 2000, come strumento per affrontare

le sfide contemporanee e i cambiamenti cui stiamo assistendo, in gran parte provocati da uno sviluppo della civiltà che, progressivamente, ha smesso di progredire *con* la natura, cercando una crescita illimitata contraria alle leggi che sottendono gli equilibri naturali, da cui la stessa specie umana si è generata ed evoluta. Ed è proprio nel 2000 che il Premio Nobel per la chimica Paul Crutzen e, poco dopo, il biologo Eugene Stoermer (2005) definirono l'attuale fase storica e geologica non più appartenente all'Olocene, ma a una nuova epoca chiamata Antropocene: il primo periodo nella storia della biosfera che ha visto una sola specie, la nostra, determinare cambiamenti radicali nei cicli naturali capaci di modificare la geologia, i materiali che compongono la crosta terrestre, la composizione atmosferica con le note conseguenze sul clima, sugli habitat.

Cambiamenti che ci impongono, ora, di farci carico delle tre grandi crisi dell'Antropocene, peraltro strettamente correlate: *ambientale*, rappresentata prevalentemente dai CC, dall'aumento della vulnerabilità dei territori legata ad un'urbanizzazione "ignorante" delle istanze dei paesaggi (intesi come esito delle azioni culturali sui processi ecosistemici), e dalla crisi della biodiversità, in particolare con la VI estinzione, raccontata per la prima volta nel 2014 da Elizabeth Kolbert; *economica* fortemente radicata nella crisi ambientale e dal mancato riconoscimento dell'importanza del Capitale naturale nella costruzione di un'economia durevole; *sociale* come effetto della combinazione delle crisi economica ed ambientale, e delle disuguaglianze da essa esasperate, nonché da una giustizia sempre più dipendente dalle fortissime interrelazioni con l'ambiente. Tutto ciò è strettamente indirizzato da una cultura sempre più urbana e urbanocentrica.

Le città odierne, organismi caratterizzati da un metabolismo fortemente energivoro, basato su un elevato consumo, a scala locale e globale, di materie prime e risorse necessarie alla vita delle città, sono la causa prima dell'alterazione delle caratteristiche ecologiche ed idrologiche, dell'alterazione dei cicli biogeochimici, della perdita e frammentazione di habitat e dunque di biodiversità, nonché del degrado dei paesaggi.

Oggi, proprio questi luoghi devono essere anche il motore di un nuovo sviluppo volto a consentire la continuità di una civiltà umana sempre più minacciata da sé stessa, in cui il rinnovamento culturale è la base di un rilancio necessario.

Le culture e gli stili di vita urbani sono ormai molto distanti dai cicli della natura. La maggior parte dei cittadini ne ignora l'importanza, mentre considerano la tecnologia, che del resto domina le nostre vite, l'unica soluzione a tutti i problemi. Una tecnologia da cui siamo sempre più dipendenti e che, dunque, catalizza risorse, intelligenze, programmi, e continua, imperterrita, la sua corsa contro quella natura da cui ha avuto origine e di cui si nutre quotidianamente in termini di materie prime ed energie. Queste, rinnovabili o non rinnovabili, hanno sempre un'origine nel Capitale naturale, questo sconosciuto, di cui, in modo totalmente contradditorio, si continua a reiterare il consumo: suolo, acqua dolce, energie e risorse vengono inutilmente spurate e deteriorate per generare flussi finanziari, spesso dimenticando gli obiettivi primari che dovrebbero essere benessere e prosperità.

Si pensi, ad esempio, che un'infrastruttura verde e blu urbana ben pianificata, è in grado di ridurre la temperatura media estiva di circa 3-4°C: *climatizzare la città* attraverso le NBS potrebbe far risparmiare moltissima energia per il raffrescamento degli edifici, in modo più equo, perché tutti ne potrebbero beneficiare, contribuendo significativamente a mantenere il riscaldamento globale al disotto dell'obiettivo programmato, ma difficilmente raggiungibile, di + 1,5°C. Si continua invece a puntare prevalentemente sull'efficientamento energetico dei singoli edifici, poco importa se il loro raffrescamento riscalda tutta la città.

Le NBS sono state ufficialmente presentate nel 2013, con la strategia europea sulle Green Infrastructures, come tipologie e pratiche da impiegarsi per la costruzione di un *sistema di spazi verdi strategicamente pianificato*. Da allora, molto è stato scritto e le NBS sono entrate come obiettivo delle pianificazioni e progettazioni sostenibili, senza però fornire un contributo sostanziale alla sostenibilità.

È dunque il momento per fare il punto della situazione, sia sul significato delle NBS in relazione ad altri concetti correlati, quali Green and Blue Infrastructures (GBI), Servizi Ecosistemici (SE), Resilienza e adattamento, Rigenerazione urbana, ecc, sia sugli strumenti di governance che le riguardano, a partire dai riferimenti europei, sia sulla loro effettiva applicazione ed efficacia nelle policy e nei progetti.

La Commissione Europea (CE), nel 2021, definisce le NBS come *“soluzioni ispirate e sostenute dalla natura, che sono economicamente convenienti, forniscono contemporaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza; queste soluzioni portano natura e nuovi e più diversificati elementi e processi naturali dentro le città, i paesaggi di terra e di mare, attraverso l'adattamento locale, interventi sistematici ed efficienti in termini di risorse.”* Inoltre la CE enfatizza che *“le NBS devono, pertanto, portare vantaggio alla biodiversità e sostenere la fornitura di una gamma di servizi ecosistemici”*.

Esperti con differenti formazioni vedono le NBS attraverso lenti disciplinari diverse, descrivono le NBS come *“interventi basati sulla natura”*, in grado di affrontare le sfide della sostenibilità quali: *Cambiamenti climatici, Rischio idrogeologico e disastri ambientali, Sicurezza alimentare, Sicurezza dell'acqua, Salute umana, Scarsità di risorse e sviluppo sociale ed economico, degrado degli ecosistemi e del paesaggio causato dai processi di urbanizzazione e dai CC., recupero e miglioramento della biodiversità”*.

Analogamente, l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) definisce le NBS come *“azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile, e recuperare gli ecosistemi naturali o modificati, che affrontano sfide sociali in modo efficace ed adattivo, fornendo al contempo benefici nei confronti del benessere umano e della biodiversità”*.

La rivista *Nature*, in un recente articolo sulle NBS, ne asserisce l'importanza vitale e urgente per affrontare le grandi sfide contemporanee, attraverso strategie multidisciplinari.

Il concetto di NBS, implica dunque nuove modalità di approccio all'adattamento dei sistemi socio-

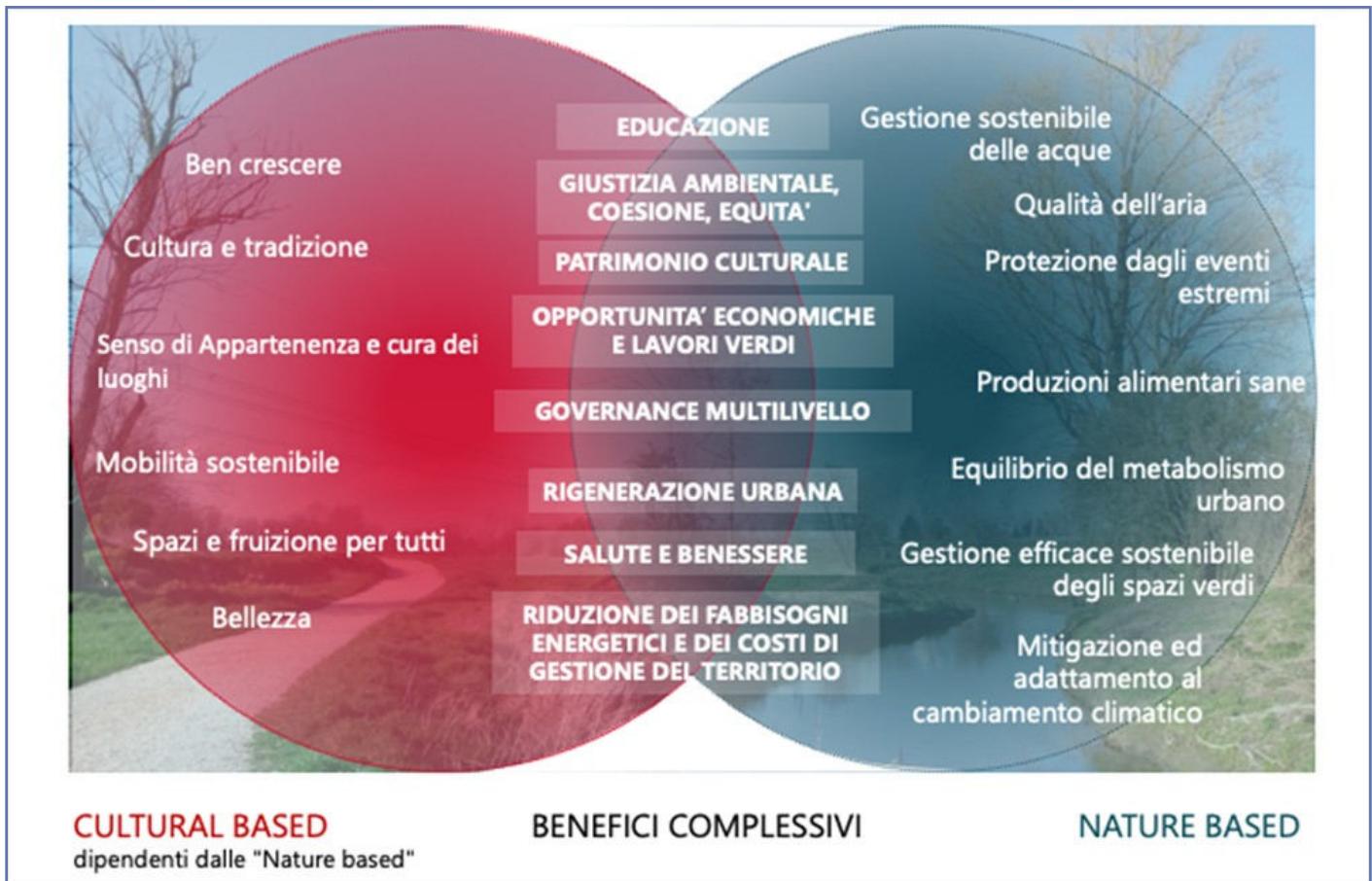


Figura 1. I benefici diretti e indiretti delle NBS (fonte: elaborazione dell'Autore).

ecologici, attribuendo un uguale peso agli aspetti sociali, ambientali ed economici che, peraltro, costituiscono i tre pilastri della sostenibilità. Inoltre ne evidenzia la necessaria integrazione nei metodi e nelle policy.

Uno dei punti cruciali è il ruolo delle NBS nella formazione e sviluppo della *Cultural Based Solutions*. L'integrazione di Natural and Cultural può fornire benefici complessivi e risposte a molteplici bisogni sociali (Figura 1).

In Italia, dove gli ecosistemi sono profondamente mutuati dalle vicende umane (pensiero e comportamenti), è inevitabile considerare anche gli aspetti culturali. Ciò implica un approccio fortemente multidisciplinare, non scontato in un clima culturale dominato dalle specializzazioni.

Le NBS, si pongono dunque come *mezzo dei sistemi socio-ecologici per affrontare più problemi contemporaneamente*, attribuendo un ruolo cruciale agli attori che scegliendo, sperimentando e localizzando soluzioni basate sulla natura, le trasformano in azioni sociali: le NBS divengono così i nuovi "beni comuni urbani della sostenibilità".

Lo sforzo non è solo comunicativo, è *di metodo, di strumenti per la conoscenza* (che devono

prevedere l'uso di indicatori adatti per valutare effetti positivi e negativi e monitorare i risultati), *di progetto, di processo*.

Mentre le pubblicazioni scientifiche aumentano esponenzialmente, l'uso delle NBS non si diffonde, ma soprattutto non si diffondono utilizzi realmente legati al concetto di NBS. È necessario chiedersi perché non sta succedendo. Le risposte sono varie.

*Una prima risposta*, sembra avere origine nella difficoltà, insita anche nel sistema delle regole degli appalti pubblici, di attivare processi adeguati sostenuti da una *governance multilivello efficace*. Il raggiungimento di soluzioni integrate e multifunzionali richiede l'attivazione di processi, anche complessi, sottesi da approcci sistematici capaci di mettere a fuoco e condividere interventi adatti al contesto socio-ecologico locale, avendo come riferimento i contesti estesi.

La governance multilivello, consente di attivare processi che coinvolgono sia i diversi livelli di governo che le relazioni "orizzontali" tra enti diversi e tra entità pubbliche e private, per giungere ad accordi istituzionali formali e informali all'interno dei quali sono inseriti attori locali.

*Una seconda risposta* sta nell'impossibilità di standardizzare progetti e interventi. Avere a che fare con sistemi biologici è totalmente diverso rispetto al lavoro meccanico, chimico, tecnico in generale. È un lavoro multidisciplinare, perché servono conoscenze urbanistico/territoriali, ecologiche, botaniche, pedologiche, idrauliche, sociali, ecc., che richiedono tempo.

La nostra è una cultura fortemente improntata sulla velocità, sulle relazioni causa/effetto, sulla settorializzazione e specializzazione disciplinare; sia in ambito tecnico-scientifico che amministrativo, domina il riferimento a modelli preconfezionati e standard qualitativi rigidi. Sono tutti aspetti che non collimano con la necessità di gestire situazioni complesse, né con la possibilità di sviluppare buoni progetti in campo eco e biologico, né con i tempi di evoluzione degli ecosistemi e neppure con le metodologie e le tempistiche necessarie ai monitoraggi che sono gli unici strumenti di verifica della qualità raggiunta.

*Una terza risposta* è insita nella superficialità con cui, purtroppo sempre più spesso, si affrontano concetti e temi nuovi. Questa si concretizza nel considerare sempre la parte "esteriore" del tema.

Le NBS, almeno in Italia, sono generalmente considerate "opere a verde" qualsiasi.

Non si considera il fatto che nello sviluppo delle NBS dovrebbe essere predominante l'energia inesauribile che viene dalla natura: sole, vento, evaporazione, forza di gravità. Caratteristica che rende le NBS soluzioni importanti nel raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione, di riequilibrio idrogeologico, di adattamento ai CC, in definitiva per traghettare gli obiettivi di "One Health" oltre a quelli della transizione ecologica.

Una delle forze più straordinarie, disponibile ovunque in modo continuativo, agente base per la modellazione e la vita dei paesaggi è la forza di gravità. Si pensi agli effetti della forza erosiva dell'acqua, allo scivolamento dei ghiacciai, alla caduta a terra dei semi, ecc., ormai così poco considerata come forza costruttiva, ma frequentemente contrastata con grande dispendio di



Figura 2. Il progetto di rinaturalazione del fiume Aire (CH), finalizzato alla sicurezza idrogeologica, è basato sull'utilizzo della forza erosiva dell'acqua, al posto dell'escavatore. Nel tempo il fiume disegna le proprie traiettorie all'interno di uno spazio fisso, con risparmio di energia, CO<sub>2</sub>, tempo, denaro, trasporto dei materiali scavati, e con vantaggi vari tra cui il ripascimento dei litorali a carico del trasporto solido (fonte: Progetto "Atelier Descombes & Rampini", vincitore della IX Biennale internazionale del paesaggio del 2016, nella sezione "opinioni del pubblico").

materiali, energie e riparazioni (Figura 2).

E l'informazione? Come nelle comunità umane, l'informazione scambiata è ciò che "tiene insieme" elementi diversi, li collega, li mette in relazione permettendo lo sviluppo di funzioni nuove. L'informazione scambiata è ciò che permette al suolo di combinarsi con l'acqua e i microorganismi che lo popolano, fornendo condizioni adatte alla cattura di carbonio e allo sviluppo di vegetazione diversa a seconda delle diverse condizioni che vengono "riconosciute" dalle piante che possono più o meno prosperare in un dato luogo.

Ma nei sistemi viventi e vivaci, l'informazione si scambia tra il mondo vegetale e il mondo animale, ivi compreso l'uomo. Ed è qui che, spesso, si interrompe il flusso di informazione. Troppe volte si operano trasformazioni che ignorano i processi naturali, ottenendo insuccessi, situazioni insostenibili o, magari, danni. Troppe volte si scambiano progetti assolutamente "energivori" per NBS, solo perché contengono le piante. Piante costrette in situazioni talmente innaturali da richiedere continuamente nuova energia, in termini di materiale organico, farmaci, interventi culturali.

Dunque, per attuare soluzioni basate sulla natura, è necessario conoscerla. Bisogna apprendere i processi che stanno alla base della vita degli ecosistemi, per copiarli, tradurli, riprodurli, attraverso

progetti assennati, affinché le NBS possano erogare SE utili. Le NBS non sono infatti una pennellata di verde: sono strutture vegetali, oppure unità ecosistemiche in grado di produrre processi e funzioni ecologiche, che diventano servizi nel momento in cui esiste un bisogno che si traduce in domanda (di servizi).

*Ma basta piantare alberi per vincere le sfide?* Sembra di no: il concetto di NBS ci impone di ragionare in termini di complessità, riportando la conoscenza al centro del progetto e del piano. Se le sfide devono essere vinte, è necessario avere chiari i problemi, porsi le giuste domande, per trovare soluzioni in grado di fornire le risposte attese.

*Un approccio possibile* è quello fornito dai concetti di vulnerabilità e resilienza dei sistemi di paesaggio, a cui associare i SE idonei per migliorare le situazioni di partenza. Le nuove NBS dovranno essere valutate e progettate in modo tale da attivare i SE efficaci per contrastare le vulnerabilità e incrementare le resilienze all'interno di piani capaci di stimolare i progetti necessari.

Dunque il paradigma dei SE è alla base della costruzione dei quadri delle conoscenze e delle risposte attese da piani e progetti, a cominciare dagli obiettivi di piani e progetti. I SE non forniscono solo una “radiografia” delle funzioni ecologiche di un certo territorio, permettono di rispondere alla domanda “*Cosa serve al sistema territoriale per essere meno vulnerabile e più resiliente?*” I SE escono così dalla gabbia paradigmatica delle teorie scientifiche e diventano veri e propri strumenti di lavoro perché permettono di misurare valori presenti, valori mancanti, valori attesi, fornendo indirizzi chiari e monitorabili, a seconda delle caratteristiche e delle esigenze di ogni ambito territoriale che, possibilmente, è un'Unità di paesaggio, con i propri SE caratterizzanti e scarsi, dunque prioritari.

*Una quarta risposta* sta nella convinzione che le competenze siano inutili.

Le amministrazioni pubbliche, solo raramente, sono dotate di tecnici competenti nella valutazione dei progetti di NBS. Contemporaneamente, i progetti sono sviluppati da ingegneri, geologi, agronomi, architetti, paesaggisti, naturalisti, talvolta ecologi. Questo sarebbe perfetto se lavorassero insieme: non accade quasi mai, ma ognuno può progettare NBS anche senza alcuna esperienza. Il risultato sono progetti che, nella migliore delle ipotesi, non riescono ad affrontare i problemi nella loro interezza e complessità e, dunque, le soluzioni non sono adeguate, talvolta sono proprio sbagliate tagliando le gambe a possibilità future di affidarsi alle NBS.

E le realizzazioni? Pochissime sono in Italia le imprese che hanno competenze vere nella costruzione e cura delle NBS. Un esempio banalissimo, ma iconico, è la inadeguatezza diffusa dei potatori delle alberature: attività certamente non nuova e nonostante ciò, troppo spesso ancora affidata, in modo totalmente inconsapevole, a “uomini che odiano le piante”.

Per entrambi gli aspetti non esistono, nella normativa italiana che regola gli appalti, dispositivi efficaci che permettano di superare questi problemi.

*Una quinta risposta* viene dalla necessità di sperimentare. La sperimentazione è necessaria di

fronte a qualsiasi novità. L'Antropocene ci impone di sperimentare perché ci presenta problemi nuovi. L'attuale sistema non è però pronto in termini di procedure di appalto, né in termini di ruolo della Pubblica Amministrazione (PA). Questo ultimo aspetto è fondamentale anche per la qualità di progetti e interventi. L'attuale ruolo delle PA è, infatti, "impositivo e regolatorio", con un focus preciso, volto ad evitare malversazioni invece che stimolare e ricercare il miglior progetto possibile all'interno di realtà complesse. Le procedure hanno un peso maggiore dei processi e dei risultati concreti, ed in genere si persegue la procedura più facile anche se non può portare a buoni risultati. Sarebbe dunque necessario ribaltare il ruolo delle PA, di tutti i livelli e settori, dotandole di strutture e competenze adatte a rispondere all'urgenza di dare gambe ai nuovi progetti. In questo nuovo ruolo le PA *ispirano, stimolano e orientano i progetti, dunque pongono obiettivi chiari, facilitano e accelerano i processi nel perseguitamento degli obiettivi dati, e valutano i risultati*. È necessario formare personale con capacità di ascolto e di attivazione di relazioni sociali, per impiegare nella prassi ordinaria figure professionali adeguate a sostenere processi di comunità durevoli nel tempo. Non più solo tecnici o amministrativi, non solo project manager, ma anche figure tecnicamente competenti nei settori di interesse e figure adeguate al coinvolgimento attivo e propositivo della comunità: facilitatori, psicologi di comunità.

*Una sesta risposta* facile e immediata, ancorché di peso minore, sta nel fatto che, nonostante sia riconosciuto il plusvalore del Capitale naturale espresso dalle NBS, le infrastrutture grigie che costituiscono le opere di urbanizzazione, si giovano di IVA agevolata, pur consumando risorse, inquinando, degradando ambiente e paesaggio. Delle stesse agevolazioni non possono godere, ad oggi, le NBS, se non in casi particolari.

In conclusione, val la pena segnalare che il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, prende in considerazione le NBS solo marginalmente, nonostante siano le migliori candidate per traghettare la transizione ecologica.

L'unica misura che le include in modo significativo è la MISURA 2 C4 - TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA, in cui si possono trovare fondi per le NBS, tra le pieghe di diversi interventi, tra cui le "Misure per la gestione del rischio alluvione e del rischio idrogeologico", o la "Bonifica dei siti orfani". Le NBS potrebbero essere protagoniste dell'Investimento 3.1 "Tutela e valorizzazione del verde urbano e extraurbano" cui sono destinati 0,33 Mld di Euro per l'impianto di 6,6 milioni di alberi nelle 14 Città Metropolitane, e dell'Investimento 3.3 destinato alla "Rinaturalizzazione dell'area del Po" con 0,36 Mld. Si tratta di meno di 1 Mld sui 59,47 destinati alla rivoluzione verde e transizione ecologica con una scelta, speriamo non definitiva, nell'indirizzare le poche risorse disponibili all'impianto di alberi nelle aree metropolitane.

Queste ultime considerazioni ci portano direttamente a evidenziare l'urgenza, dell'attivazione della *formazione permanente dei responsabili tecnici e amministrativi a tutti i livelli* sulle tematiche ambientali legate alla salvaguardia della biodiversità e alle azioni di mitigazione/adattamento al cambiamento climatico.

# NATURE-BASED SOLUTIONS O SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA: CONCETTO, DEFINIZIONI E CONTESTO INTERNAZIONALE

[Valentina Rastelli](#), Lorenzo Ciccarese

ISPRA - Dipartimento per il Monitoraggio e la Tutela dell'Ambiente e per la Conservazione della Biodiversità

**Abstract:** *Gli impatti dei cambiamenti climatici e il rapido declino dei sistemi naturali minacciano la salute e il benessere umani, nonché la stabilità e la sicurezza economica, sociale e ambientale. L'arresto della perdita di biodiversità e la lotta ai cambiamenti climatici sono interdipendenti e strettamente interconnessi e richiedono un approccio coordinato. Una delle questioni che negli ultimi anni ha acquisito sempre più importanza in questo ambito è quella delle cosiddette "Nature-based Solutions" o "soluzioni basate sulla natura", cioè quelle soluzioni che utilizzano gli ecosistemi e i servizi che forniscono per affrontare le sfide della società come il cambiamento climatico. Tali soluzioni possono svolgere un ruolo chiave nell'affrontare sia le crisi climatiche che quelle della biodiversità.*

**Parole chiave:** cambiamenti climatici, biodiversità, approcci ecosistemici, servizi ecosistemici.

## ***Nature-based Solutions: Concept, Definitions and International Context***

*The impacts of climate change and the rapid decline of natural systems threaten human health and well-being, including economic, social and environmental stability and security. Initiatives, plans and programs for halting biodiversity loss and addressing climate change are interdependent and closely interlinked and require a coordinated approach. In recent years the so-called "Nature-based Solutions" approach has acquired more and more importance in this area, providing solutions that use ecosystems and their services to address social challenges such as climate change. These solutions can play a key role in addressing both climate and biodiversity crises.*

**Key words:** climate change, biodiversity, ecosystem-based approaches, ecosystem services.

## **INTRODUZIONE**

Finora la scienza, la società e la politica hanno usato approcci scollegati e incoerenti tra le politiche e le azioni necessarie per affrontare le crisi del clima e della biodiversità, basandosi su soluzioni specifiche e diversificate per ciascun problema. Ciò include, ad esempio, concentrarsi sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per affrontare le cause del cambiamento climatico antropogenico e, similmente, sulle aree

protette per affrontare la perdita di biodiversità. Questa mentalità si è dimostrata inefficace. I recenti sviluppi politici cercano invece di muoversi verso un'integrazione e una migliore coerenza delle agende per il clima e la biodiversità, alla ricerca di soluzioni sostenibili e polifunzionali. In questo senso, un percorso promettente verso il cambiamento trasformativo necessario per affrontare le due crisi riguarda la valorizzazione della natura, applicando

approcci che utilizzano la natura a cui ci si riferisce generalmente con il termine di Nature-based Solutions (NBS) o soluzioni basate sulla natura.

Il concetto di Nature-based Solutions è relativamente giovane ed è ancora in fase di definizione: esso è emerso nell'ultimo decennio circa, quando alcune organizzazioni internazionali hanno cominciato a sviluppare opzioni e modalità per utilizzare gli approcci basati sugli ecosistemi per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, utili allo stesso tempo per fornire mezzi di sussistenza sostenibili e proteggere e ripristinare gli ecosistemi naturali e semi-naturali e la biodiversità genetica e di specie. Il riconoscimento del ruolo fondamentale che gli ecosistemi svolgono nel sostenere il benessere umano è da sempre un punto fermo dei sistemi di conoscenza tradizionali di molte popolazioni indigene. La comunità scientifica negli anni '90 del secolo scorso è arrivata a capire che era necessario un approccio più sistematico per documentare e comprendere questa relazione tra le persone e la natura. A valle di questa crescente consapevolezza si posiziona il Millennium Ecosystem Assessment del 2005, che ha fornito una base solida e scientifica per le successive politiche volte a promuovere la conservazione, il ripristino e la gestione sostenibile degli ecosistemi ([Millennium Ecosystem Assessment, 2005](#)). Il termine specifico Nature-based Solutions compare solo alla fine della prima decade del 2000, e segna un importante cambiamento di prospettiva: le persone, da beneficiari passivi dei benefici forniti della natura, assumono allo stesso tempo un ruolo attivo che consiste nel proteggere, gestire o ripristinare gli ecosistemi naturali.

Attualmente le NBS sono attivamente promosse, per fini diversi, da molte istituzioni, organizzazioni internazionali e altre organizzazioni non governative, come anche da alcuni governi. È inoltre da alcuni anni che ormai le NBS sono parte integrante degli accordi internazionali in campo ambientale, come le Convenzioni internazionali sui cambiamenti climatici ([United Nations Framework Convention on Climate Change, o UNFCCC](#)) e sulla diversità biologica ([Convention on Biological Diversity](#), o CBD) e il [Quadro di riferimento di Sendai per la riduzione del rischio di disastri](#).

## DEFINIZIONE E CONCETTO DI NATURE-BASED SOLUTIONS

L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura ([International Union for Conservation of Nature](#), IUCN), il promotore iniziale del termine, definisce le Nature-based Solutions come quelle *“azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare ecosistemi naturali o modificati che affrontano le sfide della società in modo efficace e adattivo, fornendo simultaneamente benessere umano e benefici per la biodiversità”* ([IUCN, 2016](#)).

Anche la [Commissione Europea ha sviluppato una definizione di Nature-based Solutions](#). Le due definizioni (riportate in Figura 1), sebbene sostanzialmente simili, presentano alcune differenze significative: la definizione IUCN sottolinea la necessità che un ecosistema ben gestito o ripristinato sia al centro di qualsiasi soluzione basata sulla natura, mentre la definizione della Commissione Europea è un po' più ampia e pone maggiore enfasi sull'applicazione di soluzioni che utilizzano la natura ma allo stesso tempo sono anche ispirate e supportate da essa.

Definizione IUCN	Definizione della Commissione Europea
<p><i>Azioni per proteggere, gestire e ripristinare in modo sostenibile ecosistemi naturali o modificati che affrontino le sfide della società in modo efficace e in modo adattivo, fornendo contemporaneamente benefici per il benessere umano e la biodiversità.</i></p>	<p><i>Soluzioni viventi ispirate da, continuamente supportate da e che utilizzano la Natura progettate per affrontare varie sfide sociali in modo efficiente in termini di risorse e adattabile e per fornire contemporaneamente benefici economici, sociali e ambientali (vedi Maes e Jacobs, 2015).</i></p>

Figura 1. Definizioni di NBS della IUCN e della Commissione Europea (fonte: traduzione di cortesia in italiano, predisposta dagli Autori, degli originali in lingua inglese presenti nel documento di [Cohen-Shacham et al. del 2016](#) e sul [sito della Commissione Europea](#)).

La terminologia usata più spesso è appunto Nature-based Solutions, ma si possono trovare altri termini come “soluzioni naturali”, “soluzioni climatiche naturali” e “approcci basati sull’ecosistema” o “approcci ecosistemici”, tutti utilizzati per descrivere una serie di azioni e approcci positivi. Il concetto di Nature-based Solutions può essere definito quindi come un concetto ombrello, che copre una vasta gamma di approcci legati all’ecosistema, classificabili in ([Cohen-Shacham et al., 2016](#)): (i) approcci di ripristino degli ecosistemi; (ii) approcci specifici relativi agli ecosistemi, come ad esempio adattamento, mitigazione e riduzione del rischio di catastrofi basati sugli ecosistemi; (iii) approcci relativi alle infrastrutture, come ad esempio le infrastrutture naturali e le infrastrutture verdi; (iv) approcci di gestione basati sugli ecosistemi, come ad esempio la gestione integrata delle zone costiere e la gestione integrata delle risorse idriche; e (v) approcci di protezione degli ecosistemi, come la gestione delle aree protette.

## NATURE-BASED SOLUTIONS E APPROCCI ECOSISTEMICI

L’ “Ecosystem-related approach” o “approccio

ecosistemico” è stato adottato nell’ambito della Convenzione sulla diversità biologica (CBD) nel 1995, e il concetto è stato successivamente affinato e definito come una “una strategia per la gestione della terra, dell’acqua e delle risorse viventi che promuova la conservazione e l’uso sostenibile in modo equo” ([Smith e Maltby, 2003](#)). L’approccio ecosistemico non si basa sulla conservazione di specie singole o rare o aree protette, ma piuttosto si presenta come un approccio più olistico, progettato per bilanciare i tre obiettivi della CBD, che estende la gestione della biodiversità oltre le aree protette, e mette le persone al centro della gestione della biodiversità. In questo senso ha quindi lo stesso approccio di fondo del concetto delle soluzioni basate sulla natura, che possono essere usate per affrontare applicazioni specifiche dell’approccio ecosistemico. L’ambito dell’approccio ecosistemico è quindi più completo di qualsiasi approccio NBS. Inoltre, se si guardano i [20 obiettivi di Aichi per la biodiversità](#), l’approccio ecosistemico è rilevante per tutti loro, mentre le NBS possono essere utilizzate per implementare solo alcuni di essi (in particolare gli obiettivi 1-3, 6, 8 e 13-15).

## LE NATURE-BASED SOLUTIONS NEGLI ACCORDI INTERNAZIONALI

Le NBS sono state inizialmente utilizzate nell'ambito della lotta ai cambiamenti climatici. Il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici ([Intergovernmental Panel on Climate Change](#), o IPCC) sostiene che, per avere possibilità concrete di raggiungere il target stabilito dall'[Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici](#), cioè mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C rispetto a quella preindustriale, è necessario ricorrere su larga scala a tutte le opzioni di mitigazione disponibili, dallo sviluppo di fonti rinnovabili di energia in sostituzione di quelle fossili, all'applicazione di tecniche di geo-ingegneria che rimuovano anidride carbonica dall'atmosfera (al momento in fase di sperimentazione e sviluppo) ([IPCC, 2018](#)). Finora, il metodo più maturo di rimozione della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera si basa sulla capacità da parte delle piante (e di altri organismi provvisti di clorofilla) di assorbire CO<sub>2</sub> e sequestrarla nelle piante stesse (radici, rami e parti verdi), nella lettiera e nel suolo (sotto forma di sostanza organica). Attraverso interventi di miglioramento della gestione degli ecosistemi e del territorio è possibile quindi: (i) aumentare il *carbon sink*, cioè il bilancio positivo tra assorbimenti ed emissioni di CO<sub>2</sub> per unità di superficie; (ii) ridurre le emissioni derivanti dalle attività di uso del suolo, per esempio evitando la deforestazione e la degradazione delle foreste e di habitat come prati, paludi e torbiere. Gli interventi sugli ecosistemi che consentono di rimuovere la CO<sub>2</sub> dall'atmosfera (per esempio la creazione di nuove foreste) o di ridurre o ritardare il ritorno verso l'atmosfera della CO<sub>2</sub> e altri gas serra (per esempio la creazione di un'area protetta o la lotta agli incendi) sono esempi di

applicazione delle Nature-based Solutions. Esistono decine e decine di tipologie di NBS che, se dispiegate su grande scala - pur con le limitazioni poste dalla necessità di garantire la fornitura di tutti i servizi ecosistemici, inclusa la sicurezza alimentare e la conservazione della biodiversità - possono sequestrare circa 24 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> l'anno, contribuendo per oltre un terzo agli sforzi globali di mitigazione che dovremmo realizzare tra oggi e il 2030 per stabilizzare il riscaldamento a meno di 2°C, come chiede appunto l'Accordo di Parigi.

La maggior parte delle NBS possono offrire altri benefici ambientali oltre alla mitigazione dei cambiamenti climatici, tra cui: filtrazione dell'acqua, protezione da inondazioni e altri eventi meteo-climatici estremi, riduzione dei rischi legati ai disastri naturali o antropici, miglioramento della qualità dei suoli, tutela della biodiversità e maggiore resilienza climatica, disinquinamento dei suoli.

Molto rilevante è il ruolo che le NBS possono avere nell'ambito della riduzione del rischio legato a disastri naturali. Il rapporto speciale dell'IPCC sugli eventi estremi raccomanda di investire negli ecosistemi, nella gestione sostenibile del territorio e nel ripristino degli ecosistemi ([IPCC, 2012](#)). Nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici, nella riunione delle Parti contraenti del 2010 a Cancun è stato adottato il [Cancun Adaptation Framework](#), che pone l'accento su un approccio integrato basato sulla valorizzazione dei servizi che possono fornire gli ecosistemi naturali (Ecosystem-based approaches to climate change adaptation o Ecosystem-based adaptation, o EbA) anche ai fini dell'adattamento ai cambiamenti globali. Il documento delle Nazioni Unite "Trasformare il nostro mondo: 2030 Agenda per lo sviluppo

“sostenibile” riconosce e ribadisce l’urgente necessità di ridurre il rischio di catastrofi attraverso un approccio che valorizzi gli ecosistemi. L’approccio basato sugli ecosistemi per la riduzione del rischio di catastrofi (Ecosystem-based Disaster Risk Reduction, o Eco-DRR) è riconosciuto come un metodo importante perché attribuisce un ruolo attivo all’ecosistema, oltre che un valore, e conseguentemente la conservazione e il restauro degli ecosistemi per ridurre il rischio di catastrofi diventa parte integrante della strategia per uno sviluppo sostenibile. L’Eco-DRR è un concetto emergente che cerca di ridurre il rischio di esposizione a disastri naturali, evitando lo sviluppo delle aree soggette a disastri, nonché utilizzando ecosistemi sani come zone tampone, per ridurre in maniera sostanziale il numero di persone colpite da disastri.

Come detto in precedenza, le NBS sono considerate anche nell’ambito della CBD, e nello specifico nella bozza zero del Quadro globale della biodiversità post-2020 ([Post-2020 Global Biodiversity Framework, o GBF](#)).

La bozza è stata discussa nell’ambito delle riunioni dei due organi sussidiari della CBD, l’Organismo sussidiario di consulenza scientifica, tecnica e tecnologica (SBSTTA) e l’Organismo sussidiario per l’attuazione (SBI), che si sono tenute online a maggio-giugno 2021, e del Gruppo di lavoro aperto (Open-ended Working Group, o OEWG) sul Quadro globale per la biodiversità post-2020, che si è tenuta sempre online ad agosto-settembre 2021. Le discussioni si sono concentrate sia sull’impostazione generale del GBF sia sugli obiettivi e i target. A tal proposito, i target relativi alle NBS sono stati ampiamente commentati e/o sono state suggerite proposte di modifica. Il testo finale uscito dalle riunioni

sarà soggetto a un’ulteriore fase di negoziazione, la quale, se l’emergenza sanitaria legata al COVID-19 che stiamo sperimentando attualmente lo permetterà, terminerà nel 2022, in cui si dovranno tenere in presenza le sessioni conclusive delle riunioni degli Organi citati sopra, e infine la XV Conferenza delle Parti della CBD, in Cina, durante la quale sarà approvata la versione definitiva del GBF.

A livello di Unione europea, si sottolinea il richiamo alle NBS sia nella [Strategia sulla biodiversità per il 2030](#), pubblicata nel 2020, sia nella nuova [Strategia sull’adattamento ai cambiamenti climatici](#), pubblicata a febbraio 2021. Entrambe le Strategie sono parti integranti del [Green Deal europeo](#), presentato a dicembre 2019, che si propone come tabella di marcia per rendere sostenibile l’economia dell’UE e per raggiungere il suo obiettivo della neutralità climatica entro il 2050. Esso prevede un piano d’azione volto a promuovere l’uso efficiente delle risorse passando a un’economia pulita e circolare, ripristinare la biodiversità e ridurre l’inquinamento.

Nella Strategia sulla biodiversità per il 2030 le soluzioni basate sulla natura sono considerate fondamentali e necessarie. Allo stesso modo, nella nuova Strategia sull’adattamento ai cambiamenti climatici è chiaramente espresso che l’utilizzo delle NBS ai fini dell’adattamento può fornire molteplici vantaggi ulteriori in quanto conservano e migliorano i nostri *carbon sink* naturali, ripristinano gli ecosistemi e i loro servizi, proteggono la biodiversità e sono spesso più efficaci e a basso costo delle soluzioni tecniche normalmente usate.

Anche le [conclusioni del Consiglio dell’UE](#), pubblicate a giugno 2021, contestualmente all’approvazione della nuova strategia dell’UE di adattamento ai cambiamenti climatici, fanno

leva, tra le altre cose, sulla promozione di soluzioni basate sulla natura per la lotta ai cambiamenti climatici.

Ulteriori approfondimenti sui richiami alle Nature-based Solutions nei contesti internazionali sono riportati nel seguente Box.

## BOX 1. RIFERIMENTI ALLE NBS IN ALCUNI AMBITI INTERNAZIONALI

### CONVENZIONE SULLA DIVERSITÀ BIOLOGICA (CBD)

#### 2018 Decisone della quattordicesima riunione della Conferenza delle Parti della CBD

La [decisione CBD/COP/DEC/14/1](#), tra le altre cose individua alcune opzioni per accelerare il progresso verso il raggiungimento di alcuni degli obiettivi di Aichi. Tra queste opzioni figurano le NBS, che vengono richiamate direttamente nell'Allegato:

- 2. *Le possibili azioni, basate sui risultati delle valutazioni regionali e tematiche dell'IPBES e sulle conclusioni individuate dalla letteratura scientifica, includono: ...q) Promuovere gli investimenti nello sviluppo e nell'uso di soluzioni basate sulla natura al fine di affrontare le sfide della società, anche attraverso il ripristino degli ecosistemi e la riabilitazione dei sistemi agricoli, l'adattamento e la mitigazione basati sugli ecosistemi e gli approcci basati sugli ecosistemi per la riduzione del rischio di catastrofi.*

#### 2020 Bozza zero del Quadro globale della biodiversità post-2020

La [bozza zero del quadro globale sulla biodiversità post-2020 della CBD](#) include riferimenti diretti alle NBS nei target 7 e 10, e indiretti nel target 11:

- *Target 7. Entro il 2030, aumentare i contributi all'adattamento e alla mitigazione dei cambiamenti climatici e alla riduzione del rischio di catastrofi da soluzioni basate sulla natura e approcci basati sugli ecosistemi, garantendo la resilienza e riducendo al minimo qualsiasi impatto negativo sulla biodiversità.*

- *Target 10. Entro il 2030, garantire che le soluzioni basate sulla natura e l'approccio ecosistemico contribuiscano alla regolamentazione della qualità dell'aria, dei pericoli e degli eventi estremi e della qualità e quantità dell'acqua per almeno [XXX milioni] di persone.*

- *Target 11. Entro il 2030, aumentare i benefici della biodiversità e degli spazi verdi/blu per la salute e il benessere umani, compresa la percentuale di persone con accesso a tali spazi di almeno il [100%], in particolare per gli abitanti delle città.*

### G20

#### 2021 Comunicato finale del G20 Ambiente e Dichiarazione di Roma dei Leader del G20

L'Italia, che detiene la Presidenza del G20 dal 01/12/2020, sulla scia della [Dichiarazione di Riyadh](#) della Presidenza precedente dell'Arabia Saudita, che aveva introdotto la tematica, ha

contribuito ad ampliare ulteriormente la considerazione delle NBS nell'agenda internazionale, portando all'approvazione del [comunicato finale del G20 Ambiente](#), tenutosi a Napoli a luglio 2021, che recita:

- 6. *Il nostro obiettivo è sfruttare la potenza delle soluzioni basate sulla natura o degli approcci basati sugli ecosistemi per affrontare la perdita di biodiversità, ripristinare i terreni degradati, aumentare la resilienza, mitigare e adattarsi ai cambiamenti climatici, fornendo al contemporaneo molteplici vantaggi nei settori economico, sociale e ambientale. Sottolineiamo che non sostituiscono le azioni prioritarie necessarie per ridurre urgentemente le emissioni di gas serra in modo coerente con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, ma sono uno strumento cruciale e complementare necessario a fianco a questi sforzi. Prendiamo atto del contributo dei risultati del rapporto del seminario co-sponsorizzato IPBES-IPCC sulla biodiversità e il cambiamento climatico. Riconosciamo la necessità di ampliare e implementare soluzioni basate sulla natura o approcci basati sugli ecosistemi in settori chiave delle nostre società ed economie e in tutti gli ecosistemi, comprese le aree urbane, garantendo nel contemporaneo l'inclusione sociale e la protezione delle salvaguardie ambientali. Evidenziamo l'importanza della piena ed effettiva partecipazione delle comunità locali, dei popoli indigeni e delle parti interessate al processo decisionale locale, riconoscendo i loro diritti, in conformità con la legislazione nazionale pertinente e gli strumenti internazionali, a seconda dei casi. Accettiamo di tenere un seminario sulle soluzioni basate sulla natura e sugli approcci basati sugli ecosistemi per condividere le esperienze nazionali nell'attuazione di questi approcci e per aumentare la consapevolezza e la comprensione delle possibilità, dei benefici e degli impatti di tali azioni, riportando al G20 2022.*

Anche la [Dichiarazione di Roma](#) di ottobre 2021, atto conclusivo del G20, riprende la tematica delle NBS, e nello specifico dichiara:

- 17. *Aumenteremo e incoraggeremo l'implementazione di soluzioni basate sulla natura o approcci basati sugli ecosistemi come strumenti preziosi che forniscono benefici economici, sociali, climatici e ambientali anche all'interno e intorno alle città, in modo inclusivo e attraverso la partecipazione delle comunità locali e dei popoli indigeni...*

Al fine di contribuire allo scambio di conoscenze e buone pratiche sull'argomento, come previsto dal comunicato finale di cui sopra, il 29 novembre 2021 si è tenuto un workshop dal titolo "G20 Workshop on Nature-based Solutions and Ecosystem-based Approaches".

## LEADERS PLEDGE FOR NATURE

### 2020 Leaders Pledge for Nature

I leader politici che hanno partecipato al vertice delle Nazioni Unite sulla biodiversità nel settembre 2020, in rappresentanza di 92 Paesi di tutte le regioni, più l'Unione europea, si sono

impegnati a invertire la perdita di biodiversità entro il 2030, e hanno siglato un impegno denominato [Leaders Pledge for Nature](#). Nel testo viene dichiarato, tra le altre cose:

- 4. *Ci impegniamo a passare a modelli sostenibili di produzione e consumo e sistemi alimentari sostenibili che soddisfino i bisogni delle persone pur rimanendo entro i confini planetari, anche mediante: a) Accelerare la transizione verso una crescita sostenibile, disaccoppiata dall'uso delle risorse, anche attraverso il passaggio a un'economia circolare efficiente sotto il profilo delle risorse, la promozione di cambiamenti comportamentali e un significativo aumento delle soluzioni basate sulla natura e approcci basati sull'ecosistema a terra e in mare;...*
- 9. *Rafforzeremo tutti i mezzi di attuazione finanziari e non finanziari, per trasformare e riformare i nostri settori economici e finanziari e per raggiungere il benessere delle persone e salvaguardare il pianeta, tra l'altro:...b) Migliorando la mobilitazione delle risorse da tutte le fonti, pubbliche e private, massimizzando l'efficacia e l'efficienza dell'uso delle risorse esistenti e facilitando l'accesso al supporto dove necessario, al fine di aumentare significativamente il sostegno alla biodiversità, anche attraverso soluzioni basate sulla natura, che contribuiscono efficacemente non solo al raggiungimento degli obiettivi in materia di biodiversità e clima, ma anche allo sviluppo sostenibile, ai mezzi di sussistenza e alla riduzione della povertà ove necessario;...*

## NAZIONI UNITE (ONU)

### 2015 Accordo di Parigi della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici

L'[Accordo di Parigi](#) riconosce l'importanza degli ecosistemi per la mitigazione e l'adattamento in diversi punti. Innanzitutto nel preambolo, dove le Parti vengono invitate a *“notare l'importanza di garantire l'integrità di tutti gli ecosistemi, inclusi gli oceani, e la protezione della biodiversità [...]”*. Nell'Articolo 5.2 si parla di NBS per la mitigazione dei cambiamenti climatici: *“Le Parti dovrebbero intraprendere azioni per conservare e migliorare, se del caso, pozzi e serbatoi di gas a effetto serra di cui all'articolo 4, paragrafo 1 (d), della Convenzione, comprese le foreste.”*. Sempre in questo articolo vengono menzionati *“approcci congiunti di mitigazione e adattamento per la gestione integrale e sostenibile delle foreste”*.

### 2016 Nuova Agenda Urbana della Conferenza delle Nazioni Unite sull'abitazione e lo sviluppo urbano sostenibile (Habitat III)

Questa [Nuova Agenda](#) riconosce il ruolo delle NBS, come si evidenzia nel testo seguente:

- 101. *Integreremo la riduzione del rischio di catastrofi e l'adattamento ai cambiamenti climatici e le considerazioni e le misure di mitigazione nei processi di pianificazione e sviluppo urbano e territoriale sensibili all'età e al genere, comprese le emissioni di gas serra, la progettazione basata sulla resilienza e sull'efficacia per il clima di spazi, edifici e costruzioni, i servizi*

e le infrastrutture, e le soluzioni basate sulla natura....

#### 2019 Rapporto del Segretario generale dell'ONU sul Vertice sull'azione per il clima del 2019 e la via da seguire nel 2020

Le NBS sono state uno degli obiettivi principali del Vertice, figurando come uno dei 6 flussi di lavoro settoriali. È stato sviluppato il [Nature-Based Solutions for Climate Manifesto](#).

#### PIATTAFORMA INTERGOVERNATIVA DELLA POLITICA SCIENTIFICA SULLA BIODIVERSITÀ E I SERVIZI ECOSISTEMICI (IPBES)

#### 2019 Sintesi per i responsabili politici del rapporto di valutazione globale su biodiversità e servizi ecosistemici

Nel [rapporto della 7<sup>a</sup> sessione di maggio 2019 della plenaria dell'IPBES](#), si fa riferimento alle NBS:

*Si stima che le soluzioni basate sulla natura con salvaguardie forniscano il 37% della mitigazione del cambiamento climatico fino al 2030 necessaria per raggiungere l'obiettivo di mantenere il riscaldamento climatico al di sotto dei 2°C.*

#### UNIONE EUROPEA (UE)

#### 2019 Dialogo UE - Brasile sulle NBS

La Commissione Europea e il Ministero della scienza, della tecnologia, dell'innovazione e della comunicazione del Brasile hanno avviato nel 2015 un dialogo sulle NBS, sfociato nella pubblicazione di un [Rapporto](#).

#### 2020 Green Deal

Il [Green Deal](#) si riferisce direttamente alle NBS due volte, in relazione alla nuova Strategia sull'adattamento ai cambiamenti climatici e alla blue economy.

#### 2020 Definizione di NBS della Commissione Europea

La Commissione dell'UE, nell'ambito dei programmi di finanziamento su ricerca e innovazione (Horizon2020, LIFE+, COST), ha pubblicato la seguente [definizione di NBS](#): *Soluzioni che sono ispirate e supportate dalla natura, che sono convenienti, forniscono contemporaneamente vantaggi ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza. Tali soluzioni apportano caratteristiche e processi sempre più diversificati e naturali nelle città, nei paesaggi terrestri e marini, attraverso interventi sistematici, efficienti sotto il profilo delle risorse*

e adattati localmente.

## 2020 NBS: stato dell'arte nei progetti finanziati dall'UE

Nel 2020 la Commissione Europea ha pubblicato un [Rapporto](#) sull'applicazione delle NBS nell'ambito dei programmi di finanziamento UE su innovazione e ricerca. I progetti di ricerca e innovazione dell'UE sono stati analizzati per i risultati relativi ad aree chiave, e vengono fornite informazioni contestualizzate sugli sviluppi delle politiche, sui risultati della ricerca e sugli insegnamenti fondamentali. Sono incluse cifre e valori monetari che mostrano il rapporto costo-efficacia relativo delle NBS ed esplorano il modo in cui esse supportano l'attuazione delle politiche.

## 2020 Strategia sulla biodiversità per il 2030

Nella [Strategia sulla biodiversità per il 2030](#) le NBS sono considerate fondamentali e necessarie. Si afferma per esempio che *“Gli investimenti nel capitale naturale, ad esempio nel ripristino di habitat ricchi di carbonio e nell'agricoltura rispettosa del clima, sono considerati tra le cinque politiche più importanti di risanamento del bilancio in quanto offrono moltiplicatori economici elevati e un impatto positivo sul clima”*, e anche che *“È la natura, alleato vitale nella lotta ai cambiamenti climatici, che regola il clima, e le soluzioni basate su di essa - come la protezione e il ripristino delle zone umide, delle torbiere e degli ecosistemi costieri, o la gestione sostenibile di zone marine, foreste, pascoli e terreni agricoli - saranno determinanti per la riduzione delle emissioni e l'adattamento ai cambiamenti climatici. L'impianto di alberi e la creazione di infrastrutture verdi ci aiuteranno ad attenuare il calore in città e mitigare gli effetti delle catastrofi naturali”*.

## 2021 Strategia sull'adattamento ai cambiamenti climatici

Nella nuova [Strategia sull'adattamento ai cambiamenti climatici](#) è chiaramente espresso che l'utilizzo delle NBS ai fini dell'adattamento può fornire molteplici vantaggi ulteriori in quanto conservano e migliorano i nostri *carbon sink* naturali, ripristinano gli ecosistemi e i servizi che forniscono, proteggono la biodiversità e sono spesso più efficaci e a basso costo delle soluzioni tecniche normalmente usate. Al paragrafo 11 della Strategia è riportato chiaramente che *“L'attuazione su scala più ampia di soluzioni basate sulla natura aumenterebbe la resilienza climatica e contribuirebbe alla realizzazione di molteplici obiettivi del Green Deal. Le infrastrutture blu/verdi (a differenza di quelle grigie) sono soluzioni multifunzionali, “senza rimpianti” che offrono contemporaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e contribuiscono a rafforzare la resilienza climatica. Ad esempio la protezione e il ripristino delle zone umide, delle torbiere e degli ecosistemi costieri e marini; lo sviluppo di spazi verdi urbani e l'installazione di tetti e pareti verdi; la promozione e la gestione sostenibile delle foreste e dei terreni agricoli contribuiranno all'adattamento ai cambiamenti climatici in modo efficiente sotto il profilo dei costi....”*

## UNIONE INTERNAZIONALE PER LA CONSERVAZIONE DELLA NATURA (IUCN)

### 2016 Definizione di NBS del Congresso IUCN

La definizione è stata adottata dalla [risoluzione 69 del Congresso IUCN e dei suoi membri](#):

*- Azioni per proteggere, gestire e ripristinare in modo sostenibile ecosistemi naturali o modificati che affrontano le sfide della società in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benefici per il benessere umano e la biodiversità.*

### 2020 Standard IUCN per aumentare l'impatto delle soluzioni basate sulla natura sulle sfide globali

L'IUCN nel 2020 ha presentato uno standard globale che fornisce la prima serie di parametri di riferimento per [l'applicazione delle NBS alle sfide globali](#), nell'ottica di aiutare i governi, le imprese e la società civile a garantire l'efficacia delle NBS e massimizzare il loro potenziale per aiutare ad affrontare i cambiamenti climatici, la perdita di biodiversità e altre sfide sociali su scala globale.

Box 1. Approfondimento sui riferimenti alle *Nature-based Solution* in alcuni ambiti internazionali (fonte: elaborazione degli Autori). Nota: tutte le citazioni in italiano sono traduzioni di cortesia, predisposte dagli Autori, degli originali in lingua inglese presenti nei documenti ufficiali riportati nei link (aggiornamento ottobre 2021).

## NBS E BIODIVERSITÀ

Come già sottolineato, la perdita di biodiversità e i cambiamenti climatici sono questioni intrecciate. Tuttavia, esse non ricevono la stessa attenzione: anche nel contesto delle soluzioni climatiche basate sulla natura, che considerano gli ecosistemi cruciali per mitigare e adattarsi agli impatti dei cambiamenti climatici, il ruolo potenziale della biodiversità ha ricevuto poca attenzione. A sottolineare questa diversa considerazione nei confronti delle due crisi ambientali, basta confrontare l'attenzione riservata ai rapporti delle due Piattaforme correlate, IPCC ([Intergovernmental Panel on Climate Change](#)) e IPBES ([Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem](#)

[Services](#)): quando l'IPBES nel 2019 ha rilasciato il suo primo rapporto sulla valutazione dello stato della biodiversità a livello globale ([IPBES, 2019](#)), da cui risultava evidente l'allarmante stato della biodiversità (circa 1 milione di specie animali e vegetali sono a rischio di estinzione), l'urgenza di una chiamata all'azione per risolvere questa crisi è stata in un certo senso messa in ombra dall'attenzione mediatica riservata alle manifestazioni per i cambiamenti climatici (soprattutto [Friday for Future](#)) ([Mori, 2020](#)). Squilibri nella focalizzazione su questi temi si riscontrano anche nei settori delle imprese: molte banche centrali e amministratori di imprese stanno esaminando come integrare i rischi climatici nelle attività finanziarie; al

contrario, i rischi aziendali legati alla perdita di biodiversità sono ancora sottovalutati ([World Economic Forum, 2020](#)). Nel 2019, le Nazioni Unite hanno lanciato l'iniziativa “Principi per un'attività bancaria responsabile” ([Principles for Responsible Banking](#)), che attualmente coinvolge 130 banche di 49 paesi, per un totale di circa 47 trilioni di dollari di risorse: questa iniziativa è fortemente incentrata sull'impegno per un'economia decarbonizzata.

Sebbene le NBS siano state definite come soluzioni *win-win*, cioè che hanno il potenziale per supportare molteplici sfide interconnesse (vedi Figura 2), l'attenzione che stanno avendo negli ultimissimi anni è dovuta al fatto che sono in grado di promuovere le sinergie tra le agende sui cambiamenti climatici e sulla biodiversità ([Seddon et al., 2021](#)). Rispetto alle emissioni di gas serra e agli stock di carbonio, la biodiversità è tuttavia multiforme, spazialmente variabile e difficile da misurare ([Pereira et al., 2013](#)). Di conseguenza ci sono incertezze e difficoltà associate all'implementazione di NBS, mentre le evidenze relative ai loro benefici per la biodiversità rimangono limitate.

Uno studio recente ([Pettorelli et al., 2021](#)) ha identificato cinque aree di ricerca chiave in cui informazioni incomplete o carenti ostacolano lo sviluppo di soluzioni integrate per la biodiversità e il clima. Queste cinque aree sono:

- perfezionare la nostra comprensione di come

gli approcci di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici forniscono benefici alla conservazione della biodiversità;

- migliorare la nostra capacità di tracciare e prevedere gli ecosistemi che sono in movimento e/o sull'orlo del collasso;
- migliorare la nostra capacità di prevedere gli impatti dei cambiamenti climatici sulla efficacia delle NBS;
- sviluppare soluzioni che corrispondano alla scala temporale, spaziale e funzionale delle sfide da affrontare;
- sviluppare un quadro completo per valutare e mitigare i rischi posti dall'attuazione delle NBS.

Si sottolinea soprattutto quest'ultima area di intervento: le azioni etichettate come NBS non offrono automaticamente benefici alla biodiversità e, in alcuni casi, la loro progettazione e attuazione inadeguate possono avere conseguenze catastrofiche dirette e indirette per la biodiversità e le comunità locali. Un esempio semplice per spiegare questa contraddizione

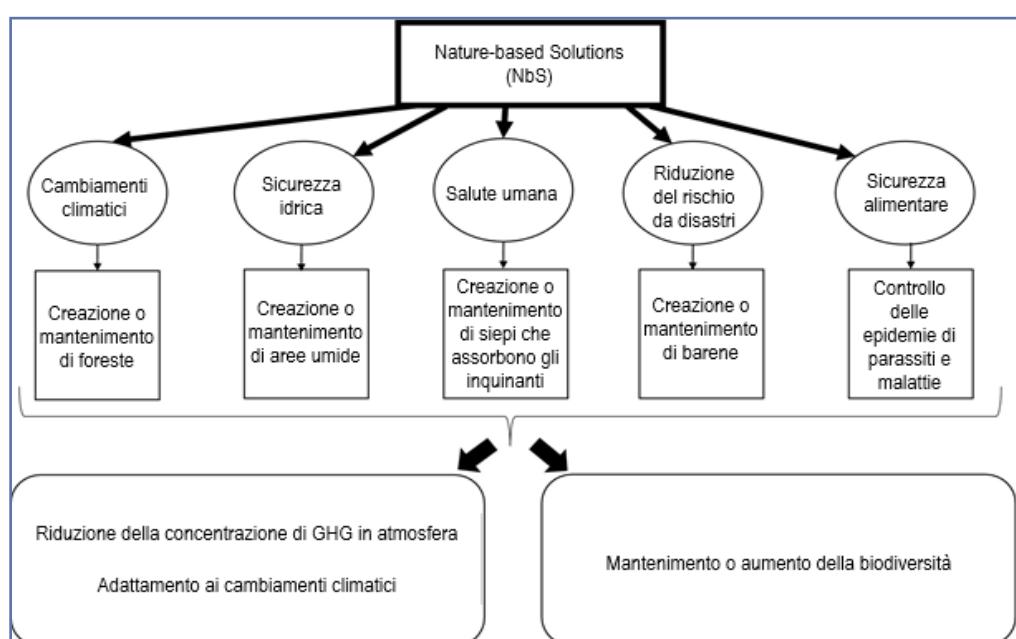


Figura 2. Esempi di Nature-based Solutions utilizzabili per affrontare la crisi climatica (fonte: traduzione di cortesia in italiano, predisposta dagli Autori, dell'immagine originale in lingua inglese presente in [Pettorelli et al., 2021](#)).

è il caso della riforestazione: dato il potenziale delle foreste di sequestrare e stoccare CO<sub>2</sub>, diversi accordi internazionali (vedi il [Bonn Challenge](#), o una recente [piattaforma lanciata dal World Economic Forum](#)) prevedono la piantumazione di ettari di foreste e/o trilioni di alberi per sfruttare questo loro potenziale ai fini della mitigazione dei cambiamenti climatici. Questi accordi però non differenziano tra una foresta ricca di specie e una povera di specie, quale può essere il caso di una monocultura forestale. Paradossalmente quindi si potrebbe assistere a una perdita netta di biodiversità dovuta alla forte spinta politica ad utilizzare le monoculture forestali per rispondere agli impegni previsti dagli accordi internazionali. Per questo motivo, è opportuno sviluppare una valutazione dei rischi associati all'implementazione delle NBS, per identificare quelle soluzioni che rischiano: (a) di non raggiungere obiettivi significativi di mitigazione/adattamento ai cambiamenti climatici e di conservazione della biodiversità; (b) minacciare le popolazioni di specie o gli ecosistemi locali; (c) essere insostenibili (ecologicamente, socialmente o finanziariamente) a lungo termine ([Pettorelli et al., 2021](#)).

## CONCLUSIONI

Un approccio di riduzione del rischio basato sul singolo pericolo è inadeguato per adattarsi ai cambiamenti in corso e futuri. Sono invece necessari approcci sistematici, e le NBS costituiscono proprio un esempio di questi approcci: esistono prove scientifiche crescenti sull'importanza di queste soluzioni per affrontare le sfide legate all'adattamento ai cambiamenti climatici e alla riduzione del rischio di catastrofi. Ma, per stabilire dove e come sfruttare al meglio il potenziale delle

NBS, al fine di utilizzarle come strumento aggiuntivo e complementare per affrontare le sfide della società, è necessario che la comunità scientifica, i decisori politici e gli altri portatori di interesse coinvolti nella gestione delle risorse naturali lavorino congiuntamente. Senza questa comunione di intenti, è inevitabile che alcune sfide sociali siano e continueranno ad essere privilegiate rispetto ad altre, perdendo di conseguenza le opportunità e i benefici per la biodiversità correlati all'utilizzo delle NBS. L'attuale assetto istituzionale, tuttavia, non favorisce tale pensiero integrato, ostacolando così l'individuazione e l'implementazione di soluzioni che offrono benefici su più fronti senza costi per la biodiversità. Un'ulteriore barriera per l'utilizzo delle NBS su larga scala è la difficoltà di quantificare l'efficacia in termini biofisici, sociali ed economici: è necessario quindi continuare a investire nell'acquisizione di conoscenze e tecnologie in questo ambito. Si sottolinea anche che l'incertezza nella valutazione economica delle NBS porta di conseguenza a investimenti finanziari minoritari in questo campo.

Infine, come si è visto, le NBS non beneficiano di una definizione univoca concordata a livello internazionale; inoltre il significato del termine può apparire vago. Una formulazione completa aiuterebbe a stimolare la discussione e l'innovazione e a facilitare la comunicazione in questo ambito. Per esempio, la partecipazione degli stakeholder e l'adozione di una prospettiva veramente sistematica è estremamente difficile considerando la confusione e le incertezze riguardanti il concetto di base. È quindi importante utilizzare tutte le fonti di competenza pertinenti nello sviluppo e nell'applicazione delle NBS.

## BIBLIOGRAFIA

Cohen-Schacham E., Walters G., Janzen C. e Maginnis S. (eds.), 2016. [Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges](#). IUCN, Gland, Switzerland.

IPBES, 2019. [Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services](#). Brondizio E.S., Settele J., Díaz S. e Ngo H.T. (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

IPCC, 2012. [Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change](#). Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.-K., Allen S.K., Tignor M. e Midgley P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC, 2018. [Summary for Policymakers](#). In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.O., Roberts D., Skea J., Shukla P.R., Pirani A., Moufouma-Okia W., Péan C., Pidcock R., Connors S., Matthews J.B.R., Chen Y., Zhou X., Gomis M.I., Lonnoy E., Maycock T., Tignor M. e Waterfield T. (eds.). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

IUCN, 2016. [IUCN Resolutions, Recommendations and other Decisions](#). IUCN, Gland,

Switzerland.

Maes J. e Jacobs S., 2015. [Nature-based solutions for Europe's sustainable development](#). Conserv. Lett.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. [Ecosystems and Human Well-being: Synthesis](#). Island Press, Washington, DC.

Mori A.S., 2020. [Advancing nature-based approaches to address the biodiversity and climate emergency](#). Ecology Letters 23 (12):1729-1732.

Pereira H.M., Ferrier S., Walters M., Geller G.N., Jongman R.H.G., Scholes R.J., Bruford M.W., Brummitt N., Butchart S.H.M., Cardoso A.C., Coops N.C., Dulloo E., Faith D.P., Freyhof J., Gregory R.D., Heip C., Hoft R., Hurt G., Jetz W. e Wegmann M., 2013. [Essential biodiversity variables](#). Science, 339:277–278.

Pettorelli N., Graham N.A.J., Seddon N., Maria da Cunha Bustamante M., Lowton M.J., Sutherland W.J., Koldewey H.J., Prentice H.C. e Barlow J., 2021. [Time to integrate global climate change and biodiversity science-policy agendas](#). Journal of Applied Ecology, 58:2384–2393.

