

CARTA DELLA NATURA A SCALA LOCALE COME STRUMENTO DI SUPPORTO AL MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ IN AMBITO URBANO: IL CASO STUDIO DI CAMPOBASSO

[Chiara D'Angeli](#)^{1,2}, Dora Ceralli¹, Marco Varricchione^{2,3}, Maria Laura Carranza^{2,3}, Maria Carla de Francesco^{2,3}, Michele Innangi², Lucia Antonietta Santoianni², Angela Stanisci^{2,3}

¹ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ²Università degli Studi del Molise - Dipartimento di Bioscienze e Territorio, EnviXLab, ³National Biodiversity Future Center (NBFC)

Abstract: Nell'ambito della collaborazione tra il gruppo ISPRA Carta della Natura e i ricercatori del Dipartimento di Bioscienze e Territorio dell'Università del Molise, nel contesto del progetto *National Biodiversity Future Center*, viene presentata e descritta la "Carta della Natura del comune di Campobasso: Carta degli habitat alla scala 1:5.000". La carta è stata redatta secondo la classificazione degli habitat EUNIS ed è disponibile attraverso il portale ISPRA. Dall'analisi della distribuzione e dell'estensione degli habitat è emerso come il territorio oggetto di studio mostri un buon livello di naturalità, nonostante il contesto sia di tipo urbano e agricolo. Il prodotto del presente lavoro rappresenta un esempio di applicazione del progetto "Carta della Natura" a scala locale all'interno di un contesto di città medio-piccola, e ne mostra le potenzialità come base per la valutazione e il monitoraggio della biodiversità e come strumento utile alla pianificazione in ambito urbano.

Parole chiave: cartografia degli habitat, EUNIS, ecosistema urbano, Molise.

CARTA DELLA NATURA AT LOCAL SCALE AS A TOOL FOR URBAN BIODIVERSITY MONITORING: THE CASE STUDY OF CAMPOBASSO

[Chiara D'Angeli](#)^{1,2}, Dora Ceralli¹, Marco Varricchione^{2,3}, Maria Laura Carranza^{2,3}, Maria Carla de Francesco^{2,3}, Michele Innangi², Lucia Antonietta Santoianni², Angela Stanisci^{2,3}

¹ISPRA - Italian Institute for Environmental Protection and Research, ²University of Molise, Department of Bioscience and Territory, EnviXLab, ³National Biodiversity Future Center (NBFC)

Abstract: The "Nature Map of the Municipality of Campobasso: Habitat Map at 1:5,000 scale" is presented and described as part of the collaboration between the ISPRA – Carta della Natura group and researchers from the Department of Biosciences and Territory of the University of Molise, in the context of the National Biodiversity Future Center project. The map was drawn up according to the EUNIS habitat classification and is available through the ISPRA institutional website. The analysis of the distribution and extension of the habitats shows that the study area has a good level of naturalness, despite the urban and agricultural context. The product of this work is an example of the application of the "Carta della Natura" project at a local scale within a small to medium-sized urban context, and shows its potential as a basis for assessing and monitoring of urban biodiversity and as a useful tool for urban planning.

Key words: habitat mapping, EUNIS, urban ecosystem, Molise region.

INTRODUZIONE

Attualmente, oltre il 50% della popolazione mondiale risiede in aree urbane o periurbane ([The World Bank, 2020](#)), e per la maggior parte di queste persone, gli ecosistemi urbani rappresentano l'unica forma di natura con cui sono regolarmente in contatto (Endlicher, 2012). Le aree verdi urbane rappresentate da diverse tipologie di habitat come infrastrutture verdi, parchi e giardini pubblici, residui di foreste urbane ed aree rurali adiacenti, sono cruciali per mantenere alta la connettività del paesaggio e fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici ([Milanovich et al., 2012](#); [Aronson et al., 2017](#)). Gli ecosistemi urbani, infatti, svolgono un ruolo fondamentale per rendere le città più vivibili attraverso la purificazione dell'aria, la regolazione del clima (raffreddamento), la mitigazione delle isole di calore, il sequestro del carbonio, la mitigazione del deflusso e la riduzione del rumore, nonché la fornitura di servizi ricreativi ed il sostenimento del benessere mentale, fisico e sociale ([Gómez-Baggethun e Barton, 2013](#); [Klemm et al., 2015](#); [Ballinas e Barradas, 2016](#); [Calfapietra et al., 2016](#); [Van den Bosch et al., 2017](#)). Tuttavia, la quantità e la qualità dei servizi ecosistemici forniti dalle aree verdi urbane dipendono fortemente dalle diverse tipologie di aree verdi presenti all'interno delle aree urbane e nelle aree circostanti ([Bastian et al., 2012](#)). Inoltre, le città rappresentano degli ambienti inospitali per le piante autoctone e native, specialmente quelle sensibili, mentre favoriscono l'insediamento delle specie più opportunistiche ed invasive ([Cadotte et al., 2017](#)). Pertanto, il mantenimento di grandi porzioni di boschi o aree verdi ben distribuite all'interno delle città può aiutare a limitare la perdita di biodiversità e a garantire un

costante approvvigionamento di servizi ecosistemici per gli esseri umani.

Il progetto [National Biodiversity Future Center](#), promosso dal Governo italiano e finanziato sui fondi PNRR, ha individuato nella "biodiversità urbana" un campo di ricerca strategico, implementando un gruppo interdisciplinare italiano (denominato Spoke 5: *Urban Biodiversity*) orientato a migliorare le attuali conoscenze sulla biodiversità nelle città italiane e a fornire nuove proposte per proteggere, ripristinare e valorizzare la natura nelle aree edificate (Carranza et al., 2023; [Limonciello et al., 2023](#)).

