Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
Università di Brescia

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ NELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

URBioPark
La biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città.
Urban parks' biodiversity to enhance city dwellers' health

Achille Amatucci, Anna Bertolazzi, Paolo Carletti, Giovanni Dal Corso, Anita Maienza, Luciano Massetti, Tiziana Pandolfini, Michela Tiboni, Vera Ventura, Claudia Zani

PROGETTO PRIN BANDO 2022
(PROGETTI DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
Finanziato dall'Unione Europea - Next Generation EU

URBioPARK
Università di Brescia
Università di Verona
Università degli Studi di Padova
CNR IBE Istituto per la BioEconomia

Pubblicazione realizzata nell'ambito del Progetto PRIN 2022 "URBioPark. La biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città" - CUP D53D23010920006, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU.

Achille Amatucci, Anna Bertolazzi, Paolo Carletti, Giovanni Dal Corso, Anita Maienza, Luciano Massetti, Tiziana Pandolfini, Michela Tiboni, Vera Ventura, Claudia Zani

Con il supporto di

Comune di Brescia
Fondazione Cariplo
Urban Center Brescia
Ambiente Parco

Gruppo di ricerca

Unità di ricerca 1
Università degli studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica[1]
Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica Unità di Igiene, Epidemiologia e Sanità Pubblica[2]
Ats Brescia - Agenzia di Tutela della Salute di Brescia[3]

Unità di ricerca 2
Università degli studi di Padova
Dipartimento di Agronomia, Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE)[4]

Unità di ricerca 3
Università degli studi di Verona
Dipartimento di Biotecnologie[5]

Unità di ricerca 4
Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia[6]

Principal Investigator

Michela Tiboni[1]

Associated Investigator

Anita Maienza[6]
Giovanni Dal Corso[5]
Paolo Carletti[4]

Gruppo di lavoro

Achille Amatucci[1]
Anna Bertolazzi[1]
Stefania Boglietti[1]
Filippo Gallese[6]
Giovanni Maifredi[3]
Alessandro Maranta[1]
Luciano Massetti[6]
Michela Nota[1]
Tiziana Pandolfini[5]
Isabella Poiatti[1]
Giancarlo Renella[4]
Vera Ventura[1]
Claudia Zani[2]

Progetto e impaginazione

elenaziletti.com

Editore

Grafo - Igb Group

IL PROGETTO DI RICERCA URBIOPARK, LA BIODIVERSITÀ DEI PARCHI URBANI PER MIGLIORARE LA SALUTE DEGLI ABITANTI DELLA CITTÀ, È NATO CON L'OBIETTIVO DI FORNIRE UN CONTRIBUTO AL DIBATTITO CONTEMPORANEO SULLA TRASFORMAZIONE DELLE CITTÀ E SUL RUOLO DELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA NEL RISPONDERE IN MODO EFFICACE AI BISOGNI DELLE COMUNITÀ URBANE, IN UN CONTESTO SEGNATO DA CAMBIAMENTI CLIMATICI, PERDITA DI BIODIVERSITÀ E CRESCENTI DISUGUAGLIANZE DI SALUTE.

Il prodotto di tale lavoro di ricerca non poteva che essere un manuale pensato per tecnici, amministratori e decisori pubblici, impegnati nel loro lavoro quotidiano nella costruzione di politiche urbane capaci di mettere al centro le persone, la loro salute e la qualità della loro vita. Assumendo i parchi urbani e il sistema del verde come infrastrutture ecologiche strategiche, il lavoro propone un approccio integrato alla pianificazione, capace di connettere dimensioni tradizionalmente affrontate in modo settoriale. L'urbanistica, l'ecologia urbana, l'analisi microclimatica, la salute pubblica, la valutazione economica dei servizi ecosistemici e i processi partecipativi vengono qui ricondotti a un quadro unitario, finalizzato a supportare scelte di governo del territorio più consapevoli, eque e basate su evidenze scientifiche. Un elemento distintivo del lavoro è rappresentato sicuramente dall'integrazione di indagini approfondite sulla biodiversità della vegetazione e sulla qualità del suolo, considerate come componenti ecologiche attive e determinanti per il funzionamento dei parchi, sistemi vivi e complessi, e per i loro effetti sulla salute e sul benessere della popolazione.
Il valore del manuale risiede nel tentativo di tradurre la ricerca interdisciplinare in strumenti operativi a supporto dei processi di pianificazione urbanistica e di Valutazione Ambientale Strategica. Attraverso indicatori ambientali, dati territoriali e sanitari, metodologie GIS e pratiche di coinvolgimento della cittadinanza, il volume dimostra come la qualità ecologica degli spazi verdi urbani non rappresenti un elemento accessorio, ma una componente strutturale delle politiche urbane orientate alla salute e alla qualità della vita.
L'attenzione ai bisogni della comunità che vive la città emerge sia dall'analisi oggettiva delle condizioni ambientali e sanitarie, sia dall'integrazione delle percezioni, delle preferenze e delle aspettative dei cittadini. In questo senso, il manuale promuove una visione della pianificazione urbanistica come processo inclusivo, capace di riconoscere il valore sociale della biodiversità urbana e di orientare le trasformazioni dello spazio pubblico verso esiti di maggiore benessere collettivo.

Il caso studio della città di Brescia, utilizzato come laboratorio di sperimentazione, offre un modello replicabile per altri contesti urbani, dimostrando come sia possibile costruire città più resilienti, sane e vivibili attraverso l'integrazione tra conoscenza scientifica, strumenti di pianificazione e partecipazione attiva della popolazione.
In qualità di Principal Investigator del progetto, desidero ringraziare il gruppo di ricerca che ha contribuito a questo lavoro: sono stati due anni e mezzo di confronto interdisciplinare, competenze condivise e collaborazione costante che hanno rappresentato un valore fondamentale per la qualità e l'originalità dei risultati raggiunti.

Prof. Ing. Michela Tiboni**, **Ph.D
Ordinario di Tecnica e pianificazione urbanistica
Università degli Studi di Brescia
DICATAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica

SOMMARIO

PREMESSA 7
INTRODUZIONE 10
GUIDA ALLA LETTURA 13

1. INDIVIDUAZIONE AREE DI STUDIO 15

2. ANALISI URBANISTICA 23

3. ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ URBANA 55

4. ANALISI SOCIO - SANITARIA 75

5. CITIZEN SCIENCE E PARTECIPAZIONE 83

6. VALUTAZIONE ECONOMICA E PREFERENZE DEI CITTADINI 91

7. SINTESI E PROSPETTIVE 103

RINGRAZIAMENTI 107
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 109

PREMESSA

Questa monografia è stata realizzata nell'ambito del progetto PRIN 2022 finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU, **URBioPark – La biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città –** e costituisce un output del percorso di ricerca sviluppato sul caso studio della città di Brescia.

La città di Brescia è stata selezionata per la presenza di un sistema articolato di parchi urbani e per la disponibilità di dati territoriali e sanitari idonei a sviluppare un'analisi integrata, completa e replicabile. Il caso studio rappresenta pertanto il prototipo per l'elaborazione delle presenti Linee Guida concepite come un manuale di buone pratiche a supporto della pianificazione del territorio e delle applicazioni di Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

L'obiettivo del manuale è fornire ai tecnici strumenti operativi per affiancare alle fasi di pianificazione e progettazione la valutazione della biodiversità nei parchi esistenti, attraverso una metodologia strutturata e sperimentata.
In particolare, con questa monografia intende dare un contributo al processo di VAS, identificando alcuni principi fondamentali, quali la prevenzione e, ove necessario, la compensazione della perdita di biodiversità, nonché la sua valorizzazione. È infatti ampiamente condiviso che la biodiversità debba trovare adeguata attenzione all'interno del processo di pianificazione, promuovendone la conservazione e l'implementazione.

L'obiettivo del manuale è fornire ai tecnici strumenti operativi per affiancare alle fasi di pianificazione e progettazione la valutazione della biodiversità nei parchi esistenti, attraverso una metodologia strutturata e sperimentata.

Il lavoro include inoltre strumenti a supporto dei processi partecipativi, in particolare con riferimento alle attività di disseminazione e formazione rivolte agli stakeholder, riconoscendo il ruolo centrale del coinvolgimento attivo della popolazione nella promozione di politiche urbane orientate alla biodiversità e alla salute.

Si precisa infine che la monografia si configura come primo output del percorso di ricerca e recepisce gli accorgimenti applicativi emersi nella fase di sintesi, finalizzati alla revisione e al miglioramento delle procedure sperimentate nel caso studio. Il documento si focalizza sulla valutazione della biodiversità esistente in relazione alla salute umana, così come applicata nell'analisi condotta, colmando una specifica lacuna riscontrata in letteratura in tema di sensibilizzazione alla biodiversità e alla sua integrazione nei processi di pianificazione urbanistica.

Parco Giffoni,
Parco Gallo,
Parco della Croce Rossa,
Brescia

INTRODUZIONE

Il progetto URBioPark si pone l'obiettivo di analizzare la biodiversità dei parchi urbani attraverso indicatori ambientali, climatici, vegetazionali e relativi al suolo, approfondendo al contempo le relazioni tra biodiversità e salute degli abitanti mediante l'integrazione di dati socio-sanitari ed epidemiologici.

Le città contemporanee sono chiamate ad affrontare sfide sempre più complesse, legate in particolare agli effetti dei cambiamenti climatici, alla progressiva perdita di biodiversità e alle ricadute di tali processi sulla salute e sul benessere delle popolazioni urbane. In questo scenario, il verde urbano assume un ruolo strategico non solo come elemento strutturale del sistema insediativo, ma anche come infrastruttura ecologica capace di contribuire alla mitigazione climatica, alla resilienza ambientale e al miglioramento della qualità della vita.

Negli ultimi anni, numerosi studi hanno evidenziato come i parchi urbani, e in particolare la loro biodiversità vegetale e del suolo, svolgano un ruolo fondamentale nella fornitura di servizi ecosistemici con ricadute dirette e indirette sulla salute umana. Tuttavia, tali evidenze risultano ancora solo parzialmente integrate nei processi di pianificazione territoriale e, in particolare, negli strumenti di Valutazione Ambientale Strategica (VAS), che raramente includono una valutazione strutturata e operativa della biodiversità urbana esistente.

In questo contesto si inserisce il progetto di ricerca **URBioPark – La biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città**, inserito tra i progetti PRIN Bando 2022 e sostenuto dall'Unione europea – Next Generation EU, con l'obiettivo di indagare in modo integrato il rapporto tra biodiversità urbana, salute pubblica e pianificazione del territorio.

Il progetto, coordinato a livello nazionale dall'Università degli Studi di Brescia e sviluppato insieme al Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per la BioEconomia di Firenze, all'Università degli Studi di Verona e all'Università degli Studi di Padova, con il supporto dell'Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS Brescia) e dell'Urban Center del Comune di Brescia, ha adottato un approccio metodologico multidisciplinare. Tale approccio si fonda su una serie di analisi sito-specifiche applicate al caso studio della città di Brescia, integrando analisi urbanistiche, valutazioni della vegetazione e del suolo, indicatori microclimatici, analisi sanitarie, strumenti di partecipazione e metodi economici per la stima dei servizi ecosistemici. Questa integrazione

Parco dei Poeti, Brescia

consente di costruire un quadro conoscitivo completo e replicabile, utile a supporto delle politiche urbane e dei processi di VAS.

In coerenza con tale impostazione, il progetto URBioPark si pone l'obiettivo di analizzare la biodiversità dei parchi urbani attraverso indicatori ambientali, climatici, vegetazionali e relativi al suolo, approfondendo al contempo le relazioni tra biodiversità e salute degli abitanti mediante l'integrazione di dati socio-sanitari ed epidemiologici. Il progetto mira inoltre a fornire strumenti operativi a supporto della pianificazione urbanistica, con particolare attenzione alla progettazione delle infrastrutture verdi, promuovendo il coinvolgimento attivo della cittadinanza attraverso attività di citizen science, laboratori sul comfort percepito e indagini sulle preferenze dei residenti. Un ulteriore ambito di indagine riguarda la valutazione del valore sociale ed economico dei servizi ecosistemici, affrontata attraverso metodi di analisi delle preferenze e della willingness to pay.

Le attività di ricerca si articolano lungo un percorso integrato che comprende l'analisi del contesto urbanistico e ambientale dei parchi urbani, la valutazione ecologica e microclimatica della biodiversità vegetale e del suolo, l'analisi sanitaria e socio-demografica basata sulla georeferenziazione dei dati ATS e sul calcolo degli indicatori epidemiologici, nonché attività di partecipazione e analisi economica dei servizi ecosistemici. Tale articolazione consente di restituire una lettura complessiva e multidimensionale del ruolo dei parchi urbani nel sistema cittadino.

GUIDA ALLA LETTURA

Il presente manuale riprende l'impostazione del lavoro di ricerca sviluppato nell'ambito del progetto PRIN 2022 URBioPark e la struttura metodologica applicata al caso studio della città di Brescia. Il documento è articolato in sezioni tematiche che accompagnano il lettore lungo il percorso di valutazione, dall'inquadramento generale alle applicazioni operative.

Il documento è organizzato attraverso schede operative tematiche, concepite come strumenti flessibili, utilizzabili integralmente o parzialmente in funzione del contesto e del livello di valutazione da sviluppare.

Nelle prime schede vengono condotte le analisi del contesto urbanistico, quelle relative alla valutazione della biodiversità vegetale e del suolo e l'inquadramento degli aspetti socio-sanitari, in coerenza con l'obiettivo di indagare le relazioni tra biodiversità urbana e salute umana. Questa parte trova riscontro nelle sezioni dedicate all'individuazione delle aree di studio, all'analisi urbanistica, all'analisi della biodiversità urbana e all'analisi socio - sanitaria.

Nella seconda parte si presentano contributi dedicati ai processi partecipativi, alla comunicazione e alla valutazione economica dei servizi ecosistemici, che sono sviluppati nelle sezioni citizen science e partecipazione e valutazione economica e preferenze dei cittadini.

Il processo di valutazione è presentato prevalentemente attraverso schemi e tabelle, al fine di facilitarne la consultazione e l'applicazione. Gli approfondimenti metodologici e teorici sono affidati a note e rimandi interni, consentendo al lettore di modulare il livello di dettaglio.

L'impostazione complessiva del manuale è stata definita tenendo conto delle esigenze operative dei tecnici coinvolti nei processi di pianificazione urbanistica e di Valutazione Ambientale Strategica.

Sono inoltre presenti alcune indicazioni emerse nella fase di sintesi del progetto, che restituiscono una lettura critica del percorso svolto e supportano un'applicazione più consapevole della metodologia proposta.

L'impostazione complessiva del manuale è stata definita tenendo conto delle esigenze operative dei tecnici coinvolti nei processi di pianificazione urbanistica e di Valutazione Ambientale Strategica.

Parco Croce Rossa,
Brescia

1

INDIVIDUAZIONE AREE DI STUDIO

Parco Gallo,
Brescia

La metodologia oggetto del presente documento può essere applicata a tutte le aree verdi di un contesto urbano, oppure ad alcune di esse, ritenute casi studio interessanti. Per la loro individuazione si dovrà procedere con una fase di selezione.

La fase di individuazione delle aree di studio rappresenta quindi la fase preliminare del processo di analisi e richiede una valutazione integrata del contesto territoriale di riferimento. La metodologia proposta è replicabile in qualunque ambiente urbano e prevede la definizione preventiva del quadro urbanistico, demografico, ecologico e sociale all'interno del quale selezionare gli ambiti da analizzare.

La scelta dei parchi è opportuno che venga condotta considerando dimensioni del territorio comunale, numero di abitanti, densità insediativa, distribuzione della dotazione verde urbana e ruolo del parco all'interno del tessuto sociale urbano. Tali parametri consentono di costruire una prima cornice territoriale entro la quale selezionare un ventaglio di parchi rappresentativi delle differenti condizioni urbane presenti, sia dal punto di vista ambientale sia da quello della fruizione e dell'uso sociale.

La selezione preliminare delle aree avviene attraverso:

UNA RICOGNIZIONE CARTOGRAFICA,
basata su ortofoto, uso del suolo e presenza di aree verdi di dimensioni significative.

UN SOPRALLUOGO FINALIZZATO A VERIFICARE SUL CAMPO
la qualità botanica, la conformazione degli spazi, le modalità di fruizione e la presenza di condizioni utili al campionamento ambientale.

UNA PRIMA ANALISI URBANISTICA E SOCIALE SPEDITIVA,
utile a valutare tipologie edilizie, densità del costruito, accessibilità, omogeneità delle coperture vegetali, centralità del parco rispetto al quartiere, intensità d'uso e caratteristiche generali di contesto.

Sulla base di tali criteri, vengono selezionati i parchi che garantiscono contemporaneamente:

- una **dimensione sufficiente** per effettuare misurazioni spaziali e ambientali;
- una **diversificazione dei contesti urbani** (quartieri con diversa morfologia urbana, densità edilizia o dotazione verde);
- un **ruolo riconoscibile nel tessuto sociale** urbano, in termini di centralità rispetto al quartiere, accessibilità, continuità degli spazi pubblici e grado di fruizione da parte della cittadinanza;
- la presenza di **almeno due nuclei omogenei di vegetazione arborea** per parco;
- la possibilità di effettuare il campionamento ambientale in **sicurezza** e con condizioni **adeguate alla metodologia**.

Esempi di parco urbano di interesse per lo studio: inserimento nel contesto urbano, accessibilità diffusa e uso quotidiano da parte della popolazione residente.

Analogamente, possono essere esclusi dall'analisi quei parchi in cui:

- il parco risulti **marginale** rispetto al tessuto urbano, **scarsamente accessibile**, **poco utilizzato** o **privo di una funzione riconoscibile** per la vita quotidiana del quartiere;
- la morfologia complessiva (laghetti, collinette, aree in forte trasformazione) renda **poco replicabile il confronto**;
- **non siano presenti superfici sufficientemente omogenee** da sottoporre a campionamento;
- siano presenti **condizioni che possano alterare il rilievo** (lavori recenti, piantumazioni nuove, assetti transitori).

