UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea in

Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

Criteri metodologici di valutazione ecologica secondo la bionomia del paesaggio. Il caso del quartiere residenziale Libeskind facente parte del progetto di riqualificazione CityLife a Milano.

Relatore: Professor Stefano Bocchi

Correlatore: Professor Vittorio Ingegnoli

Elaborato finale di: **Lorenzo Bellomi**

Matricola: 853791

Anno accademico 2016/2017

Indice

1. Introduzione …… **3**

2. Riferimenti teorici …… **6**

2.1. Ecologia, paesaggio, bionomia …… **6**

2.2. Sviluppo e limiti dell'ecologia generale …….. **7**

2.3. Bionomia del paesaggio …….. **8**

2.4. Anatomia e fisiologia del paesaggio …….. **10**

2.4.1. Habitat umano (HU), naturale (HN), loro funzioni principali e habitat standard procapite (HS) …….. **13**

2.5. Biopotenzialità territoriale o capacità biologica del territorio (BTC) …….. **15**

3. Metodologia di analisi dello stato ecologico di un paesaggio o di parte di esso …… **17**

3.1. Inquadramento dell'area in esame e sua importanza …… **17**

3.2. Valutazione diagnostica …… **19**

3.3. La funzione HU/BTC …… **20**

3.4. Analisi delle connessioni in un paesaggio o parte di esso …… **22**

3.5. Progetto di intervento …… **24**

4. Risultati riguardanti il caso del quartiere residenziale Libeskind a Milano … **26**

4.1. Inquadramento dell'area in esame e sua importanza …… **26**

4.2. La funzione HU/BTC: valori antecedenti il progetto di intervento …… **30**

4.3. Analisi delle connessioni: valori antecedenti il progetto di intervento …….. **32**

4.4. Progetto di intervento …….. **34**

4.5. La funzione HU/BTC: valori successivi il progetto di intervento …… **42**

4.6. Analisi delle connessioni: valori successivi il progetto di intervento …….. **45**

5. Discussione e conclusioni …… **47**

6. Bibliografia …… **50**

Introduzione 1

Questo elaborato nasce ed è stato guidato nella sua stesura dalla presa di coscienza del fatto che l'essere umano vive sempre più sconnesso dalla natura. Dalla constatazione che la maggior parte della popolazione mondiale si trova ammassata in grandi città dove tutto scorre troppo velocemente, troppo lontano dai ritmi biologici originari della Madre Terra. Dal fatto che, offuscato dalla realtà frenetica della metropoli, l'uomo perde sempre più quel legame con la natura grazie al quale si è evoluto con l'ambiente circostante in migliaia di anni. In meno di un secolo questo rapporto simbiotico uomo-natura a causa dell'insorgere di falsi miti di progresso è stato annientato. L'accentrarsi delle persone nelle città è frutto dell'utilizzo delle risorse non rinnovabili che permettono di ricavare molta energia da quantità molto piccole. Si può così sostenere grandi quantità di popolazione aggregata in poco spazio. Emergono valori ormai molto lontani (tecnologia, istantaneità, denaro) dai ritmi originari, l'uomo perde completamente la cognizione del suo passato di allevatore e coltivatore, di essere vivente che basava la sua sopravvivenza sulla convivenza con l'ambiente naturale che lo circondava, dal quale ne traeva giorno dopo giorno alimenti, oggetti e cure necessarie al proprio sostentamento. Oggigiorno invece si compra qualunque cosa necessaria alla sopravvivenza nei centri commerciali ed il rapporto uomo-natura viene azzerato. Si perde dunque il rispetto per Madre Terra perché non ci si rende più conto del fatto che è Lei che ci sostenta e ci governa. Si diventa arroganti, si pretende dalla natura tutto e subito, nell'istantaneo. Si perde la fiducia in Essa a favore di scientismo e necessità di progredire. La maggior parte della popolazione non riesce ad attribuire più alcuna importanza all'ambiente circondante e questa mancanza di sensibilità nei confronti della natura si rispecchia di conseguenza sulle amministrazioni, le quali promuovono interventi sul territorio che non rispettano i principi ecologici e biologici che stanno alla base della vita e del sostentamento umano. Il risultato è l'esistenza di distese chilometriche destinate all'agricoltura intensiva senza alcun albero, senza alcun accenno di rete ecologica. La Pianura Padana difatti vista dai satelliti appare come una steppa a cereali. Lo stato ecologico di questo areale è decisamente allarmante. Pensare che la Pianura Padana un tempo era ricoperta di foresta sembra ormai un'immagine surreale. I boschi residuali planiziali sono oggigiorno rari. La situazione ecologica si presenta altrettanto gravemente nelle grandi città dove la natura viene modellata a piacimento di ingegneri che Le conferiscono forme che hanno ben poco a che vedere coi fondamentali

principi ecologici della Madre Terra. Nel progettare parchi urbani viene attribuita maggiore importanza alla componente architettonica rispetto a quella naturalistica. Il risultato è una vegetazione che non presenta alcuna valenza ecologica e non è in grado di apportare alcun beneficio alla città.