Seddon N., Smith A., Smith P., Key I., Chausson A., Girardin C., House J.O., Srivastava S. e Turner B., 2021. [Getting the message right on nature-based solutions to climate change](#). Global Change Biology, 27 (8):1518–1546.

Smith R.D. e Maltby E., 2003. [Using the Ecosystem Approach to implement the CBD. A global synthesis report drawing lessons from three regional pathfinder workshops](#).

World Economic Forum, 2020. [The Global Risks Report](#). In: Insight Report. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

# NATURAL CLIMATE BUFFERS: PROMISING EXAMPLES OF NATURE BASED SOLUTIONS

[Henk Zingstra](#)<sup>1</sup>, Paul Vertegaal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Management Planning Expert Group – Eurosít

<sup>2</sup> Natuurmonumenten - Dutch Society for Nature Conservation

**Abstract:** *Natural Climate Buffers (NCBs) are designated areas in which space is given to natural processes to contribute to the climate change adaptation and mitigation. NCBs are also aimed at enhancing the specific biodiversity of each site. The idea for the designation and implementation of NCBs was developed in the Netherlands but has the potential to be applied throughout Europe. Eurosít, the organization that brings together European natural site managers, has adopted and promoted the concept across Europe. This article explains six different types of NCBs: ecosystems engineering, carbon sinks, living coasts, green air conditioning, room for nature and water management, natural sponges. The paper will also explain how the NCB concept relates to the concepts of Natural Water Retention Measures as promoted by the European Union and Nature-Based Solutions introduced by the IUCN.*

**Key words:** *Climate change adaptation, climate change mitigation, Nature Based Solutions, biodiversity.*

## ***I Natural Climate Buffers: esempi promettenti di Soluzioni Basate sulla Natura***

*I Natural Climate Buffers (NCBs) sono aree in cui viene dato spazio ai processi naturali al fine di contribuire all'adattamento o alla mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. Oltre a questi obiettivi, i NCBs hanno lo scopo di favorire la biodiversità specifica di ogni sito in cui sono realizzati. Il concetto di NCBs è stato sviluppato ed implementato in Olanda ma ha le potenzialità per essere applicato all'intero territorio europeo. Eurosít, l'organizzazione che riunisce i gestori di siti naturali europei, ha adottato il concetto di NCBs e lo ha promosso in tutta Europa. Il presente articolo descrive i sei diversi tipi di NCBs così denominati: ingegneria degli ecosistemi, carbon sinks, coste vive, aria condizionata verde, spazio per la gestione delle acque e delle aree naturali, spugne naturali. L'articolo, inoltre, illustra come il concetto di NCB si relaziona con i concetti di Misure di ritenzione naturale delle acque, promosso dall'Unione Europea, e di Nature Based Solutions introdotto dall'IUCN.*

**Parole chiave:** *Adattamento ai cambiamenti climatici, mitigazione dei cambiamenti climatici, Nature Based Solutions, biodiversità.*

## INTRODUCTION

In the last decades new approaches have arisen to integrate land use planning, water management and climate change adaptation and mitigation with nature protection. Some complement each other, some overlap to a certain degree, but they can all be summarized under the term “Ecosystem Based Approaches”. According to the Convention on Biological Diversity (CBD) [the ecosystem approach](#) is a strategy for the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way and which aspires to maintain the natural structure and functioning of ecosystems.

Within the concept of Ecosystem Based Approaches, Nature Based Solutions (NBSs) focus specifically on solutions for societal challenges inspired by natural processes providing benefits for nature and biodiversity as well as providing benefits to society.

The [European Commission defines NBSs](#) as “*solutions that are inspired and supported by nature, which are cost-effective, simultaneously provide environmental, social and economic benefits and help build resilience. Such solutions bring more, and more diverse, nature and natural features and processes into cities, landscapes and seascapes, through locally adapted, resource-efficient and systemic interventions*”.

The [International Union for Conservation of Nature \(IUCN\) defines NBSs](#) as: “*actions to protect, sustainably manage, and restore natural or modified ecosystems, that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits*”.

Parallel to the development of the concept of Nature Based Solutions, the Natural Climate Buffers (NCBs) approach has been developed in the Netherlands. In the following sections we will clarify the concept, how it relates to other concepts and show some examples of its application.

## NATURAL CLIMATE BUFFERS APPROACH

The Natural Climate Buffers approach was first defined in 2007, in a study commissioned by a number of Dutch environmental NGO's (Andriesse et al., 2007).

The study was the basis for the establishment of the Coalition for Natural Climate Buffers, a joint effort of seven (since 2016 eight) Dutch organisations working in the field of nature and environmental protection, aiming to make the Netherlands climate proof while restoring or improving landscape and biodiversity.

The definition and typology of Natural Climate Buffers developed in the 2007 study formed a starting point for today's definition: “*Natural climate buffers are areas where natural processes are given space. As a result, they “evolve” with climate change, adapt to it and can play a vital role in retaining and collecting water (thus preventing the floods or water shortages), tempering heat and reducing carbon dioxide in the atmosphere. Natural climate buffers can improve the quality of human life, while restoring and/or preserving the biodiversity at the same time, as well as providing a wide range of other ecosystem services*” (from the Eurositet document [Defining NCBs](#)).

Under the umbrella of the Coalition for Natural Climate Buffers a variety of projects are

planned, in progress or have been carried out; currently 33 projects have been implemented and at least 32 are in progress in the Netherlands. [The Eurosite Wetlands and Climate Change Working Group](#) is actively promoting the Natural Climate Buffers concept across Europe. The website of Eurosite presents a number of factsheets about climate buffer projects from the Netherlands but also examples from France, the United Kingdom and Ireland.

### The principles

The guiding principle of the Natural Climate Buffers approach is the landscape approach or systems approach as it aims to integrate biodiversity with economic, social and environmental aspects towards a climate proof society. To achieve this, it looks beyond the borders of protected areas and instead promotes the benefits of working with nature for the society as a whole. NCBs can “buffer” the impact of climate change by:

- retaining water;
- temporarily storing flood waves and lowering water levels by creating “space for water”;
- reducing CO<sub>2</sub> in the atmosphere;
- regulating air temperature;
- adapting to sea level rise and absorbing wave energy.

NCBs are using ecological processes of a given area to adapt to or mitigate climate change impacts. By doing so, not only the impacts of climate change will be buffered, but biodiversity will be increased as well. NCBs can be located in rural as well as urban environments. Besides buffering

climate change impacts and strengthening biodiversity, NCBs offer other ecosystem services like recreation and water purification. Most NCBs focus on making water systems more resilient and robust by retaining water, recharging ground water and thus preventing floods and limiting drought. But they can also serve to reduce heat in cities, alleviate the capacity of sewage systems, sequester CO<sub>2</sub> and strengthen coastal zones through stimulating the growth of mudflats and restoring mangroves and other coastal vegetation.

Prioritization and designation of large scale Natural Climate Buffers, for instance along the main rivers and along the coast, should preferably be an integral part of the national spatial and climate adaption and mitigation planning process. Small and medium scale NCBs can be integrated in planning of infrastructure or city planning.

In a nutshell, Natural Climate Buffers:

- use natural processes as spatial solutions to create climate resilient urban and rural landscapes;
- prioritise climate adaptation as the main ecosystem function while safeguarding other existing ecosystem functions;
- increase biodiversity and ecosystem connectivity.

A recent evaluation of the application of the NCB concept in the Netherlands carried out by Wageningen Environmental Research (WENR) supports the potential of NCBs to adapt and mitigate climate change impacts. The nature-based climate buffers that have been realised are great examples for the steps to be taken towards a climate-proof

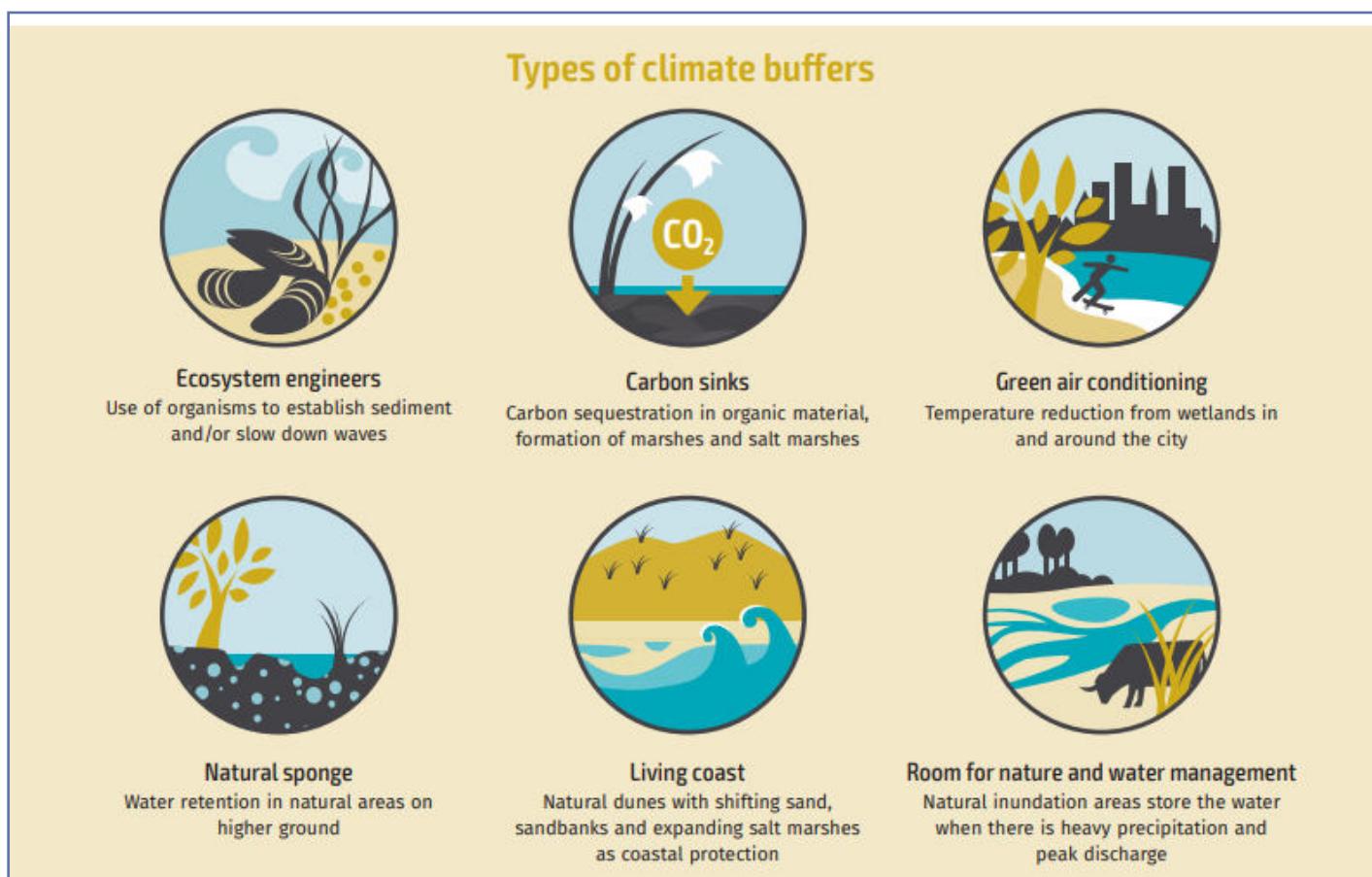


Figure 1. Types of Natural Climate Buffers (source: [The Dutch Coalition for Natural Climate Buffers](#)).

Netherlands. According to this evaluation, nature-based solutions like the NCBs contribute to climate resilience and support biodiversity. The main challenge for the coming years is to make the next step from successful local and regional initiatives towards an integrated plan at national level (Veraart et al., 2019a).

## EXAMPLES OF NATURAL CLIMATE BUFFERS

The Dutch Coalition for Natural Climate Buffers distinguishes six types of NCBs as shown in Fig.1.

Many NCB projects involve two or more types of climate buffering. For instance, by creating natural inundation areas to store water during

periods of heavy precipitation, these areas can also function as green air conditioning when located near or in cities.

An overview of ongoing and finished NCBs projects can be found at the [website of the Dutch Coalition for Natural Climate Buffers](#) (most of this website is only in Dutch, but some crucial information is summarized in [English factsheets](#)).

In the following paragraphs four NCB projects will be described to clarify the different types.

### The “Peazemerlannen” project

NCBs types: living coast, carbon sinks.

The living coast concept contributes to the protection of coastal areas against the rising sea level. This type of climate buffer

strengthens the primary flood defence through a natural design of the coast, such as dune formation with free-flowing sand and natural salt marshes and mud flats that slow down wave energy and silt up with the rising sea level. This approach is also referred to as bio-engineering. In some cases, this type of natural climate buffer also contributes to sequestering CO<sub>2</sub>. An example of strengthening the primary flood defence is a project in progress in the Province of Friesland, in the north of the Netherlands. The Peazemerlannen project consists of summer polders (flooded only during spring tides and heavy winter storms), salt marshes, dikes and mudflats. In the current situation, the summer polder only receives sea water and new sediment through the inlet of valve divers in the summer dike. As a result, sedimentation is slow and lags behind the sea level rise. The project includes connecting the summer polders to the tidal influence of the sea again by creating wider gaps in the summer dike resulting in the restoration of the salt marsh. Direct access to the sea allows the summer polder to silt up again with 10 mm/yr and grow with the rising sea level, strengthening the natural flood defence function of the salt marsh. In addition to the siltation, CO<sub>2</sub> is being sequestered by the salt marsh vegetation. Measurements showed that with 7 tons CO<sub>2</sub>-eq/ha/yr the CO<sub>2</sub> sequestration is comparable with the carbon sequestering capacity of fast growing North-western European forests. This project aims to collect specific knowledge about negative (erosion) and positive (siltation) items in the carbon balance in the area and the associated costs. The development of the vegetation is also

monitored and research is being carried out to assess how and how much vegetated foreshores can contribute to flood risk reduction.

The project contributes to the biodiversity by increasing the surface of the rare habitat of salt tidal marshlands. This habitat type was once widespread in the Netherlands but disappeared through embankments and its use for agriculture. Ecologically, salt marshes are important for specific plant species like marsh samphire (*Salicornia spp.*), sea aster (*Aster tripolium*) and insects depending on these plant species like the sea aster bee (*Colletes halophilus*). Salt marshes offer lots of food, space and hiding places for breeding birds like gulls, terns (*Sterna spp.*), redshanks an avocets and migratory birds like barnacle geese and different plover and sandpiper species (from [It Fryske Gea](#)).

### The “Onlanden“ project

NCBs types: natural sponge, room for nature and water, carbon sink.

The Onlanden is located in the north of the Netherlands, just south of the city of Groningen. A number of small rivers confluence just south of Groningen and transport their discharge through the city. Increasingly, Groningen suffered from flooding issues, which can be attributed to climate change and land and water engineering activities upstream in the river systems. To address this problem, large wetland areas have been created south of the city, in the valleys and downstream floodplains of these small rivers. This area is part of the Dutch National Ecological Network, which means that policies are aimed at increasing the

nature value.

The dominant soil type in the valleys is peat and, because the valleys were drained for agriculture, vast amounts of CO<sub>2</sub> were emitted. Rewetting and the creation of water retention, with space for 6 to 10 million m<sup>3</sup> of water, implied that modern agricultural use was impossible and the land had to be acquired by the regional authorities, who designated a total area of approximately 2.500 hectares as natural water retention area.

Already in 2012, the year of the project's completion, during a severe period of heavy rainfall, the water level in the city was 20-40 cm lower compared to the situation without the retention area downstream and saved the city from serious flooding problems.

Apart from reduced flooding problems in Groningen, additional benefits of the project are improved water quality downstream of the retention area and the creation of recreational facilities in the form of hiking and biking routes.

The impact on the release of greenhouse gasses is a matter of further research especially to what extent the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from the drained peat soils is offset by possible increased methane and NO<sub>2</sub> emissions but first cautious calculations from greenhouse gas flux measurements by Wageningen Environmental Research show a net positive climate impact compared with the former agricultural use of the area. (Veraart et al., 2019)

Since its redesignation, the area has developed into a beautiful nature reserve of about 2.500 hectares including lakes, fens, reed lands, meadows and alder forests,

resulting in the comeback of many protected plants and animals, especially marsh birds like egrets, bitterns, black-necked grebes, reed warblers, etc.

Some lessons learned from this project:

- Due to more extreme climate forecasts, the storage capacity must be increased by 5 million m<sup>3</sup> in order to further reduce the flood risks in Groningen. Water authorities prefer to increase the storage capacity of the existing climate buffer but nature protection organizations argue for creating extra storage capacity more upstream, which will increase the natural area and reduce CO<sub>2</sub>-emissions.
- Influx of nutrients from the agricultural lands outside of the valley are posing a threat to the development of the nature values. It is uncertain what impact this will have on the pace of succession.

### **The “Anserveld – Leisloot” project**

NCB type: natural sponge.

The Anserveld/Leisloot area (approximately 150 ha) is part of the National Park Dwingelderveld (approx. 4.000 ha) and the dominant habitats are wet and dry heathlands with a large amount of shallow fen lakes. The soil sub-layer consists of boulder clay and sand. Locally peat soil is present and after rewetting peat bog development is considered to be possible, provided that the groundwater table remains within 0.05 and 0.20 m –below surface.

The wet heathlands and fen lakes have suffered from the falling ground water tables for a long time, resulting in their poor condition. To turn the trend from ever falling water tables and desertification, around

2014 plans have been developed to retain the precipitation so that fen lakes are holding water and groundwater can be recharged.

Downstream of the Dwingelderveld the city of Meppel is located and water from the Dwingelderveld is flowing to Meppel via a network of small streams. These streams have all been canalised and straightened during large scale land consolidation projects in the 20<sup>th</sup> century. As a result, water discharge patterns have changed with increased peaks during periods of heavy rainfall and with no areas left where water can be (temporarily) stored.

The Anderveld – Leisloot project was developed to rewet the heathlands and fens while at the same time reducing flood risks in Meppel. The hydrological restoration works, now analised, include the building of weirs and damming of ditches that drain the heathland. These measures have led to rewetting of the heathland and to the recovery of wet soil layers and to increased water levels in the fen lakes. Excess water is discharged in a lower pace contributing to flood safety in Meppel (Veraart et al., 2019). The project had a positive impact on biodiversity through the increased surface of the habitat of wet heathland and increased and more stable water levels in the fen lakes.

### **The “Hunze” project**

NCBs types: natural sponge, room for nature and water, carbon sink.

This climate buffer project (approx. 785 ha) concerns a brook valley and consists of three sub-projects which were carried out

from 2010 to 2019. They are part of a long term programme to restore the approx. 40 km long formerly meandering regional river, which had been channelled and straightened during the 1950's as an important final part of the centuries-long reclamation of one of Europe's largest bog areas, the Bourtanger Moor. Since 1996 the Hunze's restoration was initiated and realized in small sections, like beads on a bead string. The three Hunze sub-projects belong to the last links of this chain. Besides nature development, peak water retention and water conservation are important goals. Before implementation of the proposed measures, the groundwater tables varied between 0.6 m and 1,2 m below surface during winter and 1,20 m below surface in the summer. The average water levels in both seasons are expected to increase by 0,55 m with the measures taken (Veraart et al., 2019).

The project positive impacts include a significant reduction of CO<sub>2</sub> emissions from the earlier drained peatlands through the rewetting of these soils. Biodiversity has increased through an increase of the grassland biodiversity, including the return of some rare butterflies, the resettlement of the quail, in the Netherlands a rare gallinaceous bird species of extensively managed grasslands. The implementation of the more downstream part of the Hunze climate buffer has resulted in the return of water insects like dragonflies, the use of the swampy floodplains by rare waterfowl and waders like avocets and great egrets, as well as new populations of the reintroduced beaver and otter (Van der Bilt et al., 2017).

Table 1. Overview of the impacts of three described NCB's and their contribution to national climate policies (Veraart et al., 2019a).

Criterium	Onlanden (2500ha)	Hunze (785 ha)	Anserveld/Leisloot (150 ha)
<b>Climate policy</b>			
Water storage (m <sup>3</sup> )	+ 5.600.000	+ 2.350.000	+ 250.000
Impact water quality	+	+	+
Δ reduction GHG (hypothesis)	15 - 60 kt jr <sup>-1</sup>	1.8 – 7.5 kt jr <sup>-1</sup>	Marginal
<b>Nature protection</b>			
New nature Restored habitat	1100 ha Fen marsh	250 ha River valley	200ha Wet heathland, living peatbog, acid fen lake
<b>Economical features</b>			
<i>Costs</i>			
Investment water storage (M€)	20	1.3	1.0
Additional investment (M€)	23	3.2	0.9
Total (M€)	43	4.5	1.9
Investment per hectare (€ ha <sup>-1</sup> )	17000	5700	12900
<i>Cost effectiveness</i>			
Water storage (€ m <sup>-3</sup> )	≈ 3.60 € m <sup>-3</sup>	≈ 1.90 € m <sup>-3</sup>	≈ 4.00 € m <sup>-3</sup>
<i>Benefits</i>			
CO <sub>2</sub> -eq storage (CO <sub>2</sub> -price 2019)	30-120 €ha <sup>-1</sup> jr <sup>-1</sup>	<30-120 €ha <sup>-1</sup> jr <sup>-1</sup>	marginal
Reduction water quantity problems	+	+	+
Water quality	+	+	0
Recreation	+	+	+
Drinking water	0	+	0

## IMPACT OF THREE ANALYSED NATURAL CLIMATE BUFFER PROJECTS

First of all, it is worthwhile to notice that the created NCBs are the result of intensive cross sectoral cooperation between water boards, nature protection organisations, provinces and municipalities.

Table 1, derived from Veraart et al. (2019a), presents a preliminary overview of the

contribution of three analysed NCB's to the national climate and biodiversity policies.

A substantial area of "new" nature has been added to the National Nature Network. Biodiversity has benefitted from the examples presented by recreating the basic conditions for the restoration of brook valley biodiversity (in the case of the Hunze project) wetland biodiversity (in the case of the Onlanden) and wet heathland

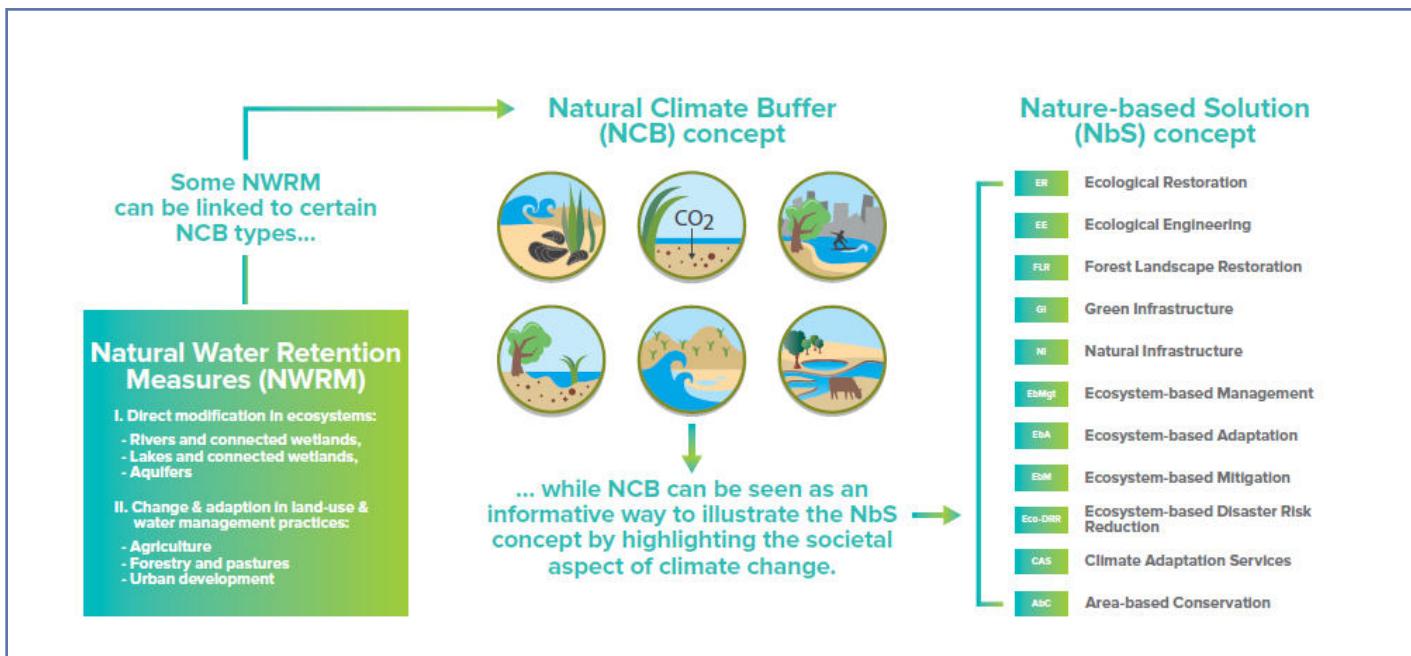


Figure 2. Relation between NCBs, NWRM and NBSs (source: [Eurosit](#)e).

and fen lake biodiversity (in the case of the Anserveld). It is too early to be able to draw conclusions about the impact on the related plant communities. However, the creation of the water retention in the projects had an immediate positive impact on bird populations.

The Onlanden and Anserveld projects have significantly reduced the flood threats for the cities of Groningen and Meppel respectively.

In the case of the Dwingelderveld the realised water retention concerned a substantial portion (>20%) of the total water storage needs of the water board involved.

In particular for the Onlanden, on the edges of the city of Groningen, new recreation facilities have been realised that offer residents direct access to the newly created wetlands via walking and cycling routes.

To assess the impact of the projects on groundwater levels, additional research needs to be carried out.

## THE RELATION BETWEEN NATURAL CLIMATE BUFFERS, NATURAL WATER RETENTION MEASURES AND NATURE BASED SOLUTIONS

Natural Climate Buffers have a strong link with Natural Water Retention Measures (NWRMs) as promoted by European Commission; some types of NCBs are in fact also NWRMs and vice versa. This counts especially for the NCB types "natural sponge" and "room for nature and water".

According to the EU, NWRMs are multi-functional measures that aim to protect and manage water resources using natural means and processes, therefore building up Green Infrastructure, for example, by restoring ecosystems and changing land use. NWRMs have the potential to provide multiple benefits, including flood risk reduction, water quality improvement, groundwater recharge and habitat improvement. As such, they can help

achieve the goals of key EU policies such as the Water Framework Directive (WFD), the Floods Directive (FD) and the Birds and Habitats Directives (European Commission, 2014).

NCBs are also linked with the Nature-based Solutions (NBSs) promoted by IUCN. Where NBSs focus on the protection, sustainable management and restoration of natural or modified ecosystems, NCBs look beyond ecosystems and aim to become included into the wider concept of land use and land use planning. However, both concepts take the landscape scale as their starting point and the guiding principles overlap to a great extent. NCBs encompass various types of NBSs, including Ecosystem Based Adaptation, Ecosystem Based Mitigation, Ecological Engineering and Ecosystem Based Disaster Risk Reduction.

## FUTURE PROSPECTS

Since its introduction, the concept of Natural Climate Buffers has gained increasing support from policy makers and practitioners in the field of water management and nature protection. Still, the concept is not an integral part of the national strategic planning for water and climate change adaptation, which results in a lack of coordination and financial support. Initial analyses and evaluation are however very promising as the concept integrates a number of issues in climate change and water management policies (Veraart et al., 2019b).

[Eurosit – the European Land Conservation Network](#) is actively promoting the NCB concept in other countries through its Wetlands and Climate Change working group.

For this reason, Eurositet organized three study tours in 2018 (the Netherlands), 2019 (Scotland) and 2021 (Ireland) in close cooperation with her local partners. The aim of these study tours is to introduce the principles of NCBs to practitioners and policy makers from across Europe and to exchange knowledge. Reports can be found on [Eurositet website](#), section Wetlands and Climate Change Working Group.

## REFERENCES

- Andriesse L.A., Akkerman G.J., van den Broek T., Vos P., Martens D.C.A.M., Stroeken P.F.A., Speets R., 2007. *Natuurlijke klimaatbuffers voor een klimaatbestendiger Nederland*. Royal Haskoning Netherlands.
- Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S. (eds.), 2016. *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. IUCN, Gland, Switzerland. xiii + 97pp.
- European Commission, 2014. *EU policy document on Natural Water Retention Measures* (Technical Report 2014-082). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg ii + 12pp.
- Hoefsloot G., van der Jagt H.A., van Duin W.E., 2020. *Blue Carbon in Nederlandse kwelders*. Kansen voor extra CO<sub>2</sub> vastlegging in kwelders. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-028. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Jagt, van der H.A., van Duin W.E., Hoefsloot G., 2020. *Blue Carbon in Peazemerlanden. Blue Carbon potentie bij verkweldering van*

een zomerpolder. Bureau Waardenburg Rapportnr.19-250. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Van der Bilt E., Boivin B., van der Meer S., Vegter U., de Vries G., 2017. *Het Hunzedal. Wedergeborte van een beekdallandschap.* Het Drentse Landschap, Assen.

Veraart J., Vertegaal P., Sterk M., Klosterman J., Janmaat R., Bos B., van Hattum T., van Bueren M., 2019a. [Natural climate buffers combine naturedevelopment with water storage and greenhouse gas capture](#). Water Matters 2019 (2).

Veraart J.A, Klosterman J.E.M., Sterk M., Janmaat M., Oosterwegel E., Van Buuren M., Van Hattum T., 2019b. *Nederland Inrichten met het Principe van Natuurlijke Klimaatbuffers; De Leerervaringen.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2975.

# UN SISTEMA AGROFORESTALE PER RIDURRE LE EMISSIONI E L'IMPATTO AMBIENTALE DELLA PRODUZIONE ZOOTECNICA

Tullia Calogiuri<sup>1</sup>, Giorgio Roberto Pelassa<sup>2</sup>, Marialucia Petilli<sup>3</sup>, Fabio Petrella<sup>4</sup>, Monica Bassanino<sup>5</sup>, Mariagrazia Coppola<sup>3</sup>

<sup>1</sup>collaboratrice IPLA S.p.A.

<sup>2</sup>Regione Piemonte - Settore Progettazione Strategica e GreenEconomy

<sup>3</sup>Alimenta S.r.l.

<sup>4</sup>IPLA S.p.A.

<sup>5</sup>Regione Piemonte - Settore Produzioni Agrarie e Zootecniche

**Abstract:** La Regione Piemonte finanzia una serie di misure mirate a ridurre le emissioni derivanti dal settore zootecnico e promuovere marchi per prodotti a ridotto impatto ambientale. In questo studio, un'azienda suinicola ha aderito alla misura PSR 8.1.1 "Imboschimento di superfici agricole e non agricole". Per tale azienda, Alimenta S.r.l. e IPLA S.p.a. stanno conducendo parallelamente un'analisi sugli impatti ambientali legati alla filiera e sui benefici derivanti da un sistema forestale utilizzando due strumenti complementari: il Life Cycle Assessment (LCA) e il modello Pressure-State-Response (PSR<sub>1</sub>). LCA si focalizza sul calcolo della CO<sub>2</sub>eq associata alla fase di allevamento dei suini, mentre il modello PSR<sub>1</sub> mira a valutare due servizi ecosistemici, lo stoccaggio di carbonio e la biodiversità.

**Parole chiave:** impianto forestale, Life Cycle Assessment, modello Pressure-State-Response, servizi ecosistemici.

**An agroforestry system to reduce emissions and the environmental impact of livestock production:** The Piedmont Region finances a series of measures aimed at reducing emissions from the livestock sector and promoting labels for products with reduced environmental impact. In this study, a pig farm participated in the PSR measure 8.1.1 "Afforestation of agricultural and non-agricultural areas". For this farm, Alimenta S.r.l. and IPLA S.p.a. are simultaneously conducting an analysis on the environmental impacts associated with the supply chain and on the benefits deriving from a forest system using two complementary tools: the Life Cycle Assessment (LCA) and the Pressure-State-Response model (PSR1). LCA focuses on calculating the CO<sub>2</sub>eq associated with the pig farming phase, while the PSR1 model aims to assess two ecosystem services, carbon storage and biodiversity.

**Key words:** forest system, Life Cycle Assessment, Pressure-State-Response model, ecosystem services.

## INTRODUZIONE

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017) in linea

con l'[Agenda 2030](#) per lo Sviluppo Sostenibile prevede che, per garantire la prosperità del Paese e la redditività alle attività agricole, occorre porre le basi per la creazione di un

nuovo modello economico, circolare, che garantisca il pieno sviluppo del potenziale umano e un più efficiente e responsabile uso delle risorse. A partire da questo assunto, e in coerenza con gli indirizzi regionali in materia di Clima e Servizi Ecosistemici, è stata sviluppata una nuova progettualità che ha come finalità la promozione di un modello di gestione sostenibile delle aziende zooteccniche. L'attività è promossa da Regione Piemonte che si avvale del supporto tecnico di IPLA S.p.a. e della collaborazione delle associazioni di categoria per il necessario raccordo con le aziende agricole oggetto di sperimentazione. Il progetto, approvato con DGR n. 4-2642 del 22.12.2020 - "Programma 2020-2022 di attività di interesse regionale in materia forestale, ambientale e agricola", finanziato con fondi regionali e con il sostegno del Programma di Sviluppo Rurale (PSR), apre un'interessante opportunità per avviare un percorso virtuoso verso prodotti zootechnici certificati e sostenibili. La produzione zootechnica, come tutte le filiere produttive, comporta determinati impatti dovuti a emissioni, produzione di rifiuti, consumi energetici ecc. Gli impatti ambientali associati alla filiera possono essere valutati attraverso la metodologia del Life Cycle Assessment (LCA). Questo strumento consente di selezionare gli impatti ambientali rilevanti per il prodotto oggetto di analisi come i cambiamenti climatici, espressi come Carbon Footprint o impronta di carbonio. L'unità di misura utilizzata nella quantificazione è la CO<sub>2</sub>e, dove "e" sta per equivalente e indica la conversione dei gas serra diversi dalla anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in quantità di CO<sub>2</sub> equivalenti attraverso l'utilizzo dei "potenziali di riscaldamento globali" (Global Warming Potential – GWP). L'impronta di carbonio del

sistema agro-zootecnico può essere migliorata con due tipologie di intervento: adottando soluzioni tecnico-organizzative in grado di ridurre le emissioni, e compensando parte delle emissioni residue con interventi di valenza ambientale e di valorizzazione dei servizi ecosistemici, che blocchino il carbonio nel suolo e nelle piante agendo direttamente sui terreni aziendali.

La valutazione LCA può essere oggetto di validazione da parte di Ente Terzo accreditato attraverso revisione critica dello studio. Le norme ISO di riferimento sono la 14040 e la ISO 14044. Esiste anche la possibilità di certificare la Carbon Footprint di prodotto secondo la ISO 14067, che consente anche di quantificare lo stoccaggio del carbonio nella biomassa legnosa che avviene nel processo di crescita delle piante. Tutte le tre fasi (calcolo dell'impronta di carbonio, riduzione delle emissioni, parziale compensazione delle emissioni residue) sono finanziabili tramite il Programma di Sviluppo Rurale nel periodo di transizione 2021-2022.

Alle attività finanziabili dal PSR, si affiancano altre attività di approfondimento e monitoraggio svolte da Regione Piemonte con il supporto di IPLA S.p.a. indirizzate alla misura degli effetti ambientali positivi, non solo in termini di bilancio emissivo, ma anche in materia di conservazione della biodiversità attraverso l'utilizzo del modello Pressure-State-Response (PSR<sub>1</sub>) (OECD, 1993; FAO, 2020). Tali operazioni sono finalizzate a definire delle procedure regionali per il riconoscimento dei benefici ambientali ottenuti anche in chiave ecosistemica.

## **UNA AZIENDA MODELLO PER UNA AGRICOLTURA PIÙ SOSTENIBILE**

Gli allevamenti dell'azienda agricola oggetto

di questo studio e i relativi terreni si trovano nel comune di Villafalletto in provincia di Cuneo. Complessivamente, quest'azienda consiste in un allevamento intensivo suinicolo a ciclo semi-aperto che prevede la produzione di circa 7000 suinetti all'anno. L'azienda è stata istituita nel 1975 e l'allevamento è cresciuto affiancato dalla coltivazione prevalentemente di mais (40% del terreno) fino al 2018. Dal 2018, la coltivazione di mais è stata ridotta per fare spazio alla rotazione di più cereali (orzo e grano). Oltre alle coltivazioni di cereali, sono anche stati seminati alcuni prati polifiti. Per quanto riguarda le tecniche di lavorazione del terreno, interramento e minima lavorazione vengono effettuati sui cereali. Nell'allevamento non vengono utilizzati mangimi contenenti organismi geneticamente modificati (OGM), né antibiotici nei 120 giorni precedenti la macellazione e non vengono effettuate amputazioni delle code dei suini. I mangimi vengono prodotti in situ e lo spandimento parziale dei liquami viene effettuato sui terreni posseduti dall'azienda. Inoltre, all'interno dell'allevamento, è stato installato un sistema *vacuum system* per l'allontanamento dei reflui zootecnici. Questo sistema comporta una riduzione delle emissioni di ammoniaca del 25% circa rispetto alle normali fosse di stoccaggio.

Pertanto, sulla base della gestione attuale, quest'azienda ha già iniziato una trasformazione verso un'agricoltura più sostenibile. Per favorire questo processo, l'azienda ha inoltre deciso di aderire alla misura 8.1.1 "Imboschimento di superfici agricole e non agricole" all'interno del bando PSR 2014-2020 della Regione Piemonte. A tal fine, l'azienda dedicherà 8 ettari dei 100 di superficie totale suddivisi in 8 appezzamenti, alla crescita di un'area forestale che verrà

stabilita in autunno 2021. Le specie arboree e arbustive che andranno a costituire quest'impianto appartengono a specie autoctone selezionate perché idonee alla stazione e alle condizioni climatiche della zona. L'obiettivo è quello di compensare le emissioni di gas serra provenienti dal settore agricolo, con conseguenti effetti benefici su stoccaggio di carbonio e non solo. Infatti, l'introduzione di specie vegetali autoctone mira a migliorare la biodiversità e rientra nei canoni per il rispetto del paesaggio. Inoltre, l'introduzione di un impianto forestale può portare a un miglioramento della connettività ecologica a livello locale, permettendo la connessione, all'interno di un contesto agricolo, con siepi, filari e fasce inerbite senza sfalcio già presenti in prossimità dei campi dove verranno messi a dimora gli alberi.

## LO STUDIO LCA PER L'IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI E LA CERTIFICAZIONE DI UN PRODOTTO A IMPATTO RIDOTTO

Il consumo di carne è sempre di più oggetto di attenzioni legate a ragioni ambientali: oltre la metà dell'impatto complessivo di carni e salumi deriva dalla gestione degli allevamenti (in particolare fermentazioni enteriche e gestione delle deiezioni) e dalla coltivazione delle materie prime destinate all'alimentazione degli animali. Per l'azienda in questione è in corso la quantificazione degli impatti associati alla filiera dalla fase di coltivazione alla vendita del suino che ha raggiunto i 169 kg circa. Nei confini dell'analisi non è inclusa la fase di macellazione. A supportare l'azienda in questo percorso di calcolo è la società di consulenza Alimenta S.r.l., con sede a Bologna, specializzata nella consulenza alle imprese operanti nel settore agroalimentare. La metodologia per il calcolo degli impatti

utilizzata è l'analisi del ciclo di vita con metodologia LCA. Lo studio LCA restituisce un'analisi dettagliata degli impatti lungo la filiera di produzione aiutando gli operatori a individuare le fasi che contribuiscono in misura maggiore agli impatti complessivi. Le norme di riferimento per il Life Cycle Assessment utilizzate fanno parte della serie delle ISO 14000 e in particolare della famiglia delle norme orientate ai prodotti della serie ISO 14040:

- la UNI EN ISO 14040:2021 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento;
- la UNI EN ISO 14044:2021 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.

La prima di carattere più generale riporta i principi e descrive la struttura di una LCA, la seconda, di carattere più operativo, è il principale supporto per l'applicazione pratica di uno studio di ciclo di vita.

Inoltre, sono state utilizzate due Product Category Rules (PCR), ovvero documenti ufficiali dove vengono riportate le regole per l'implementazione dello studio LCA relativamente ad una determinata categoria di prodotto. Per la filiera del suino sono state consultate le seguenti PCR:

- PCR 2020:07 Arable and vegetable crops, Product Category Classification: UN CPC 011, 012, 014,017,0191, vs. 1.0, valid until: 2024-12-07, per la fase di produzione dei foraggi;
- PCR 2021:11 Meat of mammals, Product Group Classification: UN CPC 2111,2113, vs. 3.11, valid until: 2022-02-22, per la fase di allevamento del suino.

Entrambe sono disponibili pubblicamente sul sito [Environmental Product Declaration \(EPD\) System](#) in forma approvata.

L'analisi di sostenibilità, implementata con metodologia LCA, si articola in quattro fasi (Figura 1):

- *Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione* - definisce lo scopo per il quale viene svolto lo studio di LCA, scegliendo un'opportuna unità funzionale per il caso in esame e identificando i confini di sistema entro i quali viene svolto lo studio. Per quest'azienda, l'obiettivo dello studio è quantificare le emissioni di CO<sub>2</sub>eq (anidride carbonica equivalente) associate al ciclo di vita del suino pesante. A tal fine l'unità funzionale selezionata, rispetto alla quale saranno presentati i risultati, è un suino pesante del peso medio di circa 169 kg. I confini del sistema sono del tipo "dalla culla al cancello" dell'azienda, ovvero dalla fase di coltivazione dei foraggi impiegati per l'alimentazione dei suini al trasporto di questi al macello una volta raggiunto il peso idoneo alla macellazione.
- *Analisi dell'inventario* - definisce i flussi di energia e di materie entranti nel sistema e i flussi di energia e materia che vengono emessi nell'ambiente esterno al sistema. L'inventario ha carattere quali-quantitativo. Per la fase di allevamento dei suini sono state raccolte informazioni su numero di capi allevati, dieta degli animali, consumi idrici ed energetici, gestione delle deiezioni, gestione dei rifiuti. Per la fase di coltivazione dei foraggi sono state individuate le colture autoprodotte (mais, grano ed orzo) e per ciascuna di esse sono state raccolte informazioni su superficie coltivata, resa, operazioni culturali, consumi idrici e di gasolio, input agricoli (fertilizzanti e fitosanitari), rifiuti e gestione degli scarti di lavorazione.
- *Valutazione dell'impatto* - che include:

categorie di impatto, classificazione (ossia l'assegnazione dei risultati di analisi dell'inventario alle categorie d'impatto) e caratterizzazione (calcolo dei risultati degli indicatori di categoria). In questa fase viene quantificato il contributo della filiera del suino pesante all'emissione in atmosfera di gas climalteranti, espresso in kg CO<sub>2</sub>eq. La metodologia utilizzata per il calcolo, e disponibile sul software di analisi, è l'IPCC 2013 GWP 100 anni versione 1.03.

- *Interpretazione dei risultati* - i risultati ottenuti nelle precedenti fasi di analisi di inventario e di valutazione degli impatti vengono collegati tra loro al fine di trarne conclusioni sugli impatti da monitorare. Il fine ultimo di questa fase è di individuare quali sono gli elementi che contribuiscono in misura maggiore all'impatto complessivo associato alla filiera e di valutarne l'eventuale riduzione in seguito agli interventi progettuali.

## IL MODELLO PSR<sub>1</sub> E LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI DI STOCAGGIO DI CARBONIO E BIODIVERSITÀ

Il PSR<sub>1</sub> è un modello riconosciuto dalla Food and Agriculture Organisation (FAO) ed è stato largamente utilizzato da paesi membri dell'Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) per valutazioni sullo stato dell'ambiente e la formulazione di

opportuni indicatori ambientali (FAO, 2020). Questo modello mira a collegare le pressioni sull'ambiente come risultato delle attività umane, i cambiamenti nello stato dell'ambiente stesso e le risposte a questi cambiamenti derivante dai tentativi della società di rilasciare tali pressioni e ricostituire la risorsa naturale (OECD, 1993). Il funzionamento di questo modello si basa sulla formulazione di una serie di indicatori appartenenti alle tre classi di pressione, stato e risposta. Attraverso questi indicatori e opportuni raccolta dati e monitoraggio, gli scambi tra pressione, stato e risposta creano un meccanismo di feedback che permette di valutare quanto le azioni attuate da agenti ambientali ed economici (es. agricoltori, governi, organizzazioni ambientali, associazioni di categoria) possano avere un effetto nel rilascio delle pressioni esercitate, e dunque ottenere un miglioramento nello stato dell'ambiente (OECD, 1993).

Pertanto, il modello PSR<sub>1</sub> risulta essere uno strumento utile nel valutare quanto, a esempio, il cambio di gestione all'interno di un'azienda agricola possa avere un effetto positivo e di che entità sugli stock di carbonio (C) e la compensazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Nell'analisi incentrata sull'azienda oggetto dello studio, il modello PSR<sub>1</sub> è stato applicato a opera di IPLA S.p.A. specificamente per valutare l'effetto che

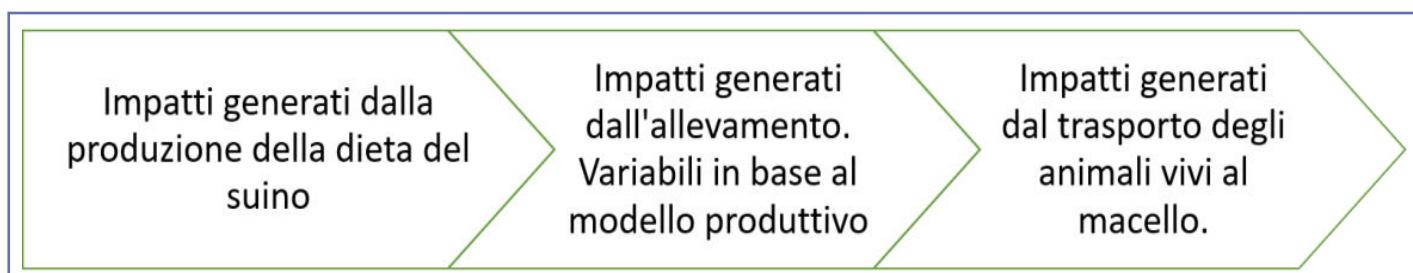


Figura 1. Valutazione Life Cycle Assessment per la valutazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla produzione zootecnica suinicola (fonte: Alimenta S.r.l.).

l'introduzione di un impianto forestale all'interno di un'azienda suinicola possa avere su due servizi ecosistemici fondamentali, lo stoccaggio di carbonio e la biodiversità, considerando non solo l'aspetto ambientale ma anche quello sociale.

A questo scopo, sono stati formulati una serie di indicatori specifici per inquadrare l'area considerata all'interno di un contesto ambientale non solo relativo ai due servizi ecosistemici menzionati, ma anche ad altre tematiche come il rischio di acidificazione, contaminazione ed eutrofizzazione. Per quanto riguarda gli indicatori di pressione, questi sono stati selezionati focalizzandosi sul tipo di gestione dell'azienda, spaziando dal tipo e quantità di fertilizzanti utilizzati ai metodi di irrigazione e al sistema di allevamento dei suini, che risultano essere informazioni comuni allo studio LCA. Gli indicatori di stato hanno riguardato principalmente il contenuto di carbonio e la fauna del suolo. Al di là di questi indicatori, che si relazionano direttamente ai due servizi ecosistemici di stoccaggio di carbonio e biodiversità, indicatori di stato relativi al livello di pH, di metalli pesanti e di nutrienti nel suolo sono stati selezionati, per inserire l'azienda in un contesto ambientale più ampio. Gli indicatori di risposta, d'altra parte, hanno incluso principalmente cambi di gestione dell'azienda (includendo cambi di filiera, di uso del suolo e di profitto), modifiche nella multifunzionalità dell'azienda e l'evoluzione delle preferenze del consumatore.

Per la raccolta dati, per quanto riguarda gli indicatori di pressione, le informazioni relative a questi indicatori sono state ottenute attraverso comunicazione diretta con il proprietario dell'azienda e tramite condivisione dei dati con Alimenta S.r.l. A

proposito degli indicatori di stato, campioni sono stati collezionati in marzo 2021 nei siti dove verrà istituito l'impianto forestale al fine di valutare la situazione 0 di partenza. In ogni appezzamento sono stati fatti 3 campionamenti: uno per la qualità biologica del suolo (QBS-ar), uno per l'indice di fertilità biologica (IBF) e uno per carbonio, nutrienti, metalli pesanti e pH. Tutti i campioni, di dimensioni cubiche di 10 cm di lato, sono stati prelevati ad una profondità compresa tra 0 e 20 cm attraverso il prelievo di zolle di terreno, prive di cotico erboso, per il campione destinato all'analisi del QBS-ar, seguendo il metodo Parisi (Parisi et al., 2005). Inoltre, in uno degli appezzamenti è stata eseguito un campionamento a croce per misurare il carbonio organico a una profondità di 0-10 cm e sono stati prelevati campioni in doppio per la misura della *bulk density* a profondità di 0-5, 5-10 e 10-15 cm (Figura 2).



Figura 2. Prelievo dei campioni per la *bulk density* e campionamento a croce (foto di T. Calogliuri).

Sulla base degli indicatori selezionati, i campioni sono stati conseguentemente analizzati nel laboratorio dell'IPLA S.p.a. per i seguenti parametri: QBS-ar, IBF, sostanza organica, carbonio organico, azoto, fosforo, potassio, magnesio, calcio, metalli pesanti (rame e zinco), capacità di scambio cationico,

pH e calcare totale. Tale analisi sono state eseguite secondo gli opportuni protocolli dettati dal D.M. del 13 settembre 1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". Ciò è stato fatto al fine di valutare la situazione di partenza dell'azienda nei diversi appezzamenti che da seminativo verranno convertiti a bosco.

Nello specifico, per quanto riguarda i due indici QBS-ar e IBF, adeguate metodologie sono state seguite per il loro calcolo. Nel caso del QBS-ar, questo rappresenta un indice adatto a rappresentare il livello di biodiversità nel suolo, e conseguentemente di fertilità. Tale indice è applicato ai microartropodi e viene calcolato partendo dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, viene definito il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di essi attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici (Parisi, 2001). A ciascuna delle forme viene attribuito un punteggio che varia tra 1 e 20. A valori più bassi corrispondono specie con un minor adattamento, a valori più alti specie con un maggior adattamento. Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità. A specifici valori dell'indice corrispondono diverse classi di qualità biologica, che sono in tutto 7 e vanno da un minimo di 0 (solo gruppi epigei, nessuna forma di vita veramente stanziale nel suolo) a un massimo di 7 (almeno 3 forme eudafiche) (Parisi 2001; D'Avino, 2002).

Per quanto riguarda l'IBF, questo è anche un indice che rappresenta la fertilità del suolo e viene calcolato attraverso la misurazione di parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso, come il contenuto di carbonio organico totale, il contenuto di carbonio

organico ascrivibile alla biomassa e la velocità di respirazione della biomassa (Benedetti et al., 2006). Questi tre parametri permettono il calcolo di alcuni indici, quali la respirazione basale, il quoziente metabolico e il quoziente di mineralizzazione. A ciascun parametro si attribuisce un punteggio in funzione di un determinato valore. Sommando poi tali valori si raggiunge un punteggio totale che determina la classe di fertilità biologica (Benedetti et al., 2006).

Campione	Valore QBS-ar	Classe QBS-ar	Classe indice biodiversità (QBS-ar)
GAST0001	20	1	Insufficiente
GAST0002	45	3/2	Sufficiente/discreto
GAST0003	70	3	Discreto
GAST0004	50	3/2	Sufficiente/discreto
GAST0005	50	3/2	Sufficiente/discreto
GAST0006	45	1	Insufficiente
GAST0007	40	1	Insufficiente
GAST0008	35	1	Insufficiente

Tabella 1. Risultati delle analisi dell'Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS-ar) per i campioni di suolo prelevati negli 8 appezzamenti dove verrà stabilito l'impianto forestale (fonte: elaborazione degli Autori).

I risultati preliminari delle analisi eseguite sono riportati in Tabella 1 dove è possibile osservare che 4 appezzamenti presentano valori del QBS pari a 1, mentre gli altri 4 valori pari a 3/2 e 3. In questo caso, valori più bassi di QBS-ar sembrano corrispondere agli appezzamenti dove il suolo presenta una quantità maggiore di sabbia rispetto alle altre frazioni, e pertanto una minore umidità. Infatti, è possibile che, visto il ridotto contenuto idrico, la fauna del suolo preferisca suoli con maggiori livelli di umidità (Tsiafouli et al., 2005; Kardol et al., 2011). In ogni caso, si

tratta di valori di QBS-ar relativamente bassi per tutti gli appezzamenti e questo può essere una conseguenza del fatto che si tratta di campi coltivati (Menta et al., 2015). Infatti, le tecniche agricole riducono la biodiversità attraverso cambiamenti nelle condizioni fisico-chimiche del suolo, creando un ambiente più sfavorevole rispetto ad aree non gestite (Ponge et al., 2013).

Campione	Punteggio	Classe di fertilità biologica	Giudizio di fertilità biologica
GAST0001	20	IV	Buona
GAST0002	22	IV	Buona
GAST0003	19	IV	Buona
GAST0004	20	IV	Buona
GAST0005	20	IV	Buona
GAST0006	17	III	Media
GAST0007	22	IV	Buona
GAST0008	23	IV	Buona

Tabella 2. Risultati delle analisi dell'Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF) per i campioni di suolo prelevati negli 8 appezzamenti dove verrà stabilito l'impianto forestale (fonte: elaborazione degli Autori).

In Tabella 2 è possibile osservare che 7 degli 8 appezzamenti presentano una fertilità biologica in classe "buona", mentre solo uno ha una fertilità biologica in classe "media". Valori relativamente alti per l'IBF possono essere spiegati con gli effetti dello spandimento di liquami sui propri campi da parte dell'azienda. Questo processo apporta sostanza organica, e quindi carbonio, al suolo, che costituisce un nutrimento per gli organismi che lo abitano, favorendo la crescita microbica e i processi di mineralizzazione (Hernández et al., 2007; Yagüe et al., 2012). In ogni caso, i valori del QBS-ar e dell'IBF non sono in linea tra loro nei vari appezzamenti, e questo può essere dovuto alla compattazione del suolo dovuta al passaggio di macchinari, alla diversa tessitura dei suoli o allo spandimento dei liquami e

conseguente qualità del carbonio. Comunque, dal momento che entrambi i parametri sono stagionali, un ulteriore campionamento dovrà essere effettuato in autunno per avere un quadro più completo.

Osservando gli altri parametri analizzati e riportati in Tabella 3, è possibile notare che in tutti gli appezzamenti si può riscontrare un contenuto relativamente buono di sostanza organica e di carbonio, con valori minimi, rispettivamente, di 2.51% e 1.46% e massimi di 4.97% e 2.89%. I valori di azoto cambiano leggermente tra i diversi appezzamenti, variando da un minimo di 0.20% a un massimo di 0.32%, mentre i valori della C/N sono un diretto risultato di variazioni nel contenuto di carbonio e di azoto. Per quanto riguarda il pH, si possono osservare alcune differenze tra i diversi appezzamenti, probabilmente dovuti al tipo di suolo. Infatti, i due campioni con i pH più elevati (pH=7.4), sono stati prelevati su un suolo fase Ciocca ([Carta dei Suoli PLA](#)), che è un suolo di formazione recente caratterizzato dalla presenza di più carbonato di calcio e da una reazione neutra o più subacida rispetto all'altro tipo di suolo. Infatti, il suolo su cui sono stati effettuati gli altri campionamenti

Campione	S.O. %	C.O. %	N tot %	C/N	pH H <sub>2</sub> O
GAST0001	2.90	1.68	0.28	6.0	6.3
GAST0002	2.79	1.62	0.20	8.1	5.4
GAST0003	3.04	1.77	0.32	5.5	5.8
GAST0004	4.75	2.76	0.23	12.0	7.1
GAST0005	2.51	1.46	0.23	6.4	6.1
GAST0006	2.86	1.67	0.32	5.2	7.4
GAST0007	2.61	1.51	0.24	6.3	7.4
GAST0008	4.97	2.89	0.32	9.0	6.8

Tabella 3. Risultati analisi per i campioni di suolo degli 8 appezzamenti dove verrà stabilito l'impianto forestale. S.O.= sostanza organica, C.O.= carbonio organico, Ntot = azoto totale, C/N = rapporto carbonio-azoto, pH H<sub>2</sub>O = pH misurato in acqua (fonte: elaborazione degli Autori).

corrisponde al suolo fase Pratavecchia ([Carta dei Suoli IPLA](#)), caratterizzato da una reazione subacida e da un naturale processo di lisciviazione. Inoltre, le differenze nei valori di pH, oltre che al tipo di suolo, potrebbero essere accentuate dallo spandimento di liquami (Oliveira et al., 2014). Il resto delle analisi per i parametri analizzati è in fase di elaborazione. Dai risultati mostrati, è interessante notare come diversi appezzamenti presentino valori iniziali differenti per il QBS-ar e simili per l'IBF, con parametri di base diversi come C/N e pH. Con lo sviluppo del bosco, ci si aspetta infatti di notare delle differenze nell'evoluzione dei valori di questi indici, specialmente per il QBS-ar, dal momento che questo indice viene calcolato con le stesse specie di microartropodi ma con una base differente per valori di C/N e di pH nei vari appezzamenti. In ogni caso, ci si attende che i valori del QBS-ar aumentino con la messa a dimora degli alberi, grazie a una minor lavorazione del terreno e alla creazione di un ecosistema più naturale e biodiverso (Menta et al., 2018).

I risultati riportati rappresentano la situazione di partenza dell'azienda dalla quale si svilupperà l'impianto forestale. È stato stimato che l'impianto forestale, una volta messo a dimora, stoccherà 45 t CO<sub>2</sub>/ha/anno, derivanti dalla biomassa epigea, ma se si considerassero anche le altre componenti ecosistemiche e soprattutto il suolo, l'incremento annuo potrebbe raddoppiare; in ogni caso, al fine di valutare i cambiamenti derivanti dalla istituzione di un ecosistema bosco su campi agricoli, è previsto un monitoraggio di cinque anni per tracciarne il progresso. Durante questo periodo, si effettuerà un campionamento ogni anno per la biodiversità e il livello di nutrienti, di acidità e di metalli

pesanti del suolo. In particolare, essendo il QBS-ar un indice stagionale, ogni anno verrà alternata la stagionalità del relativo campionamento. I prelievi di campioni per l'IBF e il carbonio organico proseguiranno parallelamente e verranno effettuati al III e al V anno del monitoraggio. Inoltre, al di là di seguire i miglioramenti ambientali determinati dall'impianto forestale, verranno considerati anche quelli sociali attraverso un'analisi di multimaterialità (I anno), dell'evoluzione delle preferenze del consumatore (I, III e V anno), della qualità del prodotto e del possibile cambio di filiera (I, III e V anno).

## CONCLUSIONI

Gli strumenti utilizzati in questo studio, quali l'LCA e il modello PSR<sub>1</sub>, risultano essere complementari. Infatti, se da un lato la metodologia LCA consente di calcolare le emissioni di CO<sub>2</sub> associate alla filiera del suino, dall'altro il modello PSR<sub>1</sub> consente di valutare i benefici risultanti da tale misura in termini di servizi ecosistemici, quali stocaggio di carbonio e biodiversità. In aggiunta, grazie all'affiancamento di queste due metodologie che si focalizzano sul carbonio, sarà possibile ottenere un quadro completo da un punto di vista aziendale-ambientale degli impatti e sinergie derivanti dall'introduzione di una foresta. La considerazione di tutti questi aspetti consentirà inoltre di valutare gli effetti sui tre comparti di un ecosistema che risultano essere fondamentali per molteplici benefici, quali atmosfera, suolo e biomassa. Dunque, l'affiancamento dei metodi adoperati risulta essere una fruttuosa combinazione per esplorare le potenzialità dell'introduzione di un sistema forestale e di altre misure che possono portare a una migliore qualità ambientale e a un'agricoltura più sostenibile.

## BIBLIOGRAFIA

Benedetti A., Dell'Abate M.T., Mocali S., Pompili L., 2006. *Indicatori microbiologici e biochimici della qualità del suolo*. In: ATLAS - Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Osservatorio Nazionale Podologico. Edizioni Delta Grafica, Città di Castello (Perugia), cap.5, pp.65-81.

D'Avino L., 2002. *Esposizione del metodo di Vittorio Parisi per la valutazione della Qualità Biologica del Suolo (QBS) e proposta di standardizzazione delle procedure*. Museo di Storia Naturale dell'Università di Parma. CD ROM - Parma, gennaio 2002.

FAO, 2020. [Biodiversity and the livestock sector – Guidelines for quantitative assessment – Version 1](#). Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP).

Hernández D., Fernández J.M., Plaza C., Polo A., 2007. [Water-soluble organic matter and biological activity of a degraded soil amended with pig slurry](#). Science of the total environment, 378(1-2), 101-103.

Kardol P., Reynolds W.N., Norby R.J., Classen A.T., 2011. [Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure](#). Applied Soil Ecology, 47 (1), 37-44.

Menta C., Tagliapietra A., Caoduro G., Zanetti A., Pinto S., 2015. [Ibs-Bf and Qbs-Ar comparison: Two quantitative indices based on soil fauna community](#). EC Agriculture, 2(5), 427-439.

Menta C., Conti F.D., Pinto S., Bodini A. (2018). [Soil Biological Quality index \(QBS-ar\): 15 years of application at global scale](#). Ecological Indicators, 85, 773-780.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017. [Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile](#).

OECD, 1993. *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment*. OECD, Paris. 35 p.

Oliveira D.A.D., Pinheiro A., Veiga, M.D., 2014. [Effects of pig slurry application on soil physical and chemical properties and glyphosate mobility](#). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38(5), 1421-1431.

Parisi V., 2001. La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi. Acta Naturalia de L'Ateneo Parmense 37, 97–106.

Parisi V., Menta C., Gardi C., Jacomini C., Mozzanica E., 2005. [Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy](#). Agriculture, ecosystems & environment, 105(1-2), pp.323-333.

Ponge J.F., Pérès G., Guernion M., Ruiz-Camacho N., Cortet J., Pernin C., Villenave C., Chaussod R., Martin-Laurent F., Bispo A., Cluzeau, D., 2013. [The impact of agricultural practices on soil biota: a regional study](#). Soil Biology and Biochemistry, 67, 271-284.

Tsiafouli M.A., Kallimanis A.S., Katana E., Stamou G.P., Sgardelis S.P., 2005. [Responses of soil microarthropods to experimental short-term manipulations of soil moisture](#). Applied Soil Ecology, 29(1), 17-26.

Yagüe M.R., Bosch-Serra À.D., Antúnez M., Boixadera J., 2012. [Pig slurry and mineral fertilization strategies' effects on soil quality: Macroaggregate stability and organic matter fractions](#). Science of the Total Environment, 438, 218-224.

# IL RUOLO DELLE NBS NELLE BUONE PRATICHE DI ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO DEL BACINO ADRIATICO

Ante Ivčević<sup>1, 2</sup>, Daria Povh Škugor<sup>1</sup>, Ivan Sekovski<sup>1</sup>, Željka Škaričić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP/RAC), UN Environment Programme/Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP), Split, Croatia

<sup>2</sup> Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille, France

**Abstract:** *Le soluzioni basate sulla natura, nature-based solutions, (NBS), come le infrastrutture verdi e blu, il ripristino ambientale o la gestione integrata delle zone costiere, sono concetti associati alla gestione del rischio e alla mitigazione del cambiamento climatico che hanno acquisito maggiore visibilità e sono stati promossi nel quadro del recente dibattito scientifico e politico. Per questo motivo, il progetto Adriadapt si propone di sostenere la capacità di resilienza regionale sviluppando le conoscenze necessarie per identificare le migliori opzioni di adattamento climatico. Tra gli obiettivi del progetto figura la creazione di una piattaforma di conoscenze per la regione adriatica. Al fine di confermare l'utilità delle NBS per l'adattamento al cambiamento climatico vengono presentati due esempi di buone pratiche: l'area del cordone dunoso a sud della foce del torrente Bevano (Lido di Classe, Ravenna) e il piano costiero della provincia di Šibenik-Knin (Sebenico e Tenin) nella Dalmazia centrale, Croazia. Il primo rappresenta la NBS finalizzata al ripristino dell'ecosistema, mentre il secondo la NBS volta al miglioramento della gestione costiera, sia per un migliore uso del territorio che per lo sviluppo sostenibile della costa.*

**Parole chiave:** Adattamento ai cambiamenti climatici, pianificazione territoriale, ripristino ambientale, gestione integrata delle zone costiere.

## ***The role of NBS in good climate change adaptation practices in the Adriatic basin***

Nature-based solutions (NBS), such as green and blue infrastructure, environmental restoration or integrated coastal zone management, are associated with risk management and climate change mitigation, which have gained more visibility and been promoted in recent scientific and political discourse. For this reason, the Adriadapt project aims at supporting the building of regional resilience by developing the knowledge needed to identify climate adaptation options. The objectives of the project include the creation of a knowledge platform for the Adriatic region. Two examples of good practices from the Adriatic basin are presented in order to confirm the usefulness of NBS in climate change adaptation. The first example, in the area of the dune cordon south of the mouth of the Torrente Bevano (Lido di Classe, Ravenna), shows how NBS can be used to recover the dune ecosystem. The second example, in the Šibenik-Knin province coastal plan in central Dalmatia, Croatia, shows how the NBS can be effectively used in coastal management, both to improve the land use and the sustainable development of the coast.