Esempio di parco urbano poco idoneo per lo studio: scarsa integrazione urbana, bassa fruizione e configurazione spaziale poco rappresentativa.

In questo modo vengono definiti gli ambiti più rappresentativi e idonei per l'analisi integrata dei dati vegetazionali, microclimatici, urbanistici e socio-sanitari, ai fini dell'indagine sulla relazione tra caratteristiche ecologiche del parco, modalità di utilizzo e potenziali effetti sul benessere della popolazione.

OSSERVAZIONI

Nota 1- Diversificazione dei parchi selezionati
Nelle analisi comparative, la selezione delle aree di studio dovrebbe includere parchi con caratteristiche tra loro diversificate per dimensione, densità arborea, contesto edilizio e dotazione di verde. Una maggiore eterogeneità dei casi studio consente di valutare in modo più robusto gli influssi microclimatici ed ecologici e di distinguere l'efficacia delle diverse tipologie di parchi urbani sulle condizioni di benessere e salute di chi vive in prossimità del parco.

Nota 2 - Effetto della dotazione verde urbana diffusa
In contesti urbani caratterizzati da una dotazione verde estesa e diffusa, come la città di Brescia, questa operazione di selezione non è semplice poiché risulta difficile individuare, oltre ai parchi da indagare, possibili aree prive di copertura vegetale, utili a un confronto con i parchi e l'effetto sull'intorno. La metodologia deve pertanto tenere conto di tale specificità territoriale nella definizione dei buffer e nella lettura dei risultati, come verrà illustrato nelle sezioni successive.

Nota 3 - Ruolo sociale del parco e benessere
Il ruolo sociale del parco urbano costituisce un ulteriore elemento di rilievo nella selezione delle aree di studio. Parchi integrati nel tessuto urbano, facilmente accessibili e caratterizzati da una fruizione quotidiana, contribuiscono a favorire attività sociali, movimento leggero e permanenza all'aperto, in genere con potenziali effetti positivi sul benessere fisico e psicologico della popolazione.

PARCO DEI POETI	PARCO GIFFONI	PARCO GALLO	PARCO CROCE ROSSA
28.805 m2	18.575 m2	34.701 m2	32.989 m2
Via Valcamonica, Via Prima	Traversa Quarta, Dodicesima	Via Cefalonia, Via Corfù	Via della Lama, Via Calamandrei
Quartiere Villaggio Badia	Quartiere Villaggio Sereno	Quartiere Don Bosco	Quartiere Mompiano
(cod. 33) Zona Ovest	(cod. 23) Zona Sud	(cod. 6) Zona Sud	(Cod. 11) Zona Nord
Lat: N 45.548328	Lat: N 45.514114	Lat: N 45.527800	Lat: N 45.566442
Lon: E 10.162520"	Lon: E 10.191505"	Lon: E 10.208270	Lon: E 10.243504

Brescia: individuazione dei parchi oggetto di studio

2

ANALISI URBANISTICA

Parco dei Poeti,
Brescia

1. INTRODUZIONE, OBIETTIVI E IMPOSTAZIONE METODOLOGICA GENERALE

L'intero processo si fonda sulla elaborazione di dati territoriali, ambientali e socio-demografici in ambiente GIS, combinata con l'impiego di indicatori quantitativi e qualitativi.

L'analisi urbanistica e ambientale dei parchi urbani si sviluppa attraverso quattro sezioni integrate, che permettono una lettura multilivello e progressivamente più approfondita del parco e del tessuto urbano circostante.

L'intero processo si fonda sulla elaborazione di dati territoriali, ambientali e socio-demografici in ambiente GIS, combinata con l'impiego di indicatori quantitativi e qualitativi.

Questo approccio metodologico strutturato consente di:

- **analizzare** il contesto urbano e le sue relazioni spaziali;
- **comprendere** le funzioni del parco all'interno della rete degli spazi pubblici;
- **valutare** la dotazione ecologica e il grado di connessione con il verde circostante;
- **interpretare** le caratteristiche microclimatiche che incidono sul comfort e sulla qualità ambientale;
- **mettere in relazione** il parco con le caratteristiche socio-demografiche del quartiere.

Parco Croce Rossa, Brescia

In questo modo l'analisi restituisce un quadro completo, utile sia per la valutazione comparativa dei parchi sia per la definizione di indirizzi progettuali e gestionali orientati al miglioramento del benessere degli utenti e alla resilienza urbana.

1. **INQUADRAMENTO GENERALE**
   Descrive la posizione del parco nel sistema urbano e territoriale, includendo le caratteristiche morfologiche, l'appartenenza a quartieri o sub-ambiti, la presenza di elementi fisici rilevanti e le principali trasformazioni storiche.
   Questa lettura consente di comprendere il ruolo urbano e paesaggistico del parco.

2. **ANALISI DEL CONTESTO (BUFFER 500 M)**
   L'analisi all'interno del buffer permette di valutare il tessuto urbano circostante, le tipologie edilizie prevalenti, la disponibilità di verde urbano, la connessione ecologica, i servizi presenti, la rete della mobilità e l'accessibilità al parco. Questa fase definisce le condizioni ambientali in cui il parco è inserito e le relazioni funzionali con il quartiere.

3. **ANALISI INTERNA DEL PARCO**
   Descrive le caratteristiche proprie dell'area verde: struttura vegetazionale, dotazioni, superfici permeabili e impermeabili, sistema degli accessi, fruibilità, infrastrutture e gestione del verde. L'obiettivo è identificare potenzialità, criticità e aspetti strutturali rilevanti all'interno del perimetro del parco.

4. **ANALISI DEGLI INDICI MICROCLIMATICI (PARCO E BUFFER)**
   La componente microclimatica costituisce una sezione autonoma della metodologia, poiché valuta le condizioni ambientali in maniera quantitativa integrando scale diverse (parco e contesto urbano).

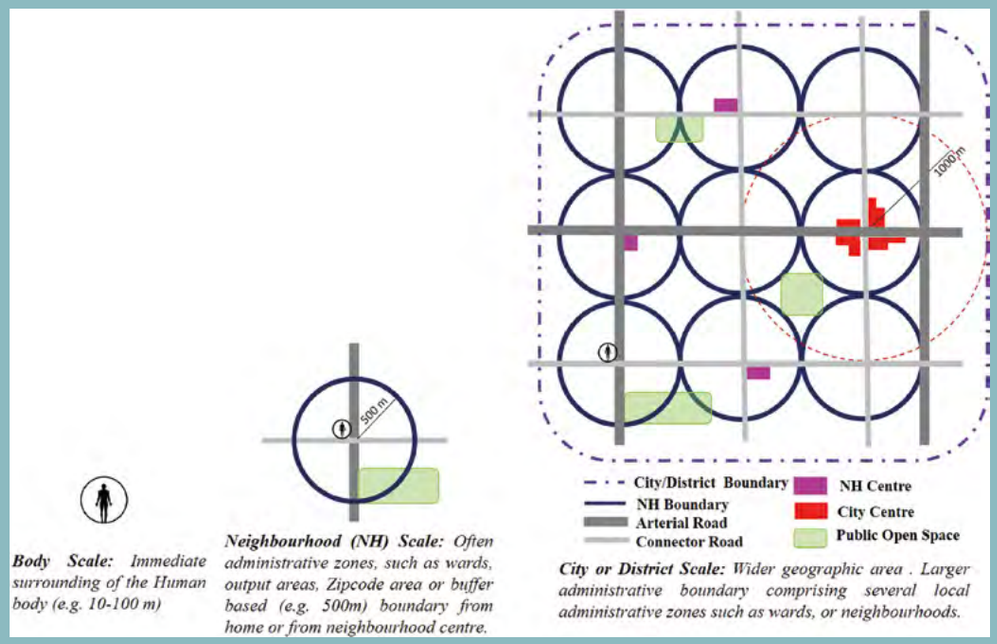
Nel seguito viene illustrato nel dettaglio lo sviluppo di ciascun punto, con approfondimenti specifici, e al termine viene presentata una scheda esemplificativa di analisi di un parco.

1. INQUADRAMENTO GENERALE

Indicatore	Descrizione
Localizzazione ed estensione	Individuazione georeferenziata del parco all'interno della città (strada e coordinate geografiche WGS84 con indicazione dell'estensione del parco). Breve descrizione dell'intorno urbano e della storia del parco.
Areale di riferimento	Le analisi vengono condotte all'interno di un buffer circolare di 500 m, definito come scala di vicinato utile a cogliere le relazioni funzionali tra il parco e il tessuto urbano circostante. È la distanza maggiormente riconosciuta dalla letteratura nel valutare gli effetti del verde su salute e benessere umano e sul microclima.

BOX 1: AREALE DI RIFERIMENTO

La misura dell'areale di riferimento di 500m, riconducibile alla scala di vicinato, viene identificata dalla letteratura scientifica come quella che permette una reciproca influenza tra il parco e il contesto per la valutazione degli effetti benefici delle piante e del verde sulla salute (Labib et al., 2020; Petralli et al., 2014)



Concettualizzazione delle scale spaziali utilizzate nella ricerca sugli spazi verdi urbani e sulla salute: corpo, quartiere e città/distretto (Fonte: Labib et al., 2020).

2.ANALISI DI CONTESTO

Indicatore	Descrizione
Classificazione urbanistica e tipologie edilizie	Classificazione delle principali destinazioni d'uso (residenziale, produttiva, commerciale, mista) e delle tipologie edilizie prevalenti. L'analisi consente di restituire un quadro della densità abitativa, della struttura insediativa e delle potenziali pressioni/connessioni con il parco. La rappresentazione cartografica mediante differenziazione cromatica facilita la lettura della morfologia urbana.
Verde e uso del suolo	L'analisi delle aree verdi nel buffer consente di valutare la connessione ecologica tra il parco e il sistema urbano e periurbano. Identificare la quantità e la distribuzione di verde pubblico, aree naturali o agricole, permette di stabilire se il parco è parte di una rete ecologica continua, oppure un nodo isolato che opera come stepping stone. Il rilievo considera tre categorie nel buffer: • Verde del parco (area di studio) • Verde urbano (parchi, giardini, verde di arredo) • Verde extraurbano/agricolo
Servizi e mobilità	L'analisi dei servizi presenti, nell'area circostante i parchi, fornisce un quadro completo delle risorse e delle opportunità accessibili alla comunità locale, che condizionano direttamente la qualità della vita degli abitanti e la fruizione degli spazi verdi urbani. La disponibilità di servizi come scuole, negozi, trasporti pubblici, strutture sanitarie e ricreative può influenzare significativamente l'attrattività, l'accessibilità dei parchi e conseguentemente la fruizione degli stessi. Si mappano le principali funzioni pubbliche (scuole, strutture sportive, religiose, sociali, culturali) e le reti di mobilità sostenibile. Gli indicatori chiave includono: • presenza di linee di trasporto pubblico locale (TPL) e relative fermate; • piste ciclabili e percorsi pedonali connessi al parco; • disponibilità di parcheggi e accessi carrabili; • stazioni di bike-sharing o altre forme di mobilità condivisa.

Indicatore	Descrizione
Vincoli e idrologia	Per valutare la vulnerabilità dell'area, l'analisi dei vincoli ambientali e idrogeologici considera eventuali limitazioni legate alla difesa del suolo e alla sicurezza idraulica. Si verifica se i parchi ricadono in zone esondabili, aree a rischio idrogeologico, aree di salvaguardia delle captazioni, siti potenzialmente contaminati o aree soggette a vincoli paesaggistici e ambientali (art.136 D.Lgs. 42/2004). Questa valutazione consente di individuare potenziali minacce e criticità territoriali che possono incidere sulla sicurezza e sulla gestione del parco. La presenza di vincoli idrogeologici o di aree esondabili segnala terreni con condizioni di instabilità o potenziale rischio di allagamento.

3. ANALISI DEL PARCO

Indicatore	Descrizione
Vegetazione	Comprende il censimento della flora arborea e arbustiva mediante rilievi o dati di gestione. Si rilevano: • numero totale di alberi; • principali specie e distribuzione; • epoca di impianto e fasi evolutive; • modalità di gestione (sfalci, potature, irrigazione).
Pavimentazioni e permeabilità	Le superfici del parco vengono classificate in base alla loro capacità di assorbire o drenare l'acqua meteorica. La valutazione della permeabilità complessiva avviene tramite il Rapporto di Permeabilità (Rp), che esprime il grado di permeabilità equivalente dell'intero parco, considerando sia le superfici completamente permeabili sia quelle semi-permeabili o impermeabili. Questa analisi è fondamentale per comprendere: • la resilienza idrologica del parco; • la sua capacità di mitigare il runoff urbano; • la risposta ai fenomeni di pioggia intensa; • l'effetto combinato tra materiali, suolo e gestione delle acque. Il calcolo del Rp integra le caratteristiche delle superfici e i comportamenti idrologici associati mediante i coefficienti di deflusso (Ci). Il risultato è espresso in percentuale (%) e permette di classificare il parco secondo livelli di permeabilità: • Rp > 80% > ottima permeabilità • 70% – 80% > buona permeabilità • 60 – 70% > sufficiente • < 60% > criticità significativa

Indicatore	Descrizione
Accessi e recinzioni	Si rilevano numero, posizione e caratteristiche degli accessi, eventuali recinzioni e gli orari di apertura. L'informazione è utile per comprendere il grado di fruibilità reale del parco.
Servizi interni	Si rileva la presenza di attrezzature e servizi di supporto alla fruizione: • aree giochi, campi sportivi, zone per animali, spazi eventi; • arredi (panchine, tavoli, cestini, pergolati); fontanelle, servizi igienici, punti luce. L'elenco consente di valutare l'accessibilità e la multifunzionalità del parco.

BOX 2: RAPPORTO DI PERMEABILITÀ

Il RP si ottiene attraverso la seguente formula:

$$Rp = \frac{\sum (Si \times (1 - Ci))}{Stot}$$

dove:
S_i = superficie della tipologia i-esima (m²)
C_i = coefficiente di deflusso associato alla tipologia i-esima
S_tot = superficie totale del parco (m²)
$(1 - C_i)$ = permeabilità equivalente della superficie

I coefficienti di deflusso rappresentano la quota di acqua meteorica che non viene assorbita e si trasforma in ruscellamento.
Sono valori standard utilizzati in idrologia urbana e possono essere:
- *derivati da linee guida ISPRA, CNR, Regioni,*
- *indicati nella componente geologica del PGT,*
- *assunti tramite tabelle di riferimento consolidate.*

Di seguito una tabella sintetica con valori tipici per le principali superfici presenti nei parchi urbani:

Tipologia di superficie	***Coeff. di deflusso (C_i)***	***Tipo***
Prato / terreno naturale	*0,05 – 0,20*	*Permeabile*
Terra battuta / ghiaia	*0,20 – 0,35*	*Semipermeabile*
Pavimentazioni drenanti (masselli filtranti, stabilizzati)	*0,50 – 0,70*	*Semipermeabile*
Betonelle su letto sabbia	*0,60 – 0,75*	*Semipermeabile*
Pavimentazioni sintetiche / gomma	*0,70 – 0,85*	*Semipermeabile/ impermeabile*
Asfalto, calcestruzzo, CLS	*0,85 – 1,00*	*Impermeabile*

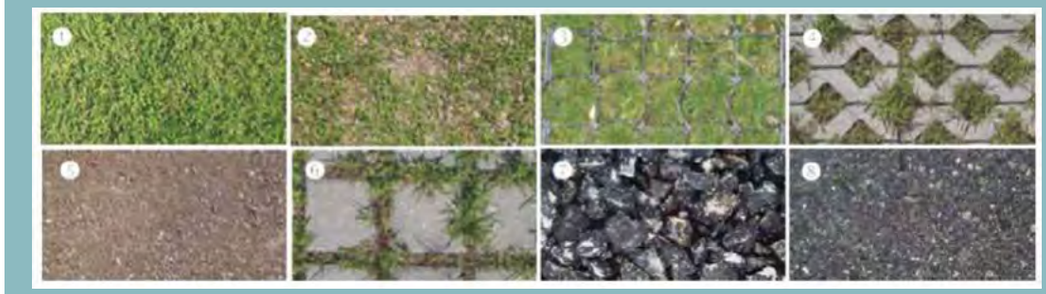


Figura: Panoramica delle superfici più comuni, dalla più permeabile alla meno permeabile (Fonte: Prokop et al., 2011).

4. ANALISI INDICI MICROCLIMATICI (PARCO E BUFFER)

Indicatore	Descrizione
Tree Canopy Cover (TCC)	La Tree Canopy Cover (TCC) è un indicatore che misura la percentuale di superficie coperta dalla chioma degli alberi in un determinato ambito territoriale. La sua analisi permette di valutare la quantità e la distribuzione dell'ombreggiamento naturale, elemento chiave per la mitigazione delle isole di calore, la regolazione del microclima locale e il miglioramento del comfort percepito dagli utenti. La TCC viene calcolata sia nel perimetro del parco sia nell'intorno di 500 m, poiché il confronto consente di comprendere: • se il parco costituisce un'isola di elevata copertura arborea rispetto al quartiere; • se il tessuto urbano circostante è dotato di alberature sufficienti o deficitario; • quanto la presenza o assenza di arbusti e alberi influenzino altri indicatori microclimatici. La classificazione in fasce facilita la lettura e consente la comparazione tra parchi diversi: Fascia / Intervallo (%) / Interpretazione 0 – 0,4 / Bassa copertura / Aree scoperte o edificato 0,4 – 10 / Media copertura / Presenza di alberature sparse > 10 / Alta copertura / Presenza diffusa di chiome arboree
Land Surface Temperature (LST)	L'analisi della "Temperatura della Superficie Terrestre - Land Surface Temperature (LST), misurata tramite dati satellitari nell'infrarosso termico, è significativa per valutare come la morfologia urbana influenzi il comfort termico. Indagare questa relazione permette di limitare quelli che sono i fattori controllabili dell'effetto Isola urbana di calore (UHI), cioè quelli connessi alla geometria urbana. Se da una parte le aree verdi mitigano le ondate di calore, viceversa la modifica antropica dell'ambiente innalza le temperature. Si sottolinea nello specifico che la valutazione delle temperature a livello del suolo permette di stimare la Surface Urban Heat Island (SUHI). Si confrontano i valori medi rilevati nel parco e nel buffer urbano per stimare la capacità del verde di mitigare le isole di calore. Differenze significative tra parco e intorno evidenziano l'efficacia della copertura vegetale nel migliorare il comfort termico.

