



POLITECNICO DI MILANO

FACOLTA' DI ARCHITETTURA E SOCIETA'  
LAUREA MAGISTRALE IN PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA URBANA



## RETE ECOLOGICA URBANA IL RUOLO DELLA NATURA TRA LAMBRO E CITTA' STUDI

Tesi di  
**Matteo Vitaloni**  
Relatrice  
**Grazia Concilio**  
Co-relatore  
**Antonio Longo**





# **RETE ECOLOGICA URBANA**

## **IL RUOLO DELLA NATURA TRA LAMBRO E CITTA' STUDI**

Tesi di  
**Matteo Vitaloni**  
Relatrice  
**Grazia Concilio**  
Co-relatore  
**Antonio Longo**



7	<b>Introduzione</b>
	I <sup>a</sup> Parte - Inquadramento teorico
9	<b>1. Paesaggio: struttura e strumenti di analisi</b>
10	1.1 Paesaggio
12	1.2 Ecosistema
13	1.3 Ecologia del paesaggio
15	1.4 Modello di Forman
18	1.5 Nuovi sistemi di analisi integrata
19	1.5.1 Il Grafo Ecologico: paesaggio come rete
	- Principi alla base del grafo
	- La componente statica
	- La componente dinamica
	- Ragionamenti e verifiche
29	<b>2. La Rete Ecologica in ambiti urbani e semi-urbani</b>
31	2.1 McHarg e il rapporto Uomo/Natura
32	2.2 Identificare il ruolo della natura in una regione metropolitana
35	2.3 Ecostructure: infrastruttura verde urbana
	II <sup>a</sup> Parte - Caso studio
41	<b>3. Il sistema ambientale Est-Milanese</b>
43	3.1 Analisi grafico-quantitativa
47	3.2 Il “fiume” Lambro e il suo contesto
51	3.3 Il Grafo Ecologico: forma, struttura e flussi della rete ecologica urbana Est-Milanese
	3.3.1 Intervento Lambrate - Rubattino
	3.3.2 Intervento Citta' Studi
53	<b>4. Infrastruttura verde urbana: mitigazione della barriera ferroviaria</b>
56	4.1 Accessibilità urbana
65	4.2 Accessibilità naturale
66	4.2.1 Varchi ecologici urbani
70	- Settore 1: Sud
72	- Settore 2: Nord
83	<b>5. Ecostruttura urbana</b>
85	5.1 Isole ecologiche Città Studi
88	5.1.1 Circuito chiuso Orto Botanico
91	5.1.2 Circuito chiuso C.S. Crespi
94	5.1.3 Circuito chiuso C.S. Giuriati
97	5.1.4 Avanzamenti del piano di intervento in Citta' Studi
103	<b>Conclusioni</b>
109	Bibliografia

# Indice



# Introduzione

Nei contesti urbani la natura è spesso ridotta a frammenti isolati e scarsamente connessi; spesso non è neanche possibile parlare di natura ma ci si riferisce al “verde urbano” come a un residuo di natura, le cui dinamiche ecologiche sono rese impossibili dalle ridottissime dimensioni e dalla totale assenza di connessioni.

Da queste considerazioni parte il lavoro di tesi che ha indagato su alcune domande sia di livello metodologico che progettuale: quali metodologie di analisi abbiamo a disposizione per osservare lo stress che i contesti urbani introducono nelle reti ecologiche? Quali tipi di strategie è possibile sviluppare per ridurre questo stress e ampliare la funzionalità ecologica del verde urbano? Che tipi di interventi sono necessari e possibili per dare operatività alle suddette strategie?

Al fine di rispondere a queste domande il lavoro svolto ha riguardato la costruzione di una metodologia applicativa, utilizzabile sia alla scala territoriale che a quella urbana o

semi-urbana, per l’analisi del sistema ecologico esistente e per la costruzione di scenari di intervento. Processo fondato su indicatori ecologici e metodi analitico-descrittivi, proposti in letteratura e in grado di evidenziare e restituire il livello di equilibrio ecosistemico di un determinato territorio, integrati all’interno di una procedura di analisi e progettazione mirata alla ricucitura della connettività ecologica, in modo tale da poter avere una più chiara visione di insieme del sistema ecologico esistente e dei suoi possibili scenari futuri e poter offrire linee guida di sviluppo più adeguate alla salvaguardia e alla riqualificazione degli ambiti naturali urbani.

Questi infatti si possono riassumere in un tessuto altamente frammentato e disomogeneo, ma assolutamente non trascurabile e le cui necessità comuni sono la riconnessione e la rivalutazione. Per questo motivo, l’obiettivo finale di questo lavoro di tesi ha riguardato la realizzazione, a scale differenti, di uno o più concept-plan, con l’intento di andare ad

indagare quali siano gli ambiti di intervento migliori, cioè in grado di accogliere operazioni mirate di riqualificazione urbana e riconnessione ecologica delle numerose tessere verdi esistenti.

Il concept-plan fornisce un contributo essenziale nel permetterci di classificare e identificare, in base all'azione prevista per una determinata area, quali siano i bisogni primari di ciascuna di esse; oltre che permettere la realizzazione di un catalogo o raccolta di progetti potenziali, adattabili a situazioni differenti ma con le medesime criticità.

Un'analisi conoscitiva, applicabile a situazioni urbane differenti, che inizia necessariamente ad una scala territoriale molto ampia, coinvolgendo l'evoluzione del concetto di paesaggio e dei suoi specifici metodi di analisi; successivamente prende forma e si adatta ad un contesto di frangia, utilizzando indicatori specifici di ecologia urbana e che supportano l'identificazione di ambiti di intervento capaci di accogliere

operazioni mirate di riconnessione ecologica; e si conclude con la costruzione di abachi di intervento.

Operativamente il lavoro progettuale della tesi ha riguardato la possibile ricucitura ecologica del quartiere Città Studi ed è stato inquadrato nell'iniziativa di Campus Sostenibile in collaborazione con il tavolo Environment.

Per l'analisi della connettività ecologica si è fatto riferimento all'asta del Lambro e all'area est di Milano, formulando proposte riguardanti la riqualificazione e la conversione di aree urbane critiche, in possibili scenari futuri positivi. Fino ad arrivare a coinvolgere il singolo isolato urbano che scopre di far parte di e contribuisce a sorreggere la struttura di un sistema più ampio e complesso.

# 1 **Paesaggio** struttura e strumenti di analisi

*L'uomo è un animale diverso da tutti gli altri, può superare qualsiasi ostacolo servendosi della sua intelligenza; può trasformare tutto senza alcun limite, se non quello della sua capacità e della sua intelligenza. [P. Fabbri, 2007]*

Questa frase introduce bene il concetto di antropocentrismo, quindi una visione del mondo sviluppatasi dopo le diverse ere industriali e i vari boom economici che hanno coinvolto la nostra società moderna, che vede l'essere umano a capo di un sistema tecnologico molto sviluppato che gli dà il presupposto di pensare di essere in grado di gestire anche l'intero sistema naturale.<sup>1</sup>

Il fatto che l'ideologia di tipo antropocentrico si sia manifestata vincente in passato non ci autorizza a pensare che questa posizione di privilegio possa darci sicurezza anche in futuro.

L'inquinamento, prodotto dal disordine tecnologico, che ha sostituito l'ordine ecologico, è la prima conseguenza di questo problema.

Inquinamento andato aumentando nel corso degli anni, con conseguente diminuzione e probabile estinzione delle diverse pratiche di autolimitazione forzata, molto diffuse nelle società pre-tecnologiche.

*Oggi noi inquiniamo per produrre in eccesso: in Europa la produzione agricola, rispetto al fabbisogno alimentare, è passata dal 70%, valore stimato nel periodo di nascita del mercato comunitario, al 130% ai giorni nostri. [P. Fabbri, 2007]*

### **1.1 – Paesaggio**

In Italia, fino alla seconda guerra mondiale si distinguevano solo tre tipi di paesaggio: paesaggio urbano, paesaggio agricolo e paesaggio naturale. Questa immagine nitida, che vede una divisione chiara e definita delle differenti realtà paesaggistiche, venne a sfocarsi nel secondo dopoguerra, in quanto le città iniziarono un processo di espansione a macchia d'olio che portò ad una profonda erosione del paesaggio agrario, sconfinando nel cosiddetto

1. Ian L. McHarg, Design with nature, 1989



paesaggio naturale.

Da qui, di conseguenza, si sviluppò una duplice necessità organizzativa con l'obiettivo di trovare un diverso sistema di governo del territorio e acquisire consapevolezza che il problema della salvaguardia ambientale non potesse essere risolto con semplici azioni di vincolo.

*Dividere il territorio in parti di diverso valore è una concezione antiquata e pericolosa perché l'ambiente è un fatto globale, è impossibile dividere il sistema ambientale di un territorio in parti separate e non comunicanti tra loro. [McHarg, 1989]*

Negli anni '60 si iniziò a parlare di Pianificazione Ecologica legata a procedure analitiche definite come valutazioni fisiografiche. Questa tipologia di analisi molto discussa e criticata perché, per definizione, la natura non avrebbe bisogno di piani organizzativi, si prefiggeva l'individuazione delle diverse parti di territorio più adatte ad un determinato uso prefissato.

Partendo dai descrittori fisiografici di McHarg, nient'altro che le caratteristiche territoriali viste in senso ecologico, cercava di suddividere queste in categorie positive o negative in base al loro valore ecologico. Questa analisi, per differenziarsi dagli studi effettuati fino a quel tempo e caratterizzati da una scarsa presenza di nozioni scientifiche, si poneva l'obiettivo di produrre risultati geo-compatibili, cartografabili ed in un certo senso misurabili.<sup>2</sup>

L'evoluzione della normativa specifica

\_Legge Bottai 1497 del '37 – si occupa delle bellezze naturali e introduce in Italia i Piani Paesistici

\_Legge Galasso 431 del '85 – non interessa il grado di bellezza delle categorie territoriali a rischio; queste sono da considerarsi luoghi fragili non modificabili se non attraverso un Piano Paesistico, unico strumento in grado di introdurre una variazione ambientale calibrata sullo stato dei luoghi.

\_Legge 22.1.2004 n. 42 – codice dei beni culturali e del paesaggio

- Articolo 135 – Pianificazione paesaggistica

- Articolo 143 – Piano paesaggistico

Questa breve cronologia legislativa evidenzia come il tema del paesaggio abbia acquisito sempre più forza e rilevanza durante tutto lo scorso secolo e soprattutto contribuisce positivamente all'interno del processo di comprensione del moderno concetto di paesaggio.

*Il moderno concetto di paesaggio nasce dalla dialettica di tre componenti: geomorfologica, vegetale ed animale. [McHarg 1989]*

Si può dire innanzitutto che il paesaggio è una struttura di segni ma, nel contempo, è considerabile come un sistema di ecosistemi. La forma è costituita dai segni, sia naturali che antropici, ed i contenuti sono rappresentati dai diversi ecosistemi e dalle loro complesse interazioni.<sup>3</sup>

La continua fusione ed il costante dialogo tra questi due ambiti porta inevitabilmente alla ridefinizione del concetto di paesaggio, in quanto questo si trasforma da semplice oggetto di studio in strumento per lo studio, quindi

in concetto operativo.<sup>4</sup>

Questa moderna definizione, in cui tutte le componenti sono legate tra loro, dipendendo l'una dall'altra e formando un sistema più ampio che, a sua volta, è considerabile come componente di un organismo a livello globale, evidenziò i diversi limiti caratterizzanti il metodo della valutazione fisiografica.

Quest'ultima infatti non teneva conto del fatto che le varie parti costituissero un sistema e non un semplice insieme, trascurando cioè tutti i rapporti orizzontali che intercorrono tra esse e causando forti limitazioni nei confronti dei legami ecologici complessivi del territorio. In definitiva il paesaggio può essere riassunto in un complesso di ecosistemi interagenti.<sup>5</sup>

## **1.2 – Ecosistema**

L'ecosistema è l'unità che include tutti gli organismi che vivono insieme in una determinata area, interagendo con l'ambiente fisico circostante. È sempre caratterizzato da un flusso di energia che definisce una struttura

3. L'ecologia del paesaggio in Italia/ Vittorio Ingegnoli, Sandro Pignatti – CittàStudiEdizioni, Milano, 1996

4. Carlo Desideri, 2009

5. Il paesaggio / Aldo Sestini / Milano – Club italiano 1963

biotica e una ciclizzazione dei materiali tra gli esseri viventi e non viventi; inoltre si presenta come un sistema aperto e confinante con un ambiente di entrata e uno di uscita.<sup>6</sup>

Il metabolismo degli ecosistemi è costituito dal susseguirsi dei complessi rapporti che si instaurano reciprocamente, sotto l'aspetto alimentare, tra le specie vegetali, animali e l'ambiente abiotico, in rapporto al flusso di energia e al ciclo delle sostanze nutrienti.<sup>7</sup> Inoltre gli ecosistemi hanno una propria vicenda temporale con una fase di avvio, stadi di giovinezza, maturità e declino, con conseguente scomparsa. La successione ecologica consiste in una sequenza di biocenosi (comunità) che colonizza un nuovo biotopo: la comunità pioniera colonizza per diverse generazioni, raggiungendo col passare del tempo un certo grado di stabilità e realizzando una comunità climax. Il processo di successione ecologica è biologico e non fisico.

Nella realtà che ci circonda l'uomo, con la sua azione, esercita una fortissima influenza sulla

successione ecologica, infatti le comunità vegetali e animali modificano radicalmente la propria composizione per poter sopravvivere e riprodursi nelle nuove situazioni ambientali, mettendo in evidenza un fenomeno negativo detto disclimax, che consiste nel raggiungimento, da parte di una comunità, di una certa stabilità in una situazione imposta.

### **1.3 – Ecologia del Paesaggio**

Mentre l'ecologia dell'ecosistema studia i diversi ecosistemi, l'ecologia del paesaggio, salendo di scala studia i diversi sistemi di ecosistemi, focalizzando l'attenzione su un diverso livello di organizzazione della vita. L'ecologia del paesaggio infatti tende ad analizzare e a progettare paesaggi, cioè organizzazioni con elevata stabilità dinamica.

Un paesaggio ecologicamente stabile possiede una buona quantità di biomasse vegetali ed una disposizione spaziale, delle diverse tessere che formano l'ecotessuto (pattern), tale da favorire la circolazione dell'informazio-

6. Trasporti e sistemi ecologici / Giacomini Valerio - Padova, 1973

7. P. Fabbri, Principi ecologici per la progettazione del paesaggio, 2007

ne biologica e dei nutrienti.

L'ecologia del paesaggio tende quindi ad occuparsi della struttura del paesaggio e dei flussi tra i vari ecosistemi.

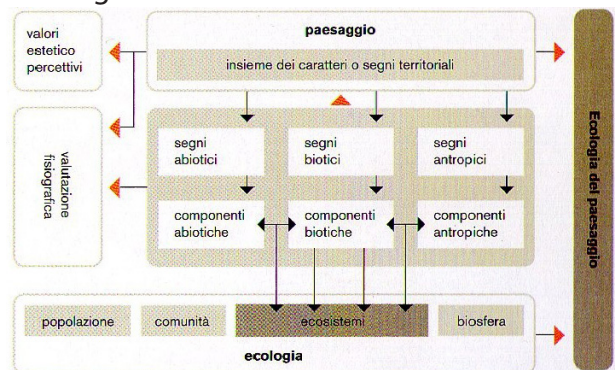
*Un insieme di ecosistemi non produce un ecosistema più grande, ma un paesaggio [P. Fabbri, 2007]*

Da qui si può definire il paesaggio come l'espressione visibile di un sistema ambientale molto più complesso e articolato.

L'obiettivo principale dell'ecologia del paesaggio è triplice e comprende la conservazione della natura, la progettazione ed il recupero ambientale e la pianificazione territoriale; questo sistema di intenzioni rientra nel concetto di salvaguardia ambientale, che si presuppone non possa tener conto solamente di alcune parti di territorio definite biotopi, sedi di processi ecologici ancora naturali, ma che invece assuma una posizione attiva che privilegi la progettazione piuttosto che la tutela passiva. La struttura del paesaggio è definita dalle

caratteristiche spazio, forma, dimensione e numero dei biotopi che formano il pattern paesistico.

L'eterogeneità è una caratteristica comune a



tutti i paesaggi, esprime il numero delle componenti differenti che formano un qualsiasi mosaico paesistico ed è quindi il presupposto per la stabilità ecologica.

Se il concetto di ecosistema viene geografizzato, attribuendogli caratteristiche locali, fisiche, chimiche e morfologiche, allora si può parlare di ecotopo, cioè un ecosistema localizzato spazialmente nel quale, dove la composizione

Fig. 1.1 Paesaggio come strumento di studio del territorio e delle sue problematiche partendo dall'analisi delle singole componenti (Fabbri, 2005)

cambia inizierà un altro ecotopo, definendo così un confine.<sup>8</sup>

#### 1.4 – Modello di Forman

*Il paesaggio è un'area eterogenea composta da insiemi di ecosistemi interagenti che si ripetono in un certo intorno*

Forman definì il paesaggio in questo modo; inoltre riassunse il mosaico paesistico in tre principali elementi base: matrice, macchie e corridoi.

La **matrice** (Matrix) è l'elemento più continuo e più connesso di un determinato paesaggio e può essere classificata in tre tipi: continua, discontinua e a rete. Inoltre è ben riconoscibile perchè ricopre un'area abbastanza estesa, ha un alto grado di connessioni interne e controlla il paesaggio, ma soprattutto è alla base delle diverse dinamiche territoriali.

Le due caratteristiche fondamentali riscontrabili all'interno di una matrice sono il grado di connettività e quello di porosità, dai quali di-

pende la diversità, quindi la ricchezza floristica e faunistica, di un determinato paesaggio.

Una matrice suddivisa da barriere antropiche rappresenta sicuramente una situazione meno favorevole rispetto ad una nella quale appaiono sporadiche macchie, riconducibili a modesti centri urbani.

Le **macchie** (Patch) sono porzioni non lineari di superficie territoriali visibilmente distinguibili dalla matrice per forma e contenuti, infatti l'entropia porta alla nascita di forme casuali, dai perimetri irregolari; mentre movimenti e correnti dovuti al vento, all'acqua, ai trasporti o all'aratro tendono ad essere unidirezionali e perciò a produrre forme allungate. Per esempio, un insediamento inizialmente isolato tende a formare una patch circolare intorno a sé, mentre forze direzionali portano la patch ad allungarsi gradualmente.

Le patch sono più rettangolari nelle zone pianeggianti e non consistono mai in elementi isolati; la loro forma è il risultato dell'equilibrio

8. P. Fabbri, Principi ecologici per la progettazione del paesaggio, 2007

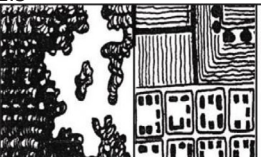
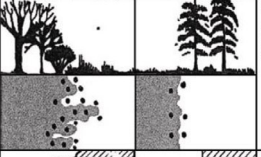
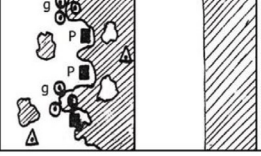
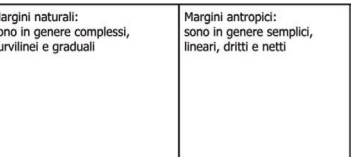
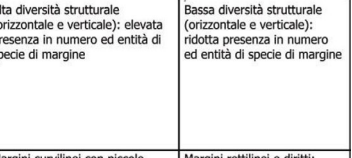
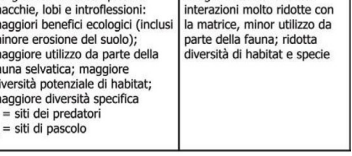
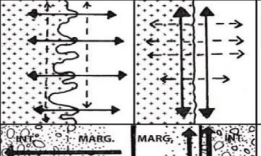
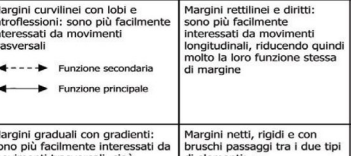
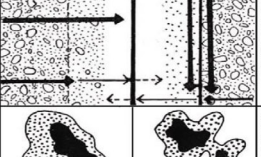
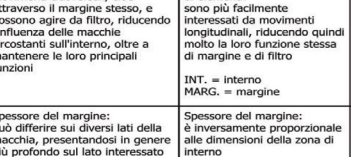
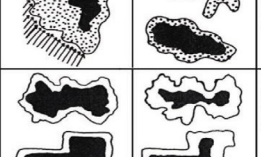
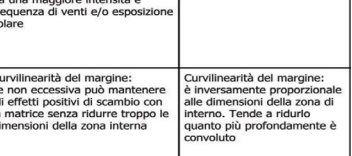

tra le forze interne ed esterne alla macchia, presenti nella matrice.

Le forme compatte conservano meglio le risorse, quelle contorte aumentano le interazioni con ciò che sta intorno, mentre quelle con conformazione a rete si presentano come un sistema di canali, di diversa natura, in grado di garantire il trasporto. Inoltre le patch che possiamo ritrovare in pianura hanno bordi più semplici e si differenziano molto da quelle riscontrabili in ambienti collinari o montuosi che si presentano più complesse e articolate. Questo è dovuto soprattutto al fatto che le macchie naturali, che seguono processi di nascita e sviluppo di stampo ecologico, sono più irregolari e curvilinee, mentre quelle antropiche, create dall'uomo, sono caratterizzate da perimetri in cui compaiono spesso una o più linee rette e angoli a 90 gradi.








La dimensione della patch è un elemento molto importante ed è strettamente legata al numero di specie presenti al suo interno; l'eterogeneità dell'ambiente, in molti paesaggi, è tale che sia più probabile che una piccola patch sia contenuta all'interno di un solo tipo di habitat, mentre invece che una grossa patch includa

Fig. 1.3 Principali tipologie di margine e loro caratteristiche

Fig. 1.4 Principali caratteristiche di una macchia vegetata in funzione della sua forma (fonte: Francesca Finotto, 2006)

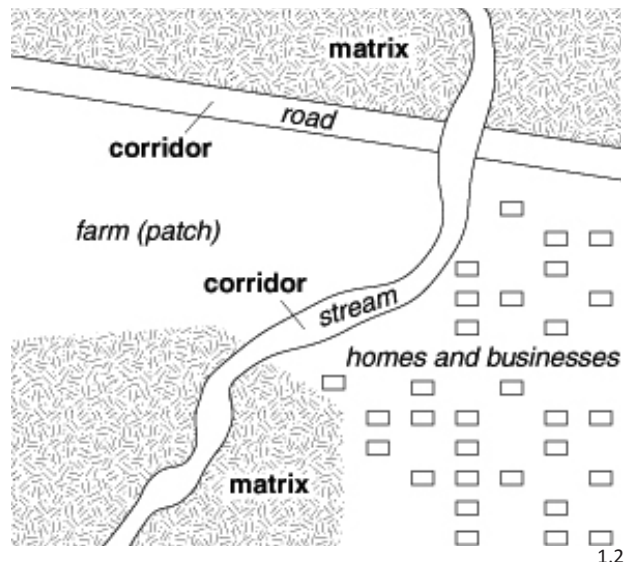
1.3	
	Margini naturali: sono in genere complessi, curvilinei e graduali
	Alta diversità strutturale (orizzontale e verticale): elevata presenza in numero ed entità di specie di margine
	Margini curvilinei con piccole macchie, lobi e introflessioni: maggiori benefici ecologici (inclusi minore erosione del suolo); maggiore utilizzo da parte della fauna selvatica; maggiore diversità potenziale di habitat; maggiore diversità specifica P = siti dei predatori g = siti di pascolo
	Margini antropici: sono in genere semplici, lineari, dritti e netti
	Bassa diversità strutturale (orizzontale e verticale): ridotta presenza in numero ed entità di specie di margine
	Margini rettilinei e dritti: interazioni molto ridotte con la matrice, minor utilizzo da parte della fauna; ridotta diversità di habitat e specie
	Margini curvilinei con lobi e introflessioni: sono più facilmente interessati da movimenti trasversali -----> Funzione secondaria -----> Funzione principale
	Margini rettilinei e dritti: sono più facilmente interessati da movimenti longitudinali, riducendo quindi molto la loro funzione stessa di margine
	Margini graduali con gradienti: sono più facilmente interessati da movimenti trasversali, cioè attraverso il margine stesso, e possono agire da filtro, riducendo l'influenza delle macchie circostanti sull'interno, oltre a mantenere le loro principali funzioni
	Margini netti, rigidi e con bruschi passaggi tra i due tipi di elementi: sono più facilmente interessati da movimenti longitudinali, riducendo quindi molto la loro funzione stessa di margine e di filtro INT. = interno MARG. = margine
	Spessore del margine: può differire sui diversi lati della macchia, presentandosi in genere più profondo sul lato interessato da una maggiore intensità e frequenza di venti e/o esposizione solare
	Curvilinearità del margine: se non eccessiva può mantenere gli effetti positivi di scambio con la matrice senza ridurre troppo le dimensioni della zona interna
	Curvilinearità del margine: è inversamente proporzionale alle dimensioni della zona di interno. Tende a ridurlo quanto più profondamente è convoluto

1.4

Forma della macchia	Vantaggi	Svantaggi
(a) 	Potenzialmente, più ampia area di interno disponibile: maggiore ricchezza di specie, popolazioni più ampie. Conservazione di risorse naturali	Minori interazioni con elementi adiacenti e con la matrice
(b) 		Piccola area di interno; minori interazioni con elementi adiacenti e con la matrice
(c) 		Minori interazioni con elementi adiacenti e con la matrice; aumento di possibilità di erosione per margini dritti
(d) 	Se con lobi arrotondati, migliore per le specie di margine e per essere utilizzata dagli animali della matrice; maggiori possibilità di interazioni positive con la matrice che in (a)	Maggiori possibilità di interazioni negative che in (a)
(e) 	Aumento dispersione di specie o risorse verso la matrice tramite l'effetto-pennello con colonizzazione di macchie; aumento possibilità di colonizzazione della macchia tramite effetto incanalamento di specie provenienti dalla matrice	
(f) 	Effetti come (e); alcune variazioni genetiche	Piccola area di interno
(g) 	Stesso tipo di proprietà delle figure (d) e (e); forme irregolari come quelle favorevoli all'evoluzione delle specie	



diversi habitat. In ogni caso, sia la piccola che la grossa patch hanno numerosi vantaggi riferiti all'ambiente specifico in cui si trovano (per esempio una grossa patch in un territorio sub-urbano può presentare poche varietà di specie ma, nello stesso tempo, ha la capacità di contribuire positivamente al raffrescamento microclimatico dell'area).



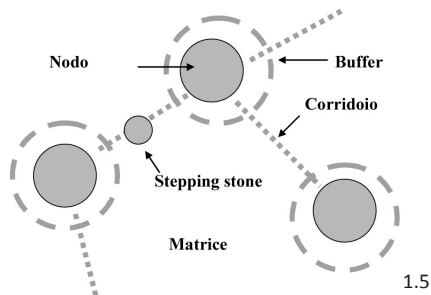
1.2

Per concludere si può dire che un paesaggio in equilibrio ecologico sia costituito da larghe patch supportate da piccole o medie macchie sparpagliate su tutta la matrice. Queste ultime possono essere definite "stepping stones", cioè una serie di luoghi con elevata o discreta potenzialità naturale, che fungono da strutture di appoggio al sistema ecologico primario.

\_**I corridoi** (Corridors) sono classificabili come macchie di forma allungata, createsi naturalmente lungo i corsi d'acqua, i crinali ed i sentieri per gli animali.

Generalmente i corridoi naturali sono curvilinei e continui, fintanto che l'uomo, con le sue azioni artificiali ed invasive, non li raddrizza o li divide; infatti i corridoi umani hanno spesso andamento regolare e rettilineo e, non tenendo conto del sistema ecologico presente intrinsecamente sul territorio in questione, si sovrappongono a quelli naturali creando difficoltà e compromettendo l'equilibrio ecologico del paesaggio.

Il ruolo principale del corridoio ecologico è

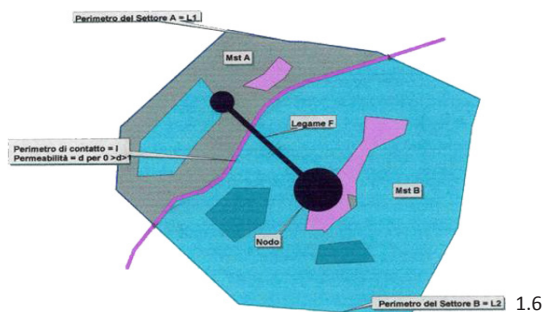


1.5

ben riassunto dalle tre funzioni caratterizzanti il buon funzionamento o equilibrio della rete ecologica: infatti il corridoio è protettore di biodiversità; conduttore, longitudinalmente, di esseri viventi e sostanze nutritive e, trasversalmente, filtro tra una patch e l'altra oppure tra due ambiti della stessa matrice; portatore di effetti positivi alle macchie vicine, oltre che elemento di comunicazione tra diverse macchie.

Le dimensioni dei corridoi possono variare in base alla geografia e all'orografia dell'ambiente circostante, così possiamo classificare come corridoi a fascia quelli più larghi, mentre come corridoi lineari quelli più stretti. Generalmente quelli più larghi sono in grado di rispondere e in alcuni casi di migliorare le funzioni di habitat, condotto, filtro e approvvigionamento necessarie alla vita di un ecosistema.

Un elemento molto importante, sempre riferito ai corridoi ecologici, sono i punti di intersezione tra questi; definiti nodi ecologici, queste unità di interscambio possono essere



1.6

gerarchizzate in base al numero di corridoi che entrano ed escono da ognuna.<sup>9</sup>

### 1.5 – I nuovi strumenti di analisi integrata

Attualmente, lo studio effettuato da Forman sulla rappresentazione e classificazione morfologica delle diverse componenti del paesaggio, è ancora considerabile alla base delle tecniche di analisi odierne. Nonostante ciò i moderni strumenti di monitoraggio dei sistemi ambientali sono riusciti a integrare, alla componente empirica e puramente rappresentativa, una componente scientifica e in grado di fornire risultati quantificabili oltre che cartografabili.

Uno degli strumenti più utilizzati per analizzare il livello di salubrità ambientale di una determinata area ed in grado di restituire un modello grafico, basato sulla teoria delle reti, che rappresenti schematicamente il livello di connessione ecologica di un determinato territorio, consiste nel Grafo Ecologico.

Il Grafo Ecologico è uno strumento e processo

Fig. 1.5 Elementi spaziali e funzionali delle reti ecologiche (fonte: Forman e Gordon)  
Fig. 1.6 Schema di funzionamento del principio delle reti applicato allo studio territoriale (Fonte: Fabbri)

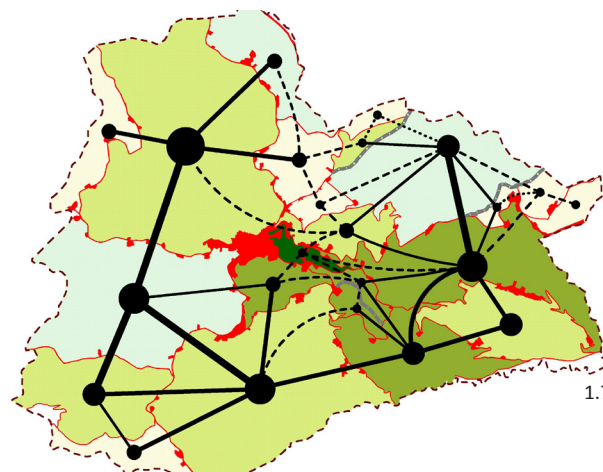
9. Forman, R.T.T. & Godron, M. 1981: Patches and structural components for a landscape ecology.



di analisi territoriale che tiene conto del livello di naturalità delle singole unità paesaggistiche formanti l'ecomosaico; da un valore numerico a ciascuna di esse, in base a indici strettamente legati alla struttura naturale esistente; evidenzia i punti critici e classifica il livello di connessione tra le unità, a seconda della barriera antropica che le separa; restituisce, attraverso una simulazione del funzionamento del sistema ambientale, la struttura ecologica reale ed il livello di connessione e naturalità del territorio; permette la localizzazione delle problematiche e la loro risoluzione attraverso la realizzazione di nuovi micro-scenari inseribili direttamente nel sistema.

