



**Politecnico
di Torino**



**UNIVERSITÀ
DI TORINO**

Corso di Laurea Magistrale in
Architettura del Paesaggio

Tesi di Laurea Magistrale

Anno accademico 2024/2025

Sessione di Laurea Dicembre 2025

RICONFIGURARE IL SISTEMA ECOLOGICO DELLA CITTÀ DI IVREA

PROPOSTE PER UNA RETE ECOLOGICA URBANA

Relatrice:

Prof.ssa Emma Salizzoni

Candidato:

Matteo Paglierini

s327818

Correlatrice:

Prof.ssa Federica Larcher

ABSTRACT

Il lavoro di tesi indaga il ruolo della rete ecologica come infrastruttura paesaggistica per la città di Ivrea, proponendo una riflessione critica sul rapporto tra progetto di paesaggio, pianificazione urbanistica e qualità ecologica. L'indagine nasce dall'esigenza di approfondire come la Variante Generale al Piano Regolatore (PRG2030) si confronti con il tema della rete ecologica, che viene posto al centro di un processo di pianificazione che integra conoscenze scientifiche, letture ambientali e contributi partecipativi. Attraverso l'elaborazione di analisi condivise — come quelle promosse da ENEA e dai tavoli intercomunali — la Variante esprime un approccio che mira a trasformare la rete ecologica in un dispositivo progettuale capace di orientare le future trasformazioni urbane verso una maggiore coerenza ecologica e paesaggistica.

Attraverso l'analisi della Variante, il lavoro evidenzia come tuttavia il nuovo strumento urbanistico sia caratterizzato da un approccio ai temi ecologici fortemente orientato agli ambiti extraurbani. Le strategie di connessione prefigurate, infatti, riguardano solo limitatamente l'ambito urbano, dove il verde continua a essere interpretato prevalentemente come elemento di mitigazione o arredo, più che come parte integrante dei processi ecologici e ambientali della città. Tale impostazione rischia di ridurre il potenziale rigenerativo del paesaggio urbano, trascurando le opportunità che la biodiversità diffusa all'interno della città può offrire in termini di benessere ecologico, oltre che sociale e percettivo.

L'obiettivo della tesi è quello di dimostrare come il progetto di rete ecologica urbana possa costituire un'infrastruttura paesaggistica capace di ricucire frammenti del territorio di Ivrea, incrementare la qualità ambientale e restituire senso identitario al paesaggio eporediese. La visione auspicata è quella di una città che riconosce nella natura un elemento strutturante e non accessorio, in cui gli spazi verdi diventano dispositivi di rigenerazione ecologica e sociale.

La tesi propone una lettura integrata e multi-scalare del sistema ecologico di Ivrea, elaborata attraverso l'utilizzo di analisi territoriali multiscalari e modelli di ecologia del paesaggio. Le analisi condotte hanno restituito un quadro aggiornato della rete ecologica locale e delle sue discontinuità. Da questa interpretazione è derivata una proposta progettuale che mira a rafforzare le connessioni tra i sistemi naturali e urbani, promuovendo una rete verde continua e multifunzionale. Gli interventi delineati agiscono sui margini, sui vuoti e sulle aree di transizione, con l'obiettivo di generare spazi ecologicamente attivi e al tempo stesso accessibili e inclusivi per la popolazione.

PAROLE CHIAVE

Rete ecologica; progetto di paesaggio; pianificazione urbanistica; biodiversità urbana; Ivrea.

SOMMARIO

PREMESSE	9
I Piani Regolatori Generali di Ivrea e l'approccio alle tematiche ambientali	10
I limiti del nuovo Piano Regolatore Comunale.....	11
L'importanza della natura in ambiente urbano e gli obiettivi della tesi	13
IL METODO.....	15
RICONOSCIMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE.....	19
ELABORATO 1 - L'Eporediese nella rete ecologica regionale	20
L'Anfiteatro Morenico di Ivrea	20
ELABORATO 2 – Il Comune di Ivrea: l'insediamento.....	23
Evoluzione storica della città di Ivrea e il rapporto tra spazio naturale e antropico	23
Gli usi del suolo	26
Le morfologie insediative.....	26
La popolazione eporediese	27
ELABORATO 3 – PRG 2030: Previsioni per la rete ecologica comunale.....	30
Fasi operative e obiettivi strategici del PRG2030.....	30
Le analisi di supporto alla redazione della Rete Ecologica	31
Direttive di connessione della Rete Ecologica Regionale.....	34
Consolidamento e potenziamento della Rete Ecologica Locale	34
Valori e criticità del progetto di rete ecologica locale.....	35
LETTURA ECOLOGICA E URBANA.....	37
ELABORATO 4 – Analisi dell'ecomosaico.....	38
La matrice	39
Le macchie	40
I corridoi.....	42
La relazione tra il sistema idrografico e l'ecomosaico	43
ELABORATO 5 – Una reinterpretazione della rete ecologica	46
Nodi e corridoi	46
Dinamiche di bordo: ecotoni ed ecoclini.....	48
Funzionalità ecologica dell'ecomosaico	49
Tessuti antropici.....	50
Elementi di disturbo	51
Frammentazione ecologica e biodiversità potenziale.....	52
Grado di connettività dell'ecomosaico	54
ELABORATO 6 – Gli spazi aperti urbani come opportunità	56
Configurazioni territoriali a confronto: l'ovest urbano e l'est rurale di Ivrea	58

Analisi integrative sullo spazio aperto.....	59
Gli spazi aperti pubblici	61
SINTESI VALUTATIVA E PROGETTUALE	67
ELABORATO 7 – Rete ecologica: strategie e priorità di intervento.....	68
Prospettive progettuali per il progetto di rete ecologica	68
Le strategie.....	69
Definizione degli ambiti prioritari.....	70
L'ambito di approfondimento progettuale	75
ELABORATO 8 – Il progetto della rete in città, tra il centro storico e San Lorenzo....	77
Strategie progettuali	77
Le connessioni ecologiche in progetto e le loro funzioni.....	78
La localizzazione degli habitat umidi.....	81
Confronto con le strategie da Piano Paesaggistico Regionale	81
Confronto con le linee progettuali previste dal PRG 2030	82
ELABORATO 9 – La componente botanica nel progetto di rete ecologica.....	83
La scelta botanica.....	83
Dai principi ecologici a quelli compositivi	83
Le azioni progettuali e la spazializzazione della vegetazione.....	84
Il ruolo della vegetazione nelle azioni progettuali.....	85
Le specie utilizzate nel progetto	87
CONCLUSIONI	93
RIFERIMENTI.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	98
SITOGRAFIA.....	100
ALLEGATI.....	101
INDICE DELLE FIGURE	113
RINGRAZIAMENTI.....	117

PREMESSE

I Piani Regolatori Generali di Ivrea e l'approccio alle tematiche ambientali

Per comprendere la storia urbanistica recente di Ivrea e il rapporto della città con le tematiche legate alla qualità ecologica e ambientale degli spazi aperti, è innanzitutto necessario ripercorrere l'evoluzione formale della pianificazione urbanistica e la progressiva maturazione di una consapevolezza del valore paesaggistico del territorio eporediese nel corso dell'ultimo secolo.

Il primo approccio della città a queste tematiche la si intravede nel *Piano regolatore edilizio e di ampliamento della città di Ivrea del 1938*, il quale si localizza temporalmente in un periodo di profondi cambiamenti sociali, economici e industriali. Ivrea stava crescendo rapidamente come sede della Società Olivetti, e ciò richiedeva una nuova visione urbanistica capace di integrare le esigenze produttive con quelle residenziali e ambientali. Siamo nel pieno dell'epoca fascista, ma il Piano del 1938 mostra già alcune aperture a una visione più moderna e funzionale della città, anche grazie alla forte influenza culturale e progettuale di Adriano Olivetti, che già allora promuoveva una concezione umanistica del territorio [Peroni, 2016]. Il Piano fu redatto dall'urbanista Luigi Piccinato, dall'architetto Luigi Figini e dall'ingegnere Egisippo Devoti, che proposero un'impostazione organica della città, strettamente legata alla morfologia del terreno e alla relazione con le colline e il fiume Dora Baltea [Malusardi, 1993]. Un elemento innovativo del Piano del 1938 fu la previsione sistematica di spazi verdi pubblici, sia come parchi urbani sia come cunei di verde tra le funzioni. Tuttavia, si trattava di un'idea di città che venne perseguita solamente dai piani regolatori successivi, in quanto il Piano del 1938 non fu mai reso esecutivo [Bazzaro, 2001].

Più di 20 anni dopo, nel 1959, i principi ispiratori della vecchia proposta di Piano trovarono attuazione nel *Piano Regolatore Comunale*. Questo strumento urbanistico rispondeva alla visione olivettiana per cui la città doveva garantire qualità della vita, benessere psico-fisico e accesso alla natura per tutti i cittadini [Olivetti, 1960]. In particolare, il Piano prevedeva la realizzazione di quartieri giardino, il mantenimento di zone agricole periurbane e la tutela dei versanti collinari e del paesaggio fluviale.

Vi furono in seguito le varianti negli anni '66 e '75, volte ad adattarsi a norme nazionali e locali. Nel 1985 venne redatta una variante strutturale secondo la legge urbanistica 1150/1942 che introduceva una zonizzazione più moderna e normative aggiornate [Bertolino, 2004].

Nel 2006 entrò formalmente in vigore il *Piano Regolatore Generale del 2000* (PRG 2000), il risultato di una revisione che prevedeva una lettura della città non più incentrata sull'azienda Olivetti, ma concentrando l'attenzione sul ruolo di polo territoriale che la città rappresentava per il Canavese. Nel nuovo documento di Piano sono di fatto rilevanti gli aspetti legati alla mobilità e all'interazione con il capoluogo piemontese. Le tematiche ambientali sono tuttavia limitate a strategie di riconnessione ambientali in contesti extraurbani, peraltro ad oggi non attuate, e a opere di miglioramento delle condizioni

ecologiche in ambiente urbano, prevedendo che a ogni trasformazione urbana vi sia una parallela crescita significativa del patrimonio vegetale¹.

Nel tempo, la rigidità del Piano ha evidenziato limiti, soprattutto nella gestione del patrimonio edilizio esistente, nella mobilità sostenibile e nell'integrazione con le strategie sovracomunali [Iorio, 2023]. A novembre 2016, il Comune di Ivrea ha avviato l'iter per la predisposizione del nuovo Piano Regolatore Generale. La revisione dello strumento urbanistico fu affidata inizialmente allo studio Stefano Boeri Architetti che, insieme alla partecipazione di vari professionisti e cittadini attraverso tavoli di lavoro, coordinati dal Comune di Ivrea e il team di progettazione, concluse i rapporti con la municipalità nel 2021, lasciando alla città una visione strategica per il nuovo PRG.

Con l'affidamento del progetto allo studio Paglia nel 2022, i lavori proseguirono secondo un'impostazione più flessibile, attenta alla rete ecologica, alla valorizzazione del paesaggio e al riuso del patrimonio edilizio esistente. Il "PRG 2030" è stato così approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 44 del 24 giugno 2024.

I limiti del nuovo Piano Regolatore Comunale

In merito alle tematiche ecologico-ambientali, il nuovo PRG conferisce un'importanza strategica alla rete ecologica, articolando nodi e corridoi secondo criteri di funzionalità ecologica e continuità paesaggistica, impiegando virtuosamente i risultati delle analisi condotte dai tavoli partecipativi dei comuni di Ivrea e Burolo a partire dal 2014 [ISPRA, 2017]. Elemento focale di queste analisi conoscitive è stato l'impiego della metodologia realizzata da ENEA² per redigere mappe tematiche del territorio eporediese, secondo cinque indicatori considerati: naturalità, rilevanza per la conservazione, fragilità, estroversione e irreversibilità.

Ad ogni uso del suolo, così come descritto dal Corine Land Cover³, veniva attribuito un valore, basato su indici precedentemente calcolati. La sovrapposizione delle mappe permetteva di delineare la struttura della reticolarità ecologica del territorio, ovvero 3 classi di rilevanza ecologico-ambientale degli spazi analizzati, così definite:

- **Elementi strutturali della rete:** aree con funzionalità ecologica elevata o moderata, comprese quelle con emergenze puntuali di elevata naturalità e importanza per la biodiversità.
- **Ambiti di prioritaria espansione:** aree a funzionalità residuale dove è urgente intervenire per rafforzare la rete ecologica primaria. Includono zone di connessione e fasce contigue (buffer di 50 m) agli elementi strutturali.

¹ Aa. Vv., *Un nuovo Piano riformista per Ivrea*, 5° Rassegna Urbanistica Nazionale Venezia, 10-20 novembre 2004.

² ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), dal 2009 sostituito dalla "Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA)".

³ Il Corine Land Cover (CLC) è un programma dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (avviato nel 1985) per mappare e monitorare l'uso e la copertura del suolo nei paesi europei. Nel caso della Regione Piemonte, i dati CLC sono sovrapposti alla cartografia geografia ufficiale regionale (BDTRE), con la quale è possibile ottenere un livello di dettaglio maggiore (equivalente alla scala di rappresentazione 1:5000).

- **Ambiti di possibile espansione:** aree residuali in cui sono comunque realizzabili interventi per la tutela di habitat e specie di interesse conservazionistico.

Per quanto la metodologia permetta di delineare con dettaglio l'uso funzionale degli spazi e il loro valore ecologico, occorre tuttavia sottolineare come l'impiego della mappa della strutturalità della rete ecologica sia adeguata per analisi di scala comunale e inter-comunale, in quanto i valori assegnati alle diverse classi prescindono dall'effettivo valore ambientale che ognuno dei frammenti rappresenta all'interno della rete ecologica, dando un valore basato sull'osservazione satellitare e all'assegnazione dell'uso del suolo che non approfondisce i reali valori dell'ambito analizzato, ma si limita a darne una definizione generale, applicabile in una analisi di macro-scala.

Osservando le strategie che il PRG2030 individua per i temi ambientali ed ecologici del territorio di Ivrea, si evidenzia infatti la promozione di ricucitura ecologica principalmente negli ambiti extraurbani, peraltro rimarcando strategie già evidenziate dal precedente Piano regolatore. Il nuovo Piano intende di fatto riconnettere le aree protette SIC/SZC con il sistema fluviale della Dora Baltea, perseguito interventi di riduzione della frammentazione ecologica principalmente in ambito agricolo, tramite rimboschimenti e superamento delle barriere antropiche.

In ambito urbano, gli interventi individuati nelle norme di attuazione si focalizzano sui "Filari e viali alberati" e "Quinte vegetali di mitigazione, riqualificazione e arredo" (artt. 73 e 74, NdA). Se per i viali alberati non vi siano specifiche indicazioni pratiche su quali livelli di composizione urbana, qualità percettiva e valore ecologico raggiungere, il Piano approfondisce in modo particolare le "**quinte vegetali di mitigazione**", in termini di ruolo all'interno del contesto urbano e di valore ambientale. La cartografia di Piano indica la localizzazione delle quinte e ne specifica il ruolo, individuando esigenze di "filtro visuale, di integrazione paesaggistica e/o di lieve mitigazione dell'inquinamento acustico e atmosferico". Nel Piano si precisa la possibilità di integrazione di ulteriori quinte vegetate nel caso in cui l'Amministrazione comunale lo richiedesse, con le dovute specifiche funzionali ed estensive.

Per quanto vi siano diversi requisiti da rispettare nella realizzazione di queste formazioni lineari (art.74, comma 3, NdA)⁴, si evidenzia una mancanza comunicativa quanto normativa del valore ecologico che questi elementi possono conferire all'ambiente urbano e soprattutto la loro relazione in un contesto più ampio, come la rete ecologica locale. È infatti doveroso sottolineare come - all'interno delle norme di attuazione - gli interventi di piantumazione di alberi e arbusti rientrino nelle "funzioni di arredo urbano", senza considerare come valore fondamentale per la progettazione del verde quello del benessere sociale e ambientale, oltreché fruitivo.

Un ulteriore esempio è legato al contrasto alle **isole di calore** (art.60, comma 2, NdA), ovvero quei contesti urbani che per impermeabilizzazione delle superfici e carenza di

⁴ Nel dettaglio, la fascia alberata deve avere dimensioni e caratteristiche adeguate alla funzione ecologica e paesaggistica; si richiede l'utilizzo di sole specie autoctone o naturalizzate (da Allegato B1, NdA); una profondità minima di 4 m, con integrazione arbustiva; evitare alberi ad alto fusto lungo sedimi stradali, preferendo essenze a sviluppo contenuto; divieto di materiali impermeabilizzanti alla base degli alberi, nel rispetto del Regolamento del Verde Urbano di Ivrea (DCC n. 66/2022, art. 2).

elementi vegetali in massa causano un aumento significativo delle temperature superficiali ed atmosferiche, specialmente durante i periodi estivi più caldi. Per quanto vi siano prescrizioni normative riguardo alla riduzione dei valori di albedo nel caso di ristrutturazioni, ampliamenti o nuove progettazioni⁵, a livello cartografico sono individuati solamente gli ambiti corrispondenti ai grandi parcheggi pubblici come “criticità per isole di calore”, che per quanto siano indiscutibilmente fonte di aumento di temperatura per i motivi già citati, sembrano non considerare il secondo fattore principale che determina le isole di calore, ovvero la componente umana che risiede o vive quegli spazi. Di fatto, la riduzione del fenomeno non è risolvibile con operazioni di “greening” nelle sole aree di sosta (peraltro in gran parte periferiche rispetto ai nuclei densamente edificati), ma occorre ampliare la rete di spazi verdi, elementi d’acqua e superfici vegetate anche e soprattutto nei contesti maggiormente abitati.

L’importanza della natura in ambiente urbano e gli obiettivi della tesi

L’analisi critica delle strategie ambientali contenute nel PRG2030 del Comune di Ivrea mette in luce un’impostazione ancora sbilanciata verso interventi di riconnessione ecologica prevalentemente extraurbani, mentre in ambito urbano permangono approcci normativi che relegano il verde a funzioni di arredo, mitigazione puntuale o filtraggio visivo. Questa impostazione, per quanto rappresenti un passo avanti rispetto a precedenti strumenti urbanistici, risulta tuttavia parziale, in quanto trascura il ruolo strategico che la biodiversità urbana può giocare nel miglioramento della qualità della vita quotidiana e nella costruzione di città resilienti e salutari.

Numerosi studi evidenziano come la biodiversità in contesto urbano non rappresenti solo un valore naturalistico, ma si configuri come una vera e propria infrastruttura verde multifunzionale, capace di generare benefici ambientali, sociali e sanitari. La **presenza diffusa di specie vegetali e animali**, soprattutto se strutturata attraverso reti ecologiche locali, è infatti in grado di supportare la regolazione microclimatica [Oke, 1989; Bowler et al., 2010], la depurazione dell’aria e delle acque [Nowak et al., 2006], la riduzione dell’inquinamento acustico [Van Renterghem & Botteldooren, 2012] e il rafforzamento della resilienza urbana ai cambiamenti climatici [Elmqvist et al., 2003]. Tali benefici assumono un valore particolarmente rilevante nei centri abitati densi e impermeabilizzati, come il centro e i nuclei storici di Ivrea, che, come indicato dallo stesso Piano, non sono stati individuati tra le principali criticità legate al fenomeno delle isole di calore, nonostante rappresentino gli spazi maggiormente vissuti dalla popolazione.

Al di là dei benefici ambientali, la biodiversità urbana svolge anche una funzione fondamentale per il benessere psico-fisico dei cittadini. Il contatto quotidiano con la natura, anche in forma parziale o frammentata, è correlato a una riduzione dei livelli di stress, ansia e affaticamento cognitivo, come dimostrano numerose ricerche nell’ambito della psicologia ambientale [Kaplan & Kaplan, 1989; Ulrich et al., 1991; Bratman et al., 2015].

⁵ Tramite “l’impianto di alberi d’alto fusto, la formazione di superfici verdi orizzontali o verticali, l’impiego di materiali per il rivestimento e la copertura degli edifici o per la pavimentazione delle aree esterne caratterizzati da elevati valori di albedo che consentano la riduzione della frazione di calore assorbito”.

Il concetto di **biofilia**, teorizzato da Wilson (1984), sottolinea il bisogno umano di relazionarsi con ambienti naturali, esigenza che può essere soddisfatta solo attraverso una progettazione urbana sensibile alla qualità percettiva, ecologica e relazionale degli spazi verdi. In quest'ottica, gli elementi vegetali non dovrebbero essere pensati come semplici strumenti di mitigazione visiva o acustica – come sembrano suggerire gli articoli 73 e 74 delle NdA del PRG – ma come componenti essenziali per la costruzione di paesaggi urbani tanto accoglienti quanto ecologicamente di qualità.

La promozione della biodiversità in ambito urbano implica dunque una trasformazione culturale prima ancora che normativa: richiede un riconoscimento esplicito del valore ecologico, sociale e simbolico degli spazi vegetati all'interno della città, e una loro gestione orientata non solo alla manutenzione, ma alla rigenerazione e all'implementazione della rete ecologica urbana. In tal senso, la sottovalutazione del potenziale ecologico degli spazi verdi urbani all'interno del PRG2030 rappresenta una criticità strutturale, soprattutto alla luce degli obiettivi di contrasto al cambiamento climatico e di promozione della salute pubblica.

In conclusione, se da un lato il nuovo Piano Regolatore di Ivrea dimostra una rinnovata attenzione verso il rafforzamento della rete ecologica in ambito extraurbano, dall'altro risulta ancora insufficiente nel riconoscere e valorizzare il ruolo strategico della biodiversità all'interno del tessuto urbano. In particolare, il verde urbano non viene pienamente considerato come infrastruttura ecologica capace di contribuire alla mitigazione degli effetti climatici, alla rigenerazione ambientale e al miglioramento del benessere quotidiano nei quartieri più densamente abitati. Affinché gli spazi aperti urbani possano realmente rispondere alle sfide ambientali, sociali e sanitarie contemporanee, risulta necessario adottare una visione più “sistemica” della natura in città, che integri le funzioni ecologiche del verde nella pianificazione e nella gestione degli spazi pubblici e privati.

Alla luce di queste considerazioni, la presente tesi si propone di offrire una lettura critica del ruolo attribuito alla rete ecologica e agli spazi aperti nella città di Ivrea, con particolare riferimento alle indicazioni contenute nella variante generale al Piano Regolatore. L'obiettivo è quello di evidenziarne le potenzialità e i limiti – soprattutto in ambito urbano – e di proporre strategie e linee d'azione per una maggiore integrazione tra progettazione del verde e funzionalità ecologica, al fine di promuovere un modello di città più resiliente alle dinamiche ambientali attuali e orientata al benessere ecologico e sociale.

IL METODO

La metodologia che ha guidato l'elaborazione di questa tesi si fonda su un processo progressivo e di natura multiscalar, che integra analisi territoriali, strumenti dell'ecologia del paesaggio e proposte progettuali volte alla definizione di una rete ecologica urbana per Ivrea. Tale processo si basa sulla combinazione tra una lettura critica degli strumenti urbanistici vigenti, l'impiego di dati territoriali verificabili e un approccio progettuale orientato alla costruzione di una nuova rete verde capace di dialogare con le esigenze ambientali, sociali e percettive della città.

Il lavoro prende avvio da un'ampia fase di ricostruzione del contesto territoriale e paesaggistico in cui si inserisce Ivrea. L'obiettivo iniziale, corrispondente alla prima parte della tesi, è stato quello di comprendere la posizione della città all'interno del sistema paesaggistico di scala vasta, analizzando pertanto l'Anfiteatro Morenico di Ivrea, la Rete Natura 2000 e le loro relazioni all'interno dell'ambito di paesaggio Eporediese, così come definiti dai principali strumenti sovraordinati, in particolare il Piano Paesaggistico Regionale e il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, quest'ultimo nelle fasi di supporto alle analisi. Questa ricognizione preliminare è stata condotta al fine di individuare le componenti strutturali del paesaggio e di riconoscere le dinamiche morfologiche e insediative che hanno progressivamente modellato il territorio eporediese. Parallelamente, si è voluto ricostruire lo sviluppo storico della città di Ivrea, integrando l'analisi paesaggistico-ambientale con una lettura delle trasformazioni insediative, al fine di comprendere come la sovrapposizione di diversi livelli storici abbia influenzato la forma urbana e l'attuale configurazione e distribuzione degli spazi aperti, che avranno un ruolo centrale nella fase progettuale.

La seconda fase ha riguardato la costruzione di un quadro analitico attraverso l'utilizzo di software di elaborazione di dati geo-spaziali (GIS), scelti per la loro interoperabilità, per la possibilità di gestire dati territoriali complessi e per la trasparenza dei processi di elaborazione, permettendo così di verificare e implementare in fasi future i contenuti emersi in questa tesi. L'uso integrato di carte tecniche regionali, dati Land Cover Piemonte, basi catastali, cartografie ambientali e dataset demografici ha consentito di restituire una lettura quanto più accurata delle caratteristiche ecologiche e antropiche del territorio comunale. In questa fase, la struttura ambientale è stata interpretata attraverso i principali concetti dell'ecologia del paesaggio, permettendo di identificare le aree di maggiore naturalità, le porzioni del territorio caratterizzate da elevata frammentazione ecologica e i varchi di connessione ancora presenti. Successivamente all'analisi dell'ecomosaico, si è proceduto con la valutazione della funzionalità ecologica basata sui valori di naturalità e rilevanza per la conservazione utilizzati nelle metodologie ENEA e Rete Ecologica Regionale, che ha permesso di distinguere le parti del territorio caratterizzate da un elevato potenziale ecologico da quelle in cui il valore ambientale risulta compromesso o residuale.

È opportuno sottolineare come l'integrazione tra analisi ecologiche, morfologie insediative e dati demografici ha svolto un ruolo centrale nello sviluppo del metodo. La lettura delle forme urbane e della loro densità, così come della distribuzione della popolazione, ha consentito di valutare non solo il grado di permeabilità ecologica dei diversi contesti urbani, ma anche la qualità e l'accessibilità degli spazi aperti in relazione alle esigenze delle comunità che vi abitano. Questo ha permesso di considerare la rete ecologica non come una struttura puramente ambientale, ma come una possibile

infrastruttura capace di generare benefici in diversi ambiti. Tale prospettiva ha guidato la costruzione di una lettura socio-ecologica del territorio, essenziale per orientare la successiva fase di selezione degli ambiti prioritari.

La terza e ultima fase è consistita nella sintesi degli indicatori ottenuti nelle analisi precedenti e nella costruzione di criteri per l'individuazione degli ambiti prioritari di intervento, intesi come quelle parti di territorio in cui un rafforzamento della rete ecologica può generare i maggiori benefici in termini di continuità ambientale, riduzione della frammentazione, qualità dello spazio pubblico e benessere della popolazione residente. La definizione degli ambiti è avvenuta attraverso la sovrapposizione di più livelli informativi e ha portato all'elaborazione di un masterplan che propone una rete verde multifunzionale e continua, capace di collegare i principali sistemi naturali con i quartieri urbani più permeabili e con maggiore disponibilità di spazi aperti pubblici trasformabili.

La fase progettuale si è basata sull'integrazione tra strumenti GIS, basi tecniche vettoriali e software di rappresentazione grafica, necessari per la costruzione del masterplan, delle sezioni, delle tavole di dettaglio e dei render. Particolare attenzione è stata dedicata alla definizione della componente vegetale, sviluppata attraverso una selezione di specie autoctone o naturalizzate coerenti con il contesto ecologico dell'Anfiteatro Morenico e funzionali alle esigenze di ombreggiamento, connessione ecologica, regolazione microclimatica e qualità percettiva del paesaggio urbano. L'approfondimento botanico ha rappresentato l'esito naturale del percorso metodologico, traducendo i principi ecologici e progettuali in soluzioni spaziali e compositive applicabili all'ambito di studio.

RICONOSCIMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE

ELABORATO 1 - L'Eporediese nella rete ecologica regionale

Il primo elaborato ha l'obiettivo di restituire una visione d'insieme dell'ambito territoriale e paesaggistico in cui si inserisce il Comune di Ivrea, costituendo il quadro di riferimento essenziale per le successive analisi relative alla rete ecologica urbana. L'inquadramento è stato sviluppato attraverso una lettura multilivello; in particolare, è stato delineato l'ambito di paesaggio denominato "Eporediese", così come definito dal Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte [PPR, 2017], che rappresenterà la scala sovralocale di riferimento per l'intero lavoro di tesi.

Si evidenzia come la localizzazione dell'Eporediese rappresenti un territorio di "cerniera" tra l'alta pianura canavesana, il sistema collinare-morenico e i rilievi prealpini occidentali. Il comune di Ivrea è infatti inserito in una struttura morfologica complessa, ovvero l'Anfiteatro Morenico di Ivrea, che come si vedrà di seguito rappresenta un sistema ambientale di rilievo paesaggistico.

L'Anfiteatro Morenico di Ivrea

Come accennato in precedenza, l'Anfiteatro Morenico di Ivrea (AMI) rappresenta una cerniera geomorfologica ed ecologica tra le Alpi occidentali e la pianura padana, con un ruolo essenziale nella connessione tra habitat molto diversi e nel mantenimento dei flussi tra le popolazioni faunistiche [Regione Piemonte, 2021]. L'AMI rappresenta di fatto un geosito geograficamente omogeneo, costituito da uno dei sistemi morenici più vasti e meglio conservati d'Europa⁶, con un'estensione di circa 600 km², risultato dell'attività del ghiacciaio della Dora Baltea [Bruno, 1877] durante il Pleistocene (ca. 700.000–10.000 anni fa). Il paesaggio è quindi dominato da forme di origine glaciale, tra cui morene frontali e laterali, coni di deiezione, terrazzi fluvioglaciali e depressioni occupate da bacini lacustri [Figura 1]. Questi elementi disegnano una struttura semicircolare quasi perfetta, che si apre verso sud e abbraccia la piana di Ivrea. Si tratta di un contesto particolarmente interessante sotto il profilo della



Figura 1 - L'Anfiteatro Morenico di Ivrea e le sue morene glaciali.

⁶ Nel 2005, in merito alla raccolta e compilazione normalizzata delle informazioni sui geositi piemontesi, è stata sottolineata "l'evidente esigenza di impegno nella divulgazione scientifica in campo geologico" e l'intraprendenza di "compiti di programmazione in tema di difesa del suolo, tutela e valorizzazione dell'ambiente e dei beni culturali" afferenti all'Anfiteatro Morenico di Ivrea (D'Andrea, M., Lisi, A., Mezzetti, T. (2005), *Patrimonio geologico e geodiversità: Esperienze ed attività dal Servizio Geologico d'Italia all'APAT*, Rapporti APAT, n. 51/2005, Roma.)

diversità dei micro-ambienti, aspetto qualificante del territorio.

Le colline moreniche ospitano infatti un mosaico complesso di usi del suolo, tra cui boschi decidui, superfici agricole, vigneti terrazzati e nuclei insediativi storici, spesso posti in posizione dominante. Tra gli elementi più significativi del sistema ecologico si citano gli habitat naturali e seminaturali dei laghi intramorenici, delle zone umide, dei boschi, delle formazioni arbustive e delle praterie.

Difatti, l'ambito Eporediese ospita numerosi siti della Rete Natura 2000, come i laghi morenici SIC IT1110006 "Lago di Candia" e il SIC IT1110001 "Lago di Viverone", oltre a zone a protezione speciale (ZPS) e zone speciali di conservazione (ZSC). Vi è una discreta diversità di habitat all'interno del mosaico. Se da un lato vi è la preponderante presenza di ambienti lacustri – quali zone umide e corridoi idrografici – nella parte di pianura centrale, sui versanti dell'anfiteatro vi sono principalmente boschi misti di latifoglie (*Quercus robur* L., *Castanea sativa* Mill., *Carpinus betulus* L.), formazioni pioniere a *Betula pendula* Roth e *Robinia pseudoacacia* L., prati stabili e brughiere. Raggiungono in questa zona la massima densità in Piemonte gli alneti di ontano nero e i querco-carpineti relitti, spesso inseriti in ambienti planiziali e paludosì con elevata biodiversità.

In merito agli elementi della rete di connessione ambientale, il PPR individua per il territorio del comune di Ivrea e degli immediati dintorni due nodi principali, ovvero il SIC/ZSC IT1110021 "Laghi di Ivrea" e il SIC/ZSC IT1110063 "Boschi e paludi di Bellavista", uniti da una fascia naturale di connessione sovraregionale, a cavallo del fiume Dora Baltea.

Il sistema idrografico-fluviale, rappresentato proprio dalla Dora, costituisce un corridoio "da mantenere", per la sua alta integrità naturale. Parallelamente, il contesto fluviale rientra nelle aree di progetto del PPR, ovvero ambiti strategici in cui promuovere la "valorizzazione dei caratteri naturalistici e paesaggistici dei contesti fluviali, delle aree boscate e delle componenti di interesse storico-culturale connotanti le aree periurbane". L'ambito in questione copre gran parte della superficie agricola del territorio di Ivrea, a nord (verso il comune di Montalto Dora) e a sud, verso i comuni di Albiano e Strambino.

Sono proprio le aree agricole ad essere i contesti di principale interesse per la ricreazione di **connettività ecologica diffusa**; si sottolinea infatti la presenza contestuale del varco ecologico in progetto, posto tra la Serra di Ivrea e la Dora Baltea, territorio caratterizzato dalla presenza di aree agricole interconnesse in un mosaico già ricco di siepi e filari, oltreché di boschi di riforestazione.

Dalla scheda d'ambito di paesaggio⁷ si evincono tuttavia alcune **criticità** in merito alla rete ecologica e più in generale al sistema ambientale:

- La rete ecologica è discontinua e frammentata, soprattutto all'interno del cordone morenico, per assenza di corridoi ecologici minori (es. filari, siepi, fossi).
- Le infrastrutture (ferrovie, SS26, A5) costituiscono barriere per la fauna e ostacolano la connettività ecologica.
- Abbandono dei castagneti e taglio indiscriminato di querce vetuste.
- Interramento di zone umide e stagni, con perdita di habitat di pregio.

⁷ PPR (2017), Schede degli Ambiti di paesaggio, Ambito 28 – Eporediese.

- Impatto delle attività agricole su suoli fragili e permeabili, con rischio per la falda (uso di fitofarmaci, spandimento liquami).
- Espansione delle superfici forestali per abbandono dei coltivi.
- Crescita della domanda di legna da ardere, con intensificazione dei prelievi forestali.
- Rischio di omogeneizzazione e banalizzazione del paesaggio rurale, con perdita di identità ambientale e storica.

ELABORATO 2 – Il Comune di Ivrea: l’insediamento

All’interno del secondo elaborato si è voluto inquadrare la città di Ivrea sotto il profilo insediativo, con l’obiettivo di restituire una lettura sintetica dei principali fattori che ne hanno influenzato lo sviluppo e la configurazione attuale. L’analisi si è concentrata su quattro dimensioni fondamentali: gli usi del suolo, l’evoluzione dell’urbanizzato, le morfologie insediative e la distribuzione della popolazione residente.

Ivrea è situata nel settore nord-orientale della Città Metropolitana di Torino, a circa 50 km a nord di Torino. Come già descritto nei capitoli precedenti, la sua posizione ai margini dell’area alpina e all’imbocco della pianura padana le conferisce un ruolo di cerniera tra ambiti territoriali differenti: da un lato il sistema metropolitano torinese, dall’altro le aree montane e pedemontane del Canavese e della Valle d’Aosta. Dal punto di vista geografico, Ivrea occupa una posizione strategica lungo l’asse della Dora Baltea, importante corridoio naturale e infrastrutturale che ha storicamente favorito gli scambi tra il Piemonte, la Valle d’Aosta e l’Europa nord-occidentale [Casalis, 1843]. Questo corridoio è oggi servito da infrastrutture primarie quali la SS26, la linea ferroviaria Torino–Aosta e, poco più a sud, l’autostrada A5 Torino–Aosta, che garantiscono buoni livelli di accessibilità regionale e sovraregionale.