Indicatore	Descrizione
Sky View Factor (SVF)	Lo Sky View Factor (SVF) quantifica la porzione di cielo visibile da un punto di osservazione e permette di stimare la capacità del tessuto urbano di disperdere il calore. Valori prossimi a 1 indicano morfologia aperta e buona ventilazione, mentre valori inferiori a 0,7 suggeriscono canyon urbani o elevata densità edilizia.
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	L'indice Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) misura la presenza, la densità e la vigoria della vegetazione, combinando la riflettanza nelle bande NIR (infrarosso vicino) e RED (rosso). Calcolato durante la stagione vegetativa, l'indice assume valori elevati in superfici coperte da vegetazione sana e densa e valori bassi in quelle dove la copertura vegetale è scarsa o assente. L'indice assume valori compresi tra –1 e +1, interpretabili come segue: • < 0,1 > suolo nudo, superfici artificiali, acqua • 0,1 – 0,2 > vegetazione molto scarsa • 0,2 – 0,3 > copertura bassa • 0,3 – 0,4 > copertura medio-bassa • 0,4 – 0,5 > copertura media • 0,5 – 0,6 > copertura medio-alta • > 0,6 > vegetazione molto densa e vigorosa l confronto tra NDVI del parco e quello del buffer permette di individuare differenze nella qualità vegetazionale e di evidenziare eventuali aree degradate o carenti di copertura.
Normalized Difference Moisture Index (NDMI)	L'indice Normalized Difference Moisture Index (NDMI) misura l'umidità della vegetazione, combinando la riflettanza nelle bande NIR (infrarosso vicino) e SWIR (infrarosso medio). Valori elevati indicano vegetazione ben idratata, mentre valori bassi segnalano stress idrico o scarsa presenza vegetale. Il calcolo segue la stessa procedura dell'NDVI, sostituendo alla banda del rosso la banda SWIR. L'interpretazione standard dei valori è la seguente: • < 0,0 > superfici impermeabili o acqua • 0,0 – 0,1 > vegetazione assente • 0,2 – 0,3 > vegetazione bassa con stress idrico • 0,3 – 0,4 > vegetazione medio-bassa, stress moderato • 0,4 – 0,5 > vegetazione media, buono stato idrico • 0,5 – 0,6 > copertura vegetale alta, assenza di stress • 0,6 > vegetazione molto densa e ben idratata (o anomalie come nuvole/ristagni) Il confronto tra parco e buffer permette di individuare aree in stress idrico o condizioni vegetazionali critiche all'interno del quartiere.

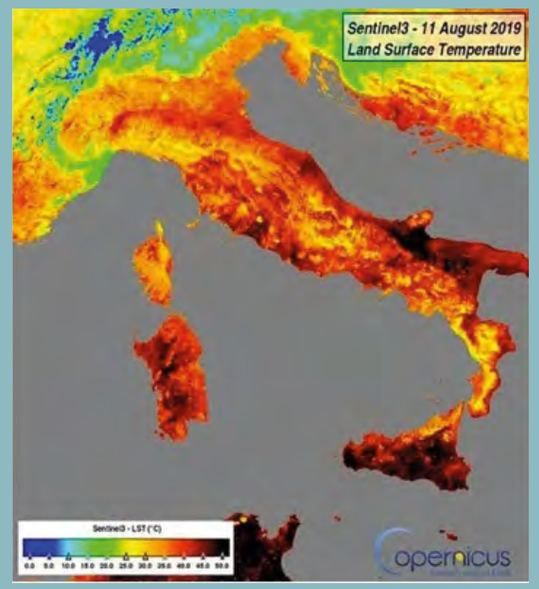
BOX 3: TREE CANOPY COVER E REGOLA 3-30-300

La Tree Canopy Cover (TCC) viene ricavata attraverso l'analisi di ortofoto o immagini aeree ad altarisoluzione, elaborate in ambiente GIS per identificare la proiezione a terra delle chiome degli alberi.
L'estrazione può avvenire mediante fotointerpretazione o tramite strumenti di classificazione automatica, inclusi approcci basati sull'intelligenza artificiale, che distinguono le aree vegetate dalle altre tipologie di suolo.
La TCC è espressa come percentuale della superficie totale del parco (o del buffer) ed è utilizzata nel progetto URBioPark anche in relazione alla regola 3–30–300, secondo cui un quartiere dovrebbe garantire almeno il 30% di copertura arborea. L'indicatore consente quindi di valutare la dotazione arborea effettiva e il contributo degli alberi alla regolazione microclimatica e al benessere ambientale.

Regola 3 – 30 -300 (Fonte: UNECE, 2022)

BOX 4: LAND SURFACE TEMPERATURE

La Land Surface Temperature (LST) viene derivata da immagini termiche acquisite dai satelliti (ad es. Landsat 8), disponibili tramite piattaforme che preprocessano i dati e generano raster di temperatura superficiale. Le temperature sono ottenute convertendo la radianza infrarossa registrata dal sensore in valori espressi in °C, applicando modelli di emissività basati su prodotti globali (ASTER, MODIS) o su indici vegetazionali (NDVI).
Una volta importata in GIS, la LST permette di individuare le isole di calore superficiali (Surface Urban Heat Island - SUHI) e di confrontare il comportamento termico del parco rispetto al quartiere. È uno degli indicatori più efficaci per valutare l'effetto mitigante delle aree verdi sul microclima urbano.
In Figura 12 si riporta un esempio di LST misurata nel 2019 da Copernicus1, il programma di osservazione della Terra dell'Unione Europea, dedicato a monitorare il nostro pianeta e il suo ambiente a beneficio di tutti i cittadini europei.



Ondata di calore in Italia: LST misurata il giorno 11/08/2019 dal Copernicus EU #Sentinel - 3 (Fonte: Copernicus).

Parco dei Poeti,
Brescia

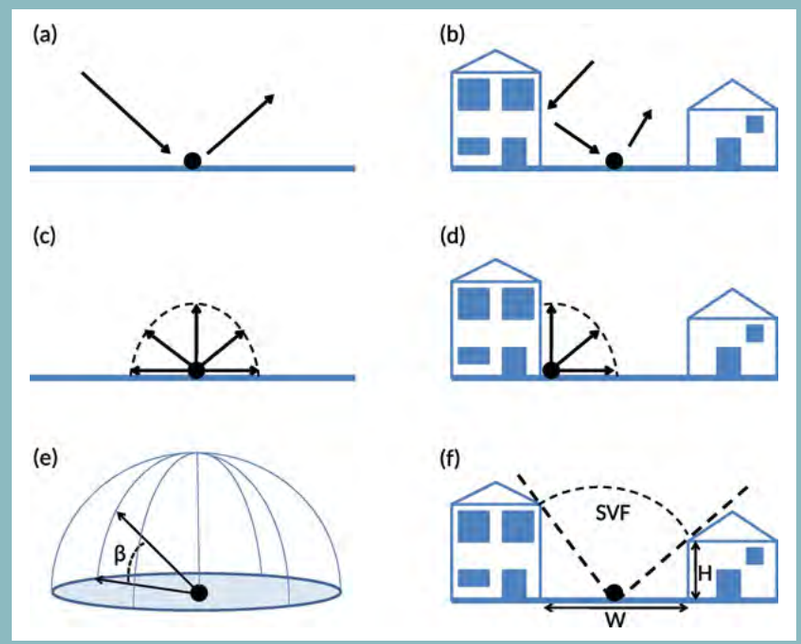
BOX 5: SKY VIEW FACTOR

Lo Sky View Factor (SVF) si ricava tramite modelli digitali della superficie urbana (DSM/DTM) che rappresentano il terreno, gli edifici e la vegetazione. Software GIS o strumenti specifici (come SAGA GIS) calcolano la frazione di cielo visibile da ogni punto, distinguendo tra superfici libere e ostacoli verticali.

Il risultato è un raster con valori da 0 a 1:

- *valori bassi indicano "canyon urbani", con scarsa ventilazione e accumulo di calore;*
- *valori alti, tipici dei parchi, rivelano spazi aperti capaci di disperdere la radiazione e favorire il raffrescamento notturno.*

Lo SVF è quindi un indicatore geometrico essenziale per interpretare l'efficacia microclimatica delle aree verdi e il loro ruolo nella struttura del quartiere.



Componenti della radiazione in un campo aperto e in un canyon stradale. (a) Radiazione a corto raggio in un campo aperto. (b) Radiazione a corto raggio in un canyon stradale. (c) Emissione di radiazione a lunghezza d'onda in un campo aperto. (d) Emissione di radiazione a lunghezza d'onda in un canyon stradale. (e) SVF calcolato in 3D. (f) SVF in un canyon stradale 2D. (Fonte: Dirksen et al., 2019).

BOX 6: NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX

L'NDVI viene calcolato utilizzando le bande multispettrali del satellite Sentinel-2, su un'immagine presa durante la stagione vegetativa, in particolare:
Banda 8 (NIR) — vicino infrarosso
Banda 4 (RED) — rosso

Le bande vengono combinate tramite il calcolatore raster secondo la formula:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}}$$

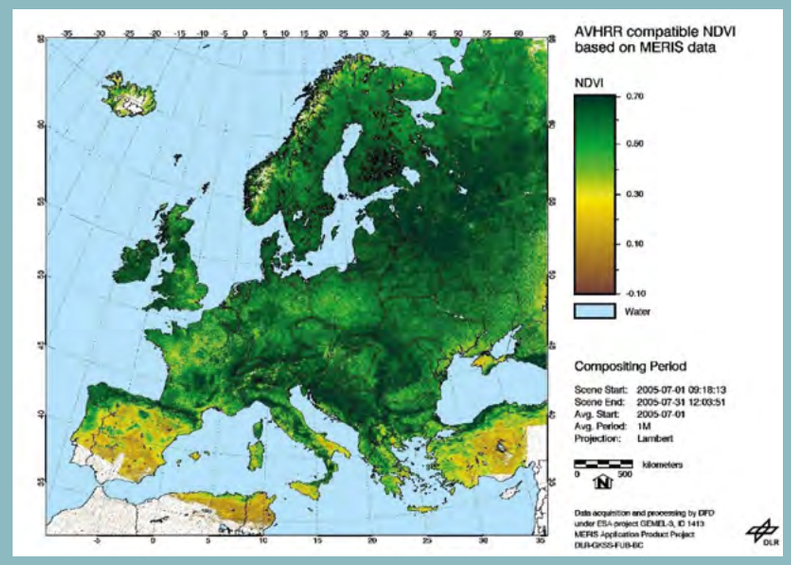
dove:
ρ_{nir} *è il valore di riflettanza nella banda del vicino infrarosso;*
ρ_{red} *è il valore di riflettanza nella banda del rosso.*

La vegetazione sana assorbe radiazione nella banda del rosso e riflette intensamente nel vicino infrarosso; per questo motivo valori elevati di NDVI indicano vegetazione densa, continua e vigorosa, mentre valori bassi descrivono suoli nudi, superfici artificiali o vegetazione rada e in stress.

Nel contesto urbano l'indice consente di valutare:

- *la qualità vegetazionale del parco,*
- *la continuità della copertura arboreo-erbacea,*
- *le differenze di stato vegetativo tra il parco e il buffer, utili per interpretare il contributo ecologico del verde rispetto al tessuto circostante.*

Esempio esportazione NDVI



(Fonte: PhysicsOpenLab, Giusti, 2017).

BOX 7: NORMALIZED DIFFERENCE MOISTURE INDEX

Il NDMI viene ricavato combinando la riflettanza rilevata dal satellite Sentinel-2 nelle bande:

- *Banda 8 (NIR) — vicino infrarosso*
- *Banda 11 (SWIR) — infrarosso medio*

secondo la formula:

$$NDMI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{swir}}{\rho_{nir} + \rho_{swir}}$$

dove:
ρ_{nir} *è il valore di riflettanza nella banda del vicino infrarosso;*
ρ_{swir} *è il valore di riflettanza nella banda dell'infrarosso.*

L'indice è particolarmente sensibile alla quantità di acqua contenuta nei tessuti vegetali:
valori elevati indicano vegetazione ben idratata e in buona salute;
valori bassi rivelano stress idrico, siccità o condizioni vegetazionali degradate.

L'applicazione dell'NDMI nel parco e nel buffer permette di individuare:

- *zone soggette a deficit idrico,*
- *aree con vegetazione in sofferenza,*
- *criticità potenziali legate alla gestione (irrigazione, ombreggiamento, degrado del suolo).*

L'indice contribuisce quindi alla lettura complessiva del comportamento microclimatico dell'area e aiuta a identificare interventi prioritari di manutenzione o rinaturalizzazione.

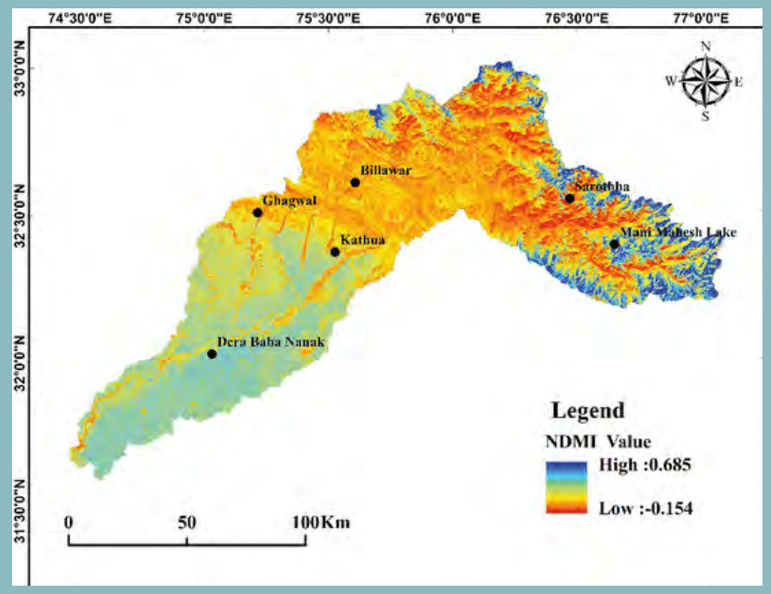


Figura: NDMI applicato alla costa del bacino del fiume Ravi (Pakistan) (Fonte: Taloor et al., 2020).

ESEMPIO DI SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DI UNO DEI PARCHI ANALIZZATI A BRESCIA NEL PROGETTO

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani | Università degli Studi di Brescia

Parco Gallo, Brescia
Scheda di caratterizzazione

INQUADRAMENTO GENERALE	
Localizzazione	Via Cefalonia, Via Corfù Quartiere Don Bosco (cod. 6) Zona Sud
Coordinate geografiche WGS84	Latitudine: N 45.527800 Longitudine: E 10.208270
Estensione	34.701 mq
ANALISI DI CONTESTO	
Tessuto urbano	Tessuto eterogeno, da residenziale (ovest) a terziario (est)
Popolazione residente (buffer)	Popolazione totale: 8074 Popolazione maschile: 3885 Popolazione femminile: 4183
Tipologie edilizie	Prevalenza tipologica: blocco 4 o più pft (27,75%) linea 2/3 pft (29,61%) linea 4 o più pft (25,37%)
Verde	Parco (4,42%) Verde urbano buffer (24,32%)
Servizi	Limitrofo a scuole, biblioteca, parcheggio e fermate servizi TPL
Vincoli	Ricade nel SIN Caffaro matrice falda
Accessibilità e punti di sosta	Pedonale, ciclabile, carrabile e TPL

Scheda Parco Gallo 1/16

Accessibilità e punti di sosta	Pedonale, ciclabile, carrabile e TPL
Idrologia del sito	Tratto coperto di alveo (RIM) e pozzo comunale non usato (poiché SIN)
ANALISI DEL PARCO	
Informazioni vegetazione	N° alberi: 191
Storia	Realizzazione del parco conclusa nel 1986 Evoluzione: pre 1982 – 1988 – 2021
Gestione del verde	Esecuzione di 10 sfalci all'anno (senza raccolta) ed interventi mirati di potatura ove necessario
Analisi superfici	85% superficie permeabile; 13% superficie impermeabile; 2% superficie semipermeabile; Rp= 77%.
Fruibilità e punti di accesso	Spazio ad accesso pubblico completo (7/24h); Recinzioni inviolabili a nord/nord-ovest con due punti di accesso
Servizi interni	Cascina Parco Gallo (bar, ristorante, centro culturale), giochi per bambini, tavolo fisso da ping-pong, fontanella con acqua potabile, tavoli e panchine
Irrigazione	Non prevista
ANALISI INDICI MICROCLIMATICI	
Tree Canopy Cover (TCC)	19786,35 mq (57 %) parco 141641,7 mq (18 %) buffer
Land Surface Temperature (LST)	39°C 39,3°C buffer
Sky View Factor (SVF)	0,96 0,71 buffer
Indice di vegetazione della differenza normalizzata (NDVI)	0,34 0,14 buffer
Indice di umidità differenziale normalizzato (NDMI)	0,53 0,3 buffer

Inquadramento fotografico Parco Gallo (Fonte: Elaborazione propria)

Inquadramento

Parco Gallo è un parco urbano del comune di Brescia che si inserisce nel comparto "Brescia Due", a sud della linea ferroviaria AV/AC, più precisamente nel quartiere Don Bosco (a sud-ovest di Brescia), con una superficie di 34.701 mq. A sud-est del parco si sviluppa il quartiere Lamarmora, con cui confina.

Il quartiere Don Bosco è delimitato a nord dalla linea ferroviaria AV/AC Milano-Venezia, a sud da via Lamarmora, ad ovest da via Dalmazia e ad est da via Corfù e via Rodi. Morfologicamente l'area si presenta prevalentemente pianeggiante.