### 1.5.1 - Il Grafo Ecologico: paesaggio come rete

*Rete, una parola che entra sempre di più nel nostro linguaggio corrente: la rete internet, la rete terroristica, la rete commerciale, la rete di comunicazione, sono termini di uso ormai corrente perché viviamo in un mondo formato da reti.*



*Reti, che se pur lontane le une dalle altre, partecipano di una comune proprietà: tutte, almeno secondo la scienza che le studia, obbediscono alle stesse regole matematiche. [P. Fabbri, 2007]*

La simulazione del funzionamento di un sistema ambientale può essere molto utile per comprenderne i processi e per assumere decisioni politico-territoriali consapevoli. C'è da dire che, nonostante i buoni propositi, molti dei moderni processi di analisi non

tengono conto e non sono in grado di mettere a sistema gli attributi strutturali e quelli funzionali del paesaggio, limitandosi all'analisi, anche approfondita, delle diverse caratteristiche di questo.

Il grafo ecologico ha così lo scopo di colmare queste lacune partendo da presupposti teorici che vedono il paesaggio come un livello di organizzazione della vita sul pianeta descrivibile e analizzabile attraverso il concetto di rete.

Il paesaggio infatti si può definire come l'aspetto visivo del sistema ambientale, costituito dalla combinazione delle differenti unità paesistiche, caratterizzate da gradi diversi di connessione e correlate da scambi di energia. Il presupposto necessario ad avviare questo tipo di analisi consiste nell'esistenza, sulla porzione di territorio presa in esame, di unità paesistiche diverse per struttura e funzione e contemporaneamente nella loro capacità, più o meno elevata, di scambiare informazione (energia/materia). Pertanto il complesso processo di scambio energetico che attraversa

costantemente i vari sistemi ambientali costituisce il sistema di relazioni tra le diverse unità di paesaggio, schematizzabile attraverso il concetto di rete e rappresentabile mediante un grafo nodi-aste basato su modelli matematici.

I nodi rappresentano le varie unità o sotto-unità di paesaggio, mentre le aste, o archi, costituiscono la connessione attraverso cui avvengono gli scambi di energia.

Inoltre è importante rendersi conto che le differenti unità di paesaggio, nella maggior parte dei casi, sono separate l'una dall'altra da barriere territoriali di differenti forme, spessori e natura; per questo motivo si possono riscontrare gradi di permeabilità differenti in funzione di diversi fattori: mezzo di trasporto (vento, dilavamento superficiale, animali, ecc); tipo di barriera (strade, autostrade, tessuti edilizi, crinali); tipo di materiale trasportato (materia inorganica, biomassa vegetale, biomassa animale).

Questo modello immagina che le risorse

energetiche siano concentrate nei nodi, rappresentanti le isole perimetrate dalle barriere che producono la frammentazione, e che le relazioni energetiche tra questi nodi, disegnate come legami che li collegano, riproducano i flussi di energia/materia [Kcal/anno] scambiati.

### **Principi alla base del grafo**

Prima di tutto è importante chiarire quali siano gli elementi da ricercare sul territorio, cioè le caratteristiche intrinseche che stanno alla base del grafo e senza le quali non è possibile procedere a questo tipo di analisi.

- 1 – lo specifico livello di metastabilità (MST) dei diversi settori, che rappresenta la componente statica del sistema, ovvero il grado di sviluppo e di organizzazione del sistema dei biotopi che compongono una determinata unità di paesaggio
- 2 – la produzione primaria netta (PN), cioè le risorse che costituiscono l'energia potenzialmente trasferibile tra le varie unità
- 3 – la connettività (C), ossia la possibilità-probabilità che questa energia potenziale si trasferisca

effettivamente, tenendo conto delle caratteristiche del confine; creando quel flusso di informazione indispensabile al mantenimento dell'equilibrio del sistema stesso. Il grado di connettività rappresenta la parte dinamica del sistema, cioè il flusso energetico tra i settori.

Il valore del sistema è quindi dato sia dalla qualità e quantità di energia posseduta che dalla possibilità che questa energia scorra tra un'unità e l'altra.

Dopo questa parentesi teorica, presentazione generale delle regole alla base del procedimento analitico riguardante il grafo ecologico, il primo passo consiste nell'individuazione delle diverse unità di paesaggio (definite in gergo tecnico anche settori o ambiti).

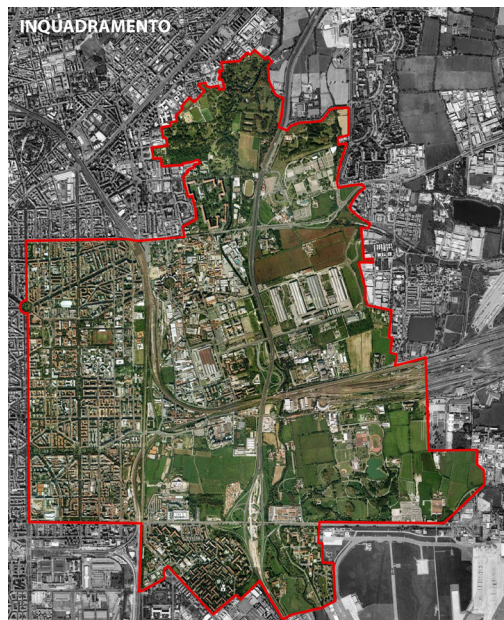
### **La componente statica**

La prima operazione, dopo avere individuato l'area di analisi, consiste nell'evidenziazione delle diverse barriere territoriali che ostacolano lo scambio di energia sul territorio e che

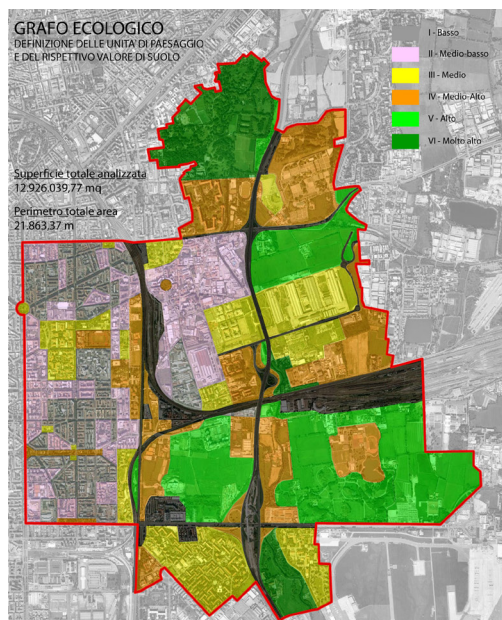
possono differenziarsi, a seconda della loro natura, in insediamenti antropici di estensione variabile e infrastrutture di diverso tipo, in base alla loro sezione e al flusso di traffico che le percorre.

A questo punto la frammentazione territoriale dovuta all'azione antropica porterà all'individuazione delle singole unità di paesaggio, classificabili, in base a posizione, caratteristiche territoriali e biodiversità, attraverso una scala qualitativa che metta in evidenza, per ognuna di esse, il rispettivo valore di suolo (I basso; II medio-basso; III medio; IV medio-alto; V alto; VI molto alto). Questo procedimento potrebbe richiedere molto tempo perché l'analisi delle caratteristiche intrinseche di una determinata porzione di territorio dovrebbe essere effettuata attraverso un sopralluogo dettagliato degli ambiti in questione, portando ad una catalogazione delle differenti biomasse presenti; il procedimento proposto invece si è limitato ad un'osservazione, seppur molto ravvicinata e accurata, attraverso tecniche moderne di ortofotogrammetria, che comunque hanno permesso una catalogazione efficace dei differenti settori.

Una volta ottenute ed evidenziate le macro aree della rete territoriale si procederà alla loro suddivisione in ulteriori sotto unità, diversificate per struttura naturale, scenari ecologici e presenza di patches al loro interno. Il passaggio successivo consiste nella misurazione estensiva di questi micro-settori e nell'attri-



1.8



1.9

Fig. 1.8 Inquadramento area di studio  
Fig. 1.9 Individuazione barriere antropiche e classificazione unità di paesaggio

buzione, per ognuno di essi, di un valore di Biopotenzialità.

L'indice di biopotenzialità territoriale (BTC), è un indicatore dello stato del metabolismo energetico dei sistemi vegetali e rappresenta la capacità di un ecosistema di conservare e massimizzare l'impiego dell'energia in grado di individuare le evoluzioni/involuzioni del paesaggio, in relazione al grado di conservazione, recupero o trasformazione del mosaico ambientale.

Questo indice, per semplicità, è stato schematizzato in una tabella redatta dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), in cui ad ogni tipologia di uso di suolo è stato attribuito un valore [Mcal/mq\*anno] e, ad ognuno di questi valori fatta corrispondere una classe.

A questo punto, dopo aver calcolato la superficie di ciascun settore e associato ad ognuno, in base alle caratteristiche riscontrate dall'analisi, il proprio indice di Biopotenzialità, si è in grado di calcolare la Metastabilità (MST)

Classi	Definizioni	BTC [Mcal/mq*anno]
A	Prevalenza di sistemi con sussidio di energia (industrie e infrastrutture, edificato) o a bassa metastabilità (aree nude, affioramenti rocciosi)	<< 0,5
B	Prevalenza di sistemi agricoli-tecnologici (prati e seminativi, edificato sparso), ecotopi naturali degradati o dotati di media resilienza (incolti erbacei, arbusteti radi, corridoi fluviali privi di vegetazione arborea)	0,5 – 1,5
C	Prevalenza di sistemi agricoli seminaturali (seminativi erborati, frutteti, vigneti, siepi) a media resistenza di metastabilità	1,5 – 2,5
D	Prevalenza di ecotopi naturali a media resistenza e metastabilità (arbusteti paraclimacici, vegetazione pioniera), filari, verde urbano, rimboschimenti, impianti da arboricoltura da legno, pioppeti	2,5 – 3,5
	Prevalenza di ecotopi senza sussidio di energia, seminaturali (boschi cedui) o naturali ad alta resistenza e metastabilità: boschi del piano basale e submontano, zone umide	>> 3,5

unitaria: cioè un valore numerico dal quale dipenderà il diametro dei nodi del grafo.

$$MST = BTC_{tot} * (1 + K) \quad [Mcal/anno]$$

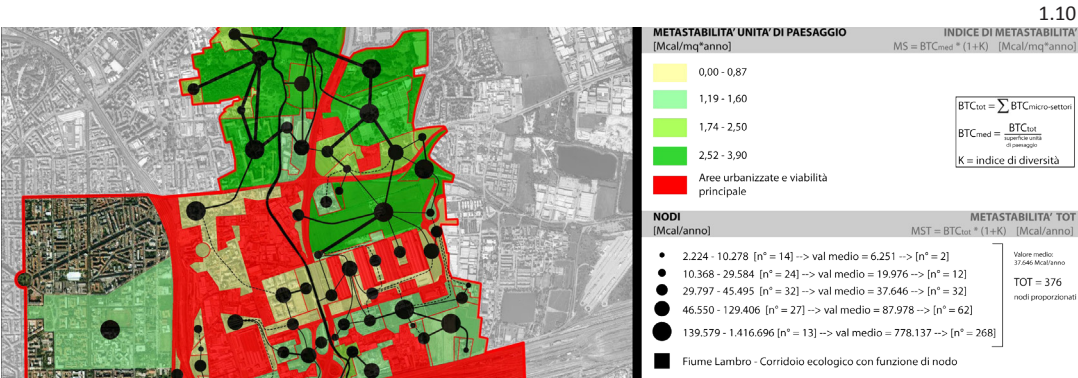
Dove K rappresenta l'Indice di Diversità: cioè la diversità delle varie tessere di un ecomosaico. Questo indice infatti tiene conto del grado di diversità che intercorre tra il settore analizzato e quelli circostanti ad esso, individuando situazioni ecologicamente ottimali (K=1) e situazioni ecologicamente sfavorevoli (K=0) allo stato



Fig. 1.10 Componente statica: Rappresen-  
tazione MST eBTC attraverso la simulazio-  
ne del Grafo Ecologico

di fatto.  
In seguito all’individuazione dei valori di Bio-  
potenzialità delle diverse micro-aree, il passo  
successivo consiste nel calcolo, per ognuna  
delle macro-unità ambientali individuate pre-  
cedentemente, del valore di BTCmed: ottenuto  
attraverso la sommatoria dei differenti risultati  
di ogni settore, divisa per la superficie totale  
delle singole unità di paesaggio.  
Questa operazione permetterà di catalogare  
le diverse patches secondo una scala di valori  
basata sull’indice di Metastabilità è rappresen-  
tata attraverso colori differenti:

**MS = BTCmed \* (1 + K)** [Mcal/mq\*anno]  
La BTCmed risultante sarà uguale per tutti i  
settori subordinati ad una specifica unità di  
paesaggio. Il valore che definirà la diversità di  
ognuno di questi sarà ancora una volta l’indice  
K, basato sulle caratteristiche di inserimento  
territoriale della patch all’interno del contesto  
circostante.



### La componente dinamica

La componente dinamica del sistema rappresenta la possibilità di scambi di energia tra un settore e l’altro e, come già detto in precedenza, questa proprietà intrinseca del territorio dipende da molteplici fattori quali: il tipo di barriera da superare, il mezzo di trasporto su cui si sposta questa energia, il tipo di materiale trasportato.  
Per questo motivo, un ulteriore e importante valore alla base del grafo ecologico, è rappresentato dal Flusso dei legami o link (Fij), che rappresenta la struttura portante dell’intero sistema.

Questo indice infatti permette di calcolare la produzione primaria netta (PN) e i diversi scambi di energia tra un settore e l'altro, basandosi su valori geometrico-territoriali quali: perimetro unitario dei diversi ambiti; perimetri di contatto tra un ambito e l'altro; livelli di Metastabilità dei due ambiti a contatto.

$$F_{ij} = [(MST_i + MST_j) / 2] * [I / (L_i + L_j)] * p$$

[Mcal/anno]

Questa formula esprime l'entità del flusso di energia che collega il nodo i con il nodo j, dove:

$L_i + L_j$  = somma dei perimetri delle unità

$I$  = perimetro di contatto tra le unità

$p$  = coefficiente di permeabilità della barriera che separa i diversi settori

Quest'ultimo valore  $p$  è ottenuto analizzando il tipo di barriera interposta tra le due aree prese in esame ed è ricavabile attraverso la tabella a fianco.

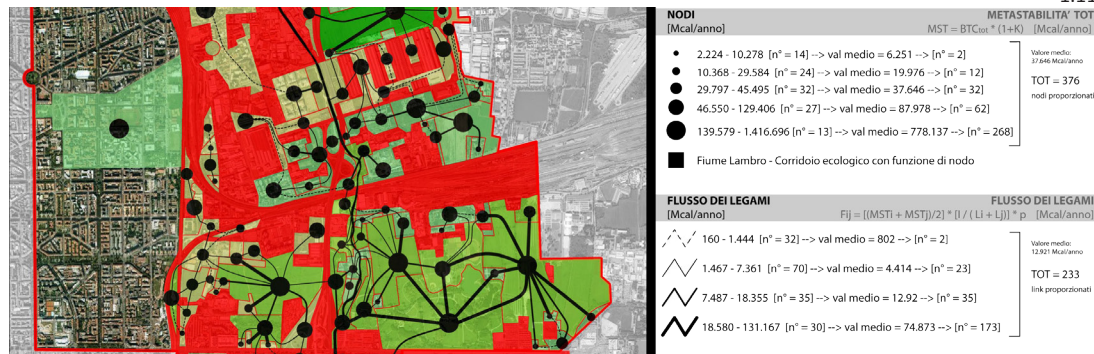
Il risultato di questa ulteriore analisi è rappre-

Barriera	Permeabilità
Tessuti urbanizzati compatti estesi	3
Tessuti urbanizzati compatti lineari	0,4
Tessuti edilizi lineari non compatti	0,5
Autostrade, superstrade, fiumi con sponde cementate, canali artificiali	0,4
Strade asfaltate	0,7
Strade sterrate	0,9
Fiumi con vegetazione ripariale	0,5
Crinali strutturalmente definiti	0,7

sentabile graficamente attraverso aste o archi di diversi spessori, che evidenziano sul grafo le principali direttrici e direzioni degli scambi di energia. Inoltre permette di identificare, sul territorio, quali siano i maggiori nodi connettori (o hub), quindi quegli ambiti caratterizzati

Fig. 1.11 Componente dinamica: Rappresentazione BTC e Fij attraverso la simulazione del Grafo Ecologico

da un elevato numero di legami. Nelle moderne teorie sulle reti, gli hub hanno permesso di attribuire a queste non più basi teoriche governate dal caso, ma organizzate secondo teorie matematiche più complesse. In natura, la distribuzione di gran parte delle grandezze segue la classica curva a campana, o gaussiana ma, di recente ci si è accorti che, accanto a questo tipo di distribuzione, la natura ne genera altri, che sono la maggioranza, caratterizzati da un tipo di curva, detta di potenza, che ha un andamento decrescente con continuità. In questo tipo di distribuzione non esiste un picco, in quanto la curva stessa si presenta in modo decrescente continuo, mentre in una gaussiana le code scendono con andamento esponenziale, quindi in modo molto più rapido che nelle altre. È proprio quest'andamento esponenziale che indica la mancata presenza di hub. Una distribuzione secondo la curva di potenza segnala invece che molti piccoli eventi



coesistono contemporaneamente con grandi eventi ed è caratterizzata da uno specifico esponente dato dal rapporto tra il numero dei piccoli eventi e quello dei grandi eventi <sup>10</sup>.

### Le verifiche

Il proposito di questa analisi è quello di cercare di applicare le teorie matematiche, formulate negli anni e riguardanti i modelli a reti, ad un sistema complesso come quello ambientale.

La simulazione grafica della rete ecologica rappresenta un contributo fondamentale, in grado di integrare le differenti tecniche di resti-



tuzione del sistema ambientale con i moderni principi di analisi ecologica, in grado di restituire, oltre che la semplificazione strutturale del sistema analizzato, anche risultati quantificabili e, se messi a sistema, considerabili come gli elementi di verifica sullo stato di salute attuale della rete ecologica.

Individuando il grado massimo di stabilità di un sistema ecologico come un territorio che possieda buone quantità di biomassa vegetale ed una disposizione delle tessere, formanti l'ecotessuto, in grado di garantire la circolazione dell'informazione, è necessario, ai fini dell'analisi, fare interagire i risultati ottenuti con indici che possano generare una quantificazione del grado di connessione dell'intero sistema analizzato.

Il risultato finale di questo procedimento conoscitivo-territoriale consiste nell'individuazione dell'Indice di Connettività (C): semplice calcolo ma qualità fondamentale di qualsiasi struttura reticolare.

$$C = LG / LG \text{ max}$$

$$C = LG / 3(V - 2)$$

Tiene conto del numero dei legami effettivi, mettendoli in rapporto con la quantità massima di collegamenti possibili nel sistema, dove:

LG = legami realmente esistenti

V = n° nodi esistenti

Inoltre, essendo i legami ed i nodi di diversa entità, sarà necessario, prima di affrontare il calcolo dell'indice, ponderare il valore dei singoli (nodi o legami) rispetto ad un unico valore medio di riferimento.

Quest'ultimo passaggio, che rappresenta la semplificazione estrema della rete ecologica, se confrontato con la parte analitico descrittiva a valle del ragionamento, che si è occupata del semplice ricalco delle diverse unità paesistiche e della loro influenza positiva o negativa sulla circolazione dell'informazione, restituirà fedelmente le complesse dinamiche che riguardano il sistema ambientale, attribuendo valori quantificabili alle singole tessere dell'ecotessuto ed ai legami che inter-

corrono tra loro; identificando quali porzioni avranno necessità di piani di intervento mirati alla riqualificazione e alla riabilitazione del sistema connettivo naturale; infine verificando l'efficacia delle proposte di trasformazione territoriale attraverso indicatori specifici.

L'unico limite del Grafo Ecologico è la sua scarsa efficacia all'interno del paesaggio urbano; svantaggio dovuto alla elevata densità del tessuto antropico che non permette alla rete ecologica, più ampia e simulabile attraverso il G.E., di inserirsi al suo interno.

La frammentazione generata dal paesaggio urbano, in cui la densità di spazi verdi rappresenta una piccola percentuale dell'intera superficie, non consente di poter parlare di rete ecologica; l'unico contributo positivo lo si può trarre dalle singole tessere verdi o elementi di discontinuità del tessuto edilizio, le quali, se organizzate in piani di riqualificazione e rinverdimento delle connessioni, potrebbero generare isole a valenza ecologica in grado di portare benefici microclimatici e igienici a scala

urbana.

Questo spiega la panoramica successiva, concentrata sull'evoluzione dello spazio naturale, ma soprattutto sulle dinamiche che caratterizzano le sue connessioni all'interno del tessuto urbano contemporaneo.

## **2** **La rete ecologica** in ambiti urbani

L'importanza principale che assumono le reti ecologiche, sia urbane che rurali, consiste nell'opportunità di realizzare corridoi e connessioni all'interno del paesaggio moderno, frammentato sia fisicamente che culturalmente, in modo tale da permettere uno sviluppo e una conseguente diffusione di flora e di fauna sul territorio.

Le reti ecologiche urbane sono in grado di stabilire connessioni ecologiche, fisiche e visuali tra il tessuto urbanizzato, le circostanti aree naturali e gli spazi verdi.

A seconda della disciplina, al termine "aree verdi" sono state attribuite diverse definizioni: infatti in Pianificazione Urbana, termini come spazi aperti urbani, spazi verdi urbani e spazi aperti pubblici sono considerati molto simili e queste categorie includono sia le aree verdi che le strade e le piazze; diversamente, in ambiti come l'Architettura del Paesaggio, gli spazi aperti urbani sono considerati come parte integrata della struttura e della rete urbana.<sup>11</sup> I viali alberati lungo i principali assi urbani, ri-

salenti all'epoca barocca, e alcune vie d'acqua possono essere visti come i primi prototipi di corridoi ecologici moderni: infatti, prendendo spunto dai giardini rinascimentali, queste situazioni riuscivano ad elevare il livello di naturalità all'interno del tessuto urbano denso e ripetitivo.

Il movimento delle Parkways, nato nel primo decennio del XX secolo e capitanato da Frederick Law Olmsted, con i suoi sistemi di Boulevard e gli spazi pubblici verdi coronati da architetture monumentali o statue eroiche, diede vita al modello di "città giardino", che comprendeva cinture e anelli di spazi aperti verdi, collegati al centro urbano attraverso grandi viali alberati che mettevano in comunicazione diverse realtà naturali.

Da qui si può capire come, anche in epoche molto lontane dai giorni nostri, iniziò ad acquisire sempre più importanza il ruolo delle cinture verdi, viste come elemento fondamentale per la sopravvivenza della biodiversità all'interno dei centri urbani e come tamponamento

11. Planning and design of ecological networks in urban areas, Maria Ignatieva – Glenn H. Stewart – Colin Meruk, ICLES 2010

tra il tessuto antropico esistente, più denso, ed il paesaggio agricolo/naturale circostante. Inoltre, dopo la seconda guerra mondiale, ma soprattutto dopo lo sviluppo tecnologico che portò ad una crisi ambientale e ad una perdita di gran parte del patrimonio naturale dovuto all'aumento dell'inquinamento atmosferico e del suolo, l'ecologia iniziò ad acquisire una posizione centrale e a mettere in pratica processi sempre più scientifici così da reagire al degrado ambientale urbano attraverso una nuova visione e pianificazione delle aree verdi. Non più viste come singole unità naturali all'interno del tessuto consolidato, ma come sistema unico e inscindibile analizzato e successivamente progettato dalla piccola alla grande scala.

## **2.1 – McHarg e il rapporto uomo/natura**

Come dice Ian L. McHarg nel suo libro "Design with nature", nel paesaggio urbano moderno la campagna non è più vista come il luogo da salvaguardare (green belt) perchè ricca di

naturalità; ma piuttosto, cambiando punto di vista, si è trasformata nel luogo dell'ingordigia (greed belt), dove l'agricoltore vende terra invece di raccolti e l'imprenditore trasforma la risorsa naturale in lottizzazioni asettiche.

Se intorno alle città rimangono aree rurali, apparentemente non influenzate dall'azione dell'uomo, è perché in queste zone la natura è più estesa, più resistente, più elastica a reagire ai cambiamenti; infatti la natura ha la capacità intrinseca di rigenerarsi molto più velocemente in campagna che negli anfratti bui e cementati della città.

Nelle grandi pianure, luoghi ideali per lo sviluppo urbano, la natura è riscontrabile maggiormente e, in alcuni casi, solamente intorno al letto dei fiumi e all'interno delle foreste. Il rischio più significativo consiste nella possibile crescita incontrollata del tessuto urbano e nella fusione di questo in un'infinita e continua collana continentale di megalopoli, a discapito del sistema naturale.

McHarg sostiene inoltre che alla base dell'at-

teggimento occidentale verso la natura sta la religione e più specificatamente il monoteismo, che ebbe come conseguenza il rifiuto della natura e della scienza. L'affermazione di un Dio con sembianze umane fu una dichiarazione di guerra alla natura.

Con l'avvento dell'Umanesimo rinascimentale (1400) quest'opera di sottomissione continuò, vedendo inoltre un aumento intensivo dei poteri dell'uomo sulla natura.

Infine il XVIII secolo vide una pausa: emerse una concezione naturalistica che però non contribuì in modo incisivo all'arresto dell'ondata antropomorfa e antropocentrica del XIX secolo.

*Attualmente l'uomo può eliminare intere specie viventi. È l'unico agente della regressione evolutiva*

Il rapporto uomo moderno/natura si può quindi riassumere in due concezioni divergenti: l'antropocentrismo, che vede il primo

come dominatore di tutti gli aspetti e i processi naturali che lo circondano; mentre, molto differente è la concezione orientale di uomo immerso nella natura dove queste due entità sono considerate inseparabili e la sopravvivenza e la salute dipendono fortemente dalla comprensione degli aspetti e dei processi naturali.

*Il nostro mondo fenomenico contiene le nostre origini, la nostra storia, il nostro ambiente. Ecologia = scienza della casa*

## **2.2 – Identificare il posto della natura in una regione metropolitana**

La natura, nei confronti dell'uomo, svolge un lavoro gratuito definibile come valore, in quanto non si manifestano dispendi di energia da parte dell'essere umano e soprattutto quest'ultimo può trarne una quantità infinita di benefici.

Il metodo migliore per intervenire e migliorare, se necessario, la qualità ambientale di

un determinato paesaggio di frangia sarebbe quello di copiare la natura, quindi ricreare modelli naturali in grado di evolversi autonomamente. Allo stesso tempo la realtà è differente, non tanto sotto l'aspetto propositivo sostenibile, ma quanto rispetto al metodo di valutazione e salvaguardia del territorio: infatti il pianificatore propone che la città sia circondata da una cintura verde, in cui le attività naturalistiche, agricole e di svago, siano preservate o addirittura inserite ex-novo.

Queste cinture, se imposte per legge, potrebbero avere un elevato potenziale e costituire una buona alternativa di conservazione dello spazio aperto peri-urbano; ma tutto questo fa sorgere più di un dubbio sul perché questi spazi dovrebbero essere migliori di quelli situati più esternamente rispetto al centro cittadino, mettendo quindi in discussione il concetto di vocazione dei luoghi.

Nella regione metropolitana tutti i terreni dedicati a spazio aperto dovrebbero essere intrinsecamente adatti allo svolgimento di

attività "verdi", senza distinzioni e differenziazioni di destinazione d'uso.

La risposta potrebbe argomentare come il tessuto urbano sia in costante crescita e quindi sia classificabile all'interno di un processo di fagocitosi dello spazio aperto circostante. In una visione di questo tipo, i terreni facenti parte della cintura verde, classificabili per estensione e capacità naturalistica, svolgono un ruolo fondamentale di contenimento e dovrebbero essere considerati come le linee guida del processo urbanistico, difficilmente arrestabile.

Inoltre l'urbanizzazione, aumentando la densità di costruito internamente ai centri urbani ed estendendosi a macchia d'olio in periferia, continua questa azione di logoramento dello spazio aperto, con conseguente allontanamento di quest'ultimo dal baricentro demografico, portando ad un risultato indesiderato che vede un'abbondanza di spazio aperto là dove la popolazione è più scarsa.

Per questo motivo, per sostenere ed argomen-

tare nel modo migliore i processi di salvaguardia e di progettazione, è urgente prefiggersi un programma di classificazione e catalogazione del territorio di frangia, tra urbano e naturale, però, invece che cadere in una standardizzazione e preconfezionamento degli spazi aperti, si dovrebbero individuare i molteplici e discreti aspetti dei processi naturali.

Per fare un esempio, osservando la tabella, che mette in relazione, classificandoli, i diversi valori dei processi naturali, quindi il grado di naturalità e di potenzialità delle diverse regioni fisiografiche, con la propensione che questi ambienti hanno ad accogliere l'azione dell'uomo, un conflitto evidente sta nella vocazione del terreno pianeggiante: estremamente adatto all'attività agricola ma, allo stesso tempo, fortemente utilizzato e favorevole allo sviluppo urbano.

Per questo motivo, prendendo in esame questa situazione, ai fini della salvaguardia dello spazio aperto è importante, durante questo processo di catalogazione, considerare il ter-

Valore dei processi naturali; grado di tolleranza	Vocazione intrinseca all'uso urbano
Acque superficiali	<b>Terreno pianeggiante</b>
Paludi	Foreste, boschi
Piane alluvionali	Pendii ripidi
Aree con mancanza di falde acquifere	Falde acquifere
Falde acquifere	Ricarica delle falde acquifere
Pendii ripidi	Piane alluvionali
Foreste, boschi	Paludi
<b>Terreno pianeggiante</b>	Acque superficiali

reno agricolo di prima qualità come territorio intollerante all'urbanizzazione e caratterizzato da un elevato valore sociale e culturale.