**Key words:** Climate change adaptation, spatial planning, environmental restoration, integrated coastal zone management.

## INTRODUZIONE

La Commissione europea definisce le soluzioni basate sulla natura, *nature-based solutions*, (NBS) come “soluzioni ispirate alla natura e da essa supportate, che sono convenienti, forniscono al contempo benefici ambientali, sociali ed economici e contribuiscono a costruire resilienza. Tali soluzioni apportano una presenza maggiore, e più diversificata, della natura nonché delle caratteristiche e dei processi naturali nelle città e nei paesaggi terrestri e marini, tramite interventi sistematici adattati localmente ed efficienti sotto il profilo delle risorse”. Le NBS, come le infrastrutture verdi e blu, il ripristino ambientale o la gestione integrata delle zone costiere, sono concetti associati alla gestione del rischio e alla mitigazione del cambiamento climatico che hanno acquisito maggiore visibilità e sono stati promossi nel recente dibattito scientifico e politico (UNDRR, 2020; Ivčević et al., 2020). Esse sono state introdotte alla fine degli anni 2000 dalla Banca Mondiale come approccio a sostegno delle metodologie basate sugli ecosistemi per affrontare il crescente rischio di disastri e la vulnerabilità al cambiamento climatico. Da allora, il Sendai Framework, l'Accordo di Parigi e l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN), tra gli altri, hanno posto l'accento sulle NBS quale strategia chiave per la riduzione del rischio di disastri e l'adattamento al cambiamento climatico (Dhyani et al., 2020). Il concetto di NBS è oggi considerato ovvio o comprensibile per gli scienziati, ma non necessariamente per le persone comuni (Cohen-Shacham et al., 2016). Da un lato, le NBS potrebbero essere considerate un esempio di

informazione scientifica divulgata alla popolazione seguendo un approccio top-down con lo scopo di far sì che le informazioni ricevute entrino a far parte della vita quotidiana delle persone per ridurre il rischio di catastrofi. Dall'altro, si potrebbe anche affermare che il concetto di soluzioni naturali, o soluzioni basate sulla natura, è un'idea nota da tempo a una pluralità di persone che è stata ora riformulata e ribattezzata con l'acronimo NBS, aprendo così la strada all'ideazione di nuovi tipi di NBS prodotte dall'uomo seguendo un approccio bottom-up. L'IUCN pone inoltre l'accento sull'agire definendo le NBS come “azioni per affrontare le sfide sociali attraverso la protezione, la gestione sostenibile e il ripristino degli ecosistemi, a vantaggio sia della biodiversità che del benessere umano”. Sebbene possano ancora essere considerate concetti poco chiari (Nature Editoriale, 2017), le NBS abbracciano i principi di conservazione della natura, sono determinate dai contesti specifici del sito e possono essere implementate da sole o in modo integrato con altre soluzioni alle sfide sociali, verdi o grigie. Inoltre, esse sono applicate con successo alle aree costiere dove la minaccia dell'erosione e delle inondazioni lungo le coste richiede soluzioni innovative per ridurre la vulnerabilità delle comunità costiere in un futuro sempre più incerto (Narayan et al., 2016; Morris et al., 2018). Infine, il concetto di NBS, attraverso il suo approccio integrato, offre opportunità di ricerca transdisciplinari rispetto all'implementazione di soluzioni basate sulla natura e deve essere sviluppato tenendo conto dell'esperienza di tutte le parti interessate in modo che le soluzioni

contribuiscono a realizzare tutte le dimensioni della sostenibilità (Eggermont et al., 2015; Nessimöller et al., 2017; McQuaid et al., 2021).

## METODOLOGIA

Al fine di elaborare buone pratiche di adattamento ai cambiamenti climatici nel bacino adriatico, nel quadro del progetto Interreg Italia – Croazia [Adriadapt](#), sono stati analizzati diversi gruppi di NBS. Tali NBS possono essere classificate sulla base di specifiche sfide sociali (Cohen-Shacham et al., 2016) ovvero sulla base della tipologia che le caratterizza considerando la quantità di ingegneria applicata alla biodiversità e agli ecosistemi coinvolti nelle NBS e il numero di servizi ecosistemici e gruppi di parti interessate destinatari di una data NBS (Eggermont et al., 2015). Anche se ispirato a quest'ultimo principio, il nostro obiettivo non era quello di presentare una definizione di NBS né di suggerire una tipologia modificata, bensì di proporre categorie il più possibile semplificate in modo da riuscire a raggiungere le amministrazioni locali e regionali in modo più ampio. Le idee hanno tratto ispirazione dal confronto con le amministrazioni e dalle indagini condotte e si basano sui casi di studio globali esistenti. Le NBS per le pratiche di adattamento al cambiamento climatico sono presentate sulla piattaforma Adriadapt. Esse sono state divise in tre categorie: verde, grigio e sociale (per la società). Al fine di trarre conclusioni sull'utilità delle NBS per l'adattamento al cambiamento climatico, si propongono nel prosieguo le descrizioni di due buone pratiche del bacino adriatico tratte dalla [piattaforma Adriadapt](#).

## DESCRIZIONE DELLE BUONE PRATICHE

### Il ripristino ambientale del cordone dunoso nel sito Bevano Sud (Ravenna, Italia)

Il primo esempio di NBS adriatica è la zona del cordone dunoso che si trova a sud della [focca del torrente Bevano](#) (Lido di Classe, Ravenna) (Bruschini e Bortone, 2009). Il sito è al confine tra una zona a tutela integrale, dove è vietato l'accesso ai non autorizzati per tutto l'anno, ed una zona a tutela intermedia, vietata da aprile a luglio durante il periodo di nidificazione del fratino (*Charadrius alexandrinus*). La pressione antropica sulla zona è quasi inesistente. L'area è inclusa in un Sito Natura 2000, la ZSC-ZPS IT4070009 "Ortazzo, Ortazzino, Focca del Torrente Bevano". Nel 2013 la duna, per lo più continua lateralmente, aveva un'altezza variabile di 2-3,5 m. La duna aveva allora un fronte a falesia verticale, prova dell'erosione delle mareggiate, ed un piede delimitato da una fascia di dune embrionali con un parziale recupero della pendenza naturale, prova di deflazione attiva e accumulo di vento ([progetto Adriadapt](#)). La spiaggia ha un'ampiezza di circa 30 m, un profilo longitudinale sinuoso con ampie ed articolate barre intertidali. La zona è classificata come soggetta ad alluvioni frequenti con tempo di ritorno di 10 anni negli scenari di pericolosità da mareggiate. Il tasso di subsidenza dell'area è circa 7-8 mm/anno (dati da [servizigis.arpae.it](#)). La parziale fragilità del sistema dunoso prima dell'intervento era dovuta sia alla limitata larghezza della spiaggia, il che significava che gli accumuli embrionali si formavano ma non resistevano alle mareggiate più forti, sia alla morfologia a

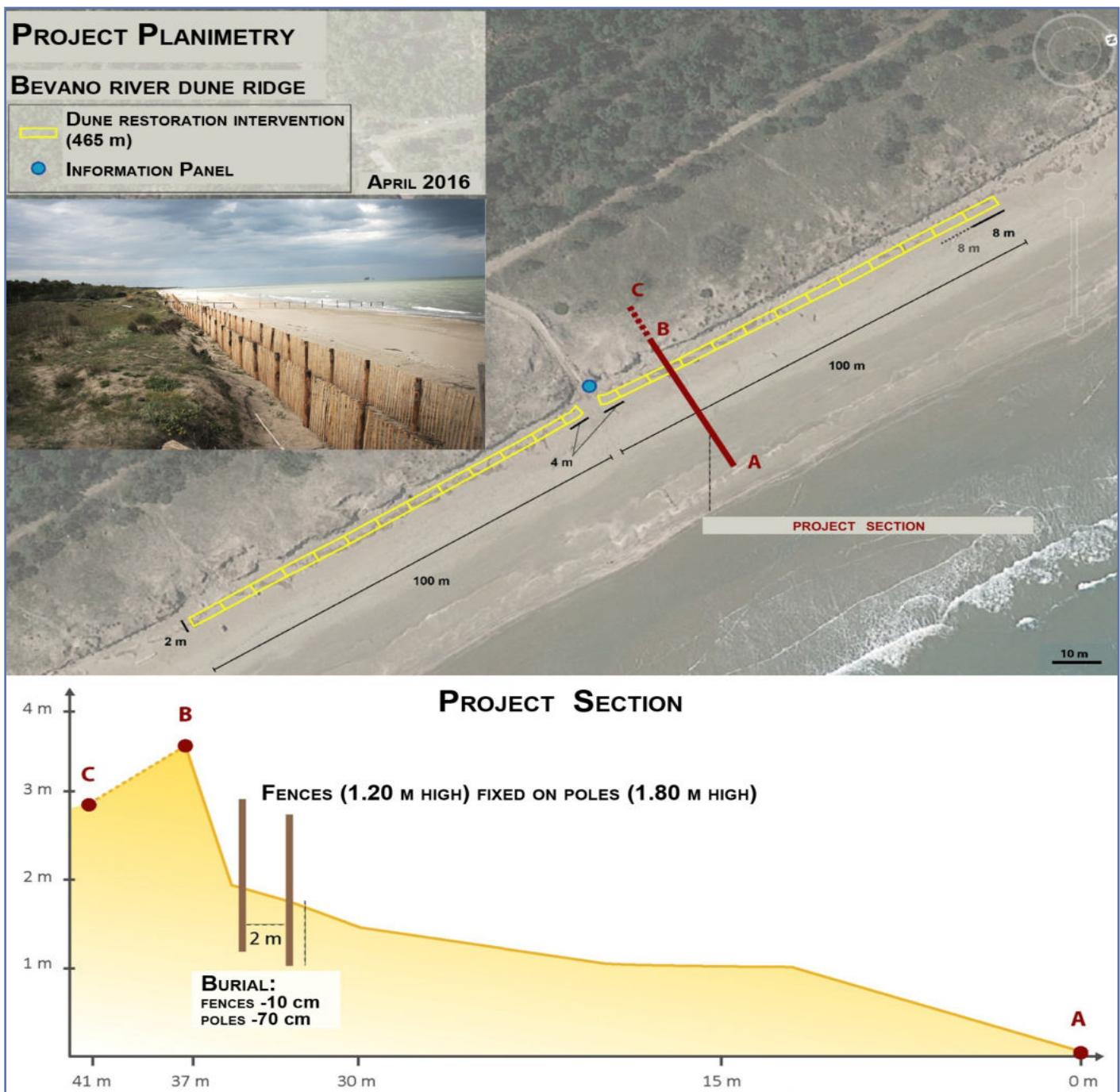


Figura 1. Progetto finale dell'intervento di ripristino del cordone dunoso (per gentile concessione di B. Giambastiani; IGRG lab, Università di Bologna, Campus di Ravenna).

falesia del fronte dunoso, che era costantemente soggetto a crolli. Questo intervento è incluso come attività finale all'interno del progetto Rigid-Ra - Ripristino e gestione delle dune costiere ravennati (2013-2016) (Giambastiani et al.,

2016;). I prodotti finali del progetto sono state le strategie di intervento per la conservazione delle dune costiere sotto forma di Linee Guida per gli enti locali direttamente coinvolti nella gestione e pianificazione della zona costiera. Inoltre, l'implementazione della barriera

frangivento mirava, tra gli altri, a ridurre la velocità del vento al fine di favorire la deposizione di sabbia, prevenire la perdita di sabbia verso l'entroterra e offrire un'opportunità di recupero all'ecosistema. Ganivelle o barriere frangivento sono state selezionate come l'intervento delle NBS più adatto, con una lunghezza totale dell'intervento di 465 m (Fig. 1). Tra i benefici di questo ripristino ambientale figura l'aumento della resilienza del sistema spiaggia-duna ai cambiamenti climatici, quali le mareggiate e l'innalzamento del livello del mare. La ricostruzione di un cordone dunoso continuo favorisce un incremento della biodiversità, costituisce una difesa contro l'erosione e stimola la formazione di lenti d'acqua dolce, aumentando così la disponibilità di acqua dolce nell'acquifero superficiale costiero. Ad oggi, l'intervento non ha richiesto manutenzione ed è in ottime condizioni, oltre ad aver dimostrato di essere molto efficiente nel favorire l'accumulo di sedimenti e quindi la crescita naturale della duna ([progetto Adriadapt](#)).

## Il piano costiero per la provincia di Šibenik-Knin (Sebenico e Tenin, Croazia)

Il secondo esempio di NBS adriatica proviene dalla provincia di Šibenik-Knin (Sebenico e Tenin) che si trova in Dalmazia centrale, Croazia. La provincia ha una costa eccezionalmente frastagliata, lunga 960 km, con 285 isole, isolette e rocce, ed è ricca di risorse naturali e biodiversità ([Berlengi et al., 2016](#)). Negli ultimi decenni, la crescente urbanizzazione costiera del suo litorale ha esercitato una forte pressione su territorio, risorse idriche e sviluppo sostenibile in generale.

Dagli anni '50 in poi si è registrata una costante riduzione del numero di abitanti nell'entroterra della provincia e un aumento della popolazione nelle città costiere, specialmente negli insediamenti lungo il mare. Il recente calo demografico nell'intera provincia, rispecchiato dai trend demografici negativi, non ha determinato una flessione negativa dell'attività edilizia negli insediamenti costieri, fatto che si spiega con il significativo aumento di seconde case. Negli insediamenti costieri la quota di case occupate da residenti è in costante calo rispetto al numero totale di alloggi. Nel primo chilometro della fascia costiera della provincia, i piani territoriali prevedono una discreta quota di superficie edificata paragonabile a quelle concesse in Francia o in Italia (dati del 2000). Tuttavia, la costa mediterranea italiana ha una densità di popolazione fino a 3-4 volte superiore. Il fatto che la costa, altamente urbanizzata, sia molto esposta all'innalzamento del livello del mare e alle inondazioni costiere la rende vulnerabile e rappresenta un rischio elevato per la provincia (Fig. 2).

Gli aspetti più importanti del cambiamento climatico presi in considerazione nel piano costiero sono stati ottenuti sulla base di diversi modelli climatici regionali. Un altro tema importante per il futuro dell'area sono le risorse idriche, con il fabbisogno idrico più significativo durante l'estate. Infine, le parti interessate locali hanno identificato in questa verde provincia della costa croata la minaccia degli incendi boschivi. Il piano costiero è stato inoltre preparato applicando il tipico processo di pianificazione del Protocollo mediterraneo sulla gestione integrata delle zone costiere (GIZC), seguendo un approccio ecosistemico che considera la complessità e l'interdipendenza

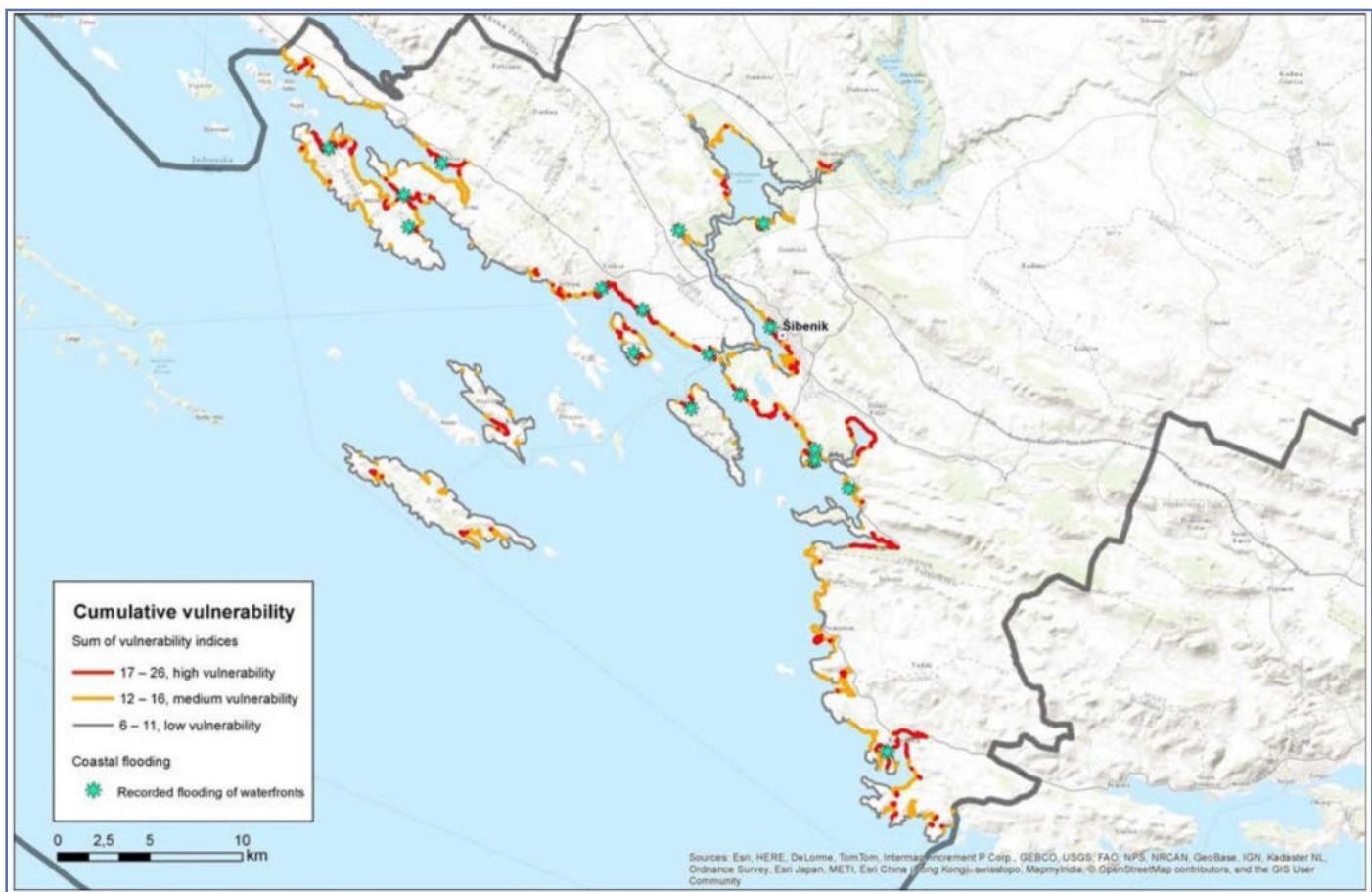


Figura 2. Mappa di vulnerabilità: vulnerabilità cumulativa e inondazioni costiere, a seguito della preparazione del piano costiero della provincia di Šibenik-Knin (fonte: [PAPRAC, 2016](#)).

degli elementi dell'ecosistema per raggiungere obiettivi ecologici, sociali, economici e gestionali. Più precisamente, l'articolo 8 del Protocollo obbliga i paesi a stabilire una zona non inferiore a 100m di larghezza dalla linea di galleggiamento invernale più alta dove non è permesso costruire ([UNEP/MAP/PAP, 2008](#)). La copertura territoriale è stata determinata in conformità con la legislazione croata che recepisce il Protocollo, unico passo avanti veramente efficace per rafforzare la protezione delle zone costiere. L'adozione di uno strumento regionale giuridicamente vincolante ha rappresentato un'innovazione nel diritto internazionale e costituisce uno strumento giuridico completamente nuovo per la coopera-

zione internazionale che ha un ovvio peso politico per il Mediterraneo e funge da modello per altri mari regionali. Si noti che sia l'Italia che la Grecia, pur avendo firmato il protocollo nel 2008, sono gli unici paesi dell'UE a non averlo ancora ratificato. La firma, tuttavia, impone l'obbligo di astenersi, in buona fede, dal commettere atti che priverebbero un trattato del suo oggetto e del suo scopo (articoli 10 e 18, Convenzione di Vienna sul diritto dei trattati del 1969).

### Considerazioni sulle NBS applicate nei due siti del bacino adriatico

Nei due esempi illustrati, in cosa consiste la NBS? Nel caso di ripristino ambientale del cordone dunoso nel sito di Bevano Sud ciò

risulta più evidente. Le ganivelle utilizzate nell'intervento sono recinzioni di castagno, il cui scopo è quello di interrompere il flusso di vento carico di sabbia e di conseguenza favorirne l'accumulo per ricreare la duna. Esse servono, tra l'altro, a ridurre l'effetto erosivo del vento e a impedire l'uscita di sabbia verso l'interno, che verrebbe persa definitivamente dal sistema sedimentario costiero. Questi interventi sono molto spesso coordinati con la vegetazione che trova condizioni più favorevoli ad una colonizzazione naturale degli accumuli eolici e contribuisce in modo essenziale allo sviluppo e alla stabilizzazione della duna. È inoltre importante che l'intervento favorisca il progressivo e quasi totale insabbiamento delle recinzioni in legno. Il restauro applicato nel caso studio Bevano Sud appartiene al tipo 3 di NBS secondo la classificazione di Eggermont et al. (2015), o alla categoria 'verde' della piattaforma Adriadapt.

La caratterizzazione dettagliata del sistema fisico, in tutte le sue componenti (geomorfologica, idro-geologica, vegetazionale, meteorologica), è stata essenziale per progettare correttamente la struttura e aumentarne l'efficacia. Ad esempio, si dimostra che il massimo accumulo di sabbia si verificherà con l'opera perpendicolare al vento prevalente; in questo caso, però, si avranno anche le massime erosioni alla base dei pali; oppure che la presenza di zone umide e/o la spiaggia bagnata dai *washover* in prossimità dell'opera riducono notevolmente il trasporto di sabbia e l'apporto del vento. Il periodo ottimale ipotizzato per la realizzazione dell'intervento è stato il mese di marzo, per via della fine del periodo invernale, caratterizzato da forti temporali e mareggiate, e anche per dare all'opera il tempo

necessario per una stabilizzazione iniziale prima l'arrivo dell'inverno successivo. Infine, questa installazione si è avvalsa molto anche delle nuove tecnologie che permettono di conoscere l'evoluzione futura. Al fine di valutare l'efficacia dell'intervento, stimare gli accumuli di sedimenti e studiare l'evoluzione geomorfologica del cordone dunoso, il sito è stato sottoposto a un monitoraggio trimestrale con tecniche di fotogrammetria digitale UAV e laser scanner 3D.

Diversamente dal caso di ripristino ambientale, il rapporto tra la gestione integrata delle zone costiere e le NBS non è così ovvio. La GIZC costituisce infatti una misura gestionale, e non verde, per l'adattamento ai cambiamenti climatici e serve a dare voce alle NBS. Gli obiettivi principali del piano costiero di Šibenik-Knin erano di definire un sistema di gestione delle aree costiere che potesse garantire la costruzione della capacità di resilienza dei sistemi costieri agli impatti del cambiamento climatico e promuovere lo sviluppo sostenibile; identificare le aree particolarmente a rischio per quanto riguarda i processi costieri; proporre misure per la definizione di una politica di adattamento agli impatti del cambiamento climatico e fornire assistenza nella formulazione di politiche settoriali e nella loro integrazione nella politica di sviluppo sostenibile della zona costiera. In questo caso studio, il piano costiero per la provincia di Šibenik-Knin appartiene al tipo 2 di NBS secondo la classificazione di Eggermont et al. (2015), o la categoria 'per la società' della piattaforma Adriadapt.

Poiché l'approccio partecipativo costituisce il cuore della GIZC, nella preparazione del piano il processo partecipativo ha

rappresentato un asse importante. Esso risulta cruciale poiché altrimenti alcuni argomenti, come ad esempio gli incendi boschivi, se non dibattuti dalle parti interessate durante i workshop, non verrebbero nemmeno affrontati. Durante la fase di istituzione, tra le sfide fondamentali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera sono stati individuati i cambiamenti climatici, lo spazio costiero e le risorse idriche. Tali tre temi sono stati valutati attraverso studi più dettagliati, i cui risultati hanno tutti contribuito alla valutazione della vulnerabilità cumulativa. Nel corso di quattro workshop, 50 attori locali hanno discusso le questioni critiche per lo sviluppo costiero della provincia di Šibenik-Knin, concordato una visione comune e cercato insieme soluzioni per migliorare la sostenibilità e la resilienza dell'area costiera. Ad ogni workshop, gli esperti del piano costiero hanno presentato i loro risultati discutendoli con le parti interessate. Inoltre, ogni workshop è stato arricchito da una conferenza introduttiva su alcune delle sfide che il cambiamento climatico sta ponendo alla comunità locale. Oltre ai workshop, si sono tenute circa 30 interviste con le principali parti interessate. Queste attività hanno migliorato la qualità del piano costiero e assicurato il coinvolgimento locale, oltre a far crescere le conoscenze e la consapevolezza della comunità locale riguardo al cambiamento climatico, ai suoi impatti e all'azione climatica necessaria. Pertanto, anche se tale esigenza non è espressa direttamente dalle NBS, è la GIZC a richiedere maggiore spazio naturale per le NBS. La promozione di una fascia minima di 100 m di arretramento costiero offrirà non solo più spazio pubblico per la

popolazione locale, ma garantirà anche una migliore difesa costiera e offrirà una copertura del suolo più verde, lasciando spazio per la realizzazione di ulteriori NBS verdi.

## CONCLUSIONI

Le NBS sono azioni finalizzate ad affrontare le sfide sociali attraverso la protezione e il ripristino degli ecosistemi, come nell'esempio del cordone dunoso nel sito Bevano Sud a Ravenna, e la gestione sostenibile, come nel piano costiero della provincia di Šibenik-Knin. Questi esempi dimostrano che le NBS costituiscono una strategia chiave per l'adattamento al cambiamento climatico. La sensibilizzazione sulle NBS è necessaria attraverso la diffusione di conoscenze e piattaforme di supporto decisionale. Sarebbe opportuno fornire archivi di conoscenze, strumenti per la valutazione dei benefici e dei costi dei progetti NBS, nonché strumenti per la gestione dei processi partecipativi delle parti interessate. Il ripristino ambientale del cordone dunoso aumenta la resilienza del sistema spiaggia-duna per far fronte alle mareggiate e all'innalzamento del livello del mare. Il piano costiero, invece, individua un rischio elevato lungo la costa altamente urbanizzata e molto esposta all'innalzamento del livello del mare e propone soluzioni per migliorare la resilienza dell'area costiera. Tali esempi mostrano che le NBS offrono possibilità di sviluppo sostenibile non solo nel Nord Europa o nel Nord America, ma anche nel Mediterraneo e nell'Adriatico, e rappresentano una politica di adattamento al cambiamento climatico fattibile da seguire.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano tutti i partner del progetto Adriadapt, in particolare la dott.ssa Beatrice Giambastiani, per aver gentilmente concesso di mostrare il restauro delle dune costiere e averci fornito l'autorizzazione a utilizzare la figura pertinente del caso di studio.

## BIBLIOGRAFIA

Berlengi G., Kević M., Margeta J., Trumbić I., Vilibić I., 2016. *Integrated Coastal Zone Management Plan of the Šibenik-Knin County*. PAPRAC, Split.

Bruschini M., Bortone G. (a cura di) 2009. *Foce Bevano: l'area naturale protetta e l'intervento di salvaguardia*. Regione Emilia-Romagna.

Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S., 2016. *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN: Gland, Switzerland, 97.

Dhyani S., Gupta A.K., Karki M.B. eds., 2020. *Nature-based Solutions for Resilient Ecosystems and Societies*. Springer.

Eggermont H., Balian E., Azevedo J.M.N., Beumer V., Brodin T., Claudet J., Fady B., Grube M., Keune H., Lamarque P., Reuter K., 2015. *Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe*. GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society, 24(4), pp.243-248.

Giambastiani B.M., Greggio N., Sistilli F., Fabbri S., Scarelli F., Candiago S., Anfossi G., Lipparini C.A., Cantelli L., Antonellini M., Gabbianelli G., 2016. *RIGED-RA project-Restoration and management of Coastal Dunes in the Northern Adriatic Coast, Ravenna Area-Italy*. In IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 44, No. 5, p. 052038). IOP Publishing.

Ivčević A., Statzu V., Satta A., Bertoldo R., 2021. *The future protection from the climate change-related hazards and the willingness to pay for home insurance in the coastal wetlands of West Sardinia, Italy*. International Journal of Disaster Risk Reduction, 52, p.101956.

McQuaid S., Rhodes M.L., Andersson T., Croci E., Feichtinger-Hofer M., Grosjean M., Lueck A. E., Kooijman E., Lucchitta B., Rizzi D., Reil A., Schante J. (2021). *From Nature-Based Solutions to the Nature-Based Economy - Delivering the Green Deal for Europe*. Draft White Paper for consultation. Nature-based Economy Working Group of EC Task Force III on Nature Based Solutions.

Morris R.L., Konlechner T.M., Ghisalberti M., Swearer S.E., 2018. *From grey to green: Efficacy of eco-engineering solutions for nature-based coastal defence*. Global change biology, 24(5), pp.1827-1842.

Narayan S., Beck M.W., Reguero B.G., Losada I.J., Van Wesenbeeck B., Pontee N., Sanchirico J.N., Ingram J.C., Lange G.M., Burks-Copes K.A., 2016. *The effectiveness, costs and coastal protection benefits of natural and nature-based defences*. PloS one, 11(5), p.e0154735.

Nessimöller C., Assmuth T., Irvine K.N., Rusch G.M., Waylen K.A., Delbaere B., Haase D., Jones-Walters L., Keune H., Kovacs E., Krauze K., 2017. *The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective*. Science of the total environment, 579:1215-1227.

Nature Editorial, 2017. '*Nature-based solutions' is the latest green jargon that means more than you might think.*' Nature, 541(7636):133-134.

UNDRR, 2020. *Words into Action: Nature-based solutions for disaster risk reduction.*

UNEP/MAP/PAP, 2008. *Protocol on Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean.* Split, Priority Actions Programme.

# NBS E BIODIVERSITÀ NELLE AREE URBANE: IL PROGETTO PROGIREG A TORINO

Luca Battisti<sup>1, 2</sup>, Federica Larcher<sup>2</sup>, Monica Vercelli<sup>2</sup>, Simona Bonelli<sup>3</sup>, Francesca Martelli<sup>4</sup>, Federica Paradiso<sup>4</sup>, Chiara Ferracini<sup>2</sup>, Laura Ribotta<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Culture, Politica e Società, Università di Torino

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

<sup>4</sup> Dipartimento di Geografia e Scienze Ambientali, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, UK

<sup>5</sup> Comune di Torino

**Abstract:** *L'articolo ha come obiettivo la promozione e la comunicazione del progetto H2020 proGIreg (2018-2023), con specifico riferimento alle strategie di progettazione, realizzazione e monitoraggio di Nature-Based Solutions (NBS) volte all'implementazione della biodiversità. Il caso studio analizza in particolare tre NBS (Orti Generali; Orto WOW; Corridoio Verde) e sottolinea il loro importante contributo nel mantenimento e miglioramento del livello di biodiversità nella città. Nello specifico vengono analizzati aspetti legati agli impollinatori e alla relativa scelta di specie vegetali oltre che aspetti legati alla Citizen Science. L'articolo dunque propone una disamina delle esperienze maturate in ambito torinese nei primi due anni di progetto.*

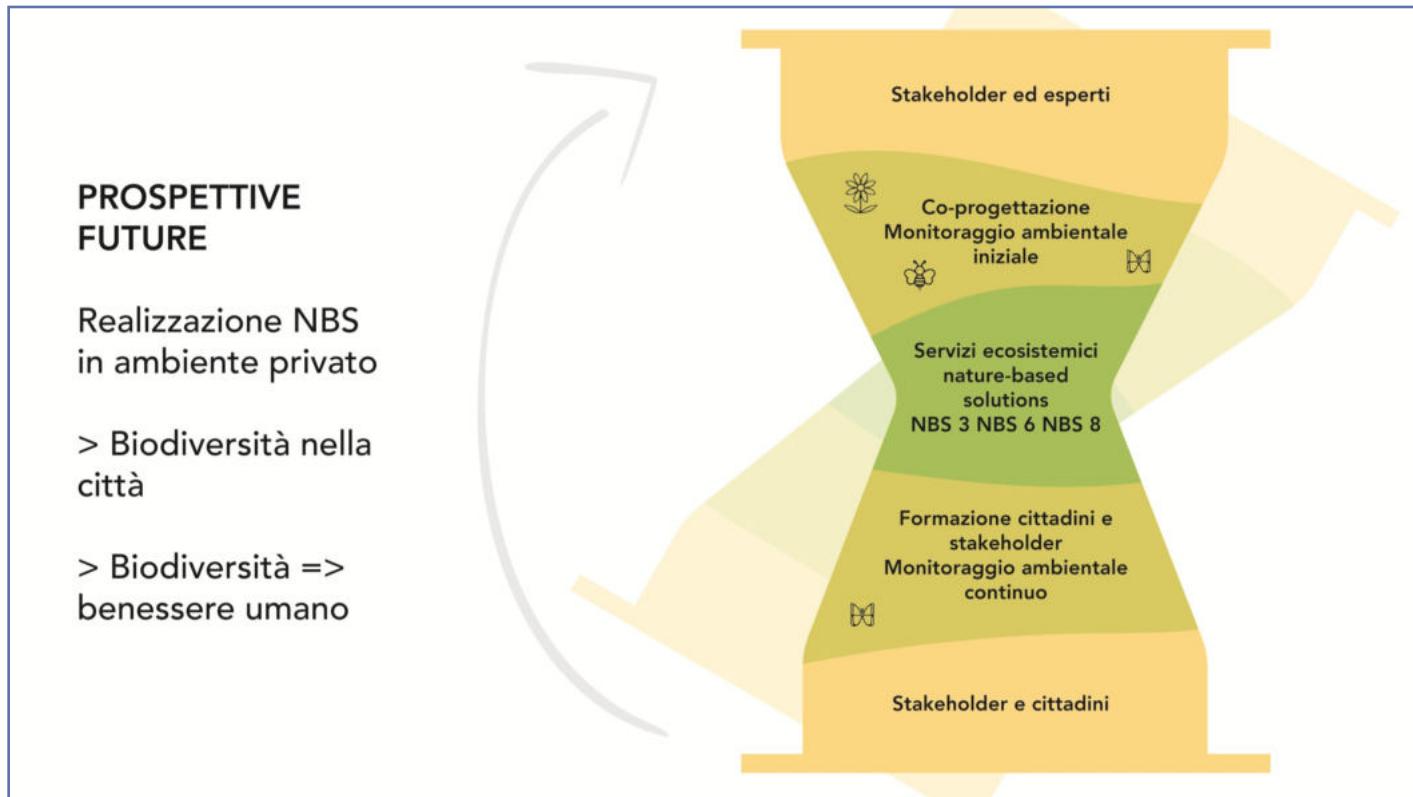
**Parole chiave:** *biodiversità, insetti impollinatori, servizi ecosistemici, Citizen Science.*

## **NBS and Biodiversity in Urban Areas: the proGIreg project in Turin**

*The aim of the article is the promotion and communication of the in itinere H2020 proGIreg project, with specific reference to the implemented Nature-Based Solutions (NBSs) and the theme of biodiversity. The case study of the City of Turin analyses three NBSs (Orti Generali; Orto WOW; Corridoio Verde) and underlines their important contribution in maintaining and implementing the level of biodiversity in the city. Specifically, aspects related to pollinators, plant species choice and Citizen Science will be explored. The article therefore proposes an overview of the experiences in Turin in the first two years of the project.*

**Key words:** *biodiversity, insect pollinators, ecosystem services, Citizen Science.*

### Graphical abstract



## RUOLO DELLE NBS PER LA BIODIVERSITÀ

Le Nature-Based Solutions (NBS) sono definite dalla [International Union for Conservation of Nature \(IUCN\)](#) come "azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali o modificati, che affrontano le sfide sociali in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benessere umano e benefici per la biodiversità".

Per tali ragioni, molte NBS sono realizzate soprattutto negli ecosistemi urbani, sistemi alterati e complessi progettati per fornire principalmente ai cittadini una serie di servizi economici e sociali (Melles, 2005). Le NBS contribuiscono alla crescita di una maggiore conoscenza e coscienza circa le tematiche

ambientali, migliorando il benessere umano e le opportunità economiche, creando città ecologicamente, economicamente e socialmente resilienti (van den Bosch & Sang, 2017; Keesstra et al., 2018).

Le NBS forniscono molteplici servizi ecosistemici, ovvero i benefici che l'essere umano può trarre dal funzionamento di un ecosistema, compreso quello urbano (Costanza et al., 2017). Numerosi sono gli studi che negli ultimi anni hanno valutato qualitativamente e quantitativamente i servizi ecosistemici e che evidenziano come gli stessi cittadini riescano a comprendere la relazione sinergica tra valori più alti di biodiversità e aumento del loro stato di benessere (Larcher et al., 2021a; Säumel et al., 2021; Battisti et al., 2019). In questo

conto, l'obiettivo del presente contributo è quello di focalizzare il ruolo delle NBS in ambito urbano, che amplia la visione antropocentrica tipica dell'approccio dei servizi ecosistemici e che si serve della collaborazione dell'essere umano per valorizzare maggiormente l'importanza della biodiversità in città. La co-progettazione di NBS utili sia all'uomo che al resto delle specie urbane è, infatti, l'approccio sperimentato nel progetto europeo H2020 '*Productive Green Infrastructure for post-industrial urban regeneration*' (proGIreg) dal 2018 a Torino. In particolare, il progetto verde sul monitoraggio ambientale, ecologico, sociale ed economico di NBS nel quartiere Mirafiori Sud. Nell'ambito delle NBS di progetto, costantemente aggiornate nella [mappa interattiva](#), si descriveranno nello specifico le NBS ideate al fine di implementare la biodiversità urbana, denominate: Orti Generali; Orto WOW; Corridoio Verde. Il progetto è in corso e l'intento principale del presente articolo è volto a una esposizione dell'innovativo approccio metodologico adottato.

## BUONE PRATICHE PER LA CO-PROGETTAZIONE DI NBS IN CONTESTO URBANO

Il progetto proGIreg ha previsto la realizzazione di 8 tipologie di NBS nelle diverse città coinvolte, al fine di creare infrastrutture verdi volte a migliorare la qualità della vita dei cittadini, a ridurre la vulnerabilità delle città ai cambiamenti climatici, ad aumentare il livello di biodiversità nelle aree degradate, favorendo anche vantaggi economici. Nello specifico, a Torino sono 7 le tipologie di NBS realizzate e in fase di

sperimentazione e volte alla riqualificazione di un quartiere ex-industriale della città. Ognuna delle NBS presenti nella città ha visto, in fase di progettazione, un importante e continuo confronto con numerosi stakeholder, appartenenti a categorie professionali diverse. Questo approccio, di tipo partecipato, rappresenta uno strumento chiave per una co-progettazione sostenibile e rispondente a obiettivi di qualità ambientale e inclusione sociale. Di seguito si descrivono brevemente le azioni e i progetti definiti e realizzati con i principali attori coinvolti.

**NBS 2 - NEW SOIL** (nuova area verde su nuovo suolo rigenerato): nel parco sul torrente Sangone si sta testando un terreno rigenerato ottenuto miscelando materiali da scavo profondo di cantiere urbano, compost, zeolite e un composto biotico per stimolare la crescita di micorrize. L'idea iniziale parte dalla necessità della Città di disporre di terreno fertile per la realizzazione di parchi e aree verdi, senza consumare suolo agricolo. Dall'altro lato sono sempre disponibili enormi quantità di terre e rocce da scavo che devono essere rimosse dai cantieri. Dal dialogo, condotto da Envipark, parco scientifico e tecnologico dedicato all'ambiente, con la società DUAL s.r.l., azienda che opera nel settore delle terre da scavo, l'Acea Pinerolese, che produce compost di qualità, e il CCS Aosta, che produce specifici formulati di inoculo di micorrize. L'Università di Torino, con i Dipartimenti di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari e il Dipartimento di Chimica, si pone come consulente scientifico nella scelta e nella cura delle piante, conducendo un monitoraggio pluriennale sul complesso sistema testato.

**NBS 3 URBAN HORTICULTURE** (orticoltura urbana): la realizzazione di orti sia in terra che in cassoni prevede moltissime azioni disseminate nel quartiere, coinvolgendo scuole, gruppi vulnerabili, cittadini interessati. Questa attività è portata avanti dalle associazioni del quartiere: Ortì Generali e Fondazione Mirafiori. Il caso più esteso di orticoltura urbana riguarda l'associazione Ortì Generali, che avendo in concessione un'area della città, gestisce sia orti in affitto per i cittadini, che aree comunitarie con attività svolte con gruppi vulnerabili e con le scuole. Questa esperienza viene di seguito approfondita come caso studio.

**NBS 4 AQUAPONICS** (acquaponica): la Città ha selezionato con un bando due sperimentazioni a scopo divulgativo, sia per testare nuove tecnologie legate alla pratica innovativa di allevamento ittico associato alla produzione di ortaggi, sia per verificare l'interesse da parte della cittadinanza.

**NBS 5 GREEN ROOFS AND WALLS** (tetti e pareti verdi): un tetto verde è stato realizzato da Ortì Alti, partner di progetto, in via Onorato Vigliani su un edificio pubblico in disuso che ora ospita un prato fiorito di principale interesse per le api da miele, che verrà gestito e manutenuto dagli apicoltori. L'area di pertinenza è anche interessata da un giardino per gli impollinatori (Orto WOW). Questa infrastruttura si affianca al tetto verde già esistente la Casa nel Parco. Inoltre, nella Casa di prima accoglienza notturna di corso Tazzoli e nella scuola Cairoli di via Torrazza si stanno sperimentando le pareti verdi. In questo caso la realizzazione è stata condotta dalla Città e dalla ditta Verdepfilo, ma tutte le attività di interazione con l'opera vengono

condivise con la scuola, il Politecnico di Torino, e la cooperativa che gestisce il dormitorio. Arpa Piemonte, terza parte della Città nel progetto proGIreg, sta conducendo alcuni monitoraggi ambientali, mentre l'Università di Bari valuterà la percezione della natura da parte dei ragazzi prima e dopo l'installazione della parete.

**NBS 6 GREEN CORRIDORS** (corridoi verdi accessibili): sono previsti interventi per la valorizzazione delle aree verdi lungo il Sangone e la connessione trasversale, attraverso corridoi verdi, dal fiume all'interno del quartiere, favorendo la colonizzazione della città da parte degli insetti impollinatori e rendendo più piacevole le passeggiate per gli abitanti. La realizzazione è appena iniziata, di seguito viene approfondito l'innovativo approccio di co-progettazione che ha preceduto il progetto.

**NBS 7 STRATEGIC PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP FOR GREENING THE CITY** (processi locali di compensazione ambientale): la Città ha realizzato un catalogo di azioni ambientali che le aziende possono attuare nell'ambito della loro responsabilità sociale d'impresa. Tra le varie azioni suggerite, si possono evidenziare gli interventi di forestazione urbana lungo il fiume Sangone finanziati da aziende private.

**NBS 8 POLLINATORS BIODIVERSITY** (biodiversità degli impollinatori): l'approccio scientifico di proGIreg prevede il coinvolgimento dei cittadini nel creare e monitorare gli spazi a favore degli impollinatori, promuovendone la consapevolezza. A Mirafiori, il progetto "Farfalle in ToUr" applica un approccio socialmente inclusivo alla progettazione

scientifica, grazie alla collaborazione di ricercatori e cittadini con medici e pazienti dei centri di salute mentale per la promozione e gestione di aree verdi *pollinator-friendly*.

## APPROCCIO METODOLOGICO

All'interno del progetto proGlreg è stato possibile applicare un approccio innovativo di NBS. La progettazione condivisa di NBS dedicate al servizio ecosistemico dell'impollinazione è stata realizzata tramite un processo top down che ha coinvolto esperti e stakeholder. Il monitoraggio e la progettazione sono stati condivisi con la cittadinanza, assumendo un ruolo formativo e di inclusione sociale, in particolare tramite la sinergia con [Farfalle in ToUr](#), un progetto di conservazione delle farfalle urbane che coinvolge persone con fragilità. Visto l'obiettivo delle NBS di favorire la permeabilità delle aree urbane agli impollinatori e la loro permanenza, in fase di co-progettazione è stato dedicato ampio spazio alla scelta delle specie vegetali e alla messa a punto di buone pratiche per il loro mantenimento. Uno studio *ante-operam* ha permesso di descrivere la comunità degli impollinatori e selezionare piante adatte per garantire la presenza di piante nutriti, nettare e polline per tutta la stagione di attività. Il secondo criterio di selezione è stato quello di disponibilità sul mercato di varietà autoctone e, in ultimo, è stata considerata la facilità di gestione.

Il secondo aspetto innovativo risiede nella valutazione dell'efficacia delle NBS per la biodiversità e non soltanto per garantire processi vitali al benessere umano. Pertanto, prima e dopo la riprogettazione delle aree verdi, sono stati monitorati con metodi

semiquantitativi, confrontabili nello spazio e nel tempo, Imenotteri Apoidei e Lepidotteri diurni. Questi insetti sono al centro dell'iniziativa europea [EU Pollinators Initiative](#), che stabilisce obiettivi strategici e una serie di azioni da intraprendere per affrontare il declino degli impollinatori e contribuire agli sforzi di conservazione globale. Proprio tra le principali innovazioni degli argomenti del progetto trattati in questo articolo, ricade il monitoraggio con metodi standardizzati degli effetti delle NBS sulla biodiversità attraverso il coinvolgimento diretto dei cittadini, promuovendo così inclusione sociale e un generale aumento della consapevolezza delle tematiche ecologico-ambientali, garantendo un monitoraggio a basso costo e sostenibile nel tempo.

Il destino della biodiversità oggi, in particolare quella legata ad ambienti prativi, è vincolato alle attività umane, poiché in bilico tra abbandono (nelle aree più naturalizzate con conseguente ricolonizzazione da parte del bosco) e eccessivo sfruttamento nelle zone fortemente antropizzate (monocolture intensive e urbanizzazione). Le aree urbane talvolta rappresentano una vera e propria barriera per gli insetti che non consente la diffusione degli individui, induce l'isolamento con conseguente decremento di scambi genetici e comporta il declino delle popolazioni. Tuttavia, realizzando un mosaico di ambienti idonei alla biodiversità e interconnessi tra loro, si può porre un freno all'importante declino degli impollinatori. Tale approccio per essere ritenuto efficace deve essere basato su risultati scientifici monitorati nel tempo.

L'approccio della città di Torino ha quindi

previsto un monitoraggio degli impollinatori basato su tecniche scientifiche condivise a livello internazionale per valutare gli effetti dell'applicazione delle misure sulla biodiversità. In particolare, per il monitoraggio degli impollinatori è stato scelto il metodo del transetto semiquantitativo, che consiste nel conteggio delle specie e delle relative abbondanze di individui lungo un percorso fisso, diviso in sezioni in base agli habitat presenti. L'operatore cattura l'individuo con un retino entomologico, lo identifica utilizzando guide di riconoscimento specifiche e infine lo rilascia. Il campionamento deve essere replicato una volta ogni 10-15 giorni e può essere effettuato solamente in condizioni meteo favorevoli, ovvero in una giornata calda, soleggiata e poco ventosa, per evitare la sottostima della presenza delle specie e quindi un'errata valutazione della comunità. Per quanto riguarda le farfalle, si contano solo gli individui che attraversano un cubo immaginario costruito intorno al campionatore di 5x5 m (Pollard, 1994). Questo metodo di campionamento delle farfalle è anche alla base della rete di monitoraggio europea [Butterfly Monitoring Scheme](#) (eBMS) che coinvolge 22 paesi europei con più di 10.000 transetti permanenti in tutta Europa. Si tratta di uno dei più ampi progetti di Citizen Science, grazie al quale è possibile costruire indicatori a livello europeo e nazionale sull'andamento e lo stato di salute delle comunità di farfalle. Anche i modelli di calcolo degli indicatori sono standardizzati e condivisi, nonché semplici da replicare e confrontabili con l'andamento rilevato a livello europeo (Schmucki et al., 2021).

Lungo il transetto sono stati monitorati farfalle

diurne, Apoidei e vegetazione utile agli insetti impollinatori, seguendo i protocolli suggeriti dall'[EU Pollinator Monitoring Scheme](#) (Eu-PoMS) (Potts et al., 2021). Il monitoraggio delle farfalle diurne ha, in particolare, coinvolto la cittadinanza. Le farfalle si prestano molto bene a progetti di Citizen Science poiché sono relativamente facili da identificare senza prevedere il sacrificio degli individui. Inoltre, il loro carisma le rende insostituibili specie bandiera che possono coinvolgere e comunicare ad un ampio pubblico l'erosione della biodiversità e i benefici che questa può avere dalle nostre scelte anche in ambiente urbano.

## **CASI STUDIO: AZIONI SCIENTIFICHE E PRATICHE INTRAPRESE PER LA CO-PROGETTAZIONE DELLE NBS**

Nel novero delle NBS realizzate a Torino, ne sono state selezionate tre, che presentano un diverso grado di naturalità e che vengono di seguito suddivise in base al gradiente di urbanizzazione.

### ***NBS 3 - Orti Generali***

In seguito alla concessione di parte del Parco Piemonte da parte del Comune di Torino, l'associazione Orti Generali lavora nell'ambito dell'inclusione sociale e della sostenibilità ambientale attraverso l'impiego dell'agricoltura urbana. L'innovazione riguarda il concetto di orticoltura urbana gestita con un modello economicamente sostenibile basato sulle quote di affitto degli orti e sui fondi ottenuti presentando nuove progettualità a fondazioni, Comunità Europea, regione. Orti Generali (Figura 1) nasce con l'obiettivo di costruire un modello di impresa per la



Figura 1. Orti Generali (foto di M. Vercelli).

trasformazione e la gestione di aree agricole post-industriali e metropolitane basato sulla sostenibilità e l'equità sociale. L'area è costituita da 2,5 ettari di superficie utilizzata per l'agricoltura sociale finalizzata alla formazione e collocamento lavorativo, al miglioramento della sicurezza dell'area e alla aggregazione sociale. All'interno dell'area sono stati realizzati circa 160 orti e piantati più di 330 alberi. Gli orti sono stati assegnati a privati cittadini, famiglie e persone economicamente svantaggiate. Il design dei giardini va oltre il classico modello di lottizzazione degli orti urbani includendo uno spazio verde condiviso in cui le persone possano incontrarsi. L'orto diventa uno strumento multidisciplinare che promuove la diffusione dell'agricoltura urbana, sociale e

civica costruendo reti di relazioni con enti pubblici e privati, associazioni, gruppi, singole persone. L'area didattica con una fattoria urbana, un apriario, una serra-aula e orti didattici garantisce un'offerta educativa e formativa continua nel tempo e rivolta a molteplici tipologie di utenti.

L'area è anche un luogo in cui si incontrano diverse NBS che lavorano in sinergia, orti comunitari (NBS 3) e conservazione della biodiversità (NBS 8). Fondamentali sono state le azioni di co-progettazione che hanno riguardato interventi di gestione degli orti e la costruzione di aree *pollinator-friendly*. In particolare è stato realizzato il "Viale degli Impollinatori", una fascia verde tra i lotti agricoli in cui viene garantita una diversità vegetale spontanea e dove sono state messe

a dimora piante che forniscono sostentamento agli insetti impollinatori, con particolare attenzione alle necessità delle specie di Lepidotteri diurni e Imenotteri Apoidei urbani. All'interno dell'area dal 2018, viene effettuato il monitoraggio dei Lepidotteri, degli Apoidei e della flora utile agli insetti impollinatori al fine di rilevare la biodiversità e promuoverne la conservazione, dandone notizia anche ai fruitori degli orti. Sono stati definiti due transetti, corridoi vegetati permanenti percorsi periodicamente da esperti (T1 e T2, Figura 2). La metodologia di campionamento utilizzata è riconosciuta a livello europeo (Pollard, 1994; Quaranta et al., 2004; Westphal et al., 2008;

Nielsen et al., 2011; Potts et al., 2021) e consente di ottenere dati semiquantitativi, in grado di fornire informazioni in termini di ricchezza specifica e di abbondanza relativa delle diverse specie. Inoltre, il metodo consente la valutazione della biodiversità tramite il calcolo di indici (Indice di Shannon, Diversity e Evenness; e di Simpson), fornendo informazioni sull'andamento delle comunità di insetti impollinatori nel corso dell'evoluzione dell'area *ante/in/post operam*. Il transetto T1 ha funzione di controllo, valutando le comunità in assenza della NBS, mentre il T2 valuta effettivamente l'utilizzo dell'opera da parte degli insetti impollinatori. Al fine di poter

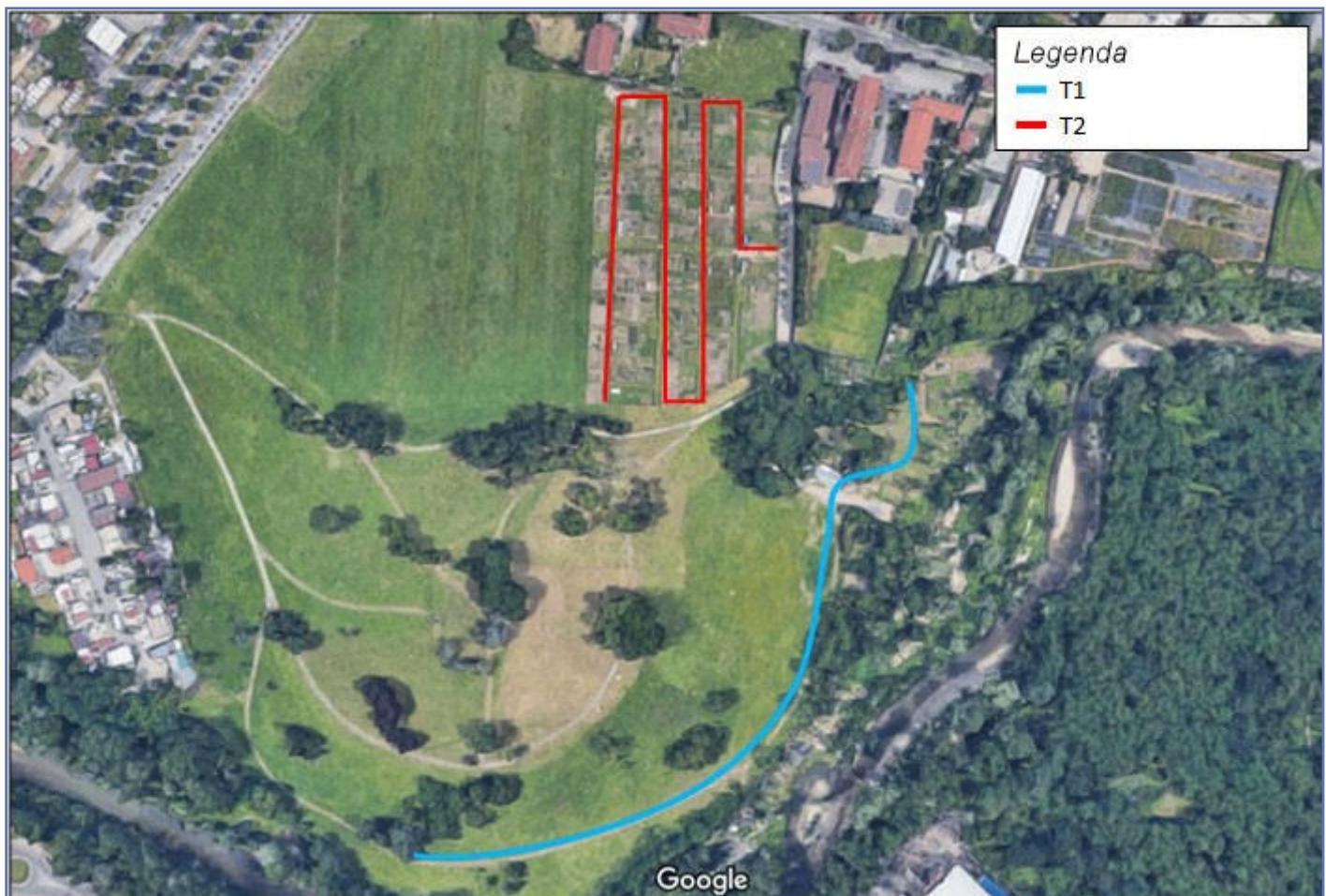


Figura 2. Tranetti T1 e T2 utilizzati per il monitoraggio della biodiversità (elaborazione grafica a cura degli Autori).



Figura 3. Area facente parte del Corridoio Verde (foto di M. Vercelli).

garantire un monitoraggio a lungo termine, i transetti sono entrati a far parte del progetto europeo del Butterfly Monitoring Scheme sopra descritto.

#### **NBS 6 - Corridoio Verde**

Uno degli obiettivi di proGIreg è migliorare l'accessibilità alle aree fluviali, consentendo ai cittadini di stabilire un maggiore contatto con la natura.

Il processo di co-design del corridoio verde da parte della Città di Torino ha coinvolto gli attori del territorio affiancati dai ricercatori, esperti in conservazione della biodiversità dell'Università di Torino, per la scelta delle piante e il monitoraggio degli insetti impollinatori. L'attenzione del team si è focalizzata su una NBS che possa fungere da

collegamento tra due aree verdi cittadine, e che quindi aumenti la capacità di dispersione degli insetti impollinatori e consenta l'attraversamento della matrice urbana (Beninde et al., 2015). Il Corridoio Verde (Figura 3) ospiterà dunque essenze vegetali ad elevato valore nettarifero e pollinifero, secondo un gradiente di struttura della vegetazione: arboreo, arbustivo ed erbaceo. La messa a dimora delle specie vegetali interesserà le banchine verdi spartitraffico o i piccoli giardini, che sono oggi senza caratterizzazione e poco fruite dagli abitanti, ma che acquisteranno valore estetico ed educativo. Le piante verranno organizzate in combinazioni e moduli ripetuti lungo tutta l'estensione del Corridoio Verde, che si estende da Parco Piemonte fino alla comunità

di Casa Farinelli per circa 800 m. L'opera non interessa solo la messa a dimora di specie vegetali ma anche alcune opere urbanistiche; in particolare, in alcuni punti del corridoio verrà rimosso parte del cemento per restituire habitat alle specie urbane.

Se possiamo facilmente dedurre l'impatto positivo che l'opera ha sui cittadini, non è altrettanto immediato l'effetto sugli impollinatori; il corridoio verrà monitorato applicando lo stesso metodo di campionamento utilizzato per la precedente NBS. Di fondamentale rilevanza sarà la gestione della NBS da parte dei residenti, che potranno partecipare in modo attivo alla cura del verde di nuova piantumazione. In particolare, al termine del corridoio ecologico è stata realizzata un'oasi delle farfalle tramite

il progetto di inclusione sociale Farfalle in ToUr, coinvolgendo le famiglie ospitate nella casa di accoglienza Casa Farinelli. La NBS è un punto focale per la disseminazione del progetto proGlreg, per la sua funzione di congiunzione tra le diverse NBS, e sarà quindi essenziale la sua valorizzazione tramite l'impiego di cartellonistica e la progettazione di eventi di divulgazione.

#### **NBS 5 - Orto WOW**

Orto WOW (Figura 4) è uno spazio verde che nasce dal recupero del cortile di un complesso abbandonato, costituito da un giardino in cassoni, un tetto verde estensivo e un apriario. Nello spazio collaborano diverse associazioni, firmatarie di un patto di collaborazione con la città, con lo scopo di



Figura 4. Orto WOW (foto di F. Larcher).

rendere l'area verde viva, aperta al pubblico e gestita dagli abitanti del quartiere. La progettazione dei cassoni è stata realizzata con la collaborazione del gruppo dei ricercatori esperti e ha previsto l'inserimento di specie attrattive per gli insetti impollinatori, oltre a specie orticole utili alla cittadinanza, mentre il tetto è stato piantumato con fiori spontanei fonti di nettare e polline. Da maggio 2021 in quest'area sono stati realizzati laboratori aperti ai cittadini, organizzati da tutti i partner proGlreg insieme al progetto dell'associazione Centro Scienza. I laboratori sono anche un'occasione di inclusione sociale, grazie al coinvolgimento attivo dei Centri di Salute Mentale del quartiere e degli utenti ed educatori in qualità di cittadini scienziati. Tali opere e attività hanno indirizzato l'amministrazione ad avviare un procedimento per la concessione dell'intero immobile, oggi abbandonato, donando una nuova vocazione che comprenda le attività in essere.

## PROSPETTIVE FUTURE

Dall'esperienza maturata nell'ambito del progetto proGlreg e dagli interessanti risultati ottenuti principalmente nel quartiere di Mirafiori, è stato possibile constatare realmente la bontà e la funzionalità dell'approccio utilizzato. A titolo di esempio, l'approccio di progettazione sulle NBS adottato in proGlreg è approdato in altri contesti come ad esempio il progetto [ToNite](#), finanziato nell'ambito della quarta call del programma europeo '*Urban Innovative Actions*' sul tema Urban Security. La ricaduta è stata quella di sensibilizzare ulteriormente circa l'imprescindibilità del ricorso alle NBS e

ai sistemi complessi di mitigazione e contrasto ai cambiamenti climatici, permettendo di sviluppare sempre più quelli che inizialmente erano provvedimenti emergenziali in pratiche progettuali sempre più quotidiane. A tal proposito, è necessario evidenziare l'utilizzo delle NBS nei contesti urbani come stazioni di monitoraggio per numerosi parametri di qualità ambientale (Larcher et al., 2021b). Torino inoltre si è dotata recentemente di un importante strumento pianificatorio, il Piano Strategico dell'Infrastruttura Verde. L'augurio è che tale strumento possa essere utile per pianificare nel tempo la realizzazione di nuove aree verdi urbane, che tengano in considerazione l'approccio progettuale utilizzato in proGlreg. Un eventuale upscaling delle NBS nella città di Torino potrebbe inoltre beneficiare di approcci di progettazione e realizzazione diversi, come ad esempio quello dell' 'habitat template' (Lundholm, 2006).

L'auspicio dunque è che le NBS vengano intese come importanti azioni che integrano le informazioni biologiche con le metodologie di pianificazione (Pickett et al., 2004), ma il fine dev'essere quantomeno duplice: creare un ambiente piacevole e salubre per l'uomo incrementando il livello di biodiversità nella pianificazione e realizzazione delle azioni concrete, soprattutto nel contesto attuale di degrado e frammentazione di numerose realtà urbane e periurbane. Infine, è doveroso innescare processi di coinvolgimento, partecipazione e consapevolezza nei residenti che, partecipando al progetto e agli eventi, troveranno identificazione nei luoghi e affezione che stimoleranno azioni di cura del territorio e dello spirito di comunità. L'esempio di coinvolgimento attivo della cittadinanza

realizzato qui attraverso il monitoraggio degli impollinatori, si dimostra oltre che fattibile, particolarmente utile per innalzare il livello di consapevolezza della diversità che ci circonda anche in ambiente urbano.

## BIBLIOGRAFIA

- Battisti L., Corsini F., Gusmerotti N.M., Larcher F., 2019. *Management and Perception of Metropolitan Natura 2000 Sites: A Case Study of La Mandria Park (Turin, Italy)*. *Sustain* 11(21):6169.
- Beninde J., Veith M., Hochkirch A., 2015. *Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation*. *Ecol Lett* 18(6):581-592.
- Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M., 2017. *Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?* *Ecosyst Serv* 28(A):1-16.
- Keesstra S., Nunes J., Novara A., Finger D., Avelar D., Kalantari Z., Cerdà A., 2018. *The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services*. *Sci Total Environ* 610–611:997–1009.
- Larcher F., Pomatto E., Battisti L., Gullino P., Devecchi M., 2021a. *Perceptions of Urban Green Areas during the Social Distancing Period for COVID-19 Containment in Italy*. *Horticulturae* 7(3):55.
- Larcher F., Baldacchini C., Ferracini C., Vercelli M., Ristorini M., Battisti L., Calfapietra C. 2021b. *Nature-Based Solutions as Tools for Monitoring the Abiotic and Biotic Factors in Urban Ecosystems*. In: Catalano C., Andreucci M.B., Guarino R., Bretzel F., Leone M., Pasta S. (a cura di) *Urban Services to Ecosystems. Future City*, vol 17, Springer, Cham.
- Lundholm J.T., 2006. *Green roofs and facades: a habitat template approach*. *Urban Habitats* 4:87–101.
- Melles S.J., 2005. *Urban Bird Diversity as an Indicator of Human Social Diversity and Economic Inequality in Vancouver, British Columbia*. *Urban Habitats* 1(3):25-48.
- Nielsen A., Steffan-Dewenter I., Westphal C., Messinger O., Potts S.G., Roberts S.P.M., Settele J., Szentgyörgyi H., Vaissière B.E., Vaitis M., Wołczykowski M., Bazos I., Biesmeijer J.C., Bommarco R., Kunin W.E., Tscheulin T., Lamborn E., Petanidou T., 2011. *Assessing bee species richness in two Mediterranean communities: importance of habitat type and sampling techniques*. *Ecol Res* 26(5):969-983.
- Pickett S.T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M., 2004. *Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms*. *Landsc Urban Plan* 69:369–384.
- Pollard E., Yates T.J., 1994. *Monitoring butterflies for ecology and conservation: the British butterfly monitoring scheme*. Springer Science & Business Media.
- Potts S., Dauber J., Hochkirch A., Oteman B., Roy D., Ahnre K., Biesmeijer K., Breeze T., Carvell C., Ferreira C., Fitzpatrick Ú., Isaac N., Kuussaari M., Ljubomirov T., Maes J., Ngo

H., Pardo A., Polce C., Quaranta M., Settele J., Sorg M., Stefanescu C., Vujic A., 2021.

[Proposal for an EU Pollinator Monitoring Scheme](#). EUR 30416 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Quaranta M., Ambroselli S., Barro P., et al., 2004. *Wild bees in agroecosystems and semi-natural landscapes. 1997-2000 collection period in Italy*. Bull Insectol 57(1):11-61.