La realizzazione di Carta della Natura è un compito istituzionale dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ai sensi della [Legge 394/91](#) - Legge quadro sulle aree protette (Repubblica Italiana, 1991); l'articolo 3 ne indica le finalità: "*Carta della Natura [...] individua lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriale*". Carta della Natura nasce quindi come uno strumento di conoscenza dello stato dell'ambiente naturale in Italia (Cardillo et al., 2017).

In questo contesto è nato un accordo di ricerca tra l'Università degli Studi del Molise (UniMOL) e l'ISPRA con l'obiettivo generale di produrre, nella *Functional Urban Area* (FUA) di Campobasso ([Dijkstra et al., 2019](#)), una base conoscitiva omogenea con dati cartografici e valutativi sugli habitat, raccogliendo in un Sistema Informativo dati utili a individuare le aree di maggior valore ecologico e quelle più a rischio di degrado da un punto di vista naturalistico-ambientale ([D'Angeli et al., 2022](#); [D'Angeli et al., 2023](#)).

Nell'ambito di questa collaborazione è stata realizzata la Carta degli habitat, secondo la

legenda *European Nature Information System* (EUNIS), dell'area metropolitana della città di Campobasso, che qui viene presentata e descritta. Questo lavoro ha permesso di esplorare le potenzialità dell'approccio del progetto [Carta della Natura](#) come supporto alle attività di pianificazione e di monitoraggio della biodiversità nel contesto delle aree urbane ([Pregitzer et al., 2019](#)).

Sia nel contesto nazionale che internazionale esistono esempi di studi che hanno riguardato la mappatura degli ecosistemi urbani, la maggior parte dei quali sono basati principalmente su cartografie di uso e copertura del suolo, che non permettono di caratterizzare nel dettaglio gli ambienti naturali e seminaturali, e solo pochi di essi sono stati condotti a scala di dettaglio (Maes et al., 2016; [Nedkov et al., 2017](#); [Acosta et al., 2005](#)). Questo studio si distingue per il dettaglio della restituzione cartografica e per la scelta di utilizzare la classificazione europea EUNIS, grazie alla quale è stato possibile evidenziare e descrivere i diversi habitat naturali e seminaturali presenti nell'area di studio. L'uso della classificazione degli habitat EUNIS, sviluppata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), consentirà inoltre di poter mettere il lavoro in correlazione con altri studi a livello europeo.

La realizzazione della Carta degli habitat nell'area metropolitana di Campobasso si colloca in un particolare filone sperimentale del Sistema Carta della Natura che ha come obiettivo la realizzazione di cartografie a scale di grande dettaglio (Bagnaia et al., 2009). A partire dal 2009 l'ISPRA ne ha avviato la realizzazione accogliendo l'interesse di alcune Amministrazioni Locali, Agenzie regionali per l'ambiente ed Università di dotarsi di uno strumento di conoscenza del territorio

conforme agli standard di Carta della Natura ma caratterizzato da un dettaglio maggiore rispondente alle diverse esigenze di studio e di rappresentazione del territorio (Bagnaia et al., 2014; Bagnaia et al., 2017).

MATERIALI E METODI

Area di studio

Come caso studio è stata scelta l'area del comune di Campobasso, in Molise, come esempio rappresentativo di un'area urbana medio/piccola delle aree interne. Campobasso rappresenta una delle 83 FUA d'Italia (centri urbani > 50000 abitanti e rispettive commuting zone ([ISTAT, 2017](#)) (Figura 1).

Il territorio comunale oggetto di studio copre una superficie di circa 5.611 ha e ha una popolazione di circa 50.000 abitanti. Il centro abitato di Campobasso si trova ad un'altitudine di 701 m s.l.m., l'altezza massima raggiunta nel comune è di 907 m s.l.m., mentre la quota minima è di 422 m s.l.m. L'area è caratterizzata da un clima temperato submediterraneo ([Pesaresi et al., 2017](#)) con temperatura media annua di 13,28°C (media



Figura 1. Area di studio (fonte: elaborazione degli Autori).

climatologica 1991 – 2021), temperatura media del mese più freddo compresa tra -1°C e 4°C , 2 mesi con media $> 20^{\circ}\text{C}$ e precipitazione media annua di 806 mm (1991 – 2021) ([Martinelli e Matzarakis, 2017](#)).

Metodologia

Per descrivere il paesaggio dell'area di studio, con le sue componenti antropiche, agricole, naturali e seminaturali, è stata realizzata una carta degli habitat a scala di dettaglio, in formato numerico. La carta è costituita da uno strato informativo vettoriale poligonale, con unità minima cartografabile di 2.500 mq e distanza minima tra due linee contrapposte di 10 metri, equivalente ad un intervallo ottimale di visualizzazione tra le scale 1: 5.000 e 1: 10.000. La legenda degli habitat è stata costruita sulla base del [sistema di classificazione EUNIS](#), sviluppato dall'EEA.

Dove presenti sono state utilizzate le tipologie EUNIS descritte nell'ultima [revisione 2021/2022](#), mentre per le aree edificate, industriali o con superfici artificiali e per gli habitat complessi si è fatto riferimento alla classificazione [EUNIS 2012](#), in quanto ancora non disponibili nell'ultima revisione. All'interno della categoria X degli habitat complessi sono stati inseriti i pendii terrigeni in frana, che presentano una copertura vegetale essenzialmente erbacea, oltre a zone denudate.

La carta a scala di dettaglio dell'area di Campobasso è stata prodotta attraverso la fotointerpretazione di immagini aeree, l'utilizzo di immagini telerilevate e la consultazione di cartografie tematiche esistenti. Sono stati inoltre eseguiti rilievi in campo, sia nella fase di produzione che di controllo finale, ed è stato condotto uno studio della bibliografia esistente ([Ceralli e Laureti, 2021](#); Paura et al.,

2010; Chirici et al., 2011).