*Questo perché l'agricoltore, scacciato dai terreni ottimali allo sviluppo urbano, è costretto a trasferirsi su altrettanti terreni di qualità inferiore, sia sotto l'aspetto naturalistico che di localizzazione, avviando un processo che richiederà un cospicuo investimento di capitali per trasformare terreni considerati poco o non coltivabili oggi, in aree agricole domani.<sup>12</sup>*

Infine questa analisi porterà ad una classifi-

12. Ian L. McHarg, Design with nature, 1989

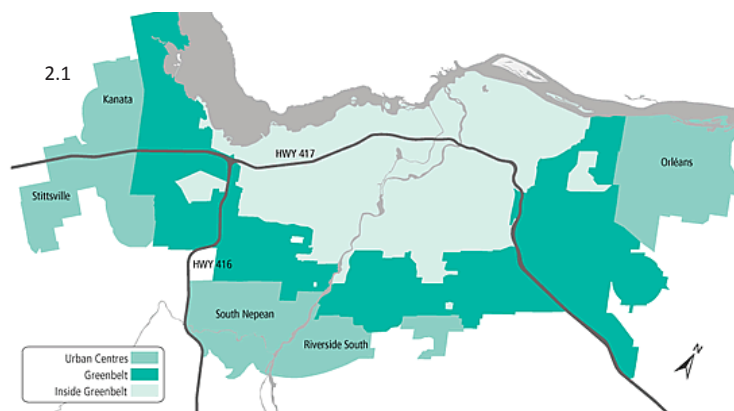


cazione dell'intero territorio naturale pianeggiante ed evidenzierà quelle zone in cui non vi è una speciale vocazione naturale, le quali potranno essere dedicate allo sviluppo urbano.<sup>13</sup>

La classificazione quindi porterà all'identificazione di quei processi naturali che compiono un lavoro per l'uomo (purificazione naturale dell'acqua, dispersione dell'inquinamento atmosferico, miglioramento del clima, approvvigionamento idrico, controllo delle inondazioni, accumulazione di suolo agricolo, aumento del patrimonio forestale e faunistico); quelli che offrono protezione o sono ostili (paludi di estuario e piane alluvionali); quelli che sono unici e particolarmente preziosi (zone di interesse geologico, ecologico e storico); quei valori che sono vulnerabili (dune delle spiagge, luoghi di cova e bacini di raccolta).<sup>14</sup>

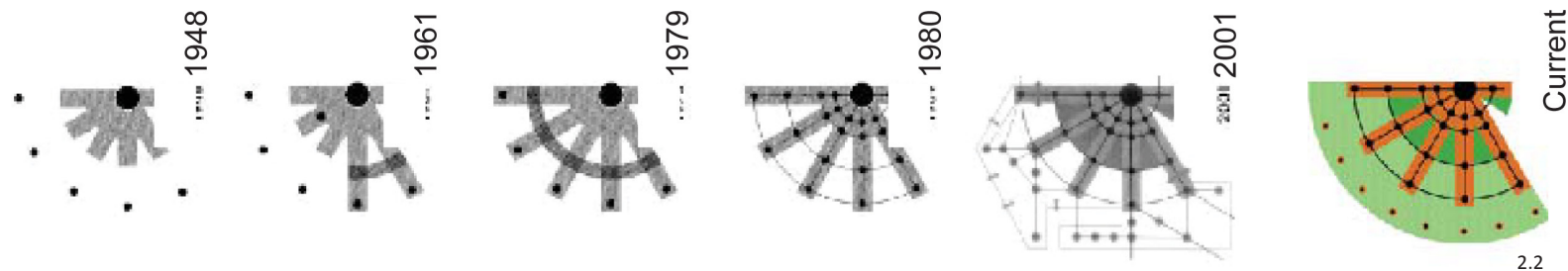
### 2.3 – Ecostructure: infrastrutture verdi urbane

Negli ultimi anni, molti centri urbani hanno adottato diverse strategie di sviluppo e penetrazione degli spazi verdi all'interno del tessuto urbano. Strategie che, a seconda della conformazione del territorio e delle direttrici di sviluppo urbano, possono essere definite "green belts" (Ottawa, Portland) comprendenti aree buffer ad elevata naturalità per garantire connessione ecologica col paesaggio circostante ed elementi lineari all'interno del



13. ISPRA - Carta della natura

14. Ian L. McHarg, Design with nature, 1989



2.2

Fig. 2.2 Copenhagen Green Finger Plan

tessuto urbano in modo tale da favorire una continuità degli spazi aperti; “green fingers” (Helsinki, Copenhagen, Stockholm), caratterizzati da fasce verdi che penetrano all’interno del tessuto urbano, oppure ne lambiscono i bordi.

Il traguardo raggiunto negli ultimi decenni, riguardo all’importanza delle reti ecologiche, è stata la presa di coscienza del fatto che lo spazio aperto che ci circonda faccia parte di un più ampio ambito ecosistemico, dinamico e rigenerativo.

Per questo motivo ultimamente l’attenzione si è focalizzata sul concetto di corridoio ecologico, infatti un contributo significativo allo sviluppo del tema della rete ecologica urbana è stato dato dalla nascita, negli anni ‘90, del “greenway movement” in USA e in Canada e dal “corridors movement” in Europa.

Questi movimenti hanno alla base gli studi sulle “Città Giardino” di Howard e sulle “Parkways” di Olmsted. Dal ‘60 al ‘70 le greenways iniziarono ad essere usate da ciclisti e pedoni

come percorsi alternativi alle strade urbane congestionate dal traffico veicolare e, alla fine del 1995, negli Stati Uniti, furono catalogate più di 500 greenways, che consentivano l’accesso agli spazi aperti e ricoprivano un ruolo fondamentale di collegamento tra l’area urbana e quella rurale. Molte greenway seguono i corsi dei fiumi, altre invece tracciati ferroviari in disuso e non ed infine strade.<sup>15</sup>

Le moderne greenways comprendono differenti aspetti e caratteristiche paesaggistiche (corridoi, matrice, macchie, connessioni), differenti strategie di pianificazione (progettazione a diverse scale di intervento), differenti principi di architettura paesaggistica (progetto di strutture, composizione delle specie, circolazione pedonale e ciclabile), ma la definizione essenziale di greenway è: corridoi, di larghezza variabile, connessi tra loro in una rete.

Le greenways sono considerate importanti per lo sviluppo della rete ecologica urbana e, insieme alla cinture verdi e agli spazi aperti, completano l’infrastruttura verde o ECO-

15. Tom Turner, Greenways: theory and history, 2001

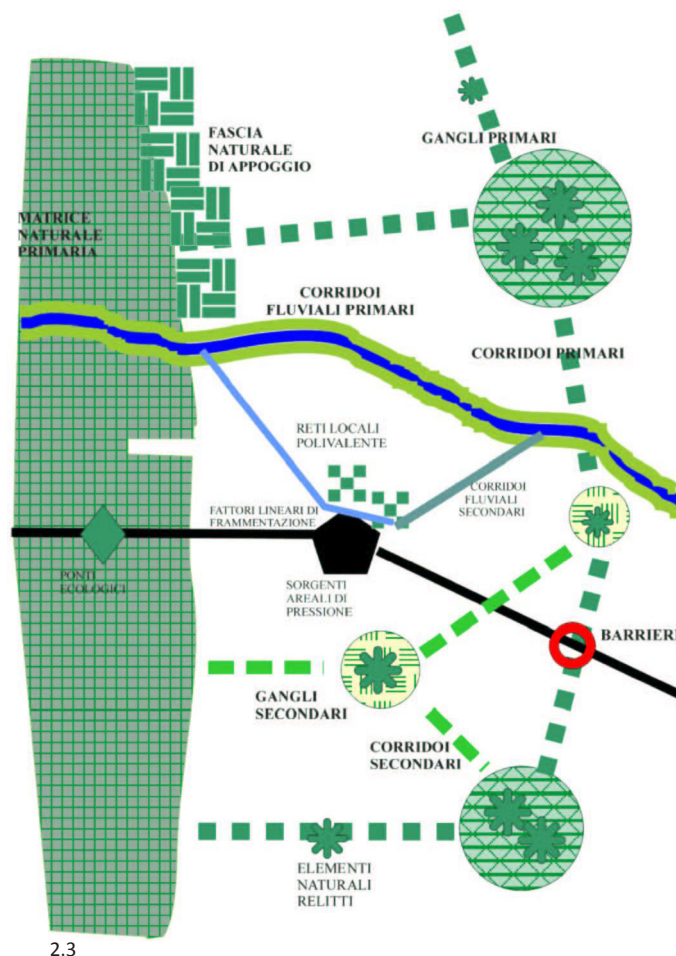
Fig. 2.3 Elementi della Rete Ecologica  
(fonte: Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano)

## STRUCTURE.<sup>16</sup>

La tipica infrastruttura verde urbana comprende tutte le connessioni naturali, semi-naturali e artificiali, dentro, attorno e tra le diverse aree urbane, a tutte le scale spaziali.<sup>17</sup>

La rete considera le aree con un più alto livello di naturalità come i fulcri principali dell'insieme, l'unica risorsa di biodiversità e di identità locale ma, nel frattempo, coinvolge tutti i potenziali spazi ecologici disponibili all'interno del tessuto urbano.

I giardini privati, le strade alberate ed i cimiteri sono considerabili una buona risorsa di biodiversità all'interno del tessuto consolidato; le aree industriali abbandonate o i terreni incolti (brown fields), spesso contaminati, sono anch'essi inclusi nella rete ecologica come potenziali "stepping stones"; inoltre, ultimamente, si è riscontrato un forte interesse nei confronti di nuovi progetti urbani che vedono come protagonisti tetti e pareti verdi, in quanto questi elementi agiscono in maniera positiva sotto l'aspetto microclimatico e costituiscono nuovi habitat per lo sviluppo di specie, quindi di biodiversità.



16. Planning and design of ecological networks in urban areas, Maria Ignatieva – Glenn H. Stewart – Colin Meruk, ICLES 2010

17. Planning and design of ecological networks in urban areas / Maria Ignatieva, Glenn H. Stewart, Colin Meruk / Biodiversity and Ecosystem Services: Importance of Cities for post 2010 perspective



Il lavoro effettuato a seguito di questa introduzione teorica, che ha voluto definire i principi che stanno alla base dell'obiettivo di ricucitura ambientale, prevede l'inquadramento dell'area Est-milanese, compresa tra il bacino del fiume Lambro e quello del fiume Adda; l'individuazione delle potenzialità, delle criticità territoriali e dell'andamento dei flussi ecosistemici, che caratterizzano la "media pianura irrigua lombarda"; oltre che un'analisi del rapporto tra paesaggio antropico e paesaggio naturale: il primo in continuo sviluppo incontrollato ed il secondo sottoposto ad una costante operazione di logoramento e disgregazione.

Questa analisi territoriale, basata su principi teorico-paesaggistici riferiti ad ambienti con elevate caratteristiche naturali, in un secondo momento sarà portata a confrontarsi con realtà urbane e peri-urbane rese impenetrabili da infrastrutture o tessuti antropici densi, in modo tale da individuare una o più metodologie di intervento in grado di considerare la

possibilità di realizzazione di una ricucitura ecologica tra ambienti semi-antropizzati (situati in aree peri-urbane con buone potenzialità di sviluppo) e situazioni statiche, ma con buone potenzialità, all'interno del tessuto urbano consolidato (es. Città Studi). L'obiettivo è quello di fornire un metodo processuale ripetibile e utilizzabile nell'ambito della progettazione urbanistica, che tenga conto contemporaneamente dei molteplici aspetti naturali e antropici e che possa fornire un contributo significativo alle già elaborate metodologie di analisi e attuazione urbana.

Il quesito che si pone questo studio è identificabile nell'individuazione del ruolo che occupa la porzione urbana di città studi all'interno del sistema ambientale Est-Milanese; a quali benefici, a livello ecosistemico, potrebbe portare l'inclusione di un tessuto urbano, con discrete potenzialità di biomassa, in un sistema più ampio, come per esempio la rete ecologica urbana, che si appoggia al corso del fiume

## Introduzione II^ Parte

Lambro e che a sua volta fa parte del sistema ecologico provinciale e lombardo.

Attraverso metodologie multiscala, in grado analizzare gerarchicamente il territorio compreso tra il letto del fiume Adda e il tessuto urbano di Città Studi, i risultati ottenuti hanno portato alla schematizzazione della struttura ecologica esistente; alla simulazione delle diverse dinamiche naturali che caratterizzano l'area e all'individuazione di quelle superfici considerabili i fulcri di biodiversità naturale. Portando così all'identificazione dettagliata della rete ecologica semi-urbana: sovrapposta al tessuto di frangia, frammentato e attraversato dal fiume Lambro, delimitato a Nord dal parco Lambro e a Sud dal parco Forlanini e compreso tra il PRU Rubattino e la barriera ferroviaria di Lambrate.

All'interno di questo contesto, inserendo la porzione urbana di Città Studi e risolvendo complessi problemi di attraversamento ecologico dell'infrastruttura, è stato realizzato un concept plan di intervento capace di definire

le linee guida di riqualificazione dello spazio aperto urbano e di ricucitura degli ambiti naturali frammentati.

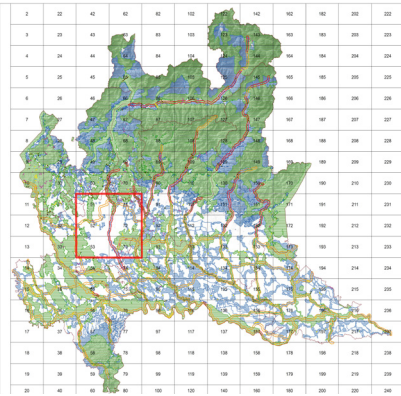
L'obiettivo di questo lavoro consiste nella verifica dell'effettiva possibilità di incremento della connettività del sistema ambientale, attraverso l'inserimento della porzione di Città Studi all'interno della rete ecologica urbana. Inserimento che prevederà, dopo aver individuato le aree di intervento con più possibilità di sviluppo ecologico, l'attuazione di un piano mirato al rinverdimento urbano sia lineare che superficiale. Il primo per garantire connessioni multiple all'interno del sistema; il secondo per creare, internamente al tessuto antropico, sacche verdi potenzialmente detentrici di biodiversità e definibili fulcri del nuovo sistema "ecologico" urbano.

## **3 Il sistema ambientale Est-Milanese**

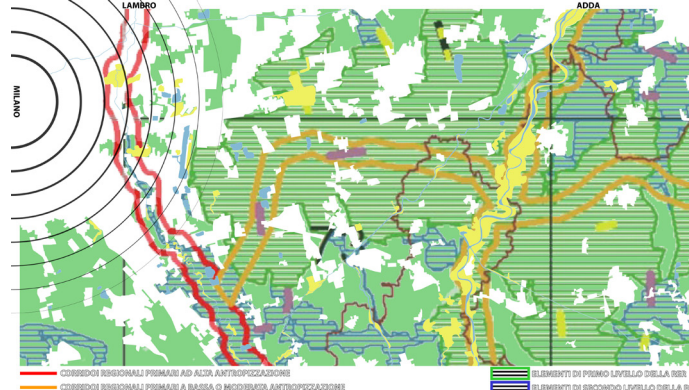
Il crescente sviluppo urbanistico del territorio milanese ha inciso profondamente sulla struttura ambientale: i comparti industriali e terziari, i quartieri periferici e metropolitani e le grandi arterie commerciali hanno introdotto elementi fuori scala all'interno del paesaggio peri-urbano e rurale che, oltre a questo, ha subito una profonda semplificazione dei propri caratteri storico-naturali cedendo il passo alle moderne forme di agricoltura estensiva. Queste caratterizzano la maggior parte della media pianura irrigua lombarda, nella quale, nonostante tutto, continuano a permanere ambiti minori che presentano sistemi irrigui complessi, marcite, vigneti, filari e percorsi campestri che dialogano con le macchie boscate, presenti lungo le aste fluviali principali e secondarie, lungo i canali e lungo i fontanili. È qui che si possono trovare concentrazioni di vegetazione ripariale, fasce boscate e colture a biomassa che costituiscono ancora oggi la struttura portante del sistema ecologico peri-urbano milanese.

Osservando la schematizzazione della Rete Ecologica Regionale (RER) e inquadrando l'ambito Est-Milanese come punto di partenza del processo conoscitivo, ci si rende conto della necessità di considerare la porzione analizzata come un dei tanti anelli di comunicazione tra diverse scale territoriali: quindi indispensabile alla vita del livello ecosistemico superiore e assolutamente dipendente dai suoi sottoinsiemi, riprendendo il concetto di paesaggio definito come insieme di ecosistemi. Nell'ambito Est Milanese vediamo la presenza di una superficie molto estesa occupata da attività agricole estensive, all'interno della quale si può riscontrare la presenza di macchie naturali diffuse e classificate, in base al grado di naturalità, in elementi di primo o secondo livello della rete. Oltre a questi sono presenti ambiti naturali lineari, come ad esempio il fiume Adda, che rappresentano gli assi portanti del sistema ecologico e della sua dinamicità. Quest'ultimo viene infatti classificato "corridoio regionale

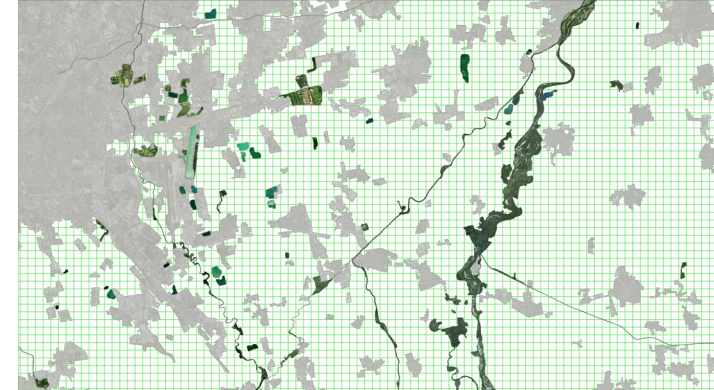




3.1



3.2



3.3

primario a bassa o moderata antropizzazione”; situazione che appare molto differente osservando la classificazione del fiume Lambro, definito “corridoio regionale primario ad alta antropizzazione” che, nonostante le sue elevate criticità, dovute alla scarsa qualità del contesto che attraversa, può essere inquadrato come il punto di connessione tra la rete ecologica provinciale e la struttura verde peri-urbana, che si sovrappone e interagisce con gli ambiti di frangia del tessuto urbano milanese. Per questo motivo costituirà l’asse portante del ragionamento analitico, proposto successivamente a questa parte di analisi sulle dinamiche territoriali più generali che coinvolgono la periferia Est-Milanese.

### 3.1 – Analisi grafico-quantitativa

Come primo passo è stato applicato il metodo di classificazione di Forman, già precedentemente esplicitato, all’area compresa tra il corso dei fiumi Lambro e Adda, mettendolo in relazione ad una mappa 1:50.000, sempre

della stessa area, suddivisa in pixel di 50mq ciascuno, per avere un raffronto quantitativo delle diverse unità tipologiche di paesaggio. Quindi si è andato ad individuare la matrice, le macchie ed i corridoi ecologici esistenti. Il metodo di Forman, senza sottovalutare la sua efficacia, ha puramente valenza grafica e gli studi che ne potrebbero seguire sarebbero riconducibili ad una semplice presa di coscienza e rappresentazione della struttura paesistico-ambientale-naturale esistente. Per questo motivo è importante riuscire ad effettuare, contemporaneamente a questo, un’analisi quantitativa che abbia l’obiettivo di fornire valori percentuali reali e geografizzati.

La matrice è costituita dalla “media pianura irrigua e dei fontanili”, unità tipologica di paesaggio diffusa e caratterizzata da numerose teste e aste di fontanili che formano un fitto reticolo idrografico, con direzione generalmente nord-ovest/sud-est nella parte occidentale e con andamento prevalente nord-sud

Fig. 3.1 RER - Rete Ecologica Regionale della Lombardia con classificazione dei corridoi ecologici esistenti  
Fig. 3.2 Zoom RER nell’area Est-Milanese: classificazione corridoi ecologici  
Fig. 3.3 Area Est-Milanese: individuazione corridoi ecologici e macchie naturali

nella porzione orientale. Molti fontanili sono scomparsi recentemente a causa dell'abbassamento della falda e dell'abbandono di numerose teste a seguito di cambiamenti nelle pratiche agricole.

Alla rete dei fontanili si sovrappone un articolato sistema di rogge derivate dal canale Villoresi e dal naviglio Martesana, che completano la rete irrigua. Fino a pochi decenni fa questo territorio rappresentava lo storico paesaggio della marcita, ormai quasi del tutto scomparso. La porzione orientale della media pianura irrigua, sulla quale questa analisi ha l'obiettivo di concentrarsi, è definita dal grande triangolo delimitato a nord dal naviglio Martesana, parallelo con l'antica strada militare romana o "via Argentea", che congiungeva Milano con Bergamo ed Aquileia, e dalla conurbazione che si è formata su queste due grandi infrastrutture storiche; ad est dallo storico canale irriguo della Muzza e, allontanandosi da Milano, dal fiume Adda; ad ovest dal fiume Lambro e dalla grande periferia edificata di Milano che

lo sta cancellando rapidamente.

Le macchie naturali rappresentano una piccola percentuale di territorio rispetto all'area analizzata. In questo ambito, essendo considerabile il punto di contatto tra il paesaggio urbanizzato di Milano e la pianura irrigua "naturale", contatto generante paesaggi peri-urbani in cui è possibile riscontrare situazioni semi-naturali o semi-urbane, possiamo distinguere, in base alla loro posizione, diverse tipologie di macchie che si differenziano dalla matrice per composizione, caratteristiche intrinseche, habitat e quantità di collegamenti a sistemi più ampi.

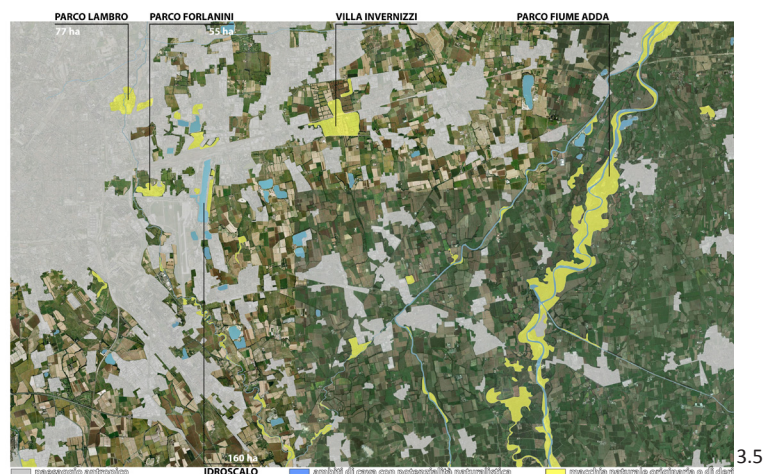
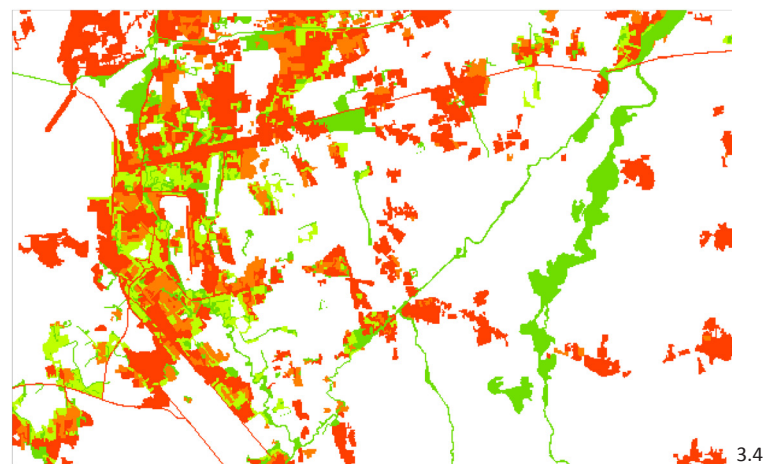
Per quanto riguarda la periferia Est di Milano, il territorio in analisi, come già detto precedentemente, è ricco di corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, che fanno riferimento a bacini isolati, nati dopo la dismissione delle numerose cave di sabbia. Questi bacini artificiali costituiscono la "patch-structure" più diffusa nell'area. Anche se poco omogenea e se molte di queste realtà sono ancora notevolmente in-

Fig. 3.4 Area Est-Milanese, Mappa Pixel:  
quantificazione aree naturali, aree semi-  
naturali, macchie antropiche  
Fig. 3.5 Area Est-Milanese: individuazione  
macchie naturali predominanti

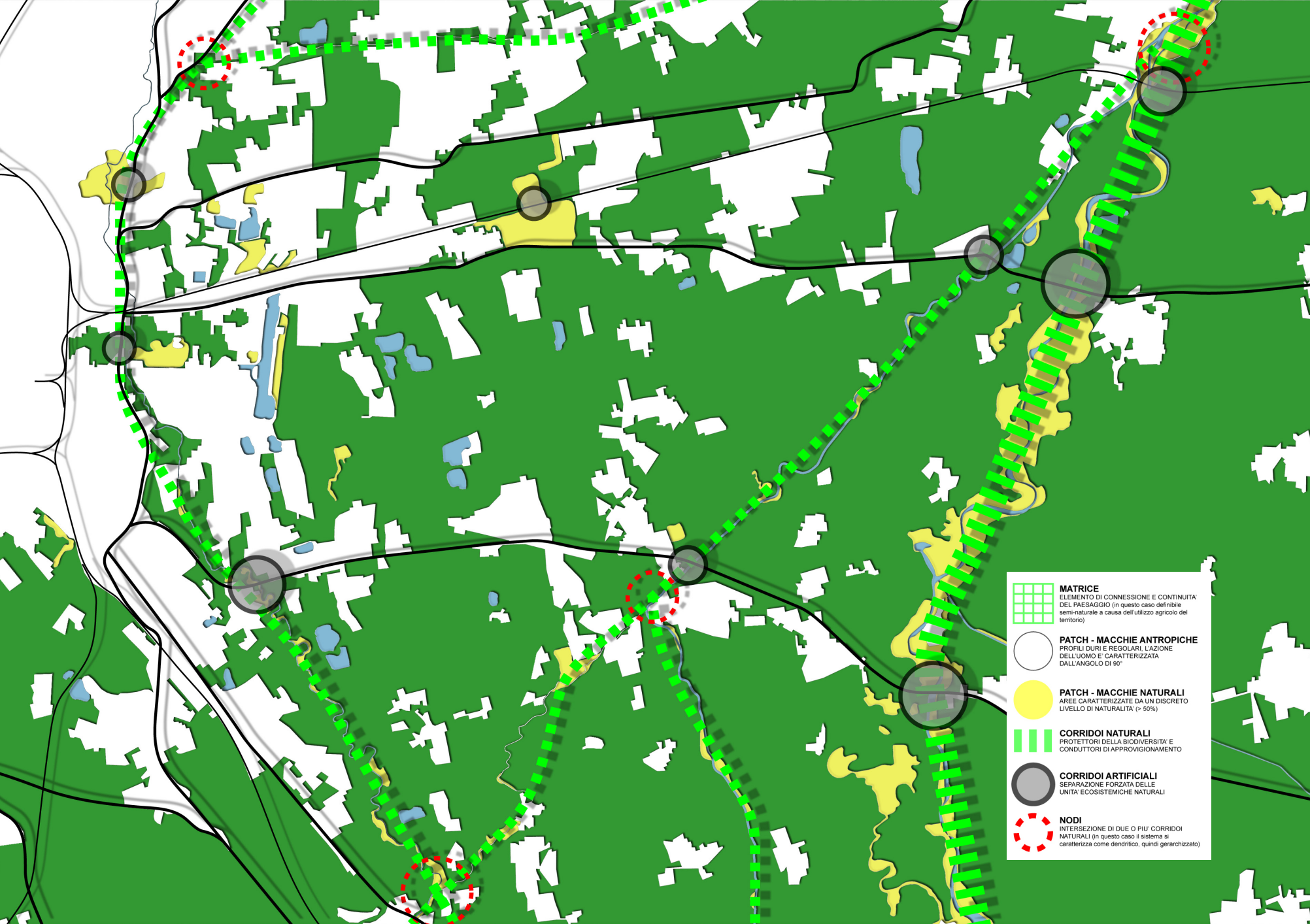
flazionate dall'azione dell'uomo, questi ambiti potrebbero essere visti come uno dei punti di forza del sistema ambientale esistente.


Questi punti di appoggio o "stepping stones", a volte riqualificati, come ad esempio il bacino dell'Idroscalo (160 ha), e altre volte lasciati a loro stessi, sono supportati da ulteriori macchie naturali, riconducibili a puntuali aree boschive e a zone di esondazione fluviale, con elevate caratteristiche naturali ma, il più spesso delle volte, sfiorate o addirittura circondate da tessuti antropici appartenenti a nuclei urbani in forte espansione.


Avvicinandosi al centro urbano, quindi inoltrandosi più specificatamente nel territorio peri-urbano circostante a Milano, non ci si stupisce ritrovando una situazione decisamente critica, che vede la presenza di sporadiche macchie naturali, che nella maggior parte dei casi coincidono con i principali parchi urbani, completamente chiuse all'interno del tessuto consolidato. Macchie che se quantitativamente potrebbero sembrare di dimensioni ottimali, attualmente sono in grado di apportare scarsi contributi ecologici al sistema ambien-











 **MATRICE**  
ELEMENTO DI CONNESSIONE E CONTINUITA' DEL PAESAGGIO (in questo caso definibile semi-naturale a causa dell'utilizzo agricolo del territorio)

 **PATCH - MACCHIE ANTROPICHE**  
PROFILI DURI E REGOLARI, L'AZIONE DELL'UOMO E' CARATTERIZZATA DALL'ANGOLO DI 90°

 **PATCH - MACCHIE NATURALI**  
AREE CARATTERIZZATE DA UN DISCRETO LIVELLO DI NATURALITA' (> 50%)

 **CORRIDOI NATURALI**  
PROTETTORI DELLA BIODIVERSITA' E CONDUTTORI DI APPROVVIGIONAMENTO

 **CORRIDOI ARTIFICIALI**  
SEPARAZIONE FORZATA DELLE UNITA' ECOSISTEMICHE NATURALI

 **NODI**  
INTERSEZIONE DI DUE O PIU' CORRIDOI NATURALI (in questo caso il sistema si caratterizza come dendritico, quindi gerarchizzato)

tale.

Alcuni esempi caratteristici di questa situazione potrebbero essere il parco Lambro (77 ha) e il parco Forlanini (55 ha): archeologie naturali sopravvissute all'espansione incontrollata della città; non dimenticandosi dei diversi "brown fields", adiacenti a impianti industriali in funzione o nati in seguito alla dismissione/abbandono delle vecchie aree di produzione e degli scali ferroviari.

I corridoi ecologici presenti sono riconducibili ad un sistema più ampio che mette in relazione l'intera Lombardia in una rete ecologica regionale e che vede, all'interno della nostra area, la presenza di un corridoio fluviale principale, coincidente con il fiume Adda, dal quale nascono diverse ramificazioni secondarie che, oltre a mettere in collegamento le diverse macchie naturali esistenti, vanno a relazionarsi con il corso del fiume Lambro, unico possibile corridoio ecologico peri-urbano della zona. Il documento della Rete Ecologica Regionale (RER) definisce questo corso d'acqua come

"corridoio regionale primario ad alta antropizzazione", appunto perché presenta le caratteristiche fondamentali di un corridoio ecologico (connessione di patch – es. parco Lambro con parco Forlanini; trasporto di biomassa; ecc) ma, per quasi tutto il percorso in questione, si trova ad attraversare situazioni altamente antropizzate; iniziando ad riacquisire respiro e naturalità solo dopo aver oltrepassato il parco Forlanini.

### **3.2 – Il "fiume" Lambro ed il suo contesto**

L'attenzione quindi vuole concentrarsi su questo corso d'acqua: un tempo emblema della campagna milanese e del rapporto tra Milano e l'acqua; in seguito diventato confluenza degli scarichi di impianti industriali nati lungo il suo percorso; oggi elemento portante dei molteplici progetti di riqualificazione e di valorizzazione del sistema verde milanese.

Il Lambro è un fiume lungo 130 km che attraversa la Lombardia da Nord a Sud, fino al raggiungimento del Po e alla sua conseguente

affluenza in esso.

Uscito da Monza passa per Brugherio, Sesto San Giovanni e Cologno Monzese; poi scorre sotto il ponte-canale della Martesana, ricevendone le eventuali acque in eccesso, ed entra a Milano, di cui percorre tutta la periferia orientale da Nord a Sud.

Il tratto interessato da questo lavoro è quello compreso tra Cimiano e Peschiera Borromeo: lungo questo percorso il fiume si insinua e tenta di farsi spazio tra quartieri residenziali, aree industriali e nuclei urbani appartenenti alla più recente espansione dell'area milanese.

La situazione si presenta molto critica infatti, alla luce di un'analisi più dettagliata e dopo una catalogazione delle aree verdi limitrofe al suo corso, appare chiaro come gli spazi dotati di buone caratteristiche naturali siano decisamente limitati e sporadici, in rapporto alla lunghezza del tratto analizzato. Il paesaggio si presenta suddiviso in poche macchie naturali attraversate direttamente dal corso del fiume: quali il Parco Lambro, il Parco Forlanini; alcuni brown-fields, residui di ambiti di cava o di aree industriali dismesse; diversi ambiti di esondazione limitrofi con discrete potenzialità.