Säumel I., Hogrefe J., Battisti L., Wachtel T., Larcher F., 2021. *The healthy green living room at one's doorstep? Use and perception of residential greenery in Berlin, Germany*. Urban For Urban Green 58:126949.

Schmucki R., Harrower C.A., Dennis E.B., 2021. [rbms: Computing generalised abundance indices for butterfly monitoring count data. R package version 1.1.0](#).

van den Bosch M., Ode Sang Å., 2017. *Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – A systematic review of reviews*. Environ Res 158:373–84.

Westphal C., Bommarco R., Carré G., Lamborn E., et al., 2008. *Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions*. Ecol Soc Am 78 (4):653-671.

# CITTÀ DA COLTIVARE: L'AGRICOLTURA URBANA COME NBS PER L'ECOSISTEMA CITTÀ

[Mirella Di Giovine](#)

Sapienza Università di Roma, Scuola di Specializzazione Beni Territoriali e Naturali

**Abstract:** *Nel presente contributo l'agricoltura urbana è proposta quale Nature Based Solution (NBS) per le città. È illustrato un progetto sperimentale, realizzato a Roma su aree pubbliche, che, a partire dalle potenzialità dell'agricoltura quale NBS, punta a potenziare la biodiversità, l'infrastruttura verde, i servizi ecosistemici. Un nuovo rapporto città - campagna quindi che può fermare il consumo di suolo e migliorare l'equilibrio ecosistemico delle aree urbane oltre a proporre nuovi stili di vita con il coinvolgimento attivo delle comunità insediate.*

*Nel caso di Roma, l'agricoltura urbana che interessa i quartieri fragili della cosiddetta periferia, non solo può far rivivere l'Agro, ma attraverso la sua capacità multifunzione, può sviluppare diversi servizi essenziali per il riequilibrio della città.*

**Parole chiave:** *agricoltura urbana, biodiversità, infrastruttura verde, paesaggio.*

## ***Farming in the cities: urban agriculture as Natural Based Solution to rebalance the city ecosystem***

*Urban agriculture is proposed as a Natural Based Solution (NBS) strategy for the city. In particular, an experimental project, carried out in Rome on public lands, is illustrated. The project, starting from the potential of agriculture as NBS, aims at enhancing biodiversity, green infrastructure and ecosystem services. A new city-countryside relationship can stop land consumption and at the same time improve the ecosystemic balance of urban areas, as well as promote new lifestyles with the active involvement of settled communities. In the case of Rome, in particular, the urban agriculture still existing in the fragile neighbourhoods of the so-called suburbs, can not only revive the historical landscape of the Roman Agro, but through its multifunctional capacity, it can develop various kinds of services, essential for the rebalancing of the city.*

**Keywords:** *urban agriculture, biodiversity, green infrastructure, landscape.*

## INTRODUZIONE

La campagna, per storia e per natura, ha partecipato e partecipa in modo molto significativo al sistema dell'infrastrutturazione verde delle città. Nel caso di Roma, la campagna è presente a margine dell'edificato e nella frangia urbana, nel periurbano, interconnessa con i quartieri di edilizia sociale, con i nuclei sparsi dell'abusivismo edilizio e con le aree protette dell'area comunale. Essa rappresenta così una importante risorsa di Capitale naturale e [una componente essenziale della rete ecologica](#).

La campagna, utilizzata a pascolo o per coltivazioni, incuneata fra i quartieri urbani, costituisce infatti un prezioso elemento connettivo del sistema delle aree protette (ben 14 aree per circa 41.000 ha) e delle aree verdi nonché del sistema paesaggistico, costituendo un paesaggio agricolo identitario per il particolare valore culturale e sociale che ha assunto nel tempo.

Nel caso di Roma, tale paesaggio interessa oltre la metà del territorio del Comune. Sarebbe perciò opportuno ridare identità a questo straordinario paesaggio storico e definire quale Agro romano la campagna periurbana nella sua interezza, con i suoi paesaggi e valori di testimonianza, considerandola quale importante risorsa di Capitale naturale e di cultura diffusa.

Ancorché eroso dall'edificato e consumato dalla speculazione edilizia, l'Agro romano è ancora molto esteso, ricco di qualità ecologiche, di biodiversità e di beni storici e paesaggistici, importante per le comunità insediate perché ne rafforza i vincoli identitari anche attraverso la percezione del paesaggio. Peraltro, a questo riguardo, è bene ricordare

che tale area è oggetto di vincoli archeologici e paesaggistici relativi a quasi tutta la sua estensione. In termini di superficie, a fronte di 128.000 ha relativi all'intero territorio comunale, l'Agro romano rappresenta almeno 58.000 ha agricoli, di cui più di 38.000 in produzione attiva ([Roma Capitale, 2013](#)). Nel comune di Roma ben 87.000 ha sono complessivamente tutelati e gran parte del territorio dell'Agro ricade in aree protette o con vincoli specifici; si tratta quindi di un potenziale straordinario per il quale, come già detto, è giustificato usare il termine di risorsa di Capitale naturale e di infrastruttura verde (Di Giovine, 2003).

L'Agro romano è un'area che, per la sua morfologia variata e per la rete idrografica molto estesa, presenta ancor oggi una grande biodiversità con una grande potenzialità di miglioramento e di sviluppo dell'importante funzione connettiva delle aree protette e di restauro degli ecosistemi ([Panagopoulos, 2019](#)). Solo nelle aree interne al Grande Raccordo Anulare sono state rilevate più di 1.550 specie di flora spontanea (Celesti Grapow, 1995) e risultano presenti più di 7 consociazioni vegetali: bosco ripario, bosco misto di caducifoglie mesofilo, cerreta della campagna romana, boscaglia mista di sclerofille e caducifoglie termofile, sugherete del litorale, lecceta, macchia mediterranea. Vi è inoltre una grande varietà di avifauna con 75 specie di uccelli nidificanti (Taffon et al., 2008), 38 svernanti, 13 in sosta temporanea (Bologna et al., 2008) e più di 1220 specie di insetti (Zapparoli, 1997).

Potenziare e rafforzare l'agricoltura nell'area periurbana assume quindi un ruolo ecologico funzionale, strategico e necessario nella sfida

ai cambiamenti climatici, in quanto il territorio agricolo rappresenta una riserva di biodiversità ([Santolini, 2018](#)) ed è in grado di fornire servizi ecosistemici essenziali per il riequilibrio dell'intera area urbana e dell'ecosistema città.

## IL RUOLO ECOLOGICO E FUNZIONALE DELLA CAMPAGNA NELL'ASSETTO DELLA CITTÀ CONTEMPORANEA

Il [Green New Deal Europeo](#) e il [Next Generation EU](#) forniscono chiari indirizzi per un cambio di paradigma del nostro sviluppo, per una transizione ecologica che aiuti a superare, anche nelle città, le gravi emergenze ambientali quali l'inquinamento atmosferico e la crisi climatica. In questa strategia di transizione, le aree agricole assumono, rispetto al passato, un ruolo sempre più determinante per il riequilibrio ecosistemico delle aree urbane e possono costituire una efficace strategia di *nature-based solutions* (NBS) se l'attività agricola rispetta effettivamente i principi di carattere biologico e di biodiversità ([EC, 2020](#)).

Infatti, attraverso gli interventi di *greening* (Dorst et al., 2019), quali l'intercalare negli ambiti coltivati aree di naturalità con flora spontanea o introdurre la biodiversità nelle coltivazioni, come ad esempio antiche varietà di grano, o siepi arbustive, le aree agricole collaborano al miglioramento della biodiversità in area urbana e alla rinaturalazione delle città. Inoltre, negli orientamenti urbanistici attuali, esse possono caratterizzarsi per una molteplicità di funzioni (agricoltura multifunzione; [Forconi et al., 2010](#)) e contribuire così alla fornitura di servizi ecosistemici negli ambiti urbani.

Le città, d'altra parte, attraversano una profonda crisi di carattere ambientale, economico nonché sociale e si trovano di fronte a nuove grandi sfide ambientali quali la crisi climatica, il contenimento dell'inquinamento, la grave crisi economica e le forti diseguaglianze sociali.

L'*Urbs* invecchiata del '900 fatica a contenere una società in crisi, ammalata sul piano ecologico, disordinata, conflittuale, frammentata, ineguale. La crisi della città del secolo scorso, stretta fra rendita fondiaria e rigida zonizzazione funzionale, ha determinato un impoverimento delle pratiche sociali e culturali di riappropriazione dello spazio su cui l'urbano ha fondato storicamente il suo modello di società. La difficoltà di organizzare e gestire questo tipo di città ne ha determinato la invivibilità e provocato i tanti rischi ambientali, depauperando le aree del periurbano e sottraendo aree all'agricoltura per usi edilizi e non solo.

In questo contesto, inedito dal punto delle dinamiche ecologiche, sociali, produttive ed economiche, occorre acquisire una visione d'insieme della città come organismo e come ecosistema per ripartire dalle risorse naturali e culturali presenti (Calzolari, 1999), dai valori condivisi dalle comunità insediate. In questo approccio, l'agricoltura diviene quindi elemento prezioso.

Oggi, rispetto al passato, la campagna deve quindi assumere un valore ed un ruolo nuovo, strategico per il riequilibrio ambientale della città, un ruolo di infrastruttura multifunzione ([Xing et al., 2017](#)).

Nuove modalità di coltivazione caratterizzano infatti l'agricoltura di oggi, in particolare nelle

arie urbane. È possibile il ricorso alla coltivazione biologica per produzioni di qualità in alternativa a colture estensive non più economicamente convenienti. L'attenzione è, in questi casi, rivolta alla qualità del cibo secondo il principio del Green New Deal del [Farm to Fork](#) relativo ai sistemi di distribuzione a Km 0. Si determinano così sul mercato nuovi importanti opportunità di lavoro per i giovani agricoltori e la possibile applicazione della pratica del *greening* da realizzare su parti di aree coltivate per migliorarne le prestazioni ecologiche, anche con ricorso a finanziamenti regionali ed europei.

La rivitalizzazione delle aree agricole può, inoltre, svolgere un ruolo significativo per la rigenerazione delle aree critiche dei quartieri della periferia, operando il riequilibrio fra aree centrali e periurbane sia sul piano ecologico e di offerta di servizi ecosistemici che sul piano sociale e culturale. Con l'agricoltura multifunzione si può, infatti, incrementare e diversificare l'offerta di servizi quali gli agrinido, i mercatini di approvvigionamento, le fattorie didattiche, gli spazi sociali e per il tempo libero definendo nuovi modelli di relazioni e di appartenenza e nuovi stili di vita per le comunità migliorando, di fatto, i servizi di prossimità.

In sintesi, le aree agricole periurbane possono essere considerate una vera "infrastruttura verde multifunzione" (Malcevski, 2010), strategica nell'assetto urbano per sviluppare connettività ecologica, biodiversità e servizi ecosistemici, migliorare la qualità della vita e della salute dei cittadini (van den Bosch e Ode, 2017), migliorare il paesaggio, assicurare i legami territoriali e determinare il

riequilibrio fra parti della città.

Tornando, a titolo esemplificativo, alla situazione di Roma, la campagna è ancora riconoscibile come Agro romano su cui fondava l'antica civiltà dell'urbe (Tomassetti, 1910), caratterizzata da valori culturali e da preesistenze storiche di straordinario interesse, diffuse in tutte le sue parti, che le comunità insediate riconoscono e a cui sono legate. Non si può peraltro tacere della profonda radice agricola storicamente presente in molti dei quartieri della periferia di Roma e ancora vitale in molti degli insediamenti un tempo abusivi. D'altra parte l'attività agricola può rappresentare un freno al consumo di suolo nel periurbano attualmente in condizioni di abbandono e di rendita di attesa. Inoltre, gli edifici rurali di servizio e i casali presenti in queste aree, testimonianza della storia dei territori e spesso già acquisiti al pubblico, una volta restaurati possono divenire presidi socio culturali e di servizio senza ulteriore consumo di suolo. Basti pensare, ad esempio, che già molte delle Biblioteche della rete pubblica e molti Centri culturali sono realizzati all'interno di antichi complessi agricoli restaurati e riutilizzati, come la Biblioteca ex Vaccheria Nardi nella zona di Grotte di Gregna, la Biblioteca della Legalità di Collina della Pace o ancora la Biblioteca Casale Alba nel parco di Aguzzano.

Le comunità hanno d'altra parte grande consapevolezza dei valori sia naturali che culturali dei territori agricoli e delle radici di insediamento. Come ricorda anche la [Convenzione Europea del Paesaggio](#), il valore identitario è spesso legato alle radici agricole e può quindi essere alla base di progetti per

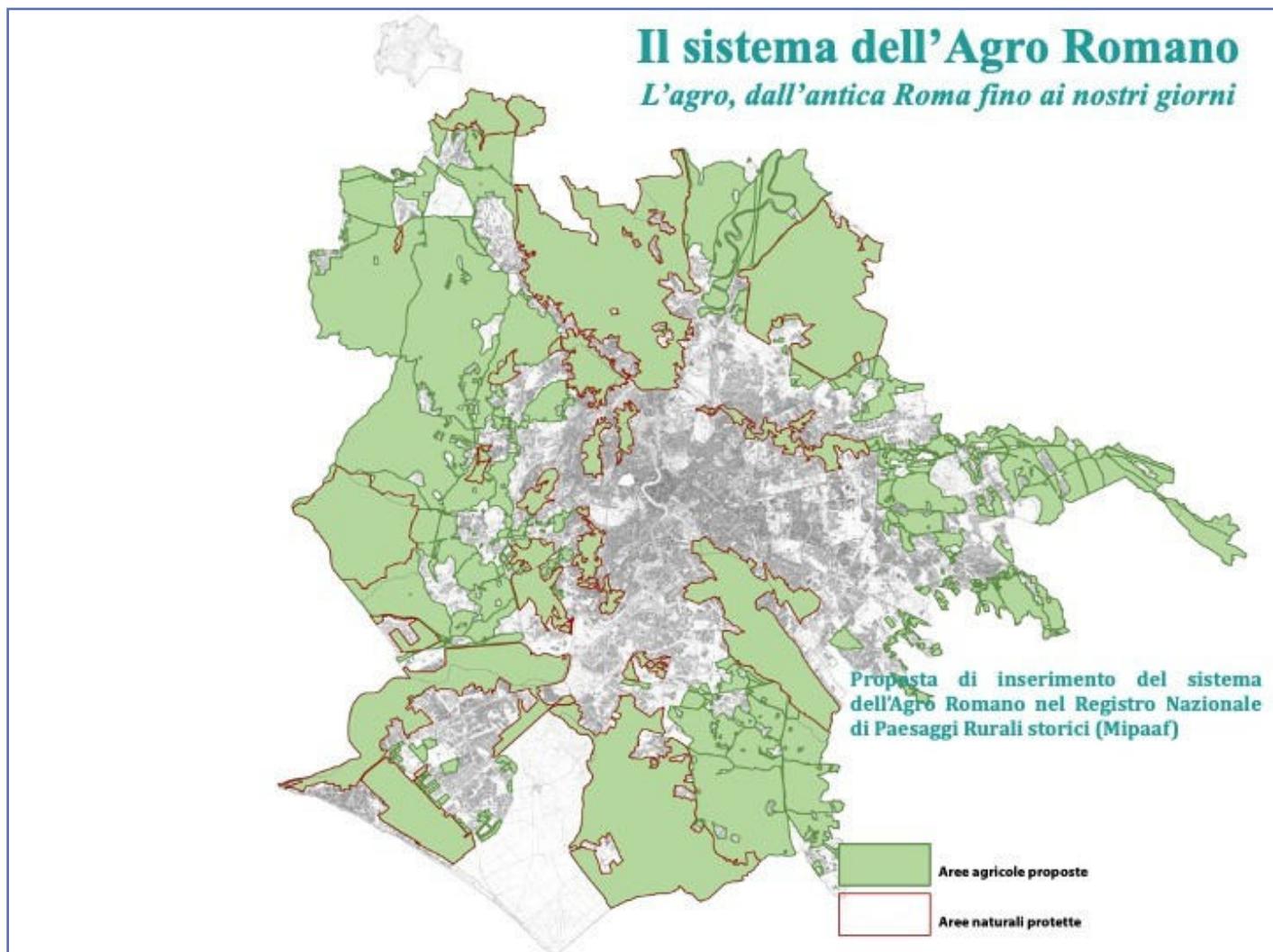


Figura 1. Schema del complesso delle aree agricole dell'Agro romano (in verde) proposti per l'iscrizione al Registro dei Paesaggi rurali storici del Mipaaf (fonte: elaborazione di M. Di Giovine e P. Pulcini).

migliorare i tessuti urbani e la qualità della vita, per rafforzare la coesione (Mininni, 2012) ed offrire nuovi modelli urbani.

A riguardo si possono citare i numerosi studi sulle campagne urbane (Donadieu, 1998) che sottolineano la necessità di riproporre il profondo legame delle collettività con la terra per superare la crisi delle città e per ritrovare nuovi valori di coesione attraverso le relazioni stabilite da un nuovo assetto delle campagne urbane utili anche sul piano ecologico.

È interessante notare che, per dare nuova dignità di valore culturale alla campagna

come Agro romano, è già stata formulata una proposta della Regione Lazio per l'iscrizione di queste aree nel [Registro del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali](#) Mipaaf come *Paesaggio rurale storico*. Una proposta che, diventata una [Mozione Regionale nel 2020](#), sarà presto presentata al Mipaaf.

Inoltre, per rafforzare il ruolo dell'agricoltura e far rivivere l'attività di coltivazione, l'amministrazione capitolina ha deciso di partire proprio dalle aree pubbliche, considerato anche che a Roma sono piuttosto estese. È possibile così introdurre molto

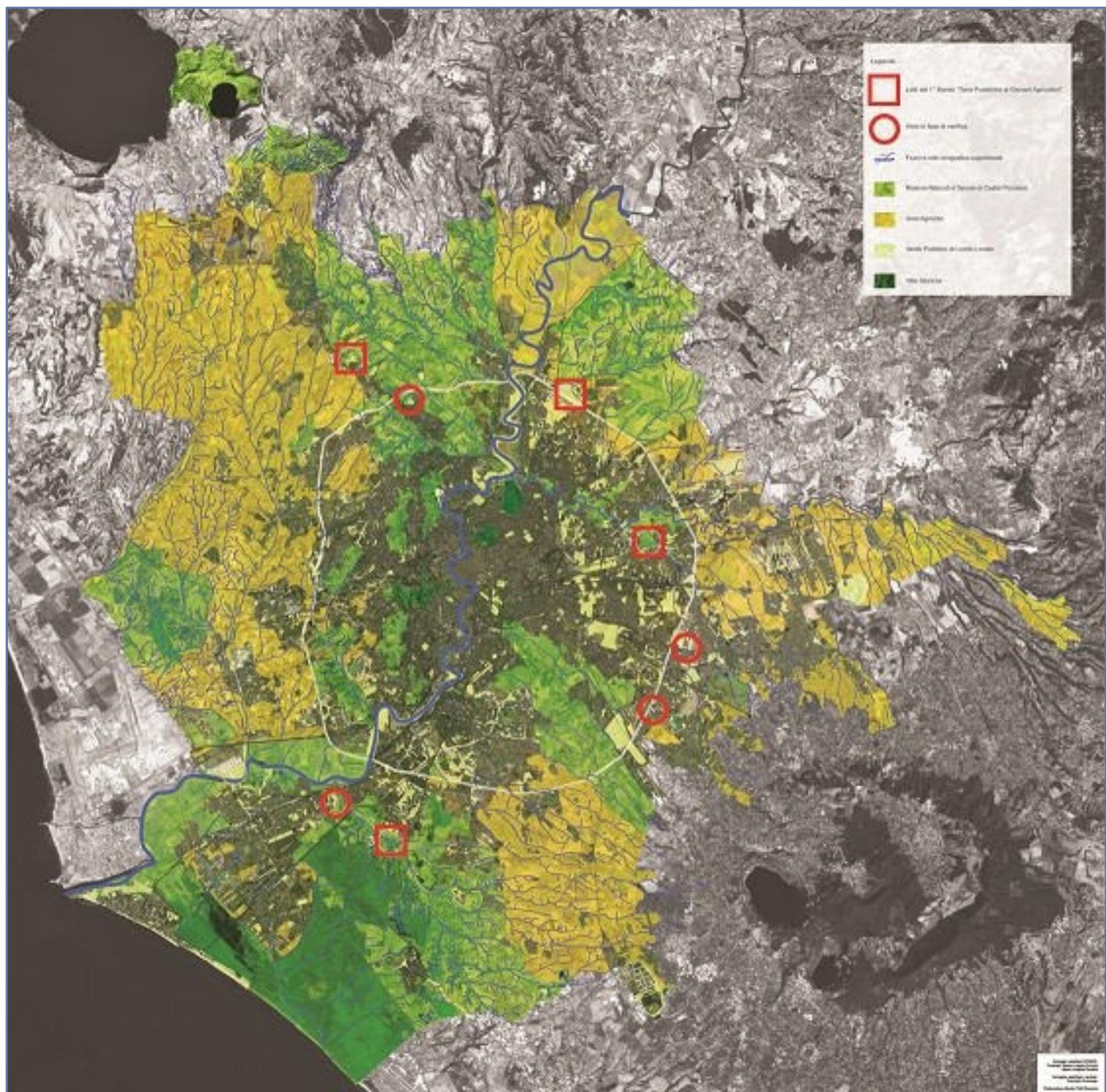


Figura 2. Progetto “Roma da coltivare”: nei quadrati rossi le terre pubbliche messe a bando ed assegnate per la coltivazione biologica con obiettivi di implementazione della biodiversità; in giallo le aree agricole; in verde chiaro le aree protette comprensive di aree agricole (fonte: rielaborazione di M. Vigliotti su base Google Earth).

concretamente nella politica di assetto della città, una strategia di NBS utile sia per frenare concretamente il consumo di suolo che per migliorare i servizi ecosistemici e la biodiversità. Ha preso così avvio, nel 2014, il

progetto sperimentale delle terre pubbliche ai giovani agricoltori denominato “[Roma, Città da coltivare](#)” di Roma Capitale, finalizzato alla realizzazione di nuove aree di produzione biologica e serbatoi di

biodiversità nella città.

## L'ESPERIENZA DEL PROGETTO "ROMA CITTÀ DA COLTIVARE"

Il Comune di Roma nel suo territorio ha ancora oggi un vasto patrimonio di aree agricole in abbandono e di edifici, in molti casi all'interno di tenute storiche di elevata rilevanza, già facenti parte del patrimonio pubblico.

In via sperimentale, con il progetto "Roma, Città da coltivare" sono state individuati circa 500 ha. derivanti da cessioni e ora di proprietà del Comune e quindi immediatamente disponibili, dove sono presenti casali che possono essere recuperati utilizzando i fondi già previsti nelle convenzioni urbanistiche da cui derivano le proprietà delle tenute.

Il progetto ha previsto, quindi, l'utilizzo delle terre dandole in affitto a giovani agricoltori per coltivazioni di tipo biologico. [La delibera comunale n 16/2014](#), su cui si basa il progetto, ha approvato nel 2015 i primi bandi pubblici per l'assegnazione delle aree che riguardano per ora solo circa 100 ha. Il progetto tuttavia ha una potenzialità di almeno 1.000 ha volendo tenere conto solo delle tenute pubbliche comunali, a cui si possono aggiungere ulteriori 5.000 ha di tenute pubbliche regionali.

Il progetto paesaggistico "Roma Città da coltivare", ai sensi dell'[art. 66 del D. L.n.1 del 24.01.2012](#) relativo alle dismissione di terreni demaniali agricoli e a vocazione agricola, è un tentativo sperimentale per far rivivere l'Agro romano. Si tratta di utilizzare le risorse di aree agricole ancora presenti, ancorché in degrado, ricche di valori naturali, ecologici, di biodiversità, nonché di preesistenze storiche,

casali, torri, castelli, per realizzare progetti di agricoltura urbana multifunzione finalizzati al recupero produttivo e paesaggistico dell'Agro e all'incremento della biodiversità con nuove formule di agricoltura biologica.

In base alla Delibera di Giunta riferita alla legge sopracitata, sono stati preparati ed emanati dei bandi pubblici. A seguito della selezione effettuata sui progetti presentati, le aree in abbandono sono state quindi affidate a giovani agricoltori che avevano titolo di priorità secondo la normativa.

I criteri fissati ed utilizzati per la selezione dei progetti hanno previsto il recupero paesaggistico, basato caso per caso sui valori identitari delle comunità locali, e come strumento per tale recupero hanno privilegiato l'agricoltura di tipo biologico e multifunzione in grado di offrire, oltre alla produzione agricola, servizi di carattere sociale, ricreativi, didattici, turistici. E' stato inoltre previsto di monitorare nel tempo la presenza della flora spontanea e di specie coltivate che arricchiscono gli aspetti di biodiversità. Si tratta di una nuova strategia, che può incidere fortemente sui valori del paesaggio, a partire dal coinvolgimento delle popolazioni locali per costruire nuovi modelli innovativi di vita nelle aree urbane.

Rivivono così, sulla base del progetto paesaggistico, coltivi, orti, pascoli, testimonianze della storia agricola romana medievale, cinquecentesca ed ottocentesca, testimonianze che presidiano ancora gli insediamenti pur inglobati nello sviluppo urbano. Inoltre, attraverso il loro restauro e la loro riutilizzazione, si rinnovano trame agricole, boschi, casali, castelli, torri, acquedotti, secondo [un rinnovato rapporto con la campagna che struttura reti ecologiche](#)



Figura 3. La Tenuta pubblica della Cervelletta ad Est di Roma, nell'area protetta del fiume Aniene, in condizione di abbandono prima dell'affidamento per la coltivazione ai giovani agricoltori (fonte: elaborazione M. Di Giovine su base Google Earth).

(Di Giovine, 2021).

La sperimentazione è iniziata con 4 unità poderali alla fine del 2015: Tenuta Borghetto San Carlo, Tenuta della Cervelletta, Tenuta Pisciarelli, Tenuta Tor dei Cenci, aree in gran parte comprese in aree protette.

È stato necessario superare molte difficoltà dovute alla mancanza di un efficace raccordo tra le politiche di Roma Capitale e quelle della Regione, al fine di assicurare un flusso di finanziamenti di sostegno e coordinamento, efficace a partire dai fondi europei. Si rende necessaria, in prospettiva, una politica strategica per questa specifica realtà, che possa essere in grado di sostenere gli imprenditori in questa difficile missione di agricoltura urbana, basti pensare alle difficoltà relative all'approvvigionamento energetico e idrico necessari a condurre l'attività.

Di fatto, attraverso questo progetto che può interessare migliaia di ettari pubblici, si radica sul territorio una politica concreta per le aree agricole che opera positivamente, se opportunamente condotta, sulla biodiversità e che consente di dare lavoro a tanti giovani agricoltori.

### **UN ESEMPIO: LA TENUTA AGRICOLA BORGHETTO SAN CARLO**

Il progetto relativo alla tenuta agricola storica di Borghetto San Carlo, in gran parte compresa nell'area protetta di Veio ed estesa per 22 ha, è stato affidato alla [cooperativa Co.r.ag.gio](#).

La tenuta è caratterizzata da una struttura di antichi casali ancora in fase di recupero, ed è in coltivazione dal 2015 ad opera di questa cooperativa di giovanissimi agricoltori che,

nonostante le difficoltà nel reperire fondi europei e regionali, continuano a praticare le coltivazioni con interessanti miglioramenti anche sul piano della biodiversità e dei servizi forniti. L'area è stata sottratta alla cementificazione grazie ai vincoli e poi, grazie all'attuazione del progetto, è stata sottratta al degrado e all'uso abusivo di pascolo intensivo.

Il Centro agricolo della Cooperativa è dedicato alla produzione agroalimentare biologica. Tra le colture in campo ci sono ortaggi, cereali (circa 40 varietà sperimentali), legumi, frutteto della biodiversità (più di 50 varietà per 7 specie a rischio erosione genetica), uliveto (6 specie). In azienda, inoltre, sono ospitate arnie per la produzione di miele biologico (millefiori, acacia).

Dal punto di vista agricolo, continua il

recupero dei terreni ripresi da un abbandono cinquantennale.

Dei 22 ha di estensione complessiva dell'azienda, circa 10 sono occupati da superfici boscate, filari di pini secolari, siepi, radure lasciate incolte, viabilità e spazi di servizio con spazi per le specie spontanee.

Al momento, circa 12 ha sono invece interamente seminati e coltivati a ortaggi, cereali, frutteto, oliveto, legumi.

Nelle semine e trapianti relativi alla stagione 2020/2021 si trovano:

- 0,5 ha circa seminato a sorgo bianco da granella/food grade, di tre varietà (due delle quali non in commercio e sperimentali) in partenariato con l'Ente ministeriale CREA, sulla base di un progetto di filiera sperimentale;
- 0,5 ha a farro dicocco (seme riprodotto in



Figura 4. La tenuta pubblica Borghetto San Carlo a Nord di Roma, ricadente in gran parte nel Parco di Veio ed affidata a giovani agricoltori (Google Earth elaborazione M. Di Giovine).

*"CENTRO AGRICOLO BORGHETTO SAN CARLO"* ELABORATI GRAFICI DEL PIANO DI SVILUPPO AZIENDALE

TAV. IVa

## TAVOLA AMBIENTALE



Figura 5. Tavola Ambientale del progetto per la Tenuta Borghetto San Carlo della Cooperativa Co.r.ag.gio. (fonte: Documentazione di progetto Cooperativa Co.r.ag.gio).

azienda);

- 0,2 ha a grano tenero (seme riprodotto in azienda);
- 1 ha circa a grano duro varietà Rangodur;
- 0,2 ha circa a grano duro varietà Cappelli (riprodotto in azienda);
- 1 ha ad orto invernale;
- 0,5 ha a leguminose da mensa (fave, lupini);
- 0,3 ha circa a cece tondo, sultano, rosso (seme riprodotto in azienda);
- 2 ha circa a riposo con sovescio misto (lupini, favino, sorgo, trifoglio, senape);
- 500 piante di carciofo (tre varietà) come interfilare tra gli ulivi, per progetto sperimentale *Eco-in-pascoli*, in partenariato con Firab.

Per quanto riguarda le colture perenni (frutteti impiantati dalla cooperativa):

- 1 ha a uliveto, 110 piante in 6 varietà;
- 1 ha a frutteto misto, dedicato alla biodiversità, con varietà a rischio erosione genetica del centro Italia (150 piante circa di 6 specie per più di 50 varietà), in parte utilizzato per un progetto sperimentale di conservazione e riproduzione, in partenariato con Arsial, Progetto: "L'Agro biodiversità scende in città - Il Futuro dei frutti antichi".

L'azienda alleva, infine, un totale di 10 alveari in regime di produzione biologica con idoneo codice di identificazione aziendale.

La produzione biologica della Tenuta si va imponendo sul mercato locale anche grazie un'offerta di servizi come aree ristoro, percorsi didattici, corsi didattici per la coltivazione, punti vendita e conseguenti stili di vita, con cui la Cooperativa ha conseguito anche il [Premio Europeo Green Lifestyles Alternative Models](#)

[and Up-scaling regional Sustainability/Glamurs.](#)

## CONCLUSIONI

L'esperienza condotta dimostra come le aree agricole del periurbano da ruolo marginale di vuoti - come spesso definite dagli urbanisti di vecchia maniera, dove inserire quello che non si riesce a collocare altrove, spazi di rendita fondiaria di attesa e di speculazione edilizia o, nel migliore dei casi di produzione -, possano divenire invece, se adeguatamente coltivate, elemento strutturante dell'ecosistema città. Tali aree sono in grado di proporre un nuovo modello di città diffusa basata sul consumo di suolo 0 e, configurandosi come elemento connettivo dell'infrastruttura verde, divengono serbatoi di biodiversità utili per il restauro degli ecosistemi, nonché essenziali per il riuso dei beni culturali presenti e per valorizzare la storia dell'insediamento.

Il buon esito delle esperienze del progetto "Roma Città da coltivare", realizzate seppur con tante difficoltà e ad oggi non totalmente completate, dimostra come attraverso la gestione accorta della produzione con l'ottica della biodiversità, le soluzioni di parti a sistemazione boschive, il miglioramento del suolo e dei terreni inculti, è possibile fornire alle aree urbanizzate limitrofe la mitigazione di effetti negativi derivanti dall'inquinamento, il drenaggio del flusso dell'acqua piovana in eccesso, la stabilizzazione delle relazioni con la comunità locale offrendo servizi di prossimità e produzione a Km 0. In particolare questo nuovo modello di consumo è stato sperimentato nei quartieri prossimi a questi progetti agricoli, proprio nella recente pandemia.

Questa sperimentazione orienta e definisce così un nuovo patto fra la città e la campagna, che punta ad una città più rurale ed al tempo stesso più urbana, che offre servizi ecosistemici, migliora la biodiversità, offre nuovi modelli di vita, di relazioni, di valori culturali diffusi e di paesaggio.

Si propone una sorta di riappropriazione del territorio periurbano basata sul paesaggio identitario delle comunità, sui profondi legami con la terra e le radici di insediamento, confermato dall'interesse dei cittadini per queste realtà.

Il vantaggio è evidente sul piano di una corretta gestione territoriale, perché queste aree in coltivazione attiva del periurbano sono sottratte ad usi impropri, al consumo edilizio, alle speculazioni varie, al degrado e ad abusi. Si definisce così, di fatto, una concreta strategia contro il consumo di suolo che può essere veicolata nei piani ambientali strategici per il suo futuro.

Il periurbano agricolo, se rivitalizzato in chiave ecologica e produttiva consentirà quindi di:

- fermare il consumo di suolo;
- rafforzare la biodiversità;
- potenziare l'infrastruttura verde;
- migliorare i sistemi di connettività ecologica ed i servizi ecosistemici;
- offrire nuovi modelli di vita delle comunità, modelli più sostenibili, adeguati alle città di oggi;
- focalizzare nuove modalità di approvvigionamento del mercato in chiave sostenibile;
- offrire un sistema di valori culturali diffusi, utili per i legami delle comunità con i territori;
- ristabilire l'equilibrio fra parti della città, fra

le aree centrali e periferia;

- migliorare i paesaggi urbani;
- definire un Piano ambientale strategico.

Sulla base dei principi del Next Generation EU e della transizione ecologica, il ruolo di tali aree agricole dovrebbe costituire la base di un vero "Piano Ambientale Strategico per la città", strutturato come una Variante di PRG per le aree a verde, agricole e servizi finalizzato a limitare il consumo di suolo e rafforzare le infrastrutture verdi. Un Piano ambientale strategico come sviluppato da molte città europee, ma anche italiane (Bologna, Prato, Provincia di Torino), per affrontare la biodiversità ed il riequilibrio ecosistemico della città con una nuova dimensione di valorizzazione culturale diffusa sul territorio.

Infine per tornare al caso di Roma, approfondendo le esperienze in corso nel vasto e diversificato territorio dell'Agro romano, la Capitale potrebbe svolgere un ruolo internazionale di riferimento sui temi dell'agricoltura urbana. Di fatto, essa è già sede delle principali Agenzie internazionali che si occupano di cibo e di agricoltura ([FAO](#), [IFAD](#), [WFP](#)), e potrebbe così essere rilanciata a livello internazionale quale centro per affrontare, accanto ai temi dell'agricoltura e del cibo nel mondo, quelli, ormai anch'essi urgenti e indubbiamente legati ai primi, del nuovo rapporto città-campagna.

## BIBLIOGRAFIA

Bologna M., Carpaneto G.M., Cignini B. (a cura di), 1997. *Atti del 1 Convegno nazionale sulla Fauna urbana*, Fratelli Palombi, Roma.

Calzolari V. (a cura di), 1999. *Storia e Natura*

come sistema, *Un progetto per il territorio libero dell'area romana*. Argos, Roma.

Celesti Grapow L. (in coll. con Petrella P.), 1995. *Atlante della flora di Roma. La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale*. Argos Edizioni, Roma.

Cignini B., Zapparoli M., 1996. *Atlante degli uccelli nidificanti a Roma*. Fratelli Palombi, Roma.

Di Giovine M., 2003. *La rete ecologica del territorio romano nel nuovo piano regolatore*, in: Mazzeri C. (a cura di), 2003. *Le città sostenibili. Storia, natura, ambiente*. Franco Angeli, Milano.

Di Giovine M., 2021. *Il paesaggio identitario delle periferie romane*. Parresia, Roma.

Donadieu P., 1998. *Campagne urbane. Una nuova proposta di paesaggio per la città*. Donzelli editore, Roma.

Dorst H., van der Jagt A., Raven R., Runhaar H., 2019. *Urban greening through nature-based solutions – Key characteristics of an emerging concept*. Sustainable cities and Society, Science Direct.

EC - Directorate General for Research and Innovation, Directorate Climate, Action and Resource Efficiency, 2020. *Research and Innovation policy agenda for Nature based solution & Re Naturing cities*. Final report of the Horizon 2020. Expert group.

Forconi V., Mandrone S., Vicini C. (a cura di), 2010. *Multifunzionalità dell'azienda agricola e sostenibilità ambientale*. ISPRA Rapporto n.128/2010, Roma.

Malcevschi S., 2010. *Reti ecologiche polivalenti, Infrastrutture e servizi*

ecosistemici

. Il Verde Editoriale, Milano.

Mininni M. V., 2012. *Approssimazioni alla città*. Donzelli editore, Roma.

Panagopoulos T., 2019. *Nature-Based Solution for Restoration of Ecosystem and sustainable Urban development*. MDPI, Special Issue of the journal Sustainability.

Roma Capitale, 2013. *Il settore agroalimentare a Roma e nell'Agro romano. Imprese e lavoro*. Roma.

Santolini R., 2018. *Servizi ecosistemici ed ecologia del paesaggio*. In: Atti del Convegno finale Progetto Sunlife Biodiversità, Reti Ecologiche e Paesaggio, Perugia.

Taffon D., Giucca F., Battisti C. (a cura di), 2008. *Atlante degli uccelli nidificanti nel Parco regionale dell'Appia antica*. Ente parco Regionale del Parco dell'Appia antica, Provincia di Roma Assessorato Politiche dell'Ambiente, Gangemi, Roma.

Tomassetti G., 1910. *La campagna romana in genere*. In *La campagna romana, Antica, medievale, Moderna*. Volume Primo, E. Loescher & C., Roma.

Xing Y., Iones P., Donnison I., 2017. *Characterization of Nature Based Solution for the built Environment*. Sustainability 9(1): 149.

Van den Bosch M., Ode S., 2017. *Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – A systematic review of reviews*. Environmental Research 158: 373–384.

Zapparoli M., 1997. *Gli Insetti di Roma*. Comune di Roma, Fratelli Palombi, Roma.

# VERSO UN'ECONOMIA PIÙ VERDE E SOSTENIBILE GRAZIE ALLE NATURE-BASED SOLUTIONS

Marino Cavallo, Simone Ferraro

Città Metropolitana di Bologna - Servizio Ricerca, Innovazione e Gestione dei Progetti Europei

**Abstract:** Le attuali politiche ambientali fissano i loro obiettivi nel prossimo futuro ma per raggiungerli è possibile partire oggi attribuendo agli attori locali un attivo ruolo di loro "apripista". Un metodo per fare ciò è sostenerne le sinergie nello sviluppo della ciclicità e sussidiarietà reciproca tra ecosistemi incrementandone il capitale naturale con azioni in grado di coniugare la crescita economica con l'aumento delle risorse naturali: le Soluzioni Basate sulla Natura (Nature-Based Solution - NBS). Grazie agli esempi forniti dal contesto locale della Città Metropolitana di Bologna e della Città belga di Genk, si propongono come modelli per questo nuovo tipo di strategie i sistemi di cura e gestione integrata delle loro aree verdi-blu sostenuti dal Progetto Horizon 2020 Connecting Nature.

**Parole chiave:** adattamento ai cambiamenti climatici; servizi ecosistemici; capitale naturale; pianificazione a scala locale.

## **Towards a greener and more sustainable economy thanks to Nature-Based Solutions**

Current environmental policies set their objectives in the near future, but to achieve them, it is possible to start today by giving local actors the active role of their "forerunner". One way to support synergies in the development of ecological cyclicity and mutual subsidiarity between ecosystems is to increase natural capital with actions that combine economic growth with an increase in natural resources: Nature-Based Solutions (NBS). Thanks to the examples provided by the local context of the Metropolitan City of Bologna and the Belgian city of Genk, the systems of maintenance and integrated management of their green-blue areas supported by the Horizon 2020 Connecting Nature Project are proposed as models for this new type of strategy.

**Key words:** climate change adaptation; agroecosystem; natural capital; local scale planning.

## **INTRODUZIONE**

Le nuove politiche internazionali (Pisano et al., 2015) ed europee per il clima hanno fissato i loro obiettivi principali al 2030 e al 2050 ma queste ambizioni rischiano di rimanere tali se non opereranno sin da subito per invertire le tendenze più critiche fissando nel calendario dei prossimi dieci anni il cuore dei loro interventi.

Queste azioni dovranno coinvolgere tutti i livelli di governo, ma, proprio per la loro

urgenza potrebbero avere negli attori locali degli efficaci "apripista" e "facilitatori", se gli stessi opereranno entrando in sinergia nello sviluppo della ciclicità e sussidiarietà reciproca tra i loro ecosistemi (Santolini, 2010; Santolini e Morri, 2017).

In questo modo, i singoli benefici, servizi e processi potrebbero sommarsi tra loro incrementando progressivamente il valore complessivo del Capitale Naturale (Costanza e Daly, 1992), ovvero, dell'insieme degli asset

naturali che forniscono a tutti beni e servizi di valore, diretto e indiretto e che allo stesso tempo assicurano anche la sopravvivenza degli stessi ecosistemi (Santolini e Morri, 2017).

Per questi motivi, un problema non più rinviabile dovrebbe essere quello del disaccoppiamento tra crescita economica e impatti ambientali (Aden, 2016; EEB, 2019) anche attraverso la rimozione degli ostacoli che finora hanno limitato il pieno dispiegamento dell'efficacia di soluzioni in grado di coniugare la crescita con l'aumento delle risorse naturali e dei loro benefici effetti ecosistemici: le Soluzioni Basate sulla Natura (Nature-Based Solution - NBS). Una messa in campo di concrete progettualità imprenditoriali e pubbliche che, attraverso la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ad essi, siano in grado di portare allo stesso tempo sviluppo. Gli argomenti scelti per questa tesi nascono da una consolidata ed autorevole letteratura (Costanza et al., 1997; Cohen-Shacham et al., 2016; Raymond et al., 2017; Santolini e Morri, 2017; Kabisch et al., 2017; Robinson e Breed, 2019; SOER, 2019; Collier e Bourke, 2020; Kopsiekier et al., 2021; Charveriat et al., 2021; Kooijman Esmee et al., 2021) ma riteniamo possano avere solide basi soprattutto nella descrizione di quelle buone pratiche che già oggi a livello locale ne stanno dimostrando la validità. Buone pratiche in grado di dimostrare la validità della scelta delle NBS, ovvero, di soluzioni che ispirandosi alla natura riescono ad ottenere delle ottime performance attraverso il supporto fornito loro dagli stessi elementi naturali e che, allo stesso tempo, riescono ad accrescere la resilienza dei contesti in cui operano, grazie ai benefici sociali, ambientali ed economici da loro forniti (European Commission, 2015;

Kabisch et al., 2017; Maes e Jacobs, 2017; Raymond et al., 2017; European Parliament, 2017; Somarakis et al., 2019), e che potrebbero per questo rappresentare una via d'uscita da una situazione nella quale numerosi risultati suggeriscono che non vi siano soluzioni win-win (Cieplinski et al., 2021).

Grazie agli esempi forniti dal contesto locale della Città Metropolitana di Bologna, si proporrà come modello efficace ed efficiente per questo nuovo tipo di strategie un sistema di governo del territorio e di gestione delle sue risorse basato sui seguenti pilastri:

- la promozione dell'ecologia culturale (Schibel, 2020) attraverso il sostegno per l'attuazione di NBS (Sanyé-Mengual, 2018; Zwierzchowska et al., 2019; Cavallo e Ferraro 2020);
- la promozione dei principi dell'economia circolare nelle azioni climatiche del governo della città, di integrazione-innovazione-inclusione e partecipazione (Ellen MacArthur Foundation – ARUP, 2019);
- lo scambio e la replicazione delle buone pratiche apprese grazie alla partecipazione a consorzi di progetti internazionali ed europei nel campo della sostenibilità e della gestione integrata del capitale naturale locale (anche con seminari, formazione, workshop, campagne di sensibilizzazione) (BLUE AP, 2015; Feleki, 2021; Stacchini e Mircea, 2021).

Per la realizzazione di queste strategie, la Città Metropolitana di Bologna, ha adottato un modello di valutazione della sostenibilità dei servizi ecosistemici nel quale, attraverso i processi chimico-fisici, idro-geomorfologici, biologici e più in generale ecologici, la loro territorializzazione fornisce un supporto insostituibile alla qualità della vita degli

abitanti. All'interno di questo modello gli stessi rappresentano di fatto fattori fondamentali per uno sviluppo economico sostenibile ([Church, 2014](#); Cavallo, 2020), comportando la loro perdita di valore, effetti sia sul territorio sia sul benessere indotto (Santolini, 2012; Santolini e Morri, 2017). Un modello ispirato a logiche per le quali l'ambiente rappresenta un capitale naturale da proteggere per le generazioni presenti e future.

Per un'analisi degli attuali effetti di questo modello è possibile rifarsi a diversi indicatori. Ad esempio, per quanto attiene i soli dati sul consumo del suolo, a quelli che vedono, rispetto alle altre città metropolitane italiane, nell'area metropolitana di Bologna il secondo valore più basso, con solo il 65% dell'area urbana ([SNPA, 2020](#)).

È possibile trovare ulteriore conferma di ciò, nei dati sul capitale naturale cittadino bolognese, che vedono per la sola popolazione arborea un incremento del 7,94% in meno di quattro anni ([CoBO, 2021](#)). Incremento capace di portare oltre ai numerosi benefici ecosistemici, grazie alle capacità di rimozione e di limitazione degli inquinanti della vegetazione, il mantenimento del Particolato PM10, salvo piccole fluttuazioni, al di sotto dei 30 µg/m<sup>3</sup> e il Particolato PM2.5 entro una media annuale inferiore o pari a 20 µg/m<sup>3</sup> ([ARPAE, 2020](#); CoBO, 2021).

Partendo da queste evidenze, nei successivi paragrafi si darà conto degli aspetti dinamici di quest'analisi con la descrizione di una delle [arie della Città Metropolitana di Bologna](#) dove, proprio sulla base di questo modello, grazie al sostegno offerto dal [progetto europeo Horizon2020 Connecting Nature](#) nella promozione delle NBS e nell'implementazione di innovativi modelli di

gestione delle aree verdi, si prevedono nel prossimo futuro ulteriori miglioramenti: [Casalecchio di Reno e l'area del suo parco fluviale della Chiusa](#).

Inoltre, se la crisi economica nata dalla pandemia COVID-19 ha reso la creazione di posti di lavoro una priorità altrettanto urgente, la buona pratica di Casalecchio e del suo Parco della Chiusa si ritiene possa contribuire a dimostrare come il rinnovamento del sistema produttivo e la ripartenza dell'economia e dei consumi trovino proprio nelle NBS una loro condizione abilitante (Stacchini, 2020; [Kooijman Esmee et al., 2021](#)).

## IL PROGETTO CONNECTING NATURE: IL PASSAGGIO DI TESTIMONE TRA LA CITTÀ **FRONT RUNNER** DI GENK E QUELLA **FAST FOLLOWER** DI BOLOGNA

La NBS di Casalecchio di Reno e dell'area del suo parco fluviale della Chiusa, sostenuta dal progetto Connecting Nature, è la riduzione degli inquinanti nella aria e il miglioramento del clima urbano reso possibile dall'aumento



Figura 1. Logo e disclaimer del progetto Horizon 2020 [Connecting Nature](#).



Figura 2. Parco nella valle di Stiemerbeek. Genk nel progetto Connecting Nature è la città *front runner* di Bologna (foto dagli archivi del progetto [Connecting Nature](#)).

del potere filtrante e di assorbimento della sua vegetazione realizzato grazie ai nuovi modelli di gestione integrata dell'area. Una gestione integrata basata sul modello del partenariato pubblico-privato nata dalla stipula di una [concessione di 19 anni del valore complessivo di 13 milioni di euro finalizzata alla cura del verde urbano del Comune di Casalecchio di Reno, che comprende il Parco della Chiusa e tutte le aree verdi della città, ad esclusione del verde scolastico e delle piazze centrali](#). I risultati attesi da questa nuova gestione delle reti ecologiche del territorio comprendono un incremento dei servizi ecosistemici dell'area, resa possibile da una migliore manutenzione e da nuove attività di piantumazione, le quali, secondo le previsioni dei partner scientifici del progetto Connecting Nature porteranno, oltre all'aumento della fissazione di CO<sub>2</sub>, a un incremento delle capacità di filtrazione dell'acqua e di trattenimento del suolo.

In questa sua prima fase, il valore aggiunto portato dal progetto Connecting Nature alle politiche ambientali dell'Amministrazione di Casalecchio può essere riassunto in due distinti elementi:

1. Nello scambio di buone pratiche e documenti d'indirizzo, come il masterplan di Genk sui modelli di *shared ownership* utilizzati per la gestione del suo parco nella valle di Stiemerbeek, per lo sfruttamento delle NBS reso possibile dalla staffetta tra la città *front runner* di Genk e quella *fast follower* di Bologna e della sua area metropolitana;
2. Nelle opportunità di finanziamento e d'incontro tra domanda e offerta di NBS rese possibili da una [piattaforma informatica creata dal progetto per le Nature-Based Enterprises e Organizations](#), ovvero, rispettivamente, quelle realtà impegnate in attività economiche e non, che usano la natura in modo sostenibile come elemento centrale della loro offerta di prodotti/servizi ([Kooijman Esmee et al., 2021](#)).

Nello specifico, per questo secondo aspetto, alle positive esternalità ambientali, culturali e sociali della nuova gestione integrata di Casalecchio, si sommeranno concreti contributi alla sostenibilità economica delle iniziative imprenditoriali locali nel campo delle NBS. Contributi resi possibili dai collegamenti assicurati dalla Connecting Nature Enterprise Platform tra la crescente domanda del

mercato globale di NBS (da parte di "acquirenti" del settore pubblico e privato) con l'offerta (imprese che sviluppano NBS sostenibili).

L'obiettivo generale di Connecting Nature è quello di rendere l'Europa un leader globale nell'innovazione e nell'implementazione di NBS. A tal fine dal consorzio di Connecting Nature è stato progettato un percorso per la formazione di una comunità di città capaci di promuovere l'apprendimento tra pari e il rafforzamento delle capacità tra le "città all'avanguardia" (*front runner*) che hanno esperienza nel fornire NBS su larga scala e le "città inseguitorie" (*fast follower*) che desiderano implementare NBS ma, ad esempio, mancano delle competenze necessarie. All'interno del consorzio del progetto la città che è legata in questa prima staffetta a Bologna è Genk. Il nucleo di quello che oggi è la giovane cittadina belga di Genk (nata ufficialmente come autonoma entità locale solo nel 2000), si sviluppa già nel ventesimo secolo grazie ad un rapido processo di industrializzazione portato dal fiorire di numerose attività estrattive e minerarie. Una crescita impetuosa e per molti aspetti positiva ma che ha avuto anche profondi impatti sul suo capitale naturale e la ha resa, in un solo secolo, il terzo polo industriale delle Fiandre. Recentemente, la sperimentazione realizzata attraverso progetti di diversa scala territoriale ha avuto come obiettivo di lungo termine quello di facilitare la transizione di Genk verso un'economia innovativa basata sulla produzione e sulla conoscenza e su un futuro sostenibile e questo si sta ancora oggi realizzando soprattutto con iniziative per la riconversione degli ex siti minerari in aree verdi. Iniziative che hanno già reso Genk la

città più verde del Belgio e che nel prossimo futuro grazie alla collaborazione con i cittadini, gli imprenditori e i partner governativi rafforzeranno ulteriormente sia il tessuto imprenditoriale sia il capitale naturale cittadino. In ciò, Genk come città *front runner* del progetto Connecting Nature (assieme alle città di Glasgow e Poznan) sarà sostenuta sia nel rendere le sue NBS sempre più scalabili sia nella raccolta di nuovi finanziamenti per lo sviluppo di idee progettuali ad esse collegate.

Grazie a Connecting Nature il passaggio di testimone tra la città *front runner* di Genk e la città *fast follower* di Bologna si concretizzerà in una replicazione delle soluzioni realizzate dalla prima nelle attività di pianificazione strategica della seconda supportata da specifici documenti d'indirizzo.

Documenti finalizzati alla replicazione a Bologna dei modelli di cooperazione "personalizzata" di Genk con le sue associazioni, residenti locali, imprenditori e aziende chiamati *Stiemerdeals* e delle iniziative per il coinvolgimento della cittadinanza nelle attività del suo parco fluviale Stiemerbeek nella Valle di Stiemer, un'area urbana multifunzionale blu-verde, che oltre ad aver aumentato la qualità della vita dei suoi abitanti ha incrementato la sua resilienza ai cambiamenti climatici.

[Connecting Nature, COpromotion with NaturE for City Transitioning, Innovation and Governance](#), è un progetto finanziato dal programma di azione per l'innovazione Horizon 2020, coordinato dal Trinity College di Dublino, con una partnership di 31 organizzazioni che collaborano con autorità locali, comunità, partner industriali, ONG e università. Coinvolge 16 paesi europei, Brasile, Cina, Corea e Caucaso (Georgia e

Armenia) che stanno investendo in una implementazione su larga scala di progetti NBS in contesti urbani. Nella sua seconda fase il progetto oltre alle città *fast follower*, prevederà anche il supporto al possibile effetto moltiplicatore delle sue azioni espresso da realtà extra europee (Caucaso, Cina, Brasile e Corea del Sud).

In questo modo Connecting Nature renderà possibile agli effetti locali promossi nei suoi primi anni di vita di avere conseguenze globali di medio e lungo periodo.

Questo però non comporterà il venir meno dell'attenzione del progetto agli scambi di

buone pratiche realizzate durante la sua prima fase, in quanto, dopo aver mappato le conoscenze esistenti nel campo delle NBS all'interno dei contesti urbani, il progetto creerà un processo in base al quale le città più innovative si impegneranno ulteriormente a espandere le loro soluzioni NBS in progetti pilota su larga scala. La Connecting Academy prevista dal progetto distillerà infatti la conoscenza conseguita da questo processo e trasferirà anch'essa questa conoscenza alle città *fast follower* favorendo la larga disseminazione delle metodologie di innovazione centrate sulle NBS.



Figura 3. Il parco fluviale della Chiusa nella Municipalità di Casalecchio di Reno. Il Comune è parte della Città Metropolitana di Bologna, città *fast follower* del progetto Connecting Nature (foto da [Wikipedia Commons](#)).

## IL PARCO DELLA CHIUSA E LA VISIONE SUL FIUME RENO DEL COMUNE DI CASALECCHIO

Nell'area metropolitana di Bologna, uno dei principali progetti legati alle NBS è in corso di realizzazione nel Comune di Casalecchio di Reno. Il Parco della Chiusa è il più grande spazio verde del comune con una superficie di 110 ettari che comprende le zone protette Colline di San Luca e Destra Reno e il paesaggio seminaturale protetto delle Colline di San Luca, oltre a edifici, tra cui ex tenute agricole e ville, e storiche infrastrutture idrauliche. L'insieme di questi complessi architettonici dà al Parco un valore aggiunto ambientale e simbolico tale da renderlo un concreto esempio di come beni culturali e risorse naturali possano essere coniugati all'interno di un comune quadro concettuale e metodologico.

All'interno del parco si trova difatti il più antico monumento idraulico ancora funzionante in Europa e il Comune ha lavorato per valorizzare gli importanti e diversi elementi naturali, storici e architettonici che costituiscono lo straordinario ecosistema del Parco.

Anche se ancora piuttosto sconosciuto e bisognoso di ulteriore completamento, può già essere considerato un modello ispiratore di una forma innovativa per trasformare un territorio sottoutilizzato in uno spazio dove siano soddisfatte sia le esigenze ambientali che quelle sociali. Nel corso dei secoli, sia la Chiusa (160,45 m di lunghezza; 34,45 m di larghezza) che il fiume Reno, soprattutto negli ultimi cinquant'anni, hanno adeguatamente seguito le esigenze ambientali ed economiche in evoluzione ed oggi vogliono porsi come una base per lo sviluppo di nuove progettualità legate all'implementazione a livello locale di

NBS.

Attualmente, quattro associazioni (la cooperativa agricola sociale Copaps nel ruolo di capofila, le cooperative sociali La Piccola Carovana e La Città Verde e il Consorzio Edili Artigiani Ravenna Cear Soc. Coop. Cons.) svolgono attività nel Parco con lo scopo di: (i) sensibilizzare le persone ad un corretto approccio e comportamento nei confronti dell'Ambiente; (ii) far capire alle persone, soprattutto ai bambini, che sono parte dell'Ambiente naturale; (iii) contrastare eventuali pianificazioni urbanistiche che potrebbero avere un impatto negativo sull'Ambiente come il consumo di suolo; (iv) organizzare laboratori sull'alimentazione naturale.

Il Comune di Casalecchio ha istituito un partenariato pubblico-privato (Public Private Partnership - PPP) per la riprogettazione e nuova gestione del Parco, un modello grazie al quale è possibile realizzare contratti di concessione con i quali un soggetto pubblico può affidare ad un soggetto privato (anche composto da diverse imprese qualificate) la gestione e gli investimenti su di un bene pubblico. Sono stati inoltre selezionati degli esperti per supportare la stesura della procedura di gara: botanici dell'Università di Bologna; uno studio di consulenza tecnica agronomica e forestale della Toscana; studi di consulenza giuridica ed economica di Bologna. In seguito, sono state organizzate specifiche tavole rotonde con i cittadini per ascoltare il loro punto di vista e discutere vari aspetti della futura gestione del Parco della Chiusa.

Un recente esempio dei risultati ottenuti grazie a questo servizio integrato di gestione del verde urbano sono le sue iniziative basate su un nuovo concetto di economia - ad

esempio quella circolare, a ridotto impatto e senza sprechi - per assicurare anche la sostenibilità economica delle progettualità finora sviluppate. Alcuni dei partner coinvolti nella rigenerazione ne stanno garantendo la continuità attraverso la creazione di punti vendita per prodotti che nascono dall'incontro tra agricoltura biologica e inclusione sociale di persone affette da differenti fragilità.

Un supporto concreto che si sta realizzando, ad esempio, con la commercializzazione di prodotti agricoli e dei loro derivati, come il miele millefiori biologico (suddivisibile tra primaverile ed estivo) realizzato grazie alle api del Parco della Chiusa ([Casalecchio Notizie](#)). Produzione di miele, che sarà affiancata anche a quella di polline e propoli con l'impianto di 100 arnie e la creazione di un laboratorio di smielatura.

Oltre agli effetti positivi precedentemente richiamati, la nuova gestione integrata dell'area faciliterà quindi le NBS implementate nell'ottenimento di ricadute anche negli ambiti: (i) dell'agricoltura sostenibile, con il sostegno ad attività produttive che all'interno della catena agro-alimentare possano praticare sistemi per la riduzione dell'utilizzo di prodotti fitosanitari, anche attraverso il ricorso a specifiche certificazioni di processo, e una concreta difesa della biodiversità (certificato Bio e coltivazione di prodotti come i frumenti antichi aristati, erbe mediche e miscugli fioriti che oltre a mantenere in vita pratiche agricole tradizionali offrono un attivo sostegno alla produzione locale del miele favorendo la colonizzazione degli insetti pronubi); (ii) della vegetazione forestale e della selvicultura, favorendo la connettività ecologica tra le diverse aree del parco con la creazione di specifiche fasce tampone, così come descritte nelle misure 1 (Realizzazione e gestione di

una fascia di rispetto non trattata) e 4 (Realizzazione e gestione di fascia di rispetto vegetata) delle "Linee guida di indirizzo per la tutela dell'ambiente acquatico e dell'acqua potabile e per la riduzione dell'uso di prodotti fitosanitari e dei relativi rischi nei Siti Natura 2000 e nelle aree naturali protette" contenute nel [DM 10/3/2015](#), siepi e filari, ma, anche di fasce inerbite senza sfalcio (dove, ad esempio, poter sperimentare pratiche di *mulching*) e di piccole infrastrutture agricole come muretti a secco, fontanili, pozze, stagni o piccole zone umide; (iii) della didattica, con progetti capaci, allo stesso tempo, di accrescere consapevolezza sulle questioni legate alla biodiversità e all'ambiente, e di coinvolgere i partecipanti nella protezione del Capitale Naturale del Parco e delle sue reti ecologiche.

## CONCLUSIONI

Le NBS, utilizzate ad esempio per rendere più verdi le città, possono rendere le aree urbane e periurbane più attraenti per nuovi investitori, residenti e visitatori ([Faivre et al., 2017](#); [Kabisch et al., 2017](#)), creando nel contempo nuovi posti di lavoro verdi in una ampia varietà di settori. Ma soprattutto, le NBS potrebbero ottimizzare la gestione del territorio e contribuire in maniera decisiva al miglioramento ambientale delle comunità urbane. Ad esempio, le NBS possono innovare i servizi di manutenzione e qualificare notevolmente il processo di conservazione del patrimonio verde delle città. Le NBS rappresentano inoltre uno strumento formidabile per promuovere un approccio motivante *grassroots*, in grado di mobilitare le energie e l'intelligenza collettiva di cittadini e abitanti per migliorare la qualità urbana e il livello di vivibilità di quartieri, aree

periferiche, zone urbane con ridotti investimenti di riqualificazione edilizia e urbanistica. Le NBS potrebbero così diventare un fattore di stimolo, un effetto moltiplicatore per investire sulle città, sulla bellezza, sulla sostenibilità: un caso concreto di [New European Bauhaus](#), proprio come l'Unione Europea vede il posizionamento strategico di questo continente e delle sue città nei prossimi decenni.

## BIBLIOGRAFIA

Aden N., 2016. [The Roads to Decoupling: 21 Countries Are Reducing Carbon Emissions While Growing GDP](#). World Resources Institute.

ARPAE, 2020. [Aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera dell'Emilia-Romagna relativo all'anno 2017 \(INEMAR-ER 2017\) rapporto finale](#), Settembre 2020.

BLUE AP PROJECT (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan), 2015. [Piano di adattamento della Città di Bologna. Strategia di adattamento locale](#). LIFE11 ENV/IT/119.

Cavallo M., 2020. *The Enchantment of the Territories and the Circular Economy in Agri-Food Starting from an European Experience*. In: Ecomondo. The Green Technology Expo. Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 315-320.

Cavallo M., Ferraro S., 2020. [Nature-based solutions for smarter cities. Bringing cities to life, bringing life into cities](#). Revue Internationale des Gouvernements Ouverts. Vol. 9, 93-103.

Charveriat C., Brzeziński B., Filipova T.,

Ramírez O., 2021. [Mental health and the environment: Bringing nature back into people's lives](#). IEEP & ISGLOBAL.

Church S.P., 2014. [Exploring Urban Bioregionalism: a synthesis of literature on urban nature and sustainable patterns of urban living](#). S.A.P.I.E.N.S. (7)1.

Cieplinski A., D'Alessandro S., Guarnieri P., 2021. [Environmental impacts of productivity-led working time reduction](#). Ecological Economics. Elsevier. Vol. 179(C).

Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S. (edited by), 2016. [Nature-based Solutions to address global societal challenges](#), IUCN, Gland.

Collier M. J., Bourke M., 2020. [The case for mainstreaming nature-based solutions into integrated catchment management in Ireland](#). Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. Vol. 120B, No. 2, 107-113.

Comune di Bologna, 2021. [Report integrato 2020](#).

Costanza R., Daly H. E., 1992. [Natural Capital and Sustainable Development](#). Conservation Biology. Volume 6, Issue 1, 37-46.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruedo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M., 1997. [The value of the world's ecosystem services and natural capital](#). Nature 15, 387:253-26.

Ellen MacArthur Foundation – ARUP, 2019. [City Governments and Their Role in Enabling a Circular Economy Transition. An Overview of Urban Policy Levers](#).

European Commission, 2015. [Towards an EU](#)

research and innovation policy agenda for nature-based solutions and re-naturing cities. Final report of the Horizon 2020 expert group on “Naturebased solutions and Re-naturing cities”. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Environmental Bureau - EEB, 2019. Decoupling debunked – Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability.

European Parliament, 2017. Nature-based solutions Concept, opportunities and challenges. EPRS European Parliamentary Research Service. Luxembourg.

Faivre N., Fritz M., Freitas T., de Boissezon B., van de Woestijne S., 2017. Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. Environmental Resources. 159: 509–518.

Feleki E., 2021. The Green City Dimension Making use of circular procurement and specific targets and indicators Supporting the green transition of cities. European Commission Directorate-General for Regional and Urban Policy, Brussels.

Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A. (edited by), 2017. Nature based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Linkages between Science, Policy and Practice. Springer Nature, Cham.

Kooijman Esmee D., McQuaid S., Rhodes M-L., Collier M.J., Pilla F., 2021. Innovating with Nature: From Nature-Based Solutions to Nature-Based Enterprises, Sustainability 2021, 13, 1263.

Kopsieker L., Gerritsen E., Stainforth T., Lucic A., Costa Domingo G., Naumann S., Röschel

L., Davis Mc., 2021. Nature-based solutions and their socio-economic benefits for Europe’s recovery: Enhancing the uptake of nature-based solutions across EU policies.