Probabilmente è giunto il momento di cambiare rotta, altrimenti se si continua a vivere con questo stile intensivo a breve la natura non sarà più in grado di sostenerci. E' necessario ristabilire, il più in fretta possibile, quell'equilibrio tra uomo e natura che fino a meno di un secolo fa era insito in qualunque persona. E' di fondamentale importanza rendere nuovamente l'uomo sensibile verso la nostra Madre Terra. Per fare ciò è necessario riavvicinare l'essere umano alla natura e questo elaborato finale, i principi che rappresenta e la metodologia di analisi ecologica che propone ne è un tentativo.

La bionomia del paesaggio, sulla quale questo elaborato si basa, è difatti un tentativo operato dal Professor Vittorio Ingegnoli di rinnovare l'ecologia del paesaggio, attribuendo ad esso maggiore importanza e riconoscendolo come sistema vivente. La bionomia è infatti la scienza che studia le leggi della vita. Affiancando il concetto di vita a quello di paesaggio, quando si dovrà intervenire sul territorio, verrà dunque naturale e spontaneo operare su di esso con maggiore responsabilità e professionalità, proprio come fa un medico quando cura il proprio paziente. Un principio fondamentale della bionomia è che l'uomo è da considerarsi parte integrante del grande sistema vivente rappresentato dal paesaggio. Non devono esserci divisioni nette tra habitat umano e habitat naturale. Uomo e natura devono essere un tutto organico e ristabilire così il legame fondamentale che ne ha permesso l'evoluzione.

Con questo elaborato finale si è deciso di operare un intervento ecologico in un paesaggio urbano, perché si ritiene che sia quello dove vive la maggior parte della popolazione globale e potrebbe essere, dunque, uno strategico punto di partenza per cambiare la grave situazione attuale. Un tentativo dunque di riavvicinare uomo e natura laddove sono più distanti che mai. Agendo in questo modo si può sperare di creare nuovo interesse, da parte delle persone, nei confronti di Madre Terra e sperare in un movimento di decentralizzazione con conseguente ripopolamento e convivenza fruttuosa ed equilibrata tra uomo e natura, anche laddove l'habitat naturale costituisce l'elemento dominante. Auspicando ad un nuovo rapporto ecologico tra le due componenti maggiormente presenti ed influenti sul pianeta Terra.

Il Professor Ingegnoli ed io siamo entrati in contatto durante un seminario inerente la bionomia del paesaggio organizzata dal Professor Bocchi nella sede di Edolo. In seguito al convegno, dopo aver intuito che la disciplina poteva abbracciare profondamente le mie

idee riguardanti le problematiche ambientali derivate dal disinteresse dell'uomo nei confronti della natura, i Professori ed io abbiamo sostenuto un breve colloquio dal quale è nata la collaborazione per lo svolgimento del tirocinio e la conseguente stesura di questo elaborato finale. Nella speranza che in un futuro prossimo i sani e naturali principi sostenuti dall'ecologia del paesaggio biologico-integrata possano affermarsi con maggiore successo, data l'emergenza della situazione ecologica globale.

Fig. 1.1. Disegno "Alle radici della vita", lapis su carta (Vittorio Ingegnoli, 2008), che simboleggia la Terra come madre "che ne sostenta et governa".

Riferimenti teorici 2

2.1. Ecologia, paesaggio, bionomia

La fine del Novecento ha visto il termine ecologia inflazionarsi sempre più. Persino in ambito accademico il termine ecologia è spesso ambiguo. Di conseguenza, nella società odierna, la figura professionale dell'ecologo è anch'essa ambigua. Esso può essere considerato un esperto di energetica, un tecnico dei rifiuti urbani, uno studioso degli inquinamenti. L'idea che l'ecologia sia un capitolo della biologia che studia i rapporti fra ambiente e organismi o sistemi biologici più complessi sembra non sfiorare neppure chi non si occupa di scienze naturali.