Evoluzione storica della città di Ivrea e il rapporto tra spazio naturale e antropico

A lato dell’elaborato 2, è stata ricostruita l’espansione dell’area urbanizzata nel tempo, evidenziando le principali fasi di crescita insediativa e le trasformazioni del tessuto urbano. Gli anni scelti a questo fine sono coincidenti a fasi significative dell’evoluzione della città, specie per quanto riguarda la trasformazione del comune di Ivrea da centro di matrice agricola a città industriale, con la progressiva frammentazione del paesaggio e riduzione degli habitat naturali, oggetto della presente tesi.

Dalle origini di Eporedia fino al 1852 – Le origini di Ivrea risalgono all’epoca romana, quando nel 100 a.C. fu fondata con il nome di *Eporedia*⁸. La città nacque come colonia militare romana lungo l’importante via di transito che collegava *Augusta Taurinorum* (Torino) con la Gallia attraverso le Alpi. La posizione geografica, tra la Dora Baltea e l’accesso alla Valle d’Aosta, rese Ivrea un nodo strategico per il controllo dei traffici tra la pianura padana e l’area alpina. Durante il periodo imperiale, Eporedia assunse importanza come *municipium* romano e mantenne una struttura urbana organizzata, con cardo e decumano ancora parzialmente leggibili nel tessuto del centro storico [Perinetti, 1965]. Dopo la caduta dell’Impero romano, Ivrea attraversò un periodo di trasformazioni che portarono nel corso del Medioevo alla realizzazione di fortificazioni nel lato nord e nord-est del centro, pur non mutando significativamente l’impianto storico.

Durante l’Ottocento, Ivrea assistette alle prime opere di infrastrutturazione al di fuori del nucleo di antica acculturazione, come visibile nella “Carta degli Stati Sardi

⁸ Il toponimo Eporedia è di origine celtico-ligure, e secondo alcune fonti significherebbe “luogo dei conduttori di carri” [Casalis, 1843; Perinetti, 1965], a indicare una probabile vocazione commerciale e logistica già in epoca pre-romana.

(1852)", con la realizzazione di una rete di canali artificiali nella pianura a sud, che rafforzarono l'economia del consolidato sistema cascinale già presente, specie sotto la resa della risicoltura. È in quegli anni che il Naviglio di Ivrea, già opera di Leonardo da Vinci del 1468, venne ingrandito e diramato in più canali, infittendo la pianura di rii e bealere [Cattaneo, 2023].

In questi anni il comune di Ivrea appare ancora fortemente radicato alla matrice agricola, con fonti di disturbo antropico fondamentalmente assenti, e un alto livello di naturalità soprattutto lungo la Dora Baltea, che presentava all'epoca un numero maggiore di meandri e insenature, a indicare quanto quei territori fossero ancora soggetti alle dinamiche fluviali, senza opere rilevanti di contenimento o limitazione da parte dell'uomo.

La seconda rivoluzione industriale e la nascita della ferrovia - Nel corso della seconda rivoluzione industriale, tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento, anche Ivrea fu investita da profondi mutamenti legati al progresso tecnologico, all'industrializzazione e allo sviluppo delle infrastrutture. Uno degli elementi più significativi fu l'arrivo della ferrovia, che rappresentò un momento di svolta per la città e il territorio circostante. La linea Chivasso-Ivrea-Aosta, inaugurata nel 1886, mise Ivrea in diretto collegamento con Torino e con la Valle d'Aosta, facilitando la circolazione di persone e merci. Questo collegamento ferroviario rispondeva non solo a esigenze logistiche, ma anche a un più ampio disegno strategico dei Savoia, volto a rafforzare i collegamenti tra la pianura e le valli alpine, favorendo i traffici commerciali e le relazioni militari [Ballatore, 1996].

Per Ivrea, la ferrovia fu un fattore decisivo di modernizzazione urbana e di apertura verso il resto del Piemonte. L'aumento della mobilità incentivò la crescita demografica e la localizzazione di attività produttive lungo l'asse ferroviario, a sud del centro storico. In questi anni, presero di fatto forma i primi nuclei di quel tessuto industriale che sarebbe esploso nel Novecento con l'affermazione dell'Olivetti, anche grazie alla possibilità di trasportare facilmente materie prime e prodotti finiti. La cartografia IGM (1882) mostra i primi sviluppi degli insediamenti già presenti, in particolare nelle località Torre Balfredo, Vesco e San Bernardo, che assumono ancora un aspetto compatto lungo le vie principali che le collegano a Ivrea centro.

L'espansione della città industriale - Nel passaggio tra Ottocento e Novecento, Ivrea si configurava ancora come un centro di medie dimensioni, con una struttura economica prevalentemente agricola e una specializzazione nella manifattura tessile tuttavia limitata, incapace di imprimere al territorio un'accelerazione verso la "modernizzazione". Il paesaggio urbano si presentava quindi ancora fortemente legato a una tradizione preindustriale, con un'impronta insediativa sparsa e poco strutturata. In questo contesto apparentemente statico, la fondazione nel 1908 da parte di Camillo Olivetti della *Prima Fabbrica Nazionale di Macchine per Scrivere* rappresenta un importante cambiamento, non solo dal punto di vista economico, ma anche territoriale e urbano.

L'industrializzazione promossa dalla famiglia Olivetti, e in particolare da Adriano Olivetti a partire dagli anni Trenta, non si limitò infatti a un incremento produttivo, ma venne tradotto in un modello di sviluppo integrato tra fabbrica, città e società. La crescita

dell'impresa olivettiana impose una ridefinizione della morfologia urbana di Ivrea, che da centro agricolo si trasformò progressivamente in una città industriale moderna. Come già visto nelle premesse a questa tesi, un elemento centrale di questo processo è stata la pianificazione urbanistica promossa da Adriano Olivetti, che nel 1932 affida ad architetti illustri nel panorama italiano (come Luigi Figini e Gino Pollini) non solo l'ampliamento del corpo di fabbrica principale, ma anche la stesura del piano regolatore (del '38 prima e del '59 successivamente) che permettesse un orientamento dello sviluppo della città secondo criteri funzionali e sociali. La visione olivettiana cercò quindi di superare il modello industriale fordista, puntando a un territorio più coeso e armonico, in cui gli spazi della produzione fossero integrati con i servizi sociali, le aree verdi e i quartieri residenziali.

È da sottolineare come le aree finora marginali o agricole della città vennero progressivamente urbanizzate secondo una logica di razionalità e qualità ambientale, contribuendo alla ridefinizione dell'intero assetto urbano, che comincia a svilupparsi anche lungo le strade secondarie. Ne sono un esempio proprio le residenze degli operai nei quartieri di nuova edificazione, come Castellamonte, Canton Vesco, Bellavista e Talponia, che vengono dotate di ampie aree verdi private e pubbliche, con l'elemento distintivo di un modello di condivisione degli spazi, specie tra classi sociali distinte [Olivetti, 1960].

Il modello olivettiano è nel complesso riconoscibile nel territorio di Ivrea quanto nei centri limitrofi, specialmente nella concezione delle nuove abitazioni costruite nella seconda metà del Novecento, a simboleggiare la portata della trasformazione urbanistica nell'Eporediese.

La periurbanizzazione degli ultimi 50 anni – Lo sviluppo della città olivettiana ha con il tempo creato un volano per l'economia locale, tanto da innescare un processo di urbanizzazione disordinato, specialmente con forma radiale a partire dai nuclei cittadini minori. Il termine urbanistico per descrivere questo fenomeno è “periurbanizzazione”, che designa un processo di espansione insediativa a bassa densità, di tipo discontinuo e frammentato, che tende a occupare lo spazio rurale limitrofo alla città (Indovina, 1990). Nel caso di Ivrea, tale processo ha preso avvio negli anni Ottanta ed è proseguito nei decenni successivi, coinvolgendo in particolare le fasce periurbane orientali e meridionali, lungo le principali direttrici infrastrutturali.

Le trasformazioni hanno interessato anche la crescita di nuclei residenziali diffusi nei comuni limitrofi (vedesi Banchette, Casinette, Pavone Canavese, Salerano), con un progressivo insediamento di attività commerciali e artigianali lungo i margini viari e un accentramento dei servizi pubblici verso i nuclei storici. Le aree agricole che, fino al secondo dopoguerra, costituivano una matrice continua e produttiva, sono oggi oggetto di processi di abbandono, dismissione o parziale antropizzazione. Il paesaggio agrario tradizionale – fatto di prati stabili, campi, filari e reti di infrastrutture irrigue – è stato in larga parte sostituito da un mosaico “disordinato” di lottizzazioni, capannoni, infrastrutture e aree incolte.

A questo punto occorre già introdurre quanto verrà in seguito disaminato con dettaglio, ovvero il tema riguardante la frammentazione ecologica. Se da un lato si assiste a una dequalificazione dal punto di vista percettivo e identitario del paesaggio

periurbano, contemporaneamente accade una progressiva perdita di connettività tra habitat naturali, che convivono con pressioni antropiche anche molto diverse (rumore, inquinamento, impermeabilizzazione del suolo). Questo fenomeno è esemplificato nelle grandi e piccole industrie che si sono col tempo addensate lungo gli assi viari verso Vercelli - definendo una strada industriale che ha agglomerato diversi centri (tra i quali Burolo e Bollengo) - e verso l'area produttiva a sud. Insieme ad esse, la rete stradale di collegamento extra-urbano (SS26 in primis) ha contribuito a dividere contesti agricoli e/o naturali che erano contraddistinti da sempre da una continuità spaziale priva di barriere significative.

Gli usi del suolo

L'assetto attuale degli usi del suolo nel Comune di Ivrea è quindi il risultato di un lungo processo di trasformazione territoriale, che ha modificato in modo profondo il rapporto tra spazio naturale e spazio antropico. A partire dalle origini romane fino alle all'età contemporanea, il paesaggio eporediese ha visto susseguirsi diverse fasi insediative, produttive e infrastrutturali che ne hanno ridefinito la forma urbana, con dirette conseguenze sulla struttura agricola e sugli ambiti di naturalità residua.

È pertanto da notare come l'analisi attuale degli usi del suolo, come rappresentata nella mappa principale del secondo elaborato, riveli un mosaico fortemente disomogeneo: le superfici artificiali (residenziali, industriali e infrastrutturali) si concentrano nella fascia centrale e meridionale del territorio comunale, mentre le superfici agricole sopravvivono a sud e nelle aree di transizione verso i comuni limitrofi, spesso interrotte da nuove urbanizzazioni. Le aree naturali, soprattutto lungo il fiume e nella parte nord-occidentale del territorio, costituiscono residui ecologici strategici, ma isolati. È proprio in questi contesti che la rete ecologica assume un ruolo fondamentale per riconnettere i frammenti di paesaggio naturale e mitigare gli impatti della dispersione urbana.

Le morfologie insediative

È stato approfondito il tema delle morfologie insediative, con l'obiettivo di riconoscere la complessità dei tessuti che caratterizza la città di Ivrea. Questa analisi nasce dall'idea di indagare il grado di compattezza dell'edificato, al fine di orientare gli interventi progettuali nelle fasi successive.

Da definizione, le morfologie insediative (abbreviate in "m.i.") sono "parti omogenee di territorio, per conformazione (trama edificata e viaria), caratteri, fattori, usi del suolo, densità dei tessuti edificati e maglia del tessuto agrario, con riferimento alle differenti epoche storiche e ai fenomeni di trasformazione che ne hanno condizionato gli sviluppi". Nel caso studio di Ivrea, il PPR riconosce 12 morfologie insediative differenti che, per la loro conformazione, sono state a loro volta raggruppate in 3 categorie, dedotte dalla descrizione presente nella Relazione del PPR (2017): tessuto compatto, tessuto rado e tessuti intermedi o speciali. Di seguito viene riportata la tabella descrittiva:

CATEGORIA	MORFOLOGIA INSEDIATIVA
Tessuto compatto	m.i.1 – Urbane consolidate dei centri maggiori m.i.2 – Urbane consolidate dei centri minori m.i.5 – Insediamenti specialistici organizzati
Tessuto rado	m.i.3 – Tessuti urbani esterni ai centri m.i.4 – Tessuti discontinui suburbani m.i.6 – Aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale m.i.7 – Aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica m.i.10 – Aree rurali di pianura o collina m.i.11 – Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna m.i.13 – Aree rurali di montagna o collina con edificazione rada e dispersa
Tessuti intermedi o speciali	m.i.8 – Insule specializzate m.i.9 – Complessi infrastrutturali

In termini percentuali, si rileva una prevalenza del tessuto rado (90%), seguita da una quota ridotta di tessuto compatto (7%) e da un 3% di tessuti intermedi o specializzati. È opportuno evidenziare fin da subito in che misura questa macro-classificazione condizioni le potenzialità di intervento all'interno del contesto urbano. Il tessuto compatto — in particolare nelle morfologie 1 e 2 — costituisce un ostacolo spaziale significativo alla progettazione della rete ecologica: si tratta per lo più di centri e nuclei storici dove la scarsità di spazi liberi, unita ai rigorosi vincoli di tutela del patrimonio, limita fortemente la possibilità di interventi progettuali, soprattutto se orientati all'incremento del verde, che richiede superfici adeguate per generare effettivi benefici ecologici.

Al contrario, i tessuti più radi o in espansione presentano una maglia urbana meno densa, che consente di inserire infrastrutture verdi in spazi più ampi e maggiormente connettivi.

La popolazione eporediese

Conclude la parte relativa all'inquadramento territoriale di Ivrea un focus sulla popolazione residente.

Un progetto - come quello della rete ecologica - assume efficacia se è coerente con la realtà demografica del territorio. Ignorarla significa fondamentalmente progettare nel vuoto, rischiando di creare spazi poco utili (o poco usati) o addirittura non sostenibili. È stata fatta, pertanto, un'analisi demografica inerente alcuni macro-indicatori della

distribuzione e della composizione della popolazione in ambiente urbano, facendo riferimento a strumenti urbanistici quali il Piano Strategico dell'Infrastruttura Verde di Torino o ancora il Piano del Verde di Padova.

All'interno dell'elaborato 2 è stata riportata la distribuzione demografica della popolazione per sezione di censimento, impiegando le basi territoriali e le variabili censuarie del Censimento permanente della popolazione 2021. Di seguito vengono riportate ulteriori analisi inerenti alla diversità di età della popolazione e alla densità rispetto alla sezione di censimento [Figura 2].

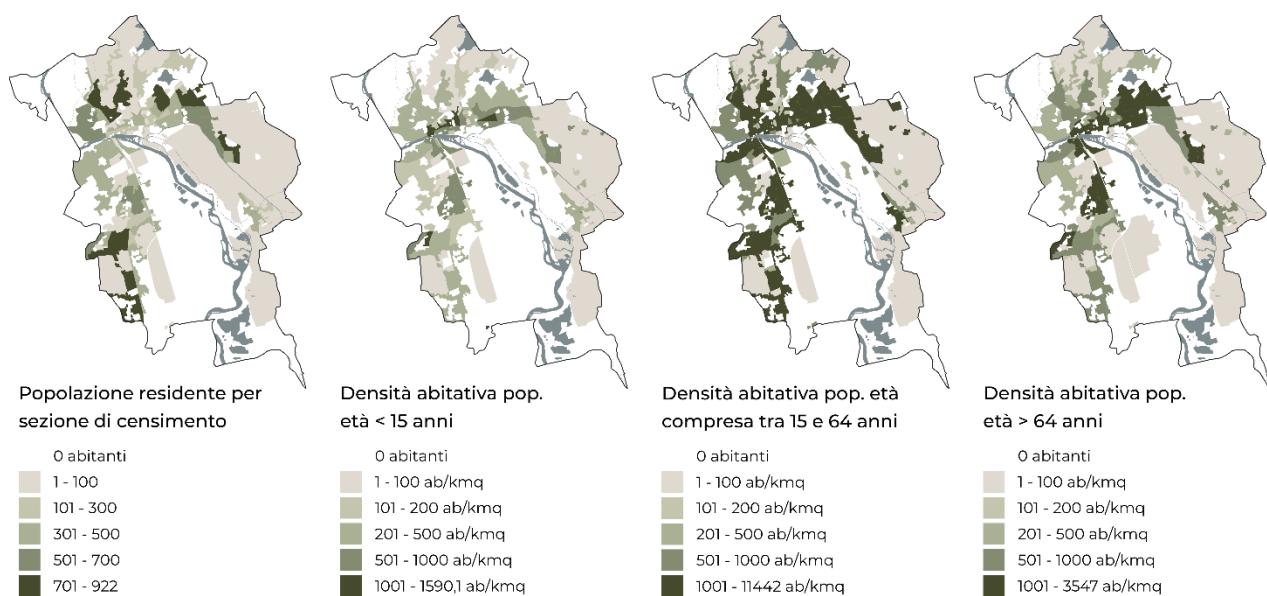


Figura 2 - Popolazione residente e densità demografica (Elaborazione su dati ISTAT, 2021).

Quello che emerge dalle analisi della popolazione residente a Ivrea è un'evidente disomogeneità della distribuzione spaziale, fortemente influenzata dalle dinamiche insediative viste nei paragrafi precedenti e dalle naturali caratteristiche morfologiche del territorio. La popolazione si concentra prevalentemente nell'area centrale e nei quartieri storicamente urbanizzati, in particolare nella fascia nord-occidentale e nel centro cittadino. Le zone periferiche, specialmente quelle orientali e meridionali, presentano una densità abitativa molto bassa, con diverse sezioni a popolazione nulla o inferiore ai 100 abitanti. Questa distribuzione suggerisce una forte polarizzazione residenziale e una ridotta presenza abitativa nelle aree agricole, fluviali e collinari.

I **bambini** e gli **adolescenti** mostrano una presenza più marcata in alcune aree residenziali di recente costruzione, specialmente nei quartieri residenziali a sud e sud-ovest, dove la densità supera in alcuni casi i 1000 ab/km². Tuttavia, ampie porzioni del territorio urbano registrano valori molto bassi, evidenziando una progressiva rarefazione delle giovani generazioni in molte zone del comune.

La **fascia 15-64 anni** rappresenta la parte più numerosa e attiva della popolazione. I dati mostrano densità molto elevate in corrispondenza del centro urbano e di alcuni quartieri residenziali densi, dove si raggiungono valori superiori ai 5.000 ab/km², con punte oltre gli 11.000 ab/km². L'estensione di tale popolazione è però fortemente

frammentata: vi sono ampie aree con densità medio-basse, a testimonianza di un tessuto urbano discontinuo e di una potenziale criticità in termini di coesione territoriale e accesso uniforme ai servizi.

In merito alla **popolazione anziana**, questa è ben rappresentata in molte aree del territorio comunale, con concentrazioni significative in prossimità del centro cittadino e nei quartieri consolidati. In alcune sezioni, la densità supera i 2.500 ab/km², indice di una forte presenza di popolazione anziana residente in contesti urbani storici. Le aree periferiche e a bassa densità mostrano invece una minore incidenza di questa fascia d'età.

Dalla lettura congiunta delle quattro mappe è possibile delineare una struttura demografica complessa e stratificata, in cui emergono:

- un forte invecchiamento della popolazione in alcune zone centrali
- una limitata presenza giovanile, se non in alcune aree centrali
- una concentrazione delle fasce attive in aree residenziali ad alta densità
- una periferia scarsamente popolata

ELABORATO 3 – PRG 2030: Previsioni per la rete ecologica comunale

All'interno dell'elaborato 3 è stato illustrato il progetto di rete ecologica nella variante generale al PRG di Ivrea. Nel Piano, il progetto di rete ecologica assume un ruolo strategico nel definire un nuovo assetto del territorio comunale orientato alla sostenibilità, alla resilienza ambientale e al miglioramento della qualità ecologica degli spazi aperti. L'approccio seguito si fonda su una lettura integrata del contesto territoriale e ambientale, facendo dialogare la pianificazione locale con le direttive della Rete Ecologica Regionale (RER), le analisi ecosistemiche e le dinamiche di trasformazione urbana che caratterizzano la città.

Fasi operative e obiettivi strategici del PRG2030

In merito alla modalità di analisi e successive operazioni progettuali previste dal PRG2030 in riferimento alla rete ecologica, il Piano inserisce all'interno delle tavole C.3.1 / C.3.2 (denominate “Analisi della Rete Ecologica”) e nelle tavole E.5.1 / E.5.2 (dedicate al “Progetto della Rete Ecologica”) i contenuti afferenti alla rete ecologica locale e la connessione con gli elementi di rilievo ambientale di scala sovra-locale. Occorre evidenziare come il nuovo piano, in un'ottica di coerenza e continuità con le linee guida e le indicazioni contenute nel PTC2 (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, 2011) e nel PPR (Piano Paesaggistico Regionale, 2017), riconosca e individui in maniera puntuale gli elementi costitutivi e fondamentali della rete ecologica facendo dialogare la pianificazione locale con le direttive della Rete Ecologica Regionale (RER), le analisi ecosistemiche già condotte in progetti passati⁹ e le dinamiche di trasformazione urbana che caratterizzano la città.

In questo contesto ibrido, sono stati evidenziati nelle tavole i seguenti contenuti, frutto degli studi inerenti al sistema ecologico di Ivrea portati avanti negli anni:

- i **punti di pressione e di discontinuità ecologica**, ovvero quelle situazioni in cui la continuità ambientale è compromessa o interrotta da barriere fisiche, infrastrutturali o da usi del suolo incongruenti;
- i possibili **collegamenti** tra le aree naturali esistenti, finalizzati a favorire la permeabilità ecologica e il libero spostamento delle specie;
- le **connessioni ecologiche** che necessitano di un **rafforzamento** o di un **miglioramento** funzionale, in modo da incrementarne la capacità di collegamento;
- le **connessioni ecologiche di nuova progettazione**, necessarie per completare il disegno di rete e assicurare un'efficace interazione tra i nodi ecologici principali.

Successivamente, nel Capitolo IV.2 “Aspetti ambientali e azioni connesse”, vengono individuati 6 obiettivi strategici, volti a garantire la “tutela e lo sviluppo della rete ecologica”.

⁹ Vedasi le analisi del sistema ecologico condotte nell'area dell'Eporediese dal 2007 nell'ambito della “Progettazione partecipata della rete ecologica a livello locale nell'area pilota dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea” - Bando Misura 323 “Tutela e riqualificazione del Patrimonio rurale” del Piano di Sviluppo Rurale 2007 – 2013.

OBIETTIVI	DESCRIZIONE
Tutela e incremento degli spazi naturali o seminaturali	Conservare, valorizzare e, ove possibile, incrementare la presenza di residui spazi naturali e seminaturali, con particolare attenzione alla salvaguardia della permeabilità ecologica del territorio di pianura . L'obiettivo è favorire la connessione funzionale di tali aree con le principali "core areas" del sistema ecologico, ossia l'asta fluviale del fiume Dora Baltea, il Sito di Importanza Comunitaria/Zona Speciale di Conservazione (SIC/ZSC) IT1110021 "Laghi di Ivrea" e il SIC/ZSC IT1110063 "Boschi e paludi di Bellavista".
Salvaguardia della biodiversità in ambito rurale	Mantenere e promuovere, all'interno del territorio agricolo e rurale, la presenza di spazi naturali o seminaturali , esistenti o di nuova realizzazione, caratterizzati dall'utilizzo di specie autoctone e da una sufficiente funzionalità ecologica, così da garantire habitat idonei e corridoi biologici efficaci.
Rafforzamento del ruolo ecologico dei corsi d'acqua	Potenziare e preservare la funzione di corridoio ecologico svolta dai corsi d'acqua e dai canali , attribuendo alle relative fasce di pertinenza e alle fasce di tutela fluviale il riconoscimento formale del loro ruolo quale parte integrante e vitale del sistema fluviale. In tali ambiti deve essere garantito un approccio unitario ed equilibrato, capace di coniugare tre obiettivi fondamentali: la sicurezza idraulica, la qualità naturalistica e la qualità paesaggistica.
Riqualificazione ecologica e paesaggistica del territorio	Promuovere interventi di riqualificazione sia ecologica che paesaggistica , anche attraverso l'introduzione di misure mitigative e compensative da associare alla realizzazione di nuove strutture insediative (residenziali, economico-produttive, tecnologiche o di servizio). Tali interventi devono essere orientati a produrre benefici concreti, ad esempio mediante la creazione o il rafforzamento di tratti della rete ecologica.
Controllo della forma urbana e delle infrastrutture	Regolare attentamente la morfologia urbana e territoriale , la distribuzione spaziale e la qualità tipologica e morfologica degli insediamenti e delle opere infrastrutturali, in modo che queste possano diventare occasioni per integrare elementi funzionali della rete ecologica, anziché costituire ostacoli alla sua continuità.
Sperimentazione e coordinamento interistituzionale	Favorire la creazione e il potenziamento delle reti ecologiche anche attraverso la sperimentazione di strumenti normativi innovativi e di meccanismi incentivanti, nonché tramite un coordinamento efficace della pianificazione a diversi livelli istituzionali e una maggiore integrazione tra le politiche settoriali dei diversi Enti competenti.

Le analisi di supporto alla redazione della Rete Ecologica

Occorre innanzitutto parlare delle analisi che hanno supportato la redazione del progetto di Rete Ecologica. Trattasi di elaborati frutto dell'interpretazione di piani

sovraordinati (PPR, PTC2 in primis) e altri strumenti di mappatura di contenuti inerenti agli aspetti ecologici del territorio, come la funzionalità ecologica e la biodiversità potenziale. Di seguito si illustrano queste analisi, contenute nella Relazione illustrativa del PRG2030 (Capitolo IV.2, Aspetti ambientali e azioni connesse). Gli elementi illustrati hanno costituito la base teorica e metodologica per la redazione del progetto di rete ecologica.

Elementi principali della rete ecologica a scala sovracomunale

Sono stati dapprima considerati gli elementi principali della rete ecologica di scala sovracomunale, ovvero quegli elementi che non riguardano solo il comune di Ivrea, ma che appartengono a un sistema ecologico più ampio (provinciale, regionale) e che assicurano la connessione funzionale tra habitat e popolazioni di specie su vaste aree. Per il PRG2030 sono stati considerati i **nodi** di alto valore ambientale, ovvero spazi a maggiore integrità ecologica e più elevata naturalità, che fungono da serbatoi di biodiversità. In questo caso trattasi dei Siti della Rete Natura 2000, che per Ivrea sono il SIC/ZSC IT1110021 “Laghi di Ivrea” e il SIC/ZSC IT1110063 “Boschi e paludi di Bellavista”.

È stato riconosciuto come principale **corridoio ecologico** l'asta fluviale della Dora Baltea, che oltre a connettere sistemi ad alta naturalità e aree umide, connette in alcuni tratti i SIC/ZSC di cui prima. Parallelamente, sono stati segnati come **varchi** esistenti quei contesti naturali/seminaturali che creano continuità e connessione tra i nodi e lungo il fiume Dora.

Infine, in merito alle **criticità** dell'ambiente antropico, sono state riconosciute le infrastrutture stradali ad elevata percorribilità (Autostrada A5 e Strada Statale 26) come elementi di disturbo.

La funzionalità ecologica e gli ambiti di prioritaria espansione della rete ecologica

Un'altra elaborazione utile alla definizione della REL è stata la mappatura della funzionalità ecologica, ovvero un valore assegnato alle diverse tipologie di uso del suolo presenti (da Land Cover Piemonte) frutto del calcolo integrato tra *Naturalità* e la *Rilevanza per la conservazione* (ENEA, 2019). Dalla lettura congiunta dei due tematismi, ne derivano 4 classi di funzionalità ecologica, così descritte:

- Ambiti a **funzionalità ecologica elevata**, che comprendono le aree caratterizzate da:
 - rilevanza per la conservazione 1 e naturalità 1
 - rilevanza per la conservazione 1 e naturalità 2
 - rilevanza per la conservazione 1 e naturalità 3

da definizione, queste sono “aree di rilevanza massima per la reticolarità del territorio [...] in esse si hanno condizioni ottimali di sviluppo per gli habitat e le specie.”

- Ambiti a **funzionalità ecologica moderata**, che comprendono le aree caratterizzate da:
 - rilevanza per la conservazione 1 e naturalità 4 (es. bacini artificiali a destinazione non produttiva);

- rilevanza per la conservazione 2 e naturalità 3 (es. robinieti);
- rilevanza per la conservazione 2 e naturalità 4 (es. risaie, aree naturali percorse dal fuoco);
- rilevanza per la conservazione 3 e naturalità 2 (es. castagneti da frutto);
- rilevanza per la conservazione 3 e naturalità 3 (es. ambiti agricoli con aree naturali, ambiti caratterizzati dalla presenza di vegetazione rada).

Sono “aree che, anche se a funzionalità ecologica non elevata, si configurano come ambiti preziosi per il mantenimento e il potenziale incremento della reticolarità. Si tratta, infatti, di ambienti che pur non caratterizzati da funzionalità ottimale presentano comunque caratteristiche che permettono un loro buon utilizzo da parte delle specie.”

- Ambiti a **funzionalità ecologica residuale**, che comprendono le aree caratterizzate da:
 - rilevanza per la conservazione 3 e naturalità 4

Sono “aree di rilevanza solo residuale per la Rete. Si tratta, infatti, di ambiti che possono ancora essere utilizzati, ma limitatamente, dalle specie. Si configurano come ambiti di possibile espansione della Rete. Sono compresi in questa categoria la gran parte dei coltivi (tutti quelli che non presentano particolare e peculiare ricettività o fruibilità).”

- Ambiti a **funzionalità ecologica nulla**, che comprendono le aree caratterizzate da:
 - rilevanza per la conservazione 4 e naturalità 4
 - rilevanza per la conservazione 4 e naturalità 5

Sono “aree di nessuna rilevanza ecologica per la Rete, rappresentano, al contrario, porzioni di territorio che si configurano come stabili interruzioni per la Rete. Sono ambiti generalmente non utilizzabili da parte delle specie.”

Questo strumento è servito quindi per evidenziare la reticolarità ecologica territoriale, che a sua volta è interpretabile in uno schema strutturale della componente ecologica. Difatti, le aree a funzionalità ecologica elevata e moderata possono essere considerate **elementi strutturali**, dove è garantita la reticolarità primaria. Le aree a funzionalità ecologica residuale sono gli **ambiti di possibile espansione** della Rete, che contribuiscono con una reticolarità secondaria. Infine, gli ambiti a funzionalità ecologica nulla sono contesti con un avanzato livello di antropizzazione tale da renderlo un ambito in cui l'**implementazione della rete ecologica** risulta **impossibile**.

Da queste analisi, è stato ricavato un elaborato che identifica quindi gli elementi strutturali della rete ecologica, gli ambiti di prioritaria espansione della rete e gli ambiti di connessione.

La biodisponibilità potenziale dei mammiferi (modello BIOMOD)

È stata impiegata anche l'analisi BIOMOD, ovvero un modello ecologico GIS sviluppato da ARPA Piemonte nel 2007 per valutare il grado di biodiversità potenziale del territorio, focalizzandosi sulle specie di mammiferi. Il modello stima infatti quante e quali specie di mammiferi (fra le 23 più rappresentative per il Piemonte) un determinato

territorio potenzialmente può ospitare, sulla base delle caratteristiche ambientali e della qualità dell'habitat.

Si tratta chiaramente di un modello già vetusto, specialmente per il fatto che gli usi del suolo sono mutati in alcuni contesti. Tuttavia, il modello fornisce un quadro di massima delle aree a elevato o scarso pregio naturalistico (ad esempio, zone ecologicamente più o meno idonee per la fauna). Questo è utile per validare e supportare la pianificazione della rete ecologica, grazie all'identificazione di elementi chiave come nodi (fondamentali per la biodiversità), stepping stones (aree intermedie che facilitano i movimenti), buffer zones di protezione e corridoi ecologici.

Direttive di connessione della Rete Ecologica Regionale

In merito alle connessioni ecologiche di scala regionale, e quindi sovra-locale, la Variante individua due direttive prioritarie.

La prima prevede la creazione di una nuova direttrice di connessione ecologica, primo tratto del corridoio tra la **Dora Baltea e il SIC “Serra di Ivrea”** nel Comune di Bollengo. Gli interventi, mirati a rafforzare il nodo tra il corso d'acqua e la nuova connessione, comprenderebbero un'area umida derivante dalla rinaturalazione di un ex sito estrattivo, posta come “testa” della connessione, e nuovi ambiti boscati per potenziare e densificare aree simili già presenti, con funzione di stepping stones.

La seconda è localizzata a nord del comune di Ivrea, nel territorio agricolo che divide la città con Montalto Dora. L'asse di interesse collegherebbe la **Dora Baltea al SIC “Laghi di Ivrea”**, attraversando il territorio collinare a nord di Ivrea. Le aree umide, già presenti lungo il corso d'acqua, affiancherebbero un sistema di ambienti boscati e interventi strutturali volti a superare le barriere della ferrovia e della SS26.

Consolidamento e potenziamento della Rete Ecologica Locale

Scendendo alla scala locale, la Variante prevede per la porzione centro-meridionale del territorio comunale interventi mirati a rafforzare la connettività ecologica, in conformità alle norme di attuazione del PPR, che classificano quest'area come “ambito in cui ricreare connettività diffusa”.

In particolare, i meccanismi previsti dall'art. 71 delle Norme di PRG consentono l'attuazione delle operazioni di consolidamento della rete ecologica lungo le direttive di riammagliamento individuate sui corsi del reticolo idrico minore. Tali interventi consistono nella **ricucitura delle formazioni vegetali lineari esistenti**, mediante la piantumazione di “segmenti di riammagliamento della connettività ecologica”, e nel rafforzamento delle funzioni connettive, **incrementando la profondità e la compattezza delle strutture vegetali lineari**.

Il Piano prevede inoltre interventi di maggiore portata, con funzione compensativa, finalizzati alla creazione di nuove linee di connessione ecologica. Queste sono individuate nelle tavole di Piano anche in base ai risultati dei laboratori prima citati, promossi dalla Città Metropolitana di Torino, dedicati alla rete ecologica di Ivrea e Bollengo, e comprendono in breve:

- la **piantumazione di “ambiti boscati di progetto”**, destinati soprattutto al rafforzamento o alla creazione ex novo di “stepping stones” lungo le direttrici individuate come sedi potenziali di nuove connessioni;
- la **realizzazione di nuove aree umide**, mediante il recupero ambientale di specchi d’acqua residui da precedenti attività di escavazione inerti, situati lungo il corso della Dora Baltea;
- l’individuazione degli spazi necessari alla costruzione delle nuove connessioni (art. 132 delle Norme) e la realizzazione di **opere strutturali per superare le criticità dovute agli elementi di frammentazione** del territorio agricolo, quali infrastrutture stradali, ferroviarie e il tracciato del Naviglio di Ivrea.

Valori e criticità del progetto di rete ecologica locale

In merito al progetto di rete ecologica proposto nella Variante al PRG, si evidenzia come vi sia stato da parte dell’Amministrazione comunale e dai redattori del Piano un’approfondita lettura ecosistemica e una valutazione del grado di naturalità complessivo del territorio comunale in grado di restituire una rappresentazione dettagliata delle relazioni ecologiche esistenti. Il progetto di consolidamento e potenziamento della rete ecologica che ne deriva mira a ricucire le “fratture” ecologiche, a rafforzare il capitale naturale esistente e a promuovere una maggiore integrazione tra sistemi ambientali e antropici, con i conseguenti benefici sia ecologici sia sociali.