Policy briefing by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) and the Ecologic Institute, Brussels.

Maes J., Jacobs S., 2015. Nature-Based Solutions for Europe’s Sustainable Development. Conservation Letters published by Wiley Periodicals. January/February 2017: 121–124.

Pisano U., Lange L., Berger G., 2015. The 2030 Agenda for Sustainable Development Governance for SD principles, approaches and examples in Europe. ESDN Quarterly Report, No. 38.

Raymond C.M., Berry P., Breil M., Nita M.R., Kabisch N., de Bel M., Enzi V., Frantzeskaki N., Geneletti D., Cardinaletti M., Lovinger L., Basnou C., Monteiro A., Robrecht H., Sgrigna G., Munari L., Calfapietra C., 2017. An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford.

Robinson J.M., Breed M.F., 2019. Green Prescriptions and Their Co-Benefits: Integrative Strategies for Public and Environmental Health. Challenges. 10(1).

Santolini R., 2010. Servizi ecosistemici e sostenibilità, ECOSCIENZA No. 3, 20-23.

Santolini R., 2012. Ecosystem Services and Urban Areas. In: Sargolini M. (edited by), Urban Landscapes. Environmental Networks

- and Quality of Life. Springer, Milano, 113-115.
- Santolini R., Morri E., 2017. [Criteri ecologici per l'introduzione di sistemi di valutazione e remunerazione dei Servizi Ecosistemici \(SE\) nella progettazione e pianificazione](#). In: La dimensione europea del consumo di suolo e le politiche nazionali, CRCS Rapporto 2017. INU ed. Roma, 149-154.
- Sanyé-Mengual E., Specht K., Krikser T., Vanni C., Pennisi G., Orsini F., Prosdocimi G. G., 2018. [Social acceptance and perceived ecosystem services of urban agriculture in Southern Europe: The case of Bologna, Italy.](#) PLoS ONE, No. 13.
- Schibel K. L., 2020. “*Green City*” Initiative in Europe. In: Tokar B., Gilbertson T. (edited by), Climate Justice and Community Renewal: Resistance and Grassroots Solutions. Routledge, London, 206-221.
- Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – SNPA, 2020. [Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici](#). Report No. 15/2020.
- S.n., 2019. [Il punto: gestione integrata del verde urbano](#). Casalecchio Notizie No. 4, 16-27.
- State of the Environment Report – SOER, 2019. [European environment — state and outlook 2020](#). European Environment Agency. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Somarakis G., Stagakis S., Chrysoulakis N. (edited by), 2019. [Thinknature Nature-Based Solutions Handbook](#). ThinkNature
- Stacchini V., Mircea M., 2021. *Valutare in modo integrato l'impatto del verde urbano presente e futuro sull'aria in città: la piattaforma del progetto Life Pre VEG-GAP* (in

corso di pubblicazione).

Stacchini V., 2020. *Ri-connettere le città con la natura ai tempi del Covid*. In: Ecomondo. The Green Technology Expo. Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 430-436.

Zwierzchowska I., Fagiewicz K., Poniży L., Lupa P., Mizgajski A., 2019. [Introducing nature-based solutions into urban policy – facts and gaps. Case study of Poznań](#). Land Use Policy. Vol. 85: 161-175.

# IL COINVOLGIMENTO DEI CITTADINI PER LA BIODIVERSITÀ URBANA ATTRAVERSO LE NBS: L'ESPERIENZA CLEVER CITIES

[Chiara Vona](#)<sup>1</sup>, [Israa Mahmoud](#)<sup>2</sup>, Maria Benciolini<sup>1</sup>, Mauro Belardi<sup>1</sup>, [Marina Trentin](#)<sup>3</sup>, Iliriana Sejdullahu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cooperativa Sociale Eliante Onlus

<sup>2</sup> Politecnico di Milano - Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DASTU)

<sup>3</sup> Ambiente Italia S.r.l. - Settore Adattamento e Resilienza

**Abstract:** *La Strategia Europea per la Biodiversità al 2030 riconosce al potenziamento del verde urbano un ruolo fondamentale per il mantenimento della biodiversità e la connessione ecologica nelle nostre città. Le Soluzioni Basate sulla Natura dovrebbero essere sistematicamente integrate nella pianificazione urbana degli spazi pubblici, delle infrastrutture, dell'edificato. Il Progetto H2020-CLEVER Cities, sperimenta un processo di co-creazione per la co-progettazione, co-implementazione, co-gestione e co-monitoraggio di soluzioni ecologiche su misura, che massimizzino gli impatti ambientali e sociali nei processi di rigenerazione urbana. In questo articolo portiamo l'attenzione sull'esperienza milanese di coinvolgimento dei cittadini nel monitoraggio dei co-benefici della natura in città.*

**Parole chiave:** *Nature Based Solutions, biodiversità urbana, co-creazione, connessione ecologica.*

**Citizen's engagement in NBS and urban biodiversity observations in Milan: Experience from CLEVER Cities project:** *The European strategy for Biodiversity 2030 recognizes the fundamental role of urban green infrastructures in maintaining biodiversity and ecological connection in our cities. The Nature based Solutions (NBS) should be systematically integrated in the urban planning policies of public spaces, urban infrastructures and buildings. The H2020 – CLEVER Cities project is experimenting a co-creation process for the co-design, co-implementation, co-maintenance and co-monitoring of customized ecological solutions, in order to maximize their environmental and social impacts within urban regeneration processes. In this article, we bring the attention to the experience of engaging citizens in monitoring the co-benefits of nature in the city of Milan.*

## INTRODUZIONE

Gli ecosistemi urbani sono tradizionalmente rappresentati come poveri di specie ([Aronson et al., 2014](#)), ma studi recenti hanno dimostrato come le aree verdi urbane possano giocare un ruolo importante per sostenere la biodiversità urbana ([Ives et al., 2016](#)). Questi

spazi includono sistemi naturali, seminaturali e artificiali all'interno e al contorno delle città ed includono diversi tipi di aree, dalle macchie residue di vegetazione autoctona alle aree libere o dismesse, fino ai giardini e ai cortili il cui contributo può essere potenziato da forme di gestione idonee ([Aronson et al., 2017](#)). La

progettazione del verde urbano, sia che riguardi aree a parco sia che si tratti di integrazioni agli edifici come tetti e pareti verdi, può quindi seguire criteri che, oltre a puntare sulla valenza estetica e sulle necessità di fruizione del verde, mirino a rafforzare i valori naturalistici e i sistemi ecologici della città. Le Soluzioni Basate sulla Natura (NBS) possono contribuire in modo efficace al ripristino di habitat idonei alla biodiversità e alla connessione ecologica in ambiente urbano ([Albert et al., 2018](#)).

Allo stesso tempo, molti studi hanno dimostrato i benefici derivanti dal contatto con la natura sulla salute mentale e sul benessere delle persone ([Keniger et al., 2013](#); [Dushkova et al., 2020](#)) e come la qualità della vita in ambito urbano migliori in presenza di aree verdi. Alcuni studi hanno inoltre puntato l'attenzione su come la biodiversità urbana possa determinare impatti positivi non solo sull'ambiente, ma anche sul benessere psico-fisico delle persone ([Fuller et al., 2007](#); [Pauleit et al., 2019](#)) e sulla loro salute.

Il *lock down* del 2020 dovuto all'epidemia di COVID-19, ha dato ulteriore dimostrazione dell'importanza che gli spazi aperti possono assumere per le persone in periodi di grave restrizione ([UnaLab Project, 2021](#)). Un sondaggio quantitativo, realizzato nell'ambito del progetto CLEVER, ha mostrato che se per il 37% degli intervistati la relazione con le aree verdi dopo l'emergenza sanitaria non è cambiata, per il restante 63% ci sono stati cambiamenti in tale percezione: l'importanza generale attribuita a questi spazi è aumentata, così come la loro associazione con la possibilità di rilassarsi e di incontrare altre persone. Mai come negli ultimi due anni è

stato evidente come, per molte persone, essere in contatto con la natura sia sinonimo di benessere e qualità della vita.

A partire da queste riflessioni, la progettazione di NBS in grado di rafforzare la biodiversità urbana e il contatto delle persone con la natura può essere considerata non solo un'opportunità di arricchimento del Capitale Naturale della città, ma anche una fornitura di servizi per il benessere della cittadinanza ([Angelstam, 2013](#); [Keune et al., 2013](#)).

## NBS E LABORATORI URBANI DI CO-CREAZIONE

Il progetto [CLEVER Cities Co-progettare soluzioni ecologiche su misura a livello locale per una rigenerazione a valore aggiunto e socialmente inclusiva nelle città](#), finanziato dal programma Horizon 2020 (GA H2020 n. 776604), è iniziato nel giugno 2018 e proseguirà fino a tutto il 2023. Partendo dall'esperienza di tre città *front runner* (Amburgo, Londra e Milano) l'obiettivo del progetto è sperimentare le NBS in alcuni quartieri chiave, oggetto di importanti processi di rigenerazione urbana già in corso. La collaborazione e lo scambio con altre sei *fellow cities* ([Belgrado](#), [Madrid](#), [Larissa](#), [Malmo](#), [Quito](#) e [Sfantu Gheorghe](#)) mira a scalare e replicare i modelli di trasformazione urbana sviluppati attraverso le NBS, per rendere le città più sostenibili ed inclusive in Europa, Sud America e Cina.

Il modello sperimentale proposto nell'ambito di CLEVER Cities si basa sull'implementazione di laboratori di co-creazione urbana, denominati *CLEVER Action Labs* (CALs) e sull'attivazione di una Alleanza urbana, *Urban Innovative Partnership* (UIP),

che favoriscono la scalabilità degli interventi realizzati attraverso la definizione di adeguati modelli di governance e di sostenibilità economica. L'*Urban Innovative Partnership* e i *Clever Action Labs* rappresentano i due sistemi sperimentati nelle tre città *front runner* per implementare le NBS nei processi di rigenerazione in atto, lavorando a scale diverse, rispettivamente a livello urbano e di sito del singolo intervento. L'*Urban Innovative Partnership* attiva gli stakeholder alla scala urbana, coinvolgendoli nella governance di alto livello per promuovere politiche e pratiche di *greening* a livello cittadino. I *Clever Action Labs* operano invece a livello sito specifico, nel dominio spaziale per la co-creazione tangibile delle NBS (Mahmoud e Morello, 2021). I tre Laboratori attivati sulla città di Milano (*CLEVER Milano*), prevedono tre interventi dimostrativi delle opportunità

connesse alle NBS in contesti urbanizzati e precisamente:

- CAL 1: campagna di diffusione di tetti e pareti verdi “[Rinverdiamo Milano: il verde su tetti e pareti](#)”;
- CAL 2: nuova area verde pubblica denominata [Giambellino 129](#) (G129), di circa 30.000 mq, in co-gestione con abitanti e associazioni, realizzata nell'ambito dell'[Accordo di Programma Lorenteggio](#), in collaborazione con il Servizio di Accompagnamento Sociale [MILO Lab](#);
- CAL 3: nuova fermata [Tibaldi RFI](#), con l'integrazione sperimentale di soluzioni verdi (parete, rilevato, barriere) nell'edificio, nell'infrastruttura e nello spazio pubblico antistante la fermata.

Oltre il [Comune di Milano](#), gli altri Partner del cluster milanese sono: [Ambiente Italia](#), [Cooperativa Eliante](#), [Rete Ferroviaria Italiana](#) (RFI), [Italferr](#), [Fondazione Politecnico di](#)

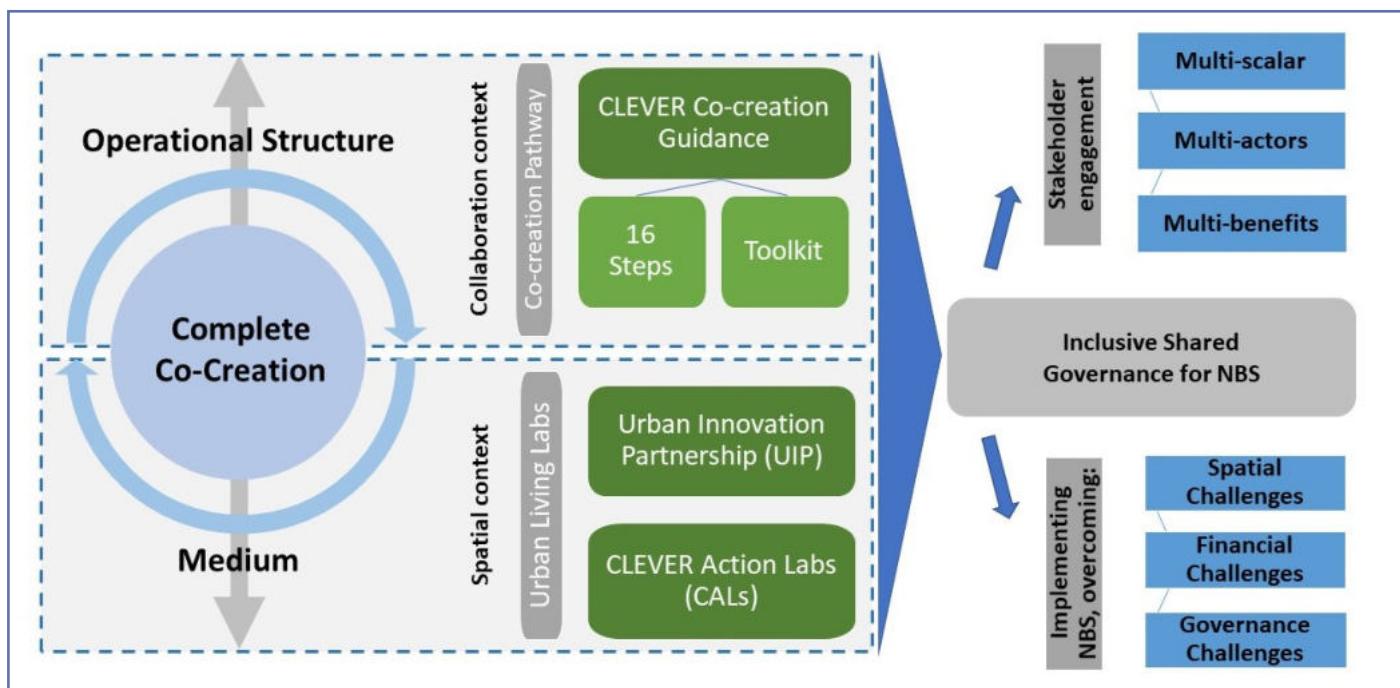


Figura 1. Modello funzionale per la co-creazione delle NBS testato nel progetto CLEVER cities: struttura operativa e strumenti di governance (Mahmoud e Morello, 2021).

## [Milano, Politecnico di Milano, WWF e Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio del Comune di Milano \(AMAT\).](#)

L'implementazione delle NBS nei tre Laboratori prevede un processo di co-creazione fondato sull'ingaggio e sulla compartecipazione degli attori coinvolti nell'*Urban Innovative Partnership* e nei *Clever Action Labs*, durante l'intero ciclo vita delle NBS, ovvero dalla progettazione al monitoraggio. Il quadro metodologico di questo processo è descritto nella [CLEVER Cities Co-Creation Guidance \(Mahmoud et al., 2021\)](#) e comprende sei fasi: creazione della UIP, pianificazione della co-creazione, co-progettazione, co-implementazione, co-monitoraggio e co-sviluppo. Queste fasi si sviluppano in 16 *steps*, flessibili, cioè non necessariamente consecutivi e non vincolanti. Per ciascuna fase sono proposti strumenti di facilitazione e gestione, che possono essere applicati su diversi contesti spaziali, per diversi tipi di NBS e in diversi modelli di *governance*. Le linee guida per la co-creazione nel progetto CLEVER cities rappresentano lo strumento metodologico per la replicazione e la scalabilità del processo di co-creazione.

I tre laboratori CLEVER di Milano sperimentano le NBS attraverso interventi diffusi e puntuali: il Clever Action Lab 1, agisce in modo diffuso, proponendo azioni di verde integrato agli edifici, mentre il Clever Action Lab 2 e il Clever Action Lab 3 intervengono su due aree specifiche, collocate nel comparto sud ovest della città ed identificate a valle di una pregressa collaborazione tra Comune di Milano, WWF Italia, Cooperativa Eliante e RFI, con il supporto di Fondazione Cariplo,

per la redazione, nel 2016, dello [Studio di Fattibilità Rotaie Verdi](#).

Tale studio ha indagato la fattibilità di un corridoio ecologico lungo l'asse di connessione tra gli scali ferroviari di San Cristoforo e Porta Romana, verificando la vocazionalità ecologica delle fasce di rispetto dei binari ferroviari e la possibilità di creare oasi urbane (*stepping zones*) negli scali in dismissione, aumentando la permeabilità ecologica del tessuto urbano, con l'obiettivo, in una *vision* di lungo termine, di filtrare completamente la matrice urbana connettendo le zone rurali a sud ovest e a est della metropoli milanese.

L'analisi dello stato di fatto, realizzata nel 2016, ha previsto indagini di campo quali e quantitative sulle aree campione dei binari ferroviari e nei due scali oggetto dello studio di fattibilità, al fine di costituire una *baseline* di riferimento. I censimenti hanno riguardato: flora, invertebrati, rettili e anfibi, avifauna e piccoli mammiferi. Per i due anni di indagini di campo considerati, i dati hanno confermato il valore ecologico degli ambiti indagati: per la componente vegetazionale sono stati censiti 368 taxa (specie e sottospecie) che rappresentano l'81% delle specie presenti nel Comune di Milano. I dati su invertebrati, rettili e anfibi, avifauna e micro-mammiferi hanno mostrato alcune presenze rilevanti quali, in particolare, quella del *Bufo viridis* (Rospo smeraldino, specie rientrante negli allegati della [Direttiva Habitat 43/92/CEE](#)) in pozze d'acqua temporanee nello scalo San Cristoforo, dell'*Hierophis viridiflavus* (Biacco comune) e della *Tarentola mauritanica* (Geco comune) nello scalo di Porta Romana. Dall'osservazione dell'avifauna, le specie

nidificanti o presenti hanno dimostrato l'effettiva connessione con l'ambiente agricolo circostante la città, evidenziando la funzione della città come area di sosta durante la migrazione specialmente nella fase pre-riproduttiva. La valutazione di campo ha, inoltre, confermato una buona potenzialità degli scali dismessi come ambienti aperti in cui potenziare i valori ecologici già presenti. Dall'analisi degli strumenti di pianificazione, delle mappe di uso del suolo e dei livelli di antropizzazione sono emerse diverse criticità relative alla connettività ecologica del sistema, riferite principalmente alla presenza di elementi frammentanti (ponti, sovrappassi, stazioni) e alla necessità di potenziare la valenza naturalistica degli ambiti verdi (giardini, scali in dismissione) che potrebbero costituire le *stepping stones* nel sistema di connessione verde.

In continuità con lo studio, il progetto CLEVER cities ha quindi avviato la sperimentazione di NBS che rispondano alle criticità sopra

evidenziate nel corridoio già individuato in "Rotaie verdi", focalizzando l'attenzione non sugli scali (oggetto di una progettualità di lungo periodo oggetto di un Accordo di Programma tra RFI e Comune di Milano), ma sul sistema al contorno con l'obiettivo di favorire il potenziamento della connettività ecologica agendo su:

- gli elementi di frammentazione: Laboratorio di Fermata Tibaldi ([Clever Action Lab 3](#));
- la valenza naturalistica degli ambiti verdi: Laboratorio di G129 ([Clever Action Lab 2](#));
- la permeabilità della matrice del tessuto urbano consolidato: Laboratorio per la diffusione di tetti e pareti verdi ([Clever Action Lab 1](#)).

In questo scenario, le NBS previste sono implementate attraverso un processo di co-creazione e *governance* condivisa. Molte sono le evidenze di come la co-creazione supporti una progettazione inclusiva di NBS di lungo termine e di come un coinvolgimento creativo e inclusivo di più discipline e

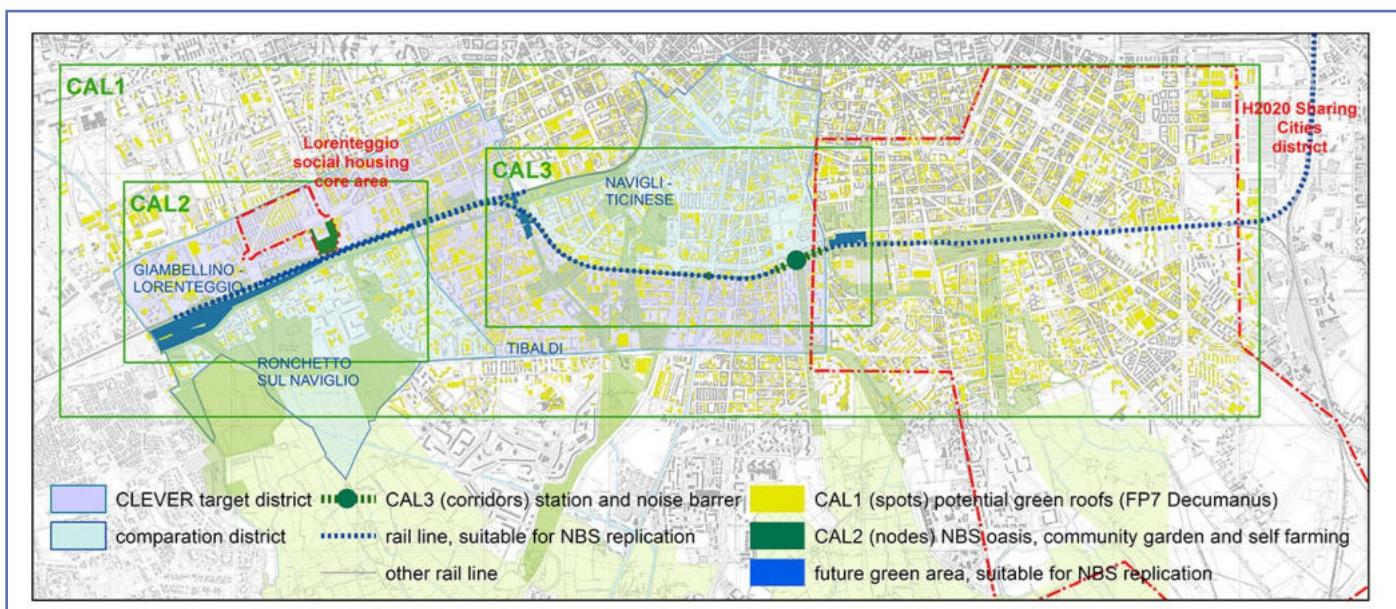


Figura 2. L'area test dei CLEVER Action Lab (CAL) nella porzione sud della Città di Milano (fonte: CLEVER Milano, Grant Agreement, giugno 2018).

*stakeholders* stimoli interventi per l'innovazione sociale e la resilienza ([Frantzeskaki, 2019](#); [Mahmoud e Morello, 2021](#)). Per questo il modello di co-creazione sperimentato nei Laboratori Clever punta ad un modello di *governance* condivisa, basata su un approccio multi stakeholder (pianificatori, tecnici, soggetti economici, società civile) e multiscalare (UIP e CALs), che diventa modello funzionale per l'implementazione delle NBS. Nella pratica, la co-creazione è sperimentata, da una parte, sul piano della progettazione tecnica, introducendo nell'ambito di sistemi tipicamente chiusi (enti pubblici e imprese) un modello di co-progettazione multidisciplinare (urbanisti pianificatori, architetti, biologi e naturalisti, agronomi, esperti di partecipazione e rigenerazione urbana) e aperto alla raccolta di elementi innovativi derivanti dalla filiera di mercato (fornitori). Dall'altra, la co-creazione apre il processo di implementazione delle NBS a stakeholders esterni (utilizzatori e

fruitori), considerati tradizionalmente meri destinatari degli interventi, ma che, nelle esperienze di co-creazione, possono diventare protagonisti attivi della co-gestione e del co-monitoraggio delle NBS ([Aronson et al., 2017](#)). In questo quadro, va considerato che l'integrazione della biodiversità tra i criteri guida della progettazione delle NBS non è una prassi ancora del tutto consolidata ([Naeem et al., 2016](#)), né per quanto concerne gli spazi verdi pubblici, ma ancor meno per quanto concerne le infrastrutture e le coperture verdi su edifici privati. Nell'ambito del processo di co-creazione delle NBS, CLEVER cities ha sperimentato su tutti i tre *Clever Action Labs* attività di co-progettazione tecnica volte a coinvolgere e ingaggiare i progettisti e fornitori coinvolti nella realizzazione delle NBS sui criteri guida per realizzare interventi utili alla biodiversità urbana. Molti studi hanno dato evidenza che spazi verdi urbani con maggiore abbondanza

NBS	CLEVER ACTION LABS AREE DI INTERVENTO	FUNZIONE
Area per osservazione dell'avifauna (bird garden)	Parco urbano Giambellino 129 (CAL2)	Foraggiamento, rifugio, nidificazione (avifauna)
Frutteto selvatico	Tetti verdi edifici ERP (CAL1) Parco urbano G129 (CAL2)	Foraggiamento (avifauna, impollinatori)
Prato selvatico per impollinatori	Tetti verdi edifici ERP (CAL1) Parco urbano G129 (CAL2) Piazza pubblica e rilevato Fermata Tibaldi (CAL3)	Foraggiamento, riproduzione e riparo (impollinatori, avifauna)
Parete verde e living wall	Tetti verdi edifici ERP (CAL1) Parco urbano G129 (CAL2) Edificio Fermata Tibaldi (CAL3)	Foraggiamento (impollinatori)
Orto comunitario	Tetti verdi edifici ERP (CAL1) Parco urbano G129 (CAL2)	Foraggiamento (impollinatori)

Tabella 1. Elenco di NBS co-progettate nell'ambito del progetto CLEVER Cities Milano, per incrementare il valore ecológico delle aree di intervento a favore di uccelli e impollinatori, e le opportunità di interazione dei cittadini con la

e ricchezza di piante autoctone mostrano una maggiore biodiversità ([Goddard et al., 2010](#); [Aronson et al., 2017](#); [Threlfall et al., 2017](#)) e le comunità vegetali autoctone risultano fondamentali per sostenere la diversità della fauna selvatica. Nella co-progettazione degli interventi CLEVER, l'attenzione è stata rivolta all'esclusione di specie alloctone invasive, alla preparazione di liste di specie vegetali autoctone gradite ai gruppi target e al design degli impianti. Nei tre *Clever Action Labs* sono state inserite NBS volte a preservare habitat di foraggiamento, riparo e riproduzione per i gruppi target considerati, con l'utilizzo di vegetazione autoctona e ponendo attenzione alla struttura della matrice verde e alla eterogeneità degli habitat nelle soluzioni realizzate ([San Francisco Estuary Institute, 2019](#); [Callaghan et al., 2019](#)).

Nel corso del progetto, il monitoraggio delle NBS implementate seguirà il Piano di Monitoraggio Locale (*Local Monitoring Plan – LMP*) attraverso indicatori di prestazione connessi alle sfide ambientali e sociali legate agli interventi. Per la biodiversità sono stati identificati due gruppi target (uccelli e farfalle) selezionati tra quelli più diffusamente usati negli studi per il monitoraggio delle coperture verdi (tetti e pareti) e delle aree verdi urbane, anche considerando i criteri di sensitività, abbondanza e costi-benefici nel campionamento ([Yang et al., 2021](#)).

Le specie target considerate per avifauna e lepidotteri sono rispettivamente:

- avifauna: Cinciallegra (*Parus major*), Cinciarella (*Cyanistes caeruleus*), Pettirosson (*Erithacus rubecula*), Picchio rosso maggiore (*Picoides major*), Picchio verde (*Picus viridis*), Verzellino (*Serinus*

*serinus*), Fringuello (*Fringilla coelebs*), Merlo (*Turdus merula*), Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*);

- lepidotteri: *Polyommatus icarus*, *Inachis io*, *Vanessa atalanta*, *Pieris napi*, *Pieris rapae*, *Lasiommata megera*, *Ochlodes sylvanus*, *Lycaena phlaeas*, *Aglais urticae*, *Issoria iathonia*, *Poliiygona c-album*, *Vanessa cardui*, *Iphiclides podalirius*, *Papilio machaon*, *Colias croceus*, *Coenonympha pamphilus*, *Pararge aegeria*, *Celastrina argiolus*, *Cupido argiades*, *Anthocharis cardamines*, *Gonepteryx rhamny*, *Leptidea sinapis*, *Pieris brassicae*, *Melitaea didyma*, *Aporia crataegi*, *Apatura ilia*, *Argynnис paphia*.

A Milano, le tempistiche di realizzazione degli interventi consentiranno una sola stagione di monitoraggio in campo, ex post prima della conclusione del progetto CLEVER Cities. Entro tale termine si intende comunque definire le modalità per garantire almeno tre anni di monitoraggio degli interventi realizzati, anche attraverso la formazione di gruppi di *citizen science*. Esperienze recenti di *citizen science* dimostrano, infatti, che le carenze nella raccolta dati, spesso dovute alla mancanza di risorse e talvolta alle tempistiche dei progetti stessi, possono essere affrontate anche attraverso il ricorso a modelli di monitoraggio community-based e di *citizen science* ([Cooper et al., 2007](#)). Un'analisi comparata per la valutazione di 32 progetti sulle NBS finanziati dalla Commissione ([European Commission, 2020](#)) ha evidenziato che solo pochi progetti hanno a tutt'oggi prodotto una valutazione dell'impatto sulla biodiversità connesso alle NBS, evidenziando la necessità di una co-produzione di conoscenze sulla

biodiversità urbana e sui servizi ecosistemici utilizzando approcci transdisciplinari.

I monitoraggi in campo saranno avviati a partire dalla primavera 2022 e il monitoraggio degli uccelli sarà basato su un metodo semi-quantitativo con punti di monitoraggio- ascolto (Bibby et al, 2000; Shuterland, 2006). Saranno effettuate uscite sul campo durante la stagione riproduttiva, distribuite nel tempo in condizioni standard, ma anche uscite aggiuntive a copertura della stagione non riproduttiva usando il medesimo impianto, a completare una check list qualitativa con l'inclusione di specie migratrici e svernanti. Per i lepidotteri sarà effettuato un monitoraggio in campo durante gran parte del periodo di volo, tra marzo e settembre, con l'esecuzione di conteggi mensili, in un monitoraggio definito "a sforzo ridotto" ([Van Swaay et al., 2008](#)). I

tranetti avranno caratteristiche standard e saranno riconoscibili tramite mappatura GPS per la presenza di punti di riferimento in campo ([Sevilleja et al., 2019](#)). Gli stessi tranetti potranno quindi essere in seguito utilizzati anche per attività di *Citizen Science*. Introducendo un elemento di innovazione, le soluzioni testate da CLEVER cities vogliono contestualmente focalizzare l'attenzione sull'impatto sociale connesso ai benefici ambientali derivati dagli interventi. L'impatto sociale è valutato come miglioramento della qualità della vita, del benessere personale e del senso di appartenenza ([Mahmoud et al., 2021](#)). Sebbene ci siano prove empiriche sul fatto che l'interazione con la natura offra benefici alle persone, resta ancora un ambito di indagine quello di quali caratteristiche degli ambienti naturali (per esempio, la biodiversità,



Figura 3. Kit dedicato all'inverdimento dei tetti verdi e alla biodiversità urbana. Il kit può essere utilizzato in attività di ingaggio e disseminazione per bambini e adulti (foto di C. Spallino).

il livello di disturbo, la vicinanza, l'accessibilità) siano più importanti per innescare un'interazione benefica ([Keniger et al., 2013](#)). Alcuni studi hanno ipotizzato la possibilità che le persone beneficino della biodiversità per il loro benessere ([Fuller et al., 2007](#)) e che tale possibilità possa crescere con la capacità di

riconoscere le specie ([Dallimer et al., 2012](#); [Cox e Gaston, 2015](#)) o con la percezione della ricchezza di specie ([Belaire et al., 2015](#); [Schebella et. al., 2019](#)). Su queste basi, gli interventi di CLEVER si sono concentrati su soluzioni che incrementino le possibilità di interazione delle persone con la natura,

CAL1, CAL2, CAL3	Quanto è importante il verde nella tua vita?	molto importante	importante	indifferente	poco importante	non conta nulla
		84,3%	13.3%	2%	0.4%	0%
CAL1, CAL2, CAL3	<b>Penso che il verde urbano abbia un effetto positivo su...</b>	<b>fortemente d'accordo</b>	<b>d'accordo</b>	<b>né d'accordo né in disaccordo</b>	<b>in disaccordo</b>	<b>fortemente in disaccordo</b>
	...presenza di animali e piante di diverse specie (biodiversità)	40,2%	43,5%	8,4%	1,7%	6,2%
CAL2	<b>Che sentimenti ti susciterebbe un'area verde urbana ricca di animali e piante di specie diverse?</b>	<b>curiosità</b>	<b>piacere</b>	<b>timore</b>	<b>orgoglio</b>	<b>non sarei interessato</b>
		23,35%	63,5%	1,8%	7,8%	3,55%
CAL2	<b>In città si può trovare una certa varietà di specie animali e vegetali (biodiversità urbana). Quanto sei in accordo o in disaccordo con le seguenti affermazioni?</b>	<b>d'accordo</b>	<b>né d'accordo né in disaccordo</b>	<b>in disaccordo</b>	<b>Non so, preferisco non rispondere</b>	<b>----</b>
	Favorire la presenza di diverse specie animali e vegetali in città è importante per la conservazione della natura in generale	83.2%	11.4%	1.2%	4.2%	
	È importante informare i cittadini sulla biodiversità urbana	91.6%	6%	1.8%	0.6%	
	Le aree verdi urbane sono luoghi adatti a svolgere attività di educazione ambientale per adulti e bambini	94%	3%	1.2%	1.8%	
	Le persone apprezzano aree verdi maggiormente naturali (presenza di cespugli, prati non tagliati, presenza di uccelli e	55.1%	26.3%	15%	3.6%	
CAL2	<b>Pensi che la biodiversità urbana sia</b>	<b>una cosa di cui tutti i cittadini possono prendersi cura</b>	<b>una cosa di cui solo gli esperti possono prendersi cura</b>	<b>una cosa che tutti i cittadini possono apprezzare</b>	<b>una cosa che solo gli esperti possono apprezzare</b>	<b>altro</b>
		24%	10%	62%	2%	2%
CAL2	<b>Prima del Covid-19 per quale motivo ti capitava di frequentare aree verdi in</b>	<b>stare nella natura</b>	<b>rilassarmi</b>	<b>stare al fresco</b>	<b>incontrare persone</b>	<b>praticare sport</b>
		57.5%	64%	37%	37%	32%
CAL2	<b>In base a quale criterio scegli le aree verdi da frequentare (risposta multipla)</b>	<b>aspetti naturalistici (piante e animali da</b>	<b>Vicinanza a casa, al lavoro, al...</b>	<b>pulizia</b>	<b>percezione di sicurezza</b>	<b>la qualità estetica</b>
		39.5%	65.2%	62.8%	49%	42%

Tabella 2. Prima indagine di percezione sul rapporto tra le persone, il verde urbano e la biodiversità urbana nei tre CALs di riferimento (fonte: elaborazione degli Autori).

attraverso esperienze concrete di contatto (osservazione naturalistica, attività educative, attività di cura e gestione) con gli ecosistemi e di riconoscimento delle specie target (uccelli e farfalle). Kit di riconoscimento, bacheche illustrate e strumenti di disseminazione accompagnano gli interventi sito-specifici nei diversi Clever Action Labs e diventano, in CLEVER Cities, strumenti di ingaggio e inclusione delle persone nel processo di co-creazione.

L'interesse e la predisposizione delle persone destinatarie degli interventi a considerare l'incremento della biodiversità come un beneficio per la propria qualità della vita, sono stati indagati nell'ambito di un'indagine iniziale di *baseline* per gli indicatori di monitoraggio dell'impatto sociale. A partire da maggio 2020, sono stati diffusi 3 questionari online con alcune domande comuni ed altre differenziate sui diversi Clever Action Labs. Complessivamente hanno risposto alle 3 indagini un totale di 338 persone di cui 79 su Clever Action Lab 1, 167 su Clever Action Lab 2, e 92 su Clever Action Lab 3. Da alcune domande trasversali ai questionari di tutti e tre i Laboratori, emergono alcune informazioni generali sul ruolo del verde urbano per i cittadini: una percentuale molto significativa dei rispondenti attribuisce importanza più o meno marcata al verde inteso in modo generico, come aree verdi, aiuole, o comunque alla presenza di verde in città. Andando ad indagare gli effetti positivi che i rispondenti attribuiscono al verde, un'ampia fetta dei rispondenti si dice consapevole dell'effetto positivo che il verde urbano può determinare sulla presenza di specie animali e vegetali nei contesti urbani.

Nel questionario utilizzato per il Clever Action Lab 2, sono stati indagati più approfonditamente alcuni aspetti legati alla relazione tra le persone e la biodiversità urbana. Una percentuale significativa dei rispondenti associa alla ricchezza di specie animali e vegetali in un'area verde urbana, emozioni e percezioni positive (orgoglio, piacere) e una percentuale altrettanto significativa riconosce negli interventi che favoriscono la biodiversità urbana una strategia di conservazione. Emerge anche una propensione a voler favorire la relazione tra le persone e la natura: la biodiversità urbana è percepita come qualcosa che le persone possono apprezzare, e viene attribuita importanza alle attività di informazione e educazione sulle tematiche connesse alla biodiversità. Infine, entrando nelle motivazioni personali che riguardano la frequentazione e la scelta delle aree verdi visitate, ancora una volta le risposte raccolte evidenziano che la ricerca di una connessione con la natura emerge come bisogno riconosciuto dai rispondenti, sebbene gli aspetti naturalistici non prevalgano tra i fattori di scelta delle aree verdi da frequentare.

## CONCLUSIONI

Gli interventi previsti nell'ambito dei tre CLEVER Action Lab a Milano, implementano NBS co-progettate per rafforzare la connettività ecologica nel potenziale corridoio ecologico tra gli scali ferroviari in dismissione di San Cristoforo e Porta Romana. L'approccio metodologico, improntato alla co-creazione, è orientato a garantire la scalabilità e la replicabilità degli interventi, anche a scopo dimostrativo, su molteplici livelli:

interventi diretti, *governance* cittadina, replicazione e scambio di soluzioni a livello europeo.

La relazione tra benefici su biodiversità e impatto sociale riceve particolare attenzione sia nei processi di co-creazione che nei monitoraggi. Le NBS previste nei tre diversi Laboratori includono sia interventi su edifici (tetti e pareti verdi) sia su aree aperte (parchi e spazi pubblici) e saranno ultimati a partire da gennaio 2022, con tempistiche differenziate per tipologia di progetto. Nel biennio 2022-2023, una volta realizzati gli interventi, il *Local Monitoring Plan* andrà a verificare il mantenimento degli habitat generati e la presenza delle specie target nelle aree di progetto, il livello di interazione attiva tra le persone e gli ambiti naturali realizzati, i benefici percepiti dalle persone sul benessere e sul senso di appartenenza.

Il coinvolgimento di progettisti, fornitori, comunità locale nelle fasi di co-progettazione, nella co-implementazione, co-gestione e co-monitoraggio degli interventi favorisce l'integrazione degli obiettivi connessi alla biodiversità urbana nel processo decisionale e gestionale delle NBS ([Nilon et al., 2017](#)).

I processi di partecipazione sperimentati nell'ambito di CLEVER Cities permettono, inoltre, il coinvolgimento dei cittadini nella gestione delle NBS in un'ottica di inclusione sociale e di giustizia ambientale e con l'obiettivo di favorire l'accesso e la co-gestione di aree verdi urbane fruibili e ricche di biodiversità a fasce sempre più ampie della popolazione. La realizzazione di NBS che incrementano la relazione tra i cittadini e gli ambiti naturali, nonché la conoscenza e il riconoscimento delle specie target (uccelli e

farfalle) punta a massimizzare i benefici sulla biodiversità e sul benessere umano in una logica win-win ([Aronson et al., 2017](#); [Dennis e James, 2016](#)). La consapevolezza della ricchezza e del valore naturalistico delle NBS messe in opera mira a rafforzare il senso di appartenenza e l'interesse per la cura delle aree verdi.

**Finanziamento:** Questo articolo è stato preparato nell'ambito del progetto europeo CLEVER Cities. Questo progetto ha ricevuto il finanziamento dal programma d'azione per l'innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea sotto l'accordo di sovvenzione n. 776604. L'unica responsabilità per il contenuto di questa pubblicazione è degli autori. Non rappresenta necessariamente l'opinione dell'Unione Europea. Né l'EASME né la Commissione Europea sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni qui contenute.

## BIBLIOGRAFIA

Albert C., Schröter B., Haase D., Brillinger M., Henze J., Herrmann S., Gottwald S., Guerrero P., Nicolas C., Matzdorf B., 2018. [\*Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute?\*](#) Landsc. Urban Plan. 2019, 182, 12–21.

Angelstam M., 2013. [\*Urban green space for human wellbeing and biodiversity\*](#). Bachelor's Thesis, Stockholm University.

Aronson M.F., La Sorte F.A., Nilon C.H., Katti M., Goddard M.A., Lepczyk C.A., Warren P.S., Williams N.S.G., Cilliers S., Clarkson B.,

et al., 2014. [A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers](#). Proc. R. Soc. B 281: 20133330.

Aronson M.F., Lepczyk C.A., Evans K.L., Goddard M.A., Lerman S.B., MacIvor J.S., Nilon C.H., Vargo T., 2017. [Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management](#). Frontiers in Ecology and the Environment 15(4):189–196.

Belaire J. A., Whestpal L. M., Whelan C.J., Minor E., 2015. [Urban residents' perceptions of birds in the neighborhood: Biodiversity, cultural ecosystem services and disservices](#). The Condor, Volume 117, Issue 2, 2015.

Bibby C., Burgess N., Hill D., Mustoe S., 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.

Callaghan C., Bino G., Martin J., Major R., 2019. [Heterogeneous urban green areas are bird diversity hotspots: insights using continental-scale citizen science data](#). Landscape Ecology 34:1231-1246 (2019).

Cooper C., J. Dickinson T., Phillips T., Bonney R., 2007. [Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems](#). Ecology and Society 12(2): 11.

Cox D., Gaston, K.J., 2015. [Likeability of Garden Birds: Importance of Species Knowledge & Richness in connecting people to nature](#). PLoS ONE 10(11).

Dallimer M., Irvine K. N., Skinner A. M., Davies Z. G., Rouquette et al., 2012. [Biodiversity and the feel-good factor: Understanding associations between self-](#)

[reported human well-being and species richness](#). Bioscience, 62, 47–55.

Dennis M., James P., 2016. [User participation in urban green commons: Exploring the links between access, voluntarism, biodiversity and wellbeing](#). Urban Forestry & Urban Greening, Volume 15, 2016.

Dushkova D., Haase D., 2020. [Not Simply Green: Nature-Based Solutions as a Concept and Practical Approach for Sustainability Studies and Planning Agendas in Cities](#). Land, 9(1), 19.

European Commission, 2020. [Biodiversity and Nature-based Solutions – Analysis of EU-funded projects](#). Publications Office of the European Union.

Frantzeskaki N., 2019. [Seven lessons for planning nature-based solutions in cities](#). Environmental Science & Policy, Volume 93, 2019.

Fuller R. A., Irvine K. N., Devine-Wright P., Warren P. H., Gaston K. J., 2007. [Psychological benefits of greenspaces increase with biodiversity](#). Biology Letters, 3, 390–394.

Goddard M., Dougill A., Benton T., 2010. [Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments](#). Trends in Ecology & Evolution, Volume 25, Issue 2, 2010.

Ives C., Lentini P., Threlfall C., Ikin K., Shanahan D. et al., 2016. [Cities are hotspots for threatened species](#). Global Ecology and Biogeography (2016) 25, 117–126.

Keune H., Kretsch C., De Blust G., Gilbert M., Flandroy L. et al., 2013. [Science-Policy challenges for biodiversity, public health and](#)

[urbanization: examples from Belgium.](#)  
Environmental Research Letters 8.

Keniger L., Gaston K., Irvine K., Fuller R., 2013. [What are the benefits of interacting with nature?](#) International Journal of Environmental Research and Public Health 10(3):913-935.

Mahmoud I., Morello E., 2021. [Co-creation Pathway for Urban Nature-Based Solutions: Testing a Shared-Governance Approach in Three Cities and Nine Action Labs.](#) In A. Bisello et al. (Ed.), Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions (pp. 259–276).

Mahmoud I.H., Morello E., Vona C., Benciolini M., et al., 2021. [Setting the Social Monitoring Framework for Nature-Based Solutions Impact: Methodological Approach and Pre-Greening Measurements in the Case Study from CLEVER Cities Milan.](#) Sustainability 2021, 13, 9672.

Naeem S., Chazdon R., Duffy J., Prager C., Worm B., 2016. [Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development.](#) Proc. R. Soc. B.283: 20162091. 20162091.

Nilon C., Aronson M. F. J., Cilliers S., Dobbs C., Fazee L. et al., 2017. [Planning for the Future of Urban Biodiversity: A Global Review of City-Scale Initiatives.](#) BioScience, Volume 67, Issue 4.

Pauleit S., Andersson E., Anton B., Buijs A., Haase D., Hansen R., Van der Jagt S., 2019. [Urban green infrastructure – connecting people and nature for sustainable cities.](#) Urban Forestry and Urban Greening, 40 (April), 1–3.

San Francisco Estuary Institute, 2019. [Making Nature's City: a science-based framework for building urban biodiversity.](#) San Francisco Estuary Institute Publication #947, 2019.

Schebella M.F., Weber D., Schultz L., Weinstein P., 2109. [The Wellbeing benefits Associated with Perceived and Measured Biodiversity in Australian Urban Green Spaces.](#) Sustainability 2019, 11(3), 802.

Sevilleja C., Van Swaay, Bourn N., Collins S., Settele J., et al., 2019. [Butterfly Transect Counts: Manual to monitor butterflies. Report VS2019.016.](#) Butterfly Conservation Europe & De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Wageningen.

Sutherland W., 2006. Ecological Census Techniques. A Handbook. Cambridge University Press.

Threlfall C., Mata L., Mackie J., Hahs A., Stork N. et al., 2017. [Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions.](#) Journal of Applied Ecology, Volume 54, Issue 6.

Van Swaay C.A.M., Nowicki P., Settele J. et al., 2008. [Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives.](#) Biodivers Conserv 17, 3455–3469 (2008).

Yang C., Yuhong W., Jia Huan L., Phoenix L. W., 2021. [Development of a methodological framework for evaluating biodiversity of built urban green infrastructures by practitioners.](#) Journal of Cleaner Production, Volume 303, 2021.

## BOX. PRENDERSI CURA DELLA CITTÀ CON LA NATURA: L'ESPERIENZA DEL COMUNE DI MILANO

Piero Pelizzaro, Serena Chillé, Marta Alessandra Mauri, Rebecca Nardin, Elisa Torricelli, Marina Trentin

Comune di Milano - Direzione Transizione Ambientale, Direzione di Progetto Città Resilienti

Le amministrazioni pubbliche si trovano ad affrontare sfide complesse e articolate, la cui risoluzione implica una visione sistematica. Tra queste sfide spiccano gli effetti dei cambiamenti climatici: la città di Milano ha caratteri urbanistici e morfologici che ne accentuano ulteriormente le conseguenze negative. Le temperature aumentano a ritmi crescenti: la temperatura media annua in città è passata dai 13,7 °C tra il 1961 e il 1990 ai 14,9 °C tra il 1991 e il 2020, mentre nell'ultimo decennio il riscaldamento è stato ancora più evidente raggiungendo i 15,8 °C (2011 – 2020). La densità di edifici rafforza in città la tendenza al riscaldamento delle aree a più densa urbanizzazione, dove si innescano fenomeni di isola di calore, a cui si aggiunge la necessità di gestire in modo resiliente il deflusso delle acque su un territorio molto impermeabilizzato.

In questa cornice si inserisce il lavoro della Direzione Transizione Ambientale del Comune di Milano, creata nel 2019 con l'obiettivo di veicolare la trasformazione verso una Milano più verde, resiliente, adattiva e sostenibile, considerandone le ricadute anche sui piani sociale, territoriale ed economico.

La tutela e la gestione della biodiversità urbana risentono del cumulo di tutte queste pressioni, acute dagli effetti dei cambiamenti climatici che diventano sempre più evidenti: le modifiche indotte nei microclimi locali richiedono adattamenti importanti da parte degli ecosistemi in tempi talmente brevi, che molte specie non riescono ad adeguarsi o a spostarsi in altri territori a causa delle interruzioni nella rete ecologica e tra le infrastrutture verdi, lasciando spazio a specie invasive, spesso dannose. Al contempo viene compromesso il benessere dei cittadini, poiché la salute, la sicurezza alimentare, l'economia sono direttamente dipendenti dal buon funzionamento degli ecosistemi e dei relativi servizi forniti, tanto più in un comune (insospettabilmente) agricolo come Milano. In termini generali, habitat e specie risentono dell'insieme degli impatti causati dal consumo e dall'alterazione della qualità delle principali risorse ambientali: acqua, aria, suolo. In un territorio densamente popolato come Milano, dunque, le pressioni sulle risorse naturali sono particolarmente rilevanti.

Le Nature Based Solution (NBS) sono strumenti che usano i servizi ecosistemici per offrirne altri utili sia alla biodiversità, sia al benessere umano, e per rispondere in modo efficace al cambiamento climatico, alla gestione dei rischi naturali e ai problemi di inclusione sociale. È, quindi, importante conoscere in maniera approfondita il tema della biodiversità urbana per

realizzare interventi coerenti, tanto efficaci nel contrastare gli effetti del cambiamento climatico, quanto efficienti. Deve dunque essere adottato un approccio più multidisciplinare, che coinvolga nella *governance* urbana anche stimoli che vengono dagli attori della biodiversità. Il corretto impiego delle NBS inizia dall'identificazione di quei valori ambientali, culturali ed economici, che supportano la rigenerazione urbana ed i servizi ecosistemici perseguito il raggiungimento dei [Sustainable Development Goals dell'Agenda ONU 2030](#), per rendere all'Amministrazione Pubblica il servizio di una città vivibile, inclusiva e a misura d'uomo, ridistribuendo lo spazio e rendendolo salubre e attrattivo. La città di Milano si è, quindi, fatta promotrice di progetti e iniziative specifiche per favorire la divulgazione e la cooperazione tra gli attori e i portatori di interesse: è importante a tal proposito che lo sviluppo di un approccio sistematico vada di pari passo con interventi a livello locale, se si vuole riportare una strategia *nature-based* all'interno delle azioni di innovazione e pianificazione.

Accanto al progetto Horizon 2020 [CLEVER Cities](#), descritto nel precedente articolo, il progetto [LIFE VEG-GAP](#) VEGetation for Urban Green Air quality Plans analizza il ruolo della forestazione urbana in rapporto a piani ed azioni per il miglioramento della qualità dell'aria. L'uso di una risorsa naturale come il verde urbano e la sua diversità in termini di specie e popolazioni, rappresentano una grande opportunità per migliorare la vita in città partendo dalla qualità dell'aria e dal comfort termico, a patto di valutarne gli effetti (positivi e non) sulla città. Il verde urbano agisce, infatti, in maniera duplice: direttamente, attraverso la capacità di depurare l'aria e di emettere composti gassosi (composti organici volatili biogenici BVOC), e indirettamente, cambiando la temperatura dell'aria che, a sua volta, modifica i processi atmosferici attraverso i quali si formano inquinanti secondari come l'ozono e parte del particolato atmosferico.

Oltre a progetti europei di grande respiro come gli Horizon o i LIFE sopra descritti, il Comune di Milano promuove azioni volte al dialogo con il territorio, instaurando partenariati con il terzo settore, la società civile e i centri di ricerca locali. Non solo attraverso i giardini condivisi o la



Figura 1. Comune di Milano: ante e post operam di un intervento di de-pavimentazione (fonte: [Flickr](#)).



Figura 2. Opera di tetti verdi urbani nel Comune di Milano (fonte: [Flickr](#)).

promozione della cura del verde pubblico presso i privati, ma anche attraverso iniziative come [Una comunità verde per la biodiversità](#) che, con la guida di Istituto Oikos, opera per sensibilizzare sui temi della natura in città e della biodiversità, compresi i servizi ecosistemici che essa offre alla cittadinanza, effettua monitoraggi per la valutazione della biodiversità animale e vegetale e realizza semplici interventi a favore della ricchezza in specie degli ambienti urbani. Allo stesso modo, il progetto [BiodiverCity](#), coordinato da Progetto Natura Onlus, si propone di redigere dei punti programmatici per una Strategia per la Biodiversità del Comune di Milano, che sia condivisa tra i diversi portatori di interesse e che coinvolga attivamente i cittadini, analizzando al contempo i processi psicosociali coinvolti nella relazione con la biodiversità.

In conclusione, le NBS rendono la città più vivibile, più inclusiva e a misura d'uomo, ridistribuiscono lo spazio in funzione di chi lo abita rendendolo salubre e attrattivo, tutelando e garantendo la biodiversità come servizio. In una città che si sta ridisegnando, diventa fondamentale affiancare strumenti innovativi, inclusivi e partecipati. La forte spinta emotiva, che accompagna la presenza di NBS, le rende infine strumenti di grande capacità di coinvolgimento, ingaggio e disseminazione, oltre ad essere occasione di co-progettazione e corresponsabilizzazione per l'uso di spazi condivisi e dei servizi collettivi offerti dagli ecosistemi.

# LA QUESTIONE URBANA PER EUROPOLIS. NBS E BGS: NUOVE REGOLE E NUOVE PRATICHE URBANE PER LA BIOCITY

[Giuseppina Liuzzo](#)

Comune di Palermo - Area della Pianificazione Urbanistica

**Abstract:** *Le nuove regole e le nuove pratiche urbane, dalla smart city alla biocity, rappresentano il tema e la visione unificante del progetto euPOLIS finanziato dal Programma Horizon 2020, al quale partecipa anche il Comune di Palermo. Tra le sfide e le soluzioni innovative rientrano la pianificazione e la gestione della Città quale organismo (ed ecosistema) integrato, intelligente ed interagente con gli organismi viventi (e gli ecosistemi di riferimento) che la abitano e la usano, nonché l'obiettivo unificante di riconnettere siti, habitat e specie, di deframmentare e di conseguire la dimensione ecologica della città, garantita dall'uso di Nature Based Solutions (NBS) e dal paradigma delle Blue Green Solutions (BGS).*

**Parole chiave:** *adattamento ai cambiamenti climatici, approccio ecosistemico, biodiversità, connettività ecologica.*

## ***The urban issue for euPOLIS. NBS and BGS: new urban rules and practices***

*The new urban rules and practices - from smart cities to biocity - represent the theme and unifying vision of the euPOLIS project, funded by the Horizon 2020 programme, in which the Municipality of Palermo also participates. Innovative challenges and solutions include the planning and management of the City as an integrated, intelligent organism (and ecosystem), interacting with the living organisms (and reference ecosystems) that inhabit and use it as well as the unifying objective of defragmenting and reconnecting sites, habitats and species, to achieve the "ecological" dimension of the City, guaranteed by the use of Nature Based Solutions (NBS) and of the Blue Green Solutions paradigm (BGS).*

**Key words:** *adaptation to climate change, ecosystem approach, biodiversity, ecological connectivity.*

## **INTRODUZIONE**

In questo contributo viene indagato il modo in cui il modello urbano di [euPOLIS](#)<sup>1</sup>, orientato dai principi e dalle pratiche di una pianificazione imperniata sulle *Nature Based*

*Solutions* (NBS) e sul paradigma delle *Blue Green Solutions* (BGS), integra il percorso avviato dal Comune di Palermo per la revisione del Piano Regolatore Generale (PRG), conformato sul rafforzamento della

<sup>1</sup>*Il progetto euPOLIS è finanziato dal Programma Horizon 2020 - H2020-EU.3.5.2 -Convenzione N. 869448. Lo staff di progetto per il Comune di Palermo è costituito da: Arch. Giuseppina Liuzzo, Ing. Elenia Drago, Dott. Giovanni Lupo, Arch. Francesco Naccari del Servizio Ambiente (Area della Pianificazione Urbanistica).*

infrastrutturazione verde e blu dell'ambiente urbano, al quale sono affidati il miglioramento della salute pubblica e del benessere dei cittadini, il metabolismo urbano, la coesione sociale e la resilienza delle città agli effetti dei cambiamenti climatici e ai disastri naturali.

Con euPOLIS la questione urbana viene indagata e risolta nella consapevolezza che la città è fatta di tessuti e palinsesti misti di natura e di artificio; si rafforza e sviluppa un dibattito aperto da circa mezzo secolo e che offre spunti per indagare le analogie tra l'ecologia della mente/l'intelligenza e l'ecologia/intelligenza urbana, a partire dai concetti di organismo, di sistema e di ecosistema ([Padoa-Schioppa, 2017](#); [Andreani et al., 2015](#); [Archibugi, 1990](#); [Carta, 2016](#); [Federico, 2012](#)).

Per parafrasare Bateson, la città “è *il mondo delle cose viventi*” poiché in analogia con “*La cosa vivente si sottrae al cambiamento o correggendolo o cambiando se stessa per adattarsi al cambiamento o incorporando nel proprio essere un cambiamento continuo.*”. La città è come la mente che agisce nella danza: “*In verità, il modo giusto per cominciare a pensare alla struttura che connette è di pensarla in primo luogo ... come una danza di parti interagenti e solo in secondo luogo vincolata da limitazioni fisiche di vario genere e dai limiti imposti in modo caratteristico dagli organismi.*” (Bateson, 1984)

I temi della questione urbana al tempo di Bateson furono esplorati nel numero monografico “*La ville*” de *L'Architecture d'aujourd'ui* nel dicembre 1970, dove interconnessione, sistema, interazione rappresentano le componenti che intrecciano la visione organica dell'agglomerato urbano alla cibernetica.

Secondo Emery, “*il fenomeno della*

*agglomerazione urbana possiede alcune caratteristiche e proprietà dei sistemi per come definiti nella fisica e nella biologia ...”* e l'agglomerato urbano viene definito secondo molteplici principi/nozioni (Emery, 1970). La nozione di “sistema aperto” risulta ancora incisiva per l'attuale questione urbana, per “*Una delle sue funzioni essenziali che... consiste ... nell'importare energie, beni, informazioni, nell'attirare a sé persone, per produrre altre energie, altri beni, altre informazioni, capaci di rinnovarlo e di vivificarlo.*” (Emery, 1970). Inoltre “*L'urbanistica tradizionale e ... i piani non sono altro che distribuzioni statiche dei modi di occupazione dei suoli con indicazioni statistiche della popolazione residente, espresse secondo la densità. Questa pratica configge con il concetto fondamentale della città come ... sistema dinamico di interrelazioni costruite e mantenute tra gruppi e individui ... generalmente modificate dalle relative localizzazioni dei diversi elementi nello spazio.*” (Emery, 1970).

Nello stesso anno usciva “*L'homme et la ville*” di Henri Laborit, per il quale “*... la finalità di un gruppo umano non è quella “di costruire una città ma quella di vivere, di mantenere la sua struttura ... Così la città è solo un mezzo per realizzare tale finalità ... ci troviamo immediatamente di fronte a un fenomeno fondamentalmente biologico.*” (Laborit, 1973).

Un altro rilevante contributo risulta dai contenuti del documento [Vancouver Declaration on human settlements](#) (HABITAT 1 Conference, Vancouver 1976) varata dalle Nazioni Unite sempre in quegli anni. Da quella data in poi la questione urbana e, in generale, gli insediamenti umani, sono stati infatti oggetto di continua e sistematica riflessione, sia per le pressioni e gli impatti generati

sull'ambiente, sia in quanto condizione e spazio intrinseci dell'esistenza umana, responsabile dell'avvento di una vera e propria era: l'Antropocene (Ellis, 2020).

### **NBS e BGS: conseguire la deframmentazione del capitale naturale e riattivare i servizi ecosistemici**

Il caso studio scelto per la sperimentazione del progetto euPOLIS è l'area di Villa Turrisi, uno dei lembi più significativi della Conca d'Oro.

Dal 2011, l'area del futuro Parco di Villa Turrisi, con la spinta e il supporto di diverse associazioni (Comitato Addiopizzo, Legambiente, WWF, Osservatorio per il diritto alla città) riunite nel [Comitato "Parco Villa Turrisi"](#) e di cittadini, fa parte dei siti individuati dal Comune di Palermo con l'obiettivo di incrementare le infrastrutture verdi, ed è stata inserita nel 2016 tra i nuovi parchi urbani individuati nel progetto per la variante generale al PRG. Questo importante complesso storico mostra gli effetti di numerose attività abusive e incompatibili che hanno modificato e minacciano la qualità del suolo, del paesaggio e della biodiversità di questa importantissima testimonianza storica, ambientale e paesaggistica, ma da questo luogo parte una delle più significative azioni di riconnessione e di deframmentazione di habitat e di servizi verdi e blu della città di Palermo.

L'ambizione e le sfide di euPOLIS per Palermo, sviluppate nel caso-studio per il Parco di Villa Turrisi, sono tutte orientate dai principi e dalle pratiche della pianificazione urbanistica che, con il ricorso alle NBS:

1. introducono e amplificano analisi e interventi volti alla riconnessione ecologica

e sistemica, attraverso l'operazione di deframmentazione degli habitat per riattivare le relazioni, riammagliare e ristrutturare gli elementi e i fattori del *continuum* spaziale e sistematico, scongiurare la necrosi dei tessuti e bloccare il processo che dal degrado conduce alla desertificazione dei suoli;

2. definiscono limiti e margini, spaziali e funzionali, dell'organismo urbano, per attivare interconnessione in luogo di ibridazione (e/o disfunzione) e per riattivare i servizi ecosistemici;
3. restituiscono dignità ai luoghi e alle funzionalità dell'ecosistema urbano e degli ecosistemi interconnessi e interrelati, e mantengono in equilibrio le relative trasformazioni;
4. pongono al primo livello della questione urbana la dimensione etica, la dimensione estetica e la salute di tutti i fruitori (dalle persone a tutti gli organismi viventi), con l'introduzione di diversi principi regolativi, di nuovi standard e indicatori di prestazione e con il superamento della classica accezione di servizi e attrezzature (prevalentemente di regolazione e con effetti di benessere psicofisico), che vengono così ricollocate nella nuova dimensione di beni comuni interconnessi. Tale nuova dimensione è stata indicata dagli studi condotti nel 2011 da Robert Costanza e un gruppo di ricercatori che, nell'aggiornare i risultati dello studio condotto dallo stesso Costanza tra il 1977 e il 1997 hanno evidenziato che i *"servizi ecosistemici andrebbero considerati beni comuni, dal momento che i mercati tradizionali spesso non possono essere la migliore cornice per la loro gestione"* (Costanza e al., 1997).



Figura 1. L'area di Villa Turrisi - con la linea rossa è indicato il perimetro del futuro parco (fonte: rielaborazione su Ortofoto Google di F. Naccari).

ISPRA definisce la [frammentazione del territorio](#) (Ingegnoli, 2002; Begon et al., 1989; Dobson et al., 1999; Davies, 2001) come *“il processo di riduzione della continuità di ecosistemi, habitat e unità di paesaggio a seguito di fenomeni come l’espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale, che portano alla trasformazione di patch (Aree non consumate prive di elementi artificiali significativi che le frammentano interrompendone la continuità) di territorio di grandi dimensioni in parti di territorio di minor estensione e più isolate.”*

Il progetto per il Parco di Villa Turrisi, insieme ad altri interventi in corso<sup>2</sup>, concorre alla deframmentazione e alla riconnessione di specie e habitat e di siti ove, in seguito all’abbandono e/o alla dismissione di pratiche e attività (soprattutto agricole), si assiste al

ripristino di equilibri naturali delle caratteristiche pedologiche e microbiologiche e al popolamento di specie della flora e della fauna.

L’area di Villa Turrisi è localizzata in piena città e si estende per circa 25 ha, una volta interamente occupati dalla tenuta agricola dei Turrisi, realizzata nel 1859, aggregando vari terreni di proprietà demaniale e di proprietà privata. Rimane evidente e ancora impresso nel paesaggio parte del grande “tondo” bordato da maestosi cipressi, realizzato negli anni ‘50 del Novecento che conteneva un mandarineto. Per quanto frammentato e alterato nelle sue funzioni e nonostante la cesura determinata dall’asse urbano di Via Leonardo da Vinci (la c.d. Circonvallazione realizzata negli anni ‘70), questo spazio mantiene importanti segni e infrastrutture del fondo agricolo; è attraversato un torrente e un canale di gronda di rilevanza urbana (il torrente Borsellino e il canale di Passo di Rigano) e dal tracciato della ferrovia dismessa Palermo-Corleone; esprime un elevato valore ambientale e paesaggistico con gli elementi e le forme della *natura naturata* (le colture agrarie - soprattutto agrumi - e il cipresseto) e della *natura naturans*, con le specie che si sono insediate e che convivono con le specie storiche agricole.

Nel sito individuato per la sperimentazione di euPOLIS sono contenuti tutti gli elementi e le importanti leve a sostegno del metodo come degli strumenti di pianificazione e di progettazione e delle tecniche e dei materiali provenienti dalle NBS, che consentono di

<sup>2</sup>Il progetto per il Parco dell’Oreto (Zona Speciale di Conservazione - ZSC ITA 020012 “Valle del Fiume Oreto”) per il Contratto di Fiume Oreto; il progetto per la fascia costiera nord-ovest (dalla Riserva Naturale Orientata e ZSC ITA 020006 “Capo Gallo” alla Riserva Naturale Orientata e ZSC ITA 020014 “Monte Pellegrino”); il Progetto per la Costa sud-orientale a partire dalla bonifica della foce del Fiume Oreto.