Pure il termine paesaggio è spesso usato in modo improprio, intendendolo solo come panorama, bene estetico-culturale o ambito di percezione geografica. Ci si ferma quindi all'etimo linguistico corrente: il paesaggio (veduta) è definito come parte di territorio che si abbraccia con lo sguardo (Vocabolario Treccani, 1986-87). Ma la scienza intende il paesaggio come "sistema interagente di ecosistemi" (Forman e Godron, 1986) e viene studiato nella disciplina della "Ecologia del Paesaggio".

E' intuitivo comprendere, quindi, che parlare di ecologia del paesaggio e riuscire a trasmettere la sua crescente importanza per lo studio e la conservazione della natura, del territorio e della salute possa risultare assai arduo. Così l'ecologo del paesaggio viene di solito considerato un architetto paesaggista, un tecnico delle infrastrutture territoriali o un urbanista che progetta piani regionali. L'ecologo del paesaggio è invece un medico dei biosistemi paesistici e la sua figura professionale dovrà essere riconosciuta dalla società.

Date queste premesse, si può capire come sia necessario tentare di rifarsi il meno possibile alle terminologie suddette, a meno di intenderle in modo più corretto.A tal fine si ritiene indispensabile denominare gli studi del settore come "bionomia del paesaggio", essendo evidente che la bionomia come "dottrina delle leggi della vita" (Vocabolario Treccani, 1986) respinge l'uso improprio del termine paesaggio, rappresentando meglio il concetto di "ecologia del paesaggio biologico-integrata". Si deve ricordare che le leggi della vita riguardano anche l'uomo, che rappresenta la componente più evoluta, in una integrazione di complessità.

L'ecologia del paesaggio è una materia recente che risente ancora dei differenti

indirizzi di formazione dei vari autori, ma, con un'integrazione più profonda dei molteplici aspetti interessati, si allarga il campo disciplinare passando da una "transdisciplina" ad una disciplina ecologica a sé stante, capace di rinnovare diversi aspetti dell'ecologia generale.

2.2. Sviluppo e limiti dell'ecologia generale

L'ecologia generale si trovava e si trova tuttora in difficoltà a trattare problemi di applicazione dei suoi principi nello studio, nella progettazione e nel controllo del territorio (Naveh e Lieberman, 1984; Forman e Godron, 1986; Ingegnoli, 1993, 1999b). Essa difatti considera il paesaggio come mero supporto geografico dove vivono gli organismi, non riuscendo di conseguenza a spiegare i processi che lo riguardano e non capendo le caratteristiche intrinseche del paesaggio stesso. L'ecologia generale è di fatto ancora legata all'interpretazione letterale del termine paesaggio come "parte di territorio che si abbraccia con lo sguardo", mentre ciò che è nostro dovere studiare, difendere e migliorare non è la parte apparente, ma quella sostanziale, cioè la bionomia, ciò che realmente è "quella parte di territorio".

Di seguito vengono elencate alcune difficoltà di fondo dell'ecologia tradizionale:

- l'ambiguità del termine ecosistema (Bailey RG, 1996; O'Neill, 1986), che deve essere approfondito e precisato in quanto non può essere valido per ogni scala spaziale. Non si può parlare di ecosistema da una pozza d'acqua di pochi metri quadrati che si riassorbe nell'arco di un mese, a un'intera vallata alpina di centinaia di chilometri quadrati e con tempo di formazione di migliaia di anni, pensando che tali sistemi abbiano una struttura ed un comportamento analogo;

- l'occuparsi dell'uomo in modo ascientifico, considerandolo incompatibile con i sistemi ecologici secondo la logica dell'impatto uomo-natura. Questa logica deterministica, dipendente in realtà da un concetto riduzionista e che impedisce di gestire il territorio in modo ecologicamente equilibrato, tende a eliminare i disturbi, senza considerare che in molti casi possono essere normalmente incorporabili nei sistemi naturali ed essere addirittura necessari per certi paesaggi;

- il definire la biodiversità come eterogeneità a livello di specie o di gene, considerata positiva se crescente, è da considerare oggi come eterogeneità di tutti i livelli di organizzazione della vita, positiva anche quando, in diversi casi, essa diminuisce con l'aumento dell'ordine interno ai sistemi. A livello di paesaggio, la diversità di elementi e del loro modo di interagire costituisce un aspetto caratterizzante.

- il non considerare il paesaggio coi suoi campi di integrazione dei vari elementi ecologici che formano sistemi ipercomplessi adattativi capaci di acquisire propri comportamenti, diversi