Questa green-structure ha evidenziato quindi il tratto compreso tra il parco Lambro a Nord ed il Parco Forlanini a Sud come l'unica area densamente conformata e contemporaneamente attraversata dal corso d'acqua in questione; infatti questi due grandi polmoni verdi rappresentano, nell'area Nord-Est milanese,

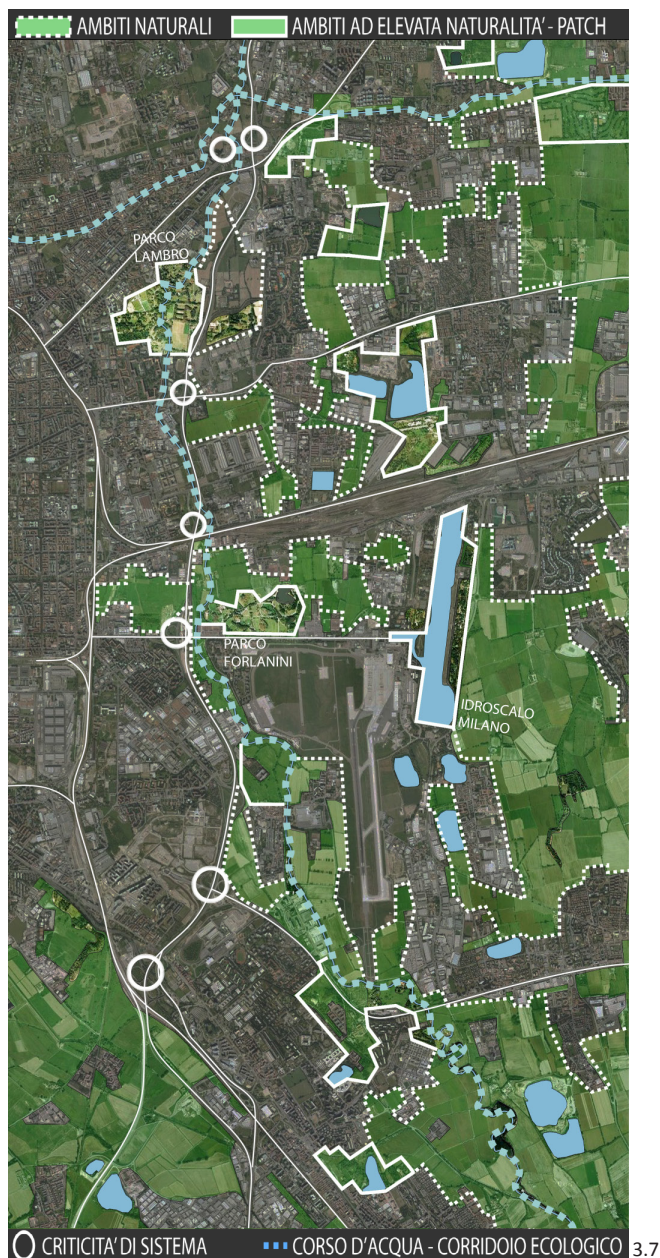
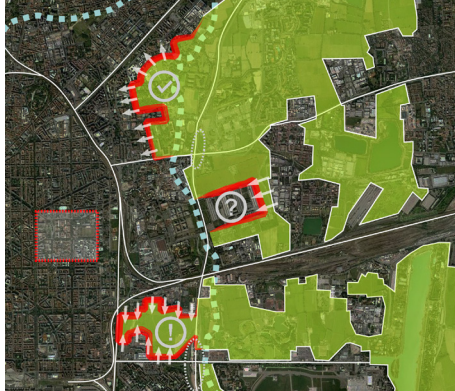


Fig. 3.7 Fiume Lambro: inquadramento territoriale; individuazione ambiti naturali attraversati dal corso d'acqua; criticità e potenzialità del sistema semi-naturale caratterizzante l'ambito di frangia Est-Milanese; rapporto paesaggio antropico/paesaggio naturale



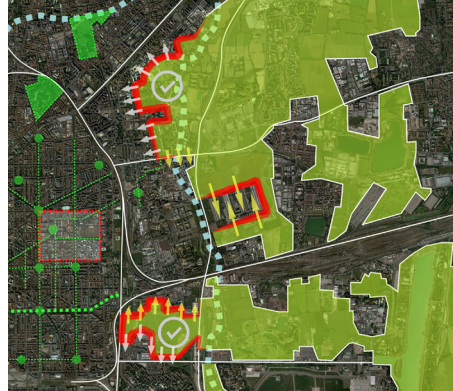


3.8

gli unici due fulcri generatori di biodiversità e gli ultimi residui, sul perimetro urbano, ancora discretamente legati ad un sistema ambientale più ampio e complesso.

Il parco Lambro, analizzato planimetricamente, si può considerare come un grande argine verde, rimasto intatto durante gli anni e al quale potrebbe essere attribuito il ruolo di contenimento del tessuto urbano circostante. Attraversato dal fiume omonimo e con una superficie pari a 77 ha, presenta buone caratteristiche di naturalità (alta biodiversità) ma purtroppo, a causa della presenza della tangenziale Est, che lo costeggia per tutto il suo perimetro orientale, risulta chiuso all'interno di infrastrutture antropiche che ne limitano la connessione verso il sistema naturale precedentemente presentato.

Il parco Forlanini è differente, sia per conformazione che per localizzazione, infatti ha una struttura più complessa: la superficie effettiva è di 55 ha ma, essendo compreso all'interno dell'ambito naturalistico del parco Agricolo



3.9

Sud, la sua estensione arriva a coprire circa 310 he. Inoltre è strettamente legato al bacino idrografico dell'Idroscalo, macchia semi-naturale ma caratterizzata da un discreto livello di biodiversità.

Si differenzia dal parco Lambro perché risulta suddiviso, dalla tangenziale Est, in due aree ben distinte: la zona orientale più florida, ricca di vegetazione pioniera e caratterizzata dal collegamento diretto con il "mare di Milano", consiste circa nel 70% della superficie totale; mentre la parte occidentale, a Ovest della tangenziale, si presenta molto più problematica. Nel corso degli anni il suo perimetro è stato eroso costantemente dal paesaggio antropico, fino a renderlo paragonabile ad una debole insenatura verde che tenta di sopravvivere all'interno del tessuto urbano. Inoltre, tutta l'area di pertinenza presenta gravi problemi di interrelazione con il paesaggio circostante, sia urbano o naturale; problemi dovuti alla presenza della ferrovia che, con le sue ramificazioni, i suoi scali merci, le aree abbandonate e in



3.10

Fig. 3.8-3.9-3.10 Evoluzione ragionamento:

- 1 - il ruolo del Parco Lambro e del Parco Forlanini nel tessuto urbano consolidato
- 2 - possibili espansioni e connessioni con gli ambiti naturali limitrofi
- 3 - inquadramento ambiti di interesse alla ricucitura ecologica del sistema semi-naturale con gli ambiti urbani di Città Studi

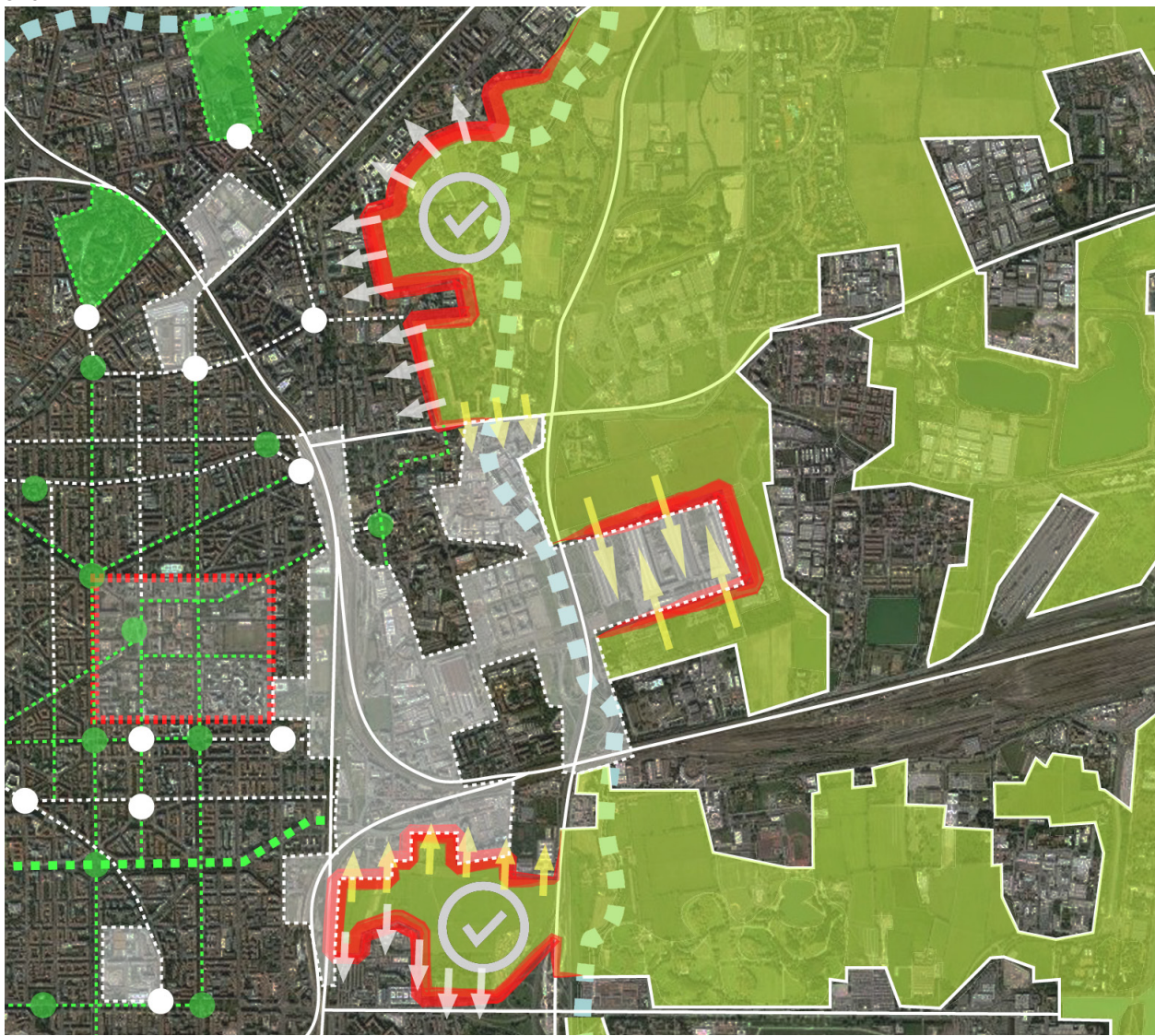
Fig. 3.10: inquadramento ambiti di interesse alla ricucitura ecologica del sistema semi-naturale con gli ambiti urbani di Città Studi

disuso, costeggia tutto il perimetro orientale e quello settentrionale del parco, creando gravi problemi di frammentazione naturale.

Tutto questo ha portato a formulare una strategia di intervento che veda questi due grandi spazi aperti verdi come i fulcri principali di un'operazione di riqualificazione, che riesca a coinvolgere tutta l'area compresa tra essi e sia in grado di stabilire una connessione con il campus Città Studi: porzione urbana attualmente collegata non adeguatamente all'area in questione e oggetto di studio e progettazione successivi a questa parte introduttiva di analisi.

È quindi l'area compresa tra il Campus, Rimembranze di Lambrate e Rubattino, nel corso degli anni soffocata e logorata da impianti industriali di smisurate dimensioni e oggi sottoposta a numerose operazioni di riqualificazione, ad essere il punto sul quale questo lavoro vuole concentrarsi.

3.10





### 3.3 - Grafo Ecologico: forma struttura e flussi della rete ecologica urbana

L'ambito in questione, comprendente una superficie totale pari a 12.926.039mq (1.292ha), è stato scelto appositamente compreso tra due fulcri (o Hub), quali il parco Lambro ed il parco Forlanini, tenendo conto della presenza di un corso d'acqua semi-naturale (fiume Lambro) che rappresenta il mezzo di connessione monodirezionale Nord-Sud.

La simulazione ha permesso di comprendere le dinamiche ambientali che si manifestano internamente al sistema, grazie all'attribuzione di valori misurabili ed in grado di classificare le singole unità paesistiche attraverso gli indici di Biopotenzialità e Mastabilità unitaria, confrontati con i medesimi, applicati all'intera area.

Scendendo più nello specifico, in modo tale da riuscire a catalogare al meglio le diverse patches ambientali, la tabella sottostante presenta una classificazione molto più dettagliata e decisamente meglio applicabile all'area in

questione, dove in neretto sono state evidenziate le principali categorie individuate.

Categorie di BTC	[Mcal/mq*anno]
Urbanizzato	0
Aree estrattive	0,1
Laghi e corsi d'acqua	0,1
Prati e pascoli	1,4
Campi agricoli	2
Siepi e filari	2,1
Vigneti	2,2
Boschi cedui	3,9
Arbusti densi / alti	9

Inoltre, integrando queste caratteristiche, intrinseche alle singole unità, con l'analisi geomorfologica del mosaico ambientale, effettuata evidenziando la struttura delle barriere antropiche, si è riusciti a portare alla luce la struttura dinamica del sistema, evidenziando inoltre le criticità della barriera infrastrutturale che costeggia a Ovest e a Sud la nostra superficie territoriale.

Questo ha portato al calcolo dell'indice di connettività, che rappresenta il grado di connessione interna alla rete ecologica e più semplicemente il livello di salute dell'intero sistema

analizzato.

$$C = 233/1122$$
$$C = 0,207 \sim 20\%$$

Livello nodi	Valore medio nodi [Mcal/anno]	n° nodi reali	Fattore di proporzione	n° nodi proporzionati
I	6.251	49	0,16	6
II	19.976	69	0,53	46
III	37.646	76	47	6
IV	87.978	6C	2,33	K6
5	778.137	47	20,66	6KL

Livello legami	Valore medio leg. [Mcal/anno]	n° legami reali	Fattore di proporzione	n° legami proporzionati
I	6.251	76	0,06	6
II	4.414	C3	0,34	67
III	12.921	7B	47	B
IV	74.873	73	5,79	4C7

In seguito a questi ragionamenti, il risultato ottenuto corrisponde ad un indice di connettività molto basso, pari al 20% dell'intero sistema, portando conseguentemente ad un obiettivo di progetto che preveda un incremento, anche minimo, di questo dato.

Per fare ciò sono stati individuati diversi ambiti di intervento, possibili o prossimi alla realizzazione, che possano, in qualche modo, portare

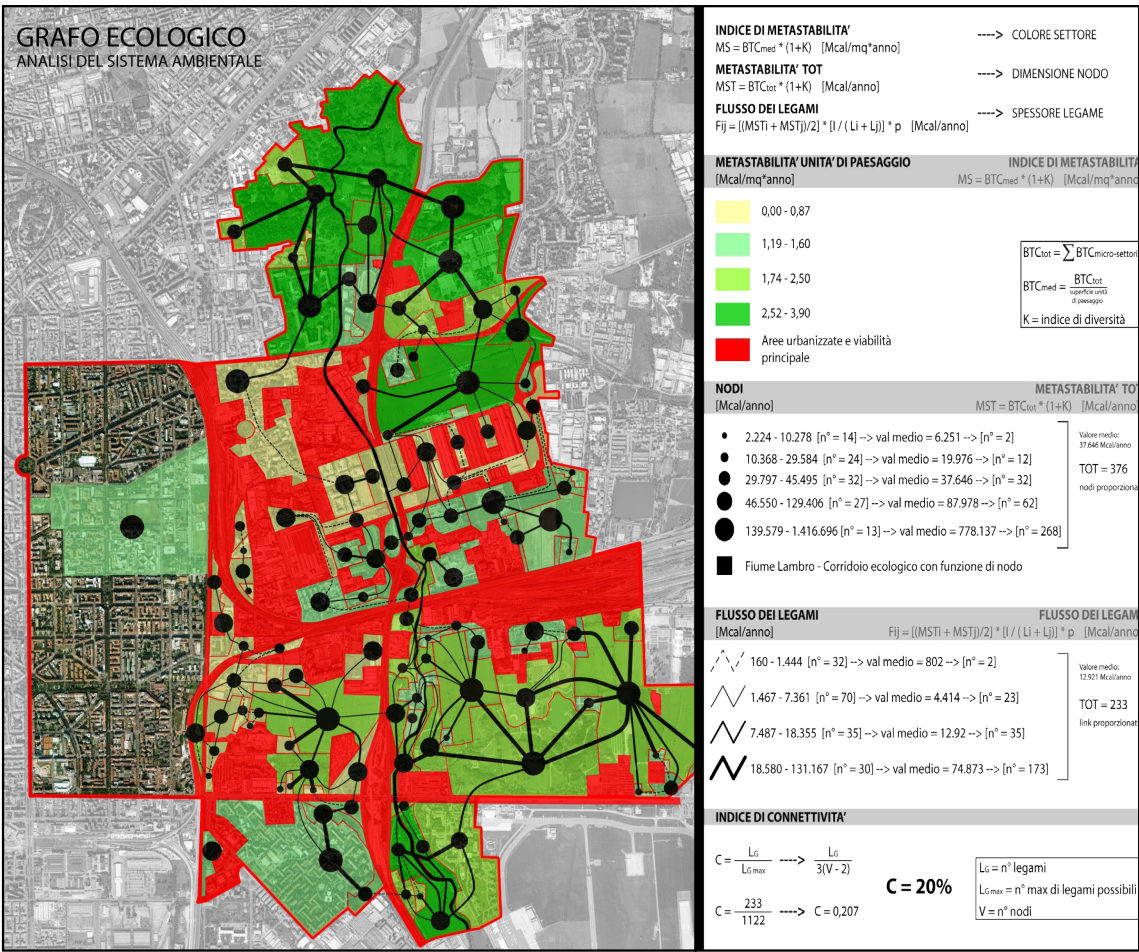


Fig. 3.11 Grafo Ecologico: analisi del sistema ambientale esistente; calcolo indici BTC (biopotenzialità)- MST (metastabilità) - Fij (flusso dei legami) - C (connettività)

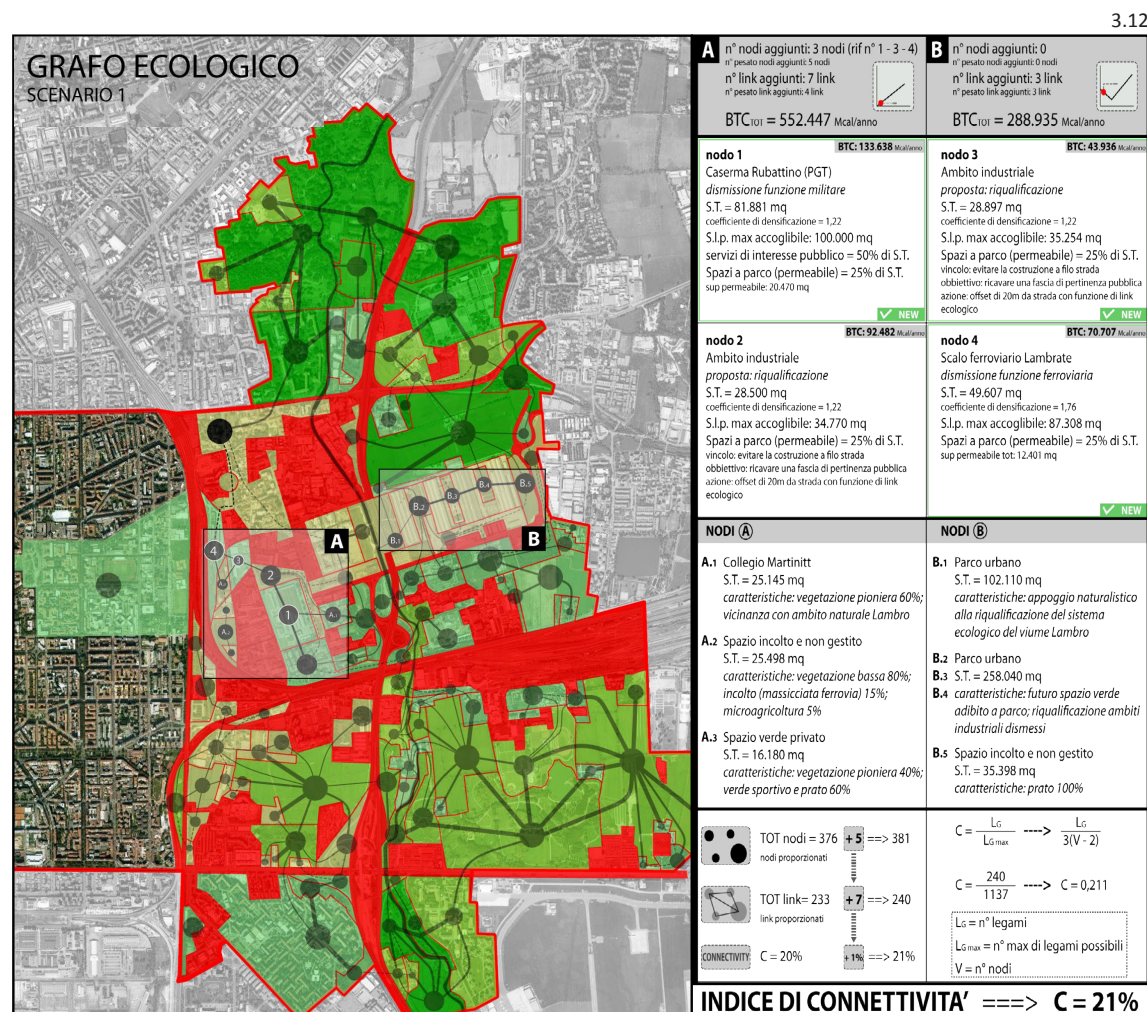
Fig. 3.12 Grafo Ecologico: analisi del sistema ambientale dopo l'inserimento dei nuovi scenari A e B; calcolo indici BTC (biopotenzialità)- MST (metastabilità) - Fij (flusso dei legami) - C (connettività)

un contributo al tentativo di ripristino o incremento parziale della rete ecologica urbana in esame.

### 3.3.1 – Intervento Lambrate-Rubattino

Il primo ambito analizzato comprende l'area [A], protagonista delle prossime trasformazioni programmate dal PGT vigente, che prevedono: la dismissione della Caserma Rubattino [nodo 1] e la conversione del ~50% dell'area totale in spazio pubblico o per lo meno in superficie permeabile; la dismissione dello scalo merci Lambrate [nodo 4] dove è prevista la conversione a parco del 25% della superficie totale.

Inoltre, a seguito di diversi sopralluoghi, è apparso molto chiaro come in quest'area sia in atto un forte movimento di trasformazione dei diversi ambiti industriali, ormai in disuso, in isolati urbani dedicati prevalentemente a funzioni residenziali e commerciali. Come si può notare infatti il terreno del [nodo 2] è stato occupato fino a poco tempo fa dallo scheletro di un'industria metallurgica ed ora si trova in fase di bonifica; presumibilmente in futuro ospiterà



3.12



un isolato residenziale-commerciale. Il vincolo ipotizzato, per poter considerare questa unità ambientale ad un livello minimo per essere presa in considerazione all'interno della scala biopotenziale utilizzata nel Grafo, è la conversione a spazio verde di almeno il 25% della superficie totale, oppure la possibilità di poter ricavare una fascia buffer, verde e permeabile, di almeno 20m dalla strada; in modo tale da concedere respiro al denso tessuto industriale ed in grado di riqualificare parzialmente via dei Canzi, una delle più congestionate arterie viabilistiche presenti sull'area. Lo stesso discorso è proponibile anche per il [nodo 3], ulteriore ambito industriale in disuso ma, in questo caso, caratterizzato da una mancanza di proposte a breve termine; quindi ipotizzabile parzialmente trasformabile. Per questo motivo, a suddetto settore è stata attribuita una biopotenzialità medio-bassa, dovuta ad una previsione di trasformazione a lungo termine. Nonostante tutto, anche in un'ottica futura, i vincoli di permeabilità e di offset dalla

Nodi possibili	Superficie totale (S.T.)	Caratteristiche
Nodo 1	81.881 mq	Caserma Rubattino (PGT) <i>dismissione funzione militare</i> -coefficiente di densificazione: 1,22 -s.l.p. massima accoglibile: 100.000mq -servizi di interesse pubblico: 50% di S.T. -spazi a parco (permeabile): 25% di S.T. -superficie permeabile: 20.470mq
Nodo 2	28.500 mq	Ambito industriale <i>riqualificazione</i> -coefficiente di densificazione: 1,22 -s.l.p. massima accoglibile: 34.770mq -spazi a parco (permeabile): 25% di S.T. o fascia di pertinenza -superficie permeabile: 20.470mq
Nodo 3	28.897 mq	Ambito industriale <i>riqualificazione</i> -coefficiente di densificazione: 1,22 -s.l.p. massima accoglibile: 35.254mq -spazi a parco (permeabile): 25% di S.T. o fascia di pertinenza
Nodo 4	49.607 mq	Scalo Lambrate (PGT) <i>dismissione funz. ferroviaria</i> -coefficiente di densificazione: 1,76 -s.l.p. massima accoglibile: 87.308mq -spazi a parco (permeabile): 25% di S.T. -superficie permeabile: 12.401mq

In grigio sono evidenziati i nuovi nodi della rete ambientale proposta

Nodi riabilitati	Superficie totale (S.T.)	Caratteristiche
Nodo A.1	25.145 mq	Collegio Martinitt -vegetazione pioniera 60% -vicinanza con ambito naturale Lambro
Nodo A.2	25.498 mq	Spazio incolto e non gestito -vegetazione bassa 80% -incolto (massicciata ferroviaria) 15% -microagricoltura 5%
Nodo A.3	16.180 mq	Spazio verde privato -vegetazione pioniera 40% -verde sportivo e prato 60%

carreggiata stradale sarebbero validi e potrebbero contribuire ad ampliare il valore del nodo e del suo intorno più prossimo.

Infine, questa nuova ricomposizione del tessuto verde semi-urbano, attraverso l’inserimento, nella rete, di ulteriori punti nevralgici, porterebbe alla rivalutazione e alla riabilitazione di numerosi “frammenti ecologici”, attualmente inglobati all’interno della maglia urbana ed impossibilitati a comunicare tra loro. Nuovi nodi, che fungano da ponte tra i piccoli stepping-stones esistenti, che ricreino legami ormai persi, che espandano il patrimonio verde pro capite dell’area.

Il secondo ambito di intervento analizzato [B] si concentra invece su una delle aree coinvolte nel Programma di Riqualificazione Urbana, e precisamente sul PRU Rubattino. Questo immenso terreno ha ospitato per anni le industrie automobilistiche Maserati-Innocenti ed ora rientra in un progetto di conversione peri-urbana, che coinvolge questi enormi fabbricati

Nodi riabilitati	Superficie totale (S.T.)	Caratteristiche
Nodo B.1	102.110 mq	Parco urbano -appoggio naturalistico alla riqualificazione del sistema ecologico del fiume Lambro -permeabilità 90%
Nodo B.2 Nodo B.3 Nodo B.4	258.040 mq	Spazio incolto e non gestito -futuro spazio verde adibito a parco -riqualificazione ambiti industriali dismessi
Nodo B.5	35.398 mq	Spazio verde non gestito -verde a prato o coltivato 100%

in disuso e propone la loro trasformazione in aree residenziali, culturali e, volendo, in una grande unità paesistica con discreti valori di metastabilità e biopotenzialità.

In questo caso, il grafo ecologico allo stato di fatto, evidenzia una forte frammentazione delle fasce permeabili già presenti sull’area, separate l’una dall’altra a causa della presenza dei lunghi e stretti fabbricati abbandonati.

La proposta, avendo alla base la riconnessione delle diverse tessere ecologiche e non potendo prevedere dettagliatamente quale sia il progetto attuativo che coinvolgerà l’area, presuppone la ricucitura dei legami persi tra gli spazi verdi, privilegiando la realizzazione di nuove connessioni tra i nodi esistenti.

Un'altra configurazione avrebbe potuto essere

il raggruppamento, dei micro-settori esistenti, in un unico nodo, che tenesse conto della BTC media di ogni unità; in questo modo il numero dei nodi totali sarebbe diminuito, riuscendo ad apportare maggiori benefici al grafo ecologico e contribuendo maggiormente all'obiettivo di incrementazione dell'indice di connettività. Questo esempio è la conferma che l'esperienza delle reti ecologiche, soprattutto in ambiti semi-urbani e di frangia, deve accompagnare e, se necessario, deviare positivamente le scelte contemporanee di sviluppo urbano. Grazie a questo contributo, il progettista ha la possibilità di individuare al meglio quali siano e quali dovranno essere i presupposti affinché il suo progetto possa avere discrete qualità ecologiche e possa essere considerato diversamente rispetto ad una semplice barriera antropica da superare. Il progetto si trasforma così in un ponte di collegamento tra ambiti naturali, separati molto tempo fa, che tornano a comunicare e a scambiare energia, grazie ad accorgimenti in grado di mettere sullo stesso

piano e fare collaborare le discipline di governo del territorio e l'ecologia urbana.

La conferma di questi ragionamenti la si può riscontrare osservando come l'indice di connettività, a seguito della riqualificazione di modesti comparti della rete, abbia guadagnato punti percentuali rispetto alla situazione attuale. La sostituzione, all'interno dell'assetto territoriale rilevato, delle possibili alternative presentate qui sopra [A-B], ha portato ad un aumento dell'1% della connettività totale e ha messo in luce come, piccoli interventi mirati di riqualificazione urbana, possano contribuire al miglioramento di un sistema più ampio. Sistema che, a sua volta, implementa le qualità di un insieme di sistemi ancora più a vasta scala e così via.