Figura 2. Villa Turrisi. A, B e C Natura naturata (la natura creata) e D Natura naturans (la Natura spontanea) (foto di F. Naccari).

attivare i quattro punti che sono stati declinati in ambizioni e sfide:

1. In primo luogo questa infrastruttura verde e i suoi servizi ecosistemici risultano strategici e irrinunciabili sia nel vigente PRG quanto nella proposta per la sua revisione, per il valore e il ruolo (nel tempo in parte eroso), della biodiversità agricola e per le relazioni che può attivare, a vantaggio della deframmentazione, con il

sistema e la rete delle aree protette, della Rete Natura 2000 e delle aree dismesse e/o abbandonate nelle quali la natura lentamente si insedia. Utilizzando le aree dismesse e i materiali blu e verdi di Villa Turrisi (e con la spinta e il lavoro paziente di cittadini e di associazioni), l'utilizzo di NBS e di BGS consentono infatti:

- di riassegnare ruolo ecologico e ambientale e dignità funzionale ai due

canali di gronda Borsellino e Passo di Rigano che sono stati tombati;

- di intervenire, per abbattere l'elevato rischio Piano di Assetto Idrogeologico presente nell'area, attraverso soluzioni di ingegneria idraulica che riqualificano il contesto anche dal punto di vista paesaggistico con l'inserimento di vasche e piccoli bacini e che, oltre a mitigare il rischio idraulico, mitigano gli effetti delle alte temperature, delle isole di calore, del cambiamento climatico in generale e inseriscono elementi paesaggistici capaci di trasferire piacere fisico, estetico e benessere (individuale e collettivo).
2. Le pratiche e le tecniche NBS consentono di arrestare gli effetti del degrado dei suoli per abbandono delle pratiche agricole, consumo di suolo, erosione, perdita di fertilità attraverso l'aumento dei suoli permeabili e vegetati, arrestando il progresso verso la desertificazione (per come sostenuto dal target 15.3 degli [Obiettivi di Sviluppo Sostenibile](#): *“Entro il 2030, combattere la desertificazione, ripristinare terreni e suoli degradati, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, e lottare per ottenere un mondo neutrale rispetto al degrado”*).
3. Con l'utilizzo delle c.d. aree dismesse e il mantenimento dei loro caratteri di

greenfield, nel caso palermitano i suoli del tracciato della ferrovia dismessa Palermo-Monreale (riconvertiti con l'omonimo progetto finanziato dal Patto per il Sud), attraverso la greenway ciclopedonale, si attiva la ri-conessione di un'importante parte della rete delle aree protette, dei siti della rete natura e della Carta natura e si riattivano i servizi ecosistemici del suolo e della vegetazione che storicamente erano espressi dalla Conca d'Oro (la storica

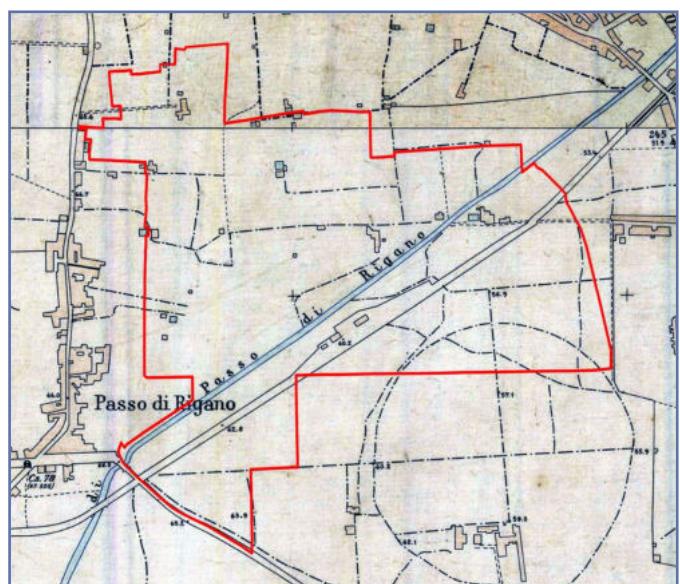


Figura 3. L'area di Villa Turrisi - con la linea rossa è indicato il perimetro del futuro parco (fonte: Cartografia Omira anno 1939, rielaborazione di F. Naccari).

Piana di Palermo<sup>3</sup>, tra le strutture fondative e invarianti della *forma urbis* di Palermo (*tutta porto e tutta orti*).

<sup>3</sup>La piana di Palermo e i numerosi corsi d'acqua che la irrigano sono già presenti nelle descrizioni di viaggiatori arabi e normanni: “[Palermo] è circondata da numerosi corsi d'acqua che scendono da ovest ad est; la loro corrente è capace di far girare dei mulini che sono difatti attivi in diverse località. Lungo i corsi d'acqua, dalla sorgente fino alla foce, si stendono terreni palustri coperti di cespugli, dove cresce la canna di Persia, ed esistono giardini da frutta e campi di zucche. In questi terreni si raccoglie soprattutto il papiro, con il quale si fabbricano rotoli dove scrivere ...” (Ibn Hawqal, 977); “beata piana, lodata in ogni secolo, che accoglie nel suo grembo ogni specie di alberi e frutti...Qui ammiri vigne fiorenti per la copiosa ricchezza della vegetazione e per la generosità del frutto famoso, là vedi orti pregevoli per la mirabile varietà di frutti e torri adatte alla vigilanza e al piacere del riposo.” (Ugo Falcando, XII sec.).



Figura 4. Villa Turrisi, evidenziazione del canale di Passo di Rigano (in azzurro) e del tracciato dell'ex ferrovia Palermo -Corleone (linea verde su campitura colore giallo) su foto aerea (fonte: rielaborazione grafica di F. Naccari da Ortofoto Google e dal Progetto per la "Greenway" - Comune di Palermo).

4. Con il Parco di Villa Turrisi si sperimenta la *biocity* in cui il rapporto tra organismo (che racchiude tutte le forme viventi) e sistema intelligente (che racchiude tutte le forme di intelligenza - umana, di tutto il vivente che popola le città e artificiale) rappresenta l'aspetto speculare del rapporto che regola la vita e le funzioni di tutti gli esseri viventi, tra cui rientra a pieno titolo la Città, che abbiamo sostenuto coincidere con "*il mondo delle cose vive*" al pari della

intelligenza e della mente per Gregory Bateson.

## CONCLUSIONI

Con euPOLIS si intende rafforzare il percorso, avviato con la revisione del PRG, per una pianificazione e una progettazione dei beni e dei servizi comuni, basata sui benefici e sugli effetti che NBS e BGS rilasciano su tutti gli esseri viventi che abitano la città. Vogliamo condividere un modello di città dove la Natura

e le sue soluzioni restituiscono e restaurano il *continuum* degli spazi e delle funzioni governate dalla biodiversità, attraverso le reti e i corridoi di connessione tra città e campagna, tra città e aree protette e per un paesaggio governato dai principi e dalle forme che coniugano il Bello all'Utile (nel senso etico e nel rispetto della salute della persona) perché "... *il bello è il simbolo del bene morale ... la natura ... è ... sublime*" (Kant, 1991).

## BIBLIOGRAFIA

Andreani S., Bianconi F., Filippucci M., 2015. [Smart cities e contratti di paesaggio: l'intelligenza del territorio oltre i sistemi urbani](#). In Istituzioni del Federalismo n.4/2015.

Archibugi F., 1990. [L' "eco-sistema urbano": suo concetto, sua utilizzabilità nella politica del territorio e dell'ambiente](#). Relazione al Seminario del Gruppo del Consiglio Nazionale delle Ricerche "Uomo–Ambiente".

Bateson G., 1984. *Mente e natura. Un'unità necessaria*. Adelphi, Milano.

Begon M., Harper J.L., Townsend C.R., 1989. *Ecologia. Individui, popolazioni, comunità*. Zanichelli Editore S.p.a., Bologna.

Carta M., 2016. [Progettare la città aumentata](#). In Urbanistica, n.156, dicembre 2016.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. & van den Belt M., 1977. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, Londra (UK).

Davies K.F., Gascon C., Margules C.R., 2001. *Habitat fragmentation: consequences,*

*management, and future research priorities*. In: Soulé M.E., Orians G.H. (a cura di), *Conservation biology. Research priorities for the next decade*: 81-97 pp. Society for Conservation biology. Island Press, Washington D.C.

Dobson A., Ralls K., Foster M., Soulé M.E., Simberloff D., Doak D., Estes J.A., Mills L.S., Mattson D., Dirzo R., Arita H., Ryan S., Norse E.A., Noss R.F., Johns D., 1999. *Corridors: reconnecting fragmented landscapes*. In: Soulé M.E., Terborgh J. (a cura di), *Continental Conservation*. The Wildland Project: 129-170 pp. Island press, Washington D.C.

Ellis Erle C., 2020. *Antropocene*. Giunti, Milano.

Emery M., 1970. *L'agglomeration et ses systemes*, in "La ville", numero monografico di L'Architecture d'aujourd'hui, dicembre 1970 - gennaio 1971. Parigi.

Federico T., 2012. [Città intelligenti e sostenibili Indicatori di sviluppo sostenibile per le Smart city](#). Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile.

Kant I., 1991. *Critica del giudizio*. Pagus Editore, Treviso.

Ingegnoli V., 2002. [Landscape ecology: a widening foundation](#). Springer.

Laborit H., 1973. *L'uomo e la città*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano.

Padoa-Schioppa C., 2017. [La mente ecologica del Landscape Urbanism](#). In Rivista 02\_2017.

## UNALAB – NATURE BASED SOLUTIONS NEL NUOVO PARCO URBANO A GENOVA

[Silvia Campailla, Sonia Zarino](#)

Comune di Genova

**Abstract:** Il progetto si propone di realizzare un parco urbano utilizzando 12 Nature Based Solutions per testare la validità dell'approccio progettuale che ricerca un nuovo equilibrio e una nuova armonia tra l'ambiente urbano, l'azione dell'uomo, i fenomeni atmosferici che stanno cambiando il volto delle nostre città, rendendole meno sicure soprattutto in contesti fortemente trasformati dall'uomo. Il metodo utilizzato si avvale tanto delle analisi tecnico-urbanistiche quanto della partecipazione attiva di numerosi stakeholders, le cui istanze sono state alla base dell'elaborazione del programma funzionale del parco. La successiva verifica dell'efficacia delle NBS, tramite un ciclo di monitoraggi dedicato, suggerirà i passi per i successivi sviluppi in altri progetti dove le NBS verranno utilizzate.

**Parole chiave:** Adattamento ai cambiamenti climatici, connettività ecologica, biodiversità, infrastrutture verdi.

### **UNaLab – Nature Based Solutions into the new urban park in Genoa**

*The project aims to create an urban park using 12 Nature Based Solutions, to test the validity of an innovative design approach seeking a new balance and a new harmony between three elements: the urban environment, the human action and the atmospheric phenomena that are changing the face of our cities, making them less safe, especially in contexts strongly transformed by man. The method use both the technical-urban planning analyses and the active participation of numerous stakeholders, whose requests were the basis for the development of the functional program of the park. The subsequent verification of NBS effectiveness, through an appropriate cycle of monitoring, may suggest the steps to be taken for further developments in other projects where NBS will be used.*

**Key words:** climate adaptation, ecological connectivity, biodiversity, green infrastructures.

### **IL PROGETTO EUROPEO IN BREVE**

Il [progetto UNaLab](#), finanziato dall'UE nel quadro del Programma Horizon 2020, mira a sviluppare comunità più intelligenti, più inclusive, più resilienti e sempre più sostenibili attraverso l'utilizzo di soluzioni innovative

basate sulla natura (Nature Based Solutions - NBS). Il consorzio è composto da 28 partner provenienti da 10 città europee ed extra europee, inclusi comuni, enti di ricerca, imprese e industrie. Le città partner di UNaLab si impegnano ad affrontare le sfide

urbane legate al cambiamento climatico e alla gestione dell'acqua con un approccio innovativo e condiviso con i cittadini.

Tre città front runner - Eindhoven, Tampere e Genova - stanno lavorando su siti dimostrativi per sperimentare e valutare una gamma di diverse NBS attraverso le quali dare risposte sostenibili alle problematiche indotte dalla eccessiva artificializzazione dei nostri ambienti di vita.

Le città front runner collaborano attivamente e condividono le loro esperienze con cinque città follower - Stavanger, Praga, Castellón, Cannes e Başakşehir - e le supportano nello sviluppo di soluzioni NBS pensate per le loro specifiche realtà. Due città follower non europee - Hong Kong e Buenos Aires - e due entità "osservatrici" – la città di Guangzhou e la Rete brasiliana delle città intelligenti – stanno studiando attivamente l'approccio NBS europeo quale possibile soluzione alle loro problematiche locali. [IRE Liguria](#) e [LAND](#) sono partner di UNaLab e hanno contribuito all'attività progettuale di dettaglio ed esecutiva, finalizzata alla realizzazione del parco.

I risultati del progetto, unitamente a quelli di altri progetti Horizon 2020, consentiranno lo sviluppo di un quadro di riferimento europeo sulle NBS circa i vantaggi, l'efficacia in termini di costi, la fattibilità economica e la replicabilità delle soluzioni basate sulla natura.

Obiettivo primario del progetto è la rigenerazione urbana, intesa anche come miglioramento della gestione del rischio idrogeologico e valorizzazione delle aree dismesse e miglioramento della qualità della vita.

## IL CONTESTO

Il parco urbano che si sta realizzando a Genova - quale sito pilota per il progetto UNaLab - sorge su di un'area che ospitava fino alla Seconda Guerra Mondiale una fabbrica militare di munizioni nonché una caserma, e si trova nel pieno centro della città, nel quartiere Lagaccio. Il quartiere Lagaccio è tra i distretti più densamente popolati di Genova e con il più alto tasso di immigrazione cittadino; l'area è caratterizzata da un'urbanizzazione disordinata realizzata in gran parte nel secondo dopoguerra e presenta oggi una grave mancanza di spazi pubblici verdi accessibili nonché un elevato rischio idro-geologico. La scelta fatta dalla Civica Amministrazione è particolarmente strategica in relazione alle sfide socio-ambientali del quartiere e il parco che si sta realizzando grazie al progetto UNaLab è un tassello importante di un più complesso progetto di riqualificazione dell'intero compendio; inoltre la valorizzazione dell'area ha anche un importante significato storico e culturale in quanto il complesso presenta interesse Storico Artistico Particolarmente Importante ai sensi dell'art. 10 comma 1 ex D. Lgs. 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Come riportato nell'Analisi dello stato di fatto idrogeologico della zona del Lagaccio ([Corsi et al, 2015](#)), [la caserma Gavoglio](#) è attraversata dal rio Lagaccio, classificato quale corso d'acqua significativo. Esso raccoglie le acque di altri rivi significativi defluenti dalla parte alta della valle, a partire dall'area di forte Sperone e, più in basso e più a ovest, dalla zona di Granarolo. Il rio Lagaccio si congiunge con il rio Sant'Ugo

(altro rio significativo) poco prima di sfociare in mare, in corrispondenza di Ponte dei Mille (Stazione Marittima). Per la quasi totalità del percorso il rio Lagaccio risulta tombinato (non lo è il tratto montano). Le canalizzazioni sono state realizzate in tempi successivi e con modalità costruttive eterogenee. Nei rivi, oltre alle acque bianche, hanno recapito anche i collettori della rete fognaria nera e mista delle aree urbanizzate che attraversano; ciò ha modificato la funzione originale e il regime idraulico degli alvei trasformandoli in veri e propri collettori fognari principali. L'area del Lagaccio presenta vaste superfici sostanzialmente impermeabilizzate dove le acque meteoriche ruscellano velocemente trasformando le strade e le superfici libere in veri e propri torrenti che, in caso di precipitazioni abbondanti, possono causare delle vere e proprie alluvioni. Fenomeni alluvionali si sono qui manifestati a partire dagli anni '50; in particolare, un grave episodio alluvionale si è verificato il 10 ottobre 2014, quando le acque del rio Lagaccio hanno invaso la stazione della metropolitana di Genova Principe causando ingenti danni e la chiusura temporanea della stessa. L'area della caserma Gavoglio presenta inoltre aree caratterizzate da rischio geologico medio e molto elevato. Nell'area in oggetto si sono verificati, negli anni scorsi, fenomeni di cedimenti di strutture murarie di contenimento del terreno sottostante ad una strada (via Ventotene, via del Lagaccio) dovuti principalmente alle acque di infiltrazione che hanno movimentato i materiali detritici lungo le scarpate, provocando il crollo dei muri di contenimento.

Nel febbraio 2014 la Civica Amministrazione



Figura 1. L'ex Caserma Gavoglio prima degli interventi (fonte: Comune di Genova).

ha attivato la procedura di acquisizione a titolo gratuito della Caserma Gavoglio secondo le modalità previste dal federalismo demaniale culturale (art. 5, c. 5, D.lgs. 85/2010). Tra marzo e dicembre 2015 il Comune ha avviato un importante percorso di partecipazione con gli stakeholder del territorio; sulla base di questo coinvolgimento è stato redatto il [Programma di Valorizzazione](#) che è stato approvato dalla Giunta Comunale a giugno 2016. A dicembre 2016, a conclusione dell'iter istituzionale, è stato firmato il definitivo accordo di valorizzazione che ha siglato il passaggio del bene dal Demanio al Comune. Inoltre, il 26 novembre 2016 è stato sottoscritto il "Patto per la Città di Genova - Interventi per lo sviluppo economico, la coesione sociale e territoriale della Città di Genova", sottoscritto dal Presidente del

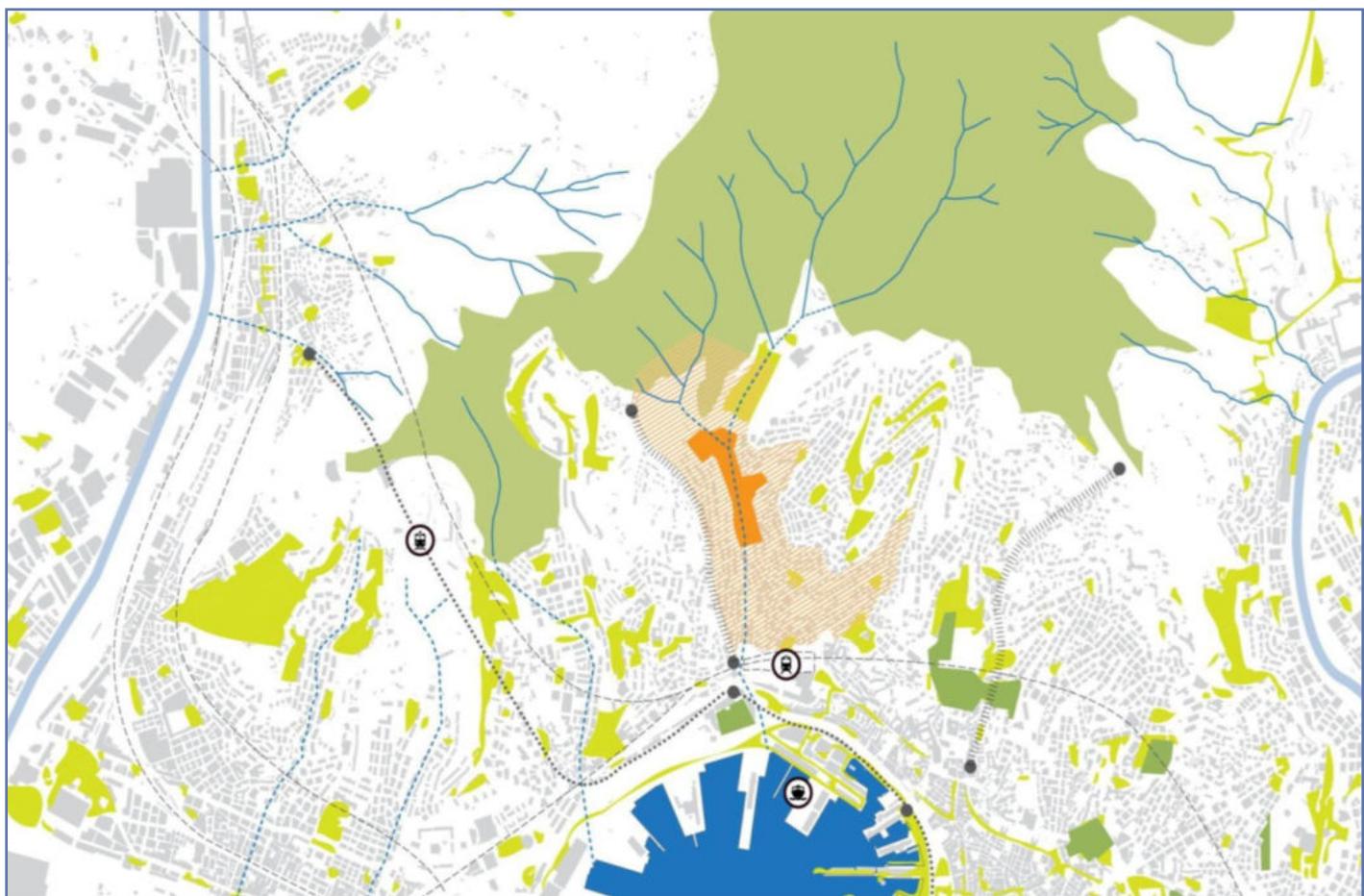


Figura 2. Mappa dell'area dell'ex Caserma in relazione all'ambiente cittadino circostante (l'ex Caserma è l'area arancione scuro; fonte: Comune di Genova).

Consiglio dei Ministri e dal Sindaco della Città di Genova. A seguito di tale sottoscrizione, alla Città Metropolitana di Genova sono stati assegnati 110.000.000 euro per la realizzazione del Patto (Delibera CIPE n. 56 del 1 dicembre 2016); a seguito dell'accordo tra Comune e Città Metropolitana, il Comune di Genova dispone di 69.000.000 euro, di cui 6.400.000 per la riqualificazione dell'ex Caserma Gavoglio.

Il progetto UNaLab, che rafforza questi finanziamenti, ha un valore complessivo di 14.278.699,25 euro, di cui 12.768.931,75 di contributo comunitario; al Comune di Genova è destinato un budget di 1.710.250 euro, cofinanziato al 100% dall'Unione europea.

## IL COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDERS

Il progetto del parco prevede una riqualificazione di una porzione di circa 10.000 m<sup>2</sup> rispetto ai 50.000 m<sup>2</sup> dell'intera area interessata dal programma di Valorizzazione e sarà realizzato con l'utilizzo di soluzioni basate sulla natura. Tutte le sue funzioni, studiate insieme agli abitanti del quartiere e ai rappresentanti delle categorie economiche e professionali, sono pensate per essere compatibili con l'ambiente e sono destinate a creare uno spazio pubblico accogliente e sostenibile utilizzando soluzioni green.

Già dagli anni '80 del secolo scorso, quando la maggior parte degli edifici del complesso



Figura 3. Il progetto nel suo complesso. La linea rossa delimita il l'area oggetto di intervento nell'ambito di UNaLab. (fonte: Progetto UNaLab; Committente – Comune di Genova; Progettazione ingegneristica: IRE Liguria; Progettazione Paesaggistica: LAND).

perse la sua funzione primaria, da parte dei cittadini iniziarono ed emergere richieste di riutilizzo dell'area per scopi sociali, servizi rivolti ai cittadini e per il miglioramento dei collegamenti tra le diverse vie del quartiere.

La Pubblica Amministrazione si è dimostrata sensibile alle istanze di restituzione alla città di quest'area e ha attivato nel 2014 il percorso

di formazione del [Programma di Valorizzazione del compendio Gavoglio](#) secondo le modalità previste dal federalismo demaniale culturale (art. 5, c.5, D.lgs. 85/2010).

I competenti Uffici del Comune di Genova, incaricati della stesura del Programma di Valorizzazione, hanno realizzato delle analisi

che hanno consentito di conoscere meglio lo stato dell'arte. Sulla base delle analisi condotte, sono state prese in considerazione le proposte dei cittadini che sono risultate coerenti con quanto emerso dagli studi condotti dall'Amministrazione; sono state così individuate alcune "possibili azioni" che sono state il punto di partenza dei successivi confronti con la cittadinanza e gli stakeholder. Da marzo a dicembre 2015 si sono susseguiti vari incontri (workshop, riunioni tematiche, iniziative di animazione del quartiere). Questo percorso ha portato alla stesura del Programma di Valorizzazione.

A fine 2015 è stato così possibile inaugurare la Casa di Quartiere e mettere a disposizione dei cittadini una prima parte dell'ex Caserma: Piazza Italia – il cortile interno - e un locale di circa 100 m<sup>2</sup> sono stati resi accessibili al pubblico.

La Casa di Quartiere è gestita dalla Casa Gavoglio che fa capo ad una rete di 12 associazioni insieme al Municipio Centro Est. Nel contesto del progetto europeo si è reso possibile continuare il percorso partecipativo con i cittadini e gli stakeholders. Nella primavera del 2018 sono stati organizzati 3 workshop ([van Dinter e Habibipour, 2019](#)), dove i tecnici e gli amministratori del Comune, affiancati dai tecnici dei partner italiani, hanno lavorato assieme ai cittadini e agli stakeholders per elaborare idee progettuali che sono state riassunte dai progettisti in una [nota tecnica](#) di analisi. Le proposte emerse da questi incontri, che si sono basati sulla tecnica

dell'[European Awareness Scenario Workshop](#)<sup>1</sup>, sono state recepite nel progetto, per quanto possibile sulla base della morfologia dell'area e dei fondi a disposizione. Come evidenziato anche nei report prodotti dal partenariato, trattandosi di un parco pubblico, il tema del verde è risultato da subito di grande importanza per la cittadinanza; un tema di particolare interesse è quello dei giardini collettivi, la cui ubicazione però deve essere oggetto, a giudizio dei tecnici del Comune, di ulteriori valutazioni in funzione della disponibilità delle aree e della loro posizione ottimale. La proposta iniziale non è realizzabile vista l'irradiazione solare non ideale dell'area scelta (Valletta Cinque Santi), tuttavia sono stati individuati terreni di proprietà del Comune, adiacenti alla zona, ma posti ad una quota maggiore, che in futuro potrebbero essere soggetti a ulteriori sviluppi progettuali, oltre ad essere legati al parco. La parte a nord-est della valletta Cinque Santi, dove si stanno realizzando aree terrazzate, è caratterizzata da una forte pendenza e dal terreno roccioso; purtroppo, la morfologia non consente di avere pendenze adatte ad un'accessibilità veramente universale. Un'ulteriore richiesta emersa dai tavoli di co-creazione riguarda la creazione di aree giardino per il riposo/relax lungo i vialetti e vicino ai giochi per i bambini. Dal confronto con gli stakeholders è emerso anche che la zona è particolarmente ventosa e le aree maggiormente esposte ai venti dovrebbero

<sup>1</sup>L'EASW è un metodo finalizzato alla ricerca di un accordo fra i diversi gruppi di portatori di interessi in ambito locale con l'obiettivo del raggiungimento di una definizione consensuale di città sostenibile.

essere dotate di piantumazioni per mitigare questa condizione: la risoluzione di questo tema ad oggi non appare però semplice perché la ristrettezza degli spazi non consente di adottare soluzioni veramente efficaci.

Dal punto di vista metodologico, è interessante osservare agli stakeholder si sia richiesto di collaborare esprimendo istanze e punti di vista sulle funzioni da loro ritenute desiderabili in vista dell'utilizzo che essi si figuravano, realisticamente, di poter fare degli

spazi verdi (sport, tempo libero, pic-nic, ecc.) dopo aver preso coscienza della complessità e delle limitazioni imposte dalla natura fisica dei luoghi, mentre ai tecnici progettisti è stato richiesto di tradurre in soluzioni *Nature Based* quelle istanze, seguendo un approccio naturalmente multidisciplinare.

### IL SITO E LE NATURE BASED SOLUTIONS

La scelta di un sito dove in passato era ubicata un'attività industriale pesante (oltre alla Caserma era presente un proiettificio) ha



Figura 4. Particolare della progettazione de "il bosco in città". Il numero riportato nell'immagine corrisponde al numero nella lista delle NBS nel testo (fonte: Progetto UNaLab; Committente – Comune di Genova; Progettazione ingegneristica: IRE Liguria; Progettazione Paesaggistica: LAND).

comportato una particolare complessità e la necessità di effettuare analisi approfondite in relazione ad eventuali bonifiche. L'attività di analisi preventiva ha richiesto più di sei mesi e ciò ha avuto un'importante ricaduta sulle tempistiche del progetto.

Dopo una prima fase di bonifica del suolo sono stati demoliti circa 46.000 m<sup>3</sup> di edifici in disuso e in stato di abbandono per creare nuovi spazi verdi aperti, aumentare la capacità di drenaggio del suolo e migliorare l'infiltrazione delle acque meteoriche. Ad oggi - autunno 2021 - è in corso la rimodellazione del terreno, per ottenere un'opportuna distribuzione di quote in funzione del disegno del parco urbano, che deve essere caratterizzato dalla massima accessibilità per tutti i frequentatori, e si stanno realizzando alcune NBS.

Il progetto assorbe la creazione di nuovi spazi verdi, garantendo nel contempo la loro connettività all'infrastruttura verde esistente; mira inoltre a includere elementi di giardinaggio urbano e misure di gestione dell'acqua. Il progetto, sviluppato tenendo conto del lungo processo di partecipazione e di un'approfondita analisi tecnico-urbanistica, utilizza 12 diverse tipologie di NBS, che compongono un ricco catalogo di soluzioni innovative delle quali sarà monitorata l'efficacia anche in vista della loro replicabilità in altre zone della città che presentano analoghe problematiche e caratteristiche. Il monitoraggio delle NBS durante il progetto UNaLab consentirà la raccolta, la gestione e il confronto dei dati tra le città front-runner. Le 12 NBS che sono in via di realizzazione sono:

1. pavimentazioni permeabili;
2. area ludica in sabbia;

3. rain garden;
4. bacini d'infiltrazione;
5. bioswale;
6. gruppi arborei;
7. frutteto e prati xerofili;
8. riforestazione dei versanti;
9. parete verde;
10. viminate e palificate vive;
11. gabbioni;
12. bacino sotterraneo di ritenzione.

Il parco è pensato per essere un luogo di riposo e svago per tutte le età, e comprende ambienti di varia natura, che da sud a nord diventano sempre più "naturali". Il primo ambiente è la piazza / teatro pavimentata con materiali permeabili all'acqua, seguito da una terrazza-giardino dove è presente un parco giochi per bambini. Salendo si trova un rain garden, un'area gioco per ragazzi e adulti, e quindi un susseguirsi di spazi verdi alberati e aree di sosta, che si concludono con un bosco urbano nella porzione di area più impervia e acclive. Tutti questi ambienti, collegati da percorsi pedonali quasi completamente accessibili anche per le persone con difficoltà motorie, sono realizzati utilizzando NBS in varie combinazioni, per massimizzare la loro efficacia. Tutte le parti strutturali (muri di sostegno, terrazzamenti) sono realizzati mediante gabbioni metallici strutturali inverditi, invece che con i tradizionali muri in cemento armato.

## L'APPALTO E I LAVORI

L'obiettivo dell'appalto pubblico era trovare un fornitore che potesse riqualificare l'area dell'ex caserma militare, trasformandola in un parco urbano che incorporasse le NBS.

L'appalto pubblico di NBS è stato affidato a

seguito di una [procedura di gara aperta](#) ai sensi dell'articolo 60 del D.Lgs. n. 50 del 18/4/2016. Circa il 40% del valore del contratto è stato previsto per gli interventi di contenimento del verde e dell'arredo urbano, oltre a costruzioni, opere di ingegneria e movimento terra. Il contratto comprende tutte le opere, i servizi e le forniture necessarie alla riqualificazione dell'area della Gavoglio.

Nell'appalto sono stati inseriti i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per i servizi e le opere di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici pubblici, acquisto degli arredi urbani, illuminazione, nonché criteri ambientali per il suolo e per le piante utilizzate. Sono compresi inoltre i requisiti per la gestione dei rifiuti prodotti a seguito delle demolizioni e costruzioni e "generati direttamente e/o indirettamente da tutte le attività oggetto dell'appalto". Inoltre, per i materiali da costruzione devono essere seguite le norme ISO e UNI.

Mentre il documento delle specifiche tecniche richiedeva che le offerte presentate soddisfassero i CAM, il criterio di aggiudicazione in questa gara è il costo più basso. Inoltre, l'appaltatore è tenuto a provvedere alla manutenzione degli elementi verdi fino all'esecuzione del collaudo, basato su criteri standard, da parte del Comune. Al completamento con successo del test di collaudo, la città si assumerà l'onere della manutenzione.

La gara è andata a buon fine e si è conclusa nel 2019 e gli offerenti sono stati oltre venti; anche se il tipo di lavori oggetto di gara potrebbe essere considerato altamente innovativo, il numero relativamente elevato di

partecipanti suggerisce che la consapevolezza e la capacità di fornire NBS sono in aumento.

I lavori sono iniziati a novembre 2019, a partire dalla bonifica del sito per la rimozione di rifiuti e residui metallici, effettuata su tutta l'area. All'inizio del 2020, la pandemia di Covid-19 ha comportato un rallentamento dei lavori durato fino a maggio 2020. Sono proseguiti i lavori di bonifica ambientale e sono iniziate le demolizioni di capannoni industriali, che però, a seguito del ritrovamento di ordigni bellici, hanno subito ulteriori rallentamenti. Nell'autunno 2020 è iniziata la campagna di frantumazione dei detriti derivanti dalla demolizione degli edifici industriali e sono stati successivamente completati i lavori di bonifica da amianto degli ultimi edifici in demolizione. A seguito di questi interventi sono iniziati i lavori per la realizzazione delle NBS, che sono tuttora in corso.

## RISULTATI ATTESI

Come descritto nei documenti prodotti nell'ambito di UNaLab dai vari partner (documenti disponibili e in costante aggiornamento sul sito internet di progetto), l'area di progetto è un laboratorio dimostrativo per una riqualificazione che coniughi il recupero del patrimonio storico e la creazione di nuove relazioni con il quartiere Lagaccio per il reinserimento e la valorizzazione dell'ex caserma nel contesto urbano. La riqualificazione del quartiere potrà innescare processi di contenimento dei forti contrasti sociali presenti, anche grazie alla collaborazione tra Comune, Municipio e

associazioni di quartiere. La realizzazione di una nuova infrastruttura verde è un'opportunità per un quartiere altamente urbanizzato come il Lagaccio per migliorare la qualità urbana e per promuovere nuovi spazi comunitari di socializzazione, come il frutteto urbano. Prima dell'inizio del progetto erano presenti nell'area diverse specie di arbusti e alberi (comprese alcune varietà di querce); tuttavia, erano molto mal tenuti. Nel progetto si punta a preservare le specie autoctone già presenti, garantendo un graduale diradamento e adattando l'approccio forestale naturalistico senza inutili sostituzioni di vegetazione. Si prevede un graduale recupero dell'ecosistema locale soprattutto in termini di contenimento dei parassiti e delle specie invasive. L'aumento delle superfici verdi e degli spazi alberati, porterà a una diminuzione di aree impermeabili, e consentirà di aumentare la protezione ambientale dell'area riducendo il rischio idrogeologico e aumentando il consolidamento geologico dei versanti.

Grazie ai lavori finanziati non soltanto dal progetto UNaLab, verrà ridotto il problema della regimazione dei corsi d'acqua in condotte artificiali sotterranee e, di conseguenza, saranno ridotti gli effetti dannosi derivanti dall'uso esclusivo di questo tipo di infrastrutture, quali fenomeni di piena e dissesto lungo il bacino del fiume Lagaccio, che attualmente si verificano a seguito degli eventi piovosi sempre più frequenti. Non bisogna dimenticare che i danni causati in un'area della città, hanno ricadute anche in altri quartieri. L'aumento delle aree verdi e la maggior presenza di alberi favorisce la riduzione degli inquinanti atmosferici, la

diminuzione di CO<sub>2</sub> e consente una riduzione delle temperature urbane, con un conseguente miglioramento del microclima locale.

Il Comune di Genova si avvale del supporto dell'[Università degli Studi di Genova](#) per realizzare i monitoraggi richiesti dal progetto (Wendling e Dumitru, 2021a; Wendling e Dumitru, 2021b). I monitoraggi sono parte fondamentale del progetto e tutte le città devono provvedere a realizzarli. Molti degli indicatori che sono stati presi in considerazione sono basati sulle analisi dell'iniziativa europea [EKlipse](#).

Gli indicatori che verranno monitorati sono svariati, alcuni più generali (temperatura, umidità, presenza di diversi inquinanti), altri invece sono più specifici per il progetto, ad esempio gli indicatori per la quantificazione dei benefici attesi saranno i seguenti:

- Aumento degli spazi verde e blu (circa 2754 m<sup>2</sup>)
- Ridotto deflusso delle acque piovane (circa 31%)
- Aumento del sequestro del carbonio
- Materiali di demolizione riutilizzati in loco (circa 4925 m<sup>3</sup>)
- Aumento della biodiversità (numero di provenienza definito di specie autoctone/naturalizzate)

L'area è caratterizzata da una rete stradale stretta che rende difficoltosa la mobilità pedonale; il miglioramento dell'accessibilità prevista nel progetto, migliorerà la mobilità pedonale e favorirà la mobilità dolce.

La creazione di nuovi spazi multifunzionali, studiati per garantire che il nuovo parco urbano sia in amonia con l'area circostante, ha l'obiettivo di rendere il parco della Gavoglio

un'area di connessione tra la Stazione Principe e il Parco del Peralto e il Parco delle Mura.

Anche per gli aspetti di accessibilità agli spazi saranno calcolati degli indicatori:

- Aumento dell'area pedonale (circa 124% - beneficio atteso);
- Maggiore accesso allo spazio ricreativo pubblico urbano all'aperto (circa 5313 m<sup>2</sup> - beneficio atteso).

## BIBLIOGRAFIA

Corsi A.I., Colombini A., Zarino S. (a cura di), 2015. [Programma di valorizzazione del compendio "ex caserma Gavoglio". Analisi dello stato di fatto idrogeologico della zona del Lagaccio](#). Comune di Genova.

van Dinter M., Habibipour A. (a cura di), 2019. [Co-creation workshops report](#). Progetto UNaLab.

Wendling L., Dumitru A. (a cura di), 2021. [Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners](#).

Directorate-General for Research and Innovation, European Commission.

Wendling L., Dumitru A. (a cura di), 2021. [Evaluating the impact of nature-based solutions: Appendix of methods](#). Directorate-General for Research and Innovation, European Commission.

# PAESAGGI PERFORMANTI: UN APPROCCIO INTEGRATO NATURE-BASED PER L'AREA INDUSTRIALE DI VICENZA

Camilla Venturini<sup>1</sup>, Sara Favargiotti<sup>2</sup>, Alessandra Marzadri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Ingegneria e Architettura

<sup>2</sup>Università degli Studi di Trento - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica

**Abstract:** Uno degli obiettivi primari delle città contemporanee è lo sviluppo sostenibile, che include la crescita economica, l'integrazione sociale e la tutela degli ecosistemi. I paesaggi urbani hanno un ruolo chiave in una sfida così complessa e le Nature-Based Solutions offrono l'opportunità di rispondere alle diverse criticità generate dalla crescita di suolo urbano e dagli eventi associabili ai cambiamenti climatici. Questo contributo illustra la ricerca di uno scenario sostenibile per la riqualificazione dell'area industriale della città di Vicenza, in cui sono stati analizzati ed integrati i fattori chiave per la generazione di paesaggi performanti: protezione ambientale, nuove identità socio-culturali, economie più sostenibili e una migliore gestione del ciclo dell'acqua.

**Parole chiave:** cambiamenti climatici, paesaggi adattivi, infrastrutture verdi e blu, rischio idraulico.

## **NBS, nature teaches us how to deal with the urbanization challenges**

One of the main objectives of contemporary cities is their sustainable development, which involves economic growth, social inclusion, and protection of ecosystems. Urban landscapes play a key-role in such a complex challenge, and Nature-Based Solutions offer the opportunity to tackle the issues generated by the increase of urban soils and events associated with climate change. This paper presents the research for a sustainable scenario for the regeneration of the industrial area of the city of Vicenza, in which the key-factors for the performing landscapes generation have been analysed and integrated: environmental protection, new social and cultural identities, more sustainable economies, and a better management of the water-cycle.

**Key words:** climate change, adaptive landscapes, green and blue infrastructures, hydraulic risk.

## **INTRODUZIONE**

Negli ultimi decenni, la crescita incontrollata dei tessuti urbani ha portato al manifestarsi di eventi che hanno evidenziato l'esigenza di cambiare direzione, con nuovi paradigmi di sviluppo delle città, che permettano di vivere senza perdere gli ecosistemi (Dramstad et al., 1996). In questo contesto, uno dei processi più impattanti è il consumo di suolo che ha

accompagnato le dinamiche insediative portando all'impermeabilizzazione di terreni e alla conseguente perdita di ecosistemi ([Munafò, 2020](#); [Unione Europea, 2012](#)). Questo fenomeno è ulteriormente aggravato se si considera la sua concomitanza con gli effetti del cambiamento climatico, in atto da decenni ed inasprito negli ultimi anni.

L'ambiente italiano, pur mostrando alcuni

indicatori in miglioramento, è lontano dal raggiungere livelli salutari ([ONU, 2015](#)): il 2018 è stato l'anno più caldo dall'inizio del monitoraggio della temperatura, con un aumento di 1,71°C rispetto al valore medio del trentennio di riferimento (1961-1990) ([Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02, febbraio 2020](#)). Pur avendo registrato, nel medio periodo, una riduzione significativa delle emissioni di gas serra (-17,4% rispetto al 1990, in CO<sub>2</sub> equivalente), nel medio-lungo termine (2030) è necessario adottare ulteriori misure per realizzare gli obiettivi europei ([Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02, febbraio 2020](#)). Inoltre, tra il 2017 e il 2018 il consumo di suolo è cresciuto a una velocità media di quasi 2 m<sup>2</sup>/s (simile all'anno precedente), con la Pianura Padana (in particolare quella veneta) tra le situazioni più critiche ([Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02, febbraio 2020](#)). Infine, 6 milioni di abitanti risiedono in aree a pericolosità idraulica media ([Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02, febbraio 2020](#)) e lo stato ecologico di qualità (buono o elevato) è raggiunto solo dal 43% dei fiumi e dal 20% dei laghi ([Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02, febbraio 2020](#)).

Rispetto all'obiettivo di sviluppo sostenibile, l'[Agenda 2030](#) dell'ONU definisce chiaramente l'urgente necessità di armonizzare tre elementi fondamentali per la qualità della vita umana: crescita economica, integrazione sociale e tutela ambientale. Le aree urbane sono le maggiori responsabili delle alterazioni che hanno portato all'inasprimento del

cambiamento climatico, ma anche i territori più a rischio per il sommarsi di più eventi avversi ([Dessì et al., 2018](#)).

La ricerca illustrata, esito di un lavoro di tesi magistrale<sup>1</sup>, esplora un possibile metodo per la progettazione e la riqualificazione urbana, basato sull'integrazione di soluzioni basate sulla natura (Nature-Based Solutions, NBS), per agire nelle aree urbane dove interventi di tipo paesaggistico, architettonico-urbanistico e ingegneristico possono essere integrati per mitigare gli effetti legati al cambiamento climatico ([Tomasi et al., 2021](#)). Questo paradigma, caratterizzato dal continuo dialogo tra la riqualificazione dei paesaggi urbani e gli strumenti ingegneristici per una migliore gestione delle acque meteoriche, è stato sperimentato con lo studio di un possibile scenario di sviluppo sostenibile dell'area industriale di Vicenza. Aspetti fondamentali della ricerca hanno riguardato l'integrazione di metodi appartenenti a discipline diverse (in primis architettura e ingegneria) e la combinazione dei loro approcci (anche con strumenti GIS) sia nell'analisi del contesto sia in fase progettuale. Ciò ha permesso di mantenere una visione olistica del progetto di paesaggio in tutte le sue fasi.

## PAESAGGIO E INGEGNERIA PER IL PROGETTO DELLA CITTÀ

Nei secoli, la progettazione dell'uomo si è ispirata al funzionamento centralizzato e gerarchico del mondo animale, che pur sembrando più efficiente è in realtà più debole di quello vegetale, più resistente grazie alla

<sup>1</sup>Venturini Camilla, 2020. "Paesaggio come sistema di valori: una cintura verde e blu per Vicenza". Relatrici: Favargiotti Sara, Marzadri Alessandra, Tesi di Laurea Magistrale, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura, Università degli Studi di Trento.

modularità e all'intelligenza distribuita che lo caratterizzano (Mancuso, 2017). Grazie alle maggiori capacità adattive delle piante, gli ecosistemi sono in grado di fornire servizi che contribuiscono anche al benessere umano. In questo, il suolo svolge un ruolo fondamentale contribuendo sia allo stoccaggio della risorsa idrica e al mantenimento di un'equilibrata gestione del ciclo dell'acqua (il terreno naturale è in grado di contenere fino a 300 l/m<sup>2</sup> di acqua) ([Unione Europea, 2012](#)), sia alla conservazione della biodiversità, grazie alle specie contenute nel suolo e a quelle che vi dimorano superficialmente. I sistemi vegetali che esso ospita contribuiscono infatti a refrigerare l'aria, comportando una differenza media di temperatura delle aree urbane da quelle circostanti di 3-4°C, che può arrivare a 11°C in presenza di isole di calore ([Solecki e Marcotullio, 2013](#)). Il sistema suolo-vegetazione contribuisce inoltre a filtrare e depurare le acque meteoriche (attenuando la migrazione di possibili inquinanti verso le falde acquifere e i corpi idrici superficiali), ha importanti ricadute sul ciclo del carbonio, catturando circa il 20% delle emissioni annuali di CO<sub>2</sub> ([Unione Europea, 2012](#)), e infine genera benessere psico-fisico, per il miglioramento dell'ambiente in cui l'uomo vive e i valori estetici, sociali e culturali ad esso connessi.

Riferendosi, in particolare, alla gestione dell'acqua meteorica e del ciclo idrologico, l'impermeabilizzazione (soprattutto nel tessuto urbano) ha portato alla progressiva riduzione della capacità d'infiltrazione del terreno e al conseguente incremento del deflusso superficiale. A queste trasformazioni è associata la riduzione dei tempi di accesso dell'acqua alla rete di drenaggio e l'aumento della portata che la rete stessa deve

convogliare e allontanare verso i corpi idrici recettori. Il confronto tra gli idrogrammi di piena pre- e post-urbanizzazione mostra chiaramente questi effetti, con l'aumento del picco di portata e l'anticipazione del tempo di picco nel post-urbanizzazione. L'impermeabilizzazione del suolo urbano e la diminuzione della sua capacità d'infiltrazione introduce ulteriori problematiche legate alla ricarica delle falde acquifere, alla maggiore erosione del suolo (elevato contenuto di materiale solido trasportato), all'aumento delle potenziali forme di inquinamento dell'acqua e alla riduzione dei servizi ecosistemici e paesaggistici che caratterizzano il suolo naturale ([Gibelli et al., 2015](#)). Nelle tradizionali reti di drenaggio urbano, ciò si riflette nell'aumento degli interventi richiesti per gestire adeguatamente il deflusso meteorico mantenendo un buon livello di sostenibilità. Le infrastrutture di drenaggio tradizionali, che prevedevano lo stoccaggio e l'allontanamento rapido del deflusso meteorico, non sono più sostenibili e possono quindi essere integrate con un approccio basato sull'uso delle NBS per offrire la possibilità di gestire il deflusso prima che arrivi alla rete e in prossimità del luogo in cui questo viene generato. Le tecniche NBS vengono identificate con diversi acronimi ([Fletcher et al., 2014](#)), tra cui troviamo i dispositivi LID (Low Impact Development), che permettono di mimare e ripristinare, nel tessuto urbano, la situazione pre-urbanizzazione agendo a diverse scale spaziali: edificio, strade, quartiere o intera area urbana (Huber, 2010).

La diffusione insediativa, con lo sviluppo delle aree impermeabili e la crescita delle infrastrutture, ha quindi rilevanti conseguenze sul paesaggio, sul degrado territoriale e sulla fragilità degli ecosistemi che ne fanno parte

(Ferrari e Pezzi, 2013; Dramstad et al., 1996). In un processo pianificatorio di questo tipo, gli spazi verdi sono spesso dispersi nelle aree di risulta dalla progettazione e quindi distribuiti in modo non ragionato. La conseguente frammentazione degli ecosistemi porta alla banalizzazione delle strutture biologiche, per la minore connessione con gli ecosistemi esterni alla città e delle piccole aree tra loro, e per la perdita di resilienza del sistema complessivo.

Le infrastrutture verdi e blu (sottoinsieme delle NBS) forniscono un efficace approccio all'integrazione delle strutture ecologiche negli ambienti urbani, e sono in grado di rispondere contemporaneamente a obiettivi differenziati ([Dessì et al., 2018](#)). Queste si riferiscono al significato più complesso e ampio di sostenibilità, integrando al proprio interno valori ecologico-ambientali (con la gestione sostenibile delle acque), socio-culturali (salute fisica e mentale, educazione, diversità culturale e identità) ed economico-produttivi (prodotti fisici, come il cibo, ma anche immateriali, come la decontaminazione offerta dagli ecosistemi) (Andreucci, 2017).

L'integrazione tra le infrastrutture urbane già presenti e le nuove tecnologie verdi e blu permette di aumentare e diversificare le performance gestionali del deflusso meteorico nonché di progettare nuovi paesaggi, efficienti su più livelli. Tra i benefici che ne derivano non è trascurabile il contributo alla gestione sostenibile delle acque negli ambienti urbani, poiché questi sistemi permettono una migliore gestione delle acque sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, generando benessere e difesa delle città.

Esperienze di sistemi di drenaggio urbano sostenibile hanno trovato applicazione in Germania dagli anni '60 e si sono poi diffuse

soprattutto nel nord Europa (come Gran Bretagna e Olanda) e in Paesi extra-europei (Nord America e Australia), diventando ormai pratica comune ([Masseroni et al., 2018](#)).

## UNO SCENARIO DI RIQUALIFICAZIONE PER LA ZONA INDUSTRIALE DI VICENZA

La ricerca progettuale per la riqualificazione della zona industriale di Vicenza è stata l'occasione per sperimentare empiricamente il metodo descritto, integrando la progettazione del paesaggio socio-culturale, produttivo ed ecologico, con un approccio adattivo attento alla gestione delle acque meteoriche. L'analisi dei principali sistemi di valori del paesaggio a scala comunale ha evidenziato un territorio di grande complessità paesaggistica e infrastrutturale:

- il reticolo idrografico del territorio, colpito duramente da molte alluvioni, causate dall'impermeabilizzazione dei suoli e dalle importanti modifiche apportate ai corsi d'acqua nel corso dei secoli (Di Lorenzo, 2011): è stata quindi considerata la pericolosità idraulica;
- il sistema ecologico, costituito dalle aree protette della Rete Natura 2000 e dalle aree verdi nel tessuto urbano che, pur non presentando caratteristiche di particolare rilevanza ecologica, funzionano come "tappe di passaggio" (Dramstad et al., 1996; Ferrari e Pezzi, 2013) per lo spostamento delle specie e il mantenimento della biodiversità. È stata posta particolare attenzione anche agli ambienti fluviali, in quanto importanti corridoi ecologici e per il loro legame con il territorio;
- il sistema di valori socio-culturali, costituito dai beni storico-monumentali che hanno portato la città a far parte del patrimonio

Unesco e dai luoghi di socialità. Particolare attenzione è stata posta ai tratti di piste ciclo-pedonali esistenti, come elementi di partenza per la connessione della mobilità sostenibile;

- il sistema produttivo, con particolare attenzione al settore agricolo per la forte vocazione del territorio vicentino in questo

campo e per le potenzialità che l'agricoltura offre nell'attuare un nuovo paradigma di integrazione della campagna negli ambienti urbani ([FAO, 2020](#)).

A partire dall'analisi territoriale, la scelta dell'area su cui sperimentare il metodo integrato è stata basata sull'individuazione di quella che manifesta maggiori criticità e, di conseguenza, il maggior numero di opportunità di riqualificazione e incremento di valori. La zona a sud-ovest della città, molto attiva sotto il profilo industriale, offre in questo senso numerose opportunità di intervento (Figura 1).

Buona parte dell'area è soggetta a pericolosità idraulica media: durante l'alluvione del 2010 quasi tutta l'area è stata inondata, con gravi danni alle industrie. Inoltre, dal punto di vista ecologico, la zona industriale è un elemento di importante interruzione tra i territori circostanti, dovuta da un lato allo scarso numero di aree verdi e alle infrastrutture (la ferrovia, l'autostrada e la tangenziale), dall'altro alle cattive condizioni ecologiche della roggia Dioma, che scorre da nord (per il bosco di Carpaneda) a sud (dove confluisce nel fiume Retrone, vicino al bosco del Quarelo e al depuratore di Sant'Agostino). La depauperazione ecologica e l'impermeabilizzazione dei suoli hanno portato a un forte squilibrio anche nella gestione delle acque meteoriche. Al di là dell'attrattività offerta dalla fiera, scarseggiano le occasioni di socialità nel tessuto

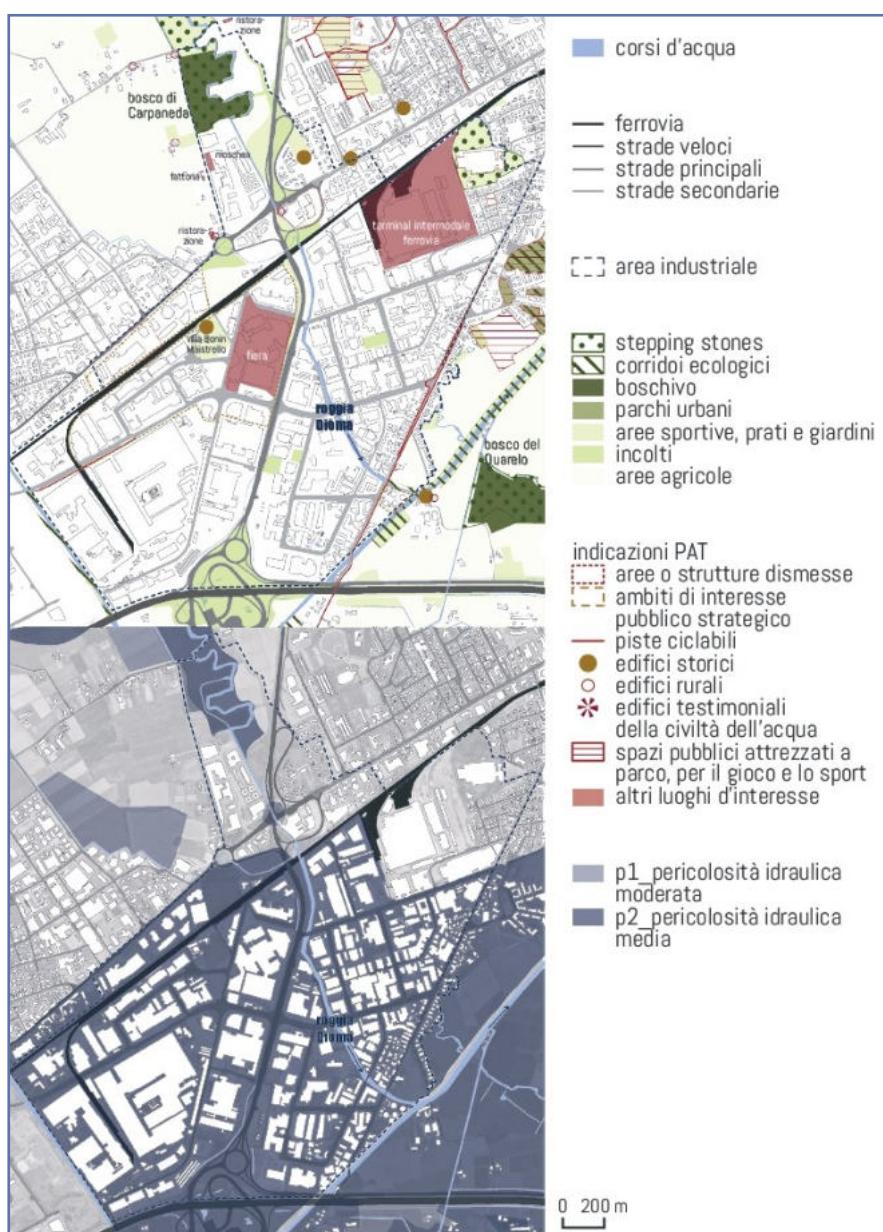


Figura 1. Planimetria della zona industriale: in alto, gli elementi rappresentanti i valori del paesaggio; in basso, la pericolosità idraulica (fonte: siti internet di Regione Veneto, comune di Vicenza e Autorità di Bacino del fiume Brenta-Bacchiglione).

urbano. La presenza di alcuni edifici di valore storico e di aree e strutture dismesse offrono le prime opportunità di riqualificazione, con il recupero del patrimonio esistente; un ulteriore aspetto critico è l'accesso all'area, impraticabile con mezzi di mobilità dolce per la presenza di tratti ciclopedonali frastagliati e poco valorizzati. Le funzioni economiche, infine, sono prevalentemente legate al settore industriale, rappresentando, quindi, anche da questo punto di vista, un motivo di forte cesura rispetto al territorio in cui l'area è inserita, con vocazione agricola sia a nord sia a sud.

L'analisi critica dell'area industriale è stata svolta con l'uso di strumenti GIS, che hanno permesso di far dialogare tra loro i diversi sistemi di valori e la rete di drenaggio esistente (dati forniti da ViAcqua)<sup>2</sup>, che è stata poi schematizzata in un modello fisicamente basato sviluppato dall'agenzia di protezione ambientale americana (Environmental Protection Agency) denominato SWMM (Storm Water Management Model) ([Rossman, 2015](#)). SWMM permette di schematizzare e modellare la rete di drenaggio rappresentando le caratteristiche idrologiche dei sottobacini che la compongono e che generano, a partire dallo ietogramma di precipitazione, il deflusso meteorico superficiale verso le condotte. Al modulo idrologico è associato un modulo idraulico che permette di simulare la portata lungo la rete fino al collettore emissario. SWMM ha permesso di indagare il funzionamento della rete durante determinati eventi di pioggia, che la sollecitano in modo significativo. Il calcolo dell'intensità di precipitazione associabile a questi eventi è

stato determinato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 10 anni. Tali curve sono state ottenute con l'analisi statistico-probablistica dei massimi di precipitazione di breve durata (5, 10, 20 e 30 minuti) e forte intensità registrati alla stazione di Vicenza Sant'Agostino dal 1997 al 2017 (dati forniti da ViAcqua) (Maione e Moisello, 1993) e hanno permesso di schematizzare la pioggia di progetto attraverso uno ietogramma sintetico (si è scelto il modello di ietogramma costante). Questo processo ha permesso di mettere in stretta relazione i sistemi del paesaggio e gli strumenti dell'ingegneria, consentendo di valutare nel modo più oggettivo possibile la direzione ottimale per elaborare lo scenario.

#### **ACQUA COME RISORSA PER LO SVILUPPO DI PAESAGGI URBANI PIÙ PERFORMANTI**

Lo scenario proposto è stato sviluppato con tre dispositivi LID che collaborano in modo integrato per generare un paesaggio rinnovato e prestazionale (Figura 2): i bacini di bioritenzione, per la riqualificazione delle aree degradate e per la riorganizzazione di superfici destinate a parcheggio e sezioni stradali. I tetti verdi estensivi sulle coperture piane esistenti; la scelta di questa tipologia, rispetto a quelli intensivi, è dovuta al loro minor impatto sia strutturale che manutentivo. Le pavimentazioni permeabili, per le piste ciclopedonali proposte; questa scelta vuole favorire un miglior equilibrio del ciclo dell'acqua e una maggiore sicurezza del percorso, per il minor ristagno di acqua.

<sup>1</sup>Società per azioni che gestisce il servizio idrico integrato in 68 Comuni della Provincia di Vicenza.

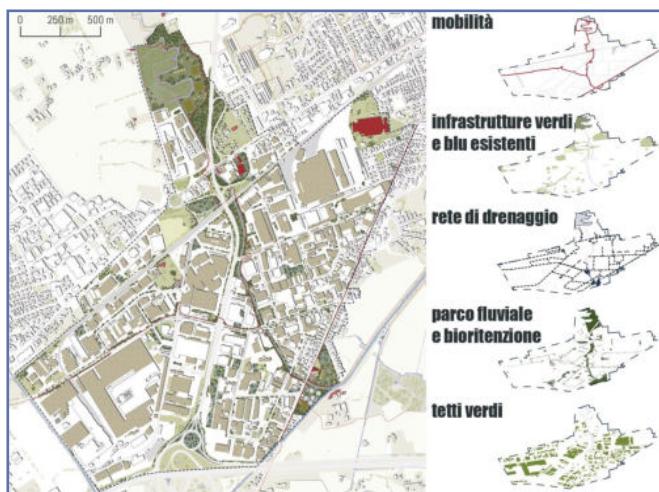


Figura 2. Planimetria dello scenario progettuale per la rigenerazione dell'area industriale (fonte: immagine rielaborata dagli Autori sulla base degli shapefile reperiti dal sito della Regione Veneto).

Queste tecniche sono state implementate nel modello SWMM della rete esistente per valutare i benefici ad esse associabili confrontando la situazione attuale e quella di progetto ([Rossman, 2010](#)).

La strategia propone lo stesso metodo concettuale per i diversi livelli di valori, con declinazioni diverse per ogni sistema. La proposta si basa sulla riconnessione, con forme e implicazioni diverse in base agli elementi considerati (Figura 3).

### Riconnessione ecologica

Dal punto di vista ambientale, la proposta riguarda la riconnessione delle strutture ecologiche, ora presenti soprattutto al di fuori dell'area. Sono state individuate due azioni fondamentali:

- la rinaturalizzazione della roggia Dioma, in cattive condizioni dal punto di vista ecologico e chimico, per renderla un corridoio verde e blu;
- la diffusione di aree verdi, riqualificando le aree dismesse, convertendo aree impermeabili in aree verdi (come alcuni parcheggi, nell'ipotesi di un'accessibilità

all'area più sostenibile), riorganizzando alcune aree asfaltate con elementi verdi e, infine, proponendo di integrare alcuni edifici con coperture verdi.

Nel complesso è stato quindi integrato il sistema lineare con quello diffuso, per riconnettere le due aree agricole esterne e per mettere in relazione il tessuto urbano con il corso d'acqua ([Longo et al., 2016](#)). L'integrazione della vegetazione ripariale della roggia funge da elemento di connessione con le macchie verdi nel tessuto urbano e, allo stesso tempo, serve da zona di protezione del corso d'acqua rispetto agli elementi inquinanti presenti sulle superfici circostanti (Ferrari e Pezzi, 2013). La diffusione delle aree verdi permette anche di rendere l'intervento più efficace in termini di miglioramento del microclima urbano ([Masseroni et al., 2018](#)).

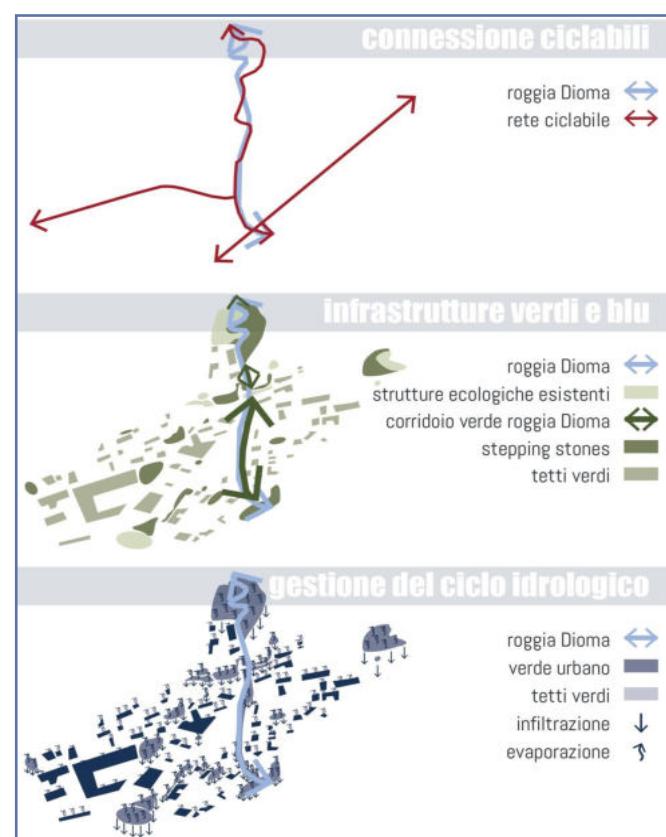


Figura 3. Riconnessione della rete ciclabile, ecologica e del tessuto urbano per una migliore gestione del ciclo dell'acqua (fonte: elaborazione di C. Venturini).

## Integrazione di luoghi della socialità

In una visione multifunzionale delle NBS, è importante considerare anche i valori socio-culturali, per permettere un accesso più equo ai luoghi verdi delle città. Le infrastrutture verdi favoriscono la conoscenza degli ecosistemi e delle loro funzioni, l'aumento delle occasioni di interazione, lo sviluppo di stimoli artistici e del benessere psico-fisico (Andreucci, 2017), rappresentando quindi elementi salutari per la comunità.