Si evidenzia come la promozione di soluzioni progettuali atte a creare un maggiore livello di **continuità tra gli habitat di rilevanza regionale** rappresenti il fulcro delle strategie ambientali nella Variante. In questo quadro, la Regione Piemonte ha di fatto riconosciuto formalmente l’importanza della Rete Ecologica Regionale (RER) come strumento strategico per la tutela della biodiversità e la connessione tra habitat. La L.R. 19/2009¹⁰ ne definisce finalità, struttura e componenti, integrandola con aree protette, Rete Natura 2000 e corridoi ecologici. Inoltre, vi sono stati successivi atti di Giunta, tra cui la D.G.R. 27-7183/2014¹¹ e la D.G.R. 52-1979/2015¹², le quali hanno fornito indirizzi e metodologie tecnico-scientifiche per la sua implementazione. Il Piano Paesaggistico Regionale (2017)¹³ ha poi introdotto la “Rete di connessione paesaggistica”, che integra gli elementi ecologici nella pianificazione territoriale. Infine, le più recenti misure di conservazione per la Rete Natura 2000 (2024)¹⁴ ribadiscono il ruolo della RER come infrastruttura verde regionale e strumento di coordinamento nelle politiche ambientali.

Scendendo di scala, la Variante riconosce una particolare attenzione ai progetti di “bordo”, specie nei contesti agricoli a margine degli insediamenti, in ottica di riduzione delle criticità ambientali e promozione di coesione ecologica e paesaggistica (III.2.1 -

¹⁰ Legge regionale 29 giugno 2009, n. 19, *Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità*, art. 2 “Rete ecologica regionale”.

¹¹ D.G.R. 27-7183 del 3 marzo 2014, *Raccordo e coordinamento finalizzati all’implementazione della Rete Ecologica Regionale ai sensi della L.R. 19/2009*.

¹² D.G.R. 52-1979 del 31 luglio 2015, *Approvazione della metodologia tecnico-scientifica per l’individuazione e l’implementazione della Rete Ecologica Regionale*.

¹³ Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte, approvato con D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017, art. 42 “Rete di connessione paesaggistica” e Tav. P5.

¹⁴ D.G.R. 10-398 del 21 novembre 2024, *Misure di conservazione della Rete Natura 2000 del Piemonte*, che prevede la costituzione della RER come strumento di connessione ecologica.

Specificazione e declinazione degli obiettivi strategici). Le aree periferiche ai nuclei abitati sono infatti il principale luogo di strategie progettuali inerenti alla valorizzazione ambientale e fruitiva. Vi sono di fatto alcuni progetti virtuosi, come quelli che interesseranno le “Aree per servizi generali a parco urbano” (sigla GV in Variante), illustrate di seguito:

CODICE PRG2030	DESCRIZIONE (da relazione illustrativa)
Area GV4 (a-b)	“l’ambito costituisce l’ideale prolungamento dell’area a verde attrezzato realizzata a corredo della passerella ciclo-pedonale sulla Dora Baltea, interessando la lingua di terra, in sponda orografica sinistra del fiume, che fronteggia l’area di riqualificazione della ex-Montefibre, a valle dell’impianto dello stadio della canoa.”
Area GV1	“l’area si innesta sull’esistente “Parco della Polveriera”, lungo la sponda sudorientale del Lago San Michele. Orientato a ricevere anche un segmento delle nuove funzioni ricettive previste dal PRG, è immaginato come “cerniera” di connessione ciclo-pedonale tra il margine nord-orientale del Capoluogo e gli insediamenti di Moncrava e Canton Gabriel, localizzati immediatamente a nord dello specchio d’acqua. Il tracciato ciclo-pedonale di contorno previsto dalle norme di Piano si raccorda con la nuova viabilità di margine prevista contestualmente all’attuazione delle aree di nuovo impianto NR1 e NR2.”
Area GV2	“l’ambito, già pressoché totalmente attraversato da una viabilità bianca, si presenta però per gran parte sotto qualificata sotto il profilo paesaggistico e ambientale, soprattutto nella zona affacciata sulla così detta “isola dei Conigli”; la destinazione a parco urbano è definita con l’obiettivo di riqualificare questo tratto di territorio in sponda destra della Dora Baltea, attrezzandolo a sostegno di un tracciato ciclo-pedonale che connette l’area del Borghetto con il margine occidentale della Core Zone del sito UNESCO.”

Tuttavia, occorre sottolineare come gran parte del contesto urbano densamente edificato non sia oggetto a ulteriore approfondimento nel progetto di rete ecologica, frutto probabilmente della analisi fino ad oggi condotte, che sembrano escludere dagli ambiti di potenziale ricucitura o implementazione della rete ecologica l’ambiente urbano. Osservando infatti le analisi che hanno aiutato a redigere il progetto emerge **un basso interesse alla qualità ecologica degli spazi all’interno dei centri e nuclei cittadini**. L’unico approccio a questo tema sembra essere la predisposizione di nuovi filari alberati, seppur questi siano spesso slegati (tra loro o rispetto a sistemi di spazi verdi, naturali o seminaturali).

Un ulteriore esempio, citato nelle premesse a questa tesi, riguarda il **contrasto alle isole di calore urbane**, dovute a superfici impermeabili e/o scarsa vegetazione, oggetto sì di attenzione per la riduzione degli effetti negativi in città, ma focalizzate ai grandi parcheggi pubblici (principalmente localizzati sui perimetri dell’urbanizzato) e con un’impostazione che sembra ignorare il ruolo della densità abitativa. La riduzione del fenomeno richiede al contrario di estendere spazi verdi, acqua ed elementi vegetati soprattutto nelle zone più popolate di Ivrea.

LETTURA ECOLOGICA E URBANA

ELABORATO 4 – Analisi dell’ecomosaico

La tavola numero 4, illustrata di seguito, nasce dalla volontà di rivedere la composizione degli ecosistemi all’interno del comune di Ivrea al fine di definirne un mosaico, elemento imprescindibile per la comprensione della rete ecologica e di futuri progetti ad essa associati. Il mosaico ambientale è fondamentalmente una interpretazione del paesaggio descritto come un sistema complesso, costituito da elementi organizzati secondo diverse configurazioni spaziali, le cui interazioni determinano di conseguenza processi ecologici, flussi di energia, materia e specie. Il concetto di mosaico ambientale trova le sue radici negli studi di ecologia del paesaggio sviluppati a partire dagli anni ’80, con particolare rilevanza ai contributi di Richard T.T. Forman e Michel Godron [Forman & Godron, 1986].

Per definire il mosaico di Ivrea è stato impiegato un modello realizzato da Forman nel 1992 per il caso studio della città di Concord, illustrato in *Land Mosaics* [Forman, 1995]. Lo schema rappresenta una sintesi metodologica per la scomposizione e l’analisi di un territorio. La struttura concettuale individua tre componenti fondamentali: *patches* (macchie), *corridors* (corridoi) e *matrix* (matrice), ciascuna con funzioni ecologiche e spaziali distinte, descritte nelle loro caratteristiche nei capitoli successivi.

Viene riportato di seguito lo schema impiegato per definire e analizzare il mosaico.

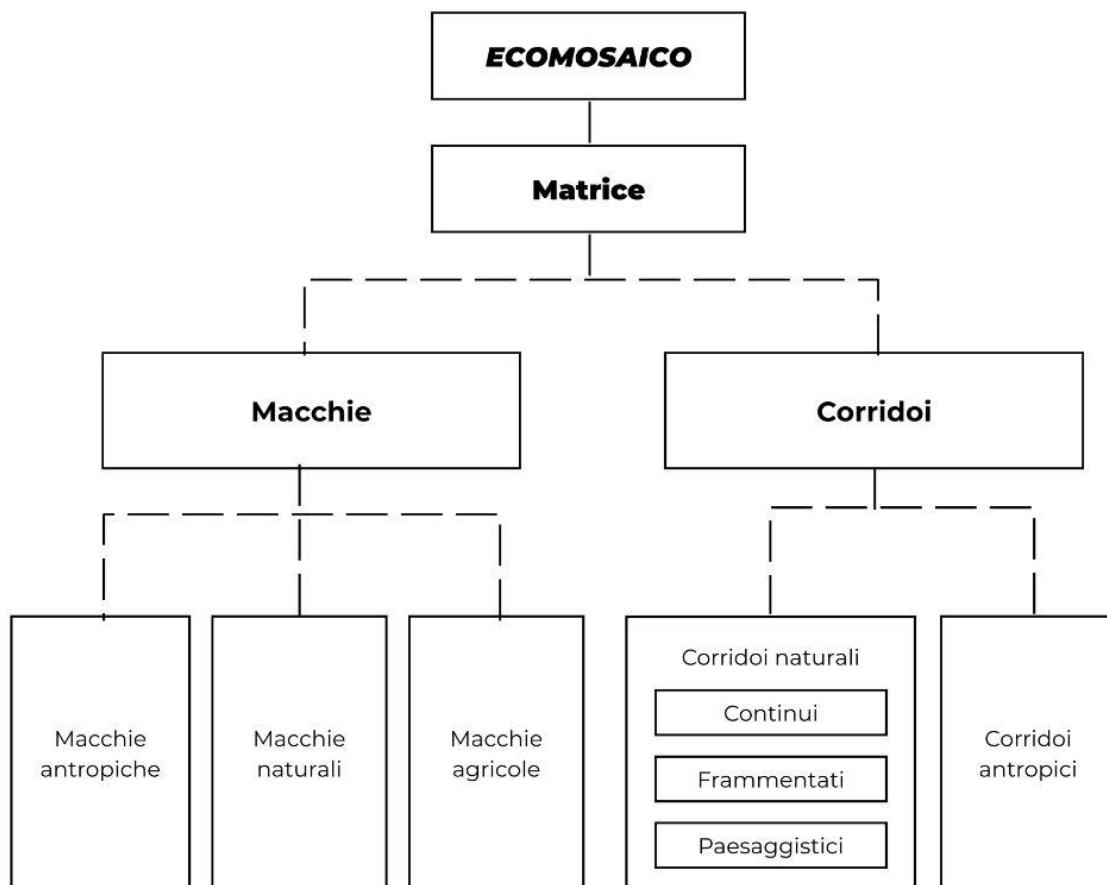


Figura 3 - Schema per la definizione del mosaico della città di Concord, 1992 (in Forman (1995), *Land Mosaics*).

La matrice

Ragionando per sistemi, il primo livello di scomposizione dell'ambiente ecologico avviene individuando la **matrice**, ossia la componente dominante del paesaggio, che ne determina la funzionalità ecologica complessiva. La matrice può essere per esempio antropica (urbana), agricola o naturale, e rappresenta l'elemento spaziale prevalente all'interno del mosaico. In essa, sono inserite le macchie e i corridoi, che insieme configurano il mosaico, determinato dall'interazione dinamica tra i diversi elementi.

Nel caso di Ivrea, è possibile riconoscere una matrice mista. Questa tipologia di matrice si verifica quando il paesaggio non presenta un'unica componente dominante (ad esempio, agricoltura intensiva o foresta continua), ma un insieme eterogeneo di elementi che coesistono con percentuali comparabili: aree agricole, frammenti forestali, urbanizzati a bassa densità, praterie, corpi idrici, ecc.. Si riconosce infatti l'assenza di una dominanza netta da parte di una specifica matrice. Nessun tipo di copertura supera la soglia tipica per definire una matrice "pura" (spesso 60-70% della superficie, a seconda della letteratura).

Pertanto, si individuano tre "sotto-matrici": urbanizzata, agricola e forestale.

La **matrice urbanizzata** è rappresentata dal nucleo storico e dalle successive espansioni residenziali e industriali, che si sviluppano principalmente lungo l'asse della Dora Baltea e nelle aree pianeggianti circostanti. Si tratta di un ambiente ad elevata impermeabilizzazione e frammentazione, la cui continuità ecologica risulta limitata. Tuttavia, all'interno della matrice urbana si rinvengono elementi di naturalità residuale e spazi verdi (giardini, filari alberati, aree dismesse/abbandonate in fase di rinaturalizzazione) che possono svolgere la funzione di stepping-stones, favorendo la mobilità di alcune specie e mitigando gli effetti dell'isola di calore. Le principali criticità sono legate alla frammentazione degli habitat, all'impermeabilizzazione dei suoli e all'inquinamento, specialmente acustico e luminoso.



Figura 4 - Esempio di matrice urbanizzata a Ivrea.

La **matrice agricola** interessa le aree pianeggianti e pedemontane attorno al capoluogo, caratterizzate da un mosaico di seminativi, prati stabili e coltivazioni specializzate, connotato dalla presenza di filari, siepi e fossi. Essa svolge un ruolo di matrice semi-permeabile, capace di ospitare e sostenere diverse componenti della biodiversità (avifauna di agroecosistema, insetti impollinatori, piccoli mammiferi),



Figura 5 - Esempio di matrice agricola a Ivrea.

soprattutto in corrispondenza degli elementi lineari e di margine. Sono territori che con il tempo hanno subito una semplificazione culturale e una conseguente riduzione delle infrastrutture verdi agrarie (come siepi e filari) che ne hanno determinato una perdita di connettività ecologica.

La **matrice forestale** è riconducibile prevalentemente al sistema morenico eporediese, che ospita formazioni a querceto e carpineto, boschi igrofili e rimboschimenti, nonché cenosi di origine secondaria dominate da specie esotiche invasive come la *Robinia pseudoacacia* L. [Mondino, 2002, 2007]. I boschi costituiscono i principali nuclei di biodiversità del territorio comunale e rappresentano ambienti ad alta permeabilità per la fauna forestale, oltre a fornire servizi ecosistemici essenziali (regolazione climatica, protezione idrogeologica e stoccaggio di carbonio per esempio). Vi sono criticità come la frammentazione dovuta a infrastrutture viarie e insediamenti residenziali, la diffusione di specie alloctone invasive e l'abbandono gestionale di alcuni terreni.



Figura 6 - Esempio di matrice forestale a Ivrea.

Nel loro insieme, le sotto-matrici delineano un mosaico complesso, in cui le aree urbanizzate tendono a frammentare e isolare le altre componenti, mentre le matrici agricola e forestale assumono un ruolo complementare nella strutturazione della rete ecologica comunale. È già ipotizzabile l'idea che il rafforzamento dei margini agrari e la riqualificazione delle fasce fluviali appaia strategica per favorire la ricucitura dei comparti ecologici, mentre il recupero ecologico delle aree urbane (e delle zone periurbane) può fungere da elemento di connessione tra le principali direttrici ambientali.

Le macchie

Le macchie sono fondamentalmente aree omogenee, di forma non lineare, distinguibili l'una dall'altra per conformazioni spaziali e tipologia di uso del suolo. Sono altresì definibili come *unità ecologiche*, che si differenziano per struttura, funzione e composizione rispetto alla matrice in cui esse sono inserite [Forman & Godron, 1986].

Secondo lo schema riportato in precedenza, Forman propone una lettura del paesaggio per “macchie”, ovvero aree caratterizzate da un grado di diversità piuttosto netto (urbane, agricole, naturali) ma delle quali è possibile riconoscere all'interno unità ecologiche diverse. A questo proposito, è opportuno infatti affermare che non vi è una dimensione minima per definire teoricamente una macchia, in quanto questa risulti essere un'area relativamente omogenea che si distingue dalla matrice circostante [Vianello, 1998]¹⁵. A livello pratico però, la dimensione minima dipende dalla capacità della

¹⁵ La riconoscibilità di una macchia rispetto a un'altra è possibile osservando le disomogeneità spaziali, ovvero variazioni quali il colore/brillantezza (tono), la configurazione dei margini (forma), la disposizione spaziale degli elementi presenti (pattern), o ancora la tessitura più meno compatta o dilatata [Vianello, 1998].

macchia di sostenere una popolazione vitale o un processo ecologico, associabile al concetto di *habitat*.

È opportuno dire che il termine macchia e il termine habitat non sono sinonimi, anche se a volte possono sovrapporsi. Se la macchia è un'unità di tipo spaziale/geografico, descritta per le sue caratteristiche di copertura e disposizione nel mosaico paesaggistico, l'habitat ha invece un significato funzionale ed ecologico. Rappresenta infatti l'insieme delle condizioni ambientali che consentono a una specie o a una comunità di vivere, nutrirsi e riprodursi [Forman, 1995]. Per essere considerato habitat, un luogo deve quindi fornire tutte le risorse e le caratteristiche necessarie a sostenere la specie di riferimento.

Detto questo, per il comune di Ivrea sono state individuate per le macchie delle sotto-classi, ricavate dalla classificazione del territorio secondo la “Carta degli habitat, 2024” redatta dalla Regione Piemonte nel 2013, e periodicamente aggiornata:

MACCHIA	DESCRIZIONE	SOTTO-CLASSI
Macchie naturali	L'insieme di aree dominate da ecosistemi naturali che formano la struttura portante del paesaggio ecologico. Si tratta di superfici continue o estese in cui la presenza umana è ridotta o poco invasiva, e la dinamica ecologica è prevalentemente spontanea.	Boschi di <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Castanea sativa</i> Mill., <i>Fraxinus</i> sp., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Quercus</i> sp.
		Boschi ripariali o suoli periodicamente umidi di <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn, <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Populus alba</i> L., <i>Populus nigra</i> L., <i>Salix</i> sp., <i>Quercus</i> sp.
Macchie agricole	Unità territoriali costituite da superfici coltivate contigue, che possono includere seminativi, prati stabili o temporanei, frutteti e vigneti, orti e colture specializzate; ma anche, campi incolti o di recente abbandono.	Rimboschimenti e piantagioni artificiali di latifoglie, con prevalenza di <i>Populus</i> sp., e <i>Robinia</i> sp.
		Rimboschimenti e piantagioni artificiali di conifere
		Aree agricole (comprensivo di monocolture estensive e intensive)
		Pascoli mesofili permanenti e parati brucati dal bestiame
		Incolti ed aree agricole di recente abbandono
	Comprendono sia i contesti urbani con un'alta percentuale di superficie	Aree urbane artificializzate

Macchie antropiche	impermeabilizzata sia i relativi spazi pertinenziali e i parchi pubblici di servizio.	Parchi urbani, giardini e aree verdi pertinenziali
--------------------	---	--

I corridoi

Al contrario delle macchie, i corridoi sono elementi fisici continui del paesaggio, che collegano tra loro habitat naturali o sistemi antropici. In ecologia, i primi assumono il nome di corridoi naturali, mentre i secondi sono definiti corridoi antropici o infrastrutturali.

I corridoi, secondo Forman, rappresentano gli elementi lineari che si distinguono dalla matrice circostante e che svolgono un ruolo di collegamento tra differenti habitat. Essi possono derivare da strutture naturali, come fiumi o dorsali boscate, oppure da elementi generati dall'uomo, quali siepi, filari alberati o infrastrutture rinaturalizzate. In entrambi i casi, la loro funzione principale è quella di facilitare i flussi ecologici: spostamento di organismi, dispersione di semi, migrazione della fauna, ma anche circolazione di energia, acqua e nutrienti.

Forman attribuisce ai corridoi una duplice valenza ecologica. Da un lato, essi sono strumenti fondamentali per garantire la connettività del paesaggio, contrastando gli effetti della frammentazione dovuta all'urbanizzazione e all'agricoltura intensiva. Dall'altro lato, possono costituire essi stessi habitat peculiari, capaci di ospitare specie specializzate che trovano negli ambienti lineari le condizioni ideali per insediarsi e riprodursi. In questo senso, i corridoi non sono semplici "passaggi" ma strutture funzionali del mosaico paesaggistico, la cui efficacia dipende da fattori quali la larghezza, la continuità, la copertura vegetale e la connessione con le aree centrali (*core areas*).

Per le analisi relative a Ivrea, si riporta la tabella di seguito, relativa ai corridoi principali e alle relative sotto-classi.

CORRIDOIO	DESCRIZIONE	SOTTO-CLASSI
Corridoi naturali	Sono elementi lineari o continui del paesaggio che collegano tra loro habitat naturali o seminaturali, contribuendo a garantire la coerenza ecologica del territorio e la sopravvivenza delle popolazioni biologiche	Corridoi continui: siepi, filari, corsi d'acqua, strade alberate e – scendendo di scala – fossati e scarpate ferroviarie Corridoi frammentati: serie di habitat discontinui, prossimi tra loro (es. boschetti, stagni, zone umide) Corridoi paesaggistici diffusi: aree con matrice permeabile, con un mosaico agricolo estensivo o una

		zona a bassa urbanizzazione che permette movimenti meno diretti
Corridoi antropici	Sono elementi lineari o infrastrutturali di origine antropica che attraversano il paesaggio naturale o seminaturale e agiscono come barriera, ostacolo o fonte di disturbo per la fauna e per la connettività ecologica	Sono strade a scorrimento veloce/autostrade, ferrovie, canali artificiali a sponde verticali, elettrodotti e – scendendo di scale – le recinzioni lineari.

La relazione tra il sistema idrografico e l'ecomosaico

Secondo Forman, un ulteriore elemento di definizione dell'ecomosaico è la terza dimensione, che corrisponde ai rilievi topografici del territorio in analisi. La presenza di colline, montagne, o depressioni del terreno sono naturalmente in grado di definire la morfologia delle matrici e dei corridoi, nelle forme e nella loro relativa connessione. Al contempo, sono la struttura su cui interagiscono gli habitat, favorendone le connessioni o implementando la divisione e frammentazione tra questi.

Nel caso studio di Ivrea, il sistema idrografico ha fortemente influenzato nel tempo la morfologia del terreno e la conseguente definizione di macchie e corridoi naturali. È possibile distinguere quattro ambienti strettamente connessi all'azione della componente acquatica nel tempo.

Cominciando quest'analisi a partire dalla quota più bassa (218 m s.l.m.), troviamo il **fiume Dora Baltea**, che attraversa la città da nord-ovest verso sud-est, generando terrazzi fluviali e fenomeni erosivi lungo il corso [Figura 7]. Come visto infatti nelle precedenti analisi di inquadramento, il contesto fluviale è stato uno dei più dinamici a livello ambientale negli ultimi 150 anni. La cartografia storica (Carta degli Stati Sardi, 1852) mostrava numerosi meandri e aree umide, specie nelle aree pianeggianti a sud dell'urbanizzato, confermate dagli studi sui paleoalvei condotti in diversi studi per la Città Metropolitana [Figura 8]. Le successive rettificazioni del fiume mostrate nelle cartografie del XX secolo (IGM), denotano una volontà da parte della popolazione di riappropriarsi di contesti agricoli adiacenti le sponde del fiume, che attualmente risultano impiegate in modo particolare per le piantagioni di boschi cedui e fustaie. Questo è fortemente condizionato dalla propensione della Dora a esondare nei territori della pianura eporediese, che ne ha causato una specializzazione degli usi del suolo, fondamentalmente di tipo agricolo-forestale.



Figura 7 – Il fiume Dora Baltea all'interno della matrice forestale.

In continuità con il tracciato del fiume e le aree appena circostanti, ci si imbatte nella **pianura fluvio-glaciale**, posta a sud della città e caratterizzata da depositi alluvionali, che sin dai primi insediamenti locali è stata impiegata per gli usi agricoli produttivi. Il contesto è infatti caratterizzato da campi coltivati, sistemi di boschi, siepi e filari, alternati a insediamenti antropici. L'altimetria varia da 233 m s.l.m. fino a circa 250 m s.l.m..

A metà tra i rilievi collinari e la pianura si localizza l'**insediamento storico**. La topografia ha influenzato fortemente la struttura urbana e gli usi che la caratterizzano. Questo è riconoscibile osservando il centro storico, localizzato su una terrazza fluviale sopraelevata, a sinistra del corso della Dora, nato per l'urgenza di maggiore protezione militare, mentre l'espansione moderna si è concentrata su zone pianeggianti verso sud e ovest.

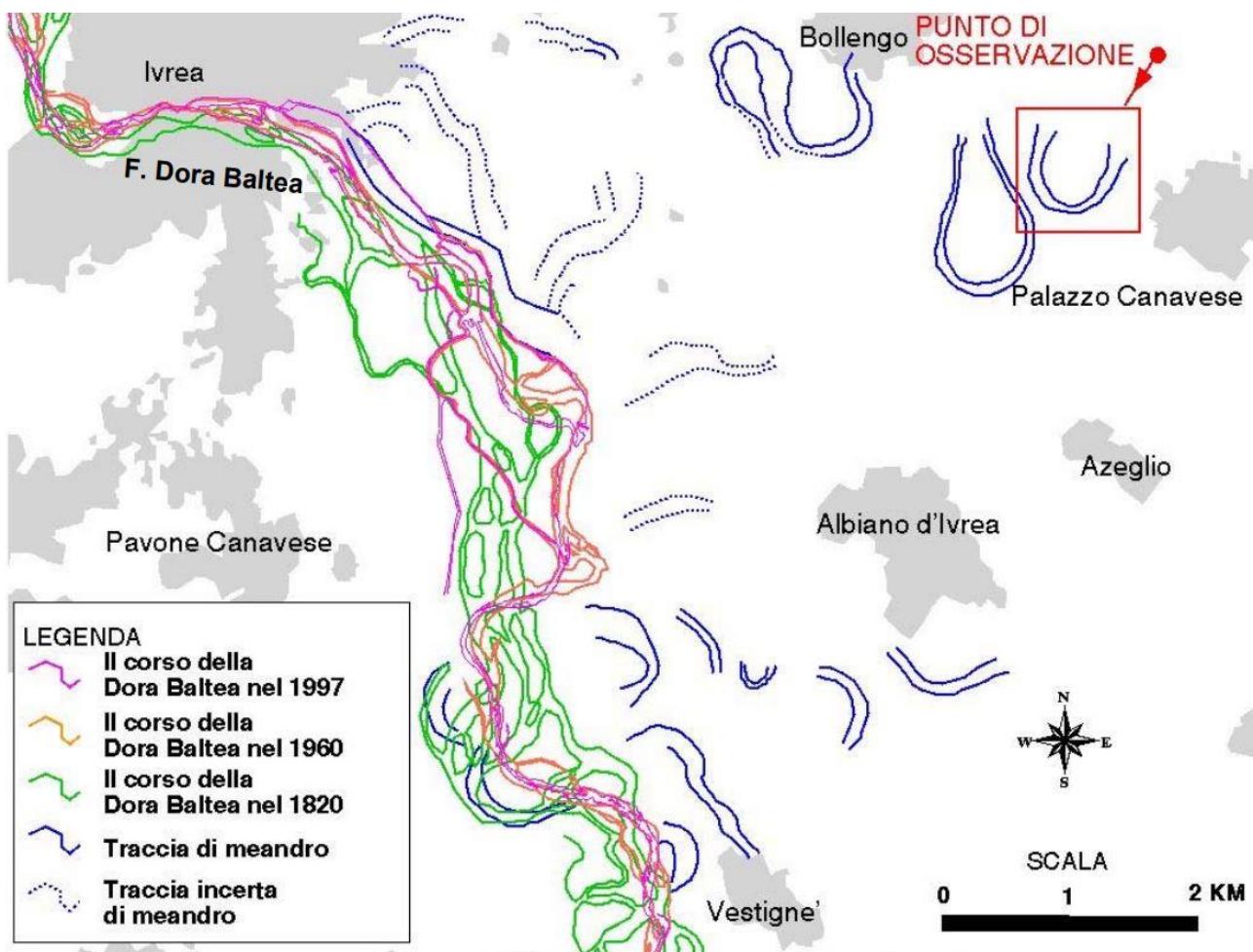


Figura 8 - Tracce di meandri (in Città Metropolitana di Torino, Geositi, Vol. 2, pp. 11-46).

Alzandosi verso le **colline moreniche** che cingono gli insediamenti di più antica formazione, si osserva una struttura ad "anfiteatro naturale" attorno a Ivrea. Questi rilievi costituiscono la testimonianza della glaciazione del Quaternario, in particolare del ghiacciaio Balteo che ha formato i rilievi morenici del complesso AMI. Le colline offrono habitat naturali più conservati, spesso boscati o a mosaico agricolo-naturalistico (prati-

pascoli, castagneti, ecc.) rispetto alla pianura, fortemente antropizzata. Non è un caso che in questo ambito risiedono le aree protette del territorio di Ivrea.

Infine, si evidenzia un ambiente più naturale e alternato solo sporadicamente da sistemi abitati, ovvero quello del complesso dei **Cinque Laghi di Ivrea**. Il sistema comprende il Lago Sirio e San Michele, a Ivrea, e il Lago Pistono, Lago Nero e Lago di Campagna nei comuni contermini. Le macchie e corridoi che contraddistinguono questo ambito sono principalmente di tipo naturale boschivo, alternati ad aree umide prossime ai laghi e ai rii che li alimentano. La quota massima raggiunta è 359 m s.l.m., in corrispondenza della vetta del Monte Nero, anche se i rilievi confinanti con il comune di Montalto Dora arrivano a 366 m s.l.m. .

In conclusione, il quadro ambientale idrografico rappresenta il principale corridoio ecologico a scala sovralocale, garantendo la connettività longitudinale e trasversale per numerose specie acquatiche e semi-acquatiche [Minuzzo et al., 2005], oltre a svolgere funzioni di laminazione delle piene, ricarica delle falde e la naturale regolazione microclimatica.

ELABORATO 5 – Una reinterpretazione della rete ecologica

Nel capitolo precedente è emerso come l'ecomosaico rappresenti il punto di partenza per comprendere l'organizzazione ecologica di un territorio. Deriva dall'ecologia del paesaggio, che interpreta il territorio come un insieme di macchie, corridoi e matrici. In questo approccio, il paesaggio viene rappresentato come un mosaico di elementi naturali, seminaturali e antropici, senza attribuire immediatamente un valore funzionale: si tratta dunque di una descrizione "strutturale" della composizione spaziale del paesaggio. La rete ecologica, invece, rappresenta una lettura della funzione degli elementi del mosaico ambientale, fornendo quindi un'interpretazione del ruolo e delle relazioni più rilevanti per il mantenimento della biodiversità.

La costruzione e l'analisi di una rete ecologica presuppone pertanto la distinzione e la caratterizzazione di diversi elementi strutturali e funzionali, ciascuno dei quali contribuisce in maniera differente alla connettività ecologica del paesaggio.

Nodi e corridoi

I **nodi** rappresentano le aree cardine della rete, costituite da habitat naturali o seminaturali di estensione tale da garantire la persistenza di popolazioni vitali di specie animali e vegetali [Forman & Godron, 1986]. La dimensione minima dei nodi varia in funzione delle esigenze ecologiche delle specie target, ma, in linea generale, superfici inferiori ad alcune decine di ettari risultano insufficienti a mantenere popolazioni stabili di specie sensibili. Secondo Forman, la scala minima per un habitat funzionale parte da 1-2 ettari per insetti o piccoli uccelli, fino a 20-50 ettari per mammiferi medio-grandi. Nel caso, per esempio, della "Metodologia tecnico-scientifica per l'individuazione e l'implementazione della Rete Ecologica Regionale"¹⁶ si considerano i nodi sulla base di un valore ecologico attribuito agli habitat, calcolato sulla base di opportuni indici quali la frammentazione ecologica, la connettività ecologica alta o molto alta, la presenza di aree umide.

Per lo specifico caso studio di Ivrea, la **definizione dei nodi della rete** è stata eseguita in due fasi. La prima ha previsto la mappatura degli ambiti ad alta naturalità (visti nella tavola precedente), coincidenti ad aree ad alta funzionalità ecologica, ovvero core areas fondamentali della rete ecologica. Successivamente sono stati considerati ambiti con superficie non inferiore a 5 ettari, in quanto benchmark per l'idoneità alla riproduzione, all'alimentazione e al rifugio delle principali specie target del territorio Piemontese, già citati nei capitoli precedenti in merito al modello BIOMOD. Ulteriori elementi impiegati per identificare i nodi della rete sono stati la distanza da fonti di disturbo (rumore, traffico, illuminazione) e la connessione funzionale a corridoi o ad altri nodi.

È opportuno sottolineare come non tutti i nodi hanno lo stesso valore all'interno della rete ecologica. Tra i nodi si distinguono infatti quelli di **rilevanza sovralocale**, i quali rivestono un ruolo strategico nella connessione tra sistemi ecologici a scala regionale o interregionale. In questo caso, sono state considerate le aree protette Natura 2000

¹⁶ Piemonte, (2015, 31 luglio), Deliberazione della Giunta Regionale 52-1979. Approvazione della metodologia tecnico-scientifica per l'individuazione e l'implementazione della Rete Ecologica Regionale, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte, 36.

presenti sul territorio, distinte per il loro ruolo superiore nella connettività ecologica. Un ulteriore elemento considerato per l'analisi di scala sovralocale è costituito dagli ambiti di connessione ecologica esistenti e quelli di potenziale connessione, individuati dagli strumenti metropolitani e regionali (PPR e PTC2) che identificano quegli ambiti come prioritari per le connessioni ecologiche di scala regionale.

In merito ai **corridoi**, questi rappresentano gli elementi lineari o areali che connettono i nodi, consentendo lo spostamento di specie e il mantenimento dei processi ecologici. In base al loro grado di efficienza, sono state create 3 classi di corridoi, basate sulla bibliografia di Forman e Godron (1986):

- corridoi di **alto grado**, ampi, continui e con habitat di qualità elevata, capaci di supportare spostamenti anche da parte di specie specialiste e meno tolleranti al disturbo;
- corridoi di **medio grado**, costituiti da elementi lineari relativamente continui (siepi, filari arborei, fossi vegetati), in grado di assicurare una discreta permeabilità ecologica;
- corridoi di **basso grado**, caratterizzati da forte discontinuità e frammentazione, che permettono connessioni parziali e selettive.

Per il caso studio, si osserva una elevata connettività lungo l'**asta fluviale della Dora Baltea**, lungo la quale vi è un'ampia diversità di connessione (in numero e sezione dei corridoi stessi) anche a 500 metri dal letto del fiume, specie nella pianura a sud. Unico punto che appare declassato rispetto ai valori di connettività è il tratto prossimo al "Ponte Vecchio" di Ivrea [Figura 9], un luogo contraddistinto di per sé da una forte acclività degli argini rocciosi (definita "forra fluviale"), che rendono il passaggio difficoltoso anche per la forte corrente, e che, allo stesso tempo, è confinato dall'insediamento della città da entrambi i lati, comportando quindi un allungamento del percorso che la fauna terrestre deve percorrere per raggiungere il fiume nelle aree di pianura, dovendo aggirare il sistema di colline moreniche.



Figura 9 – La forra fluviale del Ponte Vecchio, visto da C.so Nigra.

Approfondendo i **corridoi idrografici**, il territorio di Ivrea presenta un numero limitato di rii e bealere, localizzate principalmente nella pianura a sud. Questi corsi d'acqua sono rilevanti nella rete ecologica, garantendo di fatto un'elevata diversità biologica e favorendo la connessione longitudinale (dalle sorgenti alla foce) e trasversale (tra ambienti limitrofi). Tuttavia, opere di regimazione idraulica e infrastrutture trasversali possono ridurne la continuità e la funzionalità ecologica. Ne è un esempio il Naviglio di Ivrea, che per quanto rappresenti un corridoio idrografico di valore storico per il territorio, in grado di connettere la città alle aree agricole a sud-est, è contraddistinto quasi nella sua interezza da sponde artificiali in cemento, con una sezione del canale variabile dai 10 ai 13 metri, spesso con poca vegetazione [Figura 10]. Gli attraversamenti sono nella quasi totalità ponti ad alta percorrenza carrabile, pertanto pericolosi o inutilizzabili per lo spostamento faunistico terrestre.

Figura 10 - Confronto tra un rio in ambiente rurale (presso Loc. Forneris) e il Naviglio di Ivrea, poco vicino.