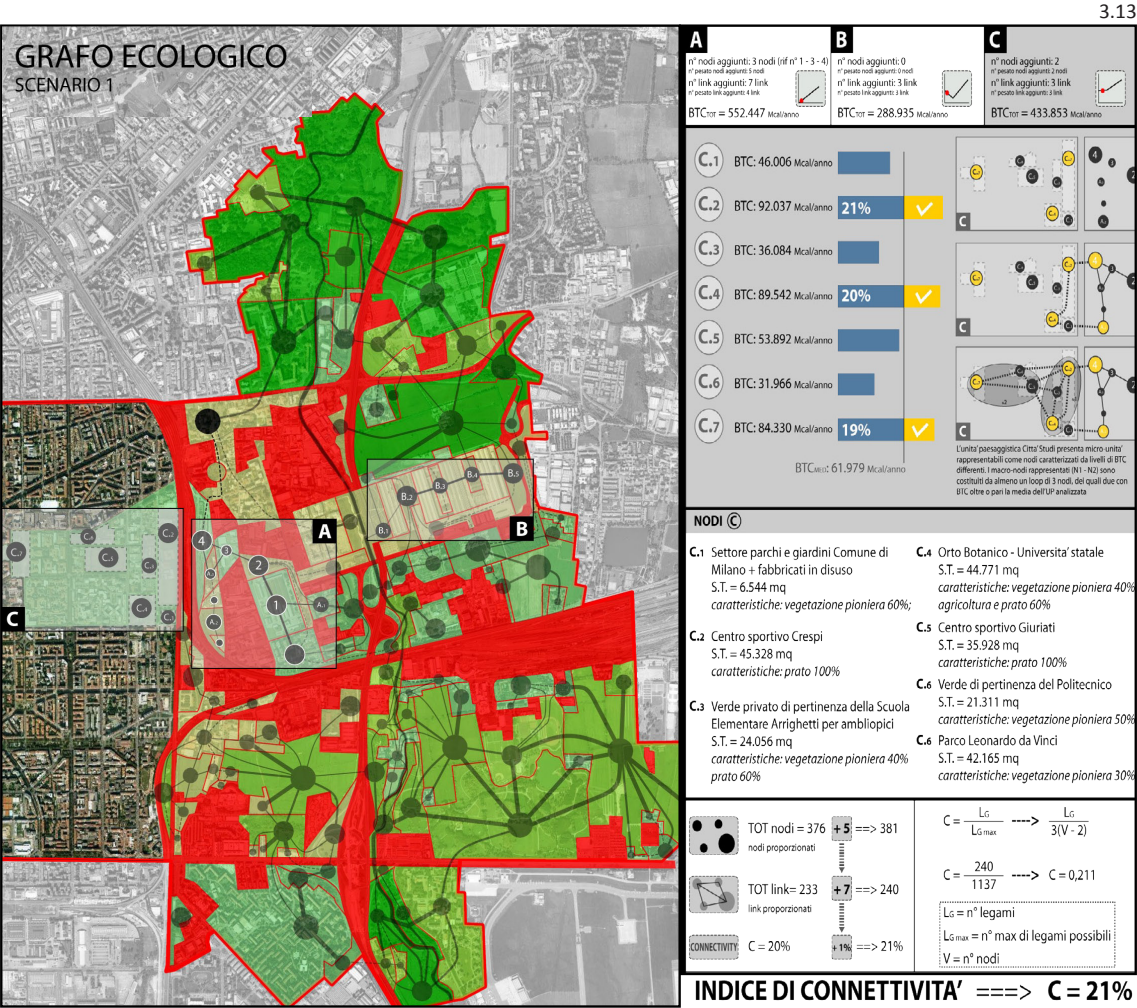
### **3.3.2 – Intervento Città Studi, una visione di insieme**

Il focus principale della parte successiva a questo processo di strutturazione, rappresentazione e analisi del sistema ambientale,

Fig. 3.13 Grafo Ecologico: inserimento dell'unità paesaggistica Città Studi come secondo scenario di valutazione

attraverso la teoria delle reti, consiste nel considerare l'intero Campus Città Studi come un'ulteriore unità ambientale da aggiungere all'interno del sistema in analisi. Tecnicamente un nuovo nodo da ponderare e calcolare all'interno dell'indice di connettività. Lo scopo di questo lavoro consiste nel riuscire a creare più di un legame tra questo e l'intero sistema ambientale esistente, a Est dello scalo ferroviario di Lambrate. Dico più di un legame perché, sempre attenendosi alla teoria delle reti, se ad un sistema esistente aggiungo un nuovo nodo ed un solo nuovo legame, la situazione non cambia: il mio indice di riferimento e controllo del grado di connettività interna non migliorerà.

Per fare accadere il contrario sarà necessario organizzare un piano di intervento mirato, che focalizzi l'attenzione sui settori urbani di Citta Studi e Lambrate e su quello semi-urbano di Rubattino. Un piano di intervento che preveda un ingrandimento di scala ed un'analisi dettagliata della struttura urbana o semi-urbana esistente. Questo maggiore livello di dettaglio svolgerà un'azione di controllo parallela a





Tav. 1 Classificazione unità verdi urbane in base a estensione e livello di naturalità

quella più a vasta scala del Grafo Ecologico; infatti la sinergia dei diversi sistemi di analisi porterà all'individuazione di ambiti rappresentabili con un unico nodo, composto da più elementi verdi unitari. Lo scopo è quello di diminuire, dove si può, il numero di nodi, raggruppando questi in insiemi, che rappresentino il valore medio dei settori che comprendono. Per fare ciò è necessario individuare quali unità paesaggistiche siano in grado, per posizione, vicinanza e potenzialità ecologica, di collaborare tra loro.

Il primo passo [tav 1\_node] ha visto una classificazione delle diverse unità verdi urbane attraverso un'analisi dettagliata della loro estensione, dividendole in cinque categorie principali e attribuendo ad ognuna di esse un livello: [I livello] spazi verdi pubblici 2ha-15ha; [II livello] spazi verdi pubblici 100mq-1ha; [III livello] spazi verdi privati >1ha.

Contemporaneamente a questo lavoro le stesse unità sono state analizzate sotto l'aspetto ambientale e conseguentemente classificate



in cinque categorie: [A] patch naturale o semi-naturale con permeabilità ~ 100%; [B1] verde di quartiere o micropatch semi-naturale con permeabilità ~100%; [B2] verde di quartiere o micropatch semi-naturale con permeabilità >50%; [B3] verde interstiziale con permeabilità <50%; [C] possibili ambiti di rinnovamento con permeabilità prevista ~50%.

In un secondo momento [tav 2\_link], senza fare distinzione di portata di flussi, sono stati evidenziati i collegamenti terrestri, tra le diverse tessere, meno critici di



tutto il sistema. Collegamenti che devono la loro esistenza al contatto delle chiome degli alberi oppure all'estrema o moderata vicinanza di ambiti verdi di alto livello.

Questo tipo di ragionamento ha portato ad una classificazione dei singoli nodi attraverso la seguente scala di valori, che tiene conto del numero di link che collegano il nodo al sistema e della presenza rilevante di micro-sistemi chiusi, che definiremo loop o circuiti chiusi, considerabili dei veri e propri nodi compositi. La scala di valori è riassumibile in quattro punti: [I livello] vertici di sistemi chiusi; [II livello] vertici di sistemi aperti; [III livello] elementi semi-isolati; [IV livello] ambiti potenziali, ambiti interstiziali isolati, spazi verdi isolati.

L'analisi ha il compito di evidenziare l'attuale stato di frammentazione in cui si trova il tessuto verde della zona e contribuisce a chiarire il passo successivo a questo processo conoscitivo, che tenta di definire le basi per la realizzazione di un concept-plan di intervento, il cui scopo (o should be) sarà quello di individuare



gli ambiti in grado accogliere al meglio il progetto di ricucitura ecologica urbana. La situazione, attualmente, vede la presenza di un solo loop [tav 2\_link] costituito da tre nodi: l'orto botanico gestito dalla facoltà di agraria dell'Università Statale; il centro sportivo Crespi; la sede del settore parchi e giardini del Comune di Milano, un terreno occupato da vegetazione pioniera, nel quale sono anche presenti alcuni fabbricati fatiscenti ed in disuso.

Riprendendo il discorso più a vasta scala, fatto precedentemente per il Grafo Eco-

Tav. 3 individuazione circuiti chiusi esistenti o possibili, sommatoria delle BTC dei singoli nodi

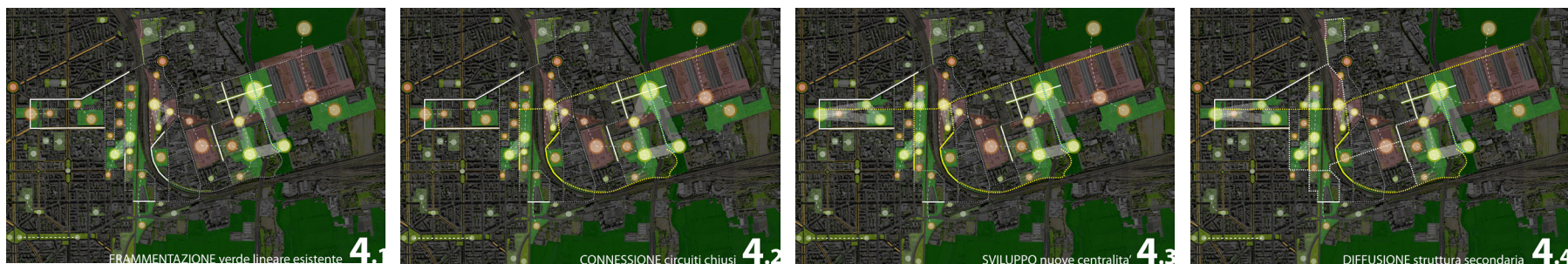
logico, dove si presentavano nuove proposte di intervento [A-B], che prevedevano la riqualificazione e la conseguente riabilitazione di ex ambiti industriali e ferroviari, si può notare, inserendo queste situazioni positive, un incremento del numero di circuiti chiusi o loop [tav 3\_loop], che quindi porterebbe alla nascita di due nuovi nodi compositi e alla diminuzione ulteriore del numero totale di elementi di sostegno alla rete ecologica, a favore dell'aumento dell'indice di verifica (C).

Queste due nuove realtà sono situate rispettivamente a ridosso della massicciata ferroviaria e a cavallo dello svincolo automobilistico Rubattino. La prima ha come vertici del proprio micro-sistema il progetto da PGT di dismissione dello scalo ferroviario di Lambrate [nodo 4], la possibile conversione o riqualificazione dell'intero isolato industriale tra via dei Canzi, via San Faustino e via Gaetano Crespi [nodo 3], ormai in disuso, ed il verde semi-privato che separa il vecchio scalo merci dalle residenze di via San Faustino [nodo A1].

La seconda presenta una conformazione più estesa dovuta al suo contesto semi-urbano e meno denso; gli elementi principali sono costituiti da un parco urbano di nuova ricostituzione [nodo B1], dalle aree naturali che







delimitano il corso del fiume Lambro, il quale ha anche funzione di collegamento monodirezionale del micro-sistema, e da ulteriori possibili trasformazioni di ambiti industriali, di cui sono state già esplicate precedentemente le possibili linee guida di gestione.

Inoltre i collegamenti a sostegno di questo circuito presentano caratteristiche che differenziano in base alla modalità di trasporto di energia e biomassa: infatti il fiume Lambro, uscendo dal fitto tessuto industriale situato più a nord, riacquisisce una modesta naturalità e si trasforma in un collegamento o corridoio in grado di connettere monodirezionalmente (nord-sud) due ambiti naturali.

Un ulteriore problema di connettività potrebbe essere riscontrato in prossimità dello svincolo automobilistico della tangenziale Est ma, essendo questo rialzato, il cosiddetto "effetto barriera" si riduce, permettendo una continuità di verde tra il corridoio Lambro e la patch naturale situata a ridosso del tessuto di frangia che ospita il Collegio Martinitt [nodo A1].

L'individuazione di questi loop, riconducibili a sistemi composti da più nodi, porterà all'incremento del livello di questi sotto-insiemi e, di conseguenza, dei nodi a loro direttamente collegati. Il sistema cresce e individua quali siano i settori nei quali sia produttivo iniziare un processo di riqualificazione, che abbia come tema principale il riuso degli spazi urbani di risulta o dismessi, delle aree verdi esistenti, degli ambiti di trasformazione; fino ad arrivare ad una concreta ricucitura ecologica urbana, attraverso la trasformazione delle strade di quartiere in veri e propri corridoi e collegamenti tra le diverse tessere del mosaico naturalistico.

L'obiettivo che si prefigge questo lavoro consiste in un tentativo di limitazione della frammentazione del tessuto verde urbano, cercando di utilizzare al meglio gli spazi aperti che offre la città.

Per questo motivo, il passo successivo consiste nell'individuazione delle principali strade adibite a trasporto pubblico, che presentino

Tav. 4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4 sequenza ragionamento sul verde lineare: analisi e proposta di scenari possibili di riconnessione urbana

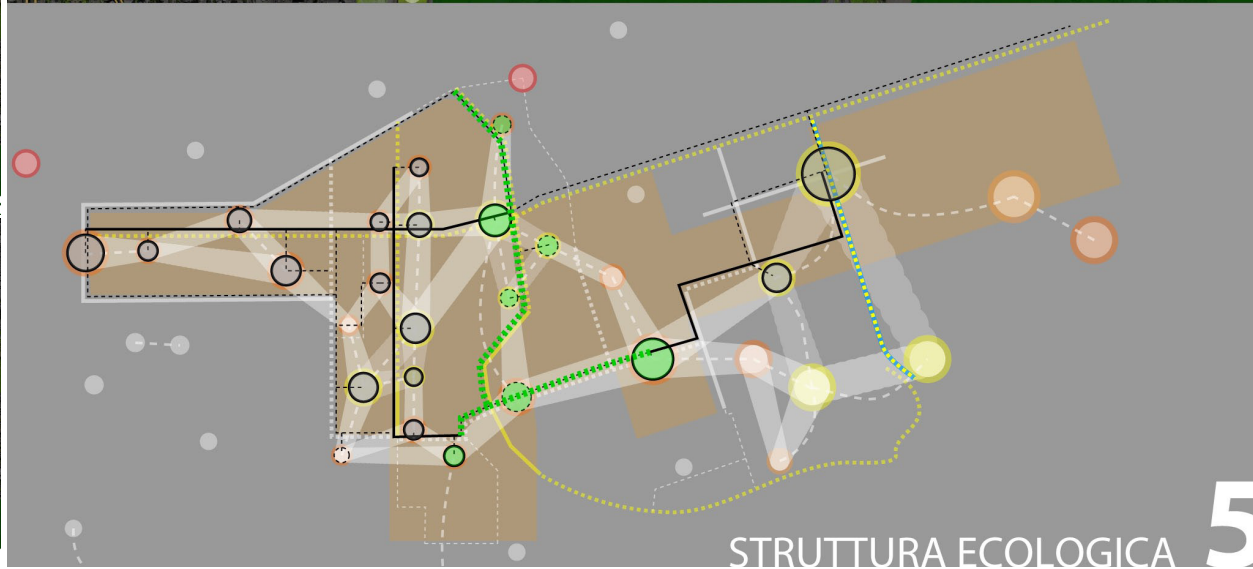
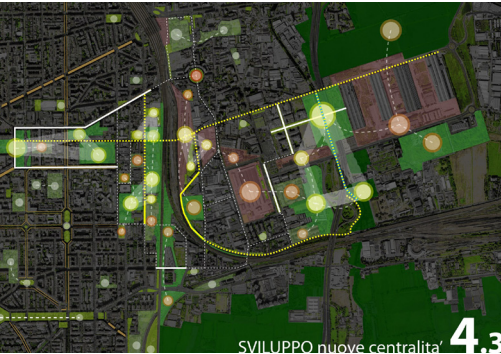
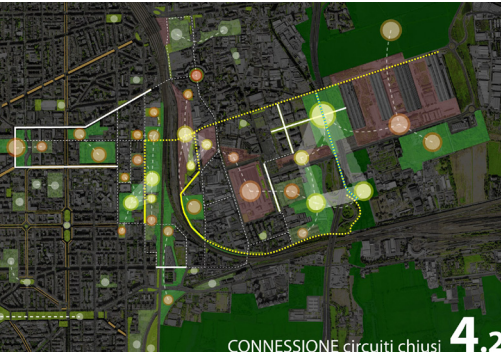
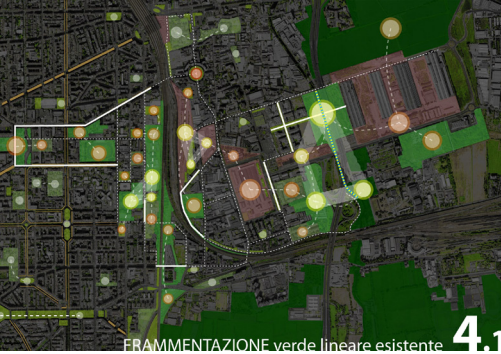
alberature o verde lineare, e dei pochi percorsi pedonali presenti sull'area [tav 4.1]. Questo lavoro, messo a confronto con la mappatura dei diversi loop riscontrati, porterà alla luce una scala di valutazione che permetterà di capire quali siano gli ambiti urbani più consoni ad essere sottoposti a nuovi processi di rinverdimento e quali meno [tav 4.2], quali siano caratterizzati dalla possibilità di rendersi partecipi nell'attivazione di ulteriori nodi compositi e quali possano trasformarsi in nuovi collegamenti al servizio della rete verde [tav 4.3].

La struttura rappresentata [tav 4.4] sarà poi ponderata tenendo conto del livello dei singoli nodi connessi, in modo tale da essere in grado di evidenziare quali siano le situazioni in cui sia necessario intervenire radicalmente e da subito (struttura primaria – giallo) e quali invece potrebbero rappresentare un'azione più diffusa sull'intero contesto urbano analizzato, richiedendo tempi più lunghi e piani viabilistici e territoriali più dettagliati (struttura secondaria – bianco).

L'esito finale sarà quindi un concept-plan (should-be) che prevederà interventi basati sulla gerarchizzazione dei percorsi e dei link ecologici, in base ai ragionamenti fatti fin'ora [tav 5\_ecologica structure].

Le due nuove strutture verdi urbane di Rubattino a Est e di Città Studi a Ovest, insieme ai loro rispettivi ambiti di sviluppo secondario, sono connesse tra loro attraverso un sistema di greenway pedonali che sfrutta i nuovi ambiti di trasformazione proposti dal PGT, le strade pedonali esistenti o evidentemente non congestionate dal traffico veicolare e ipotizza puntuali attraversamenti della massicciata ferroviaria in modo tale da permettere una ricucitura quanto meno parziale del sistema.





**NODI (I livello)**  
vertici di sistemi chiusi

**NODI (II livello)**  
vertici di sistemi aperti

**NODI (III livello)**  
- ambiti potenziali  
- ambiti interstiziali  
- spazi verdi isolati

**NODI (IV livello)**  
elementi semi-isolati

**SPAZI VERDI (I livello)**  
ESTENSIONE: 2ha - 15ha

**SPAZI VERDI (II livello)**  
ESTENSIONE: 100mq - 1ha

**SPAZI VERDI (III livello)**  
verde privato  
ESTENSIONE: >1ha

**Futuri ambiti di trasformazione**

**LINK (I livello)**  
connessioni terrestri tra ambiti naturali

**LINK (II livello)**  
collegamenti tra i diversi loop di I livello [sezioni stradali esistenti e nuove connettività]

**LINK (III livello)**  
collegamenti di completamento al sistema [sezioni stradali esistenti e nuove connettività]

**NODO COMPOSITO**  
[unità ambientale composta da più micro-patch]

**SISTEMA DI N. C.**  
[la sezione stradale risulta idonea alla ricucitura del sistema]



# 4

## **Infrastruttura verde urbana**

Superamento della barriera ferroviaria di Lambrate e riconnessione con Citta' Studi



Il concept-plan, risultato in grado di integrare e rappresentare le conclusioni dell'analisi territoriale più generale, parallela a quella più specifica sugli ambiti di intervento, ha ribadito la problematica costituita dalla massicciata ferroviaria a Sud della stazione di Lambrate: barriera infrastrutturale prevalentemente impermeabile alla riconnessione ecologica del sistema, la cui sezione raggiunge i 90m di profondità e gli 8m di altezza.

Per questo motivo l'attenzione ha voluto concentrarsi sullo studio di diverse alternative progettuali di attraversamento del sedime ferroviario, al fine di individuare quali fossero le soluzioni migliori ed in grado di portare avanti contemporaneamente il tema della riconnessione verde e quello dell'accessibilità e mobilità tra il sistema a Est, presentato precedentemente, ed il campus Città Studi.

Il rilievo della situazione attuale conferma i risultati simulati dal Grafo Ecologico e mette in evidenza come la ferrovia costituisca una violenta interruzione della continuità urbana;

una cesura tra quartieri, una volta comunicanti e ora quasi completamente separati; una criticità elevata del sistema verde urbano e semi-urbano che caratterizza l'area.

Questo insieme di aspetti negativi, analizzato più nello specifico, ha messo in crisi il piano attuativo proposto nel concept-plan e ha portato necessariamente il lavoro a fare un passo indietro e a soffermarsi su questi problemi.

La parentesi che segue, fondamentale per affrontare il problema legato alla riconnessione verde, analizza il tema dell'accessibilità, proponendo ipotesi di mitigazione della frattura ferroviaria e di ricucitura del tessuto urbano esistente.

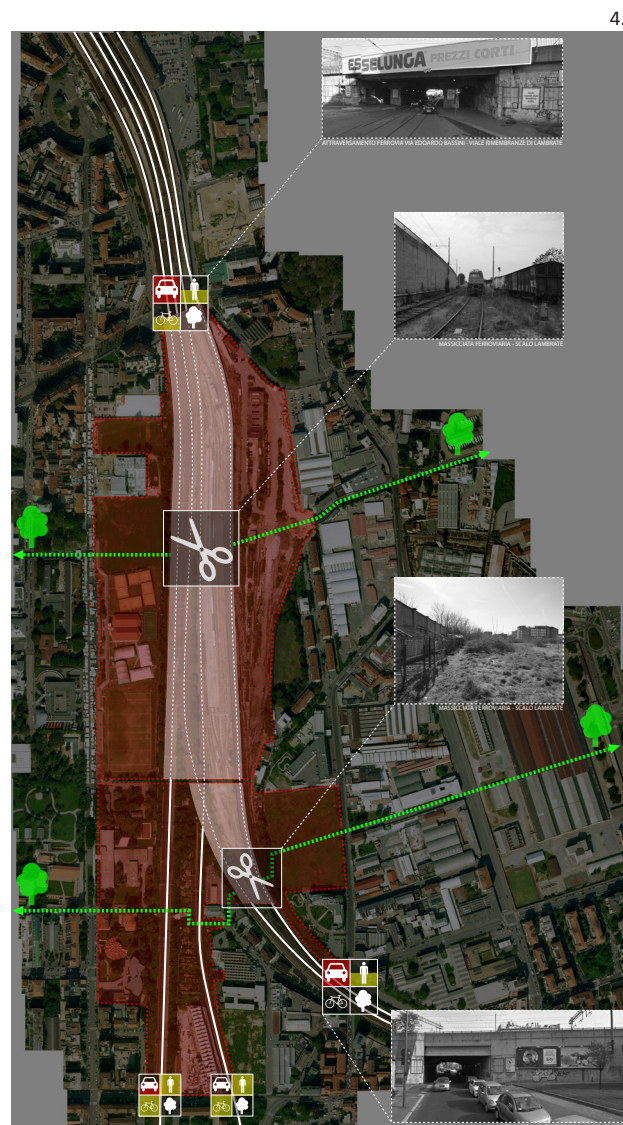
#### **4.1 – Accessibilità urbana**

La situazione allo stato di fatto vede in totale quattro attraversamenti, di cui solamente uno car-free, che permettono la comunicazione tra il quartiere di Città Studi e quelli di Rimembranze di Lambrate e Ortica. Due di questi varchi, situati in viale Rimembranze di Lam-



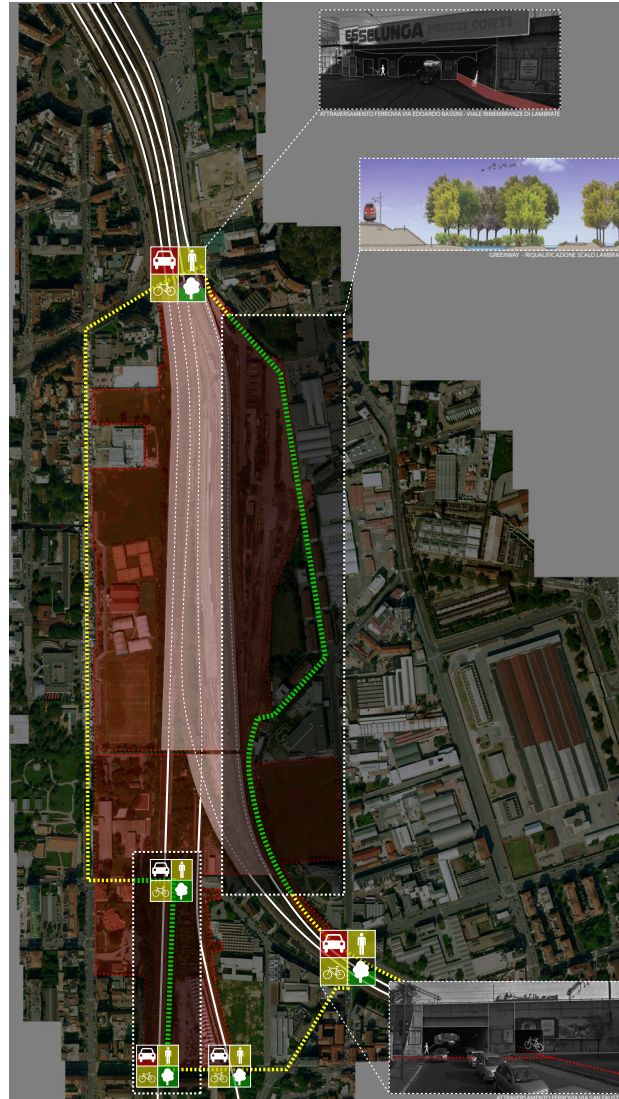
brate ed via San Faustino, nelle ore di punta si presentano altamente congestionati dal traffico e decisamente poco salubri a partecipare al processo di ricucitura verde; ma sicuramente non trascurabili sotto l'aspetto del miglioramento dell'accessibilità e della comunicazione tra i due ambiti che lambiscono il perimetro ferroviario.

Infine i varchi in via Amadeo, uno pedonale sotterraneo e uno carrabile, poco colpiti dal flusso di traffico del quartiere, presentano buone caratteristiche per partecipare ad un processo di sviluppo di un sistema di mobilità dolce che coinvolga l'intero settore urbano. L'obiettivo consiste, utilizzando lo spazio aperto esistente, nel proporre un sistema di connessioni in grado di identificare un percorso car-free all'interno del tessuto urbano. Un fil rouge sostenuto da spazi verdi pubblici esistenti o prossimi alla realizzazione, funzioni di interesse pubblico (Scuole elementari, medie e licei; Università; Centri sportivi), micro-nuclei urbani storici (via Ortica), realtà agricole urbane (orti in ambiti ferroviari residuali); con lo scopo di proporre un'alternativa alla mobilità convenzionale, riqualificare ambiti degradati, come ad esempio il polo industriale di Rubatino, ripristinare centralità di quartiere ormai



perdute, oppure mai esistite. Gli interventi, alla cui base rimangono sempre i ragionamenti scaturiti dal concept-plan, consistono in piccole modifiche dell'assetto attuale dei varchi, oppure solamente in proposte di gerarchizzazione dei diversi percorsi, in base alla tipologia di mobilità che necessita l'attraversamento della barriera ferroviaria. Osservando il concept-plan si è quindi scelto di partire dalla "greenway" proposta all'interno dell'attuale scalo Lambrate, ormai dismesso e futuro oggetto di trasformazioni da PGT, nel quale verrebbe sfruttata la distanza legislativa di 30m, da mantenere obbligatoriamente dal sedime ferroviario, come fascia naturale in grado di ospitare operazioni di mitigazione della massicciata e trasformazioni dell'assetto del verde pubblico all'interno del quartiere. L'infrastruttura verde sfrutterebbe tutto il perimetro del lotto, riutilizzando una piccola strada pedonale a fondo cieco, proseguimento di via San Faustino; costeggerebbe il terrapieno ferroviario, identificando un percorso rurale che segue alcuni binari dismessi, fino all'incrocio con via Trentacoste. Qui troviamo il primo varco (via San Faustino), monodirezionale e interamente dedicato al traffico automobilistico; la necessità prima-

4.2



4.3

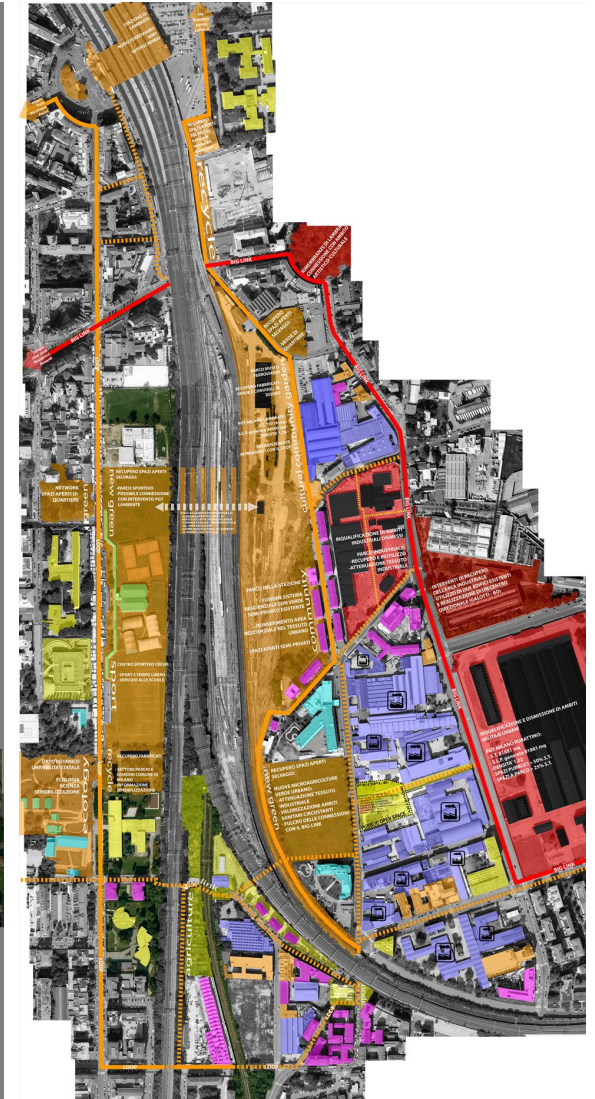


Fig. 4.2 Piano di intervento di ricucitura urbana attraverso lo sviluppo di percorsi dedicati alla mobilità dolce  
Fig. 4.3 Brain-storm di riqualificazione e conversione di ambiti urbani e naturali



ria sarà quindi garantire sicurezza a tutte le tipologie di mobilità dolce che si trovino in procinto di attraversare il tunnel. Per fare ciò, la soluzione dovrà prevedere l'ampliamento del varco esistente, oppure la realizzazione di uno secondario, separato dal flusso veicolare e che sfrutti la presenza dell'area verde pubblica a Sud della ferrovia.



Proseguendo, il percorso costeggia il quartiere storico dell'ortica, ma subito dopo si trova ad attraversare un'ulteriore tracciato ferroviario, a raso. Il sottopasso ciclo-pedonale connette via Ortica con via Amadeo e rappresenta l'unico varco del sistema che non necessita urgentemente riqualificazione. In questo contesto via

Amadeo si inserisce all'interno di alcuni ambiti ferroviari di risulta e per questo motivo non è coinvolta eccessivamente dalla congestione automobilistica delle strade limitrofe. La sua situazione permette di classificarla come tracciato appetibile e potenzialmente partecipativo ad un processo di riqualificazione urbana. Da qui si accede ad un percorso rurale esistente che costeggia il terrapieno della ferrovia, mettendo in comunicazione via Amadeo con le realtà di micro-agricoltura situate a cavallo dei due tracciati ferroviari, anch'esse limitrofe ad un ulteriore attraversamento esistente, tuttora adibito a deposito e parcheggio privato. Se questo fosse riabilitato alla sua funzione originaria di varco, permetterebbe la comunicazione tra gli ambiti rurali ed il tracciato pedonale di via Valvassori Peroni; la quale, ampiamente analizzata nei capitoli successivi, è considerevole l'elemento portante della futura infrastruttura verde di Città Studi. Proseguendo verso Nord, via V. Peroni si connette a via Bassini, oltrepassa il tunnel di viale

delle Rimembranze di Lambrate e raggiunge lo scalo merci, definendo un percorso circolare, a cavallo della ferrovia, rappresentabile come un loop connettivo tra i due lembi di città.



Quest'ultimo varco rientra nelle opere che richiedono minor dispendio di energia e che presentano una situazione allo stato di fatto in grado di favorire un miglioramento della qualità dei percorsi urbani. Essendo questo tunnel diviso in tre fornici, è tuttora attraversato da un flusso automobilistico centrale, mentre le campate laterali fungono da attraversamenti misti ciclo-pedonali. Una gerarchizzazione, che preveda l'utilizzo diversificato dei due

tunnel laterali, porterebbe ad una maggiore sicurezza per gli utenti e ad un miglioramento dell'efficienza connettiva del sistema. L'attuazione di questo programma prevederà principalmente la realizzazione di un percorso car-free che sia in grado di individuare le criticità e sfruttare le potenzialità dell'area, andando a riqualificare ambiti "dimenticati", senza portare modificazioni radicali ai tracciati viari principali; proponendo quindi alternative valide alla mobilità convenzionale. Alternative fisicamente separate da quest'ultima e, per questo motivo, in grado di garantire una migliore qualità agli spostamenti interni al quartiere.