Le immagini utilizzate ai fini della fotointerpretazione e della poligonatura sono state le ortofoto AGEA, voli 2018 e 2021, in formato ECW con 4 bande spettrali (RGB + IR) e risoluzione spaziale di 20 cm.

Come dati cartografici di base sono stati selezionati inoltre i seguenti strati informativi:

- [Carta della Natura della regione Molise: cartografia e valutazione degli habitat alla scala 1:25.000](#) (Ceralli, 2021);
- [Carta forestale su basi tipologiche in scala 1:10.000](#) (2011);
- Carta dell'Uso del Suolo Uso IV livello Corine Land Cover della Regione Molise scala 1:25.000 (versione 2012);
- [Carta geologica alla scala 1.100.000](#);
- [Foglio geologico n. 405 "Campobasso", della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 50.000](#);
- Tavole IGM alla scala 1:25.000;
- [DBSN \(DataBase di Sintesi Nazionale\) IGM](#);
- Carta Tecnica Regionale della Regione Molise alla scala 1: 10.000.

Il processo di fotointerpretazione è consistito nella lettura e interpretazione delle ortofoto, al fine di rilevare e delimitare le aree con caratteri visibili omogenei al loro interno, diversi da quelli delle aree circostanti; questo è stato possibile attraverso l'analisi di una serie di parametri quali: forma, grandezza, struttura, tessitura, tono, colore e ombra. Da questo processo è scaturita la definizione ed il disegno dei poligoni della carta prodotta (SNPA, 2023).

La disponibilità della banda dell'infrarosso ha permesso di visualizzare le immagini nella modalità cosiddetta "infrarosso (IR) falso colore", che ha consentito di distinguere meglio alcuni elementi territoriali e

vegetazionali, come la presenza e la densità di conifere all'interno delle formazioni forestali, la presenza di umidità nel suolo, ecc.

Durante tutte le fasi di realizzazione cartografica il processo di fotointerpretazione è stato affiancato da rilevamenti in campo, necessari per raccogliere dati di osservazione diretta a supporto dell'intero processo.

Sono stati condotti rilievi speditivi delle fisionomie di vegetazione e delle tipologie di uso del suolo nella fase iniziale, in corso d'opera e al termine del processo cartografico.

Sono stati acquisiti punti di campionamento a terra georiferiti (punti di controllo), dove sono stati rilevati i caratteri di struttura e composizione che consentono di riconoscere l'habitat ed è stato loro assegnato un codice habitat identificativo.

I dati sono stati utilizzati a supporto dell'attività di fotointerpretazione nell'attribuzione della tipologia di habitat boschivo. Al termine dell'elaborazione cartografica sono stati svolti sopralluoghi di verifica e validazione finale della carta prodotta.

RISULTATI E DISCUSSIONI

In totale sono state individuate 28 tipologie di habitat presenti nell'area di studio, sulla base della classificazione degli habitat EUNIS (Figura 2, Tabella 1), distribuite in 2.498 poligoni.

Le aree agricole rappresentano circa il 41% del territorio, coltivate principalmente con pratiche non intensive. Gli habitat naturali e seminaturali coprono circa il 35% mentre le aree edificate e le altre aree artificiali coprono circa il 24% del territorio oggetto di studio (Figura 3). Queste caratteristiche si

associano ad un paesaggio dove aree agricole ed aree edificate convivono con una buona naturalità diffusa (Mirabile et al., 2015).

Andando ad analizzare la distribuzione degli habitat al primo livello della classificazione EUNIS (Figura 4) si osserva come la classe maggiormente rappresentata è quella degli habitat mantenuti artificialmente dall'uomo, con circa il 57% di copertura, seguita dalle aree edificate, industriali o con superfici artificiali che rappresentano circa il 21% della superficie, infine gli habitat forestali sono distribuiti su circa il 18% del territorio oggetto di studio. I cespuglieti sono presenti su circa il 3% della superficie mentre le praterie occupano poco più dell'1% dell'area. Gli habitat naturali con suolo assente o scarso e con vegetazione rada e gli habitat complessi coprono meno dell'1% dell'area di studio.

Entrando più nel dettaglio, tra le tipologie forestali, i boschi di querce sono risultati essere i più abbondanti, rappresentando circa il 62% della superficie boscata e circa l'11% dell'area complessiva di studio.

Tra questi i più diffusi sono i boschi di *Quercus cerris*, che rappresentano circa il 33% delle aree boscate e circa il 6% dell'area totale, seguiti dai boschi di *Quercus frainetto*, che coprono circa il 21% delle aree boscate e circa il 4% dell'area totale e dai boschi di *Quercus pubescens* che compongono circa il 9% delle aree boscate e circa il 2% dell'area totale. Queste formazioni boschive rappresentano la vegetazione naturale potenziale del territorio studiato (Paura et al., 2010) e vengono riconosciute come habitat di interesse comunitario quando la loro composizione specifica e la loro struttura sono ben conservate (Biondi et al., 2009).