Dinamiche di bordo: ecotoni ed ecoclini

Un ulteriore argomento che è stato approfondito è quello che riguarda le cosiddette dinamiche di bordo. Lungo i limiti delle macchie dell'ecomosaico¹⁷ si possono generare situazioni differenti, definendo sostanzialmente due tipologie di margini ecologici.

La prima tipologia è quella degli **ecotoni**, ovvero zone di transizione brusca tra due ecosistemi distinti (ad esempio, il margine tra bosco e prateria). Presentano un'elevata diversità specifica in virtù della compresenza di specie appartenenti a entrambi gli ambienti e a quelle tipiche della fascia di confine [Ferrari & Pezzi, 2013]. Gli **ecoclini**, invece, rappresentano transizioni graduali lungo gradienti ecologici (umidità, altitudine, esposizione), costituendo aree di variazione ambientale continua. Entrambi contribuiscono alla complessità ecologica e alla diversità funzionale, ma risultano particolarmente sensibili alle pressioni antropiche. È di fatto opportuno sottolineare il rapporto tra le dinamiche ecologiche di confine e i limiti degli insediamenti.

Le espansioni insediative, tipicamente localizzate ai margini delle aree urbane consolidate, tendono infatti a coincidere con questi elementi ecologici di transizione. Ciò accade in quanto le periferie urbane occupano frequentemente zone di margine, come bordi boschivi, sponde fluviali o gradazioni tra terreni agricoli e seminaturali, che corrispondono proprio agli ecotoni o agli ecoclini naturali. L'intervento antropico, in queste aree, determina spesso una frammentazione dei gradienti ecologici, interrompendo la continuità degli ecoclini e portando a una semplificazione degli ecotoni in margini lineari tra costruito e residui naturali [Holland, 2013].

Tale interferenza può avere conseguenze sulla biodiversità urbana: gli ecotoni naturali, tradizionalmente considerati hotspot di specie, possono subire una "banalizzazione ecologica", con riduzione della complessità strutturale e della diversità

¹⁷ Con "ecomosaico" ci si riferisce all'insieme degli ecosistemi e delle unità di paesaggio che, affiancati e interconnessi, formano il mosaico territoriale, caratterizzato da diversità strutturale e funzionale.

di specie. Tuttavia, l'espansione insediativa può anche generare nuovi ecotoni artificiali, quali fasce verdi lungo le infrastrutture o parchi lineari lungo i corsi d'acqua, che, se progettati in maniera consapevole, possono funzionare come corridoi ecologici urbani e contribuire alla resilienza e alla connessione ecologica della città.

Nella tavola 5 sono stati individuati alcuni ambiti rappresentativi dei due fenomeni, osservabili alla scala urbana. È da precisare infatti che una dinamica esemplificativa di un ecotono o di un ecocline è riscontrabile in modo diverso a seconda della scala di analisi; in questo specifico caso, sono stati evidenziati i luoghi in cui questi fenomeni sono maggiormente evidenti, specialmente in contesti che presentano differenze sostanziali nell'uso del suolo e del rispettivo valore ecologico.

Quello che è emerso è uno scenario piuttosto diversificato. Lungo la Dora Baltea, per esempio, si evidenziano dinamiche di bordo molto differenti, con distacchi netti tra le fasce boscate ripariali e le aree agricole - in alcuni contesti - e una progressiva deframmentazione del bosco in altri. In figura 11 è mostrato un esempio.

In fase progettuale, l'individuazione degli ecotoni e degli ecoclini può essere quindi utile per orientare le strategie di riconnessione ecologica e l'effettiva localizzazione di ambiti di progetto prioritari, promuovendo dei sistemi associabili a dinamiche di ecocline piuttosto che a ecotoni.

Funzionalità ecologica dell'ecomosaico

È stata approfondita la funzionalità ecologica dell'ecomosaico, che rappresenta un concetto chiave per comprendere la capacità di un territorio di mantenere e favorire la biodiversità attraverso la disponibilità di habitat idonei e la connettività ecologica. In riferimento agli studi di Forman e Godron (1986), le celle che compongono l'ecomosaico possono essere classificate secondo un gradiente di funzionalità, che riflette la loro importanza rispetto ai processi ecologici di rifugio, riproduzione, connessione e migrazione.

Le celle di **collegamento marginale e rifugio limitato** costituiscono le porzioni meno rilevanti sotto il profilo ecologico. Queste aree forniscono funzioni marginali di connessione e ospitalità, ma non sono in grado di garantire la sopravvivenza a lungo termine delle popolazioni faunistiche. Esse possono tuttavia assumere un ruolo complementare, fungendo da spazi di transizione o da micro-rifugi temporanei.



Figura 11 - Differenza tra sistema a ecocline (in alto) ed ecotono (in basso).

Le celle a **bassa funzionalità ecologica** svolgono un ruolo più significativo, offrendo rifugio temporaneo e opportunità di riproduzione, soprattutto per le specie pioniere¹⁸. Questi ambienti, caratterizzati da una certa dinamicità, sono fondamentali per sostenere le fasi iniziali dei cicli biologici, pur non garantendo condizioni di stabilità ecologica nel lungo periodo.

Le celle a **moderata funzionalità ecologica** rappresentano ambiti di maggiore rilevanza, in quanto in grado di assicurare habitat adatti sia al rifugio che alla riproduzione. Tali aree possono ospitare popolazioni più strutturate, favorendo la permanenza delle specie e contribuendo così alla resilienza complessiva dell'ecosistema.

Infine, le celle ad **alta funzionalità ecologica** costituiscono i nodi più strategici dell'eco-mosaico. La loro importanza risiede nella capacità di garantire connessione ecologica tra diversi habitat, fungendo da corridoi vitali per gli spostamenti faunistici. Esse offrono rifugio stabile e rivestono un ruolo determinante anche come aree di sosta migratoria, sostenendo quindi i processi di dispersione, colonizzazione e migrazione delle specie.

Questa articolazione gerarchica delle celle in base alla funzionalità ecologica consente quindi di interpretare il territorio come un mosaico ecologico, nel quale ogni elemento contribuisce, con diverso grado di intensità, al mantenimento della biodiversità e alla continuità della rete ecologica. Rappresenta quindi una classificazione di supporto per l'identificazione delle aree di maggiore valore ecologico e quelle in cui è prioritario un rafforzamento dei collegamenti funzionali tra habitat.

Tessuti antropici

Sono state approfondite le morfologie insediative sotto il profilo ecologico. Operativamente, sono state individuate due principali tipologie del tessuto costruito, in base alla capacità di creare un effetto “barriera” per le connessioni ecologiche: **refrattarietà** del tessuto costruito e **porosità** del tessuto costruito, di seguito descritte. A tal fine, sono state impiegate le morfologie insediative, identificate dal Piano Paesaggistico Regionale (2017), già discusse nell'elaborato 2. Le due classi prima anticipate sono state assegnate sulla base del grado di densità dell'urbanizzato. Se il tessuto risulta molto compatto e impermeabile alla connettività ecologica gli viene assegnata la classe “refrattarietà ecologica”, mentre al contrario, se il tessuto è poroso e contraddistinto dalla presenza diffusa di elementi verdi che possono attenuare gli effetti della frammentazione e/o svolgere il ruolo di stepping stones, gli viene assegnata la classe “porosità ecologica”.

Per le seguenti morfologie insediative, è stata assegnata la classe “refrattarietà ecologica”:

¹⁸ Le specie pioniere sono organismi capaci di colonizzare per primi substrati poveri o disturbati, avviando i processi di successione ecologica [Forman & Godron, 1986]. In Piemonte, tra le principali specie vegetali si citano erbacee nitrofile (*Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album*, *Urtica dioica*), arbustive (*Rubus fruticosus*, *Sambucus nigra*) e arboree (*Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Alnus incana*) [Pignatti, 2017]. Tali specie stabilizzano i substrati e favoriscono la successiva diversificazione ecologica.

- (m.i.1) urbane consolidate dei centri maggiori;
- (m.i.2) urbane consolidate dei centri minori;
- (m.i.5) insediamenti specialistici per usi non residenziali, originati prevalentemente all'esterno o ai bordi degli insediamenti urbani;
- (m.i.8) le insule specializzate, che comprendono in particolare per Ivrea:
 - le aree carcerarie;
 - le principali aree estrattive e minerarie;
 - le grandi strutture commerciali.

Le altre classi, caratterizzate da discontinuità e dispersione insediativa sono state classificate come "porose":

- (m.i.3) tessuti urbani esterni ai centri;
- (m.i.4) aree contigue ai centri e ai tessuti urbani continui che, pur caratterizzate da estese urbanizzazioni in rapida evoluzione, non hanno continuità e compattezza;
- (m.i.6) aree caratterizzate da insediamenti a bassa densità, prevalentemente residenziali;
- (m.i.7) aree caratterizzate da insediamenti isolati reiterati, con edifici di grandi dimensioni prevalentemente specialistici (produttivi, terziari, commerciali, per attrezzature tecnologiche), localizzati per lo più lungo le strade, privi di un disegno d'insieme;
- (m.i.9) i complessi infrastrutturali, che comprendono in particolare per Ivrea:
 - gli svincoli autostradali.
- (m.i.10) aree rurali di pianura o collina;
- (m.i.11) sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna;
- (m.i.13) aree rurali di montagna o collina con edificazione rada e dispersa;

Dalla classificazione emerge come per la città di Ivrea vi sia un'alta percentuale di territorio ecologicamente poroso, caratterizzato da un tessuto tendenzialmente rado e frammentato, che lascia ampie opportunità progettuali di riconnessione. A eccezione infatti di alcuni contesti storici o ad alta specializzazione, il territorio eporediese appare ricco di spazi aperti permeabili, aree verdi e contesti agricoli inseriti all'interno delle aree densamente urbanizzate, oggetto di approfondimento nell'elaborato inerente agli spazi aperti (Elaborato 6).

Elementi di disturbo

Un ulteriore approfondimento ha riguardato le **infrastrutture lineari** (autostrade, ferrovie, viabilità primaria), che rappresentano barriere ecologiche di grande rilevanza. Esse frammentano gli habitat, ostacolano i movimenti faunistici e aumentano la mortalità per collisione [Arpa Piemonte, 2005]. Nello specifico caso di questa tesi, sono

state individuate le infrastrutture ferroviarie e quelle viarie ad alta percorrenza veicolare, quali autostrade, strade statali, di scorrimento e di quartiere. A lato, un esempio di strada critica per gli attraversamenti faunistici, nel tratto tra Ivrea e Montalto Dora [Figura 12].

Oggetto di approfondimento sono stati anche gli **elettrodotti**, in quanto questi producono effetti negativi su diverse categorie di animali. Vi sono studi che dimostrano come alcune specie di animali terrestri tendano a non attraversare le linee elettriche, ma a muoversi parallelamente ad essi [Gates, 1977]. L'emissione di campi elettromagnetici può indurre effetti comportamentali e fisiologici in alcune specie sensibili¹⁹, specialmente durante i giorni di pioggia o con alta umidità dell'aria, che tende ad amplificare questi segnali e accrescere l'effetto barriera [Forman, 1995]. Sono stati pertanto segnati sulla tavola 5 le principali linee elettriche che attraversano il territorio comunale di Ivrea, principalmente localizzate nell'area di pianura.



In conclusione, tutti questi elementi infrastrutturali e dell'ambiente urbano creano inevitabilmente un effetto barriera e/o un'interruzione della rete ecologica, specialmente tra macchie e corridoi ad alta naturalità e funzionalità ecologica.

Frammentazione ecologica e biodiversità potenziale

Pertanto, è stato approfondito in parallelo il tema della frammentazione ecologica e il rapporto che questa ha con il grado di biodiversità potenziale. Per definizione, la **frammentazione ecologica** è un processo mediante il quale un habitat originariamente continuo viene suddiviso in porzioni più piccole e isolate, a seguito di attività antropiche come urbanizzazione, costruzione di infrastrutture, agricoltura intensiva o gestione forestale semplificata [Forman, 1995; Turner et al., 2001]. Questo fenomeno altera la struttura spaziale del paesaggio e compromette le relazioni ecologiche tra le diverse componenti dell'ecosistema.

In relazione a ciò, la **biodiversità potenziale** rappresenta l'insieme delle specie e delle comunità ecologiche che un territorio può ospitare, sulla base delle condizioni ambientali, della qualità degli habitat e della loro connessione ecologica [Boitani et al., 2002]. Tale potenziale non coincide necessariamente con la biodiversità attuale, ma definisce la capacità ecologica latente di un'area.

Quando un paesaggio subisce una forte frammentazione, si riduce l'estensione e la continuità degli habitat naturali, aumentando di conseguenza gli effetti di bordo (edge effects), con modifiche microclimatiche e pressioni da specie invasive [Forman & Godron, 1986; Forman, 1995; Ferrari & Pezzi, 2013]. Questo comporta una progressiva ostacolazione dei flussi energetici (es. movimenti faunistici) e scambio di materia, portando all'isolamento delle popolazioni. In conclusione, la progressiva frammentazione in

¹⁹ In particolare topi, marmotte, moffetta, gatti domestici, rospi, artropodi, lombrichi, lumache.

porzioni sempre più limitate di habitat rischia di compromettere la resilienza ecologica del sistema.

Tali condizioni limitano fortemente la biodiversità potenziale, poiché anche habitat formalmente idonei perdono funzionalità ecologica se isolati o degradati. Come affermato da Forman (1995), la struttura a mosaico del paesaggio deve mantenere infatti una connettività funzionale, che consenta il flusso di organismi, energia e materia.

È stata pertanto eseguita un'analisi che sovrapponesse il layer della frammentazione con il layer della biodiversità potenziale, al fine di individuare aree particolarmente critiche per la rete ecologica e aree di pregio per bassa frammentazione e alti valori potenziali di biodiversità. Per fare ciò, è stato assegnato un valore alle diverse classi dei rispettivi layer; dalla loro somma è stato poi ricavato il valore finale, come illustrato nella tabella di seguito:

	<i>Biodiversità potenziale</i> (BIOMOD, Arpa 2007)	<i>Grado di frammentazione ecologica</i> (FRAGM, Arpa 2007)	<i>SOMMA</i>
Bassa biodiversità potenziale e alta frammentazione	1	1	2
Bassa biodiversità potenziale e medio-alta frammentazione	1	2	3
Medio-bassa biodiversità potenziale e alta frammentazione	2	1	3
Bassa biodiversità potenziale e media frammentazione	1	3	4
Media biodiversità potenziale e alta frammentazione	3	1	4
Medio-bassa biodiversità potenziale e medio-alta frammentazione	2	2	4
Bassa biodiversità potenziale e medio-bassa frammentazione	1	4	5
Media biodiversità potenziale e medio-alta frammentazione	3	2	5
Medio-alta biodiversità potenziale e alta frammentazione	4	1	5
Medio-bassa biodiversità potenziale e media frammentazione	2	3	5
Alta biodiversità potenziale e alta frammentazione	5	1	6
Bassa biodiversità potenziale e bassa frammentazione	1	5	6
Media biodiversità potenziale e medio frammentazione	3	3	6
Medio-alta biodiversità potenziale e medio-alta frammentazione	4	2	6

Medio-bassa biodiversità potenziale e medio-bassa frammentazione	2	4	6
Alta biodiversità potenziale e medio-alta frammentazione	5	2	7
Media biodiversità potenziale e medio-bassa frammentazione	3	4	7
Medio-alta biodiversità potenziale e media frammentazione	4	3	7
Medio-bassa biodiversità potenziale e bassa frammentazione	2	5	7
Alta biodiversità potenziale e media frammentazione	5	3	8
Media biodiversità potenziale e bassa frammentazione	3	5	8
Medio-alta biodiversità potenziale e medio-bassa frammentazione	4	4	8
Alta biodiversità potenziale e medio-bassa frammentazione	5	4	9
Medio-alta biodiversità potenziale e bassa frammentazione	4	5	9
Alta biodiversità potenziale e bassa frammentazione	5	5	10

Grado di connettività dell'ecomosaico

Al fine di ottenere un'adeguata connettività ed evitare la presenza di sistemi isolati, si è stimato un valore soglia di copertura di celle ad alta funzionalità ecologica - all'interno di un ecomosaico - pari al **60%** (Forman, 1995). Il superamento di questo benchmark comporta progressivamente:

- Un aumento del numero di connessioni possibili, fino a totale saturazione (sistema omogeneo e non frammentato) [Figura 13];
- Una maggiore curvilinearità delle connessioni, a indicare la moltitudine di potenziali connessioni, al contrario di corridoi lineari maggiormente delineati [Figura 13];
- Un incremento della dimensione delle macchie, fino a saturazione e inglobamento di macchie simili tra loro [Figura 14];
- Uno sviluppo di sistemi isolati che progressivamente assumono forme e dimensioni tali da connettere l'intero ecomosaico, fino a una completa copertura delle macchie ad alta funzionalità ecologica [Figura 14].

Nel caso specifico di Ivrea, la copertura di celle ad alta naturalità con alta funzionalità ecologica copre appena il **46%** dell'intero territorio comunale. Questo denota alcune criticità, specie riguardo al grado di frammentazione degli ecosistemi, i quali, seppur alcuni di questi siano degni di nota per pregio ambientale (primi tra tutti i SIC/ZSC e il corridoio della Dora Baltea), risultano fortemente disconnessi tra loro.

Di seguito vengono mostrati i grafici afferenti alle connessioni della rete ecologica, riportati anche in Tavola 5:

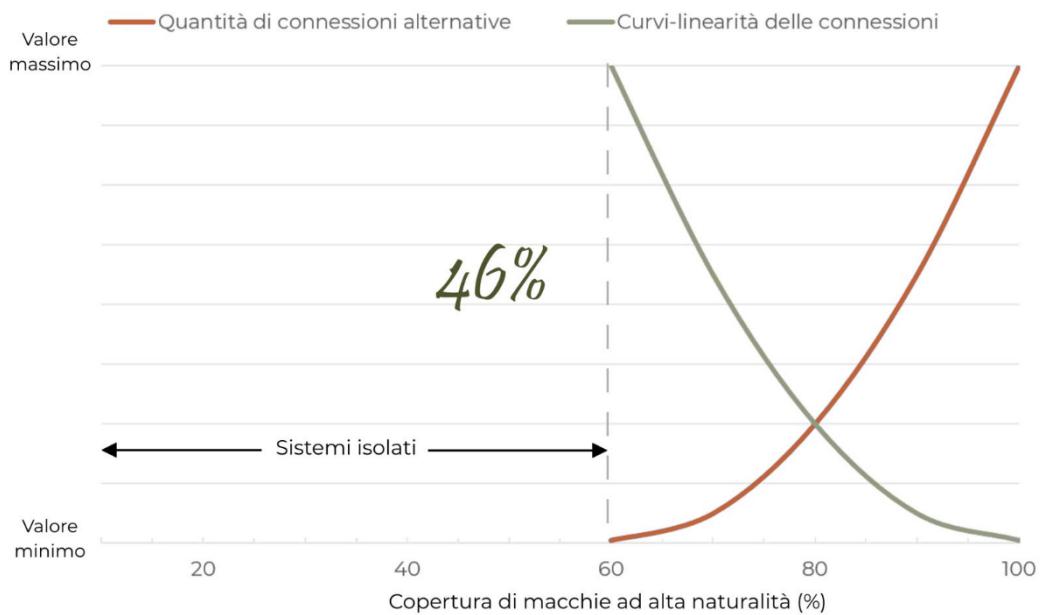


Figura 13 - Connessioni all'interno dell'ecomosaico.

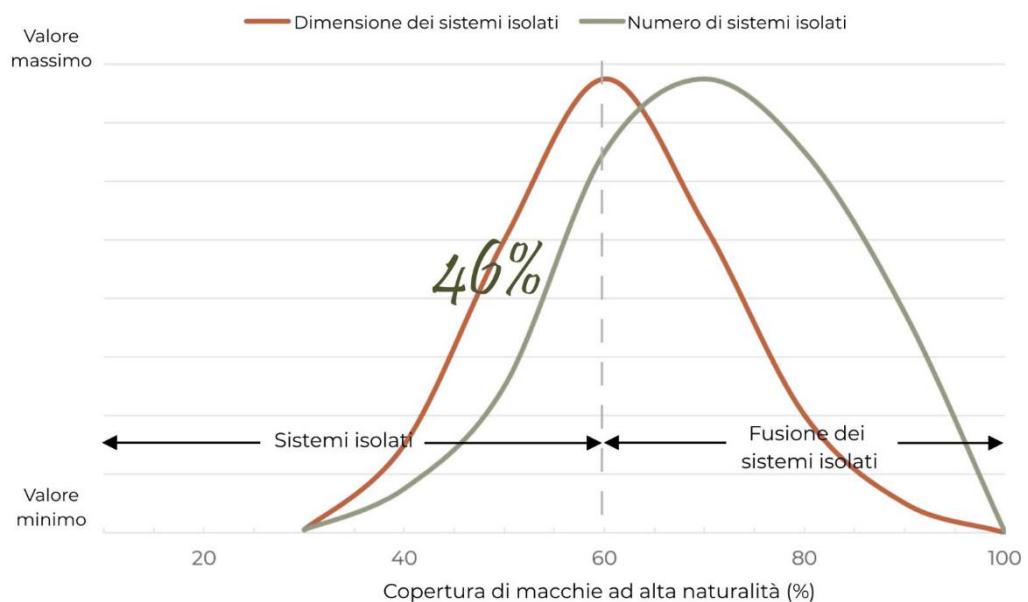


Figura 14 - Caratteristiche dell'ecomosaico.

ELABORATO 6 – Gli spazi aperti urbani come opportunità

Dopo aver inquadrato il territorio attraverso l'analisi del mosaico ambientale e delle principali componenti ecologiche, risulta necessario concentrare l'attenzione sugli **spazi aperti della città**. Essi costituiscono infatti la trama attraverso cui il sistema urbano si connette con l'ambiente naturale e rurale circostante, e rappresentano la dimensione spaziale in cui si esprimono le interazioni tra dinamiche ecologiche, usi sociali, assetti funzionali. L'approfondimento sugli spazi aperti permette infatti di cogliere la dimensione locale e quotidiana della relazione tra città e componente naturale.

L'analisi sistematica degli spazi aperti, condotta secondo criteri di funzione, ruolo e distribuzione (vedi elaborato 6), ha permesso di riconoscere la complessità e la molteplicità delle componenti che costituiscono il paesaggio urbano della città di Ivrea. L'approccio metodologico adottato si richiama a quello censuario proposto dal Prof. Guido Ferrara [Ferrara et al., 2019], opportunamente adattato al caso studio eporediese. Tale approccio consente di distinguere gli spazi aperti sulla base della loro prevalente funzione d'uso, creando così una classificazione in macro-settori funzionali:

Spazi per attività produttive - Rientrano in questa categoria tutte le superfici destinate alla produzione primaria e secondaria che mantengono un ruolo attivo nell'economia locale.

- Arboricoltura: aree coltivate con impianti arborei, spesso a ciclo pluriennale, legati alla produzione di legname o frutti legnosi.
- Aree di cava: spazi sottratti alla naturalità e trasformati per l'estrazione di materiali inerti, caratterizzati da forte impatto paesaggistico e potenzialità di recupero ecologico.
- Orti: superfici a gestione familiare o collettiva con coltivazioni orticole, che hanno anche un valore sociale e ricreativo.
- Superfici agricole: seminativi, frutteti, vigneti e prati da sfalcio che compongono il mosaico agrario, garantendo sia produzione che habitat per specie faunistiche.
- Insediamenti florovivaistici: aree specializzate nella coltivazione di piante ornamentali e da giardino, spesso con serre.
- Spazi aperti in aree industriali: margini, cortili o aree residuali negli insediamenti produttivi, che possono avere un ruolo secondario ma non trascurabile come superfici permeabili.

Spazi per la conservazione delle risorse - Questi spazi rivestono un ruolo primario nella salvaguardia degli ecosistemi e del patrimonio culturale-paesaggistico.

- Aree boscate: coperture forestali che contribuiscono alla biodiversità, al sequestro di carbonio e alla stabilità idrogeologica.
- Aree boscate in Siti di Interesse Comunitario (SIC/ZSC): ambiti di particolare pregio naturalistico sottoposti a tutela europea (Rete Natura 2000).
- Giardini di ville storiche: parchi storici e pertinenze di dimore di pregio architettonico, con valore storico-culturale e paesaggistico (già individuati da PRG2030).

- Siti archeologici: aree che custodiscono testimonianze storiche e archeologiche, spesso integrate nel paesaggio come spazi aperti di valore identitario.

Spazi aperti destinati a infrastrutture - Si tratta di superfici funzionali al sistema della mobilità e dei servizi connessi.

- Aree pedonali: spazi urbani destinati alla fruizione lenta e sicura, come zone pedonali, percorsi ciclo-pedonali o piazze.
- Banchine: fasce laterali alle infrastrutture stradali, con funzioni di sicurezza, filtraggio ecologico e connessione verde lineare.
- Parcheggi: superfici impermeabilizzate adibite alla sosta veicolare.
- Aree di rifornimento carburanti: stazioni di servizio e superfici correlate.
- Rotatorie e isole di traffico: elementi infrastrutturali che possono diventare micro-habitat o spazi di arredo urbano con vegetazione.

Spazi aperti propri dei servizi - Aree funzionali a strutture pubbliche e private di interesse collettivo.

- Spazi aperti ospedalieri: giardini e cortili a servizio delle strutture sanitarie, con funzione terapeutica e di benessere.
- Spazi aperti scolastici: cortili e aree verdi di pertinenza degli edifici scolastici, fondamentali per attività educative e ricreative.
- Spazi aperti di centri commerciali: superfici esterne adibite alla sosta, transito o verde ornamentale, spesso molto estese e impermeabilizzate.
- Aree cimiteriali: luoghi a forte valenza simbolica e sociale, che uniscono spazi costruiti e spazi verdi con funzione di memoria collettiva.
- Piazze e sagrati: spazi pubblici di aggregazione, spesso connessi a funzioni religiose o civili.

Campi gioco e attrezzature sportive - Sono spazi specializzati per attività sportive organizzate o libere.

- Campi sportivi: aree attrezzate per il gioco di squadra (calcio, rugby, ecc.).
- Piste sportive: tracciati dedicati (atletica, ciclismo, pattinaggio).
- Maneggi: spazi per attività equestri, con strutture dedicate.
- Stadi e impianti specializzati: esempi come lo stadio per il canottaggio, che evidenziano l'integrazione tra sport e ambiente naturale (fiumi, laghi).

Spazi aperti per la ricreazione e il tempo libero - Comprendono le aree pubbliche e private dedicate alla socialità, alla fruizione collettiva e alla qualità della vita urbana.

- Parchi urbani attrezzati: spazi con arredi, giochi, percorsi e servizi, destinati a un uso ricreativo intensivo.
- Parchi urbani non attrezzati: superfici verdi fruibili, prive però di dotazioni specifiche.
- Giardini di pertinenza privata: aree verdi a uso esclusivo (residenziale o condominiale), suddivise in zone permeabili e non permeabili.

Questa articolazione permette di leggere in maniera integrata la città, individuando non soltanto la tipologia fisica degli spazi, ma anche le relazioni che essi instaurano con i tessuti residenziali, produttivi e naturali.

Agli spazi aperti è stato aggiunto il tema dei viali alberati, in quanto questi rappresentano i principali elementi connettivi tra i parchi e giardini urbani, sotto il profilo ecologico e percettivo.

Usi temporanei degli spazi aperti urbani

La Città di Ivrea ospita durante l'anno eventi che mutano l'utilizzo di alcuni spazi aperti. Tra questi figurano lo Storico Carnevale di Ivrea e il mercato settimanale.

Per il Carnevale, le piazze del centro storico (normalmente pedonali e di passaggio) si riconfigurano in “piazze di tiro delle arance”, con barriere, tribune e percorsi di sicurezza. Anche le strade che connettono le piazze vengono chiuse/convertite per il Corteo Storico, con una durata complessiva di tre giorni ogni anno. Parallelamente, ogni settimana la vasta area a parcheggio situata a nord del centro storico ospita il mercato, composto in gran parte da bancarelle, successivamente rimosse a fine giornata.

Configurazioni territoriali a confronto: l'ovest urbano e l'est rurale di Ivrea

L'urbanizzazione che ha interessato Ivrea a partire dalla seconda metà dell'Ottocento ha determinato una chiara dicotomia territoriale tra le aree situate a ovest e quelle collocate a est della SS26 e della linea ferroviaria. Questo spartiacque infrastrutturale segna tuttora una distinzione fra due paesaggi contrapposti, che convivono all'interno dello stesso comune.

A **ovest** si concentra la parte più densamente urbanizzata [Figura 15], caratterizzata dalla presenza di quartieri residenziali, scuole, edifici industriali – tra i quali spiccano quelli realizzati dall'Olivetti – e il centro storico cittadino. Nonostante la forte impronta edilizia, la città mantiene un sistema diffuso di spazi verdi che agiscono come polmoni urbani e come nodi fondamentali per la qualità ambientale: parchi urbani di dimensioni rilevanti, come il Parco Dora Baltea e il Parco della Polveriera, ma anche giardini di quartiere, aree



Figura 15 - Settore ovest di Ivrea, caratterizzato da elevata densità urbana.



Figura 16 - Settore est di Ivrea, di carattere agricolo e naturale.

scolastiche e viali alberati che rafforzano la rete ecologica locale.

A **est**, invece, prevale un paesaggio agrario e naturale [Figura 16], nel quale i campi coltivati, i prati e i lembi di vegetazione spontanea definiscono un contesto di maggiore permeabilità ecologica. L'agricoltura, ancora fortemente radicata, si esprime attraverso colture cerealicole, frutteti e cascine storiche, che testimoniano una certa continuità con la tradizione rurale. In questo quadro, la presenza della Dora Baltea, affiancata da un fitto reticolo di canali irrigui, favorisce la biodiversità e sostiene la sopravvivenza di habitat di pregio: boschetti igrofili, aree umide e margini vegetati, contribuendo al mantenimento della connettività ecologica su scala sovracomunale.

Analisi integrative sullo spazio aperto

L'analisi degli spazi aperti è stata ulteriormente approfondita attraverso strumenti di tipo quantitativo e spaziale, quali il calcolo delle superfici impermeabili, l'elaborazione di indici di vegetazione (NDVI) e la classificazione degli spazi aperti pubblici. Tali indicatori consentono di valutare in maniera integrata lo stato ecologico del tessuto urbano, individuando aree a maggiore criticità e potenzialità. La correlazione tra densità edilizia e dotazione di verde, ad esempio, permette di evidenziare squilibri territoriali e possibili margini di intervento per migliorare la fruibilità collettiva degli spazi aperti e la qualità ambientale in generale.

Nell'ambito delle analisi ecologiche, la valutazione combinata dell'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e del grado di impermeabilizzazione del suolo può rappresentare uno strumento metodologico di particolare rilevanza, in quanto consente di cogliere aspetti complementari legati alla qualità e alla funzionalità ecologica del territorio.

L'**NDVI** è un indicatore atto a stimare la presenza e lo stato di salute della copertura vegetale. Valori elevati corrispondono generalmente a una vegetazione densa e attiva dal punto di vista fotosintetico, mentre valori più bassi segnalano condizioni di degrado, coperture erbacee rade o assenza di vegetazione. Da un punto di vista ecologico, tale indice risulta utile per l'individuazione di habitat naturali o seminaturali, per la mappatura di corridoi ecologici e aree verdi funzionali al mantenimento della biodiversità, nonché per la valutazione di servizi ecosistemici quali il sequestro di carbonio, la regolazione microclimatica e la capacità di mitigazione delle isole di calore urbane.

Per le analisi condotte nell'ambito di questa tesi, sono stati utilizzati i dati di copertura del suolo del Land Cover Piemonte [LCP, agg. 2023], integrati con valori percentuali di NDVI derivati da dati satellitari (Landsat Sentinel-2). L'NDVI è di per sé un indice calcolato a partire dalle bande del rosso (R) e del vicino infrarosso (NIR), impiegate per identificare la fotosintesi; pertanto il valore percentuale sta a significare la quota relativa di attività fotosintetica e, di conseguenza, il grado di vigoria e densità della vegetazione presente in una determinata area. Tale parametro oltre ad esprimere il grado di copertura vegetale, permette quindi di distinguere le superfici ad alta produttività biologica da quelle caratterizzate da condizioni di stress, degrado o assenza di vegetazione.

Nel caso di Ivrea, il territorio comunale è contraddistinto da alti valori percentuali di NDVI, associati all'alta percentuale di suolo impiegato per la pratica dell'agricoltura e agli spazi verdi boschivi che contraddistinguono le rive della Dora Baltea e le colline moreniche. In ambiente urbano i valori sono naturalmente più bassi, se non del tutto assenti, seppur si distingua un mosaico di aree verdi (soprattutto private) nei quartieri più esterni il centro storico, lungo gli assi urbani verso sud e est.

Parallelamente, è stato approfondito il tema dell'**impermeabilizzazione del suolo**, che rappresenta un indicatore diretto del grado di artificializzazione di un territorio. L'aumento delle superfici impermeabili, quali infrastrutture viarie ed edifici, determina infatti una riduzione della permeabilità naturale²⁰, con ripercussioni negative sull'infiltrazione e il deflusso superficiale delle acque, sulla funzionalità ecologica del suolo e sulla capacità complessiva degli ecosistemi di fornire servizi ecosistemici²¹, tra cui la regolazione climatica e la filtrazione delle acque. Questi fenomeni possono di conseguenza causare, in ambito urbano, frammentazione degli habitat e riduzione della connettività ecologica.

Il grafico a torta mostrato di seguito [Figura 17] riporta la distribuzione percentuale delle diverse tipologie di **spazi aperti permeabili e impermeabili** presenti nel territorio comunale di Ivrea.

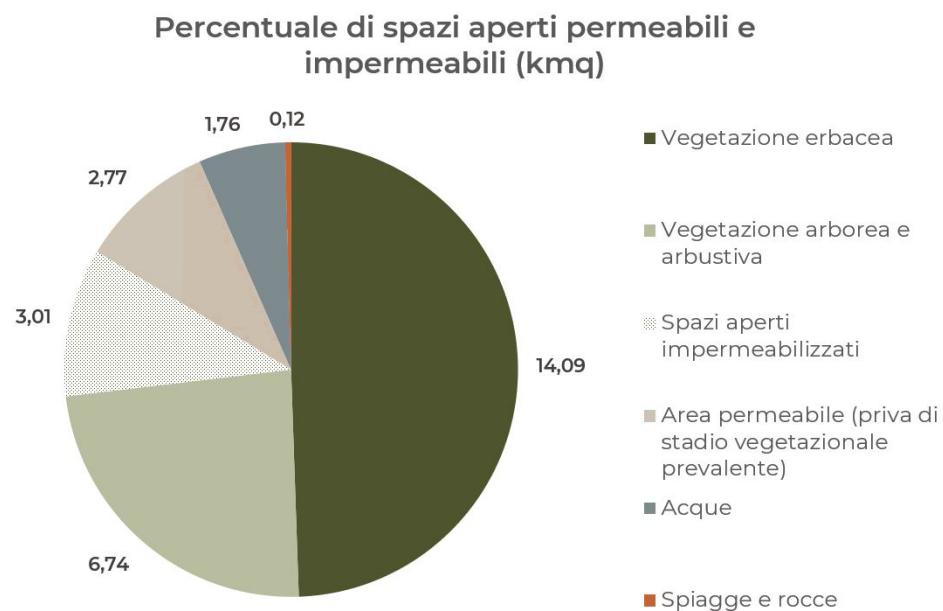


Figura 17 - Percentuale di spazi aperti permeabili e impermeabili (km²).

²⁰ Il fenomeno di impermeabilizzazione del suolo (soil sealing) viene generalmente valutato in modo negativo poiché comporta consumo di suolo, spesso associato alla riduzione della superficie agricola utilizzata (SAU), alla trasformazione del paesaggio e all'attivazione di nuove criticità, come la concentrazione delle acque meteoriche in pochi punti con conseguenti problemi di smaltimento.