#### 4.2 – Accessibilità naturale

A seguito di questa breve panoramica, essenziale per avere una visione di insieme della situazione che caratterizza questa porzione urbana; ma soprattutto per individuare le soluzioni adottabili a medio breve termine, al fine di garantire un miglioramento dello spazio

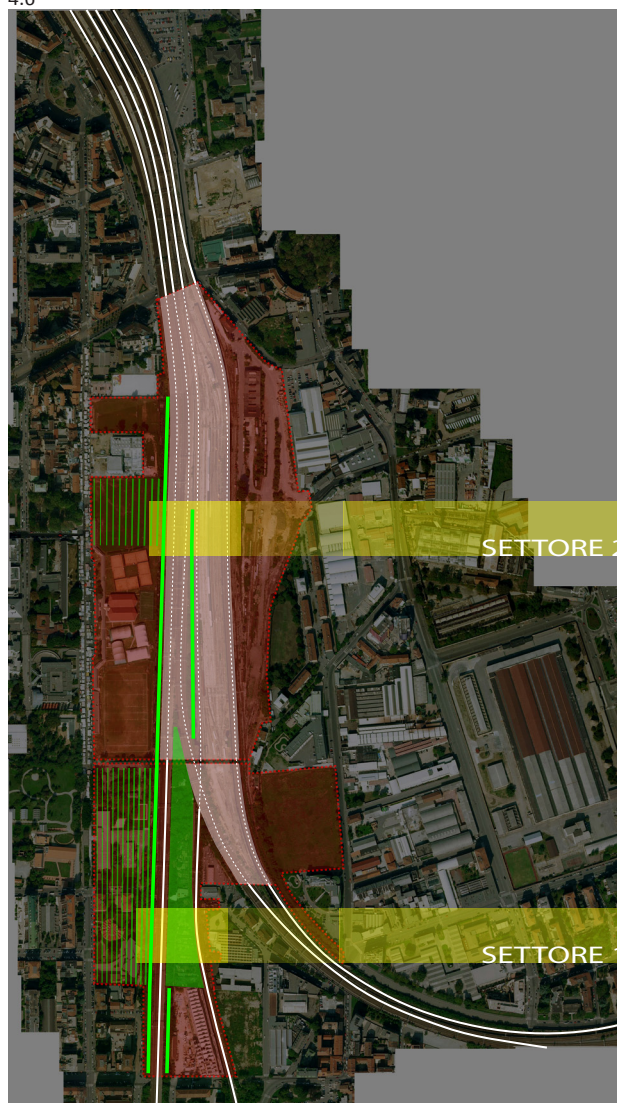
Fig. 4.6 Individuazione dei settori coinvolti dall'intervento di mitigazione della barriera ferroviaria

aperto; il discorso ritorna necessariamente a toccare temi di ecologia urbana e di riconnessione del verde esistente, concentrandosi sullo studio di soluzioni più o meno tecnologiche, in grado di garantire continuità di superficie naturale, mettendo in luce le diverse possibilità di mitigazione dell'infrastruttura ferroviaria in questione.

La sua conformazione, nel tratto interessato da questo lavoro, presenta principalmente due differenti assetti: nella porzione a Sud vediamo due linee ferroviarie separate, che delimitano spazi interstiziali naturali di discrete dimensioni, classificate dal grafo ecologico come "barriere modestamente penetrabili". Nella porzione più a Nord invece troviamo una situazione completamente differente: una sezione con profondità fino a 90m e altezza costante di 8m; una struttura molto invasiva, composta da tre massicciate ferroviarie realizzate in epoche differenti, con caratteristiche di profondità e di flussi diversi.

Il primo settore, grazie a buone quantità di vegetazione spontanea ai lati dei tracciati, oltre che alla presenza di una fascia occupata da terreno agricolo residuale, ha la possibilità, attraverso interventi puntuali di attraversamento del terrapieno, di essere facilmente

4.6



riconnesso al sistema verde più generale.

Vantaggio dovuto soprattutto alle modeste dimensioni della barriera da attraversare, che misura dai 10 ai 15m.

Il risultato del rilievo effettuato sul secondo settore ha permesso di individuare, da Ovest verso Est, la presenza di un terrapieno inverdito, che ospita il tracciato storico della cintura ferroviaria milanese; di una linea merci che da livello strada, proseguendo verso la stazione di Lambrate, acquista quota e raggiunge gli 8m costanti; di una massicciata di recente costruzione, delimitata da muri verticali in cemento armato e decisamente poco compatibile con moderni principi di mitigazione infrastrutturale in ambiti urbani.

Guardando la sezione e soffermandosi in pianta ad osservare i pochi lembi verdi presenti, si individuano due fasce parallele ai binari, che perimetrano il terrapieno di sinistra, popolate da vegetazione spontanea: unici elementi verdi sopravvissuti, utili ai fini di questo lavoro di sperimentazione di varchi ecologici urbani.

#### **4.2.1 – Varchi ecologici urbani**

Al fine di stabilire la metodologia in grado di adattarsi nel migliore dei modi al contesto naturalistico e infrastrutturale; tenendo conto delle potenzialità del primo e dei limiti del secondo, è stata condotta un'indagine sulle diverse tipologie tecniche che rientrano sotto la voce di "varco ecologico". Lavoro seguito dall'individuazione di differenti soluzioni applicabili, il cui scopo consiste nel superamento ecologico della barriera ferroviaria, attraverso operazioni attive o passive di mitigazione; azioni di rinverdimento diffuso e attraversamento puntuale; realizzazione di nuove strutture indipendenti, a cavallo della barriera, in grado di garantire la continuità ecologica.

Per il settore n°1, a Sud, grazie alla presenza di aree verdi discretamente dilatate e attraversamenti puntuali di diversa natura, sono state proposte operazioni di riqualificazione dei varchi esistenti e di connessione superficiale delle diverse fasce verdi che costeggiano la barriera.

Attraverso sistemi di rinverdimento realizzabili in tempi brevi, che prevedono la sostituzione delle traversine di sostegno ai binari con elementi equivalenti, ma caratterizzati da sezioni più alte, quindi in grado di permettere una fruizione del verde al di sotto del piano di ferro, si è cercato di realizzare collegamenti orizzontali utili alla ricucitura ecologica e alla mitigazione ambientale della frattura ferroviaria.

Il settore n°2, presentandosi estremamente più critico del precedente, necessita di un'analisi più approfondita su quali siano le possibilità di intervento attuabili, oltre che sul modo in cui le singole soluzioni possano interagire tra loro, con lo scopo di limitare il più possibile l'effetto barriera dovuto all'infrastruttura. In questo contesto, con una sezione impermeabile di 90m, si è esclusa immediatamente la possibilità di realizzare attraversamenti puntuali che scavino il sedime; soprattutto a causa degli elevati costi e degli insufficienti ritorni sotto l'aspetto ambientale.

Le operazioni di rinverdimento superficiale, utilizzate precedentemente, sono di grande aiuto, e difatti, un primo tentativo di mitigazione è stato effettuato su una porzione di questo settore, in modo tale da verificare la

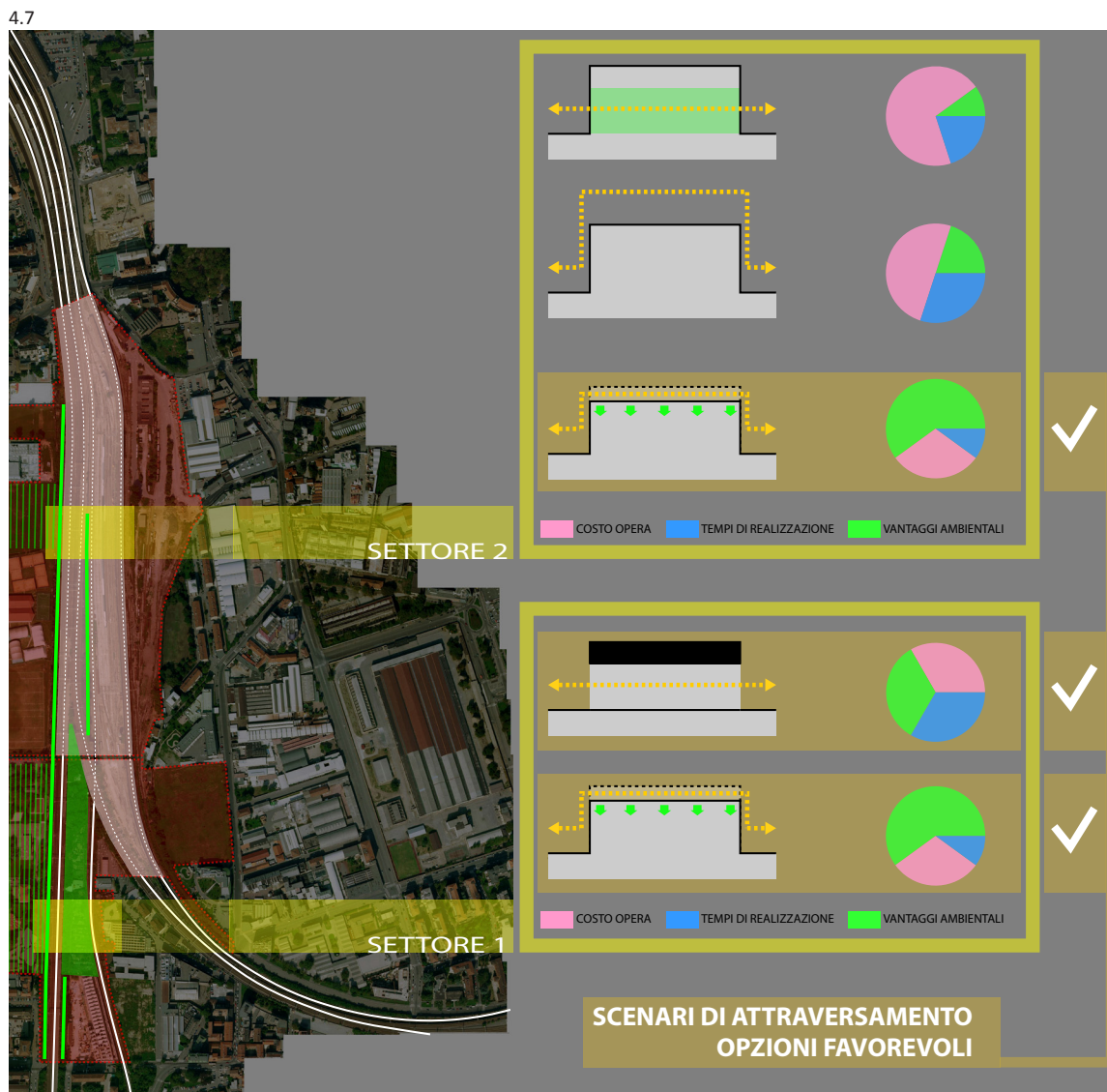
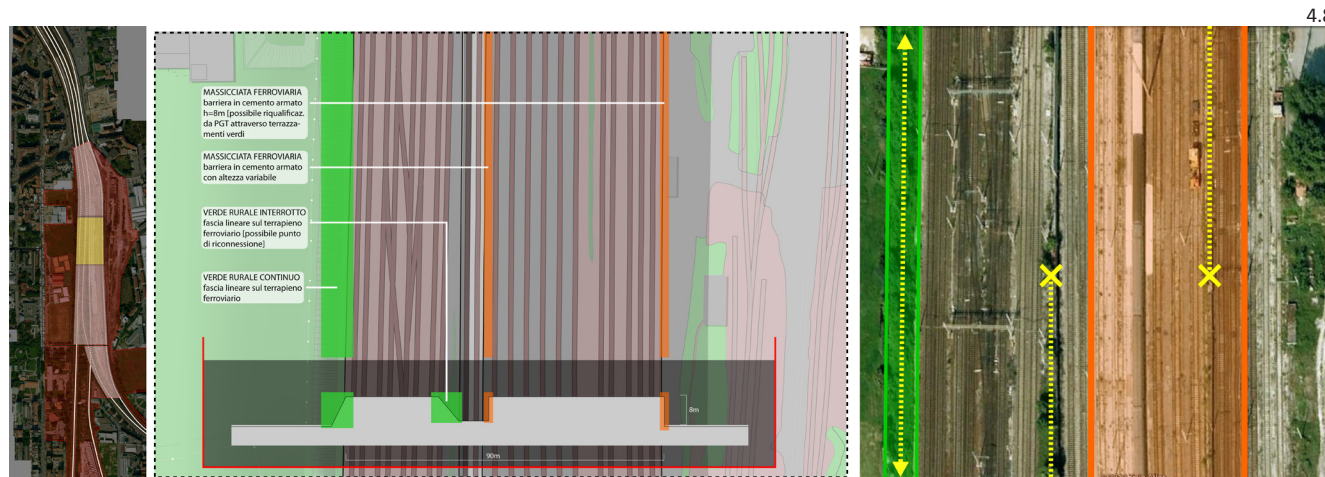




Fig. 4.8 Settore 2: analisi conformazione ferroviaria allo stato di fatto  
A fronte Fig. 4.9  
- Proposta di mitigazione superficiale e realizzazione di un link ecologico diffuso sulla superficie della massicciata  
- Rappresentazione della soluzione tecnologica applicata attraverso l'ampliamento delle traversine ferroviarie.



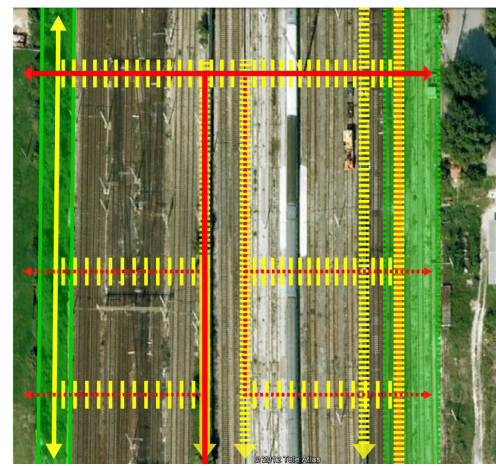
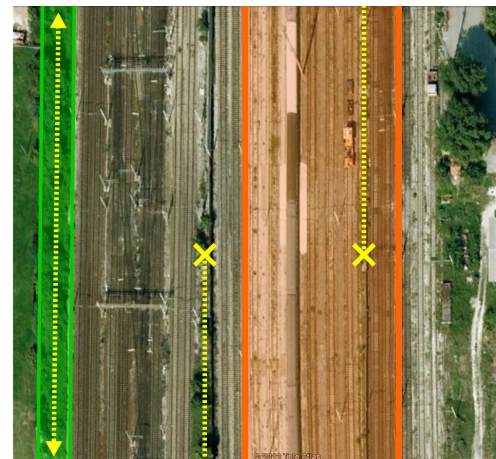
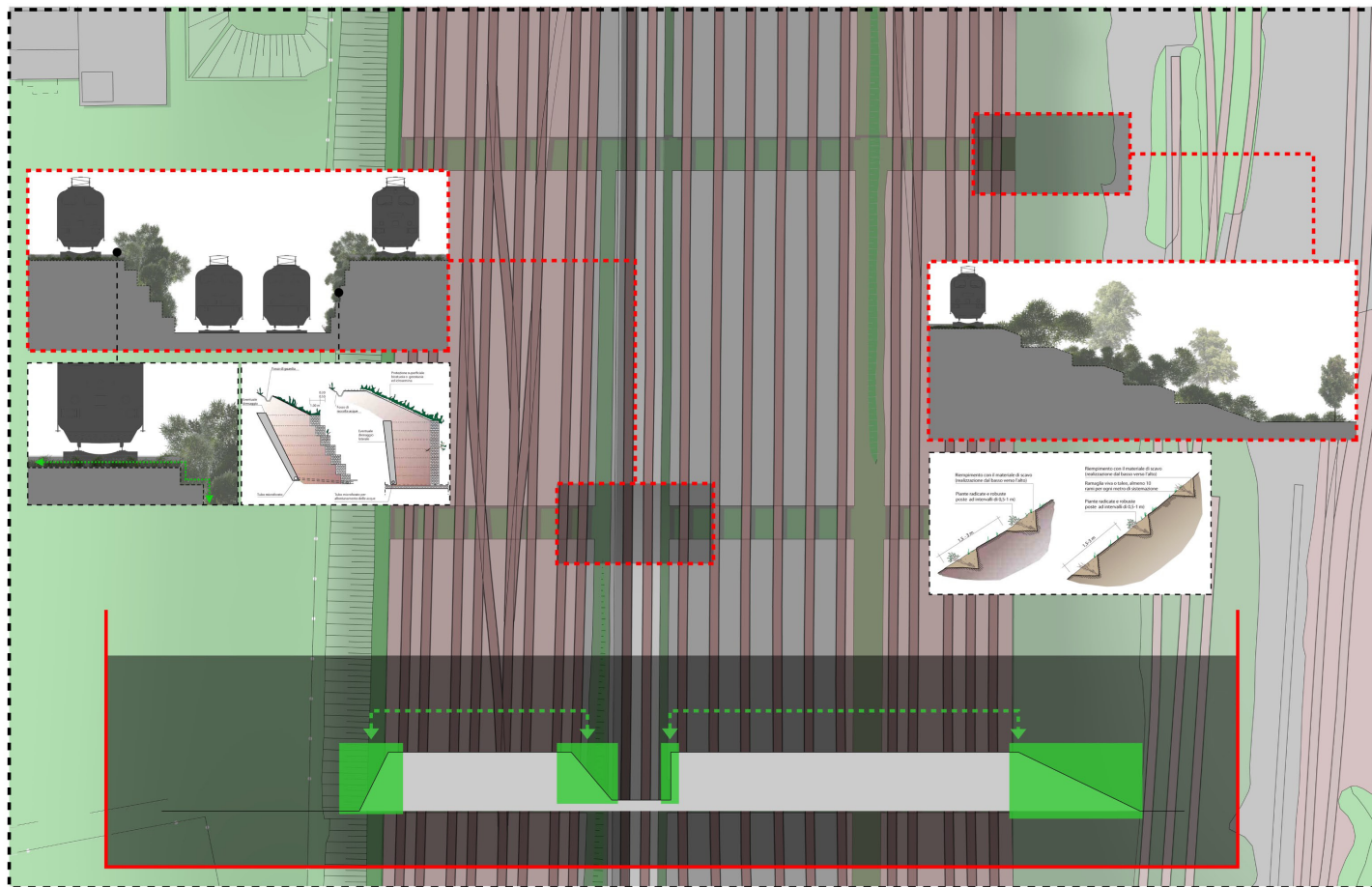
realizzabilità dell'intervento.

Il tratto ferroviario preso in esame è situato tra il centro sportivo Crespi e il vecchio scalo merci di Lambrate. La conformazione è quella descritta precedentemente e la soluzione proposta consiste nel sostituire le traverse originali con altrettante modificate, cioè con una sezione più alta e quindi in grado di creare uno spazio di alcune decine di centimetri tra l'estradosso della massicciata e il livello di marcia dei treni. Spazio prezioso nel quale sarà

necessario studiare una vegetazione consona a trasformare un sedime ferroviario in un corridoio ecologico funzionante, senza interferire con l'attività principale che svolge questo manufatto ferroviario. L'idea è quella di utilizzare vegetazione bassa, che non debba essere mantenuta e che possa garantire riparo ma soprattutto mobilità alla micro-fauna presente nella zona.

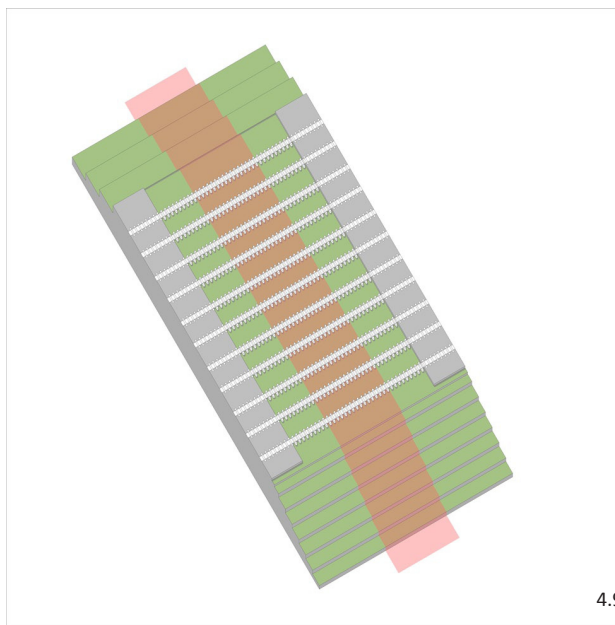
Gli interventi mirati sono riassumibili in tre fasi attuative: rimozione binari e traversine origi-





nali; scavo della massicciata per mantenere la quota originale dei binari; reinstallazione delle traversine amplificate e dei binari originali. Inoltre, analizzando l'intera sezione, si è notato che, avendo evidenziato precedentemente le piccole strisce naturali parallele ai binari, questo processo di intersezione forzata "barriera-natura" potrebbe coinvolgere questi elementi verdi e andare a strutturare un sistema di connessioni conformato sulla base degli ambiti naturali, interstiziali e tangenziali alla barriera. Questa tipologia di "varco ecologico" infatti ha il vantaggio di riuscire a creare corridoi di qualunque dimensione, variando la larghezza da 1,5m a quanto se ne ritenga utile. Se la ferrovia costeggiasse elementi lineari di verde, paralleli ad essa anche per diversi chilometri, probabilmente avrebbe più senso, per risparmiare materiali e costi, realizzare spot di attraversamento a distanza regolare e non convertire l'intero tratto analizzato in un gigantesco varco ecologico. In questo caso, avendo preso in esame una porzione relativa-

mente contenuta, e dopo aver evidenziato la presenza di alcune macchie verdi, classificabili come patch o stepping stones, residui della forte frammentazione causata dall'inserimento della ferrovia nel territorio, si è scelto di operare in modo tale da realizzare un ampio corridoio verde, al di sotto dei binari, che pos-



4.9

Fig. 4.10 Strutture di recinzione al fine di garantire sicurezza e prevenire interferenze d'utenza

Fig. 4.11 Funzionamento selettivo della recinzione situata sul terrapieno ferroviario

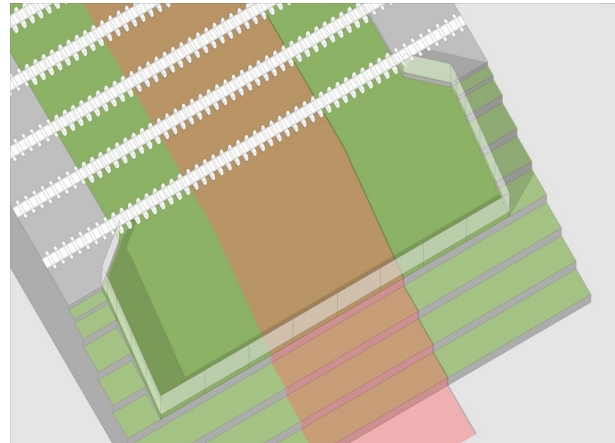
sa mettere in comunicazione il centro sportivo Crespi ed il nuovo progetto di riqualificazione dello scalo Lambrate.

Questi due ambiti, tangenziali alla ferrovia, dovranno prevedere operazioni dedicate alla mitigazione della barriera, in modo tale da realizzare un nuovo terrapieno nel terreno dell'odierno scalo Lambrate (Est) e proporre l'ampliamento di quello tuttora esistente a Ovest, affacciato sul centro sportivo Crespi. I due declivi terrazzati costituiranno la base del collegamento superficiale descritto precedentemente.

L'intervento inoltre, in prossimità del varco, porterà a recintare alcune porzioni di questi nuovi ambiti naturali, che in futuro potrebbero assumere caratteristiche di verde urbano fruibile dalla cittadinanza; in questo modo si riuscirebbero ad evitare situazioni di pericolo e limitare il meno possibile l'interferenza umana con lo sviluppo di sistemi naturali semi-spontanei.

Il nuovo link si pone come struttura poco inva-

4.10



4.11





Fig. 4.12 Proposta di ponte ecologico a connessione di ambiti limitrofi alla barriera ferroviaria

siva ed efficace nel suo intento di collegamento ecologico; nonostante questo, ritornando al tema dell'accessibilità urbana, si è deciso di portare avanti un lavoro che riuscisse a tener conto contemporaneamente di entrambi gli aspetti, cercando soluzioni che garantissero parallelamente la connessione urbana e quella ecosistemica.

La prima alternativa presa in esame considerava la possibilità di oltrepassare la ferrovia attraverso l'installazione di un ponte ecologico, che riuscisse a sopraelevare il link attraverso soluzioni tecnologiche avanzate ma poco attuabili.

Questa tipologia infatti, ad una scala più dettagliata, presenta costi d'opera e tempi di realizzazione elevati; simili a quelli richiesti per la realizzazione di un attraversamento a tunnel. La differenza sostanziale di questa soluzione sta nel fatto che è in grado di generare molta più connessione ecologica, oltre che, per ovvie ragioni di dimensione, permettere la creazione di habitat spontanei al suo interno.



La scelta estrema del ponte verde porterebbe notevoli vantaggi ecologici al sistema, ma si ripercuoterebbe violentemente e per lungo tempo sull'assetto naturale esistente. Questo infatti, distrutto durante la realizzazione dell'opera, dovrebbe rigenerarsi da zero una volta finito il cantiere.

Il ragionamento successivo ha portato quindi alla ricerca di soluzioni che semplificassero questa idea di manufatto ecologico, cercando di identificare quali fossero i ruoli dei diversi elementi che compongono la barriera e le li-

mitazioni che questi conferiscono al progetto. In primo luogo ci si è resi conto che, non potendo alzare o abbassare il piano di ferro dei binari, la soluzione dovrà prevedere interventi che riescano a creare vuoti al di sotto di essi. Questi dovranno essere ampiamente raggiungibili dalla luce del sole, escludendo dunque ogni tipo di tunnel; inoltre, ampliati e riorganizzati sotto l'aspetto strutturale, potrebbero trasformarsi in collegamenti più complessi e non limitarsi solamente alla riconnessione verde.

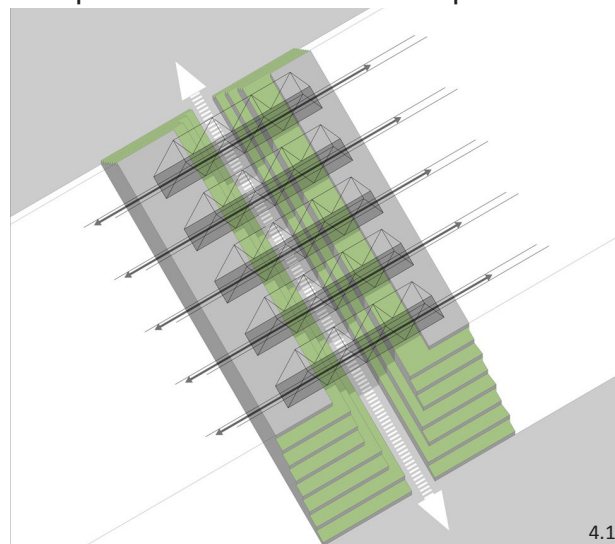
È proprio su questi ragionamenti che si è basato il progetto di frattura della barriera ferroviaria presentato di seguito.

Dopo aver osservato il comportamento dei varchi superficiali su traversine ampliate, si è deciso di estremizzare questa situazione, proponendo un'interruzione della barriera e quindi delle tre strutture sopraelevate a sostegno dei tracciati ferroviari; realizzando così un ampio varco in grado di ripristinare la connessione tra gli ambiti di città studi e quelli

di Lambrate a Est dell'infrastruttura.

La quota di marcia della ferrovia, mantenuta attraverso l'installazione di ponti a sostegno dei binari non viene modificata, e al di sotto di questi si è in grado di realizzare un vero e proprio collegamento multifunzionale ad alto livello naturalistico.

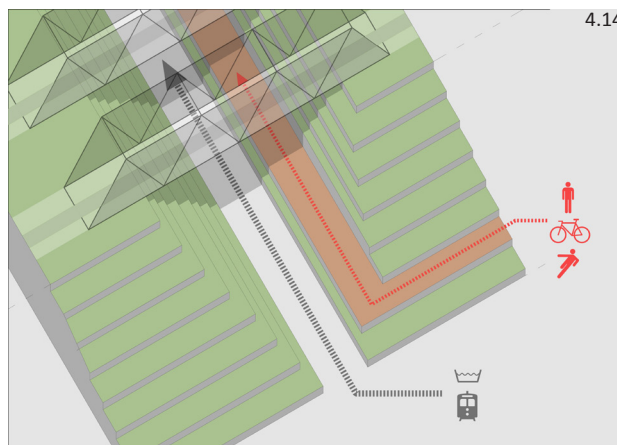
La sezione mostra come l'ampiezza di scavo dipenda essenzialmente dalle possibilità



strutturali dei ponti in acciaio, impossibilitati a lavorare con appoggi intermedi.

Il progetto prevede un varco di 37m di ampiezza, in grado di ospitare elevate quantità di verde; un percorso ciclo-pedonale, che connette il secondo campo del C.S. Crespi, oggetto di studi successivi, con il futuro progetto di riqualificazione dello scalo Lambrate; infine una linea tramviaria, prevista da PGT, con lo scopo di connettere il quartiere di Rubattino con la stazione di Lambrate.

È necessario prevedere il passaggio di percorsi multifunzionali e la realizzazione di attrattive urbane perché, essendo un'operazione di elevato impatto urbano, questa possa essere sfruttata a pieno sotto tutti gli aspetti e non si trasformi in oggetto di degrado all'interno di un quartiere che già presenta notevoli criticità. La gerarchizzazione dei percorsi è evidentemente un aspetto da non trascurare e la riqualificazione del paesaggio limitrofo è un requisito necessario all'inserimento ottimale del progetto nel contesto. Per questo motivo,



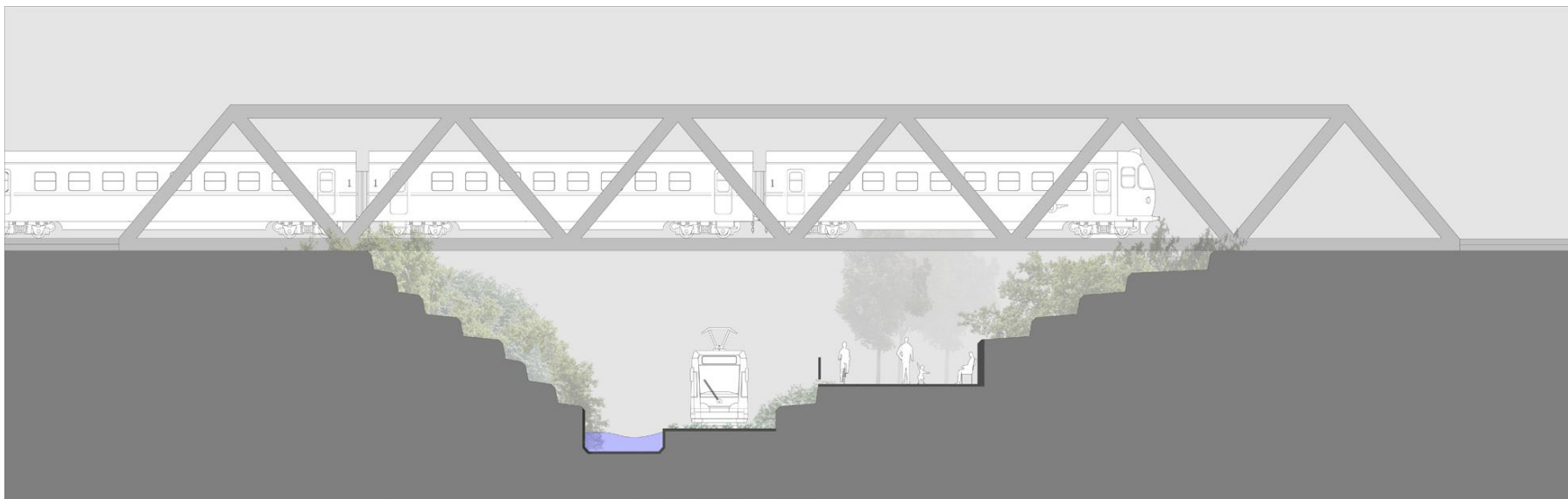
come si può vedere in pianta, l'attenzione è subito ricaduta sul terreno che costeggia i campi da tennis del Crespi e sul prato incolto e inutilizzato poco più a Nord. Nel primo caso sono stati utilizzati i terrazzamenti, ricavati dall'ampliamento del terrapieno della ferrovia, come tribune per i campi da tennis del centro sportivo; mentre nel secondo si è prevista la riqualificazione del terreno e la realizzazione di un parco a disposizione del pubblico cittadino, con lo scopo di realizzare un fulcro di biodiver-

Fig. 4.14 Gerarchizzazione dei percorsi sfruttando i terrazzamenti di contenimento del terreno.