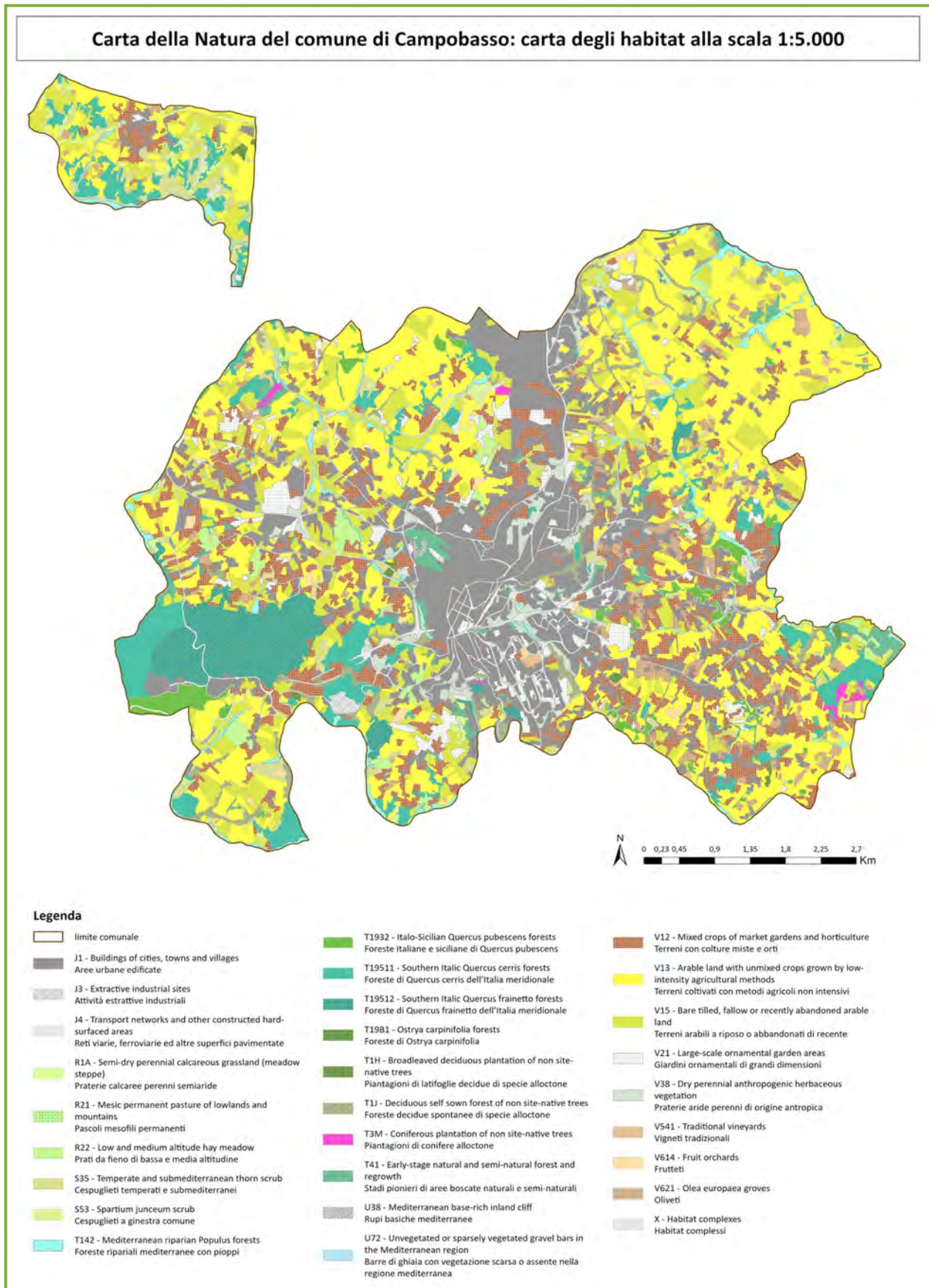


Figura 2. Carta degli habitat EUNIS del comune di Campobasso (fonte: elaborazione degli Autori).

Tabella 1. Elenco degli habitat individuati: per ciascun habitat EUNIS è riportata la superficie occupata in ettari e la percentuale della superficie rispetto all'area totale di studio (fonte: elaborazione degli Autori).

CODICE EUNIS	NOME CLASSE	AREA TOTALE (HA)	% DELLA SUPERFICIE DELL'HABITAT RISPETTO ALL'AREA TOTALE
J1	Buildings of cities, towns and villages	993,04	17,79
	Aree urbane edificate		
J3	Extractive industrial sites	10,54	0,19
	Attività estrattive industriali		
J4	Transport networks and other constructed hard-surfaced areas	142,98	2,56
	Reti viarie, ferroviarie ed altre superfici pavimentate		
R1A	Semi-dry perennial calcareous grassland (meadow steppe)	5,95	0,11
	Praterie calcaree perenni semiaride		
R21	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains	0,86	0,02
	Pascoli mesofili permanenti		
R22	Low and medium altitude hay meadow	67,95	1,22
	Prati da fieno di bassa e media altitudine		
S35	Temperate and submediterranean thorn scrub	137,76	2,47
	Cespuglieti temperati e submediterranei		
S53	Spartium junceum scrub	50,02	0,90
	Cespuglieti a ginestra comune		
T142	Mediterranean riparian Populus forests	115,49	2,07
	Foreste ripariali mediterranee con pioppi		
T1932	Italo-Sicilian Quercus pubescens forests	91,60	1,64
	Foreste italiane e siciliane di Quercus pubescens		
T19511	Southern Italic Quercus cerris forests	323,64	5,80
	Foreste di Quercus cerris dell'Italia meridionale		
T19512	Southern Italic Quercus frainetto forests	204,35	3,66
	Foreste di Quercus frainetto dell'Italia meridionale		
T19B1	Ostrya carpinifolia forests	0,47	0,01
	Foreste di Ostrya carpinifolia		
T1H	Broadleaved deciduous plantation of non site-native trees	12,53	0,22
	Piantagioni di latifoglie decidue di specie alloctone		
T1J	Deciduous self sown forest of non site-native trees	130,94	2,35
	Foreste decidue spontanee di specie alloctone		
T3M	Coniferous plantation of non site-native trees	11,61	0,21
	Piantagioni di conifere alloctone		
T41	Early-stage natural and semi-natural forest and regrowth	100,82	1,81
	Stadi pionieri di aree boscate naturali e semi-naturali		
U38	Mediterranean base-rich inland cliff	2,76	0,05
	Rupi basiche mediterranee		