²¹ Il suolo impermeabilizzato perde capacità di stoccaggio del carbonio, di cicli nutritivi, e di regolazione idrologica e microclimatica, compromettendo i servizi ecosistemici essenziali [O'Riordan et al., 2021]

La categoria prevalente è rappresentata dalla vegetazione erbacea, che occupa circa 14,09 km², costituendo quindi la quota maggiore della superficie (circa il 50%). Segue la vegetazione arborea e arbustiva con 6,74 km², che evidenzia una buona presenza di formazioni boschive e aree alberate. Gli spazi aperti impermeabilizzati coprono 3,01 km², riflettendo l'incidenza delle aree urbanizzate prive di suolo permeabile. Le aree permeabili prive di uno stadio vegetazionale prevalente si attestano su 2,77 km², mentre le superfici d'acqua (corsi fluviali, laghi e invasi artificiali) raggiungono 1,76 km². Le spiagge e rocce risultano infine marginali, con soli 0,12 km², rappresentando dunque una quota minima nel mosaico territoriale. Nel complesso, il grafico evidenzia come gli spazi permeabili a copertura vegetale costituiscano la parte più consistente del territorio, mentre le superfici impermeabilizzate e prive di vegetazione assumono un peso minore ma comunque significativo dal punto di vista della gestione del suolo e di un potenziale intervento di pianificazione ecologica.

Provando quindi a trarre delle conclusioni in merito al tema della presenza di vegetazione e al fenomeno dell'impermeabilizzazione artificiale del suolo, si può dire che il quadro sia complessivamente positivo in termini di disponibilità di superfici vegetate, ma allo stesso tempo vi sono alcune criticità tipiche del contesto urbano.

Da un lato, i valori mediamente elevati di NDVI testimoniano una buona dotazione di coperture vegetali, in particolare grazie alle aree agricole e boschive, che contribuiscono a garantire produttività biologica, servizi ecosistemici e connettività ecologica. Dall'altro, in ambito urbano si osservano valori più bassi o nulli di NDVI, con una presenza di verde frammentata, indicando la necessità di strategie mirate per incrementare la dotazione di verde pubblico e la qualità ecologica degli spazi aperti.

Parallelamente, l'analisi delle superfici impermeabili evidenzia come l'artificializzazione del territorio, seppur non dominante, incida negativamente sulla permeabilità del suolo, sulla gestione delle acque meteoriche e sulla continuità ecologica. La presenza di circa 3,01 km² di aree impermeabilizzate, pur inferiore rispetto alla quota di spazi vegetati, rappresenta una criticità soprattutto per via della sua alta concentrazione in ambiente urbano.

Infine, il bilancio quantitativo delle tipologie di spazi aperti conferma la prevalenza di superfici permeabili a copertura vegetale, che costituiscono la quota principale del mosaico territoriale (oltre il 70%). Tuttavia, la quota non trascurabile di superfici impermeabili e prive di vegetazione costituisce un fattore di squilibrio che potrebbe ridurre, nel medio-lungo periodo, la resilienza ecologica e la qualità ambientale del sistema urbano.

Gli spazi aperti pubblici

In conclusione alle analisi dello spazio aperto urbano, sono stati identificati gli spazi pubblici, che insieme alle aree di trasformazione rappresentano occasioni concrete per inserire nuovi elementi della rete ecologica. Intervenire con il progetto di paesaggio in questi spazi consente di rigenerare il territorio con costi contenuti, ridurre la frammentazione ecologica ed evitare di consumare ulteriore suolo. Le tipologie di spazi aperti pubblici individuati sono:

- Parchi urbani
- Spazi aperti per infrastrutture
- Spazi aperti di trasformazione (da PRG2030)
- Spazi aperti dei servizi pubblici (scuole, ospedali, centri commerciali e aree cimiteriali)

Questi elementi posseggono grandi potenzialità in termini di progettazione del verde in città. Negli spazi aperti infrastrutturali, per esempio, è possibile intervenire con fasce verdi filtranti e corridoi ecologici longilinei, specie nelle aree residuali (quali rotonde, isole di traffico, bordi esterni). I viali alberati possono essere integrati alla base con vegetazione stratificata, migliorando i benefici ecologici che gli alberi già procurano. O ancora, gli spazi residuali, se riprogettati con opere di rinaturalizzazione permettono di creare micro-ecologie all'interno del tessuto compatto, migliorando la porosità ecologica, senza richiedere trasformazioni invasive. Infine, parcheggi pubblici e aree verdi esistenti possono essere riconfigurati, incrementando il capitale verde e prevedendo habitat diversificati, contribuendo ad aumentare la biodiversità e la regolazione micro-climatica.

Il tema dell'accessibilità ai parchi pubblici

L'accessibilità ai parchi pubblici è un tema particolarmente approfondito nei più recenti strumenti urbanistici legati al verde urbano (vedi Piani del Verde in bibliografia).

Nelle linee guida di questi strumenti urbanistici è stata progressivamente introdotta la regola del 3-30-300. Si tratta di un principio urbanistico sviluppato dal professor Cecil Konijnendijk dopo l'esperienza della pandemia da COVID-19, che ha costretto gran parte della popolazione mondiale a vivere in casa durante i lock-down del 2020-2021. Ampiamente riconosciuta e adottata a livello internazionale, questa guida si basa su tre regole, che rappresentano tre criteri fondamentali per l'accesso al verde urbano:

- **3 alberi visibili da ogni abitazione:** Ogni residente dovrebbe poter vedere almeno tre alberi dalla propria finestra o abitazione.
- **30% di copertura arborea nel quartiere:** Ogni quartiere dovrebbe avere almeno il 30% della sua superficie coperta da alberi o vegetazione.
- **300 metri di distanza massima da uno spazio verde:** Ogni abitante dovrebbe trovarsi a non più di 300 metri da un parco o spazio verde pubblico di almeno un ettaro.

Questa "regola" è supportata da numerosi studi scientifici che evidenziano i benefici del verde urbano sulla salute mentale e fisica, sulla qualità dell'aria e sul benessere generale dei cittadini, riportati da Konijnendijk nel suo libro *Rithinking Urban Green Spaces* (2024).

Va sottolineato che la regola 3-30-300 è fondamentalmente centrata sul benessere umano: il suo obiettivo principale è garantire che i cittadini possano usufruire facilmente dei benefici del verde urbano, dalla salute mentale al comfort quotidiano, passando per la possibilità di fare attività ricreative all'aperto. Tuttavia, è importante chiarire che la semplice presenza di piante o parchi nel proprio comune di residenza non implica

automaticamente un'elevata connettività ecologica. La connettività ecologica, infatti, dipende dalla struttura e dalla continuità degli habitat naturali, dai corridoi ecologici e dalla qualità degli ecosistemi presenti, aspetti che vanno oltre la mera accessibilità al verde per le persone. In altre parole, un'area può rispettare i criteri della regola 3-30-300 e risultare altamente fruibile per i cittadini, senza che ciò garantisca una rete ecologica efficiente per la fauna o la biodiversità locale. Pertanto l'accessibilità e la distanza fisica non deve risultare l'unico parametro per definire la qualità urbana degli spazi verdi pubblici.

Premesso questo, nel caso specifico di Ivrea è stata comunque condotta l'analisi relativa ai 300 metri per approfondire il tema della capillarità degli spazi verdi pubblici nel tessuto cittadino. Non sono stati invece approfonditi gli altri due parametri, inerenti ai 3 alberi visibili dalle abitazioni e al 30% di copertura verde nel quartiere di residenza, in quanto il primo parametro risulta difficilmente deducibile dai dati a disposizione, mentre il secondo richiederebbe una perimetrazione precisa dei quartieri della città, tipico dei grandi centri urbani, attualmente però non effettuabile per Ivrea.



Figura 18 - Spazio verde pubblico sorto nel 2025 nella località San Lorenzo.

A Ivrea vi sono più di 31²² aree verdi pubbliche inserite nel tessuto cittadino, ampiamente collegate alle infrastrutture viarie principali. Proiettando un raggio di 300 metri da queste aree verdi si nota come vi sia un disequilibrio tra la densità di parchi pubblici nelle aree centrali rispetto alle aree abitate marginali. Tuttavia, occorre specificare come la gran parte delle residenze di periferia siano case di proprietà, solitamente caratterizzate da giardini privati e/o condominiali. Pertanto si può desumere che non vi sia un deficit rilevante di aree verdi pubbliche nel comune di Ivrea. Come però anticipato prima, la presenza di aree verdi non è necessariamente collegato alla qualità ecologica che queste possiedono, tanto meno alla relativa resilienza ai cambiamenti climatici, tema di approfondimento nelle sezioni successive.

Gli spazi aperti nei nodi e nei corridoi di connessione ecologica regionale

Un ruolo particolarmente rilevante è ricoperto dagli spazi aperti che coincidono con le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e con il corridoio ecologico costituito dal fiume Dora Baltea. Si tratta di aree caratterizzate da una funzionalità ecologica elevata, con livelli medio-alti di naturalità e valore per la conservazione.

Nel contesto dei nodi SIC/ZSC si riscontrano ambienti frammentati e antropizzati, specie da abitazioni private. Qui il paesaggio è alternato da boschi di castagno, faggio e

²² Sono state considerate le aree verdi pubbliche attrezzate e non attrezzate, di carattere più naturalistico (es. parchi lungo la Dora Baltea) o di carattere fruitivo-sociale (es. parchi e giardini di quartiere).

pioppo e ambiti antropizzati, quali residenze mono/bi-familiari, insediamenti rurali e infrastrutture viarie, con spazi aperti di dimensioni ridotte che assumono il carattere di un mosaico ecologico disaggregato e poco connesso.

Al contrario, il continuum fluviale del corso della Dora Baltea è caratterizzato da una prevalenza di boschi ripariali, residui del paesaggio naturale che in passato contraddistingueva la pianura Padana. Tali ambienti sono talvolta affiancati da superfici rimboschite artificialmente, soprattutto con popolamenti monospecifici di pioppo, robinia e, in alcuni casi, faggio. Questa compresenza di boschi naturali e piantagioni artificiali pone di per sé la questione della qualità ecologica e della necessità di gestioni orientate alla diversificazione e alla rinaturalizzazione. Basti pensare ai robinieti, i quali costituiscono nella Città Metropolitana di Torino il 15% dei boschi cedui (IPLA), ma rappresentano una problematica per le proprie caratteristiche di invasività²³, tanto da essere inseriti nella Black List regionale²⁴. All'interno del territorio comunale vi sono infatti numerose specie alloctone e/o invasive, inserite nelle Management List e nelle Action list, relative rispettivamente a piante diffuse in tutto il territorio che necessitano di controllo della diffusione e piante invece che devono essere eradicati se individuate. Di seguito viene approfondito il tema delle piante invasive nel comune di Ivrea.

APPROFONDIMENTO - Le specie alloctone invasive nel territorio di Ivrea

Tra le **specie arboree invasive** si segnalano casi di grande rilevanza come l'*Ailanthus altissima* (ailanto), diffuso in vari contesti urbani e periurbani, con forte capacità di rinnovazione spontanea e resistenza al disturbo. A questo si affiancano *Acer negundo*, *Paulownia tomentosa*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*, *Broussonetia papyrifera* e *Buddleja davidii*. Gli interventi gestionali variano: dall'abbattimento (per acero negundo, quercia rossa e paulonia) all'eradicazione (vite americana e altre rampicanti) e allo sfalcio (specie come buddleja e balsamina glandulosa). Particolare attenzione è riservata alla robinia, ormai naturalizzata: più che l'eliminazione, viene promossa la regimentazione forestale, con

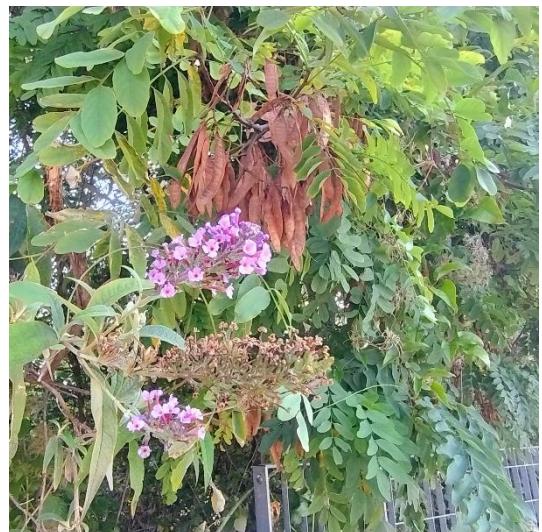


Figura 19 - *Buddleja davidii* (a sinistra) e *Robinia pseudoacacia* (a destra), lungo le rive della Dora Baltea.

²³ La robinia è una specie esotica pioniera, a rapida crescita, introdotta nel XVII secolo per stabilizzare aree degradate e fornire legno per fascine. Ad oggi, rappresenta la principale fonte di legna da ardere o per paleria. Il suo carattere di invasività è dovuto alla sua elevata facoltà pollonifera radicale (in grado di raggiungere anche 10 metri dalla fustaia) insieme ad un'alta produzione di semi.

²⁴ Deliberazione della Giunta Regionale 29 febbraio 2016, n. 23-2975 Aggiornamento degli elenchi approvati con DGR 46-5100 del 18 dicembre 2012 "Identificazione degli elenchi (Black List) delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte e promozione di iniziative di informazione e sensibilizzazione".

incentivazione della crescita di specie autoctone in grado di sostituirla.

Per le **specie arbustive** ed ornamentali si citano il *Rhus typhina* (sommacco americano) e il *Trachycarpus fortunei* (palma del Giappone). Entrambe sono utilizzate come ornamentali in giardini e spazi verdi urbani, ma mostrano una certa capacità di diffusione spontanea: il sommacco si ritrova lungo viali e sponde del Naviglio, mentre la palma colonizza parchi e aree degradate. Per queste specie è prevista la misura più drastica, l'abbattimento, a causa del loro potenziale invasivo e della difficoltà di contenimento.

La categoria arbustiva comprende specie come *Parthenocissus quinquefolia* (vite americana), *Phyllostachys aurea* (bambù dorato), *Phytolacca americana* (fitolacca), *Reynoutria* spp. (poligono del Giappone) e *Solidago gigantea* (verga d'oro maggiore). Si tratta di essenze capaci di colonizzare sia ambienti urbani che fluviali, con forte resistenza agli interventi di controllo. Per alcune, come il bambù e il poligono, sono necessari interventi ripetuti di eradicazione o la predisposizione di barriere fisiche antirizoma. Per altre, come la verga d'oro, è sufficiente lo sfalcio periodico, volto a contenere la proliferazione nelle aree ripariali e lungo le sponde fluviali.

La **componente erbacea invasiva** è ampia e include specie come *Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia verlotorum*, *Conyza canadensis*, *Bidens frondosa*, *Erigeron annuus*, *Impatiens balfourii*, *Oenothera* spp., *Senecio inaequidens* e *Sorghum halepense*. Si tratta di essenze perlopiù ubiquitarie, con ampia diffusione nei prati, nelle aree incolte e lungo gli argini fluviali. Alcune sono di origine ornamentale e successivamente sfuggite alla coltivazione, come la balsamina di Balfour. In questo caso, le azioni gestionali previste sono generalmente meno radicali rispetto agli arbusti e consistono soprattutto nello sfalcio, ove praticabile, per contenere la diffusione e limitare l'impatto ecologico e sanitario (in particolare per l'ambrosia).

SINTESI VALUTATIVA E PROGETTUALE

ELABORATO 7 – Rete ecologica: strategie e priorità di intervento

Le analisi condotte nelle fasi precedenti hanno permesso di delineare lo stato di fatto della rete ecologica che interessa il comune di Ivrea, a più livelli territoriali.

Ripercorrendo gli elaborati precedenti, si sono dapprima analizzate le componenti della rete ecologica di scala sovralocale, individuando così il corridoio ecologico del fiume Dora Baltea e i Siti di Interesse Comunitario "Laghi di Ivrea" e "Boschi e paludi di Bellavista", altamente rilevanti nel quadro ecologico nell'ambito di analisi. Successivamente, l'analisi del sistema insediativo ha permesso di riconoscere i tessuti urbani della città di Ivrea e gli elementi infrastrutturali che la caratterizzano. L'analisi del mosaico ambientale e della rete ecologica locale ha permesso di identificare gli elementi di funzionalità ecologica rilevante nel territorio, le loro relazioni reciproche, il valore rispetto a parametri di integrità naturale e alla possibilità di ospitare specie animali. L'analisi degli spazi aperti ha permesso infine di leggere il territorio di Ivrea descrivendone gli usi, la distribuzione spaziale e le qualità fisiche, oltre al loro inserimento in ambiti di rilevanza ecologica piuttosto che storico-culturale.

Con l'elaborato 7 si intende individuare le strategie e gli ambiti della città che necessitano maggiormente di interventi di miglioramento dello stato ecologico. Per fare questo, è stato scelto di calcolare un indice di priorità di intervento, che verrà illustrato di seguito. L'elaborato svolge pertanto la funzione di cerniera tra la fase di analisi e il progetto, traducendo quanto emerso dalle tavole inerenti agli aspetti prettamente ambientali in criteri di intervento concreti.

Prospettive progettuali per il progetto di rete ecologica

È stato opportuno definire in primo luogo la gerarchia di potenziali interventi progettuali. L'obiettivo è infatti non solo quello di trasformare la complessità del territorio in un sistema "coordinato" di azioni, ma anche di prevederne l'efficacia progettuale nel tempo, sotto il profilo dell'adattabilità e della sostenibilità.

Nel dettaglio, si indicano, nell'ordine, le strategie progettuali prioritarie:

1. Mantenimento, valorizzazione o implementazione del corridoio fluviale rappresentato dalla **Dora Baltea**, che costituisce la spina dorsale della connettività ecologica nel territorio comunale;
2. A seguire, si sottolinea l'importanza della **rete idrica minore e del Naviglio**, nell'ottica di capillarità e permeabilità nel territorio, in particolar modo quello rurale;
3. I **margini urbani**, per via della loro conformazione più o meno diversificata, sono luogo di potenziali azioni di transizione tra sistemi ambientali, con ampi vantaggi progettuali, come la multifunzionalità, il raccordo tra città e campagna, la promozione di processi ecologici di bordo;
4. La riqualificazione e rifunzionalizzazione ecologica delle **infrastrutture viarie** e dei rispettivi nodi rappresenta l'ultimo grado di priorità progettuale, seppur sia quello più facilmente attuabile all'interno del tessuto densamente edificato. Si

fa riferimento in particolare a spazi residuali, ritagli stradali, fasce di rispetto, marciapiedi e piste ciclabili.

Le strategie

In merito alle strategie atte a potenziare la rete ecologica urbana, è stata fatta una divisione a seconda della rilevanza sovra-locale piuttosto che locale.

Strategie di rilevanza sovra-locale

- **Nodi della rete ecologica da mantenere e valorizzare:** si tratta di aree centrali o di snodo della rete ecologica (SIC, ZSC, grandi aree verdi periurbane). In ambito urbano, questi nodi sono fondamentali come poli di biodiversità e come punti di partenza per la connettività ecologica. La valorizzazione può avvenire tramite gestione naturalistica, riduzione del disturbo antropico e creazione di zone tampone.
- **Corridoi continui, senza interruzioni, con habitat naturale strutturato, da mantenere e valorizzare:** sono i principali assi di connessione ecologica, rappresentati principalmente dal corso della Dora Baltea. In città, la loro continuità è minacciata da infrastrutture o edificazioni (specialmente nei pressi del centro storico). La strategia è mantenerli intatti, garantendo continuità funzionale e morfologica per specie faunistiche e processi ecologici.
- **Corridoi discontinui, in grado di favorire spostamenti anche a lungo raggio, da mantenere e rafforzare:** corridoi che presentano lacune o interruzioni, ma che mantengono una certa funzionalità. In ambito urbano, sono spazi verdi che, seppur non contigui, permettono movimenti ecologici. Rafforzarli significa creare elementi di habitat intermedi.
- **Corridoi minori frammentati, usati solo da specie generaliste o a mobilità limitata, da implementare:** questi corridoi rappresentano la base potenziale per connessioni future, ma oggi risultano insufficienti. Nel contesto urbano possono essere percorsi verdi di quartiere, aiuole, orti o giardini privati. Implementarli implica incrementare la naturalità e ridurre la frammentazione mediante interventi diffusi e coordinati.
- **Superamento di barriere infrastrutturali con finalità di incremento reticolarità ecologica di rilevanza regionale:** azioni mirate alla ricucitura ecologica di territori frammentati da strade e ferrovie. Nel contesto urbano-metropolitano, questo significa ponti o sottopassi faunistici, corridoi verdi o mitigazioni ecologiche lungo infrastrutture.
- **Opere di naturalità diffusa per incremento della connettività ecologica di scala sovra-comunale:** interventi distribuiti (come piantumazioni, rinaturalizzazioni, aree umide) che migliorano la connettività a scala vasta. In ambito urbano, rappresentano azioni che possono essere coordinate tra più comuni, mirate a creare una rete verde intercomunale (vedasi ambiti a nord verso Montalto Dora e a est verso Bollengo).

Strategie di rilevanza locale

- **Opere di naturalità diffusa in ambiti del tessuto costruito con porosità ecologica:** La “porosità ecologica” descrive la capacità del tessuto urbano di ospitare e connettere elementi naturali. Si prevede pertanto di intervenire in questi ambiti con opere di micro-naturalizzazione urbana.
- **Opere di conservazione e implementazione della rete in ambiti di gradualità progressiva tra sistemi ambientali:** interventi nelle zone di transizione tra città e campagna (frange urbane). Si punta a garantire una transizione ecologica graduale, evitando confini netti e favorendo una integrazione paesaggistica.
- **Opere di riconnessione della rete in ambiti di discontinuità tra sistemi ambientali:** sono ambiti in cui si riscontrano dinamiche di bordo ecotonali, spesso con un'interruzione netta della rete ecologica. Occorre ristabilire la continuità ecologica funzionale attraverso opere di riconnessione continue (es. viali alberati, aiuole longilinee).
- **Opere di deframmentazione in ambiti di discontinuità connettiva della rete:** interventi più mirati rispetto ai precedenti, volti a ridurre la frammentazione interna della rete verde. In città possono consistere nella connessione tra parchi isolati, nella riqualificazione ecologica di spazi residuali, o nella conversione di superfici impermeabili in aree verdi. Sono fondamentalmente azioni di “micro-ricucitura” che migliorano la permeabilità ecologica urbana.

Definizione degli ambiti prioritari

Il calcolo dell'indice di priorità

Operativamente, l'indice di priorità per la riconnessione ecologica è stato calcolato come somma pesata di quattro indicatori selezionati [Figura 20], normalizzati su scala 0-1. L'assegnazione dei pesi relativi agli indicatori è stata effettuata per riflettere le differenti funzioni ecologiche che le variabili rappresentano, evitando una lettura parziale e privilegiando una valutazione integrata. La formula per effettuare il calcolo dell'indice è riportata di seguito:

$$I_{REC} = \sum_{i=1}^4 w_i \cdot x'_i \text{ con } \sum w_i = 1$$

I_{REC} = indice di priorità per la riconnessione ecologica

AN' = valore normalizzato dell'indicatore “Aree ad alta naturalità (ricavate dall'analisi del mosaico e dal calcolo della funzionalità ecologica)

$NDVI'$ = valore normalizzato dell' “Indice di vegetazione (NDVI, 2023)”

VB' = valore normalizzato dell'indicatore “Biodiversità e frammentazione ecologica (indice composto BIOMOD e FRAGM, 2007)

LST' = valore normalizzato della “Land Surface Temperature (Landsat, Agosto 2024)

wi = peso assegnato a ciascun indicatore (con $\sum wi=1$)

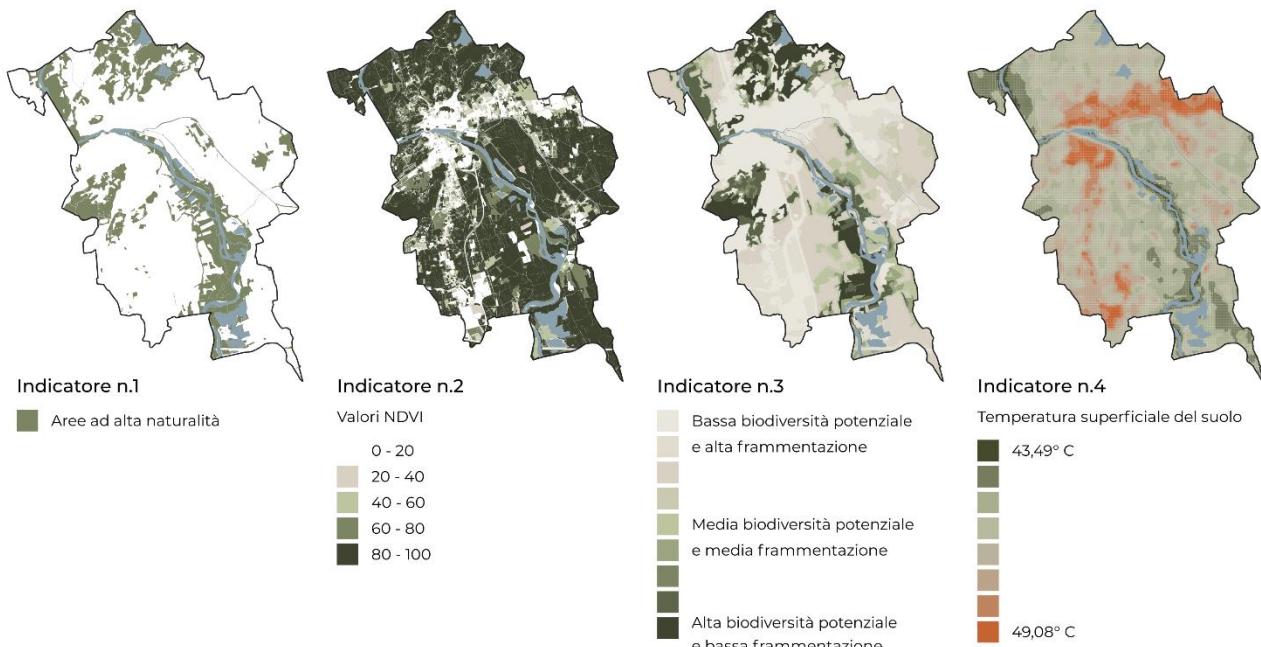


Figura 20 – Gli indicatori impiegati per il calcolo dell'indice di priorità.

Di seguito viene mostrata la metodologia per l'applicazione della normalizzazione 0-1 ai differenti indici:

1. **Arene ad alta naturalità**: questo indice deriva dall'analisi del mosaico ambientale e dal calcolo della funzionalità ecologica. Le aree ad alta naturalità rappresentano quei contesti in cui sono ancora presenti condizioni di integrità ambientale, minore antropizzazione e capacità di ospitare comunità biologiche più ricche (valore 1). Il loro inserimento nel calcolo dell'indice di priorità consente di evidenziare gli spazi che necessitano di tutela e potenziamento, ma anche le aree di margine dove tali nuclei ecologici possono essere rafforzati con azioni di connessione e ampliamento. Le aree che sono state definite a medio-bassa naturalità hanno valore 0. Questa estremizzazione dei valori è stata volutamente effettuata per evidenziare le aree ad alta naturalità, aree che emergono per il loro valore nella rete ecologica, mentre, al contrario, contesti marginali non sono stati reputati sufficientemente rilevanti per essere ritenute strutturanti nella rete ecologica.
2. **Valore NDVI** (2023): l'indice di vegetazione normalizzato (NDVI) misura la vigoria della copertura vegetale attraverso i dati satellitari. Un NDVI elevato indica buona salute della vegetazione, maggiore capacità fotosintetica e quindi servizi

ecosistemici più consistenti (ombreggiamento, regolazione climatica, sequestro di carbonio).

Nel calcolo della priorità, le aree con basso NDVI assumono rilevanza perché segnalano zone con vegetazione degradata o assente, dove gli interventi ecologici possono produrre un miglioramento significativo. In questo caso, è stata applicata la normalizzazione a seconda del valore percentuale di NDVI (es. 100% = 1, 0% = 0)

3. **Valore di biodiversità potenziale e frammentazione** (BIOMOD e FRAGM, ARPA 2007): questo indice combina la capacità potenziale di un'area di ospitare specie con il grado di frammentazione degli habitat. Elevata frammentazione riduce la continuità ecologica e la possibilità di movimento della fauna, mentre elevata biodiversità potenziale segnala aree che, se messe in connessione, possono diventare veri e propri serbatoi di specie.

L'utilizzo di questo parametro consente di individuare sia le aree critiche per la frammentazione (dove servono interventi di ricucitura ecologica), sia quelle che possono fungere da punti di forza nella rete. In questo caso, i valori illustrati nei capitoli precedenti inerenti alla somma dei valori di frammentazione e biodiversità sono stati normalizzati in valori 0-1, dove 1 equivaleva alla condizione migliore, mentre 0 alla peggiore.

4. **Temperatura superficiale del suolo** (agosto 2024, Satellite Landsat 8) La mappa della temperatura superficiale individua gli hotspot urbani e le isole di calore. Questo è l'unico indice non approfondito nelle tavole precedenti, ma comunque reputato rilevante nelle analisi di priorità in quanto rappresenta un indice significativo del benessere all'interno della città.

L'inclusione di questo indice nel calcolo di priorità permette, di fatto, di mettere in evidenza gli spazi urbani dove la mancanza di vegetazione e permeabilità incide maggiormente sul comfort microclimatico. Qui, gli interventi di rinaturalizzazione o incremento della copertura vegetale possono avere un doppio valore: migliorano la funzionalità ecologica e riducono gli impatti negativi sulle condizioni di vita degli abitanti.

Per la normalizzazione, è stata definita la temperatura minima (delle massime) a 1, mentre le temperature massime (delle massime), pari a 0.

L'attribuzione dei pesi degli indicatori

Come anticipato, l'indice di priorità per la riconnessione ecologica è stato calcolato come somma pesata dei quattro indicatori selezionati, normalizzati su scala 0-1, al fine di garantire la confrontabilità tra variabili con unità di misura differenti. L'assegnazione dei pesi relativi agli indicatori è, di conseguenza, un passaggio cruciale, in quanto consente di orientare l'indice complessivo verso specifici obiettivi di pianificazione e di riflettere le differenti funzioni ecologiche e sociali che le variabili rappresentano.

Pertanto, sono state definite due configurazioni di pesi, ciascuna delle quali risponde a un diverso orientamento strategico. Tutte le configurazioni mantengono la somma dei pesi pari a 1, assicurando coerenza e comparabilità tra gli scenari.

- **Scenario focalizzato sulla biodiversità e il capitale naturale:** in questo scenario l'obiettivo principale è la conservazione e la riconnessione degli habitat naturali. Gli indicatori legati alla qualità ecologica del suolo e alla struttura degli ecosistemi (naturalità e biodiversità-frammentazione) assumono un ruolo predominante, poiché rappresentano direttamente la disponibilità e la continuità di habitat favorevoli alla fauna e alla flora. Gli altri indicatori, pur mantenendo un peso minore, contribuiscono a caratterizzare ulteriormente la funzionalità ecologica (NDVI) e le condizioni ambientali di contesto (LST e distanza). I pesi assegnati sono:

AN = 30%

VB = 40%

NDVI = 15%

LST = 15%

- **Scenario focalizzato sull'incremento della natura e il miglioramento climatico in città:** questa configurazione enfatizza la dimensione climatica e termica del territorio, ponendo particolare attenzione alle aree soggette a isole di calore urbane. L'indicatore di Land Surface Temperature riceve il peso maggiore, poiché rappresenta direttamente la criticità da mitigare, mentre gli altri indicatori mantengono valori bilanciati per considerare anche la componente vegetazionale e la connettività ecologica di base. Questo scenario è pensato per orientare interventi di rinverdimento urbano e miglioramento del comfort microclimatico, dove la priorità è la riduzione delle temperature superficiali e l'aumento della resilienza termica, oltre al benessere sociale dato dalla natura in città.

AN = 20%

VB = 20%

NDVI = 20%

LST = 40%

In definitiva, è stato scelto il **secondo scenario**, in quanto risponde al benessere sociale oltre che prettamente naturale. Il progetto di rete ecologica in ambiente urbano si prefigura infatti come serie di interventi mirati a generare un miglioramento ambientale ed ecologico in primis, ma deve considerare anche l'aspetto sociale e alla mitigazione del rischio, che nel caso di Ivrea si prefigura come discomfort termico durante i mesi estivi.

Parametri per la localizzazione degli interventi progettuali

Per definire i luoghi in cui localizzare gli interventi sono stati sovrapposti tre tematismi, ovvero:

- Ambiti prioritari
- Numero di residenti
- Spazi aperti pubblici

Nel dettaglio, gli **ambiti prioritari** sono quelle aree attualmente povere di valore ecologico significativo che possono diventare tasselli di connessione (quali stepping

stones e corridoi verdi) per rafforzare la rete e aumentare la permeabilità ecologica complessiva.

A questo tematismo, vengono sovrapposte le sezioni di censimento, tematizzate con il valore assoluto della **popolazione residente al 2021** (dati Istat, Censimento nazionale). Questa scelta nasce dall'intento di localizzare gli interventi progettuali in ambiti densamente abitati, in modo da far assumere al progetto non solo un valore ambientale ma anche di benessere sociale. Qui la rete ecologica può diventare strumento di qualità urbana, offrendo spazi multifunzionali nell'ottica di creazione di servizi ecosistemici.

Infine, l'effettiva localizzazione degli interventi è stata scelta grazie all'analisi precedentemente condotta in merito agli **spazi aperti** e alle loro classificazioni e usi. Le aree disponibili alla **trasformazione** o al recupero rappresentano occasioni concrete per inserire nuovi elementi della rete ecologica. Intervenire su questi spazi consente di rigenerare il territorio con costi contenuti, ridurre la frammentazione ecologica ed evitare di consumare ulteriore suolo.

La somma di questi indici ha permesso non solo di produrre un semplice valore quantitativo, ma un indicatore composito che riflette la complessità dei fattori ecologici, ambientali e fruitivi. Le aree con punteggio più basso corrispondono agli ambiti in cui convergono criticità ecologiche, carenze di naturalità e/o problematiche microclimatiche, e rappresentano pertanto i luoghi prioritari per azioni di riqualificazione e riconnessione ecologica. La sovrapposizione di questi temi ha orientato la scelta dell'ambito di approfondimento progettuale, ritenuto pertanto luogo di bisogno di riconnessione ecologica, impattante su una grande percentuale della popolazione (non solo residente) e puntualmente localizzate negli spazi atti a ospitare nuove funzioni ambientali [Figura 21].