A fronte Fig. 4.15 Sezione del varco ecologico e schematizzazione dei flussi attraversanti il nodo

Fig. 4.16 Pianta indicativa di intervento: proposta di progetto dei flussi, del terrapieno e di parte dello spazio aperto.



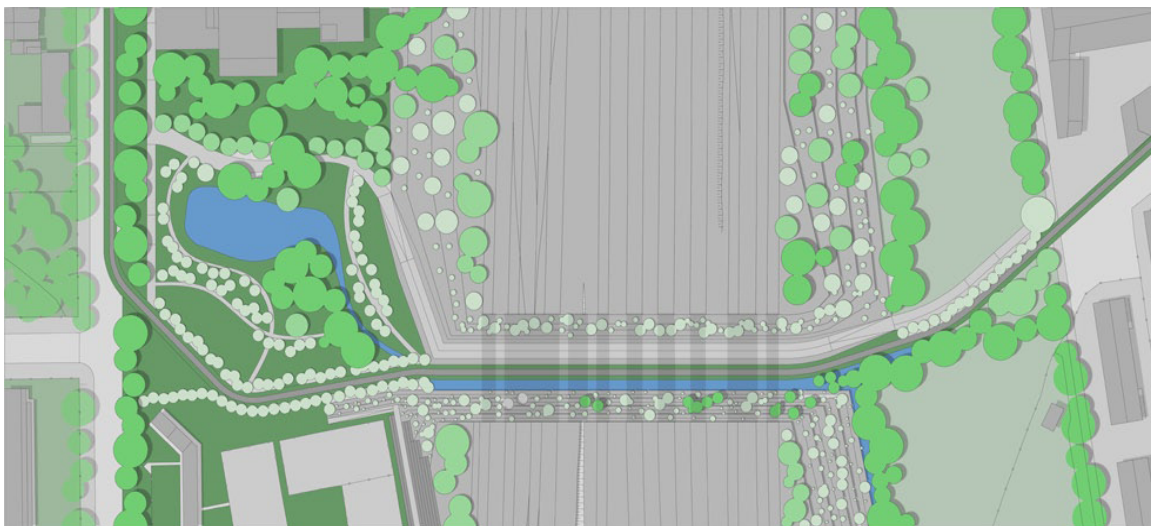


4.15

sità urbana: argomento trattato nel capitolo successivo.

L'obiettivo è quello di realizzare un sistema organico che si basi su principi di riconnessione ecologica e accessibilità urbana. La prima, sorretta da sistemi verdi di mitigazione della barriera, in grado di sviluppare continuità naturale; mentre la seconda, garantita dalla presenza di strutture dedicate alla mobilità ecologica (ciclo-pedonale e tramviaria).

Inoltre, un altro aspetto che caratterizza il progetto consiste nella possibilità di accumulo di acqua piovana, proveniente dalla massicciata ferroviaria, all'interno di un bacino in grado di innalzare ancora di più il livello naturalistico dell'intervento.



4.16



# 5

## Ecostruttura urbana

Sviluppo di isole e connessioni verdi interne all'unità paesaggistica di Città Studi

L'analisi condotta in questa seconda parte del lavoro ha dovuto, per necessità di contesto, ridimensionare e ripensare i principi e le regole di simulazione ecologica utilizzate a livello territoriale e nelle situazioni semi-urbane presentate precedentemente.

Come abbiamo visto, la ferrovia rappresenta un denso elemento di discontinuità della rete ecologica. Sia nel nostro caso di Lambrate, che in molte altre situazioni simili milanesi, è il principale elemento di frattura tra il verde urbano e tutti quegli ambiti di frangia potenzialmente salvabili, ma difficilmente in grado di influenzare il livello ecologico del tessuto urbano esistente.

Per rendere efficaci i ragionamenti fatti precedentemente, si è cercato di identificare un processo analitico basato su indici ecologici integrati a indicatori del verde urbano, in modo tale da identificare i punti di forza interni al tessuto urbano e promuovere nuovi scenari, verificabili attraverso simulazioni simili a quelle effettuate nel grafo ecologico.

Non è possibile parlare di rete ecologica interna al tessuto urbano di Città Studi, le complicazioni sono molteplici, ma è possibile e necessario identificare una metodologia che si basi su principi e dinamiche delle reti ecologiche, ma che abbia come obiettivo il miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie, l'incremento della superficie di verde pubblico e della conseguente accessibilità ad esso, la realizzazione di isole verdi a valenza ecologica, in grado di diminuire la frammentazione; infine l'analisi ed il miglioramento del sistema connettivo tra le diverse tessere verdi, attraverso l'incremento delle alberature stradali. Questi principi costituiranno la base del ragionamento che segue, il cui scopo sarà quello di incrementare la qualità urbana del quartiere di Città Studi e permettere a questo di assumere un ruolo significativo all'interno del tessuto urbano circostante. Operazione effettuata portando modifiche all'assetto attuale del verde e andando ad individuare quali siano i punti di forza del sistema esistente; riuscendo

così a promuovere operazioni mirate di riqualificazione urbana in grado di portare benefici a tutto il settore analizzato.

Per agevolare la comprensione dei paragrafi successivi, si è ritenuto utile riassumere brevemente quali indici saranno coinvolti dal processo analitico che verrà presentato. Alcuni già utilizzati precedentemente e altri, come già detto, più specifici all'analisi di una situazione urbana, introdotti ex-novo ad integrazione dei primi.

Criterio analitico	Indicatore	Obbiettivo
Caratteristiche naturali delle macchie	<u>Indice di Biopotenzialità</u> -BTC tot = (sup. macchia * biopotenzialità unitaria) -BTC med = (BTC tot / sup. tot. Area analizzata)	Analisi situazione naturalistica esistente
Connessione del verde urbano	<u>Indice di Connettività</u> $C = L/3(V-2)$	Favorire una naturalità diffusa
Alberature stradali	<u>Indice di Rinverdimento stradale</u> $R = n^{\circ} \text{ strade con filari di alberi rispetto al } n^{\circ} \text{ strade totali } [\%]$	Favorire l'azione filtrante
Superficie di verde urbano disponibile	<u>Indice di Densità di verde urbano</u> $D = \text{sup. verde} / \text{sup. tot. analizzata}$	Mantenere una quota adeguata e omogeneamente distribuita di verde urbano

### 5.1 –Isole ecologiche Città Studi

L'unità paesaggistica di Città Studi è stata analizzata prendendo in considerazione un'area racchiusa in un quadrilatero di 1500x1500m. All'interno di questo troviamo l'intero polo universitario, composto da Politecnico e Statale; una discreta quantità di altre funzioni urbane quali: scuole elementari, medie e superiori, centri sportivi e tessuto residenziale; oltre che le diverse tessere che caratterizzano il mosaico naturale dell'area, composto da superfici isolate di verde pubblico, verde sportivo e verde privato interno agli isolati e ai singoli lotti residenziali.

Il primo passo ha visto, sulla base delle regole e dei principi utilizzati in precedenza per le simulazioni con il Grafo Ecologico, una classificazione delle diverse aree adibite a verde pubblico o verde sportivo.

L'analisi ha il compito di mettere in luce quali siano le potenzialità effettive di ciascuna macchia naturale, in rapporto al livello di naturalità riscontrato al suo interno. Per fare ciò è stato



Fig. 5.1 Schematizzazione della rete verde urbana e attribuzione del livello di BTC ad ogni componente dell'ecosistema urbano

necessario calcolare il livello di BTC (Biopotenzialità) unitaria e totale, riuscendo così, in un secondo momento, a classificare le diverse aree in base ad una scala di valori suddivisa in tre macro-livelli.

Il risultato ha permesso di identificare le macchie riconducibili all'orto botanico e al parco Leonardo da Vinci come quelle potenzialmente più favorevoli a sviluppare processi ecologici. Questo lavoro ha inoltre confermato le ipotesi formulate durante l'analisi e la conseguente operazione di mitigazione della barriera ferroviaria, mettendo in luce le caratteristiche delle patch naturali, popolate da buone quantità di vegetazione spontanea, che coinvolgono gli spazi di verde interstiziale creati attorno al sedime ferroviario.

Sempre a livello analitico sono stati evidenziati i tracciati viari che presentano alberature stradal lineari, mettendoli in rapporto al numero totale di strade presenti all'interno del quadrilatero, così da riuscire a semplificare la situazione reale e, attraverso uno schema compo-

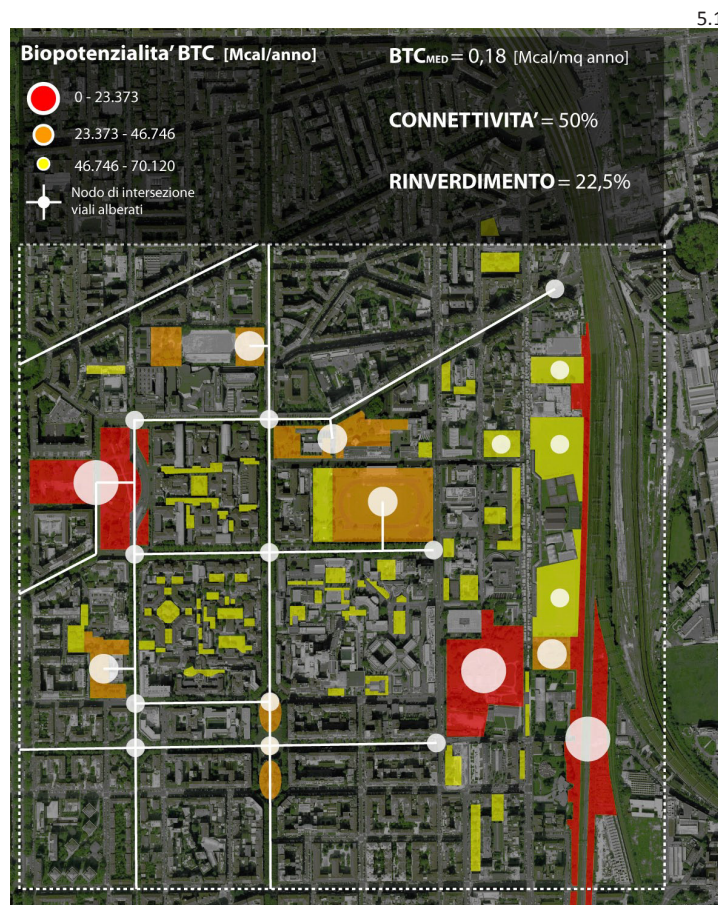
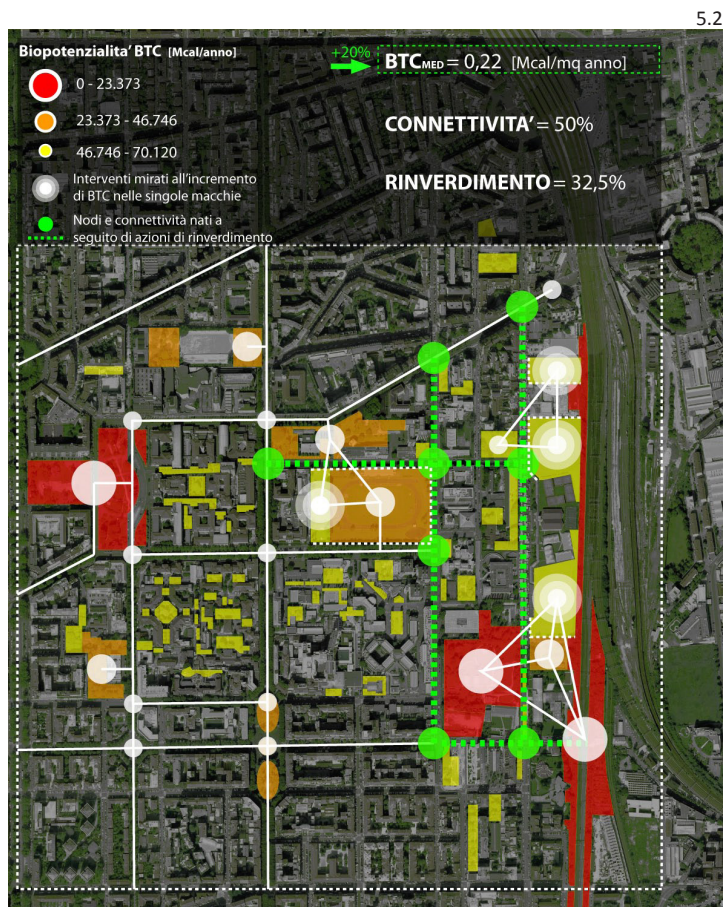


Fig. 5.2 Sviluppo della rete verde urbana e individuazione delle isole ecologiche (nodi composti interni al tessuto urbano)

sto da aste (strade alberate) e nodi (incroci di strade alberate), essere in grado di definire il livello di connettività del sistema analizzato. Questo ha portato all'individuazione di due ambiti, separati da via Giuseppe Ponzio, che presentano assetti viari differenti e percentuali di verde lineare altrettanto differenti. Infatti si può notare, nonostante l'indice di connettività generale sia discretamente buono e pari al 50%, come a Ovest la situazione si presenti sufficientemente connessa e come a Est, nella zona a ridosso della ferrovia, le criticità riguardino soprattutto questo aspetto. In quest'ultima area la percentuale di superficie verde ha buone caratteristiche di estensione e naturalità ma manca quasi del tutto l'apparato connettivo, in grado di favorire la comunicazione ecologica tra le diverse tessere. Per questo motivo il primo obiettivo del lavoro consiste nel proporre opere di rinverdimento interne al tessuto urbano, in grado di permettere l'incremento dei livelli di naturalità e connessione del sistema. Rinverdimento che

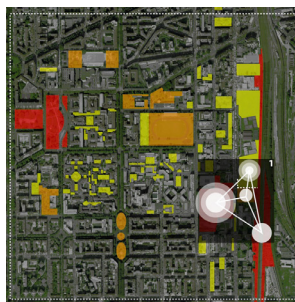


andrà a migliorare gli assetti viari di alcune strade, incrementando conseguentemente gli indici di connettività e, passando tangenzialmente alle macchie verdi di maggior valore, permettendo l'individuazione e la successiva nascita di isole, a valenza ecologica, con lo scopo di migliorare le condizioni micro-climatiche ed igieniche dell'area.

Queste isole, riconducibili ai nodi compositi citati nelle analisi a scala più ampia, sono infatti l'unica risorsa naturalistica all'interno del tessuto urbano in questione, costituendo così i punti di forza delle operazioni di riqualificazione proposte di seguito. Le quali andranno ad individuare tutte quelle superfici verdi che presentano caratteristiche naturali appropriate a strutturare le basi del sistema ambientale di Città Studi.

### **Circuito chiuso Orto Botanico**

Via Valvassori Peroni consiste nel primo tracciato viario sul quale si è deciso di focalizzare l'attenzione. Con una sezione di 20m di pro-



fondità, si presenta come una strada di notevoli dimensioni e completamente cementata. L'unica nota positiva consiste nella presenza, nella parte Sud, tra l'Orto Botani-

co e Istituto professionale Amerigo Vespucci, di un piccolissimo tratto dedicato alla mobilità pedonale e ciclabile. È proprio qui che il lavoro si è focalizzato.

Quest'area infatti, essendo suddivisa da una barriera molto più lieve rispetto ad un tracciato viario automobilistico, si può considerare come il punto di contatto di tre diverse macchie verdi con buone caratteristiche naturali: l'Orto Botanico, il verde privato dell'Istituto Professionale e le alberature situate nel lotto più a Nord di quest'ultimo, che ospita alcuni fabbricati fatiscenti e la sede del Settore Parchi e Giardini del Comune di Milano. L'analisi ha evidenziato come questo circuito chiuso, allo





**STATO DI FATTO**  
 Sup. connessa: 61.723 mq  
 BTC = 107.397 Mcal/anno  
 SUP. ALBERATA = 22.334 mq  
SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE, CESPUGLI E SIEPI SPONTANEE

**STATO DI PROGETTO**  
 Sup. connessa: 82.292 mq  
**+ 33%**  
 BTC = 130.603 Mcal/anno  
**+ 21%**  
 SUP. ALBERATA = 30.057 mq  
SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE, CESPUGLI E SIEPI SPONTANEE  
**+ 34%**

**1** CENTRO SPORTIVO CRESPI  
 incremento del livello di BTC del 50%  
 con interventi mirati al riutilizzo degli  
 spazi verdi poveri per scopi  
 ecosistemici; superficie alberata  
 introdotta: 1800 - 2000 mq

**2** VUOTO URBANO  
 area degradata (presenza di ruderi di  
 Cascina Rosa-parzialmente restaurata)

PRG: zone per spazi pubblici o  
 riservate alle attività collettive a livello  
 comunale; area di salvaguardia  
 ambientale

BTC *sof* a livelli soddisfacenti dovuta  
 alla presenza di vegetazione  
 spontanea radicata; superficie  
 trasformabile in spazio pubblico  
 collettivo



5.3



5.4

stato di fatto, abbia una superficie totale pari 61.723mq, una BTC 107.397 Mcal/anno e, all'interno, sia presente una componente di vegetazione verticale che copre una superficie di 22.334mq. L'obiettivo, andando ad analizzare gli ambiti limitrofi, è quello di riuscire ad individuare quali di questi siano potenzialmente utili ad apportare un incremento sostanziale a questo micro-sistema ecologico urbano.

Si può notare come il campo da rugby, appartenente al centro sportivo Crespi, per le sue caratteristiche vegetali non sia stato inserito fin da subito all'interno del sistema, nonostante sia uno spazio aperto, coperto a prato e limitrofo al verde ferroviario. Questo perché, per la funzione che svolge, è stato considerato "spazio verde povero", essendo attualmente mantenuto artificialmente e utilizzato.

La proposta consiste nell'individuare, all'interno di quest'area, porzioni attualmente non coinvolte dall'attività sportiva, in modo tale da poter essere usate come zone potenzialmente soggette a operazioni di rinverdimento

intensivo. Azione che, in questo caso, andrà a realizzare un anello alberato intorno al campo, in grado di ampliare il micro-sistema verde esistente, incrementare del 50% il livello di Biopotenzialità unitaria dell'area e permettere una maggiore connessione della superficie naturale.

Quest'operazione, mirata ad un singolo ambito, e successivamente sommata alle altre, più diffuse e riguardanti il miglioramento dell'assetto viario, attraverso l'incremento di verde lineare, porterà ad una trasformazione positiva dell'area, verificabile osservando le evidenti differenze dei nuovi livelli di superficie connessa (+33%), di BTC totale (+21%) e di superficie di verde verticale (+34%). Il tutto sorretto dall'asse principale, generatore di connessione e riconducibile al tracciato viario di via Valvasori Peroni che, dopo una attenta analisi dello stato di fatto, è stata sottoposta ad azioni di miglioramento mirate all'incremento della qualità urbana.

La sezione stradale presenta notevoli criticità



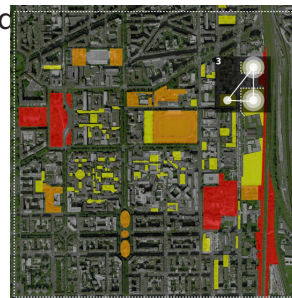
ma la più significativa consiste nella totale mancanza di vegetazione lungo il tracciato. L'idea di progetto prevede una riconfigurazione di questo assetto, attraverso operazioni diffuse di rinverdimento urbano che riescano a trasformare la strada in un elemento portante del sistema verde e della mobilità all'interno del campus.

Seguendo alcuni principi alla base della progettazione dei tracciati viari misti, cioè in grado di accogliere tipologie differenti di mobilità (carrabile, ciclabile, pedonale, ecc), si è scelto di realizzare due distinte fasce verdi longitudinali, che seguano l'intero tracciato viario e riescano a mettere in connessione le diverse patch naturali che si affacciano su di esso. Sul lato sinistro è stato pensato un ambito, con ampiezza variabile tra i 7m e i 3m, in grado di ospitare blocchi puntuali di sosta automobilistica alternati a spessori consistenti di superfici naturali (orizzontali e verticali; gestiti artificialmente o spontanei), in grado di fornire continuità di verde lineare.

Sul lato destro, confinante con il centro sportivo Crespi, l'idea è stata quella di mantenere un marciapiede discretamente ampio, in grado di accogliere possibili cambiamenti futuri che potrebbero coinvolgere la perimetrazione del centro sportivo; inoltre è stata prevista una pista ciclabile bidirezionale che possa rientrare in un sistema di mobilità dolce che si riallacci agli ambiti a Est della barriera ferroviaria.

### **Circuito chiuso Crespi**

Proseguendo verso Nord, l'assetto stradale, ma il paesaggio urbano subisce alcune trasformazioni che riguardano soprattutto la sostanziale diminuzione di superficie verde di qualità e, conseguentemente, l'individuazione di una area naturale pari a 8338mq. Situazione estremamente più critica della precedente. All'interno della sommatoria, la superficie ver-

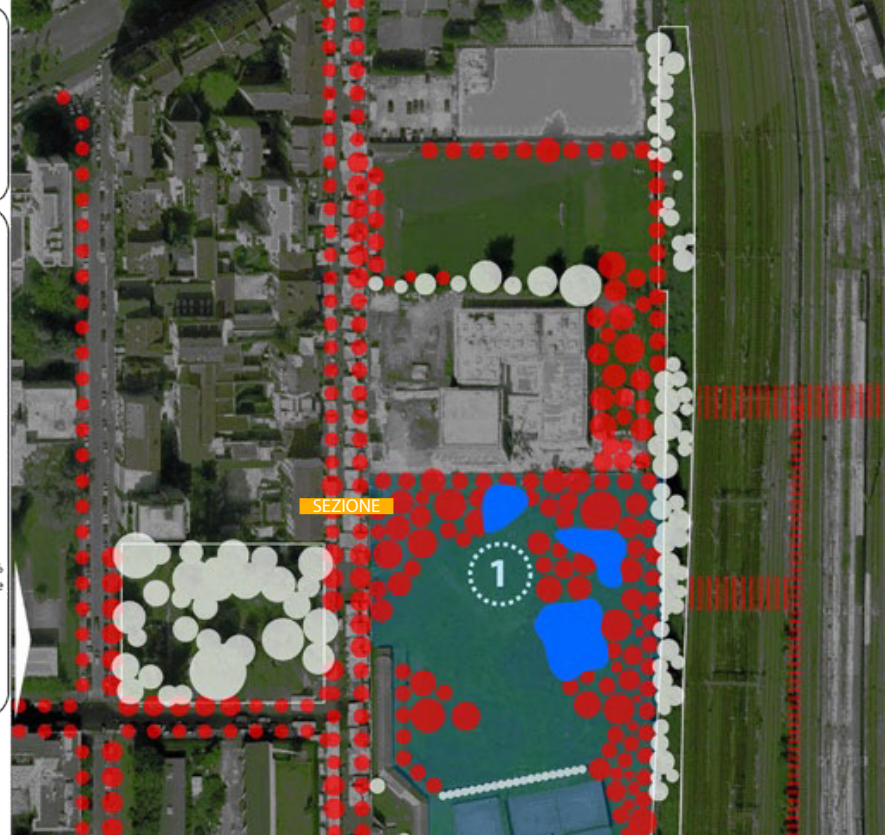




**STATO DI FATTO**  
 Sup. connessa: 8.338 mq  
 BTC = 37.762 Mcal/anno  
 SUP. ALBERATA = 5.164 mq  
 SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE,  
 CESPUGLI E SIERI SPONTANEE

**STATO DI PROGETTO**  
 Sup. connessa: 9.606 mq  
 + 15%  
 BTC = 52.302 Mcal/anno  
 + 77%  
 SUP. ALBERATA = 14.654 mq  
 + 180%  
 SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE,  
 CESPUGLI E SIERI SPONTANEE

① CENTRO SPORTIVO CRESPI  
 area incolta e inutilizzata  
 possibilità di trasformazione in un  
 importante nodo ecosistemico  
 incremento del livello di BTC del 200%  
 con interventi diffusi di ricostituzione  
 del micro ecosistema  
 riutilizzo del potenziale di verde  
 spontaneo lungo la ferrovia  
 superficie alberata introdotta:  
 3500 - 4000 mq  
 superficie unica introdotta:  
 1000mq



5.6



5.7

de a ridosso del terrapieno ferroviario continua a rappresentare percentuali discretamente alte; il fazzoletto di verde pubblico, situato all'incrocio tra via V. Peroni e via C. Pascal, ha una area pari a 4837mq, ma al suo interno troviamo elevate concentrazioni di superficie coperta da verde verticale e caratterizzata da tassi cronologici molto alti.

Il secondo campo di pertinenza del centro Crespi, incolto, non utilizzato per attività sportive e considerabile prato ad alto livello naturale (es. Meadow), consiste nell'elemento chiave per instaurare un processo di conversione funzionale degli spazi aperti urbani circostanti. Il verde lineare, ferroviario e stradale, costeggia l'area sui due lati più lunghi; la presenza, proprio in questo punto, delle operazioni di mitigazione ecologica della barriera ferroviaria, descritte precedentemente, lo rendono un luogo da valorizzare a livello ecosistemico; inoltre l'incrocio con via Pascal identifica l'area come snodo essenziale alla rete di connessioni lineari all'interno di Città Studi; obiettivo finale

di questo lavoro.

Per questo motivo gli scenari di intervento hanno cercato di agire direttamente sull'assetto ecologico di quest'area, prevedendo la realizzazione di una grossa macchia naturale che si stacchi dal verde ferroviario, costeggi il fabbricato di nuova realizzazione e si ricollegli al verde lineare di via Valvassori Peroni. Quest'ultimo, adeguatamente amplificato, permetterà la comunicazione con il verde pubblico adiacente e il nuovo link di via Carlo Pascal.

L'obiettivo di realizzare una macchia verde di alta qualità e con buone caratteristiche ecosistemiche necessita l'individuazione di quegli assetti naturali, adattabili al contesto analizzato, in grado di aumentare notevolmente i livelli di Biopotenzialità del micro-sistema. In questa situazione, oltre che ad operazioni di solo rinverdimento urbano è stato necessario pensare all'inserimento di uno o più bacini d'acqua, con una superficie complessiva pari a 1000mq, in grado di ricreare condizioni favo-



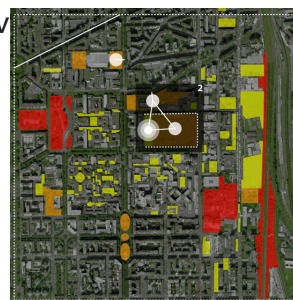
revoli allo sviluppo di micro-realtà ecosistemi-  
che urbane.

Lo specchio d'acqua può essere unitario,  
quindi concentrato in un solo punto, e avere  
argini molto variegati sotto l'aspetto natura-  
le, ospitando più specie affiancate; oppure  
può essere suddiviso in elementi minori, che  
possano andare a ricreare ognuno un habitat  
differente. In tutti e due i casi la valenza eco-  
logica di questi due elementi naturali viene  
accentuata dalla possibilità di approvvigiona-  
mento e mantenimento in regime attraverso  
la raccolta e la depurazione delle acque di  
seconda pioggia, provenienti da edifici e da  
strade, convogliate in loco.

Grazie a questi notevoli incrementi di natura-  
lità si è riusciti ad avere altrettanti incrementi  
degli indici di salubrità naturalistica dell'area:  
si è riscontrato infatti un aumento pari all'80%  
della superficie verde di qualità connessa; del  
77% riguardo alla BTC tot delle macchie verdi;  
pari al 180% della superficie verde verticale,  
che coinvolge siepi, cespugli e alberature.

### Circuito Giuriati

L'ultimo settore coinv-  
viduabile anch'esso  
come circuito chiuso  
sostenuto da verde  
lineare, sul quale si  
affacciano macchie  
naturali esistenti o  
future nuove tessere



dell'eco-mosaico urbano, consiste nell'area  
che comprende il centro sportivo Giuriati;  
la superficie, limitrofa ad esso, attrezzata a  
verde pubblico; il verde interno all'isolato  
universitario, tra largo donatori del sangue e  
via Pascal, ed il loro intorno più prossimo.  
Da notare, anche in questo caso, la presenza  
di un tracciato viario, corrispondente a via  
Pascal, in parte interrotto alla circolazione au-  
tomobilistica pubblica ed in grado di ospitare  
operazioni mirate di rinverdimento, così da  
trasformarsi anch'esso nell'asse portante del  
micro-sistema proposto nello scenario che



### STATO DI FATTO

Sup. connessa: 34.342 mq

BTC = 74.188 Mcal/anno

SUP. ALBERATA = 20.704 mq

SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE,  
CESPUGLI E SIEPI SPONTANEE

### STATO DI PROGETTO

Sup. connessa: 50.646 mq

+ 40%

BTC = 91.200 Mcal/anno

+ 22%

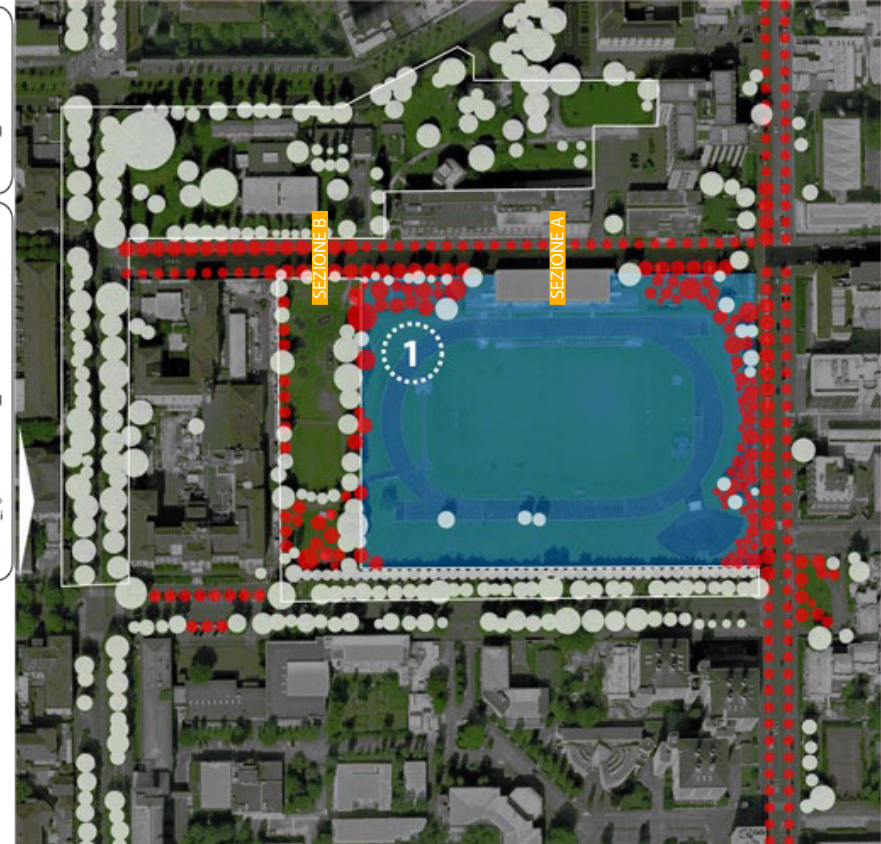
SUP. ALBERATA = 30.000 mq

SUPERFICIE COPERTA DA VEGETAZIONE VERTICALE,  
CESPUGLI E SIEPI SPONTANEE

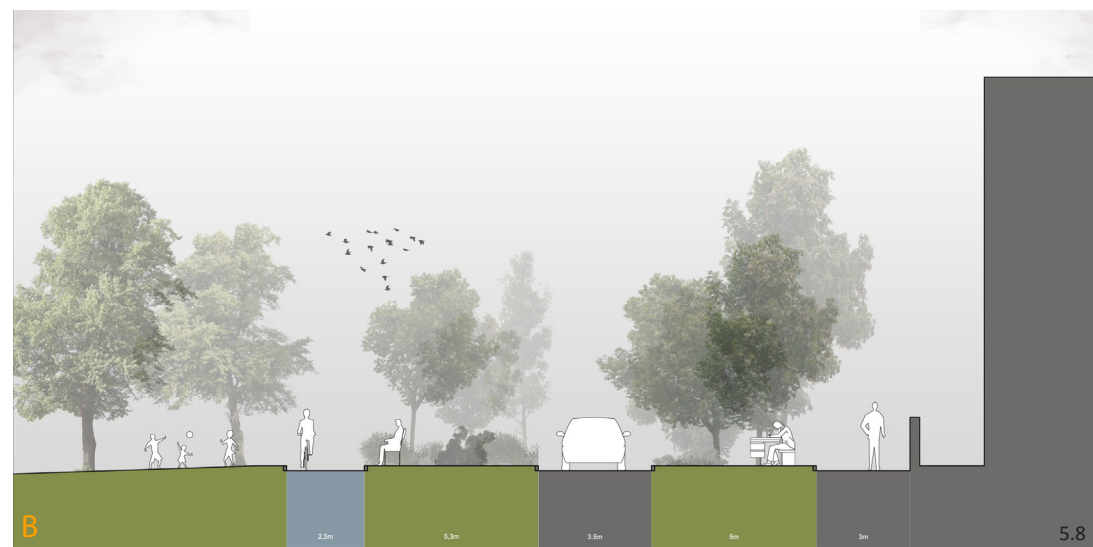
+ 43%



**CENTRO SPORTIVO CRESPI**  
Incremento del livello di BTC del 60%  
con interventi mirati al riutilizzo degli  
spazi verdi poveri per scopi  
ecosistemici; superficie alberata  
introdotta: 3000 - 3500 mq



5.7



5.8



segue.