U72	Unvegetated or sparsely vegetated gravel bars in the Mediterranean region	1,39	0,02
	Barre di ghiaia con vegetazione scarsa o assente nella regione mediterranea		
V12	Mixed crops of market gardens and horticulture	622,38	11,15
	Terreni con colture miste e orti		
V13	Arable land with unmixed crops grown by low-intensity agricultural methods	1510,12	27,06
	Terreni coltivati con metodi agricoli non intensivi		
V15	Bare tilled, fallow or recently abandoned arable land	606,99	10,88
	Terreni arabili a riposo o abbandonati di recente		
V21	Large-scale ornamental garden areas	167,66	3,00
	Giardini ornamentali di grandi dimensioni		
V38	Dry perennial anthropogenic herbaceous vegetation	88,63	1,59
	Praterie aride perenni di origine antropica		
V541	Traditional vineyards	12,46	0,22
	Vigneti tradizionali		
V614	Fruit orchards	22,37	0,40
	Frutteti		
V621	Olea europaea groves	142,52	2,55
	Oliveti		
X	Habitat complexes	2,77	0,05
	Habitat complessi		

Tra le categorie di boschi naturali sono presenti, inoltre, le foreste ripariali mediterranee con pioppi e salici, le quali rappresentano circa il 12% dei boschi e circa il 2% dell'intero territorio di studio.

I boschi costituiti da specie aliene, i rimboschimenti di conifere alloctone, le piantagioni gestite dall'uomo e le altre tipologie di boschi sinantropici coprono circa il 26% delle superfici boscate e circa il 5% dell'area di studio. Tra queste tipologie di boschi, quelli con specie aliene andrebbero monitorati nel tempo per comprendere se conducono ad un declino della biodiversità o se costituiscono solo stadi successionali in aree degradate urbane o in aree rurali ([Lazzaro et al., 2020](#); [Montecchiari et al., 2020](#); [Garcia et al., 2023](#)).

Inoltre, all'interno della classe degli habitat

mantenuti artificialmente dall'uomo, i terreni coltivati con metodi agricoli non intensivi sono la tipologia più rappresentata, con circa il 47%, seguiti dai terreni con colture miste e orti che ne rappresentano circa il 20% e dai terreni arabili a riposo o abbandonati di recente con circa il 19%. Le tre classi appena citate rappresentano rispettivamente circa il 27%, il 12% e l'11% della superficie totale dell'area di studio. I giardini ornamentali coprono circa il 3% del territorio comunale. Tra le coltivazioni arboree gli uliveti sono la tipologia più diffusa, con circa il 3% della superficie studiata. Le praterie aride perenni di origine antropica si trovano in circa il 2% della superficie studiata, mentre frutteti e vigneti coprono meno dell'1%. Nel complesso gli ambienti agricoli si presentano eterogenei e con una buona naturalità diffusa ([Ceralli e](#)

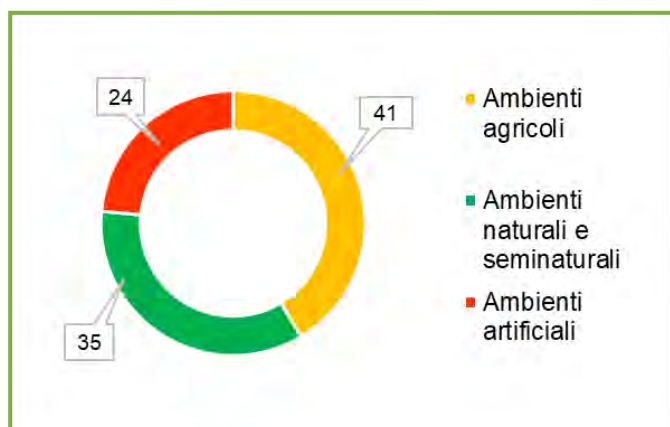


Figura 3. Distribuzione percentuale degli habitat nelle macrocategorie: ambienti agricoli, ambienti naturali e seminaturali, ambienti artificiali (fonte: elaborazione degli Autori).

[Laureti, 2021](#)).

Le aree artificiali sono caratterizzate per circa l'87% dalle aree urbane edificate di carattere residenziale e per circa il 12% dalla rete viaria e ferroviaria. Le attività industriali ne rappresentano invece solo circa l'1%. Rispetto all'intera superficie comunale, le tre classi corrispondono rispettivamente a circa il 18%, il 3% e meno dello 0,5% del totale.

I cespuglieti presenti sono per la maggior parte dominati da *Prunus spinosa* e *Rubus ulmifolius*, ma sono presenti anche ginestreti a *Spartium junceum*, in linea con quanto noto in letteratura ([Biondi et al., 2014](#)).

Dall'analisi della distribuzione delle diverse tipologie di habitat si può osservare come, nonostante il contesto studiato sia di tipo urbano e agricolo, il territorio oggetto di studio mostri un buon livello di naturalità, con una discreta distribuzione di habitat naturali e seminaturali.

Importante è stata l'individuazione e la rappresentazione, all'interno del perimetro della città di Campobasso, di quegli elementi verdi, quali giardini ornamentali, cespuglieti, prati e piccole aree boscate, spesso poco considerati in ambito cartografico perché poco

estesi e non cartografabili alle più comuni scale di analisi ma particolarmente rilevanti ai fini degli aspetti legati alla biodiversità urbana. Nell'ambito del su menzionato progetto PNRR *Urban Biodiversity*, la carta degli habitat EUNIS del comune di Campobasso viene ora utilizzata dai ricercatori del Dipartimento di Bioscienze e Territorio dell'Università del Molise per il monitoraggio della diversità di specie legnose native e aliene ([Carranza et al. 2023](#)) e della fauna selvatica ([Limonciello et al., 2023](#)), per studi finalizzati ad acquisire nuove conoscenze sulla rizosfera delle specie legnose nei suoli urbani ([Fantozzi et al., 2023](#)) e per sperimentare tecniche di forestazione urbana ([Di Pirro et al., 2023](#)).