L'area è caratterizzata da pochi luoghi di socialità, comunque poco utilizzati. Questo è dovuto anche alla scarsità di piste ciclopedinale: i pochi tratti presenti, comunque frastagliati, arrivano quasi tutti solo al confine dell'area.

La riconnessione socio-culturale ha riguardato quindi:

- l'integrazione dei sistemi di socialità, a partire dalla valorizzazione dei luoghi storico-culturali presenti (come villa Bonin Maistrello e il mulino storico lungo la roggia) e dalla riqualificazione delle aree degradate;
- la riconnessione delle piste ciclabili, per sviluppare opportunità di accesso all'area più sostenibili alternative al mezzo privato, che generino anche occasioni di socialità; è importante anche valorizzare i percorsi, integrandoli con strutture naturali per separarli dalla viabilità veloce e riorganizzando la sezione stradale, rendendoli più confortevoli e sicuri.

Anche da questo punto di vista è stato dato un ruolo centrale alla roggia, sviluppando uno dei tratti principali del percorso lungo i suoi argini, per la necessità di rimettere in luce le opportunità che i corsi d'acqua offrono anche dal punto di vista ricreativo (Prominski et al., 2017; [Longo et al., 2016](#)).

## Nuove economie urbane

Dal punto di vista produttivo, la riconnessione è stata concretizzata integrando l'agricoltura nel tessuto urbano. Questo permette di contaminare gli spazi della città con l'ambiente agricolo, generando occasioni di socialità ulteriormente diversificate e aumentando la diversità delle superfici permeabili. Tutto ciò permette, inoltre, di rompere la rigida separazione tra città e campagna tipica dei nostri paesaggi, con un nuovo paradigma di crescita urbana che favorisce l'approvvigionamento alimentare nella città e dia nuovo valore alla distribuzione dei prodotti alla scala locale, creando nuove consapevolezze (Andreucci, 2017). Gli strumenti scelti sono gli orti urbani e i nuovi mercati di prossimità, per riavvicinare l'uomo alla produzione e all'acquisto dei prodotti locali.

## Riequilibrio del ciclo dell'acqua

La strategia si è rivelata efficace anche per la gestione delle acque meteoriche. Disseminando le aree verdi, l'intercettazione delle acque avviene in punti vicini a quelli in cui esse raggiungono il suolo, riducendo il picco di piena nella rete di drenaggio e nei corpi idrici recettori e diminuendo anche il deflusso superficiale. Questo ha impatti positivi anche sulla qualità delle acque:

- l'aumento dell'infiltrazione permette di ripristinare il ciclo idrologico pre-urbanizzazione rispettando i principi di invarianza idrologica e idraulica dell'area di intervento e di ridurre il carico inquinante associato alle acque di prima pioggia ([Gibelli et al., 2015](#));
- anche la diminuzione della quantità di acqua in ingresso alla rete di drenaggio contribuisce a migliorarne la qualità. La rete

dell'area, infatti, è prevalentemente mista: durante gli eventi di pioggia i reflui sono trasportati con le acque meteoriche; quando le portate eccedono la capacità del depuratore e delle condotte si attivano gli sfioratori, che scaricano l'eccesso di portata nella roggia, contribuendo spesso all'inquinamento delle sue acque ([Gibelli et al., 2015](#)). Inoltre, a causa dell'aumento dell'intensità di precipitazione (tra cui gli eventi più problematici sono gli scrosci), legato ai cambiamenti climatici, spesso gli sfioratori si attivano anche per eventi di pioggia non eccezionali ([Masseroni et al.,](#)

[2018; Gibelli et al., 2015](#)).

Rispetto alla tradizionale gestione delle acque, che mira al veloce allontanamento del deflusso dalle superfici verso i corpi idrici recettori con l'adeguamento dei collettori fognari e la costruzione di sistemi di laminazione puntuale (vasche volano e di laminazione) anche economicamente onerosi, l'approccio basato sull'incremento delle NBS negli ambienti urbani permette di introdurre pratiche diffuse che mirano a ridurre il deflusso in ingresso alla rete con interventi modulari realizzabili anche in tempi successivi, dilazionando i costi ([Masseroni et al., 2018](#)).

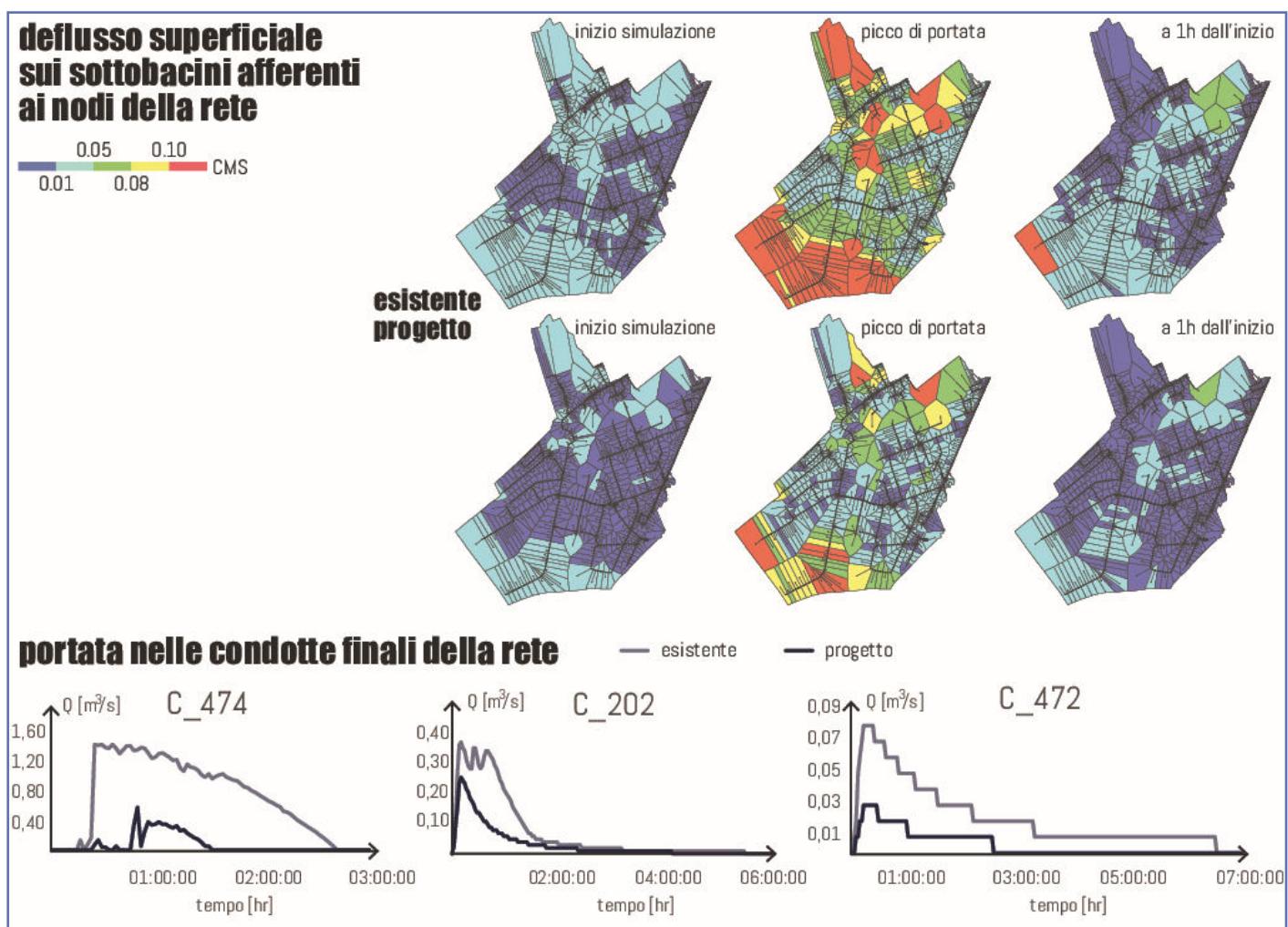


Figura 4. Risultati del modello idraulico-idrologico in SWMM: in alto, la variazione del deflusso superficiale dalla condizione esistente allo scenario; in basso, il cambiamento nelle portate in alcune condotte finali della rete (fonte: elaborazione di C. Venturini).

La costruzione del modello idraulico-idrologico ha permesso di valutare i benefici dati dall'applicazione di questo approccio all'area industriale di Vicenza, rappresentati dalla diminuzione del picco di piena e dei volumi di acqua nelle condotte della rete, che contribuiscono anche ad attivare meno frequentemente gli sfioratori. Dai dati è inoltre risultato che l'evento più critico per la rete esistente è quello di durata minore (5 minuti), a cui ci si è riferiti nello scenario di progetto. È stata infine analizzata una sezione ristretta dell'area, scelta lungo la roggia Dioma per comprendere gli impatti che la strategia può

avere sul paesaggio fluviale. Allo stesso tempo, la sezione accoglie le tre tipologie di LID utilizzate, permettendo di confrontare il loro diverso modo di gestire le componenti del ciclo dell'acqua (afflusso d'acqua diretto o dalle superfici limitrofe, perdita per infiltrazione, deflusso superficiale e accumulo d'acqua iniziale e finale) (Figura 5).

## CONCLUSIONI

Questo contributo, nato da una ricerca sperimentale in un progetto di tesi magistrale, vuole mettere in luce le potenzialità di una progettazione integrata tra paesaggio e

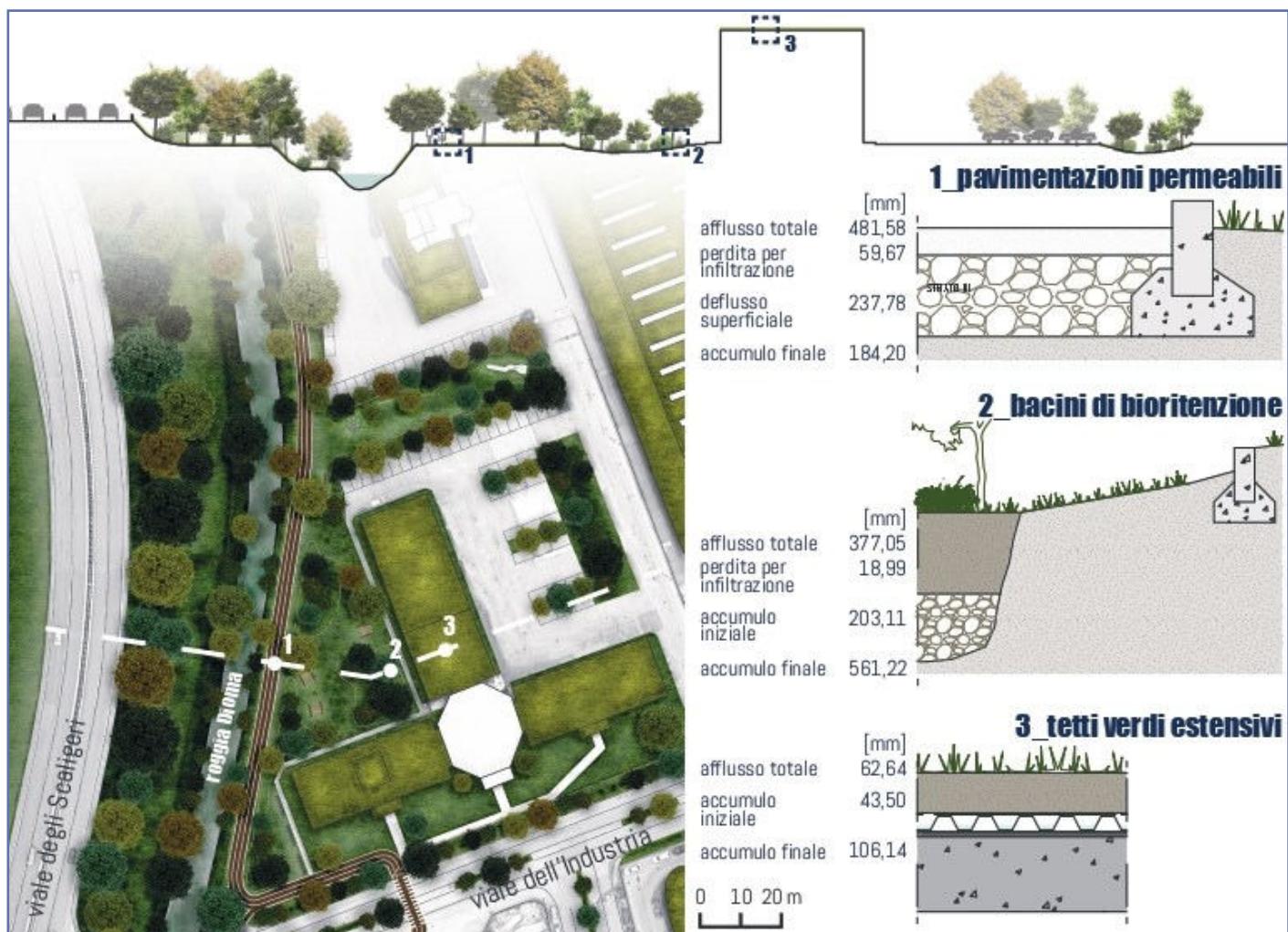


Figura 5. A sinistra: dettaglio della planimetria dello zoom nell'area industriale. A destra: sezione delle tre tipologie di Nature-Based Solutions, con il loro contributo nella gestione delle varie componenti del ciclo dell'acqua (fonte: elaborazione di C. Venturini).

ingegneria e i benefici che l'uso delle NBS può portare ai tessuti urbani e in particolare alla zona industriale vicentina dove è stato applicato, attraverso una visione olistica e performativa del paesaggio basata sulla modellazione di scenari prestazionali e l'elaborazione dei rispettivi dati ([Tomasi et al., 2021](#)).

Il progetto presenta ulteriori questioni che potrebbero essere sviluppate, ad esempio: la diffusione del metodo in altre aree della città, per una visione del problema alla scala almeno urbana. Inoltre, sarebbe utile comprendere in quali e quante fasi lo scenario potrebbe essere realizzato (perché lo sviluppo dilazionato nel tempo è uno dei vantaggi che questo approccio offre), valutando per ognuna l'efficacia delle NBS; infine, sarebbe utile valutare anche il miglioramento della qualità delle acque, con lo stesso modello.

Si vuole evidenziare la necessità di utilizzare un paradigma multifunzionale e interdisciplinare al progetto, per rendere i paesaggi urbani performanti sotto diversi punti di vista. Se integrato con processi di partecipazione dei cittadini, questo approccio permette di sintetizzare in un unico luogo funzioni tradizionalmente distribuite in punti diversi della città, contribuendo alla riduzione del consumo di suolo e allo sviluppo di luoghi e attività che potrebbero essere realmente utilizzati quotidianamente da fasce diversificate della popolazione.

## BIBLIOGRAFIA

Andreucci M. B., 2017. *Progettare Green Infrastructure. Tecnologie, valori e strumenti per la resilienza urbana*. Wolters Kluwer Italia

Dessì V., Farnè E., Ravanello L., Salomoni M.T., 2018. [Rigenerare la città con la natura](#). Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna

Di Lorenzo A., 2011. *La memoria delle acque vicentine: storie, personaggi, misteri e curiosità nei secoli*. Terra Ferma, Crocetta del Montello.

Dramstad W.E., Olson J.D., Forman R.T.T., 1996. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Island Press, Washington.

FAO, 2020. [Responding creatively to crises with non-traditional farming](#).

Ferrari C., Pezzi G., 2013. *L'ecologia del paesaggio*. Il Mulino, Bologna.

Fletcher T., Shuster W., Hunt W.F., Ashley R., Butler D., Arthur S., Trowsdale S., Barraud S., Semadeni-Davies A., Bertrand-Krajewski J-C., Steen Mikkelsen P., Rivard G., Uhl M., Dagenais D., Viklander M., 2015. [SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage](#). Urban Water Journal 12(7):525-542.

Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F., 2015. [Gestione sostenibile delle acque urbane. Manuale di drenaggio “urbano”. Perché, cosa, come](#). Regione Lombardia, Ersaf, Milano.

Huber J., 2010. *Low Impact Development: A Design Manual for Urban Areas*. University of Arkansas Community Design Center, USA.

Longo A., Leanza M., Nazianzeno C. (a cura di), 2016. [A regola d'acqua. Guida per la gestione delle acque nella pianificazione e regolamentazione comunale](#). ERSASF, Regione Lombardia.

Maione U., Moisello U., 1993. *Elementi di statistica per l'idrologia*. La Goliardica Pavese.

Mancuso S., 2017. *Plant Revolution. Le piante hanno già inventato il nostro futuro.* Giunti Editore, Firenze.

Masseroni D., Massara F., Gandolfi C., Bischetti G. B., 2018. [Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile](#). GruppoCAP, DiSAA.

Munafò M. (a cura di), 2020. [Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2020.](#) Report SNPA 15/2020.

ONU, 2015. [Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile](#). Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 settembre 2015, Organizzazione delle Nazioni Unite.

Prominski M., Stokman A., Zeller S., Stimberg D., Voermanek H., Katarina B., 2017. *River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers.* Birkhäuser Verlag, Basel.

Rete dei Referenti Tematici RR-TEM-V02 (a cura di), febbraio 2020. [RAPPORTO AMBIENTE - SNPA. Edizione 2019. Doc. n. 11/2020.](#) SNPA, Rapporti 11\_2020, Roma.

Rossmann L.A., 2010. [Modeling Low Impact Development Alternatives with SWMM.](#) The Journal of Water Management Modeling, Ontario, Canada.

Rossmann L.A., 2015. [Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1.](#) Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

Solecki W., Marcotullio P. J., 2013. [Climate Change and Urban Biodiversity Vulnerability.](#) In: Elmqvist T., Fragkias M., Goodness J., Güneralp B., Marcotullio P.J., McDonald R.I.,

Parnell S., Schewenius M., Sendstad M., Seto K.C., Wilkinson C. (a cura di), 2013. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities.* SpringerOpen:485-504.

Tomasi M., Favargiotti S., Van Lierop M., Giovannini L., Zonato A., 2021. [Modelling as a Planning Instrument: Applying as a Climate-Responsive Approach in Verona, Italy.](#) Sustainability 13(12).

Unione Europea, 2012. [Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.](#) Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Lussemburgo.

# L'IMPORTANZA DI VALORIZZARE E RIPRISTINARE I SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO IN AMBIENTE URBANO

Stefano Bazzocchi<sup>1</sup>, Costanza Calzolari<sup>2</sup>, Fabrizio Ungaro<sup>2</sup>, Marianna Nardino<sup>2</sup>, Nazaria Marchi<sup>3</sup>, Luisa Ravanello<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Servizio Ambiente e Urbanistica, Comune di Forlì

<sup>2</sup> Istituto per la Bioeconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR-IBE

<sup>3</sup> Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna

<sup>4</sup> Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia-Romagna - ARPAE

**Abstract:** *Il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo hanno reso le nostre città più esposte e più fragili di fronte agli effetti, spesso disastrosi, del cambiamento climatico. È necessario un cambio di paradigma. La pianificazione territoriale deve tutelare il suolo ed i relativi servizi ecosistemici; deve inoltre favorire il recupero ed il ripristino di quelle funzioni del suolo che nel contesto urbano possono aiutare le pubbliche amministrazioni ad attuare le strategie di adattamento climatico. Il progetto SOS4LIFE, provando a declinare a scala locale l'obiettivo europeo del consumo netto di suolo zero, ha messo a punto e sperimentato diversi strumenti (linee guida) che possono essere di supporto sia in fase di pianificazione territoriale sia nell'ambito di interventi di rigenerazione urbana.*

**Parole chiave:** servizi ecosistemici del suolo, adattamento ai cambiamenti climatici, desigillazione, infrastruttura verde.

**The importance of enhancing and restoring soil ecosystem services in the urban environment**

*Land take and soil sealing made our cities more exposed to climate change effects and more fragile, often with catastrophic consequences. A paradigm shift is needed. Urban planning must protect the soil and the related ecosystem services and must favor the recovery and restoration of those soil functions that can help us to implement climate adaptation strategies in the urban context. The SOS4LIFE project, trying to decline on a local scale the European objective of “no net land take”, has developed and tested various tools (guidelines) that can be of support both in the urban planning phase and in the context of urban regeneration interventions.*

**Key words:** soil ecosystem services, climate change adaptation, de-sealing, green infrastructure.

## INTRODUZIONE

Il suolo è una risorsa preziosa e, con riferimento alla durata della vita umana, non rinnovabile: il consumo e, in particolare, l'impermeabilizzazione portano alla perdita dei numerosi servizi ecosistemici che il suolo ci offre. Tutti i servizi ecosistemici del suolo sono importanti, e nell'ambiente urbano alcuni lo sono particolarmente: sono quelli che possono aumentarne la resilienza al cambiamento climatico.

Su temi come il contrasto al consumo di suolo e la rigenerazione urbana la consapevolezza è cresciuta non solo in ambito tecnico ma anche fra i decisori politici e nell'opinione pubblica. Gli effetti del cambiamento climatico rendono sempre più evidente che il modello di sviluppo urbano che abbiamo attuato fino ad oggi non è più sostenibile. Da una parte bisogna pianificare per prevenire un ulteriore peggioramento degli impatti di questi effetti sui centri urbani limitando il consumo di suolo. Dall'altra, parallelamente, bisogna agire subito per mettere in atto tutti i correttivi necessari a mitigare gli effetti. La pianificazione per l'adattamento climatico e la tutela ed il ripristino del suolo e dei relativi servizi ecosistemici (attraverso interventi di rigenerazione urbana) sono strettamente correlati. Per pianificare prima e agire poi, è utile conoscere le caratteristiche del suolo di un determinato territorio e la relativa quantità e qualità dei servizi ecosistemici. Liberare il suolo impermeabilizzato, attraverso interventi di desigillazione e implementare le infrastrutture verdi urbane attraverso interventi basati sulla natura, le cosiddette *nature-based solutions* (NBS), sono le principali strategie che possiamo mettere in campo per

migliorare la resilienza delle nostre città.

## IL PROGETTO SOS4LIFE

Il valore del suolo, l'importanza dei servizi ecosistemici e le modalità di tutelarli e ripristinarli per migliorare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici sono stati al centro del progetto [LIFE15 ENV/IT/000225 SOS4LIFE](#)) coordinato dal Comune di Forlì e con la partecipazione della Regione Emilia-Romagna, dei Comuni di Carpi e San Lazzaro di Savena, di Forlì Mobilità Integrata, di CNR-IBE (Istituto per la Bioeconomia), di Ance Emilia-Romagna e Legambiente Emilia-Romagna (Bazzocchi et al., 2018, 2019).

Il progetto SOS4LIFE ha fatto proprio l'obiettivo europeo del "consumo netto di suolo zero al 2050" ([COM\(2011\) 571](#)) proponendosi di dimostrarne l'applicabilità a scala locale. Una prima fase conoscitiva ha consentito di valutare le dinamiche del consumo di suolo e degli impatti di questo sui servizi ecosistemici del suolo. Utilizzando una metodologia messa a punto per il territorio di pianura dell'Emilia-Romagna (Calzolari et al., 2017), sono state realizzate cartografie di semi-dettaglio (scala 1:50.000) relative a 7 servizi ecosistemici del suolo nei tre comuni partner (Fig. 1): la produzione agricola potenziale, il supporto alla biodiversità del suolo, la capacità protettiva nei confronti delle acque, l'effetto potenziale sul microclima, l'infiltrazione e la capacità di stoccaggio dell'acqua e l'immagazzinamento di carbonio. Questo ha consentito da una parte di quantificare, anche in termini economici, l'impatto del consumo di suolo, dall'altra di valutare l'importanza dei suoli anche in ambito urbano e periurbano (Calzolari et al., 2020) e

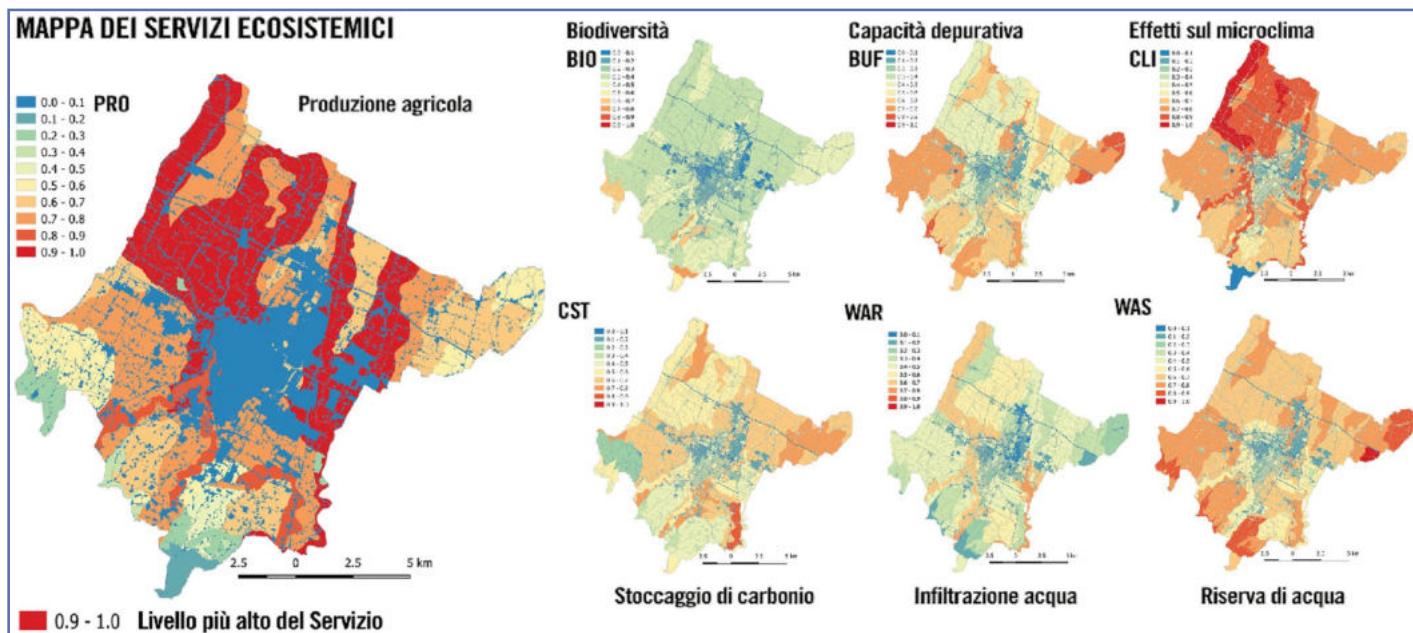


Figura 1. Cartografie dei servizi ecosistemici (scala 1:50.000): il caso Forlì (fonte: CNR-IBE).

di realizzare linee guida per la loro gestione sostenibile.

Le cartografie del consumo di suolo e dei servizi ecosistemici (estese all'intero territorio di pianura per elementi finiti di forma quadrata con lato di 500 m) sono state integrate in un [Sistema Informativo regionale per il monitoraggio del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo](#), pensato anche come strumento di supporto alle decisioni in materia di pianificazione urbana.

Al fine di dimostrare la fattibilità tecnica degli interventi proposti, sono stati infine progettati e in parte già realizzati interventi dimostrativi di desigillazione (*de-sealing*) e ripristino a verde di aree pavimentate: per tali interventi si è calcolato l'effetto di mitigazione da parte delle NBS adottate dell'isola di calore urbana, in termini di miglioramento del comfort termico della popolazione.

Le varie Linee guida e le cartografie dei servizi ecosistemici e della qualità del suolo sono state recepite dai 3 Comuni partner e

vengono utilizzate sia per definire la "Strategia per la qualità urbana ed ecologico ambientale" dei nuovi Piani Urbanistici Generali (ai sensi della [Legge Regionale dell'Emilia-Romagna n. 24/2017](#)) sia per progettare e realizzare diversi interventi comunali.

## LE LINEE GUIDA

Nel corso del progetto sono state elaborate diverse [linee guida a supporto dei tecnici comunali e dei pianificatori](#).

Partendo da uno studio di dettaglio effettuato nella città di Carpi (Calzolari et al., 2020), sono state realizzate le [Linee guida per la valutazione dei servizi ecosistemici dei suoli in ambito urbano e azioni concrete per la loro gestione](#) (Calzolari et al., 2018).

A partire dalla conoscenza dei suoli e delle loro funzioni, è possibile mettere in atto azioni volte a mantenere o ripristinare parte dei servizi ecosistemici dei suoli urbani. Questo è possibile non solo grazie alla "liberazione" (mediante desigillazione) del

suolo sottostante le aree pavimentate, ma anche per effetto del ripristino di nuovo suolo attraverso il riuso del topsoil che supporta l'inerbimento e la messa a dimora di alberi e arbusti.

Le [Linee guida per la rimozione, gestione e riapplicazione del topsoil](#) (Marchi et al., 2018) redatte nell'ambito del progetto hanno lo scopo di utilizzare al meglio la risorsa suolo creando un circolo virtuoso fra eventuali nuovi interventi di urbanizzazione e interventi compensativi di ripristino a verde, ed evitando lo spreco di suolo.

Le Linee guida sono rivolte principalmente alle Autorità con compiti di gestione del territorio ed ai tecnici di settore (urbanisti, tecnici agrari, tecnici ambientali e dell'edilizia della P.A.) ma anche a imprese edili e di movimento terra. Lo scopo è fornire indicazioni utili affinché i suoli, scavati nella realizzazione di opere, che risultano essere sottoprodotto ai sensi del Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (DPR 120/2017), vengano riutilizzati sulla base delle loro qualità intrinseche sia *in situ* che in aree destinate ad interventi di rigenerazione urbana, di spazi pubblici, di aree naturalisticamente caratterizzate e anche in aree rurali, praticando una corretta gestione in tutte le fasi di cantiere.

Le Linee guida sono corredate da un [vademecum di cantiere](#) per il "Piano di gestione del suolo" e un [format di relazione pedologica](#) nel caso in cui l'entità del progetto comprenda la possibilità di una caratterizzazione *in situ* del topsoil.

In una logica di economia circolare è importante riutilizzare il suolo (peraltro si tratta

di una forma di compensazione riconosciuta dalla [COM SWD\2012\101](#); European Commission, 2012), ed in particolare il topsoil, ovvero il suo orizzonte più superficiale e ricco di sostanza organica.

Per migliorare la resilienza urbana ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana, fra i quali gli interventi di desigillazione e ripristino a verde, sono state realizzate le ["Linee guida - Liberare il suolo"](#) (Farnè et al., 2020). Queste Linee guida sono state elaborate da un gruppo di lavoro transdisciplinare composto da urbanisti, architetti, agronomi, paesaggisti e ingegneri idraulici, coordinato dalla Regione Emilia-Romagna.

Le linee guida sono articolate in due volumi. Il [primo](#) rappresenta uno strumento operativo per la pubblica amministrazione e per i professionisti del settore. Affronta i temi della resilienza alla scala urbana, a quella del progetto e dal punto di vista normativo, con un focus particolare sulle diverse *nature-based solutions* che si possono mettere in campo nell'ambiente costruito, per liberare il suolo e realizzare misure di adattamento, attraverso le infrastrutture verdi e blu e l'uso della vegetazione in ambienti ostili. Il volume è organizzato in 5 capitoli: 1) aree urbane da rigenerare e clima; 2) criteri per la qualità urbana, ecologica e ambientale; 3) progetti e interventi *nature-based*; 4) verde in ambienti urbani e habitat ostili; 5) glossario e bibliografia. Le schede tecniche illustrano differenti soluzioni con l'indicazione dei criteri e dei costi di intervento e manutenzione. Chiude il volume un glossario di riferimento sui temi del clima, del calore, della vegetazione e delle acque.

Il secondo volume raccoglie, analizza e descrive nelle diverse componenti una selezione di 20 casi studio relativi a progetti di adattamento climatico mediante utilizzo di *nature-based solutions*, realizzati in ambito nazionale e internazionale in contesti di riqualificazione e rigenerazione, a diverse scale.

## INTERVENTI DIMOSTRATIVI DI DESIGLLAZIONE E DI RIPRISTINO DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO

L'obiettivo degli interventi di desigllazione (uno per ciascuno dei 3 Comuni partner) è da una parte verificare la fattibilità tecnica ed economica di interventi compensativi del consumo di suolo, dall'altra valutare gli effetti del ripristino della permeabilità ed il livello di recupero di servizi ecosistemici.

Per valutare gli effetti della desigllazione del suolo e del ripristino a verde previsto dal progetto, in ciascuna area di intervento, sono stati allestiti appositi plot dimostrativi (Ugolini et al., 2020).

Ciascun plot consiste in due aiuole rialzate: una contiene il terreno prelevato al di sotto della superficie da desigllare (tecnosuolo), l'altra il topsoil proveniente da un ambito agricolo destinato all'urbanizzazione. In ciascuna area di intervento sono state installate centraline meteo per il rilevamento della temperatura e umidità dell'aria, le precipitazioni, la velocità e la direzione del vento, e nelle aiuole sono stati posizionati sensori per la misurazione della temperatura e dell'umidità del suolo.

Nelle aiuole sono state piantate specie ornamentali comunemente utilizzate per il verde urbano: l'olivagno (*Eleagnus ebbingei*

*L.*) e la lentaggine (*Viburnum tinus L.*). La scelta delle due specie nella sperimentazione è stata dettata da diversi fattori come la praticità di gestione ai fini del monitoraggio sperimentale in quanto specie sempreverdi, con portamento arbustivo e foglie a lamina ampia e non pungenti. Lo sviluppo vegetativo delle piante e l'evoluzione delle caratteristiche chimiche, fisico-idrologiche e biologiche dei due substrati sono stati monitorati nel corso del progetto. I risultati sperimentali mostrano che le proprietà dei terreni utilizzati in interventi di ripristino a verde condizionano lo sviluppo della vegetazione (Ugolini et al., 2020), e che, grazie alla presenza di vegetazione, si ha un rapido recupero della funzionalità biologica anche nel tecnosuolo (Maienza et al., 2021).

Inoltre, in ciascuna area di intervento è stata effettuata una stima delle condizioni di benessere fisiologico *ex ante* ed *ex post* con il modello micro-climatico ENVI-met (Bruse e Freer, 1998). Per le simulazioni *ex-post* sono stati considerati come dati meteorologici iniziali gli stessi utilizzati per le simulazioni dello stato di fatto (*ex ante*) al fine di ottenere l'effetto del solo cambiamento uso del suolo nel sito interessato indipendentemente dalle condizioni al contorno. Le simulazioni hanno evidenziato come la sostituzione di una superficie quasi totalmente pavimentata con una superficie prevalentemente a verde ed in parte alberata porta ad una riduzione della temperatura dell'aria nell'area di intervento. Ovviamente il miglioramento del livello di benessere è tanto maggiore quanto più si fa ricorso all'inserimento di nuove alberature e non solo al ripristino a verde della superficie.

I 3 interventi di desigllazione sono



Figura 2. Forlì, parcheggio in Piazza G.da Montefeltro prima dell'avvio dei lavori (fonte: Google maps).

rappresentativi di diverse tipologie.

L'intervento di Forlì riguarda la desigillazione di un parcheggio pubblico in Centro storico. L'intervento viene realizzato direttamente dal Comune. L'intervento di Carpi riguarda la parziale desigillazione di un viale ai margini del Centro storico. Anche in questo caso l'intervento viene realizzato direttamente dal Comune. L'intervento a San Lazzaro di Savena riguarda la riqualificazione di parte di un'area artigianale dismessa in adiacenza al fiume Savena. In questo caso la realizzazione dell'intervento è stata affidata ad un soggetto privato al quale il Comune ha ceduto l'area a seguito di una procedura di evidenza pubblica dopo avere preventivamente definito il livello minimo di desigillazione e di ripristino a verde. Gli interventi di Forlì e Carpi sono finanziati con

risorse comunali e/o altri contributi pubblici acquisiti. A San Lazzaro di Savena la realizzazione dei lavori e relativi costi sono a carico del soggetto attuatore privato. Il contributo europeo per SOS4LIFE, con riferimento agli interventi di desigillazione, è stato utilizzato solo per allestire i plot dimostrativi e per garantire le attività di monitoraggio climatico e pedologico oltre che per installare totem informativi con i quali in ciascun Comune sono state illustrate ai cittadini le finalità dell'intervento.

### CASO STUDIO DI FORLI'

A Forlì la sperimentazione del progetto SOS4LIFE si è concentrata sull'intervento di realizzazione del cosiddetto "Giardino dei Musei" in Piazza Guido da Montefeltro, un'area antistante al complesso dei Musei

San Domenico, sede della Pinacoteca civica e di importanti esposizioni temporanee che attraggono, ogni anno, numerosi visitatori (Bazzocchi, 2018). L'area di intervento ha una superficie di circa 6.500 m<sup>2</sup> ed è situata nel quadrante sud-ovest del centro storico di Forlì a poca distanza da Piazza Saffi che è il cuore della città.

Piazza G. da Montefeltro, prima dell'avvio dei lavori, risultava quasi totalmente impermeabilizzata, per una metà adibita a parcheggio pubblico e per l'altra metà occupata da una piazza rialzata sotto la quale trovano spazio ulteriori posti auto coperti (Fig. 2).

In base a quanto contenuto nelle linee guida “Liberare il suolo”, il progetto prevede la sostituzione dell'intera superficie a parcheggio con un'area a verde pubblico che si

raccorderà con le strade adiacenti ripristinando la quota degli immobili storici e che intende rievocare la memoria degli antichi orti che caratterizzavano questa parte del centro città fino a metà dell'800.

Un primo stralcio dell'intervento (coincidente con l'azione dimostrativa prevista nel progetto SOS4LIFE) prevede la demolizione e la rimozione delle pavimentazioni e delle strutture dell'attuale parcheggio pubblico scoperto fino allo strato permeabile sottostante ed il ripristino a verde mediante il riporto di terreno e topsoil applicando le [Linee guida per la rimozione, gestione e riapplicazione del topsoil](#) (Marchi et al., 2018).

Successivamente saranno realizzate superfici a prato e saranno messi a dimora arbusti e alberature (Fig. 3). L'intervento di rimozione di



Figura 3. Piazza G. da Montefeltro – Render del progetto Giardino dei Musei (fonte: progetto Comune di Forlì).



Figura 4. Forlì – Cantiere Giardino dei Musei, opere di demolizione e riporto del suolo 2021 (foto Comune di Forlì).

superfici impermeabilizzate relativo al primo stralcio consente di incrementare la superficie permeabile dall'attuale 6% a oltre il 70%. Le superfici sistematiche a verde si incrementeranno di circa 4.500 m<sup>2</sup>.

Il ripristino a verde dell'area porterà, grazie all'ombreggiamento garantito dalle alberature e alla evapotraspirazione dal suolo e dalle piante, ad un miglioramento del microclima (comfort termico) riducendo l'effetto dell'isola di calore, favorirà l'infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche e supporterà la biodiversità. La realizzazione di un sistema di percorsi di collegamento pedonali e ciclabili di attraversamento longitudinali e trasversali nella nuova area consentirà di mettere in

relazione il museo con le aree circostanti. Al termine dell'intervento solo una parte dell'area sul fronte di via Andrelini sarà pavimentata per realizzare un'area di sosta temporanea per gli autobus e favorire l'accesso dei visitatori del museo. Un secondo stralcio attuativo porterà alla demolizione e il ripristino a verde della parte di piazza e parcheggio coperto più a ridosso del museo. Il quadro tecnico-economico dell'intervento prevede un costo complessivo di € 1.000.000,00 (circa 154 €/m<sup>2</sup>). L'intervento è cofinanziato con risorse statali ([Bando Periferie](#)), comunali e con il contributo della Fondazione Cassa dei Risparmi di Forlì. In fase di progettazione dell'intervento sono

state eseguite indagini ambientali preliminari che hanno evidenziato un potenziale inquinamento da idrocarburi pesanti seppur limitato. I risultati delle analisi sono stati trasmessi ai competenti uffici locali di ARPAE ed è stata avviata la procedura prevista per legge. È stato approvato un Piano di Caratterizzazione ambientale che ha comportato ulteriori indagini e si è reso necessario un primo intervento per rimuovere una cisterna interrata rinvenuta nell'area. Le opere di bonifica sono state eseguite prima dell'avvio dei lavori di desigillazione.

I lavori di rimozione della pavimentazione del parcheggio sono stati avviati a inizio dicembre 2020. Nel mese di aprile 2021, concluse le opere di demolizione, è iniziata la fase di riporto del terreno per il riempimento degli scavi e del topsoil, che è stata a sua volta ultimata nel mese di ottobre (Fig. 4). I lavori di ripristino con la sistemazione a verde dell'area si concluderanno entro fine 2021.

Oltre che per l'intervento del "Giardino dei Musei" le Linee guida del progetto sono state assunte come riferimento anche per la progettazione di altri interventi di prossima realizzazione. Fra questi il più rilevante è quello relativo alla realizzazione di un parcheggio nell'area dell'ex Ospedale Morgagni, sul margine del Centro storico di Forlì (Fig. 5). L'intervento è solo l'ultimo tassello di un più ampio programma di interventi che è stato attuato in lungo arco temporale a partire dal 2003 e che è tuttora in corso ed ha portato alla progressiva riconversione dell'area ex ospedaliera in Campus Universitario. Nella progettazione del nuovo parcheggio che interessa un'area in parte già pavimentata ed adibita a parcheggio, al fine di garantire la massima sostenibilità, ma soprattutto di mitigare gli effetti del cambiamento climatico, si è previsto di ricorrere ad alcune delle soluzioni naturali che vengono illustrate nelle Linee guida "Liberare il suolo". Le alberature esistenti



Figura 5. Forlì, Parcheggio del Campus Universitario – Rendering (fonte: progetto arch. Matteo Battistini).

saranno quasi tutte mantenute (fatta eccezione per 3 esemplari) ed il loro numero sarà raddoppiato per garantire un maggiore ombreggiamento (ai 51 alberi esistenti se ne aggiungeranno altri 58). Si prevede la rimozione delle attuali superfici pavimentate (che attualmente coprono solo una parte dell'area) e tutte le superfici, non solo quelle sistematiche a verde, saranno drenanti. Per i percorsi carrabili e per gli stalli si utilizzerà conglomerato cementizio drenante, mentre per i percorsi pedonali e ciclabili si farà ricorso a miscele di resine e ghiaie drenanti.

Questo tipo di pavimentazioni con forte capacità drenante consente di evitare l'accumulo di acqua anche in occasione di eventi meteorici intensi e di non gravare sul sistema fognario poiché l'acqua viene in gran parte dispersa nel suolo sottostante.

Per agevolare lo smaltimento di parte dell'acqua meteorica saranno realizzati anche alcuni tratti di giardini della pioggia (*raingarden*) che oltre a disperdere l'acqua nel suolo ne consentiranno in parte la raccolta per il riutilizzo nel sistema di irrigazione delle specie arboree, erbacee ed arbustive di progetto. Questo accorgimento consentirà di ridurre l'approvvigionamento di acqua e solo una piccola percentuale delle acque piovane, si riverserà nel sistema fognario esistente.

## CONCLUSIONI

L'esperienza del progetto SOS4LIFE insegna come la pianificazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale debba essere integrata nella pianificazione urbanistica generale, la quale a sua volta, per essere sostenibile, deve privilegiare la rigenerazione urbana e prevedere la limitazione del consumo

di suolo (Bazzocchi, 2020). Per supportare le scelte in materia di pianificazione territoriale è opportuno conoscere il livello di consumo e di impermeabilizzazione del suolo, dotarsi di carte dei servizi ecosistemici e classificare, sulla base di questi, la qualità del suolo. In ambito urbano è importante preservare e, ovunque sia possibile, ripristinare i servizi ecosistemici del suolo, in particolare quelli che ci aiutano a mitigare gli effetti delle ondate di calore o degli eventi meteorici estremi, quelli, cioè, che ci garantiscono maggiore benessere (in termini di comfort termico) e che riducono il rischio idraulico. Bisogna agire prima sul versante della pianificazione territoriale per poi attuare interventi di rigenerazione urbana che possono contribuire ad implementare le infrastrutture verdi (e blu, ove presenti). Si devono tutelare i migliori suoli agricoli periurbani ma anche le ampie aree permeabili eventualmente rimaste intercluse nel territorio urbanizzato. E proprio all'interno di quest'ultimo si possono realizzare interventi mirati di desigillazione che ci possono restituire, applicando soluzioni basate sulla natura, aree preziose per la nostra strategia di adattamento. Si tratta di aree che, integrando, connettendo e rafforzando le infrastrutture verdi, possono contribuire anche in ambito urbano ad aumentare la biodiversità, la cui protezione e ripristino è obiettivo di una specifica Strategia UE, perché la perdita di biodiversità e i cambiamenti climatici sono intrinsecamente collegati (European Commission, 2020).

## BIBLIOGRAFIA

Bazzocchi S., 2020. *Salvare il suolo, gli esiti del Progetto Sos4Life*. [Ecoscienza n. 5 novembre 2020](#) : 46-48,. Rivista di ARPAE - ISSN 2039-0424.

Bazzocchi S., Calzolari C., Ungaro F., 2019. *Progetto SOS4LIFE, verso il consumo netto di suolo zero. Premio Urbanistica 2019, Supplemento a Urbanistica 161* pp 24-26. INU Edizioni.

Bazzocchi S., 2018. *Forlì, Piazza G. da Montefeltro: da parcheggio a giardino dei musei. Premio Urbanistica 2018, Supplemento a Urbanistica 160* 2018: 7-9. INU Edizioni.

Bazzocchi S., Calzolari C., Ungaro F., 2018. *Verso il consumo netto di suolo zero: l'esperienza del progetto europeo SOS4LIFE. In: Arcidiacono A., Di Simine D., Ronchi S., Salata S., 2018. Rapporto 2018 Consumo di suolo, servizi ecosistemici e green infrastructures: caratteri territoriali, approcci disciplinari e progetti innovativi.* INU Edizioni.

Bruse M., Fleer H. 1998. *Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model* Environ. Model. Softw. 13:372–384.

Calzolari C., Tarocco P., Lombardo N., Marchi N., Ungaro F., 2020. *Assessing soil ecosystem services in urban and peri-urban areas: From urban soils survey to providing support tool for urban planning.* Land Use Policy 99:105037.

Calzolari C., Maienza A., Marchi N., Tarocco P., Ungaro F., 2018. *Linee guida per la valutazione dei servizi ecosistemici dei suoli in ambito urbano e azioni concrete per la loro gestione.* Progetto europeo LIFE15 ENV/IT/000225 SOS4LIFE.

Calzolari C., Ungaro F., Filippi N., Guermandi M., Malucelli F., Marchi N., Staffilani F., Tarocco P., 2016. *A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at*

*regional scale.* Geoderma, 261, 190-203.

European Commission, 2020. *EU Biodiversity Strategy for 2030.*

European Commission, 2015. *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities.*

European Commission, 2012. *Guidelines on how to limit, mitigate and compensate for soil sealing.*

European Environment Agency, 2021. *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction.* EEA Report 2021.

Farnè E., Lombardi R., Pinosa F., Poli F., Ravanello L., Salomoni M. T., 2020. *Linee guida - Liberare il suolo - per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana.* Progetto europeo LIFE15 ENV/IT/000225 SOS4LIFE.

Maienza A., Ungaro F., Baronti S., Colzi I., Giagnoni L., Gonnelli C., Renella G., Ugolini F., Calzolari C., 2021. *Biological Restoration of Urban Soils after De-Sealing Interventions.* Agriculture 11(3):190.

Marchi N., Bedonni B., Canino F., Cardinali D., Ricciato P., Sambenedetto G., Ungaro F., 2018. *Linee guida per la rimozione, gestione e riapplicazione del topsoil.* Progetto europeo LIFE15 ENV/IT/000225 SOS4LIFE

Ugolini F., Baronti S., Lanini M., Maienza A., Ungaro F., Calzolari C., 2020. *Assessing the influence of topsoil and technosol characteristics on plant growth for the green regeneration of urban built sites.* Journal of Environmental Management 273:111-168.

# NBS, LA NATURA CI INSEGNA COME AFFRONTARE LE SFIDE LEGATE ALL'URBANIZZAZIONE

[Erika Brattich](#)<sup>1</sup>, [Francesco Barbano](#)<sup>1</sup>, [Carlo Cintolesi](#)<sup>1</sup>, [Francesco Pilla](#)<sup>2</sup>, [Beatrice Pulvirenti](#)<sup>3</sup>, [Silvana Di Sabatino](#)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Bologna - Dipartimento di Fisica e Astronomia

<sup>2</sup>University College Dublin - Department of Planning and Environmental Policy

<sup>3</sup>Università di Bologna - Dipartimento di Ingegneria Industriale

**Abstract:** *Mentre il degrado attuale delle risorse naturali del pianeta comporta una minaccia sempre più grande per la biodiversità e il benessere umano, le soluzioni basate sulla natura (NBS) rappresentano un mezzo all'avanguardia e collaborativo per affrontare una varietà di sfide ambientali, sociali ed economiche, prediligendo un approccio naturale e sostenibile. Le NBS trovano diverse applicazioni, tra le quali spiccano le sfide legate all'urbanizzazione. Il seguente articolo ne presenta una panoramica basata sui risultati del progetto H2020 iSCAPE, in cui la presenza di alberi in contesto urbano è studiata come valida risorsa per mitigare l'effetto isola di calore urbana, per migliorare la qualità dell'aria e per supportare l'adattamento agli effetti avversi del cambiamento climatico.*

**Parole chiave:** *Nature-Based Solutions, isola di calore urbana, inquinamento urbano, adattamento ai cambiamenti climatici.*

## **NBS, nature teaches us how to deal with the urbanization challenges**

*While the nowadays decay of the natural resources of the planet is resulting in an increasingly larger threat to biodiversity and human wellbeing, Nature-Based Solutions (NBS) represent a cutting-edge and collaborative means to face a variety of environmental, social, and economic challenges favouring natural and sustainable approaches. NBS have different application fields, among which the challenges related to urbanization stand out. The following article presents an overview based on the results from the H2020 iSCAPE project, where the impact of trees in the urban area is investigated to assess their suitability in mitigating the urban heat island effect, improving urban air quality, and supporting the adaptation to the adverse effects of climate change.*

**Key words:** *Nature-Based Solutions, urban heat island, urban air pollution, adaptation to climate change.*

## **INTRODUZIONE**

Nonostante negli ultimi decenni ci sia stato un diffuso aumento della sensibilità alle tematiche ambientali e un moltiplicarsi di azioni volte ad affrontare l'impatto delle attività umane sull'ambiente, la degradazione

dell'ecosistema del pianeta è un processo ancora in corso con ripercussioni negative sulla biodiversità e sul benessere dell'uomo. In questo contesto, le soluzioni basate sulla natura (*Nature-Based Solution*, NBS) rappresentano uno strumento all'avanguardia

per invertire questo andamento. Le NBS sono di recente introduzione e vengono definite dall'Unione Europea come l'insieme delle *"soluzioni che hanno lo scopo di aiutare le società ad affrontare una varietà di sfide ambientali, sociali ed economiche in modo sostenibile. Sono azioni ispirate, supportate o copiate dalla natura, volte sia all'uso e al miglioramento delle soluzioni esistenti, sia all'esplorazione di più innovative"* (EC, 2015). Il concetto è ancora giovane e volutamente non perfettamente definito poiché in corso di assestamento.

La principale fonte di ambiguità quando ci si riferisce alle soluzioni naturali consiste nel chiarire cosa si intenda per natura e cosa sia naturale (Somarakis et al., 2019). Se da un lato questo sostanzivo dal significato incerto

pone dei problemi per la ricerca scientifica nel settore, dall'altro ha il vantaggio di avere una connotazione positiva e di essere di immediata comprensione da parte del grande pubblico, favorendo così l'avvicinamento e l'adozione di queste soluzioni dalla maggior parte degli attori sociali, politici ed economici (Cohen-Shacham et al., 2019). NBS risulta quindi un termine ombrello, che non identifica un numero limitato e ben definito di azioni o dispositivi, ma raggruppa un insieme di pratiche che condividono una stessa filosofia fondante. Alla base ritroviamo il concetto di approccio sistematico, che vuole affrontare le problematiche ambientali e sociali considerando la complessità dei sistemi in gioco, integrando la totalità dei fattori e loro interazioni (Eggermont et al., 2015). Su di

TERMINE	SIGLA	RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO	AMBITO DI APPLICAZIONE
Low Impact Development (Sviluppo di Basso Impatto)	LID	Barlow et al., 1977	
Water-Sensitive Urban Design (Design Urbano Sensibile all'Acqua)	WSUD	Mouritz, 1992	
Integrated Urban Water Management (Gestione Integrata delle Acque Urbane)	IUWM	Rogers, 1993	
Sustainable Drainage Systems (Sistemi di Drenaggio Sostenibile)	SuDS	D'Arcy, 1998	
Stormwater Control Measures (Misure di Controllo delle Acque Piovane)	SCMs	National Research Council, 2008	Applicazione in maniera quasi esclusiva a problematiche relative alla gestione dei rischi idro-meteorologici, delle acque piovane, della qualità delle acque correnti e dei sistemi di drenaggio delle acque meteoriche sia in ambiente urbano che extra-urbano
Green Infrastructure (Infrastruttura Verde)	GI	Forman, 1999	
Blue-Green Infrastructure (Infrastruttura Blu-Verde)	BGI	Benedict e McMahon, 2006	Pianificazione del territorio attraverso l'uso di infrastrutture verdi (e.g., alberi, cespugli, prati, parchi) e blu (e.g., fiumi, canali, golene)
Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Riduzione del Rischio di Disastri Ecosistemici)	Eco-DRR	Estrella e Saalismäa, 2013	
Ecosystem Services (Servizi Ecosistemici)	ESS	MEA, 2005	Pianificazione del territorio basata sulla preservazione, gestione e sviluppo di ecosistemi sostenibili e resilienti
Ecosystem-based Adaptation (Adattamento Ecosistemico)	EbA	CBD, 2009	
Best Management Practices (Migliori Pratiche di Gestione)	BMPs	Strecker et al., 2001	Sviluppo di pratiche per la gestione e lo sviluppo di soluzioni sostenibili

Tabella 1. Differenti termini utilizzati in letteratura e confluiti nel concetto moderno di NBS (fonte: elaborazione degli Autori).

esso si innestano altre caratteristiche delle NBS quali la sostenibilità nel tempo e nello spazio, l'adattabilità a differenti scenari in evoluzione, la polivalenza per benefici multipli e un rapporto costo-beneficio positivo (Ruangpan et al., 2020). Il concetto di NBS ha subito una profonda evoluzione in funzione degli aspetti o dei processi naturali per i quali è stato adottato (Fletcher et al., 2015; Nesshöver et al., 2017; Ruangpan et al., 2020); nel tempo, diversi termini gemelli o precursori sono stati utilizzati a seconda degli ambiti applicativi (Tabella 1).

In questa evoluzione, le NBS hanno finito per includere soluzioni naturali ed ecosostenibili, volte a coprire simultaneamente un ampio spettro di problematiche sociali ed ambientali (Dimitru e Wendling, 2021). Questo ruolo multifunzionale delle NBS conferisce loro un grande potenziale di utilizzo in contesti socioeconomico-ambientali di caratura mondiale (Somarakis et al., 2019), rendendoli uno strumento ideale al perseguitamento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'ONU (Faivre et al., 2017). La Commissione Europea sta promuovendo lo sviluppo e la diffusione delle NBS al fine di promuovere il ruolo dell'UE come leader mondiale nel settore ed esplorare i loro benefici in differenti contesti, quali: lo sviluppo di un'urbanizzazione sostenibile, la preservazione e rigenerazione degli ecosistemi, l'adattamento al cambiamento climatico e la gestione delle situazioni di rischio. In particolare, diversi progetti europei in ambito urbano hanno ripreso il concetto di infrastrutture verdi (*Green Infrastructure*, GI), utilizzando tecniche di rigenerazione e rinverdimento del tessuto cittadino come mezzo per uno sviluppo sostenibile a livello urbanistico-progettuale, sociale ed ambientale

(e.g. [CLEARING HOUSE](#), [CLEVER Cities](#), [CONNECTING Nature](#), [GREEN SURGE](#), [GROW GREEN](#), [Nature4Cities](#), [NATURVATION](#), [proGIreg](#), [UNaLab](#), [URBAN GreenUP](#), [URBINAT](#), [iSCAPE](#)), in connessione con la sostenibilità alimentare (e.g. [EdiCitNet](#)), l'incremento della biodiversità (e.g. [EnRoute](#), [REGREEN](#)) e la preservazione dell'ecosistema (e.g. [NAIAD](#), [OPERAs](#)). Applicazioni nell'ambito della biodiversità e dei servizi per gli ecosistemi in senso più ampio si hanno nei progetti come BiodivERsA e Eklipse. L'uso delle NBS ha riguardato anche la gestione del territorio e del suolo (e.g. [Inspirations](#)), con particolare enfasi sulla riduzione del rischio idro-meteorologico (e.g. [OPERANDUM](#), [PHUSICOS](#), [RECONNECT](#)) in ambiente rurale. Infine, parallelamente ai progetti di cui sopra, sono nate diverse piattaforme virtuali (e.g. [ThinkNature](#), [Opla](#), [SCIS](#), [CLIMATE-ADAPT](#), [SUSTAINABLE CITIES PLATFORM](#)) volte a favorire il dialogo e a promuovere l'uso delle NBS.

## **NBS NEL PROGETTO iSCAPE**

### **Le infrastrutture verdi come soluzioni NBS a problematiche ambientali**

Come accennato, le NBS trovano nell'ambiente urbano un'area di applicazione in cui riescono a garantire diversi benefici. È ormai noto come l'aumento di GI, quali alberature e spazi verdi, possano favorire il raffrescamento e la riduzione dei rischi da alluvioni, la cattura di anidride carbonica, la riduzione dell'effetto isola di calore urbana e del consumo energetico degli edifici, la conservazione della biodiversità e degli habitat così come il miglioramento del benessere e della salute umana (e.g. Seddon et al., 2020), fornendo al contempo luoghi di ricreazione e divertimento che migliorano il

benessere dei cittadini (e.g. Pennino et al., 2016; Saleh e Weinstein, 2016; Sutton-Grier et al., 2015). Risulta inoltre molto promettente l'uso delle GI in ambiente urbano come metodo di adattamento a numerosi tra gli impatti del cambiamento climatico, tra i quali la prevenzione nei confronti degli eventi estremi (Zuniga-Teran et al., 2020). Al contrario, l'effetto delle GI sul miglioramento della qualità dell'aria risulta controverso e ancora oggetto di dibattito. Da una parte la vegetazione agisce come un filtro che cattura gli inquinanti per deposizione (Hewitt et al., 2020), dall'altra l'efficacia di questi filtri dipende essenzialmente da una combinazione di fattori quali la morfologia urbana ed il tipo, posizione e configurazione delle GI (Abhijith et al., 2017). Infatti, esse inducono effetti aerodinamici che influenzano le concentrazioni di inquinanti in vario modo a seconda del tipo di ambiente e di condizioni meteorologiche: lungo strade aperte (ovvero non fiancheggiate da edifici) gli effetti di deposizione e di aumentata turbolenza provocati dalla vegetazione possono ridurre efficacemente le concentrazioni di inquinanti (Abhijith e Kumar, 2019); al contrario, all'interno di canyon urbani (strade delimitate da file di edifici affiancati), l'interazione con la ventilazione atmosferica può portare a risultati estremamente diversi a seconda delle caratteristiche della GI utilizzata, quali in particolare la densità fogliare e la dimensione fisica degli alberi, ma anche della peculiare configurazione scelta per piantare gli alberi (numero di file, spaziatura tra gli alberi). Un design informato risulta pertanto essenziale per assicurare i benefici rispetto ai potenziali impatti avversi. Come vedremo in seguito, il lavoro condotto all'interno del progetto H2020 iSCAPE *Improving the Smart Control of Air*

*Pollution in Europe* è risultato di fondamentale importanza per comprendere gli effetti dell'inserimento di vegetazione all'interno del tessuto urbano, con lo scopo di derivare raccomandazioni di carattere generale per ridurre l'esposizione dei cittadini all'inquinamento atmosferico ([Kumar et al., 2019](#); [Ottosen et al., 2019](#); [Valappil et al., 2019](#)).

### **Uso degli alberi per ridurre gli effetti dell'isola di calore urbana**

Il termine isola di calore urbana (*Urban Heat Island - UHI*) si usa per identificare un significativo aumento di temperatura riscontrato in un'area urbana (o metropolitana) rispetto alla campagna che la circonda. Tale fenomeno è dovuto all'urbanizzazione del territorio (e.g. Solecki et al., 2005) che comporta da un lato un aumento del calore antropico rilasciato localmente (Heisler e Brazel, 2010), dall'altro la sostituzione di terreni agricoli o boschivi con aree asfaltate e cementificate che favoriscono l'accumulo del calore ambientale (Heisler e Brazel, 2010). Recentemente si è iniziato ad investigare l'effetto isola di calore rispetto alla composizione interna del tessuto urbano, cioè il surriscaldamento differenziato di diverse aree della stessa città. Ad esempio, l'intensità dell'isola di calore urbana è maggiore in un centro storico caratterizzato da un'alta densità di palazzi rispetto ad un'area residenziale a maggior copertura vegetativa (Di Sabatino et al., 2020). Questa disomogeneità porta a una differenziazione di problematiche e fabbisogni energetici, sociali ed ambientali nei diversi quartieri (Zhou et al., 2010; Moonen et al., 2012) che non possono essere trascurati.

Le NBS basate sul concetto di GI rappresen-

tano un'infrastruttura sostenibile e naturale con il potenziale per mitigare l'effetto isola di calore urbana e le criticità ad essa connesse. In questo contesto il progetto iSCAPE si è proposto di valutare i benefici che possono derivare dalla presenza di alberi all'interno delle città. Lo studio si è focalizzato sulla città di Bologna, per la quale l'intensità dell'effetto isola di calore su diverse scale spaziali (tra città e campagna circostante, ma anche tra i quartieri cittadini) è stata messa in relazione alla circolazione atmosferica locale e la qualità dell'aria. Questo studio ha lo scopo di identificare le problematiche annesse al fenomeno e permettere lo sviluppo di soluzioni di matrice naturale e sostenibile, promuovendo un responsabile uso della piantumazione e del rinverdimento urbano come mezzo per contrastare gli effetti dell'isola di calore urbana in maniera duratura. Per questo si sono analizzati i dati di temperatura e velocità del vento raccolti da stazioni meteorologiche permanenti presenti all'interno della città e nella campagna

pianeggiante a nord (Mezzolara), unitamente alle misure effettuate in due canyon urbani (tramite campagne di misure mirate e previste dal progetto) rappresentativi di altrettanti quartieri, uno centrale e densamente costruito (via Marconi) e uno residenziale ampiamente vegetato (via Laura Bassi Veratti). A queste ultime si è aggiunta la misura dei più comuni inquinanti atmosferici emessi dal traffico veicolare per le valutazioni relative alla qualità dell'aria. La Figura 1 (pannello di destra) mostra le differenze di temperatura tra diversi quartieri della città e l'area rurale limitrofa al paese di Mezzolara. Durante le ore notturne le temperature interne al tessuto urbano raggiungono un'eccedenza di 6-7 °C rispetto alla campagna, contribuendo all'effetto isola di calore urbano-rurale. Risulta inoltre evidente una differenza fino a 2 °C tra un quartiere centrale densamente costruito come via Marconi ed un quartiere residenziale e vegetato come Laura Bassi Veratti, verificando le potenzialità delle GI nel mitigare l'isola di calore. Anche all'interno della stessa

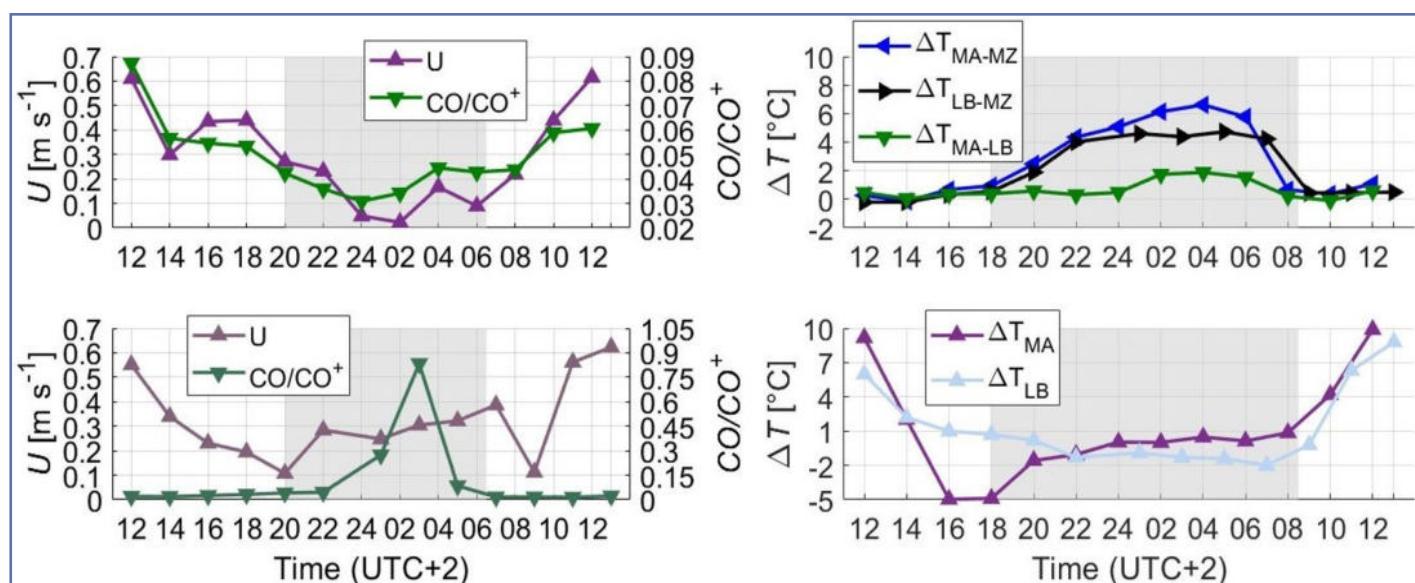


Figura 1. (Sinistra) Velocità della Urban Heat Island - UHI e concentrazioni di CO in Marconi (alto) e Laura Bassi Veratti (basso); (Destra) Differenze di temperatura tra/in via Marconi MA, via Laura Bassi Veratti LB e Mezzolara MZ (fonte: Di Sabatino et al., 2020 modificata dagli Autori).

strada si notano differenze di temperatura variabili durante la giornata per effetto della differente insolazione degli edifici durante il giorno. In quest'ultimo caso, gli effetti termici in gioco contribuiscono a determinare la circolazione dell'aria all'interno del canyon urbano.