Due arterie stradali, via Corsica che percorre l'area in direzione nord-sud e via Cefalonia lungo la direttrice est-ovest, suddividono il quartiere in quattro quadranti. Queste due direttrici, classificate funzionalmente come strade urbane di quartiere si incontrano in una rotatoria a quattro bracci.

Il quadrante nord-ovest rappresenta la parte storica del quartiere, caratterizzata da un tessuto urbano consolidato a prevalente destinazione residenziale. Il quadrante sud-ovest, invece, si identifica per la presenza di un importante spazio industriale dismesso, quale l'area degli ex-Magazzini Generali, attualmente oggetto di trasformazioni urbane in fase di completamento e l'ospedale IRCCS Centro San Giovanni di Dio Fatebenefratelli.

I restanti quadranti si distinguono per ampie aree a verde pubblico, fra cui i giardini di via Sardegna, lungo via Cefalonia il parco Pescheto lungo via Lamarmora e, appunto, il parco Gallo.

Sempre nella parte est del quartiere sono concentrati diversi servizi religiosi, per l'istruzione, per lo sport e tempo libero e sanitari. Si rileva la Parrocchia e l'Oratorio di S. Maria in Silva, il Poliambulatorio dell'ASST degli Spedali Civili di via Nisida, l'Istituto d'Istruzione Statale Superiore "Golgi" ed il Centro Natatorio Lamarmora.

Per l'analisi dell'area di studio è stato utilizzato il buffer di riferimento di 500m, per un'area totale di 785.000 mq. Nel perimetro considerato la popolazione residente totale è di 8074, persone suddivisa in 3885 maschi e 4183 femmine.

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani | UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

Figura 1: Inquadramento generale quartiere Don Bosco (Fonte: Elaborazione propria)

Figura 2: Buffer 500m riferimento Parco Gallo (Fonte: Elaborazione propria)

Analisi di contesto

Analisi del tessuto urbano

Parco Gallo si colloca in un contesto edilizio fortemente eterogeneo; da una parte il tessuto urbano consolidato del quartiere Don Bosco, con differenti tipologie edilizie a prevalente destinazione residenziale, dall'altra il comparto di "Brescia Due", di carattere terziario, utilizzato come centro direzionale dove si individuano diversi grattacieli di medio-bassa altezza.

Nell'intorno di 500m del parco si individuano inoltre spazi residenziali con rilevante presenza di commercio, che si sviluppano nella parte a ovest del parco, lungo Via Corsica, e a sud-est tra via Rodi e via Cipro.

Tipologie edilizie

Le tipologie edilizie nell'intorno di parco Gallo sono per la maggior parte edifici a blocco, in genere compresi entro i quattro piani, con eventuale presenza di funzioni commerciali ai piani terra, edifici in linea (con 2/3 o 4 o più piani fuori terra) con spazi pertinenziali chiusi (spazi verdi o adibiti a parcheggio), privi di funzioni commerciali o terziarie ed edifici a torre con altezza superiore ai cinque piani fuori terra. Sono presenti case a schiera soltanto nella parte sud del buffer considerato.
La distribuzione delle tipologie edilizie in percentuale è la seguente:

TIPOLOGIA EDILIZIA	%
blocco 2/3 pft	2,75%
bocco 4 o più pft	27,75%
casa a schiera	0,56%
linea 2/3 pft	29,61%
linea 4 o più pft	25,37%
torre	0,39%
uni/bi su lotto	0,54%
no prevalenza residenziale	13,04%

Verde

Il 24,32 % del buffer considerato è occupato da verde urbano, di cui il 4,42 % è rappresentato da parco Gallo. La composizione è data da numerosi parchi e giardini pubblici di varia dimensione che contribuiscono alla formazione di una rete di spazi verdi interconnessi all'interno di un ambito urbanizzato. Si citano in particolare il parco Via Sardegna, a nord di Parco Gallo, Parco Tarello a est, Parco Pescheto a sud e Parco Guido Alberini a sud-ovest.

Analisi dei servizi

I servizi nel buffer di riferimento si sviluppano in maniera diffusa e prevalentemente lungo la fascia che attraversa il parco da nord a sud. In particolare sono presenti:

- servizi per l'istruzione: scuola dell'infanzia Don Bosco, biblioteca comunale Parco Gallo, scuola Bottega Artigiani, palestra comunale Bettinzoli, I.I.S.S. C. Golgi;
- servizi religiosi: centro parrocchiale Santa Maria in Silva, centro parrocchiale di San Giacinto, centro parrocchiale di San Giovanni Bosco;
- servizi per lo sport e il tempo libero: piscina comunale Lamarmora;
- servizi per la mobilità: stazioni metrobus (stazione Bresciadue), parcheggi a raso, parcheggi su strada in sede propria;
- servizi sanitari: poliambulatorio Asst Spedali Civili di Brescia, Servizio Territoriale per le Dipendenze (Ser.T.) Asst Spedali Civili di Brescia.

Accessibilità e mobilità

Il parco è collocato in una posizione strategica rispetto al sistema del trasporto pubblico locale di Brescia e la sua accessibilità è garantita dalle diverse linee: Linea 4: Stazione FS – Folzano (direttrice centro – sud), Linea 10: Concesio - Poncarale (direttrice nord – centro – sud), Linea 13: Gussago – Poliambulanza (direttrice nord-ovest – est) e Linea 17: Ospedale – Castel Mella (direttrice nord – centro – sud-ovest) con fermate su via Cefalonia e via Corsica.

Il parco dista circa 1 km a sud dalla stazione ferroviaria AV/AC ed è prossimo alla fermata "Bresciadue" della metropolitana, che si muove lungo la direttrice nord-sud.

Il parco è servito dalla pista ciclabile in sede dedicata 9 Folzano – Centro (Saffi) che si sviluppa su via Cefalonia sull'asse est-ovest con previsione di raccordo in progetto. Altri itinerari ciclabili servono l'area sull'asse nord-sud. Sono presenti quattro stazioni di bike-sharing nel buffer di riferimento.

L'accessibilità carrabile è garantita dalla strada urbana di quartiere – F che costeggia l'intera parte sud del parco in via Cefalonia, e dalle vie Calebbe e Corfù che servono rispettivamente la parte nord-ovest e nord-est del parco.

Ad ovest dell'area è in progetto la realizzazione della linea tramviaria T2 Pendolina-Fiera che collegherà l'Oltremella e la Fiera.

Vincoli

La maggior parte dell'area in analisi, tra cui l'intera estensione di Parco Gallo, ricade all'interno del Sito Inquinato di Interesse Nazionale (SIN) "Brescia - Caffaro" per la sola matrice acqua di falda come indicato dal D.M. 24.02.2003.

Idrologia

L'area è interessata dalle unità idrogeologica "Alluvioni attuali e recenti, Alluvioni antiche, Alluvioni fluvioglaciali e fluviali" ovvero ghiaie e sabbie prevalenti, con subordinate frazioni di limi e limi argillosi e orizzonti ghiaioso-sabbiosi localmente cementati. Si tratta dei depositi alluvionali che caratterizzano le zone di pianura del territorio comunale, costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana (soprattutto ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa) che ospitano falde libere più o meno protette,

alimentate per via diretta o attraverso i corsi d'acqua o dalle acque superficiali e di deflusso epidermico di versante.

All'interno dei confini di Parco Gallo si individua un corso d'acqua del Reticolo Minore di competenza comunale, nella fattispecie un tratto coperto artificiale denominato "Vaso Dragone Sinistro".
All'interno del parco è presente un pozzo comunale ad uso irriguo, non utilizzato perché ricadente in area sottoposta a vincolo SIN "Brescia – Caffaro" matrice acqua di falda.

Nell'intorno di parco Gallo sono presenti altri corsi d'acqua del Reticolo Minore di competenza comunale, anch'essi per la maggior parte di tipo coperto artificiale.

Analisi del parco

La realizzazione di parco Gallo, dedicato all'illustre agronomo bresciano del Cinquecento, Agostino Gallo, si è completata tra il 1986 e il 1988, anno in cui ha raggiunto la configurazione attuale in termini planimetrici e strutturali.

Accessi e recinzioni
L'accessibilità e la fruizione del parco è garantita dalla mancanza di recinzioni e di barriere architettoniche sul lato sud ed est, mentre si segnala la presenza di recinzioni a nord/nord-ovest del parco, che limitano l'accesso degli utenti (pedoni e ciclisti), ma anche della fauna locale.
Le tre tipologie di recinzioni rilevate sono: recinzione in ferro battuto con rete oscurante, recinzione con pannelli in grigliato zincato, rete elettrosaldata plastificata con siepe, paletti verticali in ferro battuto con siepe, rispettivamente di 74 metri, 110 metri, 51 metri e 46 metri.

Pavimentazioni e permeabilità
Il parco è attraversato lungo l'asse ovest - est da un viale principale che, nella sua parte centrale, si biforca formando una piazzetta ovale. Numerose strade si diramano da questa via principale, creando una rete di percorsi che suddividono l'area del parco in settori distinti. Ciascun settore è caratterizzato da prati verdi, nei quali si trovano alberi, arbusti e siepi.

Le pavimentazioni individuate si classificano in base al materiale e al grado di permeabilità come da tabelle di seguito. Nella valutazione sono stati applicati diversi coefficienti di deflusso in base al materiale impiegato ottenendo un rapporto di permeabilità (Rp) in percentuale pari al 77 %.

Pavimentazioni	Estensione (mq)	%
Prato	29.415	84,9 %
Asfalto	283	0,8 %
Calcestruzzo	3.553	10,2 %
Masselli in Calcestruzzo	651	1,9 %

Tappeto di gomma	281	0,8 %
Cubetti di porfido	225	0,6 %
Coperture	294	0,8 %
Totale	34.701	100 %

Tipologia di superfici	Superficie effettiva (mq)	Superficie effettiva %		Coefficienti di deflusso (-)	Superficie permeabile equivalente (mq)
Prato	29.415	84,8%	Superficie permeabile 85%	0,1	26.474
Masselli in Cls	651	1,9%	Superficie semipermeabile 2%	0,7	195
Coperture	294	0,8%	Superficie impermeabile 13%	1	0
Cubetti di porfido	225	0,6%		1	0
Tappeto di gomma	281	0,8%		1	0
Cls	3.553	10,2%		1	0
Asfalto	651	0,8%		1	0
Totale	34.702	100%	100%	/	26.669

Servizi interni
Nell'ambito dell'area in oggetto, è possibile identificare diversi servizi, tra cui una vasta area giochi per bambini, un tavolo fisso da ping-pong in CLS, numerose panchine e tavoli destinati alla sosta e una fontanella. Il parco è inoltre dotato di cestini e bagni pubblici.

Rilevante è la presenza della cascina storica di Parco Gallo, recentemente ristrutturata e trasformata in un bar ristorante. La cascina si fa promotrice di vari eventi, anche serali, come spettacoli e concerti all'aperto.

Vegetazione
L'analisi della vegetazione all'interno del parco evidenza la presenza 25 diverse specie arboree per un totale 183 alberi, la maggior parte piantumati tra il 1982 e il 1988 (tre esemplari piantumati nel 2021).

Si individua, l'olmo campestre (Ulmus minor Mill.) situato a ovest del parco è uno tra i 14 alberi monumentali censiti all'interno del Comune di Brescia.

Specie arboree	quantità
Abies nordmanniana	5
Acer negundo	1
Acer platanoides	1
Acer pseudoplatanus	8
Acer saccharinum	18
Broussonetia papyrifera	1
Carpinus betulus	19
Cedrus atlantica	1
Cedrus deodara	8
Celtis australis	1
Corylus avellana	4
Fagus sylvatica	15
Gleditschia triacanthos var.sunburst	13
Laurus nobilis	11
Liquidambar styraciflua	2
Morus alba	8
Platanus acerifolia	24
Prunus cerasifera	3
Prunus pissardii	2
Pterocarya fraxinifolia	12
Punica granatum	4
Quercus robur	5
Quercus rubra	8
Sophora japonica	7
Ulmus minor	1
Ulmus pumila	1
No rilevato	8

Nel contesto delle operazioni di gestione del parco in esame, è prevista l'esecuzione di dieci sfalci all'anno senza la raccolta del materiale tagliato. Inoltre, sono previsti interventi specifici di potatura, condotti in maniera mirata, per mantenere la salute e l'estetica degli alberi e arbusti presenti nel parco, intervenendo solo dove necessario.

Analisi indici microclimatici (parco e buffer)

Tree Canopy Cover

L'indicatore della canopia arborea o grado di copertura della canopea del buffer considerato mostra una superficie coperta di 111098,9 mq, il 14,15% della superficie totale del buffer.
Tale valore viene suddiviso nelle seguenti fasce:
0 – 0,4 (76,34%)
0,4 – 10 (23,56%)
> 10 (0,10%)
Considerando solo i risultati all'interno del perimetro del parco considerato, i valori di Tree Canopy Cover mostrano una superficie coperta di 19786,35 mq che corrisponde al 57,02% della area totale del parco e si suddividono nel seguente modo:
0 – 0,4 (63,14%)
0,4 – 10 (36,86%)
> 0 (0%)

Land Surface Temperature

I valori medi di Land Surface Temperature registrati all'interno del perimetro del parco sono di 39°C. Espandendo l'inquadramento al buffer i valori si alzano a 39,3°C, con i picchi più alti in corrispondenza dell'edificio scolastico l'I.I.S.S. C. Golgi (42°C).

Sky View Factor

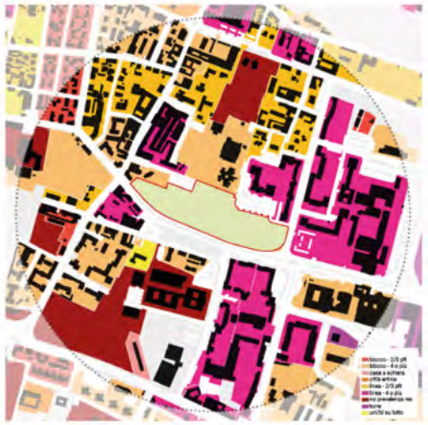
I valori medi di Sky View Factor all'interno del perimetro del parco sono di 0,96 e si abbasano a 0,71 considerando l'intero buffer. La presenza di edifici alti e vicini tra loro ostacola la dispersione del calore nel quartiere; infatti, a questi corrisponde un valore basso dell'indice Sky View Factor. Al contrario, gli spazi aperti come Parco Gallo, giocano un ruolo essenziale nella mitigazione dell'effetto isola di calore urbano, con un valore di SVF al centro del parco pari a 1.

Indici di vegetazione urbani: NDVI e NDMI

I valori dell'indice di vegetazione a differenza normalizzata (NDVI) e di umidità differenziale normalizzata (NDMI) indicano il buono stato di salute della vegetazione del parco. All'interno del perimetro del parco i valori medi di NDVI sono di 0.34 e di NDMI DI 0,53. All'esterno i valori si abbassano a 0,14 per l'NDVI e 0,3 l'NDMI.

AZIONI DI PIANO

TIPOLOGIE EDILIZIE



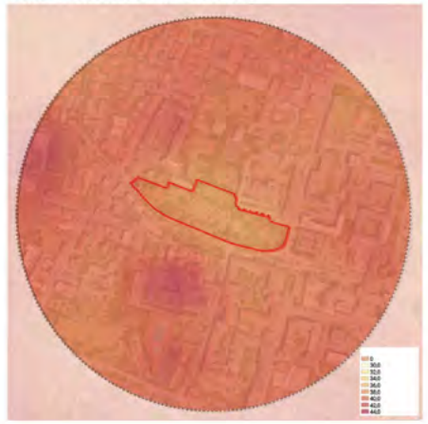
VERDE

TREE CANOPY COVER

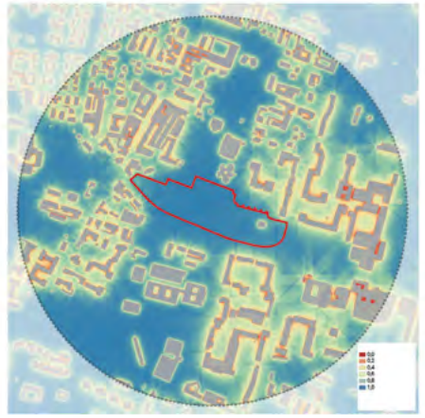
Scheda Parco Gallo 12/16

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA | UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

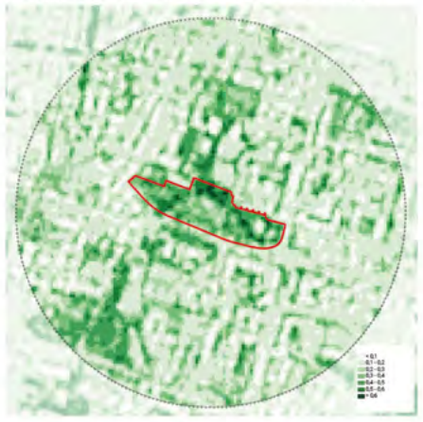
LAND SURFACE TEMPERATURE



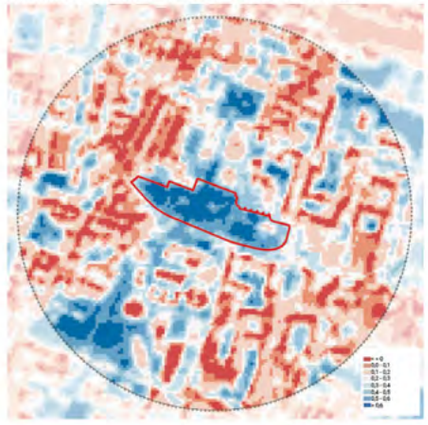
SKY VIEW FACTOR



NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX



NORMALIZED DIFFERENCE MOISTURE INDEX

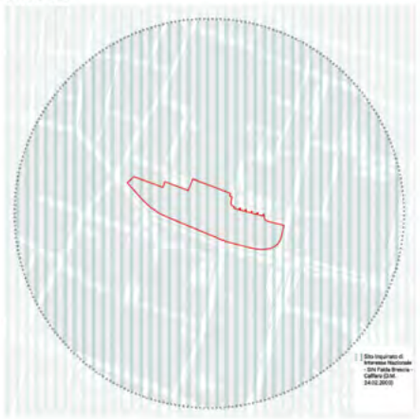


Scheda Parco Gallo 13/16

PIANO DEI SERVIZI

MOBILITÀ

VINCOLI



IDROLOGIA

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA | UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

RECINZIONI E ACCESSI

SERVIZI INTERNI

PAVIMENTAZIONI

PERMEABILITÀ

VEGETAZIONE

EVOLUZIONE VEGETAZIONE

PRE 1982

1988

2021

Scheda Parco Gallo 16/16

3

ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ URBANA

Parco dei Poeti,
Brescia

ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ VEGETALE E DEL SUOLO DI PARCHI URBANI COME STRUMENTO PER LA PIANIFICAZIONE DELLE AREE VERDI

Piano del Verde e della Biodiversità

Questo capitolo è concepito come uno strumento complementare e integrato al Piano del Verde e della Biodiversità della città di Brescia con lo scopo di fornire indicazioni operative per il monitoraggio

1. BIODIVERSITÀ PER LA PIANIFICAZIONE URBANA

Nelle città moderne, dove lo spazio naturale è spesso ridotto a favore di edifici e infrastrutture, il verde urbano rappresenta una risorsa essenziale per migliorare la qualità dell'ambiente e della vita dei cittadini. Le opere a verde (OV) basate su soluzioni naturali (nature based solution) come parchi, giardini, viali alberati e tetti verdi non sono soltanto elementi estetici, ma veri sistemi ecologici capaci di assorbire CO_2, filtrare gli inquinanti e regolare la temperatura, contribuendo così a mitigare gli effetti del cambiamento climatico. In una visione urbana antropocentrica, il verde di qualità supporta quelli che sono i Servizi Ecosistemici (SE) attraverso una serie di funzioni che portano al miglioramento della vita e al benessere dei cittadini.