CONCLUSIONI

Il prodotto del presente lavoro, frutto della collaborazione tra il gruppo ISPRA Carta della Natura e i ricercatori del Dipartimento di Bioscienze e Territorio dell'Università del Molise, rappresenta un esempio di applicazione del progetto Carta della Natura a scala locale all'interno di un contesto urbano. La cartografia degli habitat EUNIS del Comune di Campobasso è liberamente fruibile ed utilizzabile dall'utenza, sia attraverso il geoportale Ispra, sia in formato shapefile. Come tutti i prodotti di Carta della Natura è infatti disponibile sul sito istituzionale di ISPRA e può essere richiesta da chiunque ne abbia interesse attraverso un [modulo di richiesta dati](#).

La cartografia realizzata potrà essere così utilizzata da soggetti sia pubblici sia privati in differenti campi di applicazione, che variano dalla ricerca scientifica, alla conservazione della natura (processi di individuazione e rimodulazione di aree di interesse conservazionistico e reti ecologiche), alla

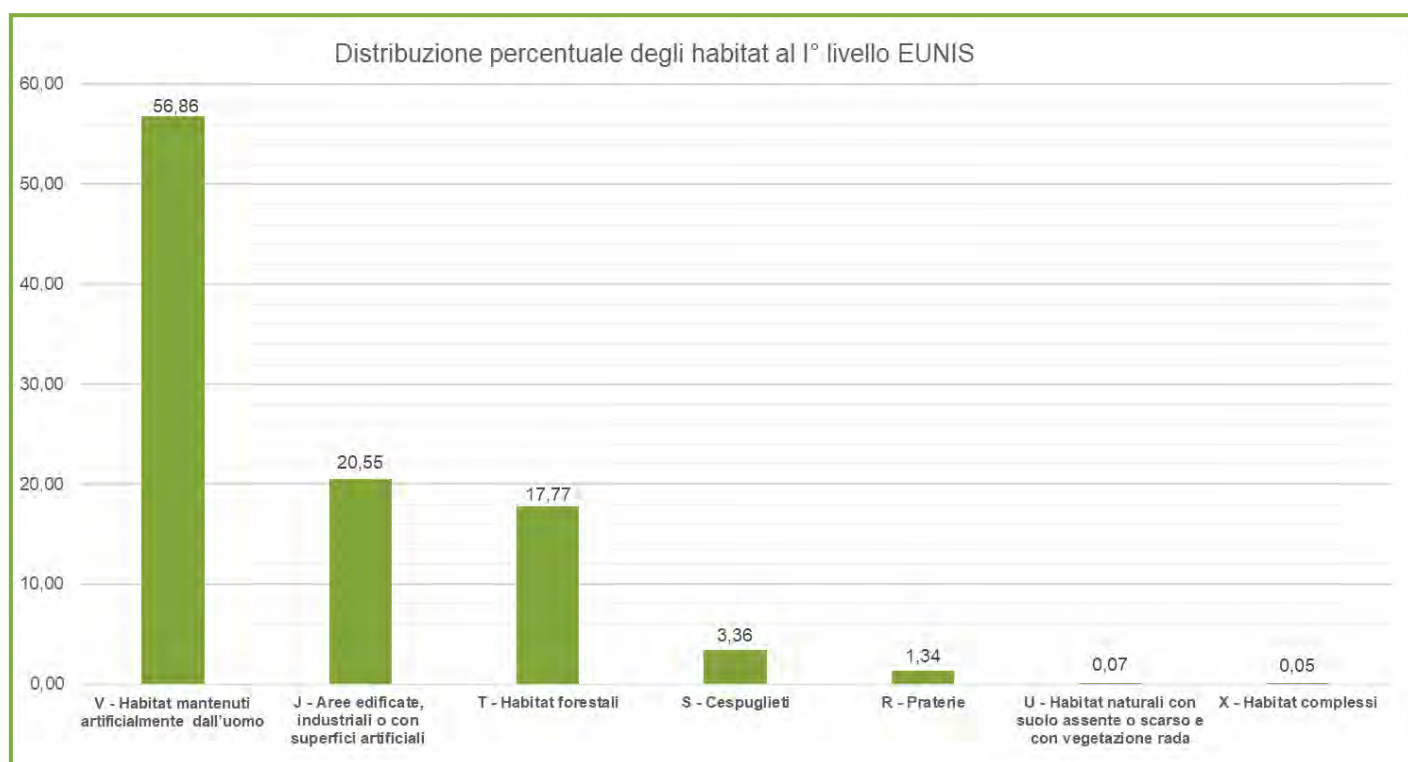


Figura 4. Distribuzione percentuale degli habitat al primo livello della classificazione EUNIS (fonte: elaborazione degli Autori).

pianificazione territoriale, alla realizzazione di valutazioni ambientali, di *Nature-Based Solutions* e alla modellistica ambientale che studia gli effetti dei cambiamenti climatici e di uso del suolo nel tempo.

La carta potrà, inoltre, essere utilizzata come base conoscitiva all'interno dei progetti di riforestazione urbana e di adattamento ai cambiamenti climatici attualmente in corso nell'area di studio: potrà infatti fornire informazioni in merito alle specie legnose da utilizzare per nuove aree verdi in città. Costituisce, ancora, uno strumento utile alla realizzazione di piani e progetti relativi alla rete di infrastrutture verdi.

La Carta della Natura a scala locale prodotta potrà essere utilizzata anche come base per il calcolo di indicatori di naturalità e di pressioni/minacce insistenti sul territorio e potrà rappresentare uno strumento utile a

rispondere a quanto richiesto dalla recente [Strategia Europea sulla Biodiversità per il 2030](#) (EU, 2020) e dalla [Legge sul ripristino della natura](#) approvata dal Consiglio dell'Unione Europea a giugno del 2024.