Le azioni, che si ripetono simili a quelle attuate per il campo da rugby, consistono nell'analisi degli ambiti non coinvolti da attività sportive o che richiedano superfici orizzontali libere da ostacoli e nell'attuazione di un piano di rinverdimento che riesca a mettere in connessione le tre macchie presentate.

Appoggiandosi al verde lineare, presente sulle strade, che costeggia l'intero isolato, l'intervento riuscirebbe a trasformare il settore in analisi nel nodo cardine del sistema di riconnessione che interessa l'intero quartiere. Un punto strategico per la ricucitura verde urbana, che coinvolge gli ambiti con buone caratteristiche connettive, a Ovest, e quelli con altrettante buone caratteristiche di superficie naturale, a Est.

L'asse portante del circuito chiuso coincide con via Carlo Pascal, la quale attraversa da Est a Ovest il tessuto urbano, connettendo via Valvassori Peroni con Via Ponzio. Le soluzioni adottate coinvolgono il tratto interno alla

proprietà del Politecnico, a traffico limitato e, come già detto, con elevate capacità di connessione degli ambiti verdi limitrofi.

Si è deciso di porre su una scala valutativa le diverse tipologie di mobilità che percorrono abitualmente il tracciato o che, in una visione futura di sistema connettivo ecologico urbano, potrebbero coinvolgerlo. Definendo il transito automobilistico come ultimo livello di priorità, si è proposto di realizzare due fasce naturali, di circa 5m di ampiezza, che percorrano l'intero tratto e che, dove possibile, possano permettere l'ampliamento del verde esistente che da su strada (es verde pubblico attrezzato a Ovest del Giuriati) e mettere in connessione le differenti realtà naturali. La stretta porzione, dedicata a carreggiata e situata al centro dell'intera sezione stradale, potrà essere utilizzata come percorso automobilistico di servizio e, grazie alle sue dimensioni ridotte, non influenzerà negativamente il livello di connessione ecologica.

Sul lato destro della carreggiata sono stati

Fig. 5.9 Individuazione quadranti di interventi e livelli di BTC delle singole isole ecologiche

previsti blocchi puntuali di parcheggi a lisca di pesce, con pavimentazioni permeabili, che, malgrado tutti gli accorgimenti ecologici, potrebbero risultare una causa di discontinuità naturale. Si è così cercato di mitigare la diminuzione della superficie verde di alto livello attraverso l'installazione, sulle facciate degli edifici a filo strada, di vasi in grado di permettere lo sviluppo di vegetazione al loro interno, mantenendo la linearità e la connettività ecologica, e permettendo di attivare operazioni di riciclo e depurazione delle acque piovane provenienti dagli edifici.

### Gli avanzamenti possibili del piano di intervento su Città Studi

Il risultato di questa operazione simulatoria e attuativa ha portato al raggiungimento dell'equilibrio connettivo del sistema ecologico Est di Città Studi. Il passo successivo, che vede applicati gli stessi principi di ecologia urbana ad ambiti di minore dimensione, fino ad arrivare al singolo isolato, è la conferma



che questa tipologia di processo analitico, che parte dalla scala territoriale e arriva fino a quella urbana, è in grado di generare piani di intervento e scenari di miglioramento possibili, gerarchizzati e dipendenti l'uno dall'altro; in modo tale da tenere sotto controllo le molteplici dinamiche naturali.

Osservando la planimetria generale ci si rende conto che, a Ovest di Via Ponzio, è presente un'unica macchia verde di discrete dimensioni, il parco Leonardo da Vinci, separato dal sistema ecologico urbano da due isolati, di forma quadrata, appartenenti alla Statale e al Politecnico. La barriera costituita, analizzando la dimensione, risulta molto forte ma, in un'ottica di riconnessione ecologica urbana, sviluppata a seguito degli interventi di rinverdimento presentati, questi possono essere considerati ambiti in cui intervenire minuziosamente e promuovere la ricucitura.

La situazione inoltre si presenta vantaggiosa, nonostante la dimensione elevata dei due blocchi urbani, grazie anche alla bassa densità di costruito e alla presenza di buone quantità di superfici naturali al loro interno.

La proposta di un piano attuativo di riconnessione, che possa inserire questo quarto quadrante nella rete ecologica urbana, porterebbe all'espansione del sistema analizzato fino a questo punto: andando ad includere la macchia naturale di parco Leonardo da Vinci, espandendo il sistema connettivo, aumentando i livelli di BTC dell'unità paesaggistica di Cit-

tà Studi e portando un significativo contributo all'intera rete ecologia urbana e peri-urbana. Il risultato finale si presenterà come una struttura ecologica basata su connessioni gerarchizzate e supportate da macchie naturali composite.

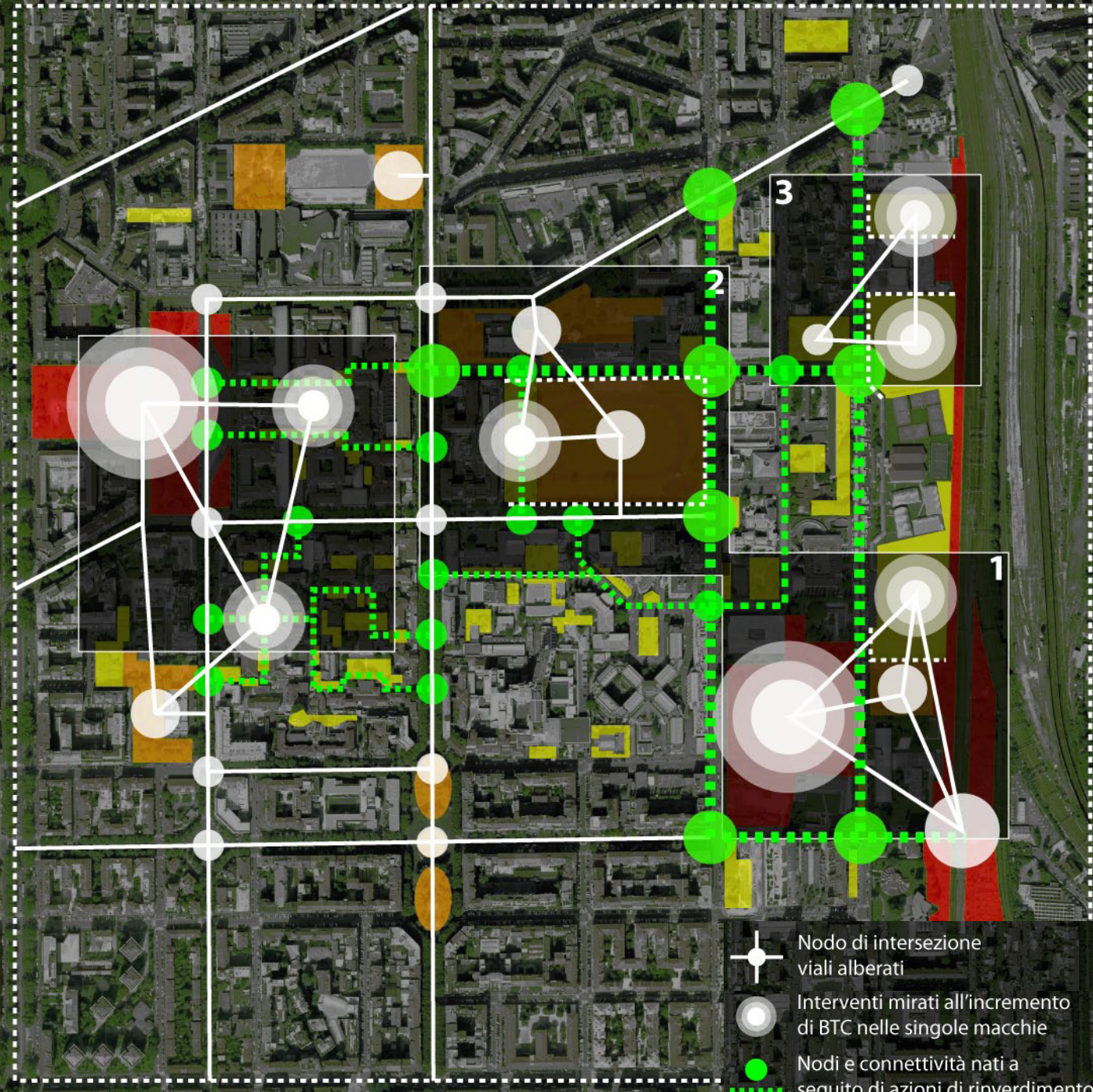
Le connessioni si divideranno in primarie, 5.10



Fig. 5.10 Verde interno agli isolati di Polimi e Unimi

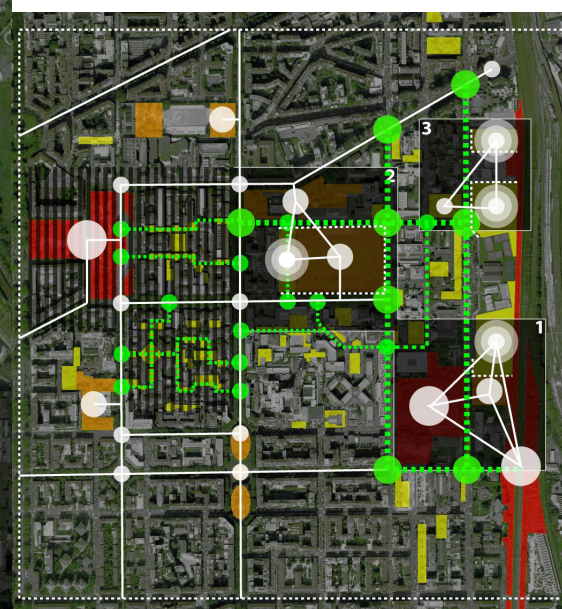
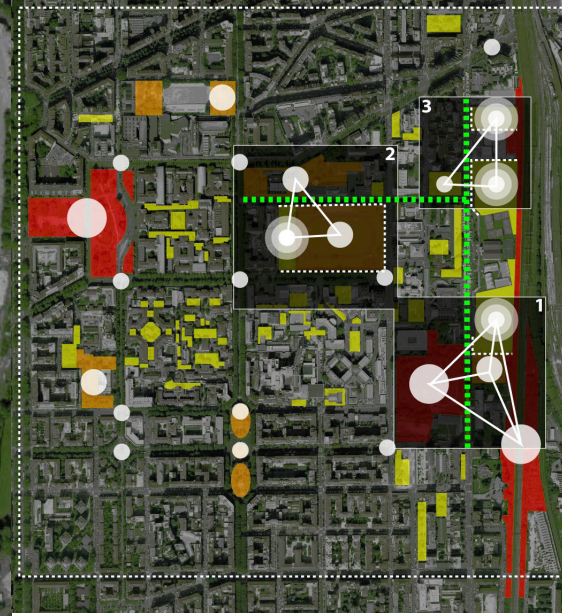
A fronte Fig. 5.11 Avanzamento processo di riqualificazione urbana e coinvolgimento degli isolati di Polimi e Unimi all'interno del sistema verde, al fine di aggiungere un'ulteriore quadrante alla rete.





BTC = 130.603 Mcal/anno Sup. = 82.292 mq BTCmed = 1,6 Mcal/mq an	BTC = 91.762 Mcal/anno Sup. = 50.646 mq BTCmed = 1,8 Mcal/mq an	BTC = 52.302 Mcal/anno Sup. = 9.606 mq BTCmed = 5,4 Mcal/mq an
1	2	3

Livelli di BTC dei singoli eco-loop





coincidenti con i tracciati viari alberati, e secondarie, appartenenti ad un sistema minore che si sviluppa su tracciati, rubati al traffico cittadino e percorsi da mobilità dolce o addirittura interni agli isolati urbani. Caratteristica tipica della maggior parte degli interventi che riguardano la conversione di porzioni urbane in quartieri sostenibili.

L'obiettivo del lavoro è quindi incentrato sull'analisi dei vantaggi di cui potrebbe beneficiare le rete ecologica urbana e peri-urbana a seguito della sua espansione, ragionata e valutata nel dettaglio, all'interno di un tessuto urbano denso. Contemporaneamente a questo si vuole anche indagare su quali siano i processi conoscitivi in grado di stabilire relazioni multiple tra le scale territoriali, caratterizzate da metodologie di analisi ambientale differenti l'una dall'altra.

Si delinea così un piano attuativo che, partendo dagli interventi urbani di Città Studi, integra i risultati ottenuti dalle operazioni di rinverdimento e sviluppo delle isole ecologiche; riprende il progetto di frattura della

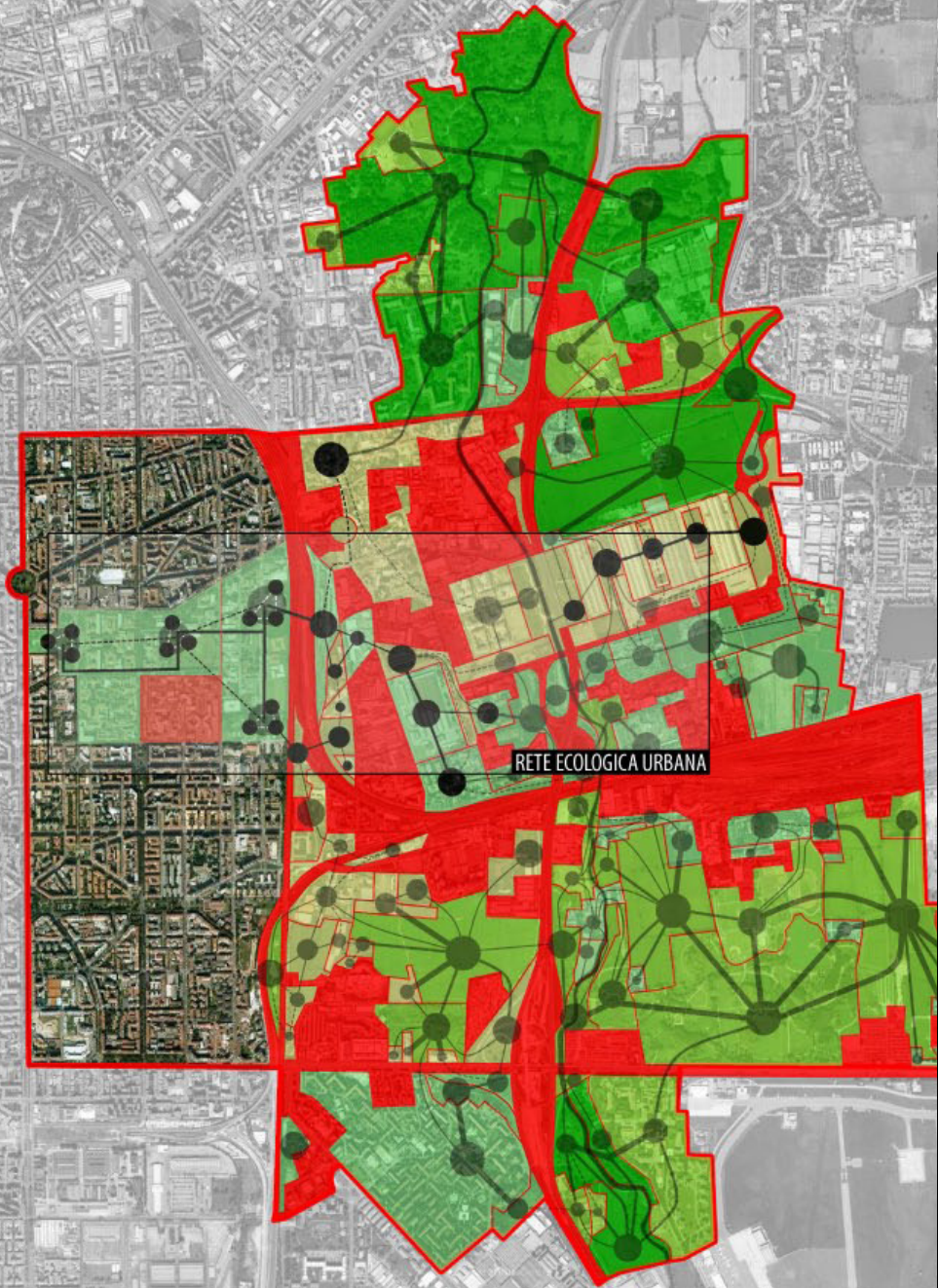
barriera ferroviaria, in grado di connettere il sistema ambientale Est-Milanese con il circuito chiuso Crespi; mette infine tutto il sistema in relazione e ne verifica l'effettivo incremento del livello di connettività totale.

La simulazione evidenzia i benefici dovuti alla mitigazione della barriera ferroviaria e considera l'unità paesaggistica di Città Studi come prolungamento della rete ecologica urbana esistente. Inoltre genera un nuovo assetto ambientale in cui si può notare un incremento delle diverse componenti, sia statiche che dinamiche, un miglioramento della fluidità di collegamento e soprattutto un incremento del grado di connessione generale.

Il Grafo Ecologico finale mette in luce i principi gerarchici che garantiscono la vita del sistema ambientale e permette di comprendere la potenzialità dei singoli elementi della rete ecologica urbana, apparentemente isolati e non comunicanti, ma effettivamente indispensabili e dipendenti l'uno dall'altro.



GRAFO ECOLOGICO  
SCENARIO 3



TOT nodi = 376 **+ 6** ==> 382  
nodi proporzionati

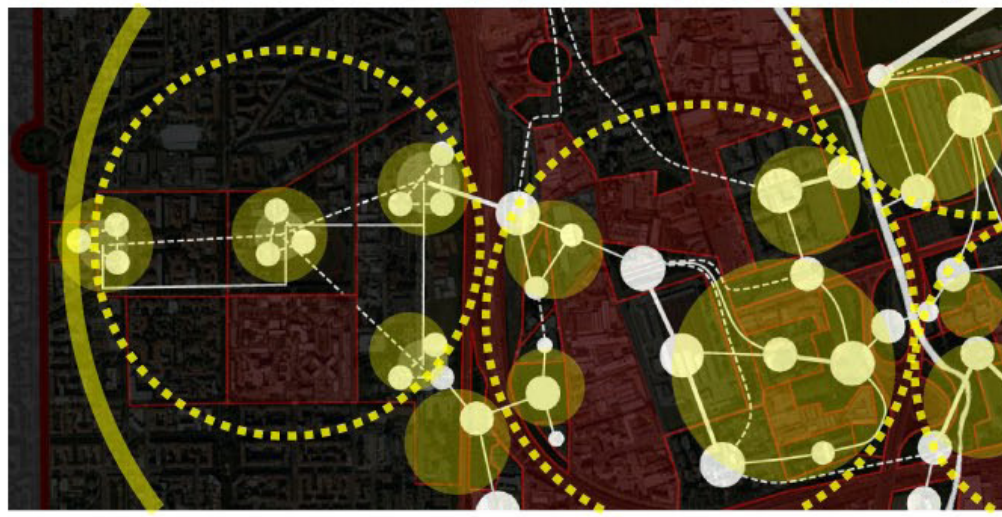
TOT link= 233 **+ 12** ==> 245  
link proporzionati

CONNECTIVITY C = 20% **+ 2%** ==> 22%

$$C = \frac{L_g}{L_g \max} \longrightarrow \frac{L_g}{3(V - 2)}$$
$$C = \frac{245}{1140} \longrightarrow C = 0,22$$

$L_g = n^\circ \text{ legami}$   
 $L_g \max = n^\circ \text{ max di legami possibili}$   
 $V = n^\circ \text{ nodi}$

INDICE DI CONNETTIVITA' ==> **C = 22%**







Il presupposto di questo lavoro ha visto l'individuazione di una metodologia in grado di indagare il livello di stress a cui sono sottoposte le reti ecologiche in ambiti urbani; riuscendo così ad individuare le strategie necessarie a ridurre il disagio ambientale che coinvolge questi ambiti, frammentati e con scarse caratteristiche naturali; cercando infine di promuovere interventi necessari a rendere operative queste strategie.

L'obiettivo è stato quello di identificare un procedimento analitico multiscala, basato sui principali indici di ecologia urbana, che permetta di comprendere i molteplici aspetti dei sistemi ambientali, messi a confronto con contesti territoriali (rurale – frangia – urbano) e metodologie di analisi differenti (Forman – Grafo Ecologico – Indicatori verdi urbani). Un lavoro in grado di integrare soluzioni di ricucitura ecologica con proposte di rinverdimento urbano, attraverso un sistema di analisi ambientale gerarchizzato e verificabile ad ogni scala di intervento.

Il percorso metodologico è iniziato dall'analisi del sistema ambientale a scala territoriale, attraverso modelli in grado di identificare le diverse componenti paesaggistiche (Forman) e capaci di realizzare simulazioni dettagliate delle diverse dinamiche ambientali (Grafo Ecologico) in grado di evidenziare la disposizione delle unità paesistiche, il loro livello di naturalità, lo scambio di informazione biologica e la connettività ecosistemica.

L'analisi, andando poi a concentrarsi sulla porzione territoriale ritenuta idonea al processo di ricucitura urbana, ha prodotto un concept-plan con lo scopo di evidenziare le potenzialità dell'area e individuare gli ambiti in grado di accogliere operazioni di intervento mirate alla riqualificazione del tessuto urbano degradato e alla connessione dei diversi contesti naturali esistenti, riscontrati nelle simulazioni precedenti.

Un piano attuativo che, nonostante la presenza di una barriera molto forte, riesce a mettere in connessione porzioni urbane separate e,

## Conclusioni

allo stesso tempo, garantisce la ricucitura ecologica tra gli ambiti semi-naturali di frangia ed il sistema verde interno ad una porzione urbana.

Quest'ultimo, riorganizzato e riconnesso attraverso il processo di rinverdimento urbano che ha coinvolto il quartiere di Città Studi, ha accolto operazioni di riqualificazione e trasformazione delle numerose superfici naturali urbane in possibili nodi (o fulcri) a sostegno della rete ecologica.

Individuati i fulcri di biodiversità, caratterizzati dai più alti livelli di BTC della porzione urbana di Città studi; essendo riusciti, in un secondo momento, a mettere a sistema questi elementi naturali tra loro, formando una struttura ecologica più ampia; avendoli poi motivati e soprattutto connessi con il sistema più generale, rappresentato dalla rete ecologica urbana, si è così riusciti ad individuare i piani di intervento, alle diverse scale e ai diversi livelli ecologici, in grado di apportare modificazioni positive alla

struttura ambientale.

Ogni elemento naturale, analizzato durante questo processo conoscitivo e rigenerativo del sistema verde urbano, si può ricondurre ad un anello appartenente a un insieme più ampio e, allo stesso tempo, rappresentante un sistema unitario composto da ulteriori sotto gruppi.

L'obiettivo ultimo è l'individuazione del ruolo ecologico attribuibile ad una porzione urbana connessa ex-novo ad un sistema ambientale esistente, ma osservando l'intero lavoro si può comprendere come il piano attuativo debba affrontare numerosi ostacoli e porsi diversi quesiti a cui dare risposta.

Essendo questo lavoro inserito all'interno dell'iniziativa di Campus Sostenibile, più precisamente facendo riferimento al tavolo Environment, il progetto della rete ecologica urbana ha necessariamente riguardato la costruzione di una strategia di progettazione del verde di Città Studi.

Strategia che ha dovuto affrontare problema-



tiche spinose come la presenza della barriera ferroviaria e l'elevata frammentazione del sistema ecologico urbano; la scarsa connessione tra le diverse macchie naturali, la loro dimensione ridotta ed il basso livello di biodiversità di alcune di esse. Problemi che hanno messo in luce l'impossibilità di paragonare un ipotetico sistema verde urbano di Città Studi con la rete ecologica a Est della ferrovia.

La soluzione è stata trovata grazie all'introduzione del concetto di "isola ecologica", interna al tessuto urbano ed in grado di migliorare la situazione igienica e microclimatica del suo contesto più prossimo.

Questi ambiti, paragonabili a nodi compositi, si formano dall'unione di macchie verdi urbane adiacenti, oppure dall'intersezione di più macchie con un tracciato viario, nel quale siano riscontrabili elevate presenze di verde lineare; inoltre nascono a seguito di piani di intervento mirati al rinverdimento urbano, alla connessione delle diverse unità naturali e all'utilizzo del verde stradale esistente o

riprogettato all'interno dei tracciati viari che attraversano il tessuto urbano in questione. La connettività ecologica, il grado di rinverdimento urbano e il livello di densità di superficie naturale rappresentano gli indicatori principali di questo processo di ricucitura ecologica urbana. Il loro incremento, a seguito degli interventi proposti, risulta necessario alla formazione delle isole ecologiche, allo sviluppo dei collegamenti tra esse e al loro dialogo con il sistema ambientale più ampio.

Questo processo di protezione e valorizzazione del verde esistente; progettazione e rinverdimento di spazi aperti urbani degradati o poco utilizzati; riconnessione ecologica della struttura naturale pioniera con ambiti antropizzati e frammentati, ha prodotto risultati positivi ed in grado di permettere al processo attuativo di entrare sempre più all'interno della scala urbana, arrivando a considerare gli isolati di Polimi e Unimi utili ai fini della ricucitura del sistema urbano e generatori di benefici riscontrabili alla scala della rete ecologica

peri-urbana.

In termini operativi, l'annessione del nuovo contesto eco-urbano di Città Studi alla rete ecologica peri-urbana, avente il Lambro come asse portante, ha riscontrato un incremento del 2% del grado di connettività più generale, risultato prevedibile date le modeste dimensioni del quartiere; ma soprattutto ha permesso di proporre piani di attuazione urbana in grado di innescare interventi di riqualificazione che possano contribuire all'intento comune di trasformazione del "quartiere" di Città Studi nel "campus" sostenibile Città Studi.







Aldo Sestini (1963) "Il paesaggio", Club italiano 1963, Milano, pp. 9-12

Barabási A.L. (2004) Link : la nuova scienza delle reti, G. Einaudi, Torino

Battisti C., Romano B. (2007) Frammentazione e connettività: dall'analisi ecologica alla pianificazione ambientale, De Agostini, Novara

Bettini V., Alberti M. (1996) Elementi di ecologia urbana, Einaudi, Torino

Boatti A. (1991) Verde e metropoli : Milano e l'Europa, Città Studi, Milano

Desideri C. (2009) Dalla disciplina del paesaggio alla valutazione delle condizioni di esistenza, Franco Angeli, Roma

Dierna S., Orlandi F. (2005) Buone pratiche per il quartiere ecologico : linee guida di progettazione sostenibile nella città della trasformazione, Alinea, Firenze

Dinetti M. (2000) Infrastrutture ecologiche : manuale pratico per progettare e costruire le infrastrutture urbane ed extraurbane nel rispetto della conservazione della biodiversità, Il verde, Milano

Edward A. Cook (2005) "Landscape structure indices for assessing urban ecological networks", School of Planning and Landscape Architecture, Arizona

Fabbri P. (2007) Principi ecologici per la progettazione del paesaggio, F. Angeli, Milano

Fabbri P. (2010) Paesaggio e reti : ecologia della funzione e della percezione, F. Angeli, Milano

Feng Li, Rusong Wang, Juergen Paulussen, Xusheng Liu (2004) "Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, Cina", Key Lab of Systems Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences

Ferroni F. (2004) Verso una rete ecologica : modelli ed esperienze per la costruzione della rete ecologica in Italia, WWF, Roma

Forman (1995) Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions, Cambridge University Press, Cambridge

Forman & Godron (1981) "Patches and structural components for a landscape ecology", Landscape ecology. Wiley, NY.

## Bibliografia



Giacomini V. (1973) Trasporti e sistemi ecologici, Franco Angeli, Padova

H. Esbah, B. Deniz, E.A. Cook (2002) "Isolation trends of urban open spaces" Adnam Manders University & Arizona State University, Landscape Architecture Departement

Ingegnoli V., Pignatti S. (1996) L'ecologia del paesaggio in Italia, CittàStudiEdizioni, Milano

J. Ahern (2007) "Green infrastructure for Cities: The spatial dimension", University of Massachusetts

Lembi P. (2006) Il fiume sommerso : Milano, le acque, gli abitanti, Jaca book, Milano

Malcevschi S., Bisogni L.G., Gariboldi A. (1996) Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale : aspetti teorici e schede pratiche, Il verde editoriale, Milano

Maria Ignatieva, Glenn H. Stewart, Colin Meurk (2010) "Planning and design of ecological networks in urban areas. Biodiversity and Ecosystem Services: Importance of Cities for post 2010 perspective"

McHarg I.L. (1989) Progettare con la natura, Muzzio editore, Padova

Perelli A. (1996) Insediamenti umani e paesaggi agrari, Jaca book, Milano

Senes G., Toccolini A. (2007) Greenways urbane: una proposta per Milano, Associazione Italiana Greenways, Milano

Tom Turner (2001) "Greenways: theory and history", Greenwich University

### **Siti Internet**

<http://www.provincia.milano.it>

<http://www.ersaf.lombardia.it>

<http://www.ilmetrobosco.it>

<http://www.isprambiente.gov.it>

<http://www.cartografia.regione.lombardia.it>

<http://greenbelt.ca>