Ripresa della chioma di un'alberatura urbana

Un ruolo cruciale in questo equilibrio è svolto dal suolo urbano, una risorsa viva che sostiene la crescita delle piante e regola i cicli naturali dell'acqua e delle sostanze nutritive. Un suolo sano e in salute e non eccessivamente impermeabilizzato favorisce la biodiversità, permette il corretto sviluppo delle radici, riduce il rischio di allagamenti e migliora la qualità dell'aria attraverso i processi biologici che vi avvengono.

Promuovere la biodiversità e la cura del suolo all'interno degli spazi verdi urbani significa dunque costruire città più resilienti e sostenibili, capaci di offrire benessere ai cittadini e di ristabilire un equilibrio tra ambiente naturale e ambiente costruito. In questo contesto, il suolo e la biodiversità urbana non sono più considerati un semplice valore aggiunto, ma una componente strutturale e funzionale della città sostenibile. Inoltre, la salute e la biodiversità degli spazi verdi urbani ricopre un ruolo fondamentale in un approccio "One health", che riconosce che la salute degli umani, degli animali domestici e selvatici, delle piante e dell'ambiente, compresi gli ecosistemi urbani, sono strettamente legati ed interdipendenti *(WHO https://www.who.int/health-topics/one-health#tab=tab_1).*

Un ruolo cruciale in questo equilibrio è svolto dal suolo urbano, una risorsa viva che sostiene la crescita delle piante e regola i cicli naturali dell'acqua e delle sostanze nutritive.

Un campione di suolo, un mondo che si rivela

Gli spazi verdi — parchi, giardini, alberature stradali — svolgono un ruolo chiave nel garantire servizi ecosistemici fondamentali:

- mitigazione del microclima e riduzione delle isole di calore urbane;
- miglioramento della qualità dell'aria e regolazione idrica;
- supporto alla fauna utile e incremento del benessere psicofisico dei cittadini.

La componente vegetale è dunque imprescindibile per la qualità ecologica delle aree urbane. Tuttavia, essa non può essere considerata indipendentemente dal suolo su cui si sviluppa.

Il suolo rappresenta un sistema vivo, dinamico e multifunzionale, che fornisce alle piante supporto fisico, acqua, nutrienti e habitat per comunità microbiche e micro faunistiche.

Riconoscere il suolo urbano come componente ecologica attiva rappresenta una novità cruciale nella pianificazione contemporanea: da substrato inerte diventa infrastruttura ecologica, capace di influenzare la resilienza, la biodiversità e la qualità della vita urbana.

Negli ultimi anni, il suolo urbano ha acquisito una rilevanza scientifica e politica senza precedenti. L'Unione Europea ha approvato nel 2025 la Soil Monitoring Law *(Dlg 2025/2360)*, una direttiva quadro per il monitoraggio e la tutela della salute dei suoli europei. La crescente attenzione a questo aspetto, nonostante l'interesse sia rivolto ai suoli agricoli, suggerisce di estendere i principi di conservazione, rigenerazione e monitoraggio anche agli ambienti urbani, dove il degrado del suolo — compattazione, contaminazione, impermeabilizzazione — incide direttamente sulla capacità della città di fornire servizi ecosistemici.

Riconoscere il suolo urbano come componente ecologica attiva rappresenta una novità cruciale nella pianificazione contemporanea: da substrato inerte diventa infrastruttura ecologica, capace di influenzare la resilienza, la biodiversità e la qualità della vita urbana.
In tale prospettiva, la valutazione congiunta della biodiversità e della qualità del suolo nei parchi urbani diventa uno strumento conoscitivo indispensabile per orientare la progettazione, la gestione e il monitoraggio delle aree verdi secondo criteri di sostenibilità e rigenerazione ecologica.

La tabella 1 fornisce un **quadro integrato che lega indicatori biofisici a servizi ecosistemici**. Questo approccio consente di trasformare i dati in strumenti di pianificazione e comunicazione. Vengono riportate le descrizioni degli indicatori da utilizzare ed i relativi servizi ecosistemici.

Per rendere il manuale operativo, è consigliabile:

- Definire **protocolli di misura per ogni indicatore**.
- Stabilire **soglie di riferimento e obiettivi di miglioramento**.
- Integrare **indicatori sociali e di fruizione** per una visione completa.

TABELLA 1
INTEGRAZIONE DI INDICATORI BIOFISICI AI SERVIZI ECOSISTEMICI IN AMBIENTE URBANO PER LA VEGETAZIONE E LA COMPONENTE SUOLO.

Categoria	Indicatore	Descrizione	Servizi ecosistemici correlati
Vegetazione	Biodiversità Vegetale	Diversità di specie arboree ed arbustive presenti	Supporto alla biodiversità; habitat per fauna utile; valore estetico e culturale.
Vegetazione	Copertura e densità fogliare, stato fisiologico	Quantità di superficie vegetale attiva	Regolazione microclimatica; mitigazione isole di calore.
Vegetazione	Stock di carbonio vegetale	Quantità di carbonio immagazzinata nella biomassa	Regolazione climatica globale; mitigazione del cambiamento climatico; sequestro di CO_2.
Suolo	Carbonio organico (Corg)	Contenuto di materia organica nel suolo	Sequestro di carbonio; fertilità; sostegno alla biodiversità del suolo.
Suolo	Azoto totale (N) e rapporto C/N	Indicatori di equilibrio nutrizionale e cicli biogeochimici	Fertilità del suolo; produttività vegetale; qualità ecologica.
Suolo	Biodiversità edafica	Abbondanza e diversità biologica del suolo	Decomposizione; ciclo dei nutrienti; regolazione dei patogeni.
Suolo	Compattazione e struttura	Capacità del suolo di drenare e ospitare radici	Infiltrazione idrica; riduzione del ruscellamento; stabilità vegetale.
Sistema integrato	Indice di naturalità (presenza di aree non gestite, aiuole di biodiversità)	Grado di eterogeneità e gestione ecologica del parco	Supporto alla biodiversità; connessione ecologica; valore ricreativo e educativo.

VEGETAZIONE

La vegetazione rappresenta il cuore funzionale del parco urbano. La ricchezza specifica e la presenza di specie arboree e arbustive determinano non solo il valore estetico e culturale, ma anche la capacità del sistema di sostenere la biodiversità. Una maggiore diversità floristica favorisce l'habitat per fauna utile (impollinatori, uccelli, microfauna), riduce la vulnerabilità agli stress climatici e aumenta la resilienza complessiva.

La copertura e densità fogliare, insieme allo stato fisiologico delle piante, incidono direttamente sulla regolazione microclimatica. Una chioma sana e ben sviluppata contribuisce alla mitigazione delle isole di calore urbane, riducendo le temperature superficiali e migliorando il comfort termico. Indicatori come il Leaf Area Index (LAI) o indici di vegetazione da telerilevamento (NDVI) possono supportare valutazioni oggettive.

Infine, lo stock di carbonio vegetale è un indicatore strategico per la mitigazione del cambiamento climatico. La biomassa arborea e arbustiva immagazzina CO_2, contribuendo alla regolazione climatica globale. La stima periodica di questo stock consente di quantificare il contributo del parco agli obiettivi di neutralità carbonica.

SUOLO

Il suolo è una componente spesso trascurata, ma essenziale per la funzionalità ecosistemica. Il carbonio organico (Corg) rappresenta la base della fertilità e del sequestro di carbonio. Valori elevati indicano una buona capacità di sostenere la biodiversità edafica e la produttività vegetale. Il rapporto C/N è un indicatore chiave dell'equilibrio nutrizionale: valori troppo bassi o troppo alti possono segnalare squilibri nei cicli biogeochimici.

La biodiversità edafica è un parametro di qualità ecologica: una comunità ricca di microartropodi e microrganismi garantisce decomposizione, cicli dei nutrienti e regolazione dei patogeni. Indicatori come analisi enzimatiche, della comunità, e/o molecolari (eDNA) possono fornire dati affidabili. Inoltre, il suolo rappresenta una riserva di diversità microbica in grado di modificare e fortificare il microbioma umano (Ma et al, 2025).

La compattazione e struttura del suolo influenzano la capacità di drenaggio e l'ospitalità per le radici. Un suolo ben strutturato riduce il ruscellamento, favorisce l'infiltrazione idrica e aumenta la stabilità vegetale. Interventi di de-compattazione e ammendamento organico sono fondamentali in contesti urbani.

SISTEMA INTEGRATO

L'indice di naturalità misura il grado di eterogeneità e la presenza di aree non gestite o aiuole di biodiversità. Questi elementi sono cruciali per la connessione ecologica e per il sostegno alla fauna urbana. Un parco con zone a gestione differenziata, corridoi ecologici e spazi rifugio per la fauna contribuisce alla resilienza complessiva del sistema. Inoltre, tali aree hanno un valore ricreativo ed educativo, favorendo la percezione positiva del verde urbano da parte dei cittadini.

2. METODOLOGIA PROPOSTA PER L'INTEGRAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ NELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

La metodologia proposta prevede la ripetizione periodica (ogni 5-10-20 anni) delle analisi per osservare l'evoluzione del verde, lo stato dei servizi ecosistemici nel tempo. Questa metodologia punta a poter integrare un database urbano comprensivo del verde e suolo geo-riferito, utile per la pianificazione e manutenzione sostenibile.

Si consiglia di effettuare il monitoraggio del verde e del suolo pianificando le aree di saggio e le tempistiche da seguire:

- Campionare i suoli urbani preferibilmente tra 0-20 cm.
- Individuare le unità di campionamento (stazioni) e selezionare minimo 2 punti rappresentativi per parco (e.g. sotto copertura vegetale e in assenza di copertura, libero).
- Georeferenziare i punti di campionamento per confronti nel tempo ed integrare dati quantitativi (misure) e qualitativi (osservazioni).
- Effettuare i rilievi in stagioni rappresentative (primavera/estate per biologia del suolo)

Esempio punti di campionamento sui parchi urbani della città di Brescia (UrbioPark)

2.1 STATO E SERVIZI ECOSISTEMICI DEL VERDE

La valutazione dei benefici offerti dal verde urbano non può prescindere da un'analisi delle caratteristiche della vegetazione, intesa come insieme dinamico di specie arboree, arbustive ed erbacee che interagiscono tra loro e con il suolo, l'atmosfera e l'ambiente urbano circostante. Per valutare nello specifico lo stato del verde e i servizi ecosistemici sarà necessario integrare i dati dei sistemi informativi dei comuni, con dati di letteratura e misure dirette in campo.

TABELLA 2. DESCRIZIONE INDICATORI E METODOLOGIE PER I SERVIZI DEL VERDE URBANO

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Biodiversità vegetale	Composizione e diversità delle specie arboree e specie erbacee spontanee: indicatori della biodiversità dell'area verde. L'efficacia di un parco nel fornire servizi ecosistemici dipende non solo dalle caratteristiche delle singole specie vegetali, ma anche dalla varietà complessiva, che aumenta la resilienza dell'ecosistema urbano. L'indice di diversità si può calcolare a partire dal censimento del verde che ogni comune ha in dotazione, e considerando lo stato reale delle essenze vegetali presenti. Indicatori di biodiversità comunemente utilizzati sono: l'indice di Shannon-Wiener (Shannon, 1948) e l'indice evenness o di equitabilità (Pielou, 1975). La scelta di alberi e arbusti dovrebbe preferire specie autoctone, considerare l'adattabilità alle condizioni pedoclimatiche locali (modalità di sviluppo dell'apparto radicale) e anche aspetti potenzialmente negativi come l'eventuale produzione di polline allergenico. E' opportuno monitorare periodicamente il grado di adattamento delle piante ai fattori ambientali (vedi indicatore stato fisiologico delle piante) al fine di assicurare un buon livello di servizi ecosistemici correlati.	Tavole dicotomiche app di riconoscimento	Database del verde del Comune

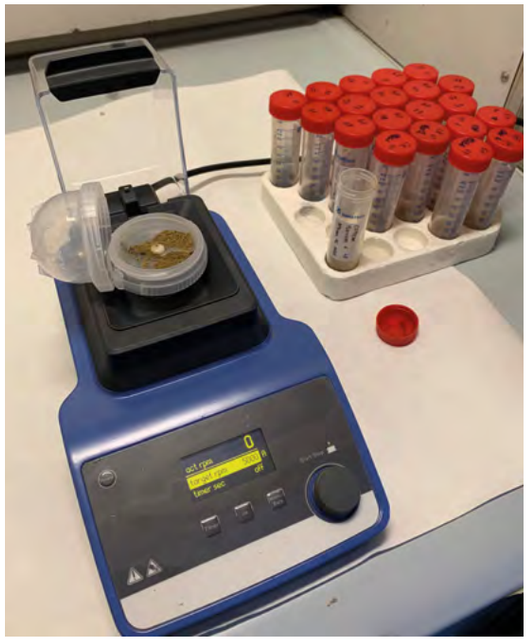
Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Indice di Copertura arborea del Suolo o Tree Canopy Cover (vedi Box. 3 nella sezione Analisi Urbanistica)	Indice di copertura arborea del suolo, ossia la percentuale di suolo coperta dalle chiome di specie arboree e arbustive, indice che costituisce un elemento di valutazione della capacità del verde di mitigare l'isola di calore urbana. Questo dato insieme all'indice di area fogliare (LAI) del punto 4 permette di effettuare una stima dell'estensione e dell'intensità dell'ombreggiamento fornito dagli alberi e dagli arbusti che sono correlabili sia alla mitigazione del microclima di una piccola area (piazza, parco, viale, isolato…) che all'isola di calore urbana della città. L'indice di copertura arborea di un'area (ad esempio un quartiere, una porzione circolare o rettangolare della città, l'intera città…) è il rapporto tra la superficie che si trova sotto la chioma di un albero o di un arbusto e la superficie totale dell'area di studio. In generale può essere calcolata elaborando immagini satellitari o immagini aeree della città con strumenti di digitalizzazione e misura forniti dai sistemi informativi geografici (GIS).	Digitalizzazione immagini satellitari con GIS	Mappe di copertura arborea
Caratteristiche morfologiche	Diametro del tronco (DBH) e opzionalmente altezza della pianta (H) parametri dimensionali di base per stimare la crescita e la biomassa. Le specie vegetali attraverso la fotosintesi assorbono CO_2 e utilizzano il carbonio assorbito per costruire la propria biomassa: radici, tronco, rami e foglie. L'insieme di tutti questi elementi è proporzionale al carbonio stoccato nella pianta. Perciò, la grandezza di una pianta è l'elemento principale per stimare la sua capacità di stoccare carbonio e sequestrare CO_2 dall'atmosfera, azioni che contribuiscono in modo significativo alla mitigazione dell'aumento dell'effetto serra e del riscaldamento globale. L'altezza e il diametro del tronco sono parametri che sono sufficienti per avere una stima affidabile della biomassa di una pianta, la capacità di sequestro di CO_2 e stoccaggio di carbonio e la capacità di assorbire inquinanti dall'atmosfera. Tuttavia per una stima più precisa sarebbe necessario conoscere anche altri parametri, quali le dimensioni della chioma e il suo stato di salute.	Rotella metrica (misura della circonferenza del tronco a petto d'uomo, 130 cm di altezza da terra. Laimetro, Ceptometro, (valore medio di 4 misure effettuate sotto chioma)	Fonti che stimano i servizi ecosistemici di assorbimento CO_2 ed inquinanti forniti dalle specie più comunemente utilizzate in ambiente urbano da letteratura scientifica, manuali e pubblicazioni istituzionali (Regione Emilia Romagna, 2024)