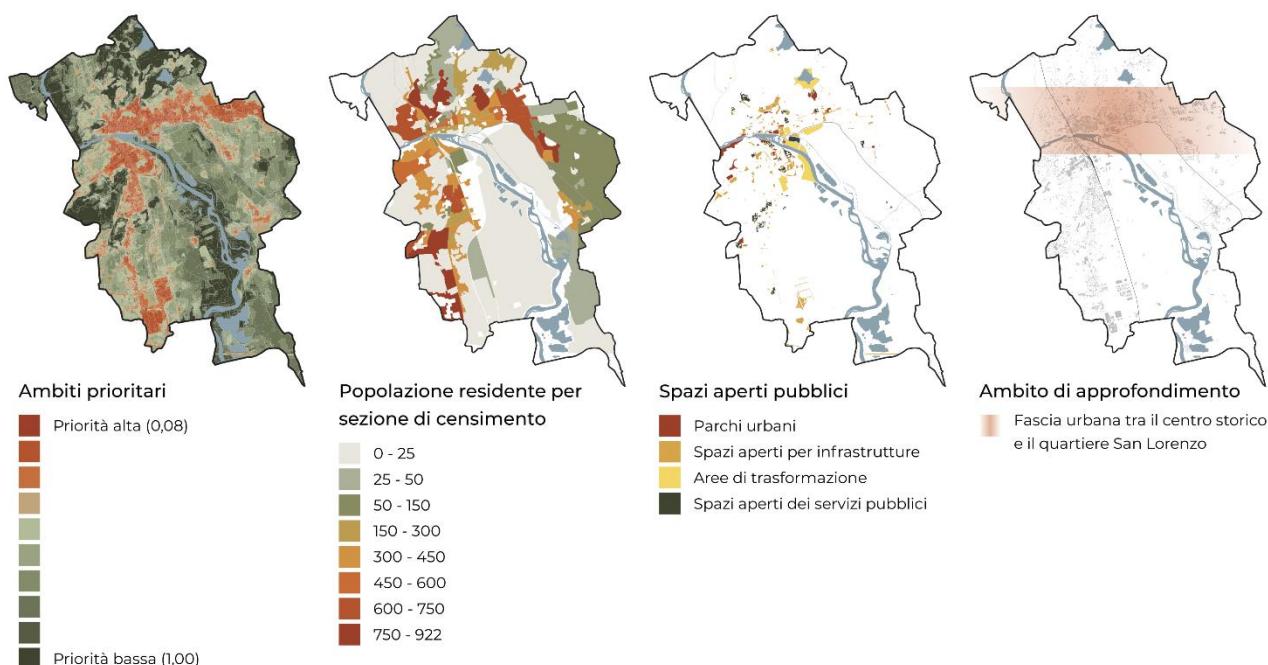


Figura 21 – Parametri per la localizzazione degli interventi progettuali.

L'ambito di approfondimento progettuale

L'area selezionata per l'approfondimento progettuale presenta al proprio interno una notevole varietà di morfologie insediative e di usi del suolo. Per rappresentare in modo efficace tale complessità, sono state individuate **quattro sotto-aree** tra loro collegate, ma localizzate in contesti urbani anche molto differenti. Procedendo da nord-ovest verso sud-est, si distinguono i seguenti ambiti:

Piazza del mercato

Situata a nord del centro storico, l'area mercatale è uno spazio asfaltato utilizzato sin dagli anni Cinquanta per lo svolgimento del mercato settimanale. Essa rappresenta una **criticità ambientale significativa**, in quanto contribuisce al fenomeno dell'“isola di calore”, come evidenziato anche negli elaborati del PRG2030. Inoltre, la sua conformazione crea una netta discontinuità tra il centro storico e le colline moreniche boscate appartenenti al Sito di Interesse Comunitario (SIC) “Laghi di Ivrea”. All'interno dell'ambito è presente un giardino pubblico adiacente alle mura medievali, oggi poco frequentato a causa della **scarsa manutenzione del verde e dei percorsi**, oltre che per l'assenza di servizi complementari, quali sedute e aree dedicate alla ricreazione, sia attiva che passiva. L'area circostante ospita oltre **800 residenti**, insediati in abitazioni unifamiliari sulle pendici collinari e in edifici condominiali nelle zone pianeggianti.

Centro storico

Quest'ambito si colloca nel cuore del centro storico e comprende un sistema di aree verdi pubbliche collegate da percorsi ciclo-pedonali. I parchi e i giardini presenti si differenziano per funzione e dotazione di attrezzature ludico-sportive. Oltre una vasta area destinata a parcheggi e caratterizzata da filari alberati, si trovano due aree di **rigenerazione urbana (RG7 e RG8)**, prossime al tracciato del Naviglio di Ivrea e alla Dora Baltea. Queste aree sono attualmente oggetto di valutazioni progettuali riguardanti **l'impatto paesaggistico e percettivo**, nonché la tutela del contesto sensibile rappresentato dal vicino cimitero.

San Lorenzo

L'ambito di San Lorenzo include al proprio interno diverse funzioni, connesse tra loro da una rete di percorsi pedonali e spazi verdi. La caratteristica principale di questa zona è la presenza di **ampie aree di parcheggio**, a servizio di un complesso scolastico, di un centro commerciale e degli edifici residenziali circostanti. La località presenta un'elevata dotazione di verde privato, grazie ai numerosi giardini pertinenziali, e dispone di **due aree verdi pubbliche** di dimensioni e funzioni differenti, collocate alle estremità dell'ambito.

Area rurale sul naviglio

Quest'area comprende prevalentemente una **vasta superficie agricola di oltre 6 ettari**, classificata nel PRG2030 (art. 139, NdA) come “Area per servizi generali a parco urbano”. Ai margini sono presenti due sistemi di rotatorie alberate, connesse alla rete viaria principale. Situata ai confini del tessuto urbanizzato, l'area agricola costituisce una

fascia di transizione tra città e campagna, con significative potenzialità **naturalistiche e fruttive**. Le sue caratteristiche la rendono idonea alla creazione di un **parco agricolo** o di nuove **macchie boscate**, capaci di generare una continuità ecologica tra le aree agricole della pianura meridionale e il sistema urbano.

ELABORATO 8 – Il progetto della rete in città, tra il centro storico e San Lorenzo

L'elaborato 8 rappresenta la sintesi conclusiva del progetto, nella quale le strategie ecologiche e ambientali elaborate nelle fasi precedenti vengono tradotte in un disegno unitario e multi-scalare per il territorio urbano di Ivrea, tra il centro storico e il quartiere San Lorenzo. L'elaborato intende infatti illustrare la visione complessiva del progetto di rete ecologica urbana come infrastruttura paesaggistica, capace di integrare obiettivi ambientali e funzionali all'interno del tessuto urbano, come si vedrà di seguito.

Strategie progettuali

Il progetto della rete ecologica in città ha come presupposti il sistema di strategie che sono state individuate e descritte nei capitoli precedenti. Le linee strategiche comportano di conseguenza delle azioni progettuali che variano nella conformazione spaziale e nella resa ecologica che si intende ottenere. In merito alle strategie progettuali focalizzate per l'area di approfondimento, esse corrispondono in gran parte a strategie di rilevanza locale, in particolare:

- opere di naturalità diffusa in ambiti del tessuto costruito con porosità ecologica
- opere di conservazione e implementazione della rete in ambiti di gradualità progressiva tra sistemi ambientali
- opere di riconnessione della rete in ambiti di discontinuità tra sistemi ambientali
- opere di deframmentazione in ambiti di discontinuità della rete

Si aggiunge una strategia di rilevanza sovra-locale, ovvero “opere di superamento di barriere infrastrutturali con finalità di incremento della reticolarità ecologica di rilevanza regionale”. In quest'ultimo caso, si fa riferimento al superamento della barriera ecologica costituita dalla Strada Statale 26, che costituisce un importante elemento di frammentazione ecologica tra i sistemi ambientali SIC “Cinque Laghi di Ivrea” e il corridoio ecologico del fiume Dora Baltea.

Gli obiettivi del progetto in città possono essere così descritti:

- **Rafforzare i corridoi ecologici lungo la Dora Baltea e i rii minori**, al fine di rinaturalizzare le sponde e i corsi d'acqua per garantire continuità ecologica.
- **Riqualificare i margini urbani come ecotoni funzionali**, con l'obiettivo di trasformare i bordi città-natura in ecotoni funzionali e diversificati.
- **Incrementare la porosità ecologica del tessuto urbano** con verde diffuso connessioni tra spazi aperti, per collegare verde diffuso e aree agricole e creare una rete ecologica interna.
- **Mitigare le barriere infrastrutturali con passaggi faunistici** e riduzione degli impatti, impiegando sottopassi, ecodotti e corridoi verdi.
- **Aumentare la connettività oltre la soglia critica** (rif. +60% di celle ad alta naturalità), migliorando resilienza e biodiversità urbana e periurbana, con l'obiettivo di superare la soglia critica di connettività e rafforzare i livelli di biodiversità.

Le connessioni ecologiche in progetto e le loro funzioni

Sulla base delle strategie descritte in precedenza è stata elaborata la struttura della rete ecologica prevista dal progetto, definendo i ruoli dei nodi e dei corridoi a partire dalle analisi condotte. Considerando le caratteristiche degli spazi e il loro valore all'interno della rete, ciascun elemento assume funzioni differenti in relazione alle proprie qualità intrinseche (forma, dimensione, usi attuali e posizione rispetto alla rete e al tessuto urbano). Di conseguenza, alle varie componenti sono stati attribuiti pesi differenti.

I nodi sono stati distinti in esistenti e di progetto, e ulteriormente suddivisi in principali e secondari in base alle funzioni ecologiche e fruтивe individuate. Una classificazione analoga è stata applicata ai corridoi, con una maggiore articolazione di quelli di progetto, che includono anche i corridoi di adduzione, ossia quelli che collegano nodi esterni alla rete con i nodi interni. La differenziazione è stata effettuata sulla base del potenziale progettabile, ovvero della reale possibilità di intervenire progettualmente in ciascuno spazio aperto pubblico. La distinzione tra elementi principali e secondari deriva invece dal ruolo svolto all'interno della rete, con particolare riferimento al grado di diversità delle soluzioni nature-based adottate.

A livello progettuale, gli elementi della rete prevedono soluzioni basate sulla natura (*nature-based solutions*). Da definizione fornita dall'IUCN²⁵, le NBS sono “azioni volte a proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali o modificati, che affrontano le sfide sociali in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benefici al benessere umano e alla biodiversità”. Relativamente alle NBS impiegate nel presente caso studio, si riporta di seguito una tabella descrittiva di ognuna:



Aree umide: zone con acqua permanente o stagionale (stagni, complessi palustri, zone di ritenzione) che offrono habitat, filtrazione delle acque e mitigazione del caldo urbano.



Bacini di detenzione delle acque meteoriche: ambienti con suoli periodicamente umidi (zone di transizione tra asciutto e paludos) utili per trattenere acque meteoriche, favorire specie specializzate e aumentare la resilienza idrica.



Giardini sensoriali: spazi progettati per stimolare vista, tatto, odorato, udito e gusto, impiegati per benessere terapeutico, inclusione e apprendimento ambientale.



Siepi di arbusti ed erbacee (resistenti alla siccità): filari o margini vegetali composti da specie arbustive e erbacee selezionate per bassa domanda idrica; forniscono habitat, schermature e stabilità del suolo in climi aridi o mediterranei.

²⁵ IUCN (2020), *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.



Aiuole di drenaggio (rain gardens/bioritenzione): depressioni vegetate che catturano e infiltrano le acque meteoriche, riducendo ruscellamento, filtrando inquinanti e ricaricando il suolo.



Viali alberati integrati: filari arborei combinati con strati inferiori (siepi, erbacee) lungo le strade: aumentano ombra, connettività ecologica, estetica e contribuiscono alla qualità dell'aria.



Micro-boschi con metodo Miyawaki: boschetti molto densi di specie autoctone piantate a stretto raggio per accelerare successione, aumentare biodiversità e fornire servizi ecosistemici su piccole superfici.



Ecodotti: passaggi vegetati per fauna sopra o sotto infrastrutture viarie che riducono la frammentazione, aumentano la connettività e diminuiscono gli incidenti fauna-veicolo.



Arnie (apiari urbani): installazione di alveari in aree urbane che può sostenere impollinazione, educazione ambientale e produzione locale di miele.



Forestazione urbana: piantagione e gestione di alberi e formazioni boschive in contesti urbani per mitigare isole di calore, gestire l'acqua, sequestrare carbonio e migliorare salute e qualità della vita.

Si riportano di seguito gli ambiti in cui le NBS sono state previste nel progetto, in relazione al ruolo dei nodi e corridoi in cui esse sono inserite:

NODI	Ruolo nella rete ecologica	Funzione principale	Nature Based Solutions in progetto	
			(vedere legenda al fondo)	
Parco di Città	Nodo principale esistente, da rafforzare	Area umida gestita – Parco urbano attrezzato	1, 7, 9, 10	
Giardino di Via Sandro Pertini	Nodo principale esistente, da rafforzare	Parco urbano attrezzato	2, 4, 5, 6, 7, 10	
Nuovo parco in ex-area agricola	Nodo principale, in progetto	Parco urbano attrezzato, con dotazione di aree umide	1, 6, 7, 8, 9, 10	
Parco dei bastioni medievali	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano non attrezzato	4, 6, 10	
Giardini Giusiana	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano attrezzato	2, 4, 6, 7, 10	

Giardini Liceo Botta	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano non attrezzato	4, 10
Giardini di P.zza Freguglia	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano attrezzato	4, 6, 10
Spazi verdi davanti a distaccamento di Ivrea della Guardia di Finanza	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano non attrezzato	4, 5
Area verde della scuola elementare Massimo D'Azeglio	Nodo secondario, da rafforzare	Verde di pertinenza scolastica	3, 4, 10
Area verde di Via Alcide De Gasperi	Nodo secondario, da rafforzare	Parco urbano attrezzato e parcheggio	4, 5, 10
Area boscata a sud del Naviglio	Nodo secondario, da rafforzare	Ambiente boscato	10
Rotonda di C.so Vercelli	Nodo secondario, in progetto	Verde infrastrutturale	4
Isola di traffico al bivio di Via Cascinette e C.so Vercelli	Nodo secondario, in progetto	Verde infrastrutturale	4, 5, 6
Margine nord dell'area mercatale	Nodo secondario, in progetto	Verde infrastrutturale	2, 5, 10
Margine nord del parcheggio Ufficio Tecnico di Ivrea	Nodo secondario, in progetto	Verde infrastrutturale	2, 5, 10

CORRIDOI	Ruolo nella rete ecologica	Nature Based Solutions in progetto	Funzione principale
C.so Re Umberto – C.so Botta	Corridoio principale esistente, da rafforzare	4, 5, 6	Verde infrastrutturale e area pedonale
Via Lago Sirio	Corridoio principale esistente, da rafforzare	4, 5, 6	Verde infrastrutturale e parcheggio
Collegamento pedonale tra la Scuola Fiorana e il Giardino di Via Sandro Pertini	Corridoio principale esistente, da rafforzare	4, 5, 6	Area pedonale e verde infrastrutturale
C.so Vercelli e Via Alcide De Gasperi	Corridoio principale, in progetto	4, 5, 6	Verde infrastrutturale
Piazza del Mercato	Corridoi principali e secondari, in progetto	2, 4, 5, 6	Verde infrastrutturale
Via Circonvallazione	Corridoio principale, in progetto	4, 5	Verde infrastrutturale
Via Strusiglia	Corridoio principale, in progetto	5, 6, 9	Verde infrastrutturale
Via San Nazario	Corridoio secondario, in progetto	6	Verde infrastrutturale
Sistema di siepi e filari in ambiente agricolo	Corridoi di adduzione, in progetto	6	Siepi e filari in ambiente agricolo

Legenda delle Nature Based Solutions impiegate nel progetto:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Aree umide | 6. Viali alberati integrati |
| 2. Bacini di detenzione delle piogge | 7. Micro-boschi con metodo Miyawaki |
| 3. Giardini sensoriali | 8. Ecodotti |
| 4. Siepi di arbusti ed erbacee (resistenti alla siccità) | 9. Arnie |
| 5. Aiuole di drenaggio acque meteoriche (rain garden) | 10. Forestazione urbana |

La localizzazione degli habitat umidi

In corrispondenza delle aree di naturale deflusso delle acque meteoriche sono previste nuove aree umide, pensate per incrementare la biodiversità in ambiente urbano e offrire nuovi punti di sosta per animali migratori. La localizzazione di queste aree è stata calcolata tramite l'analisi del deflusso delle acque, per mezzo del plugin SAGA in ambiente GIS. Si tratta di una stima della direzione di ruscellamento basata sulle pendenze dei rilievi topografici, in questo caso estrapolate dal Digital Terrain Model della regione Piemonte (con accuratezza 5 metri). Si intende pertanto precisare che i luoghi identificati sono da ritenersi “preferenziali” per la localizzazione degli habitat umidi, e che possono essere individuati con maggiore precisione utilizzando un Digital Surface Model con precisione maggiore (es. 1 metro).

La scelta di prevedere degli habitat di questa tipologia è nata dall'esigenza di implementare in ambiente urbano la quantità (e qualità) di spazi verdi in corrispondenza di rotte migratorie, come indicato da Piano Paesaggistico Regionale, di cui si discute nel capitolo successivo.

Confronto con le strategie da Piano Paesaggistico Regionale

Come anticipato, le proposte progettuali si affiancano alle strategie individuate dai piani sovralocali, concernenti la componente ecologica e ambientale. Come analizzato nell'elaborato 1, il PPR individua per l'area di approfondimento diverse linee strategiche che riguardano:

- La conservazione degli habitat naturali SIC
- Il contenimento della frammentazione in ambienti montani
- Il rafforzamento della connettività ecologica diffusa in ambienti montani
- L'implementazione della naturalità nei contesti fluviali
- Il mantenimento del corridoio fluviale del fiume Dora Baltea
- la difesa e l'implementazione di habitat di passaggio per l'avifauna.

Attraverso la costituzione di una rete ecologica multifunzionale e l'uso di NBS diversificate, il progetto intende assolvere a queste esigenze, localizzando gli interventi all'interno delle aree individuate dal PPR, risultando pertanto conforme al piano.

Confronto con le linee progettuali previste dal PRG 2030

Relativamente alla coerenza con le linee progettuali previste dal nuovo Piano Regolatore di Ivrea, il progetto prevede la conferma della gran parte dei filari alberati, a eccezione di alcuni tratti nell'area mercatale, che vengono comunque sostituiti da altri filari, disposti con densità maggiore e arricchiti di aiuole sottostanti al fine di aumentare la stratificazione vegetale e contribuire maggiormente alla riduzione dell'effetto isola di calore individuato per quest'area.

Il contrasto alle isole di calore è infatti una delle linee progettuali intraprese all'interno del nuovo piano, normate nell'art.60, comma 2 delle Norme di Attuazione. Si sono pertanto distinte le diverse aree a parcheggio che sono state interessate direttamente o indirettamente dal progetto di rete ecologica urbana. Grazie infatti al fenomeno dell'ombreggiamento e all'evapotraspirazione si può ipotizzare una diminuzione del discomfort termico, beneficiando direttamente le aree riprogettate e indirettamente le porzioni di città contermini a queste.

Infine, approfondendo il tema delle infrastrutture critiche per frammentazione ecosistemica, il progetto prevede la creazione di ecodotti (sotto forma di gallerie) [Figura 22], atte a superare la Strada Statale 26, che costituisce una vera e propria barriera ecologica. Occorre precisare che gli ecodotti nascono solitamente dalla volontà di riconnettere habitat frammentati soprattutto per alcune specie particolarmente colpite, ristabilendo una continuità naturale che si è persa nel tempo a colpa dell'infrastrutturazione del territorio. Nel caso di Ivrea, l'obiettivo è quello di dare una soluzione di continuità tra le aree agricole a sud della statale e il nuovo parco urbano. In questo modo la fauna locale che ne beneficierebbe sarebbe costituita da mammiferi (caprioli, cinghiali, volpi, tassi, scoiattoli, lepri e ricci per citarne alcuni) ma anche invertebrati.



Figura 22 - Esempio di ecodotto a galleria.

ELABORATO 9 – La componente botanica nel progetto di rete ecologica

L'elaborato conclusivo della presente tesi affronta il tema della componente botanica all'interno del progetto di rete ecologica urbana, definendo la scelta e l'uso della vegetazione partendo dal livello sistematico fino ad approfondire le scelte puntuale di composizione vegetale.

La scelta botanica

La scelta botanica alla base della progettazione del verde urbano è stata guidata da criteri di resilienza ecologica, sostenibilità ambientale e gestionale e valorizzazione della biodiversità. Le specie selezionate sono in prevalenza essenze autoctone, in grado di adattarsi alle condizioni climatiche locali, resistere ai periodi di siccità e **tollerare le sollecitazioni tipiche dell'ambiente urbano**, come l'inquinamento atmosferico, il compattamento del suolo e le isole di calore. Sono state scelte anche specie non originarie del Piemonte, ma che comunque si adattano al clima locale.

Particolare attenzione è stata rivolta alla riduzione dei fabbisogni manutentivi, privilegiando piante ad alta rusticità, di lunga durata di vita e con esigenze idriche contenute, in modo da ottimizzare le risorse e garantire nel tempo la sostenibilità economica e ambientale del progetto. Sono state inoltre privilegiate specie con frutti e bacche attrattive per l'avifauna, capaci di offrire nutrimento e rifugio a diverse forme di fauna urbana, favorendo la riconnessione ecologica tra i diversi spazi verdi della città. Allo stesso modo, la presenza di specie mellifere e impollinatrici contribuisce a sostenere gli insetti utili, rafforzando di conseguenza i processi naturali di impollinazione, in diversi momenti dell'anno. Un ulteriore criterio di selezione ha riguardato la bassa allergenicità delle specie, al fine di creare spazi pubblici inclusivi e salubri, fruibili da tutti i cittadini senza evidenti rischi per la salute.

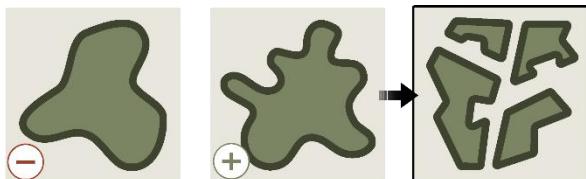
Pertanto, il verde urbano così concepito non è soltanto un elemento estetico o ornamentale, ma diventa parte integrante di una **rete ecologica multifunzionale**, capace di migliorare il microclima, assorbire gli inquinanti atmosferici e incrementare la qualità della vita urbana.

Dai principi ecologici a quelli compositivi

Parallelamente alla scelta botanica, è stata fatta una ricerca in merito alla composizione formale delle specie vegetali. Se da un lato la diversità risponde alle esigenze di ricreare biodiversità, la qualità delle macchie e corridoi della rete assume una maggiore efficacia funzionale anche grazie alla presenza di disturbo interno-esterno.

Focalizzandosi sui sistemi di macchie alle diverse scale (nodi in senso ampio ma anche habitat più minimi), la qualità ecologica è maggiore se si rispettano queste caratteristiche di forma:

1. basso indice di forma (rapporto superficie/perimetro)
2. sinuosità del margine
3. presenza di gradiente (transizione)

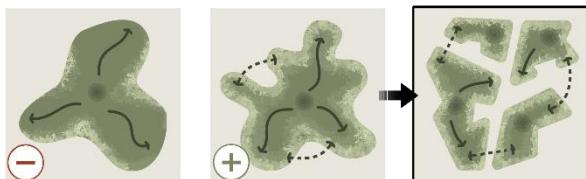
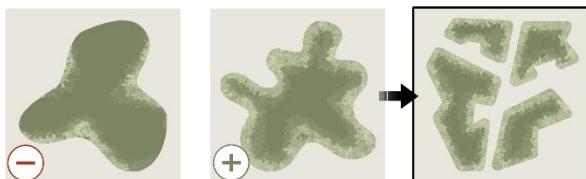


4. continuità e connettività

Questi parametri sono stati impiegati anche nel disegno degli spazi all'interno dei giardini, come riportato in Figura 23.



La trasposizione dai principi ecologici a quelli compositivi è preferibile, in quanto permette di aumentare significativamente il valore ecologico della rete, alle diverse scale. La predisposizione di disturbi lungo i perimetri permette inoltre di aumentare la presenza di nicchie ecologiche e innescare processi di bordo che migliorano il funzionamento del sistema ecologico.



Le azioni progettuali e la spazializzazione della vegetazione

La definizione della rete ecologica locale, già descritta nell'elaborato 8, assume importanza progettuale attraverso l'applicazione di azioni specifiche ai diversi elementi della rete, le nature-based solutions.

Figura 23 - Schema esemplificativo della composizione degli spazi rispetto ai principi di funzionalità ecologica dei nodi.

Le nature-based solutions localizzate all'interno della tavola presentano nella maggior parte dei casi un utilizzo differente della vegetazione. Scomponendo in nodi e corridoi l'infrastruttura verde pensata per l'area di studio, si possono infatti riconoscere due principali esigenze che richiede ognuno di questi elementi: la concentrazione di risorse per la biodiversità nel caso dei nodi e la qualità connettiva dei corridoi ecologici.

La vegetazione assume quindi un ruolo strategico, in quanto, come visto nei capitoli relativi allo studio dell'ecomosaico e della rete ecologica, vi sono differenze considerevoli nell'apporto di un certo contributo ecologico se si parla di boschi protetti piuttosto che di un parco urbano (per citare due esempi di macchie ecosistemiche). Parafrasando Forman, le interazioni all'interno di un mosaico determinano processi ecologici, flussi di energia, materia e specie, che sono connaturate nella funzionalità di tutte queste componenti. Pertanto, occorre assicurarsi che si inneschino in ambiente urbano dei processi ecologici adattivi all'ambiente della città e che garantiscano al contempo un incremento dei flussi di materia ed energia. In questo, l'impiego della vegetazione è fondamentale, in quanto rappresenta la base che innesca questi processi.

Come già citato nelle premesse, il ruolo che la vegetazione occupa in un contesto urbano è molteplice; essa migliora infatti la qualità dell'aria, riduce il calore urbano, permette di creare spazi di benessere per le persone, conferisce un valore ornamentale e contribuisce a rendere la città più resiliente, da un punto di vista di mitigazione del rischio ambientale e di incremento della biodiversità.

L'impiego della vegetazione è stato quindi adattato ai differenti contesti urbani al fine di massimizzare la funzionalità ecologica. Vi sono cinque macro tipologie di azioni in progetto che prevedono l'impiego del verde, illustrate nel capitolo successivo.

Il ruolo della vegetazione nelle azioni progettuali

Nella fascia centrale dell'elaborato viene approfondito il ruolo della vegetazione come componente progettuale, delineando sistemi integrati pensati per differenti contesti urbani.

Un primo esempio riguarda la **forestazione urbana** [Figura 24], che rappresenta uno degli strumenti più efficaci per migliorare la qualità ambientale urbana, aumentare la resilienza climatica e ricostruire continuità ecologiche frammentate. Questa tipologia di intervento è pensata per riportare la natura in città, soprattutto nei contesti dove è possibile spazialmente realizzare un'opera di questa portata. La forestazione è stata prevista in fatti in corrispondenza dei nodi della rete in progetto, al fine di incrementare la biodiversità e al contempo assolvere ad altre funzione come la mitigazione dell'isola di calore, l'assorbimento di CO₂ e l'intercettazione delle acque meteoriche, soprattutto attraverso l'utilizzo di specie autoctone ben adattate al contesto locale.

Una seconda strategia progettuale è costituita da un sistema integrato di **viali alberati e layer arbustivi ed erbacei alla base** [Figura 25]. Questa soluzione permette di aumentare la funzionalità ecologica e la resilienza climatica specialmente negli spazi stradali. Tradizionalmente i filari garantiscono ombreggiamento, mitigazione del calore e continuità visiva, ma risultano spesso monostrato. L'insieme di alberi, arbusti ed erbacee forma invece una sezione stradale più biodiversa e performante, capace di attenuare l'impatto del traffico, migliorare la percezione estetica e contribuire alla costruzione di corridoi ecologici urbani continui e più connessi.



Figura 24 - Modello esemplificativo di forestazione urbana.



Figura 25 - Tassello stradale con viali alberati e layer arbustivi ed erbacei.

All'interno dei nodi della rete in progetto, si prevede l'inserimento **giardini multifunzionali** [Figura 26], in grado di assolvere a diverse esigenze e conformarsi alla tipologia di spazio aperto e contesto in cui essi sono inseriti. Per la porzione di città presa in esame, sono previsti giardini sensoriali nelle scuole, progettati per il benessere psicofisico e la stimolazione sensoriale, ma anche pocket garden, che permettono di sfruttare piccoli spazi urbani per aumentare la biodiversità e la qualità della vita. Si prevedono infine diversi ambienti umidi, atti a ricreare zone palustri o ripariali, fondamentali per la depurazione naturale delle acque e l'habitat di flora e fauna specializzate.

È stata prevista la localizzazione puntuale di **micro-foreste**, ovvero interventi di riforestazione urbana basati sul **metodo Miyawaki**, una tecnica che prevede l'impianto ad alta densità di specie autoctone per generare micro-foreste a rapida crescita. Le piantumazioni includono essenze tipiche della fascia pedemontana piemontese come querce, carpini, aceri campestri, tigli e arbusti locali, disposte con densità di circa 3-5 piante/m². L'adozione di questo metodo consente di ottenere una vegetazione più veloce e resiliente rispetto ai rimboschimenti tradizionali (Lewis, 2023), favorendo la creazione di nuovi microhabitat urbani adattivi. Le specie vegetali vengono messe a dimora in modo raccapricciato, simulando quindi le dinamiche presenti in un ambiente forestale, con posizione casuale delle specie e ampia diversità [Figura 27].

Nello specifico caso studio, sono state scelte specie autoctone, presenti nei boschi del territorio eporediese:

Specie di cima (strato superiore → 15m)

Quercus robur L.
Carpinus betulus L.
Acer campestre L.
Fraxinus excelsior L.
Tilia cordata Mill.
Prunus avium L.
Populus alba L.
Populus x canadensis Moench
Salix alba L.



Figura 26 - Tassello esemplificativo di giardini multi-funzionali.



Figura 27 - Un esempio di micro-foresta.

Specie di sottobosco (strato medio → 5-15m)

Alnus glutinosa (L.) Gaertn.
Celtis australis L.
Sorbus aucuparia L.
Corylus avellana L.
Acer opalus Mill.
Salix eleagnos Scop.

Specie di strato arbustivo (1-5m)

Crataegus monogyna Jacq.
Prunus spinosa L.
Cornus sanguinea L.
Ligustrum vulgare L.
Viburnum lantana L.
Salix purpurea L.
Rosa canina L.

Queste specie sono esemplificative di un ambiente forestale autoctono, ma possono essere ulteriormente integrate con altre specie, al fine di aumentare la diversità e avere più dinamiche ecologiche in atto, anche di selezione naturale.

Le specie utilizzate nel progetto

Scendendo nel merito delle specie arboree, arbustive ed erbacee utilizzate nel progetto, si è scelta sia vegetazione autoctona sia specie non autoctone, pur garantendo che queste non risultino presenti nelle black list della Regione Piemonte.

Si è optato per specie particolarmente adatte al clima urbano di una città come Ivrea, considerando i valori di bioindicazione secondo Pignatti (2005), rispettando valori di luce, temperatura, umidità, continentalità, reazione del substrato e nutrienti. La scelta delle varietà è stata fatta anche per affrontare situazioni ambientali diverse, come nel caso delle aree umide e i giardini secchi. In questi due casi specifici, la vegetazione per le aree umide è prevalentemente **igrofila**, ovvero adattiva a periodi di sommersione (totale o parziale). Al contrario, per gli spazi urbani, più soggetti a dinamiche pressanti (quali problematiche termiche, utilizzo maggiore da parte delle persone, inquinamento) presentano necessità diverse, come la resistenza alla siccità (come nel caso delle specie **xerofile**), poca richiesta di manutenzione e longevità delle specie, anche in funzione del valore ornamentale durante i diversi periodi dell'anno.

Si aggiungono le **specie arbustive**, che oltre a rispondere ai requisiti riportati nei parametri di scelta a inizio capitolo, fungono da protezione per piccoli animali, in primis gli uccelli. Si è tenuto conto inoltre di specie che avessero una fioritura prolungata e presente in diversi momenti dell'anno, oltre a disporre di bacche commestibili.

Pertanto, le specie sono state scelte per essere localizzate in ambiti che, in maniera diversa, rispondono alle esigenze ambientali e funzionali specifiche del sito, da verificare

puntualmente in fase progettuale. La tabella riportata di seguito comprende le specie arboree e arbustive selezionate e il loro ruolo all'interno della rete:

RUOLO NELLA RETE ECOLOGICA	Specie arboree	Specie arbustive
Corridoi principali esistenti da rafforzare	<p><i>Non previste, al fine di conservare il capitale arboreo già presente e incrementare il valore ecologico attraverso il solo inserimento di layer arbustivi alla base</i></p>	<p><i>Viburnum lantana L.</i> <i>Ligustrum vulgare L.</i> <i>Salix purpurea L.</i> <i>Rosa canina L.</i></p>
Corridoi principali in progetto Alta densità arbustiva per una maggiore continuità vegetale Alberi con sagoma della chioma differente per adattarsi alle diverse sezioni stradali	<p><i>Acer campestre L.</i> <i>Tilia cordata Miller</i> <i>Salix alba L.</i> <i>Prunus avium L.</i> <i>Carpinus betulus 'Fastigiata'</i></p>	<p><i>Viburnum lantana L.</i> <i>Ligustrum vulgare L.</i> <i>Salix purpurea L.</i> <i>Rosa canina L.</i></p>
Corridoi secondari in progetto Alberi di 2-3° grandezza Grande fioritura	<p><i>Lagerstroemia indica L.</i> <i>Prunus avium L.</i> <i>Aesculus hippocastanum L.</i></p>	<p><i>Viburnum lantana L.</i> <i>Ligustrum vulgare L.</i> <i>Rosa canina L.</i> <i>Abelia x grandiflora (Rovelli ex André) Rehder</i></p>
Corridoi di adduzione Alberi e arbusti ad alta rusticità per l'ambiente agricolo	<p><i>Quercus robur L.</i> <i>Acer campestre L.</i> <i>Populus nigra L.</i></p>	<p><i>Ligustrum vulgare L.</i> <i>Salix eleagnos L.</i> <i>Rosa canina L.</i></p>

Se per gli alberi si è detto che la localizzazione è fortemente condizionata dalle composizione del suolo e dalla posizione rispetto al contesto urbano, le aiuole localizzate all'interno della città offrono invece ampie possibilità in termini di scelta botanica e di

“configurazioni” spaziali. Si propongono, pertanto, diverse **specie erbacee perenni, suffruticose e bulbose**, che in maniera differente contribuiscono all’incremento di valore ecologico. Di seguito si riportano alcuni esempi:

Aiuola xerofila per composizioni in parchi e giardini

- *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beaup
- *Verbena bonariensis* L.
- *Carex buchananii* Berggr.
- *Ceratostigma plumbaginoides* Bunge
- *Muhlenbergia capillaris* (Lam.) Trin.
- *Euonymus japonicus* Thunb.



Aiuola xerofila per i giardini sensoriali

- *Artemisia alba* Turra
- *Lavandula angustifolia* Mill.
- *Stachys byzantina* K.Koch
- *Santolina chamaecyparissus* L.
- *Perovskia atriplicifolia* Benth.
- *Jacobsaea maritima* (L.) Pels. & Meijd.
- *Echinops bannaticus* Rochel



Aiuola da pieno sole con lunga fioritura per parchi e giardini

- *Rudbeckia fulgida* Aiton
- *Gaillardia aristata* Pursh
- *Coreopsis verticillata* L.
- *Hemerocallis fulva* (L.) L.
- *Echinacea purpurea* Rochel
- *Liatris spicata* (L.) Willd
- *Sedum spectabile* Boreau
- *Erigeron karvinskianus* DC.



Aiuole basse, con fioritura marzo – ottobre, per i giardini sensoriali

- *Cerastium tomentosum* L.
- *Alyssum saxatile* L.
- *Aubrieta deltoide* (L.) DC.
- *Armeria maritima* (Mill.) Willd.
- *Festuca glauca* Vill.
- *Gazania rigens* (L.) Gaertn.
- *Delosperma cooperi* (Hook.f.) L.Bolus
- *Viola cornuta* L.