I risultati illustrati mostrano l'elevato potenziale di una mappatura dettagliata degli habitat, resa disponibile all'utenza esterna, come base per la valutazione della biodiversità urbana e come strumento utile alla pianificazione in ambito urbano.

Ringraziamenti

Il lavoro presentato è stato svolto con il supporto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 – D.D. n. 3138 del 16 dicembre 2021, rettificato dal D.D. n. 3175 del 18 dicembre 2021 del Ministero dell'Università e della Ricerca finanziato dall'Unione Europea –

NextGenerationEU. Codice Progetto CN_00000033, D.D. N. 1034 del 17 giugno 2022 adottato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, CUP H73C22000300001, Hub: Biodivestà, Spoke 5: Biodiversità urbana, titolo del progetto "National Biodiversity Future Center - NBFC".

BIBLIOGRAFIA

- Acosta A., Carranza M.L., Giancola M., 2005. [Landscape Change and Ecosystem Classification in a Municipal District of a Small City \(Isernia, Central Italy\)](#). *Environ Monit Assess* 108, 323–335.
- Aronson M.F.J., Lepczyk C.A., Evans K.L., Goddard M.A., Lerman S.B., MacIvor J.S., Nilon C.H., Vargo T., 2017. [Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management](#). *Front Ecol Environ* 15(4):189–196.
- Bagnaia R., Bianco P.M., Laureti L., 2009. *Carta della Natura alla scala 1:10.000. Ipotesi di lavoro*. ISPRA.
- Bagnaia R., Catonica C., De Marco P., Bianco P.M., Canali E., Caruso S., Tribuiani P., 2014. *Carta della Natura di Campo Pericoli: Carta degli Habitat alla scala 1:5.000*. ISPRA.
- Bagnaia R., Catonica C., Bianco P.M., Ceralli D., 2017. *Carta della Natura del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga: Note illustrative alla Carta degli Habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA, Serie Rapporti, 274/2017.
- Ballinas M., Barradas V.L., 2016. [The urban tree as a tool to mitigate the urban heat island in Mexico City: A simple phenomenological model](#). *J Environ Qual* 45(1) :157–166.
- Bastian O., Haase D., Grunewald K., 2012. [Ecosystem properties, potentials and services – The EPPS conceptual framework and an urban application example](#). *Ecol. Indic.* 21,7–16.
- Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., 2009. *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*. Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, Società Botanica Italiana.
- Biondi E., Blasi C., Allegrezza M., Anzellotti I., Azzella M.M., Carli E., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Galdenzi D., Gasparri R., Lasen C., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Taffetan F., Vagge I., Zitti S., Zivkovic L., 2014. [Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome](#). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 148, 728–814.
- Cadotte M.W., Yasui S.L.E., Livingstone S., MacIvor J.S., 2017. [Are urban systems beneficial, detrimental, or indifferent for biological invasion?](#) *Biol Invasions* 19 (12):3489–3503.
- Calfapietra C., Morani A., Sgrigna G., Di Giovanni S., Muzzini V., Pallozzi E., Guidolotti G., Nowak D., Fares S., 2016. [Removal of ozone by urban and peri-urban forests: Evidence from laboratory, field, and modeling approaches](#). *J. Environ. Qual.* 45(1):224–233.
- Cardillo A., Augello R., Bagnaia R., Bianco P.M., Canali E., Capogrossi R., Ceralli D., Laureti L., 2017. *Carta della Natura: strumento di conoscenza e valutazione del territorio*. Reticula n.16/2017: 3-11, ISPRA, Roma.
- Carranza M.L., de Francesco M.C., Ceralli D., D'Angeli C., Finizio M., Innangi M., Santonianni L.A., Varricchione M., Stanisci A.,

2023. *Urban woods diversity in a small-medium city of an Italian inner area (Campobasso, Central Italy)*. XXXII Congresso S.It.E. – Società Italiana di Ecologia, Sostenibilità ecologica: scienza, scenari e partecipazione. Sessione 'Ecologia del paesaggio e consumo del suolo. Catania, 6-8 settembre 2023. Libro degli atti 33.

Ceralli D., Laureti L., 2021. *Carta della Natura della regione Molise: cartografia e valutazione degli habitat alla scala 1:25.000*. [Rapporti 348/2021](#), ISPRA.

Ceralli D., 2021. [Carta della Natura della Regione Molise: Carta degli habitat alla scala 1:25.000](#). ISPRA.

Chirici G., Di Martino P., Ottaviano M., Santopuoli G., Chiavetta U., Tonti D., Garfi V., Marchetti M.G., 2011. *La carta forestale su base tipologica*. In Garfi V., Marchetti M., Tipi forestali e preforestali della regione Molise. Alessandria, Ed. Dell'Orso S.r.l.:145-152.

D'Angeli C., Carranza M., Ceralli D., De Francesco M., Innangi M., Stanisci A., 2022. [Exploring the potential of Carta della Natura for the development of new ecological indicators for urban ecosystems](#). Applied Sciences, Biology, and Territory - Achieved findings and new research frontiers at the University of Molise, Termoli Dicembre 2022.

D'Angeli C., Carranza M.L., Ceralli D., De Francesco M.C., Innangi M., Varricchione M., Stanisci A., 2023. [Mapping urban ecosystems in a small city of an Italian inner area](#). 31st EVS Conference - European Vegetation.

Dijkstra L., Poelman H., Veneri P., 2019. [The EU-OECD definition of a functional urban area](#). OECD Regional Development Working Papers, No. 2019/11, OECD Publishing, Paris.