Tale circolazione può essere messa in relazione alla concentrazione degli inquinanti (come fatto con il monossido di carbonio CO in Figura 1, pannello di sinistra) per valutare gli effetti sulla rimozione dell'inquinante dalla strada. Sono nuovamente evidenti le differenze tra i due siti di misura: in assenza di alberi, la circolazione tende a ricalcare in buona approssimazione l'andamento delle concentrazioni, mostrando così un rapporto diretto tra effetti termici e inquinamento locale. Al contrario, tale rapporto si perde in presenza di alberi, i quali, in aggiunta ad una morfologia meno compatta del canyon, tendono a slegare l'andamento diurno delle concentrazioni di inquinanti dall'intensità della circolazione all'interno del canyon e a creare benefici in termini di qualità dell'aria. Così facendo, si sono potuti stimare i benefici apportati dalla presenza degli alberi in ambiente urbano relativamente alla mitigazione dell'isola di calore urbana e all'inquinamento ad essa legato. Va ricordato tuttavia come una singola evidenza sperimentale non costituisca una prova inequivocabile; un'errata specie vegetale, o disposizione della stessa in un contesto urbano inadeguato ad ospitarla, può comportare un locale peggioramento della qualità dell'aria e uno spreco di risorse per il mantenimento dell'elemento vegetale. Pertanto, solo una corretta piantumazione permettere di ottenere benefici di breve e lungo corso per l'ambiente urbano e la salute dei suoi abitanti.

### **Uso della vegetazione verticale per migliorare la rimozione di inquinanti**

Lo studio della qualità dell'aria è un campo complesso, soprattutto poiché coinvolge fenomeni su diverse scale spaziali e temporali; tuttavia, è stato estensivamente esplorato dalla comunità scientifica (Fernando et al., 2010) anche a causa del suo impatto sulla salute umana (Cohen et al., 2017). Tipicamente affrontata per mezzo delle più moderne tecniche di simulazione numerica, la dispersione di inquinanti in area urbana rappresenta un argomento di forte interesse per migliorare la salubrità delle città e per una progettazione avveduta dei nuovi quartieri, e tuttavia richiede la disamina di tutti i processi fisico-chimici alla base del fenomeno e la loro contestualizzazione nel tessuto urbano (Tiwari et al., 2019). Le città, infatti, possono avere morfologie estremamente diverse; tuttavia, il canyon urbano è considerato l'unità di base di ogni città. L'inquinante è rilasciato dal traffico al livello della strada e il vento sopra gli edifici induce una circolazione interna che è il principale meccanismo di ricambio d'aria all'interno del canyon, e quindi di rimozione e dispersione degli inquinanti in atmosfera. Questa geometria, benché semplificata, offre le possibilità di analizzare meccanismi di base comuni alla gran parte dei sistemi cittadini ed è stato ampiamente studiato sia in campo reale, sia con esperimenti di laboratorio e simulazioni numeriche.

Diverse NBS sono state introdotte ed analizzate al fine di diminuire la concentrazione degli inquinanti nei canyon urbani. Tra queste, l'introduzione di siepi tra strada e marciapiede per evitare la diffusione degli inquinanti nelle zone pedonali, tappeti verdi sulle facciate degli edifici per la deposizione del particolato, e alberature nei

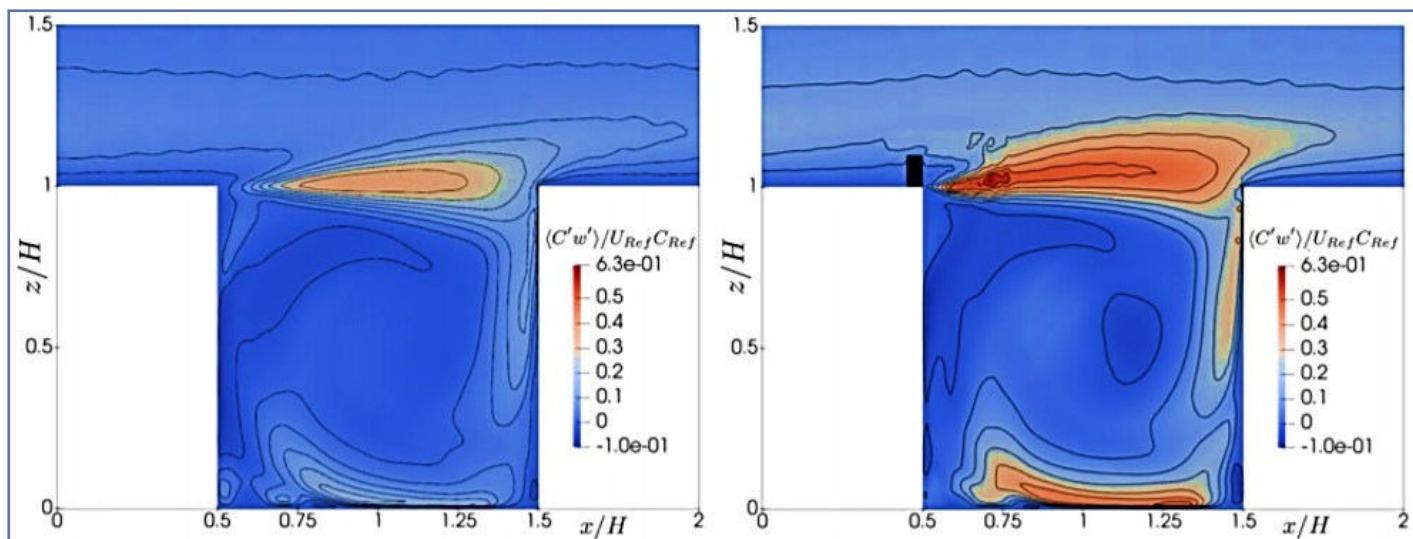


Figura 2. Flusso medio turbolento di concentrazione di inquinanti in canyon urbano, quadrato di altezza e larghezza  $H$ , senza infrastrutture sul tetto (Sinistra) e con infrastrutture sul tetto (Destra) (fonte: Cintolesi et al., 2021 modificata dagli Autori).

viali per sfruttare il loro effetto filtro e la deposizione sulle foglie delle polveri sottili. Quest'ultima NBS è piuttosto diffusa. Le analisi hanno mostrato che seppur il fogliame sia efficace nel catturare gli inquinanti, la presenza delle chiome inibisce il ricircolo d'aria al livello della strada, causando così una diminuzione della ventilazione e un aumento del ristagno dell'aria (Amorim et al., 2013; Barbano et al., 2020). Questo effetto collaterale porta a risultati non univoci: a seconda di parametri quali, ad esempio, l'intensità del vento e l'ampiezza della strada, le alberature possono aumentare o diminuire la concentrazione locale di inquinanti. A tale scopo, risulta pertanto necessaria una valutazione preliminare della disposizione degli alberi rispetto al tessuto urbano preesistente e le caratteristiche termodinamiche tipiche di ogni contesto urbano (Barbano et al., 2020).

Recentemente si è proposto di inserire infrastrutture verdi sul tetto degli edifici, per esempio alberi o siepi compatte. In questo caso, la vegetazione agisce come generatore

di turbolenza all'interfaccia tra canyon e atmosfera. Uno studio preliminare condotto a latere del progetto iSCAPE tramite simulazioni numeriche ad alta risoluzione mostra come queste NBS permettano una riduzione della concentrazione di inquinanti del 34% all'interno dei canyon urbani (Cintolesi et al. 2021). Infatti, la perturbazione indotta al livello del tetto degli edifici innesca dei processi di mescolamento turbolento che contribuiscono in modo sostanziale ad aumentare gli scambi verticali di massa con l'atmosfera sovrastante, si veda la distribuzione dei flussi turbolenti di concentrazione in Figura 2. Ulteriori studi sono necessari per esplorare gli effetti di queste soluzioni; tuttavia, le premesse sono incoraggianti e la loro implementazione su edifici moderni non presenta particolari ostacoli oltre a suggerire benefici addizionali dati dall'aumento delle zone verdi in aree cittadine. Inoltre, l'uso di infrastrutture verdi per questo particolare scopo può comportare ulteriori benefici ambientali, riducendo l'effetto isola di calore a scala urbana, ed energetici, riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio

ospitante il tetto verde. Questa soluzione fornisce pertanto un risultato ottimale dal punto di vista economico ed ambientale, nuovamente ecosostenibile se opportunamente implementata e gestita.

### Le infrastrutture verdi per l'adattamento ai cambiamenti climatici

Come ormai noto da diversi studi (e.g. Franca et al., 2020), il cambiamento climatico impatta soprattutto su intensità e frequenza degli eventi estremi piuttosto che sulle condizioni medie. In questo contesto, le strategie di adattamento attuale al cambiamento climatico riconoscono sempre più un ruolo centrale delle NBS per affrontare e mitigare le numerose conseguenze economiche, sociali e sanitarie di questi eventi (EEA, 2021). È evidente, quindi, che per formulare correttamente delle politiche e piani di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico, le amministrazioni locali e nazionali debbano tenere in considerazione gli specifici rischi associati al cambiamento climatico a livello non solo nazionale, ma anche regionale e locale. Questo ultimo aspetto pone in evidenza la necessità di stabilire un dialogo e uno scambio tra amministrazioni locali, regionali, nazionali e internazionali, cittadini e comunità scientifica. Nel progetto H2020 iSCAPE questo scambio e collaborazione tra i diversi attori sono state realizzate tramite la creazione di sei Living Labs in altrettante città europee (Bologna in Italia, Bottrop in Germania, Dublino in Irlanda, Guildford in Regno Unito, Hasselt in Belgio e Vantaa in Finlandia), impattate in maniera diversa dai cambiamenti climatici. Nel corso del progetto i Living Lab hanno organizzato una serie di eventi su varie tematiche di rilevanza per la città ospitante, con lo scopo principale di

facilitare il confronto e gli scambi di idee tra la comunità scientifica, i cittadini e le amministrazioni locali. In particolare, le proiezioni climatiche indicano che le principali problematiche idrometeorologiche per Bologna saranno legate soprattutto ad un aumento della frequenza e dell'intensità delle ondate di calore e dei periodi siccitosi specialmente nella stagione estiva ([Jyhlä et al., 2019](#)). Le strategie per la mitigazione e l'adattamento di tali eventi e dei rischi economici e sociosanitari ad essi collegati sono basate soprattutto sull'aumento delle aree verdi urbane, nonché sul miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici. In seguito ad un incontro con un campione di liberi partecipanti provenienti della comunità locale di Bologna e volto alla co-pianificazione del rinverdimento urbano (*Let's plan the green together*, [Rihal et al., 2019](#)), si è valutato in dettaglio l'efficacia delle alberature nel mitigare contemporaneamente l'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico, focalizzandosi in particolare sulla zona di via Marconi ([Di Sabatino et al., 2019a](#)). Sono state sviluppate apposite tecniche atte da un lato a rappresentare la presenza degli alberi in modelli numerici sia di dispersione ([Di Sabatino et al., 2019a](#); Tiwari et al., 2019) che di fluidodinamica computazionale ([Ottosen et al., 2018](#)), e dall'altro a rappresentare gli effetti del cambiamento climatico sui parametri meteorologici a scala locale ([Di Sabatino et al., 2019b](#)).

I risultati (Figura 3) mostrano che le alberature rappresentano un approccio efficace per contrastare il cambiamento climatico, con una riduzione contemporanea sia delle temperature sia delle concentrazioni di inquinanti osservate all'interno di canyon urbani come quello di via Marconi a Bologna.

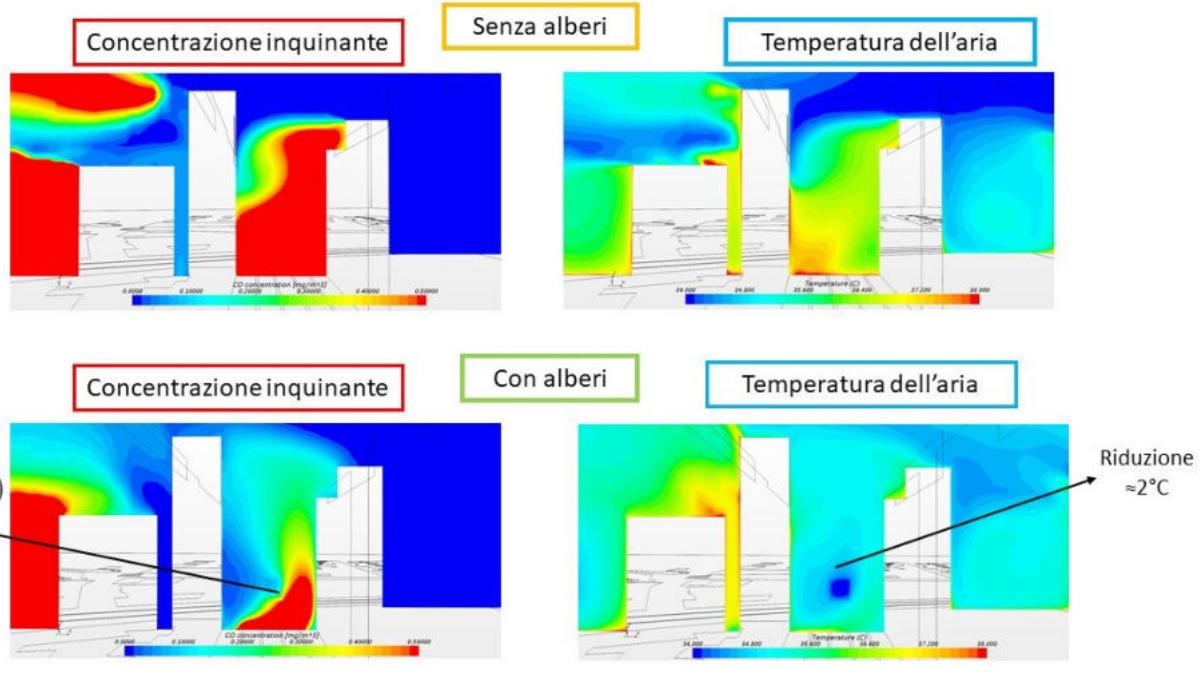


Figura 3. (Sinistra) Concentrazioni di CO e (Destra) temperatura dell'aria in via Marconi per lo scenario di clima futuro senza (alto) e con (basso) presenza di alberi nello street canyon (fonte: Di Sabatino et al., 2019a modificata dagli Autori).

In definitiva, un approccio che combina i risultati di diverse tecniche di analisi con la corretta gestione delle GI permette di definire le migliori strategie di adattamento al cambiamento climatico in relazione alle specifiche necessità dei differenti contesti urbani europei o mondiali.

## CONCLUSIONI

In questo articolo abbiamo descritto come il concetto di soluzioni basate sulla natura sia in continua evoluzione e come i contenuti più prettamente tecnico-scientifici siano in via di definizione nell'ambito di diversi progetti Europei. È stato dimostrato come tali soluzioni permettano alla comunità scientifica e alla società civile di interagire in modo coordinato per affrontare le numerose sfide sociali, ambientali ed economiche poste dal cambiamento climatico e dalla rapida urbanizzazione nel campo della sostenibilità.

Nello specifico abbiamo qui presentato i risultati ottenuti nella città di Bologna nell'ambito del progetto H2020 iSCAPE. La valutazione degli impatti relativi alla presenza di alberi all'interno di canyon urbani ha permesso di valutare i benefici che specifiche infrastrutture verdi hanno sull'isola di calore urbana e l'inquinamento dell'ambiente urbano sia attuale che potenziale in visione dei più probabili cambiamenti climatici. Gli studi hanno dimostrato un'effettiva riduzione della temperatura dell'aria in quartieri dalla marcata copertura vegetativa rispetto ad altri maggiormente edificati, con possibili ripercussioni sulla ventilazione e la rimozione degli inquinanti. Rimozione degli inquinanti che può essere ulteriormente incentivata tramite una corretta scelta della tipologia di pianta e collocazione della stessa all'interno del tessuto urbano; questo garantirebbe di massimizzare il locale miglioramento della

qualità dell'aria per effetto di una favorevole ventilazione e della deposizione e traspirazione delle chiome. In ultimo, è stato possibile evidenziare come le alberature abbiano un potenziale impatto positivo anche sulla mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, migliorando l'adattamento degli ambienti urbani alle ondate di calore che, come indicano le proiezioni climatiche, diventeranno maggiormente frequenti ed intense nel prossimo futuro. Cionondimeno tali risultati offrono ulteriori spunti di analisi ecosistemica: così come una specifica specie arborea può massimizzare la mitigazione di effetti ambientali avversi, essa può costituire un valore aggiunto in termini di conservazione e crescita della biodiversità urbana. Accostando diverse NBS si incentiverebbe pertanto la creazione di aree verdi ad elevata sostenibilità ambientale ed energetica, preservando al contempo un habitat naturale sinergico con quello antropico. Questi risultati hanno portato i ricercatori del progetto iSCAPE a co-creare assieme alle autorità locali e regionali ed ai cittadini, una serie di raccomandazioni generali, linee guida, raccomandazioni normative (o policy briefs) e materiali didattici ([Kumar et al., 2019](#); [Vaittinen et al., 2019](#)) per l'implementazione di queste soluzioni in diversi contesti urbani. In definitiva, il lavoro condotto all'interno del progetto iSCAPE ha permesso di migliorare la comprensione delle interazioni tra vegetazione e le aree costruite, promuovendo la sinergia e il lavoro di ricerca congiunto tra accademici, decisori politici, amministrazioni locali e regionali, e cittadini allo scopo di introdurre e valutare l'uso di soluzioni naturali in grado di preservare o migliorare la vivibilità delle nostre città.

## BIBLIOGRAFIA

- Abhijith K.V., Kumar P., Gallagher J., McNabola A., Baldauf R., Pilla F., Broderick B., Di Sabatino S., Pulvirenti B., 2017. *Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – a review*. *Atmos Environ* 162:71-86.
- Abhijith K.V., Kumar P., 2019. *Field investigations for evaluating green infrastructure effects on air quality in open-road conditions*. *Atmos Environ* 201 :132-147.
- Amorim J.H., Rodrigues V., Tavares R., Valente J., Borrego C., 2013. *CFD modelling of the aerodynamic effect of trees on urban air pollution dispersion*. *Science of The Total Environment*, 461–462:541-551.
- Barbano, F., Di Sabatino, S., Stoll, R., Pardyjak, E., 2020. *A numerical study of the impact of vegetation on mean and turbulence fields in a European-city neighbourhood*. *Building and Environment*, 186, 107293.
- Barlow D., Burrill G., Nolfi J., 1977. [Research report on developing a community level natural resource inventory system: Center for Studies in Food Self-Sufficiency](#).
- Benedict M.A., McMahon E.T., 2006. *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Urban Land (vol. June).
- CBD (Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaption), 2009. *Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- Cintolesi C., Pulvirenti B., Di Sabatino S., 2021. *Large-Eddy Simulations of Pollutant*

*Removal Enhancement from Urban Canyons.*  
Boundary-Layer Meteorol.

Cohen A.J., Brauer M., Burnett R., Anderson H.R., Frostad J., Estep K., Balakrishnan K., Brunekreef B., Dandona L., Dandona R., Feigin V., Freedman G., Hubbell B., Jobling A., Kan H., Knibbs L., Liu Y., Martin R., Morawska L., Pope C.A., Shin H., Straif K., Shaddick G., Thomas M., van Dingenen R., van Donkelaar A., Vos T., Murray C.J.L., Forouzanfar M.H., 2017. *Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the global burden of diseases study 2015.* Lancet 389 (10082):1907–1918.

Cohen-Shacham E., Andrade A., Dalton J., Dudley N., Jones M., Kumar C., Maginnis S., Maynard S., Nelson C.R., Renaud F.G., Welling R., Walters G., 2019. *Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions.* Environmental Science & Policy 98:20-29.

D'Arcy B.J., 1998. *A new Scottish approach to urban drainage in the developments at Dunfermline.* Proceedings of the Standing Conference on Stormwater Source Control, Coventry, UK.

Di Sabatino S., Brattich E., Di Nicola F., Jyhlä K., Fortelius C., Saranko O., Basu B., Gallagher J., McNabola A., Pilla F., 2019a. [\*ISCAPE D6.5: Detailed report on the effect of PCSs on air quality in the future CC \(2050\) in target cities.\*](#)

Di Sabatino S., Brattich E., Di Nicola F., Barbano F., Adnan M., Ahmed S., Jyhlä K., Ruosteenoja K., Deserti M., Agostini C., Poluzzi V., 2019b. [\*ISCAPE D4.5: Report on policy options for AQ and CC.\*](#)

Di Sabatino S., Barbano F., Brattich E., Pulvirenti B., 2020. *The Multiple-Scale Nature of Urban Heat Island and Its Footprint on Air Quality in Real Urban Environment.* Atmos 11 (11):1186.

Dumitru A., Wendling L., 2021. *Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners.* European Union, Brussels.

EC (European Commission), 2015. *Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities, Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities.* European Union, Brussels.

EEA (European Environment Agency), 2021. *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction.* EEA Report No 01/2021, European Union, Brussels.

Eggermont H., Balian E., Azevedo J.M.N., Beumer V., Brodin T., Claudet J., Fady B., Grube M., Keune H., Lamarque P., Reuter K., Smith M., van Ham C., Weisser W.W., Le Roux X., 2015. *Nature-Based Solutions: new influence for environmental management and research in Europe.* GAIA – Ecol Perspect Sci Soc 24:243–248.

Estrella M., Saalismäki N., 2013. *Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): An overview.* In: *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*, edited by: Renaud F. G., Sudmeier-Rieux K., Estrella M., United Nations University Press, Tokyo, Newyork, Paris, 26–54.

Faivre N., Fritz M., Freitas T., de Boissezon B., Vandewoestijne S., 2017. *Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges.* Environ Res 159:509–518.

Fernando H., Lee S., Anderson J., Princevac M., Pardyjak E., Grossman-Clarke S., 2010. *Urban fluid mechanics: air circulation and contaminant dispersion in cities*. Environ Fluid Mech 1:107–164.

Fletcher T.D., Shuster W., Hunt W. F., Ashley R., Butler D., Arthur S., Trowsdale S., Barraud S., Semadeni-Davies A., Bertrand-Krajewski J.L., Mikkelsen P.S., Rivard G., Uhl M., Dagenais D., Viklander M., 2015. *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage*. Urban Water J. 12:525–542.

Franca F.M., Benkwitt C.E., Peralta G., Robinson J.W.P., Graham N.A.J., Tylianakis J.M., Bernquer E., Lees A.C., Ferreira J., Louzada J., Barlow J., 2020. *Climatic and local stressor interactions threaten tropical forests and coral reefs*. Phil Trans R Soc 375:20190116.

Forman R.T., 1999. *Horizontal processes, roads, suburbs, societal objectives, and landscape ecology*. In: Landscape Ecological Analysis. London: Springer, 35–53.

Heisler G.M., Brazel A.J., 2010. *The urban physical environment: Temperature and urban heat islands*. Urb Ecosys Ecology, Agron Monogr 55:29-56.

Hewitt C.N., Ashworth K., MacKenzie A.R., 2020. *Using green infrastructure to improve urban air quality (GI4AQ)*. Ambio 49:62–73

Jyhlä K., Fortelius C., Saranko O., Ruosteenoja K., Di Sabatino S., Brattich E., 2019. *iSCAPE D6.4: Detailed report on local meteorological conditions*.

Kumar P., Omidvarborna H., Valappil A.P., Kalaiarasan G., Ottosen T., Barwise Y., Tiwari A., Hama S., Debele S., Mäkelä A.,

Jylhä K., Di Sabatino S., Brattich E., Pulvirenti B., Othmer F.J., Fuchs M., Basu B., Pilla F., McNabola A., 2019. *iSCAPE D7.2: Generalised Recommendations regarding Passive Control Systems for Improved Air Quality and Climate Change Mitigation*.

MEA, 2005. *Millennium assessment report. Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Wahsington DC.

Moonen P., Defraeye T., Dorer V., Blocken B., Carmeliet J., 2012. *Urban physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand*. Front Archit Res 1:197–228.

Mouritz M., 1992. *Sustainable urban water systems; policy & professional praxis*. Murdoch University, Perth, Australia.

National Research Council, 2008. *Urban stormwater in the United States*. National Academies Press, Washington DC.

Nesshöver C., Assmuth T., Irvine K.N., Rusch G.M., Waylen K.A., Delbaere B., Haase D., Jones-Walters L., Keune H., Kovacs E., Krauze K., Külvik M., Rey F., van Dijk J., Vistad O. I., Wilkinson M. E., Wittmer H., 2017. *The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective*. Sci Total Environ 579:1215–1227.

Ottosen T., Valappil A.K., Tiwari A., Kumar P., Briée S., Pilla F., Gharbia S., Di Sabatino S., Pulvirenti B., Baldazzi S., Brattich E., Othmer F., Schmitt J.P., Passani A., Forino G., Nurmi V., Haavisto R., Votsis A., Drebs A., Mäkelä A., 2018. *iSCAPE D5.3: Report on interventions*.

Ottosen T., Valappil A.K., Tiwari A., Omidvarborna H., Kumar P., Marinelli M.C., Pilla F., Gharbia S., Di Sabatino S., Pulvirenti

B., Barbano F., Baldazzi S., Brattich E., Faulenbach L., Fuchs M., Nurmi V., 2019. [\*iSCAPE D5.4: Strategic portfolio choice.\*](#)

Pennino M.J., McDonald R.I., Jaffe P.R. 2016. *Watershed-Scale Impacts of Stormwater Green Infrastructure on Hydrology, Nutrient Fluxes, and Combined Sewer Overflows in the Mid-Atlantic Region.* Science of the Total Environment 565:1044–1053.

Rihal S., Schaaf K., 2019. [\*iSCAPE D2.5: Community feedback reports.\*](#)

Rogers P., 1993. *Integrated urban water resources management.* In: Proceedings of Natural Resources Forum. Wiley Online Library, New York.

Ruangpan L., Vojinovic Z., Di Sabatino S., Leo L.S., Capobianco V., Oen A.M., McClain M.E., Lopez-Gunn E., 2020. *Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area.* Natural Hazards and Earth System Sciences, 20(1):243-270.

Saleh F., Weinstein M.P. 2016. *The Role of Nature-Based Infrastructure (NBI) in Coastal Resiliency Planning: A Literature Review.* Journal of Environmental Management 183:1088–1098.

Seddon N., Chausson A., Berry P., Girardin C.A.J., Smith A., Turner B., 2020. *Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges.* Phil Trans R Soc 375: 20190120.

Solecki W.D., Rosenzweig C., Parshall L., Pope G., Clark M., Cox J., Wiencke M., 2005. *Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey.* Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 6(1):39-49.

Somarakis G., Stagakis S., Chrysoulakis N. (Eds.), 2019. *ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook.* ThinkNature project funded by the EU Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 730338.

Stone B., Hess J.J., Frumkin H., 2010. *Urban form and extreme heat events: Are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities.* Environ Health Perspect 118:1425–1428.

Strecker E.W., Quigley M.M., Urbonas B.R., Jones J.E., Clary J.K., 2001. *Determining Urban Storm Water BMP Effectiveness.* J Water Resour Plan Manage 127:144–149.

Sutton-Grier A.E., Wowk K., Bamford H., 2015. *Future of Our Coasts: The Potential for Natural and Hybrid Infrastructure to Enhance the Resilience of Our Coastal Communities, Economies and Ecosystems.* Environmental Science and Policy 51:137–148.

Tiwari, A., Kumar, P., Baldauf, R., Zhang, K.M., Pilla, F., Di Sabatino, S., Brattich, E., Pulvirenti B., 2019. *Considerations for evaluating green infrastructure impacts in microscale and macroscale air pollution dispersion models.* Sci Tot Environ, 672 (2019), pp. 410-426.

Vaittinen, I., Mafe, C., Enriquez, L., Zalokar, S., Hassan, C., Pilla, F., Stibe, S., Mäkelä, A., Ahmed, S., Brattich, E., Omidvarborna, H., Barwise, Y., Greiving, S., Molinari, F., Basu, B., Firus, K., Forino, G., Passani, A., Riccetti, A., Schaaf, K., Muhammad, A., Di Sabatino, S., Fuchs, M., Faulenbach, L., Othmer, F., Schmitt, J.P., Kumar, P., Kukadia, V., Camprodrom, G., Athanasios, V., 2019. *iSCAPE D7.11: Living Labs for Air quality knowledge and policy package.* Available

online at: [https://www.iscapeproject.eu/  
results/#LivingLabsforairquality](https://www.iscapeproject.eu/results/#LivingLabsforairquality).

Valappil A.K., Omidvarborna H., Ottosen T., Mahajan S., Kumar P., Gallagher J., Basu B., Pilla F., McNabola A., Broderick B., Pulvirenti B., Di Sabatino S., Prandini F., Baldazzi S., Brattich E., Barbano F., Drebs A., 2019.

*ISCAPE D6.2: Microscale CFD Evaluation of PCS Impacts on Air Quality.*

Zhou Y., Gurney K., 2010. *A new methodology for quantifying on-site residential and commercial fossil fuel CO<sub>2</sub> emissions at the building spatial scale and hourly time scale.* Carbon Manag 1:45–56.

Zuniga-Teran A.A., Staddon C., de Vito L., Gerlak A.K., Ward S., Schoeman Y., Hart A., Booth G., 2020. *Challenges of mainstreaming green infrastructure in built environment professions.* Journal of Environmental Planning and Management 63(4):710-732.

# ECONOMIA CIRCOLARE NEL CICLO DELLE ACQUE E SICUREZZA ALIMENTARE: L'ESPERIMENTO DI LESBO NEL PROGETTO HYDROUSA

[Fabio Masi](#), [Katie Rivai](#), [Anacleto Rizzo](#), [Riccardo Bresciani](#)

IRIDRA S.r.l. *Nature-based solutions - Sustainable water management*

**Abstract:** Un sistema pilota di depurazione delle acque è stato realizzato sull'isola di Lesbo (Grecia) con l'obiettivo di dimostrare le potenzialità delle soluzioni basate sulla natura (NBS) nel trattamento delle acque reflue. Le acque reflue domestiche prodotte dalla cittadina di Antissa sono trattate per produrre un effluente adatto al riutilizzo in irrigazione, recuperando anche risorse come nutrienti ed energia che possono poi essere sfruttati altrove. Pertanto, attraverso la gestione sostenibile del ciclo delle acque, mediante NBS come ad esempio la fitodepurazione, si ottengono numerosi vantaggi, nel rispetto dei principi dell'economia circolare: è fornita una nuova fonte di acqua da utilizzare in agricoltura, ridotto lo sfruttamento delle acque sotterranee e si evita lo scarico delle acque reflue in mare.

**Parole chiave:** economia circolare; fertirrigazione; servizi ecosistemici; soluzioni basate sulla natura.

***Circular economy in the water cycle and food safety: the Lesvos experiment in the HYDROUSA project:*** The island of Lesbos, Greece, was purposely chosen for the implementation of a pilot water treatment system, in order to demonstrate the potential of the nature-based solution (NBS) in the waste water treatment system in a touristic site characterized by water scarcity. The domestic wastewater produced by the town of Antissa is treated both to produce an effluent suitable for reuse in irrigation and to recover resources, such as nutrients and energy, that can be exploited elsewhere. Therefore, a sustainable water management relying on NBS results in numerous advantages, in compliance with the principles of circular economy: a new source of water is provided for agricultural use, the exploitation of groundwater is reduced and the discharge of wastewater into the sea is avoided.

**Key words:** circular economy; fertigation; ecosystem services; nature-based solutions.

## INTRODUZIONE

L'[economia circolare](#) è un sistema economico sostenibile basato sul riutilizzo, il riciclo e la riduzione di rifiuti, che ha lo scopo di limitare lo sfruttamento delle risorse. L'Unione Europea sta promuovendo la transizione verso un'economia circolare entro il 2050, in alternativa all'attuale modello economico

lineare, con l'obiettivo di raggiungere un'economia a zero emissioni di carbonio, sostenibile dal punto di vista ambientale, libera dalle sostanze tossiche. Sono anche incluse norme più severe sul riciclo e obiettivi vincolanti per il 2030 sull'uso e sull'impronta ecologica dei materiali.

Il principio dell'economia circolare può essere

applicato in tutti i campi, compreso quello della gestione delle risorse idriche, in cui è possibile, oltre a salvaguardare la risorsa acqua, recuperare risorse aggiuntive quali acqua, nutrienti ed energia da riutilizzare in altri campi. In questo ambito nasce il [progetto HYDROUSA](#), che ha come scopo principale quello di chiudere il ciclo dell'acqua, tramite la gestione delle risorse idriche e il trattamento dell'acqua con soluzioni innovative basate sulla natura (NBS). Il progetto è stato finanziato con circa 12 mln di euro dal programma quadro europeo di Ricerca e Innovazione [Horizon 2020](#), che ha lo scopo di garantire la competitività globale dell'Europa tramite la ricerca e l'innovazione, per una crescita economica intelligente, sostenibile e inclusiva.

## METODOLOGIA

Il progetto HYDROUSA ha l'obiettivo di sviluppare un nuovo modello economico circolare, che sia in grado di fornire soluzioni innovative adeguate per i paesi del Mediterraneo ed altri paesi caratterizzati da scarsità d'acqua, offrendo soluzioni per il trattamento e la gestione delle acque per aree decentralizzate (come le isole remote), e al tempo stesso ottenendo diversi benefici ulteriori come procurare mezzi per il potenziamento del profilo agricolo ed energetico delle aree oggetto degli interventi, creare nuovi posti di lavoro, sviluppare l'economia locale e salvaguardare la biodiversità.

Tra le soluzioni proposte nel progetto HYDROUSA si trovano i sistemi di [fitodepurazione](#) per il trattamento e il recupero delle acque reflue. I sistemi di fitodepurazione sono tecnologie NBS già largamente conosciute e applicate con successo in diverse parti del mondo. Si tratta di sistemi vegetati

che sfruttano la capacità delle piante di trattare le acque reflue, tramite la sedimentazione, l'assorbimento e la filtrazione degli inquinanti. I sistemi di fitodepurazione possono svolgere un ruolo importante nel campo dell'economia circolare grazie alla loro capacità di fornire molteplici benefici (servizi ecosistemici) oltre allo scopo principale per cui sono state progettate, a differenza delle infrastrutture grigie che in genere perseguono un unico obiettivo. Inoltre sono soluzioni sostenibili e con bassi costi di gestione (circa un ordine di grandezza inferiore rispetto alle soluzioni tecnologiche grigie) (Masi et al., 2018).

HYDROUSA è frutto di una collaborazione internazionale tra 28 partners multidisciplinari di 10 nazioni, con il fine di trovare soluzioni tecnologiche per risolvere il problema della scarsità d'acqua e della gestione delle acque reflue, ma anche la perdita della biodiversità e dei nutrienti nonché la disponibilità dei posti di lavoro. L'obiettivo generale del progetto è di fornire soluzioni che rispondano a questi problemi, e un requisito fondamentale delle soluzioni studiate è che siano facilmente adattabili e replicabili in altri siti a scala globale. Gli obiettivi specifici che contribuiscono al raggiungimento dello scopo finale sono:

- dimostrare la potenzialità delle NBS nell'economia circolare nel fornire una risorsa di acqua da fonti non convenzionali;
- dimostrare la potenzialità delle NBS nell'economia circolare nel trattamento delle acque reflue con il recupero di nutrienti, creando al contempo benefici aggiuntivi;
- dimostrare la fattibilità delle tecnologie utilizzate entro i vincoli legali esistenti e la loro potenzialità nel creare posti di lavoro e rilanciare l'economia locale;

- assicurarsi che la comunità e le parti interessate siano coinvolte in ogni parte della catena fin dalle fasi iniziali;
- dimostrare che la lavorazione qualificata combinata con soluzioni moderne ICT (Information and Communication Technologies - tecnologie dell'informazione e della comunicazione) produce soluzioni resilienti e allettanti di lunga durata;
- stabilire il nesso acqua-energia-alimentazione-occupazione e lavorare con una contabilità dei casi reali come strumento per la valutazione dell'economia circolare;
- replicare il concetto in quanti più posti possibile con ulteriori fondi e promuoverne la diffusione;
- affrontare realmente la questione del consumo insostenibile di acqua attraverso l'utilizzo di fonti di acqua non convenzionali in agricoltura e in ambito domestico.

Il progetto HYDROUSA consiste in sei progetti pilota, realizzati in tre siti dimostrativi su tre isole greche, e 25 siti di replicabilità caratterizzati da stress idrico di cui 14 situati in Europa per lo più sulle coste e le isole del mediterraneo o in aree rurali (Italia, Spagna, Portogallo, Cipro, Francia, Croazia, Turchia, Bulgaria), 6 situati in Medio Oriente e Nord Africa (Egitto, Israele, Emirati Arabi Uniti, Tunisia, Palestina) e altri 5 tra Cina, Malesia, Australia, Messico e Cile.

La principale ambizione del progetto HYDROUSA è chiudere il ciclo dell'uso dell'acqua, proponendo un nuovo modello economico circolare. In particolare, HYDROUSA si focalizza sul recupero, trattamento e riutilizzo dell'acqua nei paesi caratterizzati da scarsità d'acqua, come ad esempio le isole remote nel Mediterraneo. Nell'ambito del progetto HYDROUSA, sei

sistemi pilota di soluzioni innovative sono stati implementati in tre isole greche, Lesbo, Mikonos e Tino:

- Isola di Lesbo, [1.630 km<sup>2</sup>, 90.000 abitanti ca.](#)
  - ◊ HYDRO 1 consiste in un sistema NBS di fitodepurazione per il trattamento e riutilizzo delle acque reflue con una superficie utile totale di 850 m<sup>2</sup>;
  - ◊ HYDRO 2 è una coltura sperimentale fertirrigata di circa 7.000 m<sup>2</sup>, in cui vengono riutilizzati l'acqua e i nutrienti recuperati da HYDRO 1 per produrre ortaggi, frutta, piante aromatiche o da biomassa;
- Isola di Mikonos, [96 km<sup>2</sup>, 9.500 abitanti ca.](#)
  - ◊ HYDRO 3 è un sistema innovativo di raccolta subsuperficiale dell'acqua piovana per località remote, in mancanza di tetti. L'acqua raccolta viene utilizzata per l'irrigazione in agricoltura;
  - ◊ HYDRO 4 è un sistema di raccolta dell'acqua piovana in ambito residenziale: l'acqua raccolta è trattata con un filtro a sabbia e viene utilizzata per la ricarica controllata dell'acquifero per contrastare l'intrusione di acqua salina e per l'irrigazione del verde;
- Isola di Tino, [194 km<sup>2</sup>, 8.700 abitanti ca.](#)
  - ◊ HYDRO 5 è un sistema di desalinizzazione, costituito da una serra in cui - grazie a processi di evaporazione e condensazione - è raccolta l'acqua che viene poi riutilizzata per l'irrigazione e vi sono prodotti frutti commestibili e sale da cucina;
  - ◊ HYDRO 6 è una struttura eco-turistica alimentata con energia rinnovabile, in cui vengono utilizzati e mostrati alcuni sistemi di recupero di acqua piovana e acqua da vapore, con successivo riuso irriguo dell'acqua raccolta.

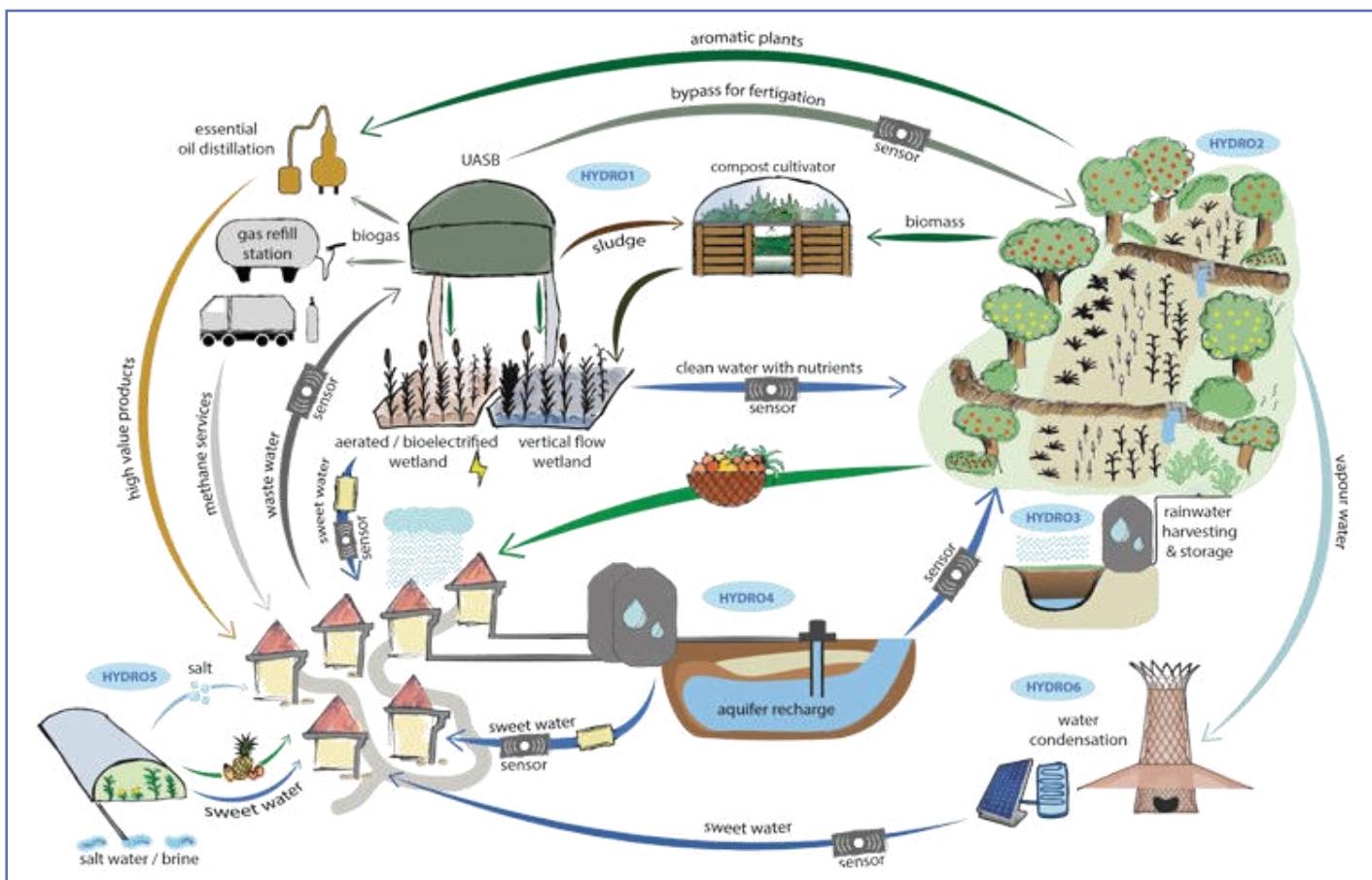


Figura 1. Il progetto HYDROUSA in un'unica immagine (fonte: [HYDROUSA](http://HYDROUSA)).

Il sistema pilota HYDRO 1 + HYDRO 2 è stato frutto della collaborazione di un gruppo multidisciplinare che ha coinvolto diversi partner europei (le società Aeris, Iridra, Alchemia Nova, Agenso e le Università NTUA National Technical University of Athens e UNIVPM Università Politecnica delle Marche). Gli obiettivi principali del sistema sono l'efficiente trattamento delle acque reflue influenzate dalla stagionalità delle attività turistiche (in particolare in estate, in cui c'è un consistente picco di popolazione non residente che dura per circa tre mesi), la produzione di energia e la produzione di un effluente ricco di nutrienti adeguato per la fertirrigazione nel rispetto dei limiti delle normative locali.

Gli obiettivi di trattamento si configurano nel

rispetto dei limiti di legge locali per il riuso in agricoltura (attività prevista nei mesi estivi), con un flusso di reflui prodotto dal villaggio pari a circa 100 m<sup>3</sup>/giorno, e per lo scarico in acque superficiali (attività prevista nella stagione invernale) quando non c'è fabbisogno irriguo e le portate dei reflui si riducono di circa 10 volte per i minori flussi turistici. Con la particolare configurazione dell'impianto, ci si è posti come obiettivo anche il recupero di energia, mediante la produzione di biogas in un reattore anaerobico, quantificata in circa 90 kWh di energia recuperata al giorno.

Nel caso del progetto HYDROUSA qui presentato, il sistema NBS è stato implementato con lo scopo di trattare le acque reflue deviate dall'impianto di depurazione

municipale del villaggio di Antissa, e di produrre un effluente destinato al riutilizzo dell'acqua in agricoltura secondo la normativa greca ( $BOD_5 < 10 \text{ mg/L}$  per l'80% dei campioni; Solidi sospesi  $< 10 \text{ mg/L}$  per l'80% dei campioni; Torbidezza  $\leq 2 \text{ NTU}$  (valore mediano); *E.coli*  $\leq 5$  per l'80% dei campioni e  $\leq 50$  per il 95% dei campioni).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

L'impianto pilota è costituito da un sistema di trattamento composto da più fasi (HYDRO 1), un reattore UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket, un sistema di trattamento anaerobico che produce biogas, raccolto in un apposito pallone gonfiabile e successivamente purificato e compresso per il successivo possibile utilizzo come combustibile per autoveicoli), un sistema di fitodepurazione (CW – Constructed Wetland) a doppio stadio, un sistema di ultrafiltrazione e una lampada UV. Le acque trattate e i nutrienti recuperati sono poi utilizzati per la fertirrigazione del sito di agroforestazione e per la produzione alimentare (HYDRO 2). Il sistema di fitodepurazione è costituito da due sistemi a flusso verticale (VF CW), la capacità dei VF CW di ossidare l'ammoniaca li ha portati ad essere applicati nel trattamento di effluenti caratterizzati da elevate concentrazioni di ammoniaca. Questa configurazione è utilizzata anche per il percolato di discarica e il trattamento delle acque reflue di lavorazione degli alimenti, che possono avere una concentrazione di ammoniaca superiore a 1000 mgN/L (Kadlec e Wallace, 2009).

I reattori UASB sono adatti come fase di trattamento primario per i sistemi CW, in quanto migliorano la rimozione di COD e TSS rispetto alle fosse settiche convenzionali (Alvarez et al., 2008; De la Varga et al., 2013)

oltre a consentire il recupero di energia in termini di biogas (Liu et al., 2011). Il sistema UASB sfrutta processi anaerobici per il trattamento delle acque reflue, con produzione di fanghi e biogas. L'acqua in uscita viene convogliata nei sistemi di fitodepurazione, dove subisce ulteriori trattamenti di filtrazione e disinfezione prima di essere riutilizzata in agricoltura, oppure è direttamente riutilizzata per la fertirrigazione dopo essere stata disinfeccata. I fanghi in eccesso prodotti dal digestore, mescolati con il biogas, sono inviati a un innovativo sistema di compostaggio in vaso, con cattura dell'umidità e un biofiltro con piante per il trattamento degli odori. I fanghi primari vengono disidratati e compostati in una apposita unità SDRB (Sludge Drying Reed Bed – una fitodepurazione opportunamente modificata per il trattamento fanghi) realizzata accanto al reattore UASB. Il biogas recuperato è invece potenziato a metano per essere utilizzato come combustibile. Il reattore UASB è stato progettato tenendo a mente l'elevata variabilità stagionale del carico idraulico (da circa 10  $\text{m}^3/\text{giorno}$  in inverno ai circa 100  $\text{m}^3/\text{giorno}$  estivi), quindi sono state assunte delle efficienze di rimozione conservative sia per l'inverno che per l'estate: 70% per i composti organici; 70% per le particelle solide in sospensione; 90% per la carica batterica patogena. Nello UASB, inoltre, si osserva un contributo trascurabile nella rimozione di nutrienti e la stessa caratteristica si è cercato di mantenerla anche per i due successivi stadi di fitodepurazione nelle modalità operative della stagione estiva, così da ottenere un effluente a basso contenuto di solidi ma ancora ricco di nutrienti appropriato per la fertirrigazione.

I sistemi di fitodepurazione sono soluzioni ba-

sate sulla natura per il trattamento delle acque reflue, che ricreano i processi di rimozione sviluppati nelle zone umide naturali, sfruttando complessi processi di rimozione biochimici, fisici e fisiologici. Sono costituiti da vasche riempite con un mezzo di riempimento (materiale inerte, in genere ghiaia e sabbia con granulometrie accuratamente selezionata) in cui cresce la vegetazione, l'acqua attraversa la vasca ed è trattata tramite i processi che avvengono grazie all'interazione tra l'acqua, le piante e il biofilm che si sviluppa sul materiale di riempimento (Figura 2).

L'impianto di fitodepurazione è costituito da un primo stadio a flusso sommerso verticale saturo (VF1 SAT), con un letto di  $17,5 \times 14,0$  m, con area totale pari a  $245 \text{ m}^2$ . In questa fase avvengono la denitrificazione del refluo in ingresso e un'ulteriore rimozione di SST,  $\text{BOD}_5$  e agenti patogeni. Il secondo stadio è un sistema a flusso verticale a carico intermittente insaturo (VF2 UNSAT), diviso in quattro letti per assecondare l'orografia locale. Nei quattro letti sono disposte le quattro linee (A, B, C e D) per l'alimentazione batch. Ogni



Figura 2. Una delle vasche di fitodepurazione (fonte: [IRIDRA](#)).

letto misura  $18,0 \times 8,5$  m, circa  $150 \text{ m}^2$  di area, per un'area totale di tutto l'impianto pari a circa  $600 \text{ m}^2$ . In questa fase avvengono la nitrificazione del refluo e la ancora ulteriore rimozione di SST,  $\text{BOD}_5$  e di agenti patogeni. Inoltre, la vegetazione piantata nei letti di questo settore è stata scelta in modo tale da accrescere la biodiversità (*Iris pseudacorus*, *Scirpus lacustris*, *Juncus effusus*, *Carex acuta*, *Phragmites communis*) e mantenere le importanti funzioni delle macrofite acquatiche nei sistemi di fitodepurazione applicati (Figura 3).

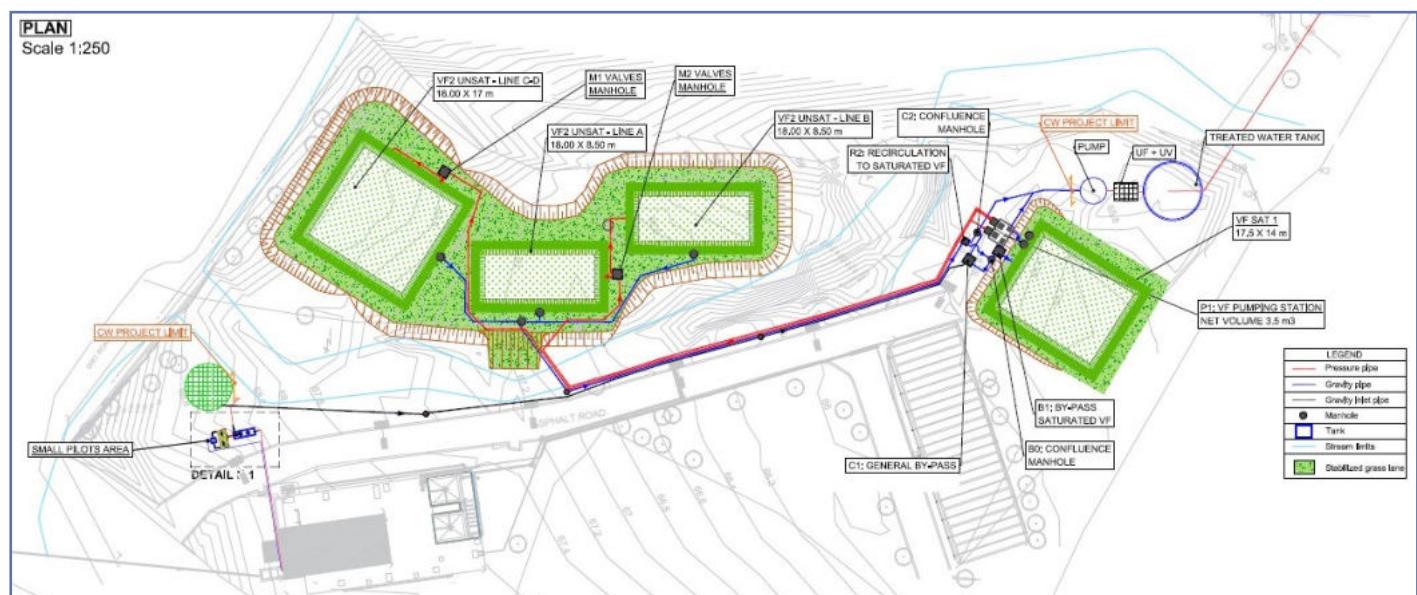


Figura 3. Planimetria del sistema di fitodepurazione (fonte: [Hydrousa](#)).

È previsto un piano di monitoraggio per verificare la qualità dell'effluente in ogni parte del sistema pilota (UASB, CW, post-trattamento), in cui verranno regolarmente misurati, sia da campioni analizzati in laboratorio che da sonde e biosensori collegati online, i parametri relativi a temperatura, pH, torbidità, COD, BOD<sub>5</sub>, azoto totale, ammoniaca, nitrati, fosforo, solidi sospesi, metalli pesanti, *Escherichia coli* ed altri.

Le modalità di operazione del sistema che verranno sperimentate nel corso del progetto sono quattro:

- Modalità 1: trattamento anaerobico UASB + fitodepurazione VF2 UNSAT + disinfezione con lampade UV; senza ricircolo e senza denitrificazione;
- Modalità 2: trattamento anaerobico UASB + fitodepurazione VF1 SAT + fitodepurazione VF2 UNSAT + disinfezione con lampade UV;
- Modalità 3: trattamento anaerobico UASB + fitodepurazione VF1 SAT + fitodepurazione VF2 UNSAT + ricircolo a fitodepurazione VF1 SAT + disinfezione con lampade UV;
- Modalità 4: trattamento anaerobico UASB + ultrafiltrazione (UF) + disinfezione con lampade UV; senza ricircolo e senza rimozione di azoto.

È possibile passare da una modalità operativa all'altra semplicemente cambiando le impostazioni manuali. Lo scopo dell'impostazione delle diverse modalità è sia quello di avere una certa flessibilità nel rapporto tra azoto e fosforo nell'effluente per soddisfare le richieste del sito di agroforestazione, sia quello di studiare l'adattabilità del sistema non solo per l'isola di Lesbo, ma anche per tutti gli altri 25 siti di

replicazione, che essendo situati in nazioni diverse, richiedono il raggiungimento di concentrazioni diverse nell'effluente per il riutilizzo (Figura 4).

Allo scopo di testare la possibilità di aumentare la replicabilità del sistema, in buona sostanza focalizzando la sperimentazione sull'ottenimento di simili performance con superfici di ingombro molto ridotte, sono stati progettati ed installati nello stesso sito ad Antissa anche altri quattro piccoli sistemi pilota (1 m<sup>2</sup> di superficie ciascuno), che trattano una portata di 1 m<sup>3</sup> al giorno di acqua ognuno: un sistema di fitodepurazione areato e tre sistemi di fitodepurazione bioelettrificati, questi ultimi contenenti, come materiale di riempimento, un coke con buona conducibilità elettrica su cui si sviluppa una popolazione di *geobacter* che genera una corrente elettrica derivante dall'ossidazione microbica delle sostanze organiche presenti nei reflui urbani. Il principale vantaggio di questi ultimi sistemi rispetto alla classica fitodepurazione passiva

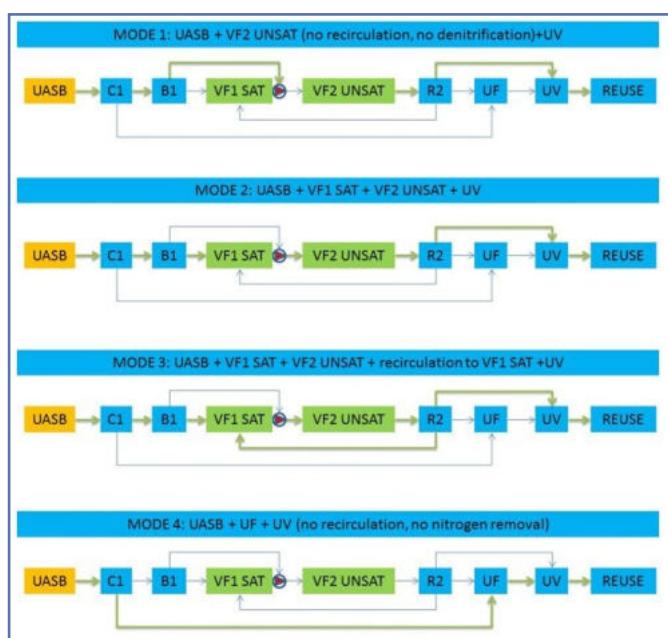


Figura 4. Modalità di operazione del sistema di trattamento (fonte: [Hydrousa](#)).

(inclusa quella areata) è il minore impiego di suolo a parità di risultati (Wu et al., 2016). Questi sono definiti sistemi di fitodepurazione intensificata e grazie a queste soluzioni innovative è possibile ridurre l'impronta areale del sistema di trattamento, aumentando le possibilità di implementazione anche in scenari dove sia ben difficile o proprio impossibile, trovare terreni disponibili per la realizzazione di NBS passive di appropriate dimensioni. Ovviamente la riduzione di superficie è legata all'inserimento di elementi attivi nel design, come ad esempio un compressore per l'aerazione che poi consuma regolarmente energia e quindi innalza i costi di gestione, oppure un materiale di riempimento particolare come il coke, al momento ben più costoso delle sabbie o ghiaie usualmente utilizzate per la fitodepurazione passiva. Di conseguenza, la scelta di sistemi di fitodepurazione intensificati deve essere basata su precise condizioni locali che non permettono le soluzioni più semplici ed economiche, mentre nello specifico caso del sito dimostrativo di Antissa l'obiettivo è stato appunto di comparare le diverse opzioni tecnologiche (attive e passive) trattando la stessa acqua reflua e nelle stesse condizioni ambientali, per poi elaborare alla fine del progetto delle linee guida generali per l'applicazione di NBS per il riuso dei reflui nelle isole Mediterranee, fornendo soluzioni anche per quelle situazioni più complicate dove non vi sia disponibilità di terreno per la realizzazione delle infrastrutture verdi di maggiore ingombro.

Tornando al sistema HYDRO1, l'acqua trattata (100 m<sup>3</sup>/giorno) e i nutrienti recuperati dal sistema, sono poi riutilizzati nel sito di fertirrigazione (superficie di circa 1 ha), in cui sono coltivate diverse specie vegetali per la

produzione di frutta, verdura, erbe aromatiche e oli essenziali. Il percorso di individuazione delle specie e varietà colturali, atte ad una opportuna valorizzazione in chiave agricola delle acque depurate, ha compreso un attento studio del patrimonio genetico autoctono e del mercato locale, al fine di offrire le migliori opportunità agli agricoltori dei luoghi oggetto degli interventi, tenuto conto anche degli orientamenti europei e delle possibilità di sostegno finanziario derivante dalla Politica Agricola Comunitaria. Un report dettagliato di queste attività eseguite dal team di agronomi del progetto è disponibile sul sito web di HYDROUSA.

Sempre al fine di contribuire allo sviluppo dell'economia locale, è inoltre prevista l'installazione di due unità di distillazione di oli essenziali dalle piante aromatiche di HYDRO2, oltre a laboratori per la formazione di operatori per le distillerie e lo sviluppo dei prodotti, con un marchio e un confezionamento appropriato. L'indicatore chiave di prestazione in questo caso è la produzione di almeno 50 kg di oli essenziali nel corso del progetto.

## CONCLUSIONI

In conclusione, nel pieno rispetto dei principi dell'economia circolare, grazie al progetto HYDROUSA e ai sistemi NBS, si propone un nuovo modello di business, sostenibile e replicabile, in cui molti prodotti convenzionalmente considerati come rifiuto sono invece valorizzati e sfruttati come nuova risorsa, limitando lo sfruttamento delle risorse naturali e rispondendo ai problemi di scarsità d'acqua e di nutrienti e perdita di biodiversità. Le acque reflue, che in simili situazioni sono spesso scaricate direttamente in mare, danneggiando l'ecosistema e costituendo un

rischio per l'igiene e la salute, possono quindi diventare una preziosa risorsa, una fonte non convenzionale di acqua da riutilizzare per l'irrigazione, riducendo quindi il prelievo di acqua dolce dalle falde ma al tempo stesso recuperando anche i nutrienti necessari per la fertirrigazione, che a sua volta ha quindi eliminato la necessità di importazione di fertilizzanti sintetici. Il biogas e i fanghi prodotti nel digestore anaerobico UASB, che costituirebbero normalmente un problema con i conseguenti costi e opere necessarie per lo smaltimento, diventano fonte di nutrienti e di energia poi riutilizzabili in altri settori. I fanghi primari vengono, infatti, disidratati e compostati in una apposita unità SDRB, per poter essere riutilizzati. Inoltre, la biodiversità locale non è stata danneggiata dall'implementazione delle soluzioni proposte, ma anzi le specie vegetate piantate nei sistemi di fitodepurazione e nel sito di fertirrigazione, contribuiscono ad aumentare la biodiversità.

La flessibilità di questo progetto dimostra inoltre che è possibile adattare e replicare la soluzione in altri siti caratterizzati da scarsità d'acqua, e dimostra la potenzialità del sistema NBS anche in condizioni di fluttuazioni di carico idraulico elevate, fornendo molteplici benefici addizionali come lo sviluppo dell'economia locale e la creazione di nuovi posti di lavoro.

Quindi è possibile affermare che, le NBS per il trattamento delle acque reflue si pongono come un importante strumento per il raggiungimento di un'economia circolare, con un elevato potenziale come soluzione sostenibile applicabile in qualsiasi area nel mondo in cui ci sia bisogno di trovare una fonte alternativa di acqua, con un costo di gestione ridotto e una minore impronta

energetica rispetto alle infrastrutture grigie, in grado di fornire molteplici benefici secondari, tra i quali l'aumento della biodiversità.

## BIBLIOGRAFIA

- Álvarez J.A., Ruiz I., Soto M., 2008. *Anaerobic digesters as a pretreatment for constructed wetlands*. Ecological Engineering, 33(1), 54-67.
- De la Varga D., Díaz M.A., Ruiz I., Soto M., 2013. *Avoiding clogging in constructed wetlands by using anaerobic digesters as pretreatment*. Ecological engineering, 52, 262-269.
- Kadlec R.H., Wallace S., 2009. *Treatment wetlands*. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, London, New York, 267-347.
- Liu R., Zhao Y., Doherty L., Hu Y., Hao X., 2015. *A review of incorporation of constructed wetland with other treatment processes*. Chemical Engineering Journal, 279, 220-230.
- Masi F., Rizzo A., Regelsberger M., 2018. *The role of constructed wetlands in a new circular economy, resource oriented, and ecosystem services paradigm*. Journal of environmental management, 216, 275-284.
- Wu S., Carvalho P.N., Müller J. A., Manoj V. R., Dong R., 2016. *Sanitation in constructed wetlands: a review on the removal of human pathogens and fecal indicators*. Science of the total environment, 541, 8-22.



**RETICULA** rivista quadriennale di ISPRA  
[reticula@isprambiente.it](mailto:reticula@isprambiente.it)

**DIRETTORE DELLA RIVISTA**  
Luciano Bonci

**COMITATO EDITORIALE**

Serena D'Ambrogi, Michela Gori, Matteo Guccione, Luisa Nazzini, Valentina Rastelli

**COMITATO SCIENTIFICO**

Corrado Battisti, José Fariña Tojo (Spagna), Sergio Malcevschi, Patrizia Menegoni,  
Jürgen R. Ott (Germania), Riccardo Santolini

**Foto di copertina:** bacino realizzato a Gallarate (VA) per la raccolta e infiltrazione delle acque di seconda pioggia. A sinistra, le NBS (opere di Ingegneria Naturalistica) appena realizzate; a destra la situazione attuale dopo 15 anni (foto di G. Gibelli)

Progetto grafico a cura di Elena Porrazzo

La revisione dei testi in lingua straniera è a cura di Daniela Genta

È possibile iscriversi a Reticula compilando il [form di registrazione](#)

Le opinioni ed i contenuti degli articoli firmati sono di piena responsabilità degli Autori

È vietata la riproduzione di testi e immagini se non espressamente citata la fonte

Le pagine web citate sono state consultate a novembre 2021

**ISSN 2283-9232**

Gli articoli pubblicati su RETICULA sono sottoposti ad un procedimento di  
revisione tra pari a doppio cieco

Questo prodotto è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione  
qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2015 valutato da IMQ S.p.A.