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Area Fogliare	Indice di area fogliare (LAI - Leaf Area Index) misura della densità e copertura della chioma, utile per valutare la capacità fotosintetica e di ombreggiamento fondamentale per la valutazione del potenziale di mitigazione dell'isola di calore. Il LAI è una grandezza adimensionale che risulta dal rapporto di due superfici: quella ottenuta sommando le superfici di tutte le foglie che insistono sopra un'unità di superficie e l'unità di superficie stessa (unità di misura m^2/m^2). Pertanto, il LAI dipende da diversi fattori quali lo spessore in altezza della chioma e la dimensione e densità delle foglie. Maggiore è il LAI maggiore è maggiore è la quantità di radiazione solare bloccata dalla chioma che non raggiunge il suolo. Questo effetto riduce sia la temperatura del suolo e di conseguenza la radiazione infrarossa emessa da esso che la quantità di radiazione solare diretta che raggiungerebbe il nostro corpo, migliorando la nostra percezione del comfort termico.	Laimetro, Ceptometro, (valore medio di 4 misure effettuate sotto chioma)	Valori tipici per alcune specie reperibili da letteratura scientifica, manuali e pubblicazioni istituzionali (Lio and Ito 2014, Napoli et al., 2015)
Stato fisiologico delle piante	Tra gli strumenti indicati all'analisi dello stato fisiologico delle piante si possono citare dispositivi portatili che permettono di eseguire test rapidi, senza dover eseguire campionamenti o rimuovere le foglie, sulla capacità fotosintetica delle piante e lo stato di idratazione della pianta, misurando rapidamente parametri come l'efficienza del fotosistema II, il performance index e la conduttanza stomatica, complessivamente correlati al benessere fisiologico della pianta. Questi dati possono essere utili all'identificazione precoce di sintomi di stress abiotici e biotici, come carenze nutrizionali, appassimenti, esposizione a contaminanti o attacchi da patogeni. L'integrazione dei parametri fisiologici, con dati informativi sulle caratteristiche edafiche, quali il pH del suolo, e altri parametri ambientali, ad esempio la temperatura, consente di identificare in modo dettagliato lo stato fisiologico delle piante in un'area urbana, supportando interventi mirati di manutenzione, irrigazione e fertilizzazione, riducendo sprechi di risorse e prevenendo il degrado delle aree verdi.	Porometri portatili, fluorimetri portatili	Si confrontano i dati misurati con parametri associati a condizioni fisiologiche normali

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Nutrizione minerale ed accumulo di elementi tossici	Le specie vegetali agiscono indirettamente come bioindicatori dell'inquinamento atmosferico o del suolo sul quale vivono, mostrando variazioni nelle concentrazioni di elementi metallici di particolare interesse, che possono essere correlate a diverse fonti di inquinamento. La composizione elementare può essere analizzata in specifiche porzioni delle piante presenti nei parchi urbani. Com'è noto, alcuni elementi sono nutrienti per la pianta, ma in concentrazioni eccessive possono rivelarsi tossici. Altri elementi (ad esempio, il cadmio, il cromo, il nichel ed il mercurio) sono spesso nocivi anche alle basse concentrazioni. Dal punto di vista procedurale, dopo la raccolta, i campioni di foglie vengono seccati, polverizzati e sottoposti a digestione con acidi forti (ad esempio acido nitrico) e perossido di idrogeno al fine di dissolvere i tessuti e portare i metalli in soluzione. La concentrazione di metalli è quindi misurata tramite approcci di spettroscopia ad emissione atomica accoppiati a spettrometria di massa (ICP-MS). Dall'analisi dei risultati ottenuti non solo si possono identificare siti di particolare interesse o contaminazione, grazie alla presenza nei campioni di elevate quantità di particolari metalli, monitorando quindi la qualità dell'aria o del suolo, ma si possono implementare i programmi di urban planning, al fine di selezionare le essenze vegetali più appropriate da utilizzarsi in particolare aree o in attività risanamento ambientale.	Strumentazione di laboratorio di analisi chimiche (mineralizzatore a microonde e strumento per spettrometria di massa ad accoppiamento indotto da plasma)	Valori tabellari per i metalli tossici che rappresentano la soglia di contaminazione pericolosa per l'alimentazione umana o animale

Misura della circonferenza di un albero con rotella metrica

Misurazione di parametri fotosintetici tramite strumentazione portatile



Polverizzazione del tessuto fogliare tramite mulini dedicati con celle di polverizzazione a lame rotanti usa e getta

2.2 STATO E SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO

La valutazione qualitativa del suolo urbano, soprattutto nelle aree verdi e ad affiancamento delle nuove OV risulta fondamentale per tutelare biodiversità e servizi ecosistemici ad esso correlati e limitare il consumo di suolo, favorendo la rigenerazione urbana.

TABELLA 3. PARAMETRI E METODOLOGIE PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEL SUOLO URBANO

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Fertilità e stoccaggio di carbonio	La sostanza organica del suolo rappresenta un elemento fondamentale per la fertilità e il corretto funzionamento dell'ecosistema pedologico. La sostanza organica costituisce una riserva naturale di elementi nutritivi essenziali per le piante. Attraverso i processi di decomposizione e mineralizzazione, essa rilascia progressivamente nutrienti, migliorando la produttività del suolo. Inoltre, contribuisce a una migliore struttura del terreno, favorendo l'aerazione, l'infiltrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica, rendendo il suolo più stabile e resiliente alle condizioni ambientali avverse. Un equilibrio tra sostanza organica facilmente degradabile e frazione stabile è essenziale per garantire sia una disponibilità immediata di nutrienti sia una fertilità duratura del suolo, contribuendo alla sostenibilità e alla qualità ambientale del territorio.	Metodologia di laboratorio (analizzatore CHN o estrazione chimica con metodo Walkley-Black)	Database regionali o del verde del Comune
Tessitura	La tessitura del suolo indica la proporzione relativa delle diverse frazioni granulometriche che lo compongono: sabbia, limo e argilla. Essa rappresenta una caratteristica fondamentale del suolo, in quanto influisce direttamente sulle sue proprietà fisiche, chimiche e biologiche. Influenza la permeabilità, la compattazione e la disponibilità idrica.	Strumentazioni di laboratorio come il densimetro o metodi granulometrici e tavole pedologiche	Database regionali

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
pH e contenuto di nutrienti	Elementi chimici indispensabili per la crescita e lo sviluppo delle piante. Essi si distinguono in macronutrienti, come azoto (N), fosforo (P) e potassio (K), richiesti in quantità elevate, e micronutrienti, come ferro (Fe), manganese (Mn), zinco (Zn) e rame (Cu), necessari in quantità minori ma fondamentali per i processi fisiologici vegetali. La disponibilità di questi elementi dipende non solo dalla loro presenza nel suolo, ma anche dalle condizioni chimiche e biologiche dell'ambiente pedologico. il pH ha un ruolo fondamentale in quanto indica il grado di acidità o alcalinità del suolo, influenzando la disponibilità dei nutrienti e la vita microbica. Un pH equilibrato (6–7) favorisce la fertilità e la stabilità della sostanza	Strumentazione di laboratorio di analisi chimiche (mineralizzatore a microonde e strumento per spettrometria di massa ad accoppiamento). pH-metro in sospensione acqua/suolo (rapporto 1:2,5).	Valori tabellari dalla letteratura
Compattamento e permeabilità	Compattamento e permeabilità sono due dei parametri fondamentali per il monitoraggio fisico del suolo. La loro relazione è inversa: all'aumentare del compattamento diminuisce la capacità del suolo di trasmettere acqua e aria. La prevenzione del compattamento e il mantenimento di una buona struttura del suolo sono fondamentali per garantire condizioni favorevoli alla vegetazione e preservare la funzionalità del suolo nel tempo. Inoltre la permeabilità dei suoli influenza direttamente la mitigazione degli eventi atmosferici estremi.	Cilindri per campionamento del suolo a densità nota, stufe per essiccazione dei campioni, infiltrometro a doppio anello, che valuta la velocità di infiltrazione (mm/h)	Valori tabellari dalla letteratura
Biodiversità della biomassa microbica	La biomassa microbica e la biodiversità edafica sono direttamente coinvolte nella decomposizione dei residui organici, nella mineralizzazione degli elementi nutritivi e nella formazione di composti stabili del suolo. Attraverso la loro attività metabolica, i microrganismi rendono disponibili i nutrienti per le piante e contribuiscono al mantenimento della fertilità del suolo. Inoltre, una comunità batterica equilibrata regola la presenza di patogeni nel suolo. Un suolo sano e fertile presenta generalmente una elevata biomassa microbica. Inoltre i microbi del suolo rappresentano una riserva di biodiversità in grado di influenzare positivamente la comunità batterica umana.	Metodologie di laboratorio con il metodo fumigazione–estrazione (C e N microbico) o tecniche moderne ATP, microscopia fluorescente eDNA.	Valori tabellari dalla letteratura

Inquadramento generale			
Indicatore	**Descrizione**	**Strumentazione**	**Strati informativi esistenti**
Biodiversità di macro, meso e microfauna	La macrofauna come lombrichi, insetti, aracnidi; la mesofauna come acari, collemboli ed enchitreidi e la microfauna come protozoi e nematodi contribuiscono alla biodiversità edafica, permettendo la presenza di genera catene trofiche più complesse e resilienti. Un'elevata biodiversità edafica, simile a quella presente negli ecosistemi naturali, è indicativa di un suolo sano e funzionale, mentre la sua riduzione può compromettere i processi ecologici e la capacità del suolo di sostenere la vegetazione nel lungo periodo.	Conta dei lombrici, estrattore Berlese–Tullgren per microartropodi, calcolo dell'indice QBS-ar, estrazione e analisi DNA nematodi.	Valori tabellari dalla letteratura
Respirazione ed attività enzimatiche del suolo	Attività enzimatica e respirazione sono strettamente correlate e forniscono informazioni sullo stato di salute del suolo. Gli enzimi del terreno, che derivano in gran parte dalla componente microbica, agiscono direttamente nella degradazione dei composti organici permettendo il corretto riciclo dei nutrienti del suolo, contribuendo alla sua fertilità. Valori equilibrati indicano un sistema funzionale e stabile, mentre variazioni anomale possono segnalare condizioni di stress, squilibri nutrizionali o fenomeni di degrado del suolo.	Test su enzimi chiave (proteasi, deidrogenasi, fosfatasi, ureasi) da letteratura e misure di emissione di CO_2 (mg C-CO_2/kg/giorno) tramite respirometri o metodo del carbonato di sodio.	Valori tabellari dalla letteratura

Esempi di campionamento del suolo per gli indicatori fisici e biologici in un parco urbano

5. CONCLUSIONI

L'approccio integrato qui proposto **evidenzia come la valutazione congiunta della biodiversità vegetale e della qualità del suolo urbano possa costituire una base scientifica e operativa per la pianificazione ecologica delle aree verdi.**
Il riconoscimento del suolo come risorsa viva e multifunzionale — in linea con le recenti direttive europee — apre la strada a una nuova generazione di strategie di gestione urbana, capaci di coniugare tutela ambientale, rigenerazione ecologica e benessere collettivo.

La valutazione congiunta della biodiversità vegetale e della qualità del suolo urbano può costituire una base scientifica e operativa per la pianificazione ecologica delle aree verdi.

Parco dei Poeti, Brescia

4

ANALISI SANITARIA E SOCIALE

Parco Croce Rossa,
Brescia

ANALISI SANITARIA E SOCIALE: CORRELAZIONE TRA VERDE URBANO, SALUTE E BENESSERE

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI

La presenza delle aree verdi in un contesto urbano è correlata ad un maggior benessere dei cittadini che le frequentano e che vivono in zone adiacenti.

La presenza delle aree verdi in un contesto urbano è correlata ad un maggior benessere dei cittadini che le frequentano e che vivono in zone adiacenti. Le evidenze dei benefici di salute si basano spesso sull'esposizione per la residenza nella vicinanza dei parchi. Non sempre è valutata la qualità di queste aree verdi, espressa dalla ricchezza di specie vegetali, animali e specie macro e microbiche del terreno indici di un buon livello di biodiversità, che sono dimostrati avere un'influenza positiva sulla salute umana misurata mediante parametri oggettivi come gli esiti di malattia.

L'obiettivo di questa analisi è caratterizzare diversi areali attorno ai parchi urbani oggetto di studio del progetto Urbiopark dal punto di vista socio-economico e sanitario utilizzando dati sanitari correnti per valutare lo stato di salute delle popolazioni che vivono attorno alle aree verdi urbane.

Parco dei Poeti, Brescia

2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA GENERALE

L'analisi si basa sulla identificazione di due areali di diversa dimensione attorno ai parchi indagati e sulla geolocalizzazione attraverso il sistema GIS (Geographic Information System), basandosi sull'indirizzo di residenza, dei soggetti presenti nella banca dati assistito (BDA) dell'Agenzia di tutela della Salute (ATS) di Brescia.

L'articolazione prevede due livelli complementari:

La prima analisi di contesto finalizzata alla **descrizione delle principali caratteristiche socio-demografiche** che caratterizzano ogni areale (età, genere, cittadinanza) e che risultano essere dei determinanti di salute per la diversa frequenza di patologie all'interno di ogni area considerata.

La seconda analisi è finalizzata alla descrizione della **frequenza delle principali patologie croniche** della popolazione in ogni areale e della **frequenza di prescrizione di farmaci antidepressivi**. Il confronto tra aree viene eseguito rispetto alla media dei casi di malattia e prescrizioni di farmaci dell'intera popolazione in carico all'ATS Brescia.

Analisi areali e dati sanitari:

1. AREALE DI RIFERIMENTO

Le analisi vengono effettuate all'interno di 2 areali attorno al parco con raggio di 250 m e 500 m. Queste misure sono riportate in letteratura negli studi di correlazione tra esposizione al verde urbano per residenza ed effetti sulla salute.

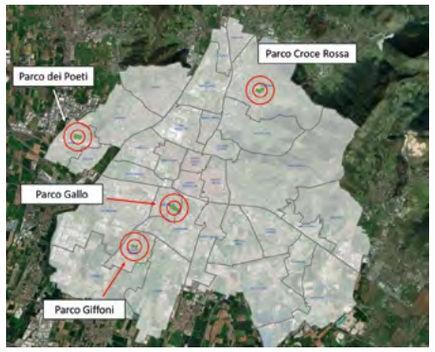


Figura 1. Identificazione dei 2 areali (250m e 500m) attorno ai parchi indagati

2. GEOLOCALIZZAZIONE ALL'INTERNO DELL'AREALE

Attraverso il GIS è stato possibile associare ad ogni areale la popolazione residente (al 31/12/2022) sulla base dell'indirizzo disponibile nell'anagrafe assistiti regionale.

3. DATI DEMOGRAFICI DISPONIBILI

Sulla base dell'indirizzo di residenza disponibile nell'anagrafe assistiti regionale è stato possibile associare ad ogni areale i dati della Banca Dati Assistito (BDA) di ATS Brescia: per ciascun assistito incluso nell'analisi erano disponibili le principali caratteristiche socio-demografiche. Sono stati esclusi dall'analisi e i soggetti che risultavano assistiti presso Residenze Sanitarie Assistenziali (RSA) e Residenza sanitarie per Disabili (RSD).

Figura 2. Areali attorno al parco (line rosse) e distribuzione della popolazione basata sull'indirizzo di residenza (punti gialli) (Parco Croce Rossa (sx) e parco Giffoni (dx) usati come esempio).

4. DATI SANITARI DISPONIBILI

Sulla base dell'indirizzo di residenza disponibile nell'anagrafe assistiti regionale è stato possibile associare ad ogni areale i dati della Banca Dati Assistito (BDA) di ATS Brescia: per ciascun assistito incluso nell'analisi erano disponibili i dati utili per stimare le principali patologie croniche, nonché i dati relativi all'utilizzo di farmaci.

5. FREQUENZA DI PATOLOGIE

Usando i dati della BDA dell'ATS Brescia è stato calcolato per ogni area di studio lo SPR (Standardised Prevalence Rate): il numero di casi di patologia cronica registrato nell'area (casi osservati) rispetto alla media dell'ATS (casi attesi) riferiti all'anno 2023. L'analisi è stata condotta sulla frequenza di malattie cardiovascolari, ipertensione, ipercolesterolemia, diabete, malattie respiratorie (asma e BPCO).

Standardised Prevalence Rate:

$$SPR \frac{\text{Casi osservati}}{\text{Casi attesi}}$$

SRP > 1 eccesso di malattia nell'area

SPR< 1 meno casi di malattia

SPR =1 nessuna differenza

6. FREQUENZA DI USO DI FARMACI ANTIDEPRESSIVI

Usando i dati della BDA dell'ATS Brescia è stato calcolato per ogni area di studio la frequenza di prescrizione di farmaci antidepressivi (più classi di farmaci raggruppati) e suddivisi tra almeno 1 prescrizione e più prescrizioni nell'ultimo triennio.

È stata effettuata un›analisi logistica univariata per il numero di prescrizioni di farmaci (come outcome) e l'età, il genere, la cittadinanza (come variabili predittive o indipendenti), calcolando la stima del rischio OR (Intervallo di confidenza 95%)

OR >1 eccesso di prescrizioni nella categoria considerata rispetto al riferimento
OR < 1 meno prescrizioni nella categoria considerata rispetto al riferimento
OR =1 (categoria di riferimento)

SINTESI OPERATIVA

L'identificazione degli areali a diversa dimensione attorno alle aree verdi urbane, l'analisi delle caratteristiche socio-demografiche e la valutazione della situazione sanitaria della popolazione residente nelle aree indagate attraverso l'utilizzo di dati sanitari correnti costituiscono un format replicabile da applicare a ogni area verde.

Un format replicabile da applicare a ogni area verde.

I sistemi informativi geografici (GIS) permettono di acquisire, analizzare, gestire e visualizzare informazioni geografiche da integrare con le informazioni sanitarie.

INNOVAZIONE E VANTAGGI DEL METODO APPLICATO

La possibilità di collaborazione con le ATS locali ha permesso l'utilizzo del database della Banca Dati Assistito (BDA) che si basa su una metodologia di indagine applicata a tutta la popolazione assistita dal Sistema Sanitario Nazionale che, mediante il linkage degli archivi informatici di uso amministrativo-gestionale sanitario locale, individua sottopopolazioni prese in carico per alcune patologie croniche.

I sistemi informativi geografici (GIS) permettono di acquisire, analizzare, gestire e visualizzare informazioni geografiche da integrare con le informazioni sanitarie. Nello specifico è utile poter georeferenziare:

- **domicilio/residenza** assistiti
- **confini** amministrativi (compresi i dati altimetrici)
- **siti produttivi**, fonti di inquinamento
- **vie di comunicazione**
- **strutture sanitarie**
- **parchi**, aree verdi

PUNTI DI FORZA DEL METODO APPLICATO

√ Relativa **facilità di aggiornamento** dei dati utili all'analisi;

√ **Replicabilità** nel tempo;

√ **Inclusione** di nuove aree.