Di Pirro E., Roebeling P., Sallustio L., Marchetti M., Lasserre B., 2023. [Cost-Effectiveness of Nature-Based Solutions under Different Implementation Scenarios: A National Perspective for Italian Urban Areas](#). Land. 12(3):603.

Endlicher W., 2012. *Einführung in die Stadtökologie*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

European Commission, 2020. *EU Biodiversity Strategy for 2030*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Com (2020) 380 final. Brussels, 20.05.2020.

Fantozzi D., Montagnoli A., Trupiano D., Di Martino P., Scippa G.S., Agosto G., Chiatante D., Sferra G., 2023. [A systematic review of studies on fine and coarse root traits measurement: towards the enhancement of urban forests monitoring and management](#). Frontiers in Forests and Global Change 7.

García P., Sanna M., Fernández García M., González Rodríguez G., Cires E., 2023. [Monitoring invasive alien plants dynamics: application in restored areas](#). Biologia 78, 1375–1380.

Gómez-Baggethun E., Barton D.N., 2013. [Classifying and valuing ecosystem services for urban planning](#). Ecological Economics 86, 235–245.

ISTAT, 2017. [Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia](#). ISTAT.

Klemm W., Heusinkveld B.G., Lenzholzer S., Jacobs M.H., Van Hove B., 2015. [Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands](#). Build

Environ 83:120–128.

Lazzaro L., Bolpagni R., Buffa G., Gentili R., Lonati M., Stinca A., Acosta A.T.R., Adorni M., Aleffi M., Allegrezza M., Angiolini C., Assini S., Bagella S., Bonari G., Bovio M., Bracco F., Brundu G., Caccianiga M., Carnevali L., Di Cecco V., Ceschin S., Ciaschetti G., Cogoni A., Foggi B., Frattaroli A.R., Genovesi P., Gigante D., Lucchese F., Mainetti A., Mariotti M., Minissale P., Paura B., Pellizzari M., Perrino M.V., Pirone G., Poggio L., Poldini L., Poponessi S., Prisco I., Prosser F., Puglisi M., Rosati L., Selvaggi A., Sottovia L., Spampinato G., Stanisci A., Venanzoni R., Viciani D., Vidali M., Villani M., Lastrucci L., 2020. [Impact of invasive alien plants on native plant communities and Natura 2000 habitats: State of the art, gap analysis and perspectives in Italy](#). Journal of Environmental Management, 274, ISSN 0301-4797.

Limonciello L., Mirone E., Jamwal P.S., Di Febbraro M., Loy A., 2023. [Long-term monitoring of mammals in urban contexts](#). Conference: Research Day 2023 - University of Molise.

Maes J., Zulian G., Thijssen M., Castell C., Baró F., Ferreira A.M., Melo J., Garrett C.P., David N., Alzetta C., Geneletti D., Cortinovis C., Zwierzchowska I., Louro Alves F., Souto Cruz C., Blasi C., Alós Ortí M.M., Attorre F., Azzella M.M., Capotorti G., Copiz R., Fusaro L., Manes F., Marando F., Marchetti M., Mollo B., Salvatori E., Zavattoni L., Zingari P.C., Giarratano M.C., Bianchi E., Duprè E., Barton D., Stange E., Perez-Soba M., van Eupen M., Verweij P., de Vries A., Kruse H., Polce C., Cugny-Seguin M., Erhard M., Nicolau R., Fonseca A., Fritz M., Teller A., 2016. [Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services](#). Urban Ecosystems. Publications

Office of the European Union, Luxembourg.

Martinelli L., Matzarakis A., 2017. [Influence of height/width proportions on the thermal comfort of courtyard typology for Italian climate zones](#). Sustainable Cities and Society.

Milanovich J.R., Peterman W.E., Barrett K., Hopton M.E., 2012. [Do species distribution models predict species richness in urban and natural green spaces? A case study using amphibians](#). Landsc Urban Plan 107(4) :409–418.

Mirabile M., Bianco P.M., Silli V., Brini S., Chiesura A., Vitullo M., Ciccarese L., De Lauretis R., Gaudio D., 2015. [Linee Guida per la Forestazione Urbana Sostenibile di Roma Capitale](#). Manuale ISPRA 129.

Montecchiari S., Tesei G., Allegrezza M., 2020. [Effects of Robinia Pseudoacacia coverage on diversity and environmental conditions of central-northern Italian Quercus pubescens sub-mediterranean forests \(Habitat code 91AA*\): a threshold assessment](#). Annali Di Botanica, 10, 33–54.

Nedko S., Zhiyanski M., Dimitrov S., Borisova B., Popov A., Ihtimanski I., Yaneva R., Nikolov P., Bratanova-Doncheva S., 2017. [Mapping and assessment of urban ecosystem condition and services using integrated index of spatial structure](#). One Ecosystem 2, e14499.

Paura B., Fortini P., Presti G., Stanisci A., Di Marzio P., Blasi C., 2010. [Le serie di vegetazione della regione Molise](#). In: Blasi C. (ed.). La Vegetazione d'Italia. Palombi & Partner s.r.l., Roma.

Pesaresi S., Biondi E., Casavecchia S., 2017. [Bioclimates of Italy](#). Journal of Maps, 13:2, 955-960.

Pregitzer C.C., Ashton M.S., Charlop-Powers S., D'Amato A.W., Frey B.R., Gunther B., Hallett R.A., Pregitzer K.S., Woodall C.W., Bradford M.A., 2019. [Defining and assessing urban forests to inform management and policy](#). Environ. Res. Lett. 14, 085002.

SNPA, 2023. *Carta della Natura: documento a supporto della redazione di capitolati tecnici per la realizzazione e l'aggiornamento delle carte regionali degli habitat*. Pubblicazioni tecniche SNPA.

Van den Bosch M., Ode Sang A., 2017. *Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health—a systematic review of reviews*. Environ. Res. 158, 373–384.