Aiuola voluminosa e compatta, per i giardini sensoriali

- *Euphorbia characias* L.
- *Lavandula stoechas* Mill.
- *Senecio cineraria* DC.
- *Coreopsis verticillata* L.
- *Erigeron karvinskianus* DC.
- *Perovskia atriplicifolia* Benth.
- *Gaillardia aristata* Pursh.
- *Salvia officinalis* L.



Aiuola con fioritura a onda, da marzo a novembre, per parchi e giardini

- *Aubrieta deltoidea* (L.) DC.
- *Ranunculus asiaticus* L.
- *Erysimum cheiri* (L.) Crantz
- *Dianthus barbatus* L.
- *Echinacea purpurea* Rochel
- *Liatris spicata* (L.) Willd.
- *Sedum spectabile* Boreau
- *Chrysanthemum maximum* Ram.



Aiuole per ambienti umidi a sommersione parziale

- *Carex elata* All.
- *Iris pseudacorus* L.
- *Rudbeckia fulgida* Aiton
- *Echinacea purpurea* (L.) Moench
- *Lythrum salicaria* L.
- *Hibiscus moscheutos* L.
- *Senecio clivorum* Maxim.
- *Iris pseudacorus* L.
- *Aconitum napellus* L.
- *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm.
- *Corydalis cava* (L.) Schweig. & Korte
- *Ophiopogon muscari* Decne
- *Hypericum calycinum* L.



All'elenco si aggiungono le specie da inserire all'interno delle aree umide, nell'area interna di bacini lacustri e stagni:

- *Hottonia palustris* L.
- *Iris pseudacorus* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.
- *Sparganium erectum* L.
- *Typha latifolia* L.

Come già detto per i micro-boschi con metodo Miyawaki e le specie arboree e arbustive in progetto, le specie riportate costituiscono delle proposte, che possono essere integrate con altre specie botaniche. È infatti opportuno sottolineare come le piante costituiscono il punto di partenza per le catene alimentare terrestri, e la maggiore diversificazione botanica genera di conseguenza differenti catene alimentari [Moore, 2022]. Questo si traduce in un ampio ventaglio di micro-habitat che permette di massimizzare il numero e la qualità di nicchie ecologiche e creare nuove interazioni all'interno dei biotopi. L'idea di progetto è quindi quella di evitare forme di staticità ecologica all'interno della città di Ivrea, promuovendo una diversificazione dell'uso della componente botanica e delle specie animali che ne usufruiscono, favorendo una progettazione del verde atta a replicare la struttura stratificata degli ecosistemi naturali [Fedelfio, 2025].

CONCLUSIONI

La tesi ha affrontato il tema della rete ecologica come infrastruttura paesaggistica per la città di Ivrea, interrogandosi sul modo in cui la pianificazione urbanistica possa farsi carico delle esigenze di ricomposizione ecologica, qualità ambientale e resilienza che caratterizzano oggi il progetto contemporaneo. L'intero percorso di ricerca è stato guidato dalla volontà di comprendere come la Variante Generale al Piano Regolatore (PRG2030) recepisca e interpreti la rete ecologica non solo come prescrizione normativa, ma come dispositivo capace di orientare le trasformazioni future della città. In questo senso, il PRG2030 è un caso studio rilevante proprio per la varietà di contributi che l'hanno costruito: studi scientifici, analisi ambientali, contributi partecipativi e confronti intercomunali hanno concorso a costruire un quadro conoscitivo complesso, che apre la strada a nuove possibilità interpretative del territorio eporediese.

L'analisi del Piano ha evidenziato la crescente sensibilità verso i temi ambientali e una consapevolezza diffusa del valore strategico degli spazi aperti. Tuttavia, è emersa anche una persistente difficoltà nell'estendere tale sensibilità alle dinamiche urbane più interne. Se da un lato il PRG2030 affronta con attenzione la dimensione extraurbana — riconoscendo la necessità di proteggere e connettere gli ambiti naturali e agricoli — dall'altro appare meno incisivo nella definizione di strumenti capaci di integrare la natura dentro la città, conferendo al verde un ruolo più strutturante. La vegetazione urbana continua infatti a essere in larga parte trattata come elemento accessorio, talvolta utile alla mitigazione degli impatti o alla qualificazione estetica degli spazi, ma ancora apparentemente lontano dall'essere inteso come parte attiva dei processi ecologici urbani.

Questa osservazione ha rappresentato il punto di partenza per riformulare una possibile interpretazione del territorio di Ivrea e, in particolare, per considerare la rete ecologica non come sommatoria di aree verdi disgiunte, ma come sistema continuo e multiscalare. La lettura del paesaggio eporediese ha evidenziato come la città sia inserita in un contesto ambientale di grande complessità, quale l'Anfiteatro Morenico. Proprio in corrispondenza del comune di Ivrea, questo ambito paesaggistico risulta particolarmente frammentato. Le connessioni ecologiche, infatti, risultano spesso interrotte dalle trasformazioni insediative, industriali e infrastrutturali che hanno segnato l'ultimo secolo. In questo senso, l'approccio analitico e progettuale fortemente basato sulla lettura delle componenti ecologiche ha dimostrato come queste permettano di cogliere la città non come oggetto separato dal suo intorno, ma come parte integrante di un sistema ecologico più ampio, che può ancora essere centrale nella riconnessione tra città e ambito di paesaggio.

L'elaborazione di una visione integrata ha evidenziato alcuni aspetti centrali. Il primo riguarda il valore dei margini, intesi non come semplici linee di separazione o buffer tra sistemi diversi, ma come luoghi di relazione, porosità e possibile riconnessione ecologica. Il secondo concerne il ruolo degli spazi aperti e dei vuoti urbani, spesso percepiti come luoghi immutabili o residuali, ma che possono rivelarsi dispositivi strategici per costruire o rafforzare la continuità ecologica. Infine, è emerso il potenziale delle aree di trasformazione tra città e campagna, dove i processi di rigenerazione ecologica possono diventare occasioni per ridisegnare non solo il paesaggio, ma anche le modalità di fruizione e di appropriazione dello spazio da parte delle comunità.

Da queste riflessioni deriva una proposta progettuale che non ambisce a definire soluzioni puntuali o definitive, ma a mettere in luce un indirizzo metodologico: concepire la rete ecologica come infrastruttura paesaggistica in grado di conferire al paesaggio urbano un nuovo ruolo ambientale, dove il verde non è considerato come una dotazione aggiuntiva, ma come una struttura fondamentale della città, capace di sostenere processi ecologici — come la continuità degli habitat o la regolazione microclimatica — e, allo stesso tempo, di generare spazi relazionali e luoghi collettivi. La rete ecologica diventa così un dispositivo ibrido, dove natura e società non si contrappongono, ma si sostengono reciprocamente.

La visione che emerge è quella di una Ivrea che ritrova nella propria struttura ecologica un elemento identitario e un motore di rigenerazione. Non una città che aggiunge porzioni di verde, ma una città che riconosce nella natura un principio generatore dello spazio urbano. Questo approccio suggerisce di conseguenza la possibilità di sviluppare, nel tempo, politiche e progetti che mettano al centro il paesaggio come infrastruttura capace di incrementare la qualità ecologica, la resilienza ambientale e il benessere collettivo.

Infine, il lavoro apre alcune prospettive future: la necessità di consolidare strumenti di governance ecologica tra i Comuni dell'Eporediese; l'opportunità di sperimentare interventi pilota che rendano visibile il valore degli spazi di transizione; l'importanza di definire criteri condivisi per riconoscere e progettare la biodiversità urbana. Sono linee di ricerca e di azione che questa tesi non intende chiudere, ma contribuire ad avviare, nella consapevolezza che il tema della rete ecologica rappresenta oggi una delle principali frontiere per ripensare il rapporto tra ambiente e progetto.

In conclusione, il lavoro dimostra come la rete ecologica, interpretata come infrastruttura paesaggistica, possa costituire una chiave per ricucire i frammenti del territorio di Ivrea, restituire continuità ecologica e favorire la costruzione di una città più equilibrata sotto il profilo ambientale, resiliente e capace di riconoscere nella natura non un elemento secondario, ma un fondamento della propria identità e del proprio futuro.

RIFERIMENTI

BIBLIOGRAFIA

- Aa. Vv. (2004), *Un nuovo Piano riformista per Ivrea*, 5° Rassegna Urbanistica Nazionale Venezia, 10-20 novembre 2004.
- Aa. Vv. per Arpa Piemonte (2005), *Fauna selvatica ed infrastrutture lineari*, Arpa Piemonte.
- Alberico S., Ciadamidaro S., Grasso S., Minciardi M.R., Rossi G.L., Vayr P. (2019), *Modalità tecniche per l'analisi e il miglioramento della reticolarità ecologica del territorio. Applicazione al territorio della città metropolitana di Torino*, RT/2019/3/ENEA.
- Ballatore, L. (1996), *Storia delle ferrovie in Piemonte. Dalle origini alla vigilia della seconda guerra mondiale*, Il punto, Torino.
- Bazzaro P. (2001), *Per una Rete di Archivi dei Piani urbanistici in Italia: Ivrea (1883-1942)*, Rel. Vera Comoli, Vilma Fasoli. Politecnico di Torino, Corso di laurea in Architettura.
- Bertolino, A. (2004), *I Piani Regolatori di Ivrea dall'approccio olivettiano a quello riformista*, Rel. Alberto Bottari. Politecnico di Torino, Corso di laurea in Architettura.
- Boitani, L., Falcucci, A., Maiorano, L. (2002), *Rete Ecologica Nazionale: criteri per l'identificazione delle aree e connessioni ecologiche*, Ministero dell'Ambiente.
- Bowler, D. E. et al. (2010), *Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence*, Landscape and Urban Planning.
- Bratman, G. N. et al. (2015). *Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation*. PNAS.
- Bruno, L. (1877), *I terreni costituenti l'anfiteatro allo sbocco della Dora Baltea*, Ivrea, Cubris.
- Caramiello, R., Minuzzo, C., Siniscalco, C., Tisi, A. (2005), *Flora acquatica e palustre della zona dei "Cinque laghi" di Ivrea*, RIV. PIEM. ST. NAT., 26, 2005: 41-71.
- Casalis, G. (1843), *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*, Vol. IX, Torino.
- Cattaneo, M. V. (2023), *Il Naviglio di Ivrea da Leonardo a oggi in Storia, tecnica e territorio*, pp. 177-187, Firenze University Press.
- D'Andrea, M., Lisi, A., Mezzetti, T. (2005), *Patrimonio geologico e geodiversità: Esperienze ed attività dal Servizio Geologico d'Italia all'APAT*, Rapporti APAT, n. 51/2005, Roma.
- Elmquist, T. et al. (2003), *Response diversity, ecosystem change, and resilience*. Frontiers in Ecology and the Environment.
- Fedelfio, F. (2025), *Giardini sostenibili*, Gribaudo.
- Ferrara, G. et al. (2019), *La gerarchizzazione degli spazi aperti*, Lineaverde Gen/Feb 2019.
- Ferrari, C., Pezzi, G. (2013), *L'ecologia del paesaggio*, Il Mulino, Bologna.
- Forman, R.T.T. (1995), *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.

- Graves, J.H. & Schreiber, K.F. (1977), *Powerline corridors as possible barriers to the movement of small mammals*, American Midland Naturalist.
- Holland, M. M., Risser, P. G., Naiman, R. J. (1991). *Ecotones: The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*. Springer.
- Indovina, F. (1990), *La città diffusa*, DAEST, Venezia.
- Iorio, V. per La Sentinella del Canavese, Ivrea, *il Piano regolatore arriva in consiglio*, 18 gennaio 2023.
- IPLA, Regione Piemonte. (2000), *La robinia. Indirizzi per la gestione e la valorizzazione*, Blu Edizioni.
- ISPRA (2017), *Reti ecologiche, greening e green infrastructures nella pianificazione del territorio e del paesaggio*, Reticula n. 14, dicembre 2017, Roma: ISPRA.
- ISPRA (2019), *Linee guida per la realizzazione della Rete Ecologica Regionale*. Rapporti ISPRA 303/2019.
- IUCN (2020), *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989), *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press.
- Konijnendijk, C. (2024), *Rethinking Urban Green Spaces*, Edward Elgar Publishing.
- Lewis, H. (2023), *Mini-forest revolution. Come creare piccole foreste con il metodo Miyawaki dentro e fuori città*. Terra Nuova.
- Malusardi, F. (1993), *Luigi Piccinato e l'urbanistica moderna*, Officina edizioni, Roma.
- Mondino G.P. (2007), *Flora e vegetazione del Piemonte*, L'artistica editrice.
- Mondino G.P., Spaziani F., Terzuolo P.G. (2002), *Alberi e Arbusti - Guida alle specie spontanee del Piemonte*. Regione Piemonte, Blu Edizioni.
- Moore, D. (2022), *Gardening in a Changing World: Plants, People and the Climate Crisis*, Pimpernel Pr, Londra.
- Nowak, D. J. et al. (2006), *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*. Urban Forestry & Urban Greening.
- Oke, T. R. (1989), *The micrometeorology of the urban forest*. Philosophical Transactions of the Royal Society B.
- Olivetti, A. (1960), *La città dell'uomo*, Edizioni di Comunità, Ivrea.
- O'Riordan, R., Davies, J., Stevens, C., and Quinton, J. N. (2021), *The effects of sealing on urban soil carbon and nutrients*, SOIL, 7, 661–675, <https://doi.org/10.5194/soil-7-661-2021>.
- Peroni, M. (2016), Ivrea. *Guida alla città di Adriano Olivetti*, Edizioni di Comunità, Ivrea.
- Piemonte, (2009, 29 giugno), *Legge regionale 29 giugno 2009, n. 19. Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità*, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.

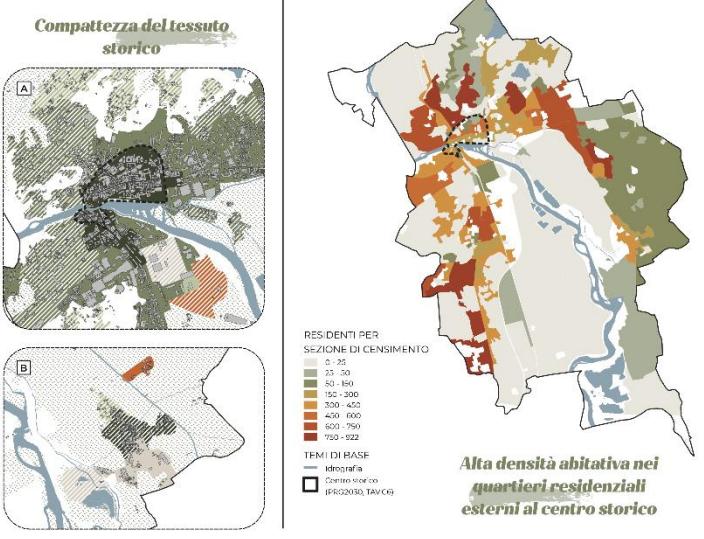
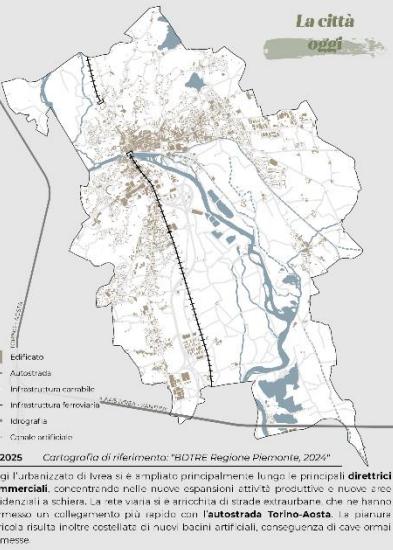
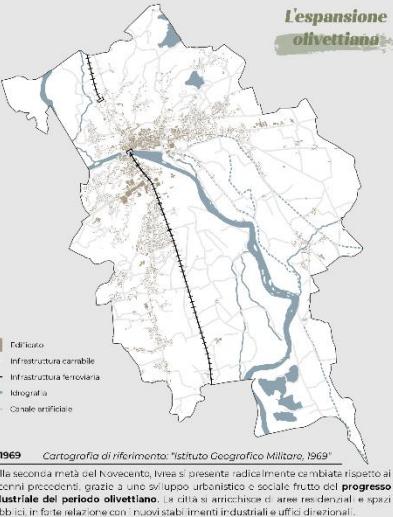
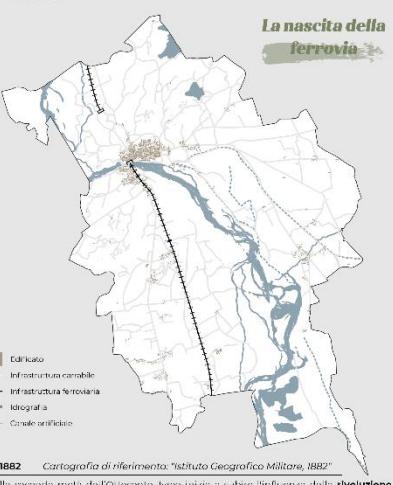
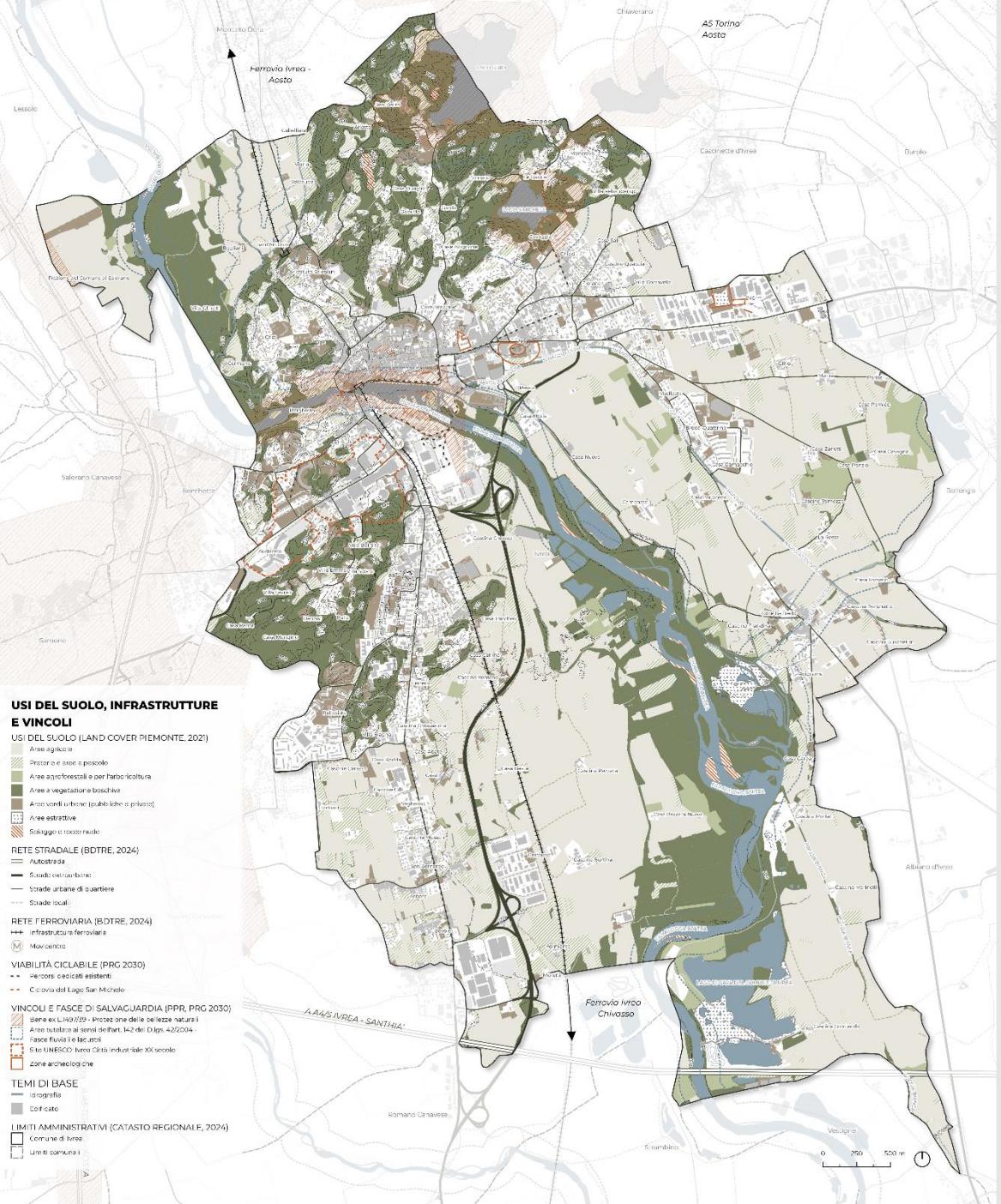
- Piemonte, (2014, 3 marzo), *Deliberazione della Giunta Regionale 27-7183. Raccordo e coordinamento finalizzati all'implementazione della Rete Ecologica Regionale ai sensi della L.R. 19/2009*, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.
- Piemonte, (2015, 31 luglio), *Deliberazione della Giunta Regionale 52-1979. Approvazione della metodologia tecnico-scientifica per l'individuazione e l'implementazione della Rete Ecologica Regionale*, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.
- Piemonte, (2016, 29 febbraio), *Deliberazione della Giunta Regionale 23-2975. Aggiornamento degli elenchi approvati con DGR 46-5100 del 18 dicembre 2012 "Identificazione degli elenchi (Black List) delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte e promozione di iniziative di informazione e sensibilizzazione"*, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.
- Piemonte, (2017, 3 ottobre), *Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte*, Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 233-35836, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.
- Piemonte, (2024, 21 novembre), *Deliberazione della Giunta Regionale 10-398. Misure di conservazione della Rete Natura 2000 del Piemonte*, Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte.
- Pignatti, S. (2005). *Valori di Bioindicazione delle Piante Vascolari della Flora D'Italia*, Università degli Studi di Camerino, Camerino.
- Pignatti, S. (2017). *Flora d'Italia* (2^a ed.), Edagricole, Bologna.
- Regione Piemonte (2021), *Linee guida per la rete ecologica regionale*. Settore Biodiversità e Aree Naturali Protette.
- Turner, M.G., Gardner, R.H., & O'Neill, R.V. (2001), *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Springer.
- Ulrich, R. S. et al. (1991), *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*. Journal of Environmental Psychology.
- Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2012). *On the choice of vegetation type and plant parameters to optimize reduction of road traffic noise*. Landscape and Urban Planning.
- Vianello, G. (1998), *Cartografia e fotointerpretazione*, CLUEB, Bologna.
- Wilson, E. O. (1984), *Biophilia*. Harvard University Press.

SITOGRADIA

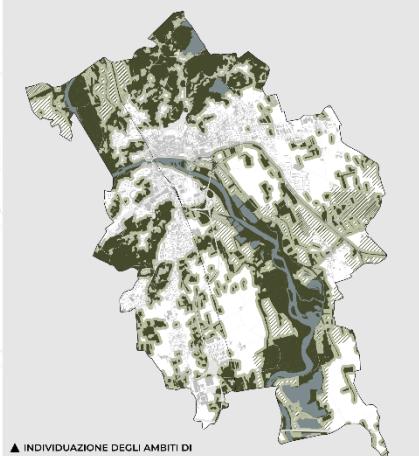
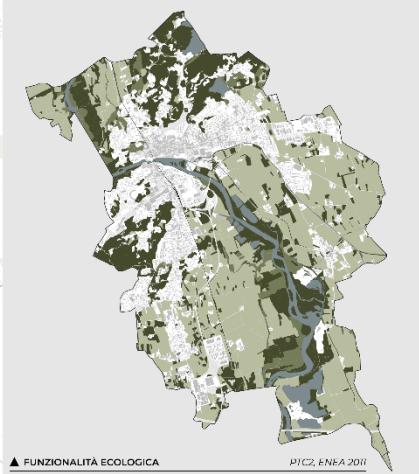
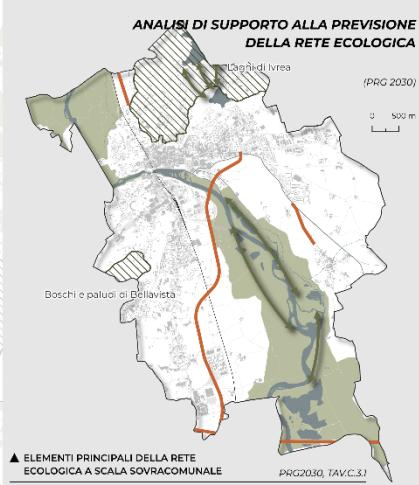
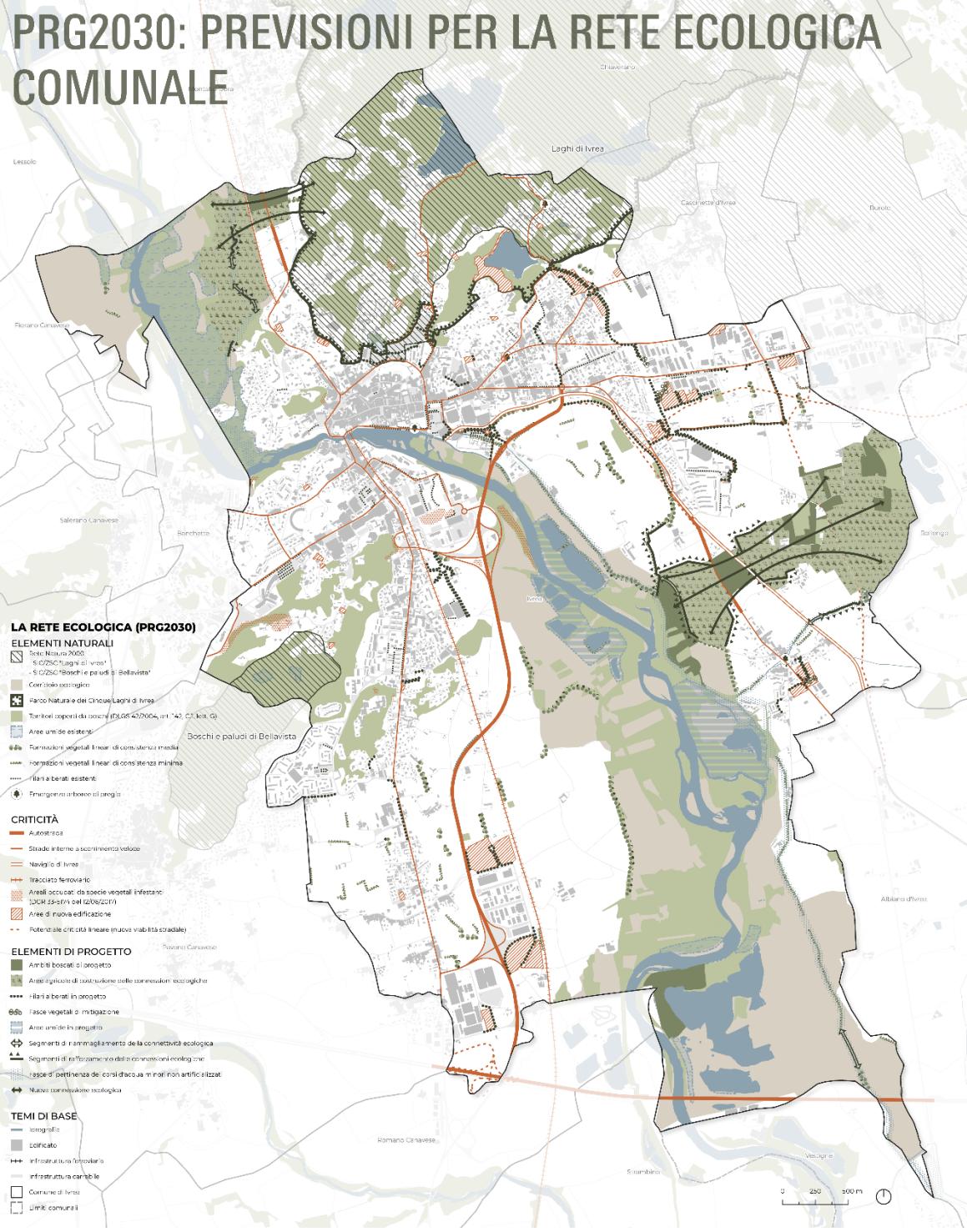
- Comune di Padova (2022), *Piano del Verde comunale*. <https://www.padovanet.it/informazione/piano-del-verde> [ultimo accesso: agosto 2025]
- Comune di Torino (2020), *Piano strategico dell'infrastruttura verde della Città di Torino*. Settore Verde Pubblico. <https://www.comune.torino.it/verdepubblico/> [ultimo accesso: agosto 2025]
 - ISTAT (2021), *Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni 2021: Risultati definitivi*, Istituto Nazionale di Statistica. <https://www.istat.it/notizia/basi-territoriali-e-variabili-censuarie/> [ultimo accesso: agosto 2025]

ALLEGATI

IL COMUNE DI IVREA: L'INSEDIAMENTO



PRG2030: PREVISIONI PER LA RETE ECOLOGICA COMUNALE



OBIETTIVI STRATEGICI DEL PRG 2030

- Tutela e incremento degli spazi naturali/seminaturali, favorendo la permeabilità del territorio e le connessioni con le aree core (Laghi di Ivrea, Serra d'Ivrea).
- Promozione di spazi naturali nel territorio rurale, con scelte autoctone e funzionalità ecologica.
- Valorizzazione dei corsi d'acqua come corridoi ecologici, assicurando: difesa idraulica, qualità naturistica, qualità paesaggistica.
- Riqualificazione ecologica e paesaggistica, anche tramite interventi compensativi delle nuove strutture insediatrice.
- Controllo della forma urbana e dell'infrastrutturazione, per integrare elementi funzionali della rete.
- Creazione della rete ecologica mediante incentivi, coordinamento normativo e pianificazione multilivello.

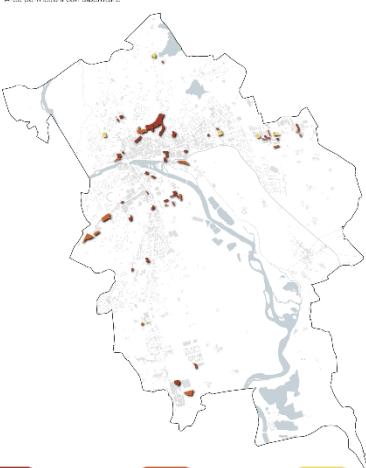
FASI OPERATIVE



IL CONTRASTO ALLE ISOLE DI CALORE

AMBITI DI INTERVENTO PER IL CONTRASTO AL FENOMENO DELLE ISOLE DI CALORE (PRG2030, Ar. 60, Comma 2, NdA)

- Aree totalmente impermeabilizzate e prive di bericate
- Aree impermeabilizzate con o senza bericate o aree permeabili senza bericate
- Aree permeabili con bericate



59% 32% 9%

DIRETTRICI DI CONNESSIONE (RETE ECOLOGICA REGIONALE)



CONSOLIDAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA RETE ECOLOGICA LOCALE

Tipologie di interventi sul reticolto idrico minore:

- Riqualificazione delle formazioni in seguito all'irruzione di invasori esistenti
- Rafforzamento con maggiore densità e compattezza vegetale

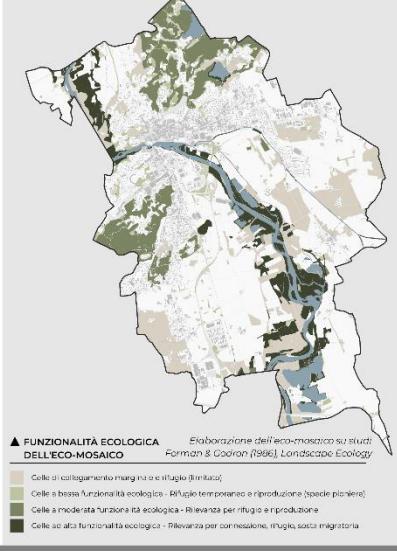
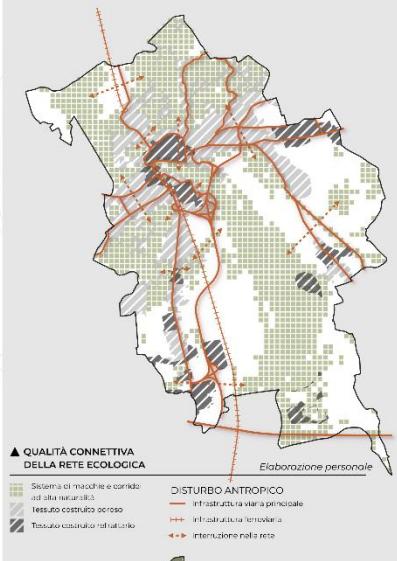
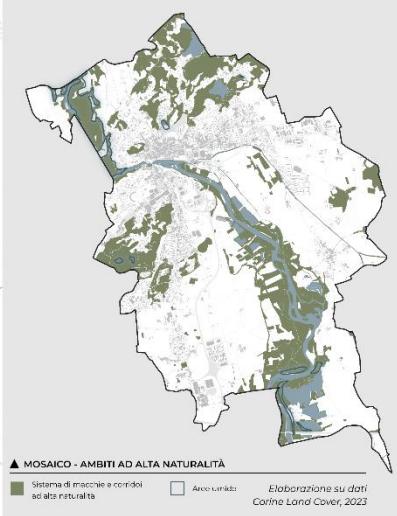
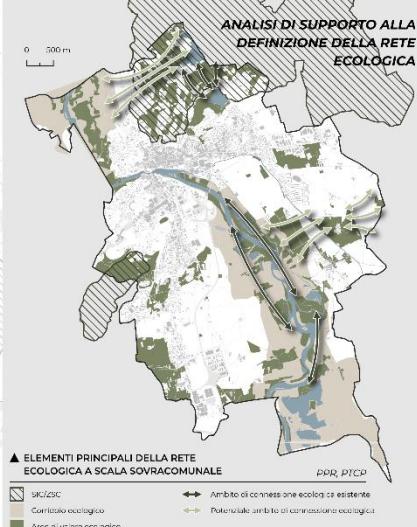
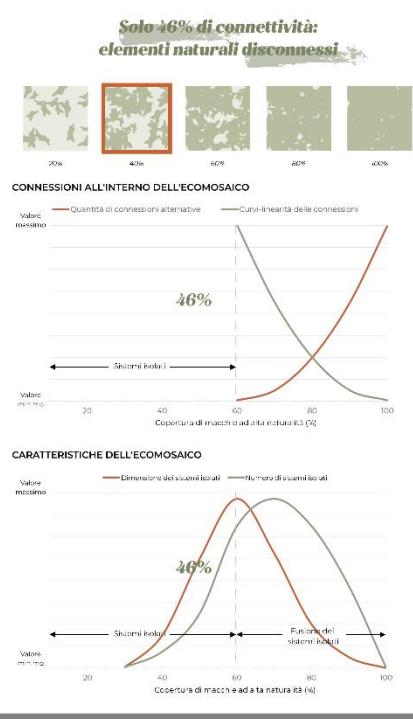
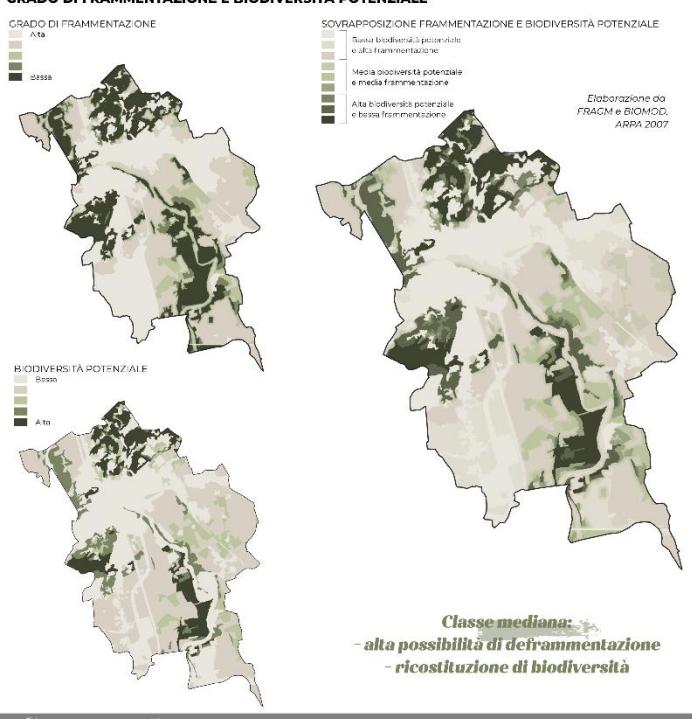
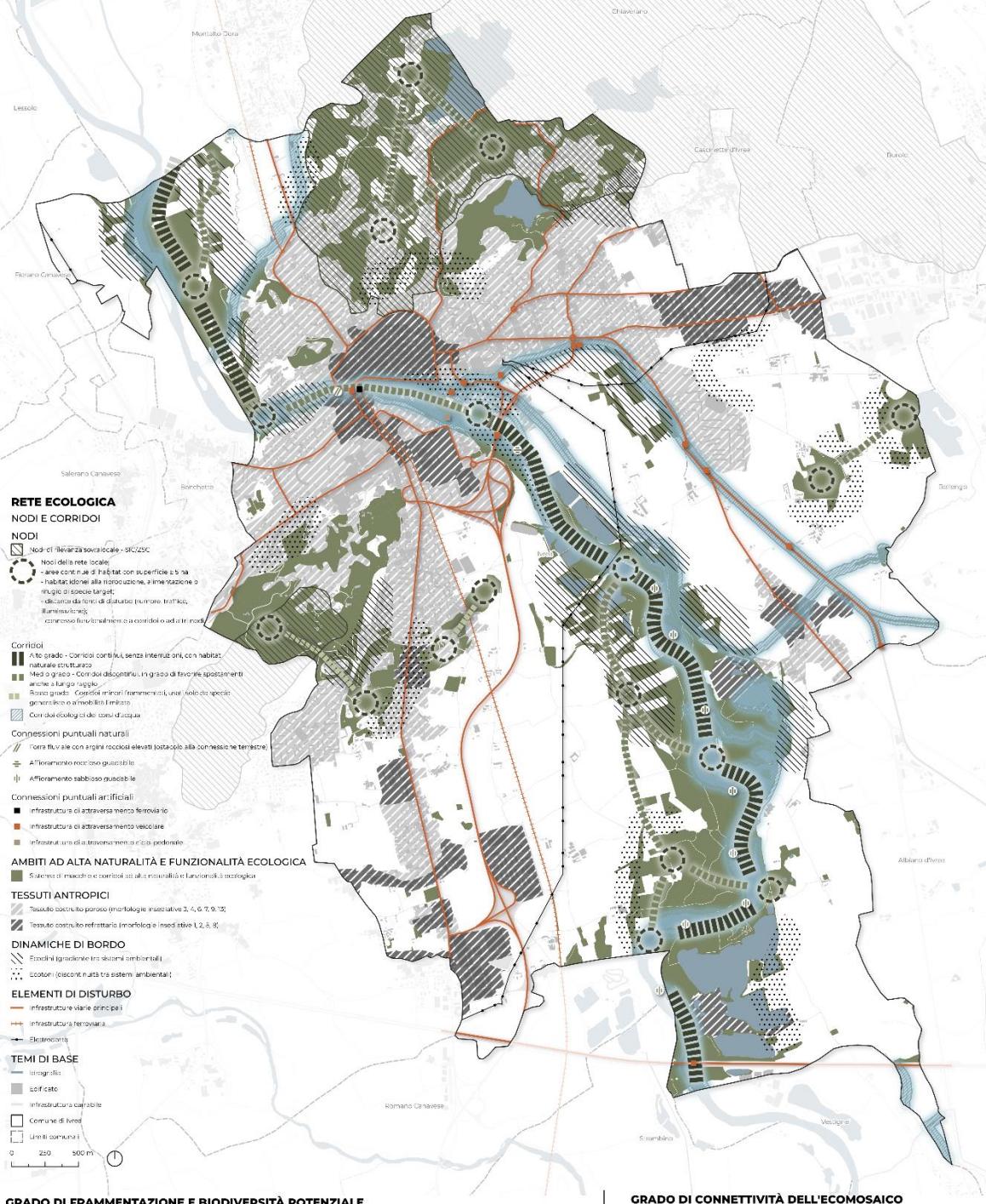
Tipologie di interventi compensativi:

- Plantazione di nuovi boschi ("planting stand")
- Realtizzazione di nuove aree umide da cave dismesse
- Superamento di barri infrastrutturali (strade, ferrovie, navigli di Ivrea)

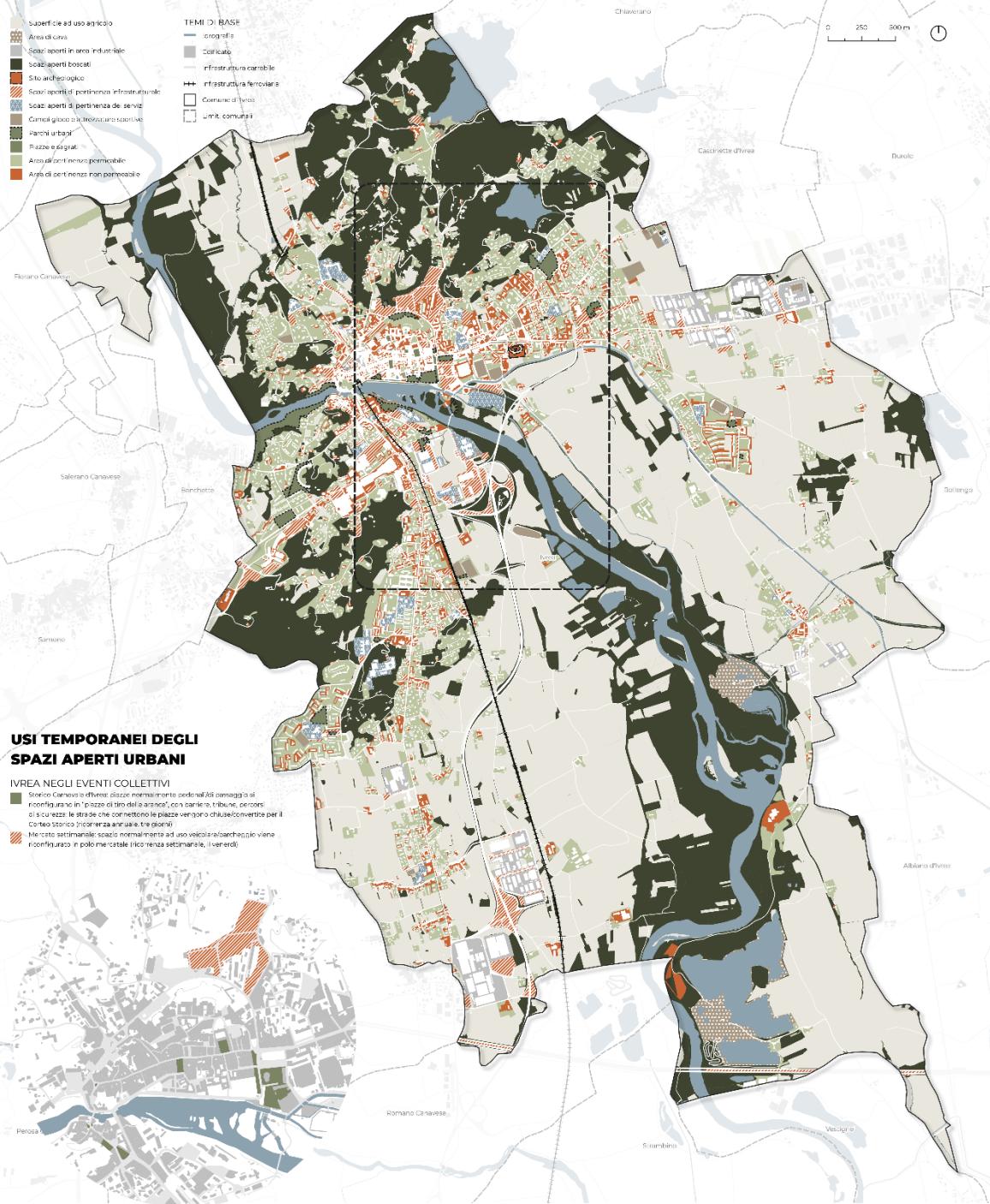
Indicazioni specifiche:

- Viabilità: mantenere i percorsi idraulici, rimuovere ostacoli dove possibile, realizzare sottopassi per la fauna
- Insegnamenti agricoli: impianto nuovi volumi, favorire compattazione e permeabilità
- Aree agricole: mantenere e ridurre eccezionalmente lineari, gestire le agro-foreste
- Aree a servizi: evitare nuova impermeabilizzazione, integrare vegetazione esistente

UNA REINTERPRETAZIONE DELLA RETE ECOLOGICA

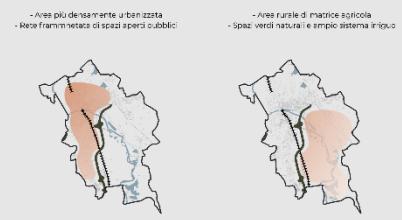


GLI SPAZI APERTI URBANI COME OPPORTUNITÀ

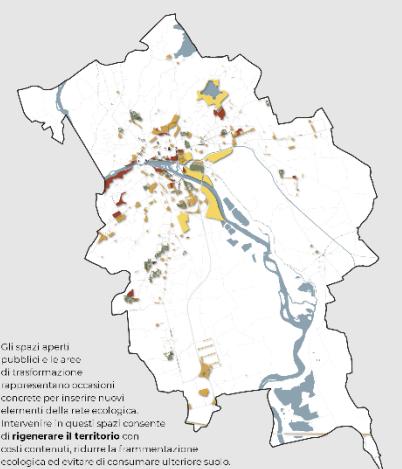
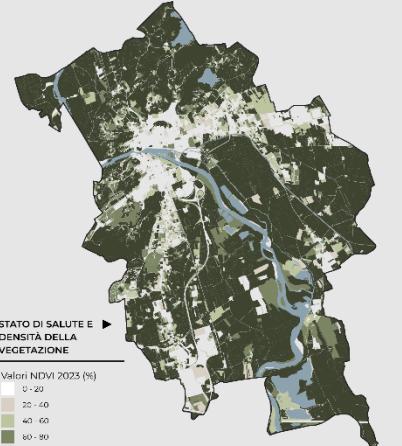
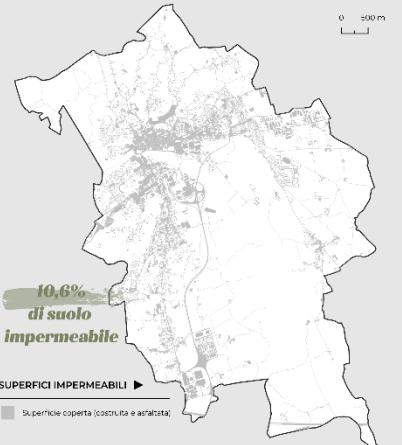


Configurazioni territoriali a confronto: l'ovest urbano e l'est rurale di Ivrea

Il fenomeno di urbanizzazione che ha coinvolto la città di Ivrea nella seconda metà dell'Ottocento ha comportato una progressiva separazione del territorio in due ambienti distinti, separati risolutivamente dalla strada ferroviaria.



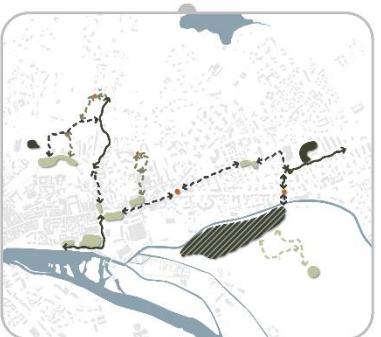
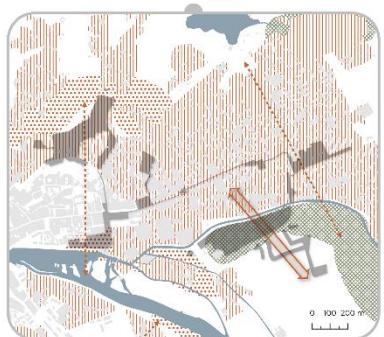
Analisi integrative sullo spazio aperto: superfici impermeabili, NDVI e spazi aperti pubblici



IL PROGETTO DELLA RETE IN CITTÀ, TRA IL CENTRO STORICO E SAN LORENZO

OBIETTIVI E CRITERI SPAZIALI

- 1 **Rafforzare i corridoi ecologici lungo la Dora Baltea e i suoi affluenti, al fine di instaurare e spondere e i corsi d'acqua per garantire continuità ecologica.**
 - 2 **Riqualificare i margini urbani come ecosistemi funzionali, con l'obiettivo di trasformare i bordi della natura in ecosistemi funzionali e diversificati.**
 - 3 **Incrementare la porosità ecologica del tessuto urbano con verde diffuso e connessioni tra spazi aperti, per collegare verde diffuso e aree agricole e creare una rete ecologica interna.**
 - 4 **Mitigare le barriere infrastrutturali con passaggi faunistici e riduzione degli impatti imp egando soluzioni, ecodotti e canali a vista.**



STRATEGIE PROGETTUALI

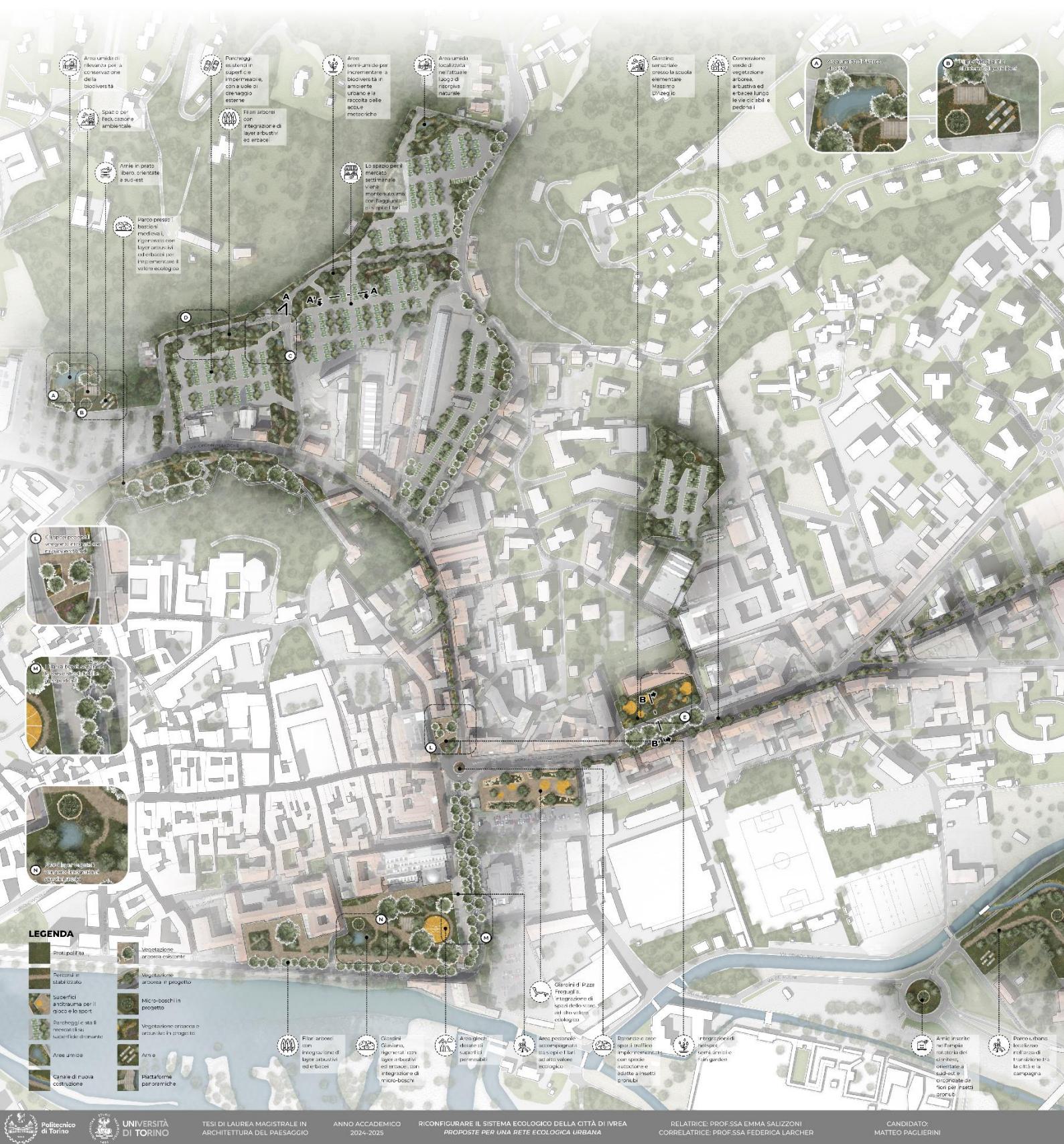
- III Coore di scarsa id. offusa in ambiti col tessuto costruito con porosità ecologica
 - Quattro di convergenza e implementazione della rete in ambiti di gradualità progressiva tra sistemi ambientali
 - Quattro di discontinuità della rete in ambiti di discontinuità nei sistemi ambientali
 - Supplementare di barriere e intransitività con fine di incremento risarcire la ecologia di relevanti ragioni
 - ➡ Coore di defragmentazione in ambiti di discontinuità della rete

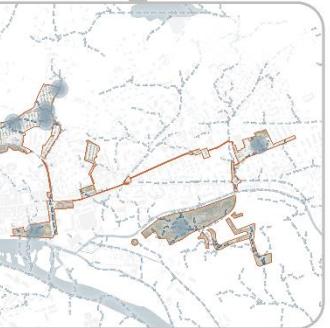
LE CONNESSIONI ECOLOGICHE IN PROGETTO

-

FUNZIONI IN PROGETTO

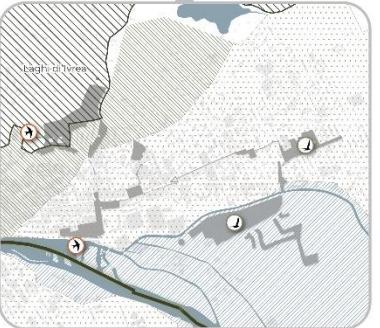
- Parchi urbani non attrezzati
 - Parchi urbani attrezzati
 - Verde di pertinenza scolastica
 - Area pedonale
 - Parcheggio
 - Verde infrastrutturale





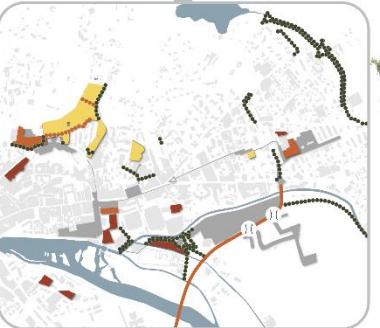
DELLA DIREZIONE DI
AMENTO PER LA
AZIONE DEGLI HABITAT UMDI
e per il suo ruolo
preferenziale per la
creazione delle
nuove aree di
biodiversità
in ambienti urbani e
nuovi punti di sosta per
animali migratori.

In corrispondenza delle aree di
naturale deflusso delle acque
meteo-terre sono previste nuovi
spazi per la detenzione delle
acque e per
incrementare la biodiversità
in ambienti urbani e offrire
nuovi punti di sosta per
animali migratori.



COERENZA CON LE STRATEGIE DA PPR

- Conservazione degli habitat naturali SIC
- Conservazione della frammaterazione in ambienti naturali
- Rafforzamento della connettività ecologica di fili di ambienti monofunzionali
- Habitat di passaggio per infiltri di pioggia



COERENZA CON LE STRATEGIE DA PRG2030

- Mantenimento dei servizi Rurale
- Conservazione della frammaterazione in ambienti naturali
- Habitat di passaggio per infiltri di pioggia
- Infrastrutture critiche
- Viabilità critica per frammaterazione
- Esedra nell'ambito del progetto



AREA MERCATALE (VISTA A)
Render di progetto



VIA ALCIDÉ DE GASPERI (VISTA B)
Render di progetto



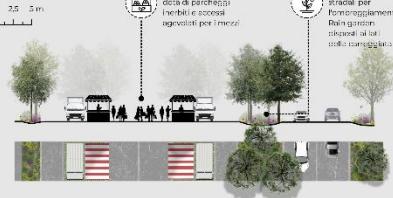
GIARDINO IN VIA SANDRO
PERTINI (VISTA C)
Render di progetto



NUOVO PARCO URBANO (VISTA D)
Render di progetto



SEZIONE A - A'



SEZIONE B - B'



SEZIONE C - C'



LA COMPONENTE BOTANICA NEL PROGETTO DI RETE ECOLOGICA

SCELTA BOTANICA

La scelta botanica per la progettazione del verde urbano si è concentrata su specie con frutti o bacche utili all'animale, con fiori attrattivi per insetti pollinatori e biodiversità, con bassa e/o perdita per garanzie e sostanze tossiche.

Il progetto ha ragionato su specie resistenti, capaci di resistere alla siccità, che fanno del verde urbano e ricche e basse manutenzione.

Il secondo criterio è stato la riconoscibilità della rete ecologica multifunzionale capace di migliorare l'interazione, la qualità dell'aria e il benessere complessivo della città.

Valore ecologico

Resilienza climatica

Resistenza in città

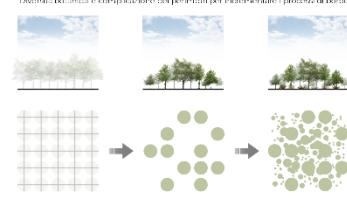
Bassa manutenzione

Bassa allergicità

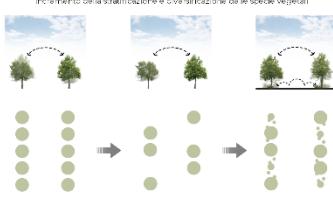
Valore ornamentale

DAI PRINCIPI ECOLOGICI A QUELLI COMPOSITIVI

I NODI DELLA RETE



I CORRIDOI DELLA RETE



MONITORAGGIO

BREVE TERMINE (0-2 ANNI)

Monitoraggio dell'attaccamento delle specie vegetali alla funzionalità delle aree umide e del comportamento idrico del suolo. Verifica delle infrastrutture verdi e recolti feedback su uso e percezione degli spazi.

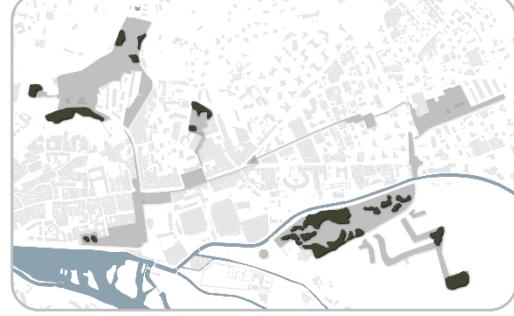
MEDIO TERMINE (2-5 ANNI)

Controllo della stabilità ecologica e funzionale del sistema con valutazioni su biodiversità, servizi ecosistemici e ruolo di fruizione sociale e didattico delle pratiche maturative in base a studi e recolti.

LUNGO TERMINE (5-15 ANNI OLTRE)

Analisi della resistenza e della maturità ecologica degli spazi progettati, di benefici e costi, di conoscenze e di fruizione per la sostenibilità e la qualità dell'aria. Lavori di estensione di indagini di sostenibilità e le riguardanti per la gestione futura.

IL RUOLO DELLA VEGETAZIONE NELLE AZIONI PROGETTUALI - PROPOSTE DI SOLUZIONI INTEGRATE

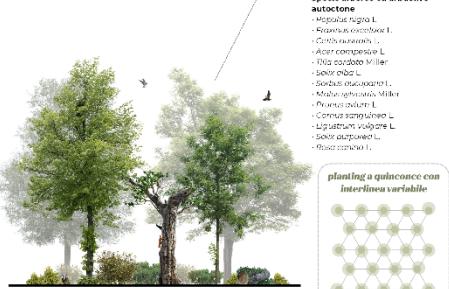
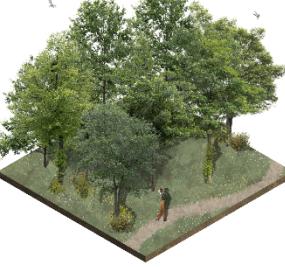


FORESTAZIONE URBANA

La forestazione urbana rappresenta uno degli strumenti più efficaci per migliorare la qualità ambientale urbana, aumentare la resilienza climatica e ricreare continuità ecologica frammentata.

Interventi di questo tipo sono stati previsti per i nodi della rete in progetto, al fine di ottimizzare la mitigazione dell'effetto di calore, l'assorbimento di CO₂, l'incrementazione delle scorrerie idrogeologiche e l'incremento della biodiversità, soprattutto attraverso l'utilizzo di specie autoctone ben adattate al contesto locale.

- maggiore complessità vegetale e animale
- incremento del processo di bordo ruolo di rifugio e approvvigionamento alimentare per gli animali



PARCHI E GIARDINI TEMATICI

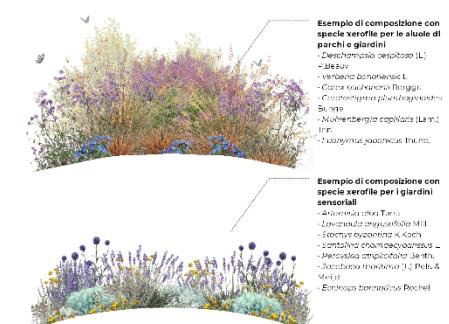


All'interno dei nodi della rete in progetto, si prevede l'incremento di giardini sensoriali nelle scuole, progettati per il benessere psicofisico e la stimolazione sensoriale.

I parchi urbani, che integrano vegetazione multilayer con attrezzature per il gioco, lo sport e le passeggiate.

I pocket garden, che permettono di sfruttare piccoli spazi urbani per aumentare la biodiversità e la qualità della vita.

Inserire layer vegetazionali diversificati nelle specie e nella funzione creazione di bordi progressivi



SISTEMI LINEARI

L'integrazione di layer arbustivi ed erbacei ai viali bordostriata permette di aumentare la funzionalità ecologica e la resilienza degli spazi stradali. Tradizionalmente i filari garantiscono ombraggiamento, mitigazione del calore e continuità visiva, ma risultano spesso monoflori.

L'insieme di alberi, arbusti ed erbacee forma una sezione stradale più biodiversa e performante, capace di attenuare l'impatto del traffico, migliorare la percezione estetica e contribuire alla costruzione di corridoi ecologici urbani.

- Corridi esistenti:
 - Corridoio esistente da rafforzare
 - Corridoio in progetto
 - Corridoio principale
 - Corridoio secondario
 - Corridoio di circolazione
 - Sistemi lineari integrati

CORRIDOI PRINCIPALI ESISTENTI DA RAFFORZARE

conservare il capitale arboreo già presente
- incrementare il valore ecologico inserendo layer arbustivi

Layer integrativo di arbusti

- *Prunus spinosa* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Salix caprea* L.
- *Rosa canina* L.

Layer arboreo (interfaccia 6 m)

- *Acacia caven* L.
- *Tilia cordata* Mill.
- *Prunus avium* L.
- *Crataegus monogyna* L.

Layer arboreo (interfaccia 3 m)

- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.

Layer arbustivo

- *Prunus spinosa* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Populus tremula* L.

CORRIDOI PRINCIPALI IN PROGETTO

alberi con sogno della chioma differente per adattarsi alle diverse sezioni stradali - alta densità arbustiva per una maggiore continuità vegetativa

Layer arboreo (interfaccia 6 m)

- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Salix caprea* L.
- *Rosa canina* L.

Layer arboreo (interfaccia 3 m)

- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.

Layer arbustivo

- *Prunus spinosa* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Populus tremula* L.

CORRIDOI SECONDARI IN PROGETTO

alberi di dimensioni contenute (2-3 m) - grande fioritura layer arbustivo integrativo

Layer arboreo (interfaccia 6 m)

- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Prunus spinosa* L.

Layer arbustivo

- *Prunus spinosa* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Populus tremula* L.

CORRIDOI DI ADDUZIONE IN PROGETTO

alberi e arbusti ad alta rusticità - costituzione di siepi e filari in ambiente agricolo

Layer arboreo (interfaccia 5 m)

- *Quercus robur* L.
- *Acacia caven* L.
- *Ulmus glabra* L.

Layer arbustivo

- *Prunus spinosa* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Populus tremula* L.



MICRO-BOSCHI

I micro boschi sono interventi di riforestazione urbana basati sul metodo Miyawaki, una tecnica che prevede l'impianto ad alta densità di specie autoctone per generare microforeste a rapida crescita.

Le piantumazioni includono essenze tipiche della fauna pedemontana giapponese come querce, carpini, aceri compatti, tigli e prugni locali, disposte con densità di circa 3-5 piante/m².

L'edificazione di questo metodo consente di ottenere una vegetazione più veloce e resiliente rispetto ai rimboschimenti tradizionali, favorendo la biodiversità, assorbimento di CO₂ e polveri sottili, e la creazione di nuovi microhabitat urbani.

● Micro-boschi

Specie di Clima (Strato superiore >15m)

- *Quercus ilex* L.
- *Cupressus sempervirens* L.
- *Acer campestre* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Prunus spinosa* L.
- *Rosa canina* L.

Specie di Strato arbustivo (Strato medio - 5-15m)

- *Quercus ilex* L.
- *Cupressus sempervirens* L.
- *Acer campestre* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Prunus spinosa* L.
- *Rosa canina* L.

Specie di Strato arbustivo (Strato basso - <5m)

- *Quercus ilex* L.
- *Acer campestre* L.
- *Ulmus glabra* L.
- *Ulmus minor* L.
- *Prunus avium* L.
- *Prunus spinosa* L.
- *Rosa canina* L.

Metodo tradizionale (Ricerca 10-15 anni)

da 2 a 3 anni di crescita e maturazione



Metodo Miyawaki (Ricerca 2-5 anni)

da 2-3 anni di crescita a maturazione



AREE UMIDE e BACINI DI DETENZIONE DELL'ACQUA PIOVANA

Le aree umide saranno composte da vegetazione igrofilla, attata a sopravvivere periodi di risogno ma anche momenti più asciutti. La funzione di habitat umido si affianca all'azione di raccolto e drenaggio della pioggia, trattenendo l'acqua in una prima fase e lasciandola filtrare lentamente nel terreno nella fase successiva.

I giardini semi-umidi rappresentano zone palustri o ripari di media altitudine per la sopravvivenza a natura e acque e per la creazione di habitat a loro fauna specializzata.

■ Aree umide e bacini di detenzione dell'acqua piovana

creazione di hotspot per il passaggio di specie migratorie - innescare processi ecologici tipici degli ambienti palustri

Localizzazione centrale in acqua più profonda

Specie igrofite per le aree umide

- *Hedera helix* L.
- *Urtica dioica* L.
- *Lathyrus palustris* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
- *Sparganium erectum* L.
- *Typha latifolia* L.

Localizzazione esterna in acqua meno profonda

- *Urtica dioica* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
- *Sparganium erectum* L.
- *Typha latifolia* L.

Specie tolleranti umidità e semi-sommersione

- *Carex paniculata* L.
- *Urtica dioica* L.
- *Lathyrus palustris* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
- *Sparganium erectum* L.
- *Typha latifolia* L.

Localizzazione esterna in acqua meno profonda

- *Urtica dioica* L.
- *Lythrum salicaria* L.
- *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
- *Sparganium erectum* L.
- *Typha latifolia* L.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - L'Anfiteatro Morenico di Ivrea e le sue morene glaciali.....	20
Figura 2 - Popolazione residente e densità demografica (Elaborazione su dati ISTAT, 2021).....	28
Figura 3 - Schema per la definizione del mosaico della città di Concord, 1992 (in Forman (1995), <i>Land Mosaics</i>).....	38
Figura 4 - Esempio di matrice urbanizzata a Ivrea.....	39
Figura 5 - Esempio di matrice agricola a Ivrea.....	39
Figura 6 - Esempio di matrice forestale a Ivrea.....	40
Figura 7 – Il fiume Dora Baltea all'interno della matrice forestale.....	43
Figura 8 - Tracce di meandri (in Città Metropolitana di Torino, Geositi, Vol. 2, pp. 11-46).....	44
Figura 9 – La forra fluviale del Ponte Vecchio, visto da C.so Nigra.	47
Figura 10 - Confronto tra un rio in ambiente rurale (presso Loc. Forneris) e il Naviglio di Ivrea, poco vicino.	48
Figura 11 - Differenza tra sistema a ecocline (in alto) ed ecotono (in basso).	49
Figura 12 - Strada Statale 26 della Valle d'Aosta.....	52
Figura 13 - Connessioni all'interno dell'ecomosaico.	55
Figura 14 - Caratteristiche dell'ecomosaico.	55
Figura 15 - Settore est di Ivrea, di carattere agricolo e naturale.	58
Figura 16 - Settore ovest di Ivrea, caratterizzato da elevata densità urbana.....	58
Figura 17 - Percentuale di spazi aperti permeabili e impermeabili (km ²).	60
Figura 18 - Spazio verde pubblico sorto nel 2025 nella località San Lorenzo.....	63
Figura 19 - <i>Buddleja davidii</i> (a sinistra) e <i>Robinia pseudoacacia</i> (a destra), lungo le rive della Dora Baltea.	64
Figura 20 – Gli indicatori impiegati per il calcolo dell'indice di priorità.....	71
Figura 21 – Parametri per la localizzazione degli interventi progettuali.....	74
Figura 22 - Esempio di ecodotto a galleria.....	82

Figura 23 - Schema esemplificativo della composizione degli spazi rispetto ai principi di funzionalità ecologica dei nodi.....84

RINGRAZIAMENTI

Giunto a questo importante traguardo, desidero esprimere i miei più sentiti ringraziamenti a tutte le persone che hanno reso possibile la realizzazione di questo elaborato e che hanno condiviso con me questo meraviglioso percorso.

Ringrazio Clarissa, che con il suo amore e la sua energia mi è sempre stata accanto, credendo in me e nelle mie scelte, sostenendomi nei momenti difficili e senza mai dubitare delle mie capacità.

Un ringraziamento speciale va alla mia famiglia.

A mia madre, che mi ha accompagnato in ogni percorso, rendendo ogni momento unico e prezioso.

A mio padre, che mi ha trasmesso la meraviglia della curiosità e la voglia di imparare, spronandomi a dare sempre il meglio di me.

A mia sorella, per aver saputo alleggerire le giornate con la sua allegria e per essere stata una splendida confidente e amica.

Desidero ringraziare le Professoressa Emma Salizzoni e Federica Larcher per la loro preziosa guida nella stesura di questa tesi, per la professionalità, la disponibilità e l'attenzione che mi hanno dedicato.

Un sincero grazie va ai miei compagni di corso: non avrei mai immaginato di trovare un gruppo così straordinario, sempre pronto ad aiutarsi e ad affrontare ogni prova con il sorriso. Siete stati una parte importante di questo cammino: grazie di cuore.

Rivolgo il mio sincero ringraziamento a Marta Mariani per la sua disponibilità e per gli stimolanti scambi di idee durante il tirocinio, che mi hanno fatto amare ancora di più il mestiere del paesaggista.

Infine, il mio pensiero va ai miei cari che non ci sono più, e che avrei tanto voluto avere accanto per condividere con loro la gioia di questo traguardo.