LIMITI DEL METODO APPLICATO

√ **Assenza della storia residenziale** dei residenti nelle aree indagate;

√ **Assenza informazioni legate al singolo assistito** (es: fattori di rischio e protezione, attività lavorativa, ecc);

√ **Fattori confondenti legati all'ambiente**: presenza di altri parchi, vie di comunicazione, ecc

Parco Gallo, Brescia

5

CITIZEN SCIENCE E PARTECIPAZIONE

Parco Giffoni,
Brescia

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI

Tali approcci sono finalizzati non solo alla raccolta di informazioni percettive, ma anche alla costruzione di consapevolezza collettiva e alla tradizione dei risultati in indirizzi operativi per la pianificazione urbana.

La disseminazione e il coinvolgimento attivo degli stakeholders rappresentano una dimensione strategica del progetto URBioPark, in quanto consentono di rafforzare il dialogo tra ricerca scientifica, cittadini e decisori pubblici. In tale prospettiva, il progetto ha sviluppato un quadro organico di comunicazione e diffusione, fondato su una mappatura degli stakeholder e su un piano di comunicazione conforme al Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

Le attività di disseminazione si sviluppano su più livelli: locale, scientifico, istituzionale e pubblico generale, e includono l'adozione di pratiche partecipative e strumenti di Citizen Science come componenti integranti del percorso valutativo. Tali approcci sono finalizzati non solo alla raccolta di informazioni percettive, ma anche alla costruzione di consapevolezza collettiva e alla tradizione dei risultati in indirizzi operativi per la pianificazione urbana.

Gli obiettivi dei processi partecipativi sono:

- **valutare il livello di conoscenza e consapevolezza** dei cittadini rispetto alla biodiversità delle aree verdi urbane
- **accrescere la consapevolezza** sociale sul ruolo della biodiversità e dei servizi ecosistemici che fornisce in relazione alla salute umana;
- **integrare le percezioni e le evidenze emerse** nei processi decisionali e nelle strategie di pianificazione e gestione degli spazi verdi.

Parco Gallo, Brescia

2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA GENERALE

Le azioni di Citizen Science possono essere progettate e strutturate in maniera differente in funzione del target di riferimento, delle risorse disponibili, delle tempistiche e degli obiettivi di partecipazione.

Per questo motivo, si raccomanda di prevedere una fase preliminare di approfondimento e co-progettazione, eventualmente con il supporto di strutture e/o consulenti specializzati, al fine di individuare la strategia più adeguata al contesto di applicazione del processo partecipativo.

Si raccomanda di prevedere una fase preliminare di approfondimento e co-progettazione, al fine di individuare la strategia più adeguata al contesto di applicazione del processo partecipativo.

Nel progetto PRIN URBioPark è stata sperimentata una tipologia di laboratorio partecipativo realizzato in collaborazione con Urban Center Brescia e ATS Brescia, volta a indagare la percezione della biodiversità associata al verde urbano e la sua influenza sul comfort negli spazi pubblici. L'iniziativa si colloca nel paradigma dell'Urban Health e promuove un approccio intersettoriale alla pianificazione urbana, favorendo l'integrazione tra ambiti urbanistici, ambientali e socio sanitari.

Il laboratorio è stato concepito come attività formativa e partecipativa rivolta ad attori tecnici, istituzionali e decisori locali. Gli obiettivi formativi principali sono:

- diffondere conoscenze in materia di salute e percezione del benessere in ambiente urbano (Urban Health) tra gli attori e i decisori locali impegnati nella promozione e nello sviluppo di programmi di prevenzione e promozione della salute;
- diffondere conoscenze in merito alle politiche attive sul territorio del Comune di Brescia e il progetto di ricerca PRIN URBioPark;
- aumentare la consapevolezza sull'impatto delle scelte e degli interventi realizzati in ambito urbano sulla salute dei cittadini da parte degli amministratori locali, secondo un approccio equity oriented;
- promuovere e sostenere un approccio intersettoriale tra sistema sociosanitario, tecnico e amministrativo nell'ambito delle scelte concernenti la pianificazione urbanistica.

L'evento formativo è teso alla promozione di stili di vita e ambienti favorevoli alla salute, alla prevenzione dei fattori di rischio comportamentali e delle malattie cronico degenerative attraverso l'integrazione interprofessionale, interistituzionale e multiprofessionale e l'applicazione nella pratica quotidiana dei principi e delle procedure dell'Evidence Based Practice.

3. STRUTTURAZIONE E FASI DELL'ATTIVITÀ PARTECIPATIVA

L'attività laboratoriale si articola in tre momenti principali, concepiti come un percorso progressivo di apprendimento, osservazione e rielaborazione:

1. INTRODUZIONE AL TEMA
Momento iniziale di inquadramento, con contributi frontali di esperti e presentazione degli obiettivi e delle modalità operative del laboratorio.

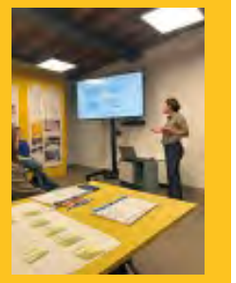
2. LABORATORIO PARTECIPATIVO
Attività strutturata che combina momenti individuali e di gruppo, finalizzata alla raccolta delle percezioni e alla riflessione condivisa sul rapporto tra biodiversità, comfort e salute negli spazi pubblici.

3. APPROFONDIMENTI TEMATICI E RESTITUZIONE
Fase conclusiva di restituzione e approfondimento, con contributi degli esperti a partire dagli esiti emersi durante il laboratorio.

Articolazione operativa del laboratorio

Fase	Descrizione	Tempo
Passeggiata esplorativa	Percorso guidato con soste in tre luoghi (ad esempio piazza, giardino storico, parco), con presenza di vegetazione caratterizzata da differenti livelli di biodiversità e gestione. In ciascun punto i partecipanti compilano individualmente una scheda di osservazione, con possibilità di annotazioni libere.	40 min
Attività di rielaborazione	Formazione di gruppi di lavoro e rielaborazione collettiva delle risposte, finalizzata al confronto e alla sintesi delle percezioni emerse.	35 min
Sintesi e condivisione	Condivisione plenaria dei risultati e discussione guidata	15 min

BOX - WORLD CAFÉ
Metodo partecipativo che facilita conversazioni informali strutturate tra un ampio numero di partecipanti, favorendo il confronto di punti di vista, la comprensione condivisa delle situazioni e la convergenza verso iniziative comuni. Basato sul dialogo e sulla "cross-pollination" delle idee, incoraggia l'espressione della diversità e orienta l'energia collettiva verso ambiti di cambiamento possibile.
La grande parte dei World Café sono basate sui principi e sul formato sviluppato da The World Café (www.theworldcafe.com).



Fasi del laboratorio: passeggiata esplorativa, attività di gruppo laboratoriale, sintesi e condivisione (Fonte: elaborazione propria)

ESEMPIO DI QUESTIONARIO VALUTATIVO

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani | Università degli Studi di Brescia

Salute e benessere nelle città: la biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città. URBioPark

evento ATS Brescia in collaborazione con URBioPark, Università degli studi di Brescia, Urban Center Brescia

Data

Genere

Età

Laboratorio:
Valutazione del comfort percepito in ambito urbano, in contesti a diverso grado di biodiversità

	LUOGO 1	Note	LUOGO 2	Note	LUOGO 3	Note
Valuta la tua emozione, come ti senti in questo luogo? (da 1: in pericolo, a 5 sicuro)						
Valuta l'estetica: quanto ti piace? (da 1 assolutamente no a 5 molto)						
Valuta quanto a tuo parere è curato/gestito? (da 1 assolutamente no a 5 molto)						
Dal punto di vista della percezione della temperatura come ti senti? (da1 molto freddo a 5 molto caldo)						
Quale aspetto del meteo è la causa principale di questa tua sensazione a scelta una o più opzioni: **a. temperatura dell'aria,** **b. umidità dell'aria** **c. vento,** **d. pioggia,** **e. esposizione al sole,** **f. nuvoloso,** **g. ombra**						
Immagina di trovarti in questo stesso luogo e nella stessa situazione in Estate, quale sarebbe la tua sensazione? (da 1 molto freddo 5 molto caldo) **Biodiversità vegetale. Quante specie vegetali differenti (arbusti, alberi) vedi attorno a te (scegliere un'opzione):** **a. nessuna,** **b. 1, da 2 a 5** **c. più di 5**						
Biodviersità del suolo: Quanto parte della superficie in cui ti trovi è coperta da materiali artificiali (asfalto, cemento ...): **a. per niente** **b. meno della metà** **c. più della metà** **d. completamente artificiale**						

5

VALUTAZIONE ECONOMICA E PREFERENZE DEI CITTADINI

Parco Croce Rosssa,
Brescia

LA BIODIVERSITÀ NEI PARCHI URBANI RAPPRESENTA UNA COMPONENTE ESSENZIALE DEL CAPITALE NATURALE DELLA CITTÀ.

La biodiversità è una vera e propria infrastruttura naturale che sostiene funzioni vitali per la qualità della vita.

Non è soltanto un insieme di specie vegetali o la presenza di fauna urbana, ma una vera e propria infrastruttura naturale che sostiene funzioni vitali per la qualità della vita. La ricchezza degli habitat, la varietà della vegetazione, la vitalità del suolo e la presenza di impollinatori alimentano processi ecologici che regolano il microclima, mitigano gli inquinanti, favoriscono la gestione delle acque meteoriche e contribuiscono al benessere psicofisico della popolazione.

La biodiversità urbana sostiene inoltre una pluralità di benefici ambientali e sociali: migliora il comfort climatico, riduce l'isola di calore urbano, supporta impollinatori e fauna utile, aumenta la permeabilità dei suoli e la capacità della città di assorbire le piogge intense. Allo stesso tempo, offre spazi che promuovono attività fisica, socialità, rigenerazione psicologica e connessione con la natura, aspetti sempre più riconosciuti come determinanti di salute pubblica.

Parco Giffoni, Brescia

1. PERCHÉ VALUTARE ECONOMICAMENTE LA BIODIVERSITÀ URBANA

Questa prospettiva è coerente con iniziative internazionali come TEEB e con il quadro contabile SEEA-EA, che incoraggiano le amministrazioni a riconoscere il valore economico del capitale naturale.

Questi benefici, pur fondamentali, tendono a non essere riconosciuti in modo esplicito nelle decisioni di pianificazione, perché non sono associati a un valore economico diretto e non vengono quindi considerati automaticamente nelle valutazioni ordinarie o nei confronti tra alternative di intervento. La valutazione economica dei servizi ecosistemici consente di rendere esplicito questo valore e di supportare processi decisionali più informati e trasparenti e permette di:

- riconoscere e rendere **visibile il valore generato** dalla biodiversità e dalle funzioni ecologiche dei parchi urbani
- **confrontare scenari alternativi** di gestione,
- **includere le preferenze** della popolazione,
- **rafforzare la Valutazione Ambientale Strategica** (VAS)
- **supportare politiche orientate alle Nature-Based Solutions** (NBS).

Questa prospettiva è coerente con iniziative internazionali come **TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) e con il quadro contabile **SEEA-EA** (System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting), che **incoraggiano le amministrazioni** a **riconoscere il valore economico del capitale naturale**.

Parco dei Poeti, Brescia

2. TIPOLOGIE DI VALORE GENERATE DALLA BIODIVERSITÀ URBANA

Per comprendere in modo completo i benefici generati dalla biodiversità, è utile fare riferimento al concetto di Valore Economico Totale (TEV), un modello che stima il valore complessivo di un bene ambientale includendo sia i benefici legati al suo utilizzo diretto, sia quelli indiretti o intangibili, come i servizi ecologici e il valore attribuito alla semplice presenza della natura. Il TEV consente quindi di considerare non solo i benefici immediatamente percepibili — come lo sport, la socialità o la fruizione quotidiana del parco — ma anche quelli meno evidenti, come la regolazione del microclima, la qualità del suolo o la funzione ecologica degli habitat. In questo modo diventa possibile cogliere l'intero spettro dei contributi che la biodiversità offre al benessere individuale e collettivo, sia attraverso esperienze direttamente vissute, sia attraverso processi ecologici che agiscono in modo più discreto sull'ambiente urbano.

Per inquadrare in modo sistematico i diversi benefici associati alla biodiversità dei parchi urbani, è utile distinguere le principali tipologie di valore economico che essa genera, includendo sia i benefici direttamente legati all'uso del parco sia quelli indiretti, futuri o indipendenti dalla fruizione. La tabella seguente sintetizza queste dimensioni, evidenziandone la rilevanza nel contesto dei parchi urbani.

TABELLA 1. DIMENSIONI DI VALORE DELLA BIODIVERSITÀ

Indicatore	Descrizione	Rilevanza nei parchi urbani
Valore d'uso diretto	Benefici percepiti dall'utilizzo quotidiano: relax, sport, socialità.	Migliora salute pubblica e benessere psicologico.
Valore d'uso indiretto	Benefici ecologici: ombreggiamento, qualità dell'aria, regolazione idrica, qualità del suolo.	Riduce rischi ambientali e migliora il comfort urbano.
Valore di opzione	Benefici futuri potenziali derivanti dal mantenimento della biodiversità.	Rafforza la resilienza climatica urbana.
Valori di esistenza	Valore attribuito alla natura indipendentemente dall'uso diretto.	Supporta politiche di conservazione e identità ecologica

Questa struttura permette di leggere la biodiversità come un'infrastruttura multifunzionale che sostiene simultaneamente dimensioni ecologiche, sociali e culturali della vita urbana.

3. METODI PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA SECONDO IL QUADRO SEEA-EA

La valutazione economica può essere affrontata attraverso tre tipologie di metodi a seconda del modo in cui il beneficio ambientale si relaziona al sistema economico.

1. METODI BASATI SU PREZZI DI MERCATO

2. METODI INDIRETTI DI MERCATO

3. METODI NON-DI-MERCATO

1 METODI BASATI SU PREZZI DI MERCATO

Si utilizzano quando **un ecosistema produce beni venduti sul mercato**. Nei parchi urbani ciò accade raramente, ma alcuni esempi europei illustrano la logica di questi metodi.

ESEMPIO — VALORIZZAZIONE COMMERCIALE DEL LEGNAME IN FORESTE URBANE FINLANDESI

*In diversi contesti urbani del Nord Europa, in particolare in **Finlandia**, le **foreste urbane** gestite dai Comuni includono interventi di diradamento e manutenzione che producono **legname commercializzabile**. Studi dedicati alla gestione delle foreste urbane hanno mostrato che una parte dei benefici economici di questi ecosistemi deriva proprio dalla vendita di legname e biomassa ottenuti dagli interventi selvicolturali. La presenza di un mercato per questo prodotto consente di stimare in modo diretto parte del valore economico dell'ecosistema urbano, che si aggiunge ai benefici ecologici e sociali non monetizzati. Questo tipo di valutazione illustra come, nei rari casi in cui un parco o una foresta urbana producono un bene commerciabile, sia possibile utilizzare i prezzi di mercato per attribuire un valore economico reale a una componente dell'infrastruttura verde urbana (Tyrväinen and Miettinen, 2000).*

2 METODI INDIRETTI DI MERCATO

Questi metodi permettono di cogliere il **valore della biodiversità** osservando come essa **incida sulle scelte quotidiane** delle persone, ad esempio sul valore delle abitazioni o sulla disponibilità a spostarsi per svolgere attività ricreative in spazi verdi di maggiore qualità.

METODO DEI PREZZI EDONICI

Il metodo dei prezzi edonici permette di **analizzare** in che modo la presenza e la qualità della **biodiversità urbana contribuiscono al valore degli immobili e alla desiderabilità dei quartieri.**

ESEMPIO — VALORIZZAZIONE IMMOBILIARE ASSOCIATA AI PARCHI URBANI

*Uno degli studi europei più citati ha utilizzato il metodo dei prezzi edonici per valutare come la vicinanza e la qualità ecologica delle foreste-parco urbane influenzino il valore delle abitazioni. L'analisi ha mostrato che gli immobili situati in prossimità di aree verdi con maggiore naturalità e presenza di alberature mature registrano valori di mercato più elevati, evidenziando come **il mercato immobiliare rifletta il valore attribuito dai cittadini alla biodiversità urbana** (Tyrväinen, 1997).*

METODO DEL COSTO DEL VIAGGIO

Il costo del viaggio consente di comprendere quanto le persone apprezzino la biodiversità osservando l'**impegno** — in **tempo** e **spostamento** — che dedicano **per raggiungere aree verdi** di maggiore qualità ecologica.

ESEMPIO — VALORE RICREATIVO DEI PARCHI URBANI A HELSINKI

*Uno studio condotto nella città di **Helsinki** ha analizzato la **relazione** tra **distanza, accessibilità e frequenza** di visita ai parchi urbani, applicando i principi del metodo del costo del viaggio. I risultati hanno mostrato che i cittadini sono disposti a percorrere distanze maggiori per visitare aree verdi più naturali e di qualità superiore, indicando che la **biodiversità e la struttura ecologica del parco influenzano direttamente il valore ricreativo attribuito allo spazio** (Neuvonen et al., 2010).*

(photo Pexels - Paul Gourmaud)

3 METODI NON-DI-MERCATO

La biodiversità genera prevalentemente **beni pubblici**, cioè **benefici condivisi** — come qualità dell'aria, ombreggiamento, stabilità del suolo — che **non hanno un prezzo di mercato**.

Per valutarli è necessario utilizzare metodi non-di-mercato che permettono di capire in modo strutturato quali aspetti della biodiversità le persone considerano più importanti.

VALUTAZIONE CONTINGENTE

La valutazione contingente è un metodo **diretto** che prevede di **chiedere** ai cittadini quale contributo economico sarebbero disposti a dare per ottenere o mantenere un certo miglioramento ambientale.

ESEMPIO — VALUTAZIONE CONTINGENTE DI UN PARCO URBANO STORICO IN PORTOGALLO

*Un'applicazione recente della valutazione contingente ha stimato il valore economico totale di un parco urbano di rilevanza storica situato nella città portoghese di Santa Maria da Feira. Lo studio ha chiesto ai cittadini quale contributo economico ritenessero adeguato per sostenere il mantenimento e il miglioramento del parco, in particolare per preservarne la qualità ecologica, il valore culturale e le funzioni ricreative. I risultati hanno mostrato che la popolazione attribuisce un **valore significativo al parco**, non solo come spazio di fruizione quotidiana, ma anche **come patrimonio naturale e culturale della città**. La disponibilità a contribuire espressa dagli intervistati indica che la biodiversità e l'identità storica degli spazi verdi urbani sono percepite come **componenti essenziali del benessere collettivo** (Silva et al., 2022)*

ESPERIMENTI DI SCELTA DISCRETA (DCE)

Gli Esperimenti di Scelta Discreta sono uno strumento utilizzato per comprendere e quantificare il valore che i cittadini attribuiscono a diverse opzioni di gestione e miglioramento dei parchi urbani. Il metodo si basa su un principio semplice: invece di chiedere valutazioni generiche, ai cittadini viene **chiesto** di **scegliere tra diverse alternative che descrivono possibili configurazioni del parco**.

Nel caso dei parchi urbani, gli intervistati si trovano di fronte a scenari di intervento descritti attraverso una combinazione di caratteristiche ambientali e funzionali, come il livello di biodiversità vegetale, la qualità del suolo, la presenza di aree ombreggiate, la creazione di habitat per la fauna urbana o il grado di naturalità degli spazi. A ciascuno scenario è associato anche un contributo economico ipotetico, che rappresenta le risorse necessarie per realizzare quell'insieme di interventi.

Attraverso le scelte espresse, il metodo consente di stimare quanto valore viene attribuito a ciascuna caratteristica del parco e di calcolare un indicatore monetario della preferenza collettiva, comunemente interpretato come la disponibilità a contribuire economicamente per ottenere specifici miglioramenti. In questo modo, i DCE permettono di **trasformare le preferenze dei cittadini** in **informazioni quantitative** utili per confrontare alternative

progettuali, valutare i benefici associati a diversi livelli di biodiversità e supportare decisioni di investimento pubblico.

Per queste ragioni, i DCE risultano particolarmente **adatti alla pianificazione del verde urbano**: consentono di **integrare considerazioni ecologiche, sociali ed economiche**, rendendo esplicito il valore attribuito dalla popolazione agli interventi orientati alla biodiversità, anche quando tali benefici non sono immediatamente osservabili sul mercato.

ESEMPIO — VALUTAZIONE DELLA NATURA URBANA IN CITTÀ EUROPEE

Uno studio recente ha utilizzato gli Esperimenti di Scelta Discreta per analizzare come i cittadini valutano interventi di miglioramento della natura urbana in città europee. Gli scenari proposti combinavano diverse tipologie di spazi verdi — come parchi urbani, foreste urbane e corridoi verdi — con caratteristiche ecologiche concrete, tra cui una vegetazione più diversificata, la presenza di alberature mature e benefici funzionali come il raffrescamento estivo, la riduzione del rischio di allagamenti e il miglioramento della qualità dell'aria. Le scelte espresse mostrano una preferenza per gli interventi che rafforzano la qualità ecologica complessiva degli spazi verdi urbani, indicando che ***parchi più ricchi dal punto di vista ecologico sono percepiti come un investimento rilevante per la vivibilità urbana*** *(Papineau Salm et al., 2023).*

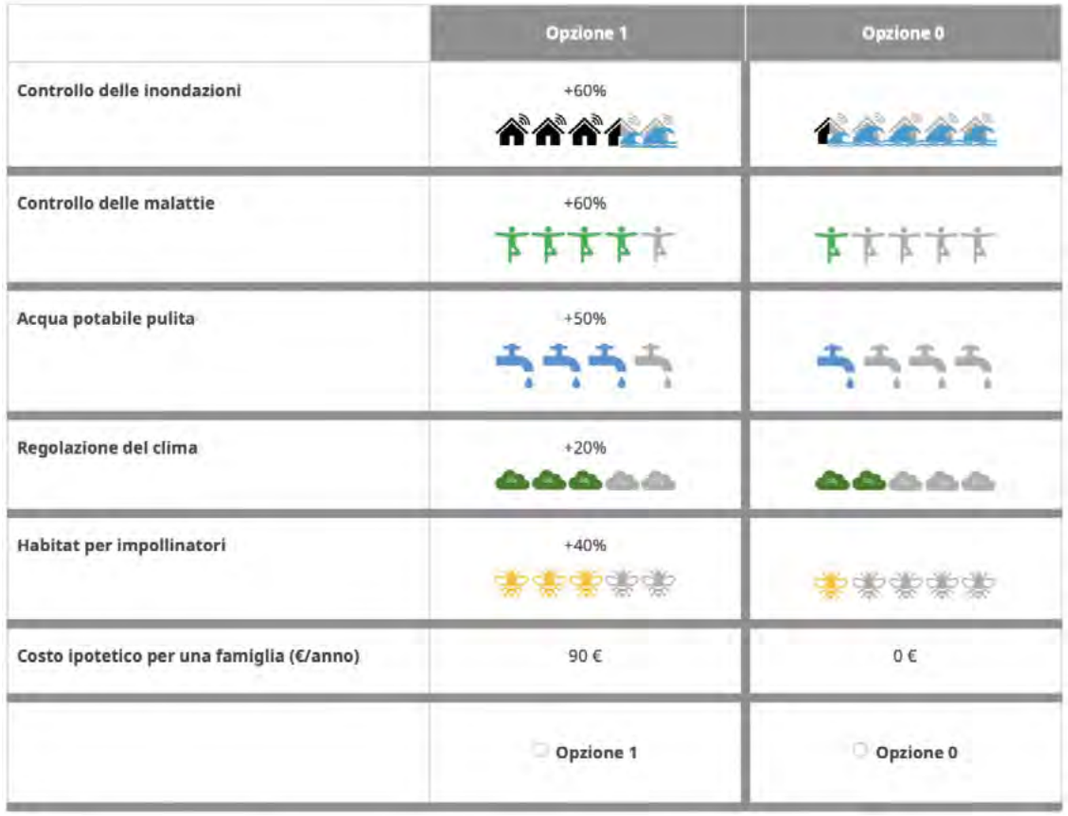
4. VARIABILI RILEVANTI NELLA COSTRUZIONE DI UN DCE

Un DCE efficace deve rappresentare la complessità del parco urbano attraverso un numero limitato di attributi, ossia caratteristiche degli scenari di intervento che possono essere modificate dalla pianificazione e tra cui i cittadini sono chiamati a scegliere. Accanto a questi attributi, è spesso utile raccogliere informazioni aggiuntive sui rispondenti, come atteggiamenti e valori ambientali, per interpretare le differenze nelle preferenze espresse.

TABELLA 2. ESEMPI DI ATTRIBUTI PER UN ESPERIMENTO DI SCELTA

Caratteristiche	Esempi	Perché sono utili
Ecologiche	Diversità vegetale, qualità del suolo, presenza di alberature	Descrivono il livello di biodiversità e il funzionamento ecologico del parco.
Microclimatiche	Ombra, permeabilità del suolo, temperatura superficiale	Collegano gli interventi ecologici ai benefici di comfort e mitigazione climatica.
Percettive	Naturalità, qualità estetica, tranquillità	Influenzano direttamente la qualità percepita dello spazio e l'esperienza d'uso.
Monetarie	Contributo economico ipotetico	Necessarie per stimare il valore attribuito ai diversi scenari (WTP).

Parco Gallo, Brescia



	Opzione 1	Opzione 0
Controllo delle inondazioni	+60%	
Controllo delle malattie	+60%	
Acqua potabile pulita	+50%	
Regolazione del clima	+20%	
Habitat per impollinatori	+40%	
Costo ipotetico per una famiglia (€/anno)	90 €	0 €
	Opzione 1	Opzione 0

Esempio di choice card per un esperimento di scelta

Accanto agli attributi inclusi negli scenari di scelta, le analisi basate su DCE si avvalgono spesso di informazioni aggiuntive sui rispondenti. Queste variabili servono a interpretare le differenze nelle preferenze espresse, a comprendere l'eterogeneità delle scelte e a collegare i risultati ai profili socio-demografici e valoriali della popolazione.

TABELLA 3. ESEMPI DI VARIABILI INDIVIDUALI A SUPPORTO DELL'ANALISI DELLE PREFERENZE

Categoria	Esempi	Ruolo nell'analisi
Socio-demografiche	Età, genere, titolo di studio, condizione lavorativa, presenza di figli	Permettono di analizzare come le preferenze variano tra gruppi della popolazione.
Abitudini di utilizzo	Frequenza di visita, modalità di fruizione del parco	Aiutano a distinguere tra utenti occasionali e utenti abituali.
Atteggiamenti ambientali	Orientamento ecologico (es. indice NEP)	Consentono di collegare le scelte a valori e sensibilità ambientali.
Percezioni del parco	Qualità percepita, naturalità, sicurezza, manutenzione	Spiegano come l'esperienza soggettiva influenzi le preferenze espresse.
Motivazioni	Relax, attività fisica, contatto con la natura, accompagnamento dei figli	Aiutano a interpretare il significato attribuito al parco nella vita quotidiana.

5. LINEE GUIDA OPERATIVE

- Coinvolgere i cittadini tramite indagini e percorsi partecipativi, per identificare le priorità percepite riguardo agli interventi nei parchi.
- Utilizzare metodi non-di-mercato, in particolare DCE e valutazione contingente, per valutare benefici ambientali non osservabili nei prezzi di mercato.
- Comunicare i benefici della biodiversità in modo chiaro, utilizzando i risultati delle valutazioni economiche per spiegare gli impatti positivi degli interventi.

6

SINTESI E PROSPETTIVE

Parco Gallo,
Brescia

La ricerca ha esplorato il campo dell'integrazione tra indicatori di biodiversità vegetale e del suolo, analisi microclimatiche e dati sanitari. Ciò ha permesso di esplorare le relazioni tra qualità ecologica degli spazi verdi e salute umana, evidenziando potenziali correlazioni e ambiti di approfondimento futuri.

Il percorso di ricerca sviluppato nell'ambito del progetto PRIN URBioPark ha consentito di sviluppare e testare una metodologia integrata per la valutazione della biodiversità dei parchi urbani, mettendo in relazione componenti ecologiche, microclimatiche, socio-sanitarie, economiche e relative alla percezione della popolazione. Il caso studio della città di Brescia ha rappresentato un contesto sperimentale particolarmente significativo, grazie alla presenza di un sistema articolato di aree verdi e alla disponibilità di dati territoriali e sanitari idonei a supportare un'analisi multidimensionale e replicabile.

Partendo dal presupposto che i parchi urbani sono infrastrutture ecologiche strategiche, capaci di contribuire alla mitigazione climatica, al miglioramento della qualità ambientale e al benessere della popolazione, la ricerca ha esplorato il campo dell'integrazione tra indicatori di biodiversità vegetale e del suolo, analisi microclimatiche e dati sanitari. Ciò ha permesso di esplorare le relazioni tra qualità ecologica degli spazi verdi e salute umana, evidenziando potenziali correlazioni e ambiti di approfondimento futuri.

Ad integrazione delle analisi tecnico-scientifiche, il progetto ha messo in evidenza il valore dei processi partecipativi e degli approcci di citizen science come strumenti complementari alla valutazione ambientale. Il coinvolgimento attivo di cittadini, tecnici e decisori ha consentito di integrare dati oggettivi e percezioni, rafforzando la consapevolezza collettiva sul ruolo della biodiversità urbana e favorendo una lettura più completa dei benefici ecosistemici associati ai parchi.

Un ulteriore contributo rilevante riguarda la valutazione economica dei servizi ecosistemici, che ha permesso di rendere esplicito il valore sociale della biodiversità urbana e di tradurre le preferenze dei cittadini in informazioni utili al supporto dei processi decisionali. In questa prospettiva, la biodiversità viene riconosciuta non solo come patrimonio ambientale da tutelare, ma come risorsa attiva per la salute pubblica, la resilienza urbana e la qualità della vita.

Questo manuale si propone di rendere operativo e replicabile l'approccio testato nell'ambito di questo processo e aspira a rappresentare uno strumento operativo a supporto della pianificazione urbanistica e della Valutazione Ambientale Strategica, offrendo linee guida flessibili e adattabili a contesti diversi. Pur configurandosi come un primo output del progetto, il lavoro svolto fornisce una base metodologica solida per futuri sviluppi, auspicando un'integrazione sempre più strutturata della biodiversità urbana nei processi di governo e gestione del territorio e nelle politiche orientate alla salute e alla sostenibilità.

Questo manuale si propone di rendere operativo e replicabile l'approccio testato nell'ambito di questo processo.

RINGRAZIAMENTI

La presente monografia è stata realizzata grazie al contributo di istituzioni che hanno sostenuto e accompagnato il percorso di ricerca.

Gli autori desiderano ringraziare il professor Giancarlo Renella per l'essenziale contributo scientifico e umano all'ideazione e alla realizzazione del progetto URBioPark e della presente monografia.

Si ringraziano il Comune di Brescia e la Fondazione Cariplo per il supporto istituzionale e per il contributo alla realizzazione delle attività di studio e di elaborazione dei contenuti. Grazie ad Urban Center Brescia e Ambiente Parco per il contributo offerto in termini di confronto e condivisione di competenze, per la collaborazione e l'impegno sulle tematiche affrontate nella monografia, e per la calorosa ospitalità!

Un ringraziamento particolare va all'Agenzia di Tutela della Salute di Brescia (ATS Brescia) per la disponibilità dimostrata nel corso del progetto e per la concessione dell'uso dei dati, che ha contribuito in modo significativo all'impostazione e all'approfondimento del quadro di riferimento.

NOTA SUL FINANZIAMENTO

La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del Progetto PRIN 2022 "URBioPark. La biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città" - CUP D53D23010920006, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Aerts R et al. (2018) Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. British Medical Bulletin, 127(1):5-22.
https://doi.org/10.1093/bmb/ldy021

Brink, P., Berghöfer, A., Schröter-Schlaack, C., Sukhdev, P., Vakrou, A., White, S., & Wittmer, H. (2009). TEEB-The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers 2009.

Direttiva (UE) 2025/2360 del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 novembre 2025 relativa al monitoraggio e alla resilienza del suolo (Soil Monitoring Law). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 2025/2360, 26 novembre 2025.
https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2025/2360/oj

Dirksen, M, R J Ronda, N E Theeuwes, and G A Pagani, 'Sky View Factor Calculations and Its Application in Urban Heat Island Studies', Urban Climate, 30 (2019), 100498
https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100498

Giacinto JJ et al. (2021) Urban forest biodiversity and cardiovascular disease: Potential health benefits from California's street trees. PloS ONE 16(11): e0254973.
https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254973

H., Cornadó, D. & Raaijmakers, J.M. The soil-plant-human gut microbiome axis into perspective. Nat Commun 16, 7748 (2025).
https://doi.org/10.1038/s41467-025-62989-z.

Kowarik, I. et al. (2025) Promoting urban biodiversity for the benefit of people and nature. Nat. Rev. Biodivers. 1, 214–232.
https://doi.org/10.1038/s44358-025-00035-y

Labib, S M, Sarah Lindley, and Jonny J Huck, 'Spatial Dimensions of the Influence of Urban Green Blue Spaces on Human Health : A Systematic Review', Environmental Research, 180.October 2019 (2020), 108869
https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108869

Lio, A., & Ito, A. (2014). A Global Database of Field-observed Leaf Area Index in Woody Plant Species, 1932-2011 (Version 1). ORNL Distributed Active Archive Center.

Maas J et al. (2009) Morbidity is related to a green living environment. J Epidemiol Community Health. 63(12):967-73. doi: 10.1136/ jech.2008.079038.

Marselle MR et al. (2020) Urban street tree biodiversity and antidepressant prescriptions. Sci Rep 10, 22445.
https://doi.org/10.1038/s41598-020-79924-5

Mitchell R et al. (2008) Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. The Lancet, 37: 1655 – 1660.

Napoli, M.L.; Massetti, G.; Brandani, M.; Petralli, S.; Orlandini, S. Modleing tree shade effect on urban ground surface temperature. J. Environ. Qual. 2016, 45, 146–156.

Neuvonen, M., Sievänen, T., & Tonnes, S. (2010). Access to green areas and the frequency of visits — A case study in Helsinki.

Papineau Salm, J. A., Bočkarjova, M., Botzen, W. J. W., & Runhaar, H. A. C. (2023). Citizens' preferences and valuation of urban nature: Insights from two choice experiments. Ecological Economics, 208, 107797

Petralli, M., Massetti, L., Brandani, G. and Orlandini, S. (2014), "Urban planning indicators: useful tools to measure the effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures", International Journal of Climatology, Vol. 34 No. 4, pp. 1236-1244.

Pielou, E.C. (1975) Ecological Diversity. Wiley, New York.

Regione Emilia Romagna, 2024, Alberi per la città - un abaco per l'infrastruttura verde urbana. Progetto Mettiamo Radici per il futuro.
https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/abalberi/Volume_alberi_pagina_singola.pdf

SEEA-EA (System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting)
https://seea.un.org/ecosystem-accounting

Shannon C.E., A mathematical theory of communication, Bell Syst. Tech. J. 27 (1948) 379.

Silva, A., Figueiredo, R., & Teixeira, L. (2022). Economic valuation of an urban historical park: The case of Quinta do Castelo. Urban Ecosystems, 25(4), 923–938.
https://doi.org/10.1007/s11252-022-01213-z

Tyrväinen, L. (1997). The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. Landscape and Urban Planning, 37(3–4), 211–222.

Tyrväinen, L., & Miettinen, A. (2000). Property prices and urban forest amenities. Forest Policy and Economics, 1(2), 113–130.

Wilker EH et al. (2014) Green space and mortality following ischemic stroke. Environ Res; 133:42-8. doi: 10.1016/j.envres.2014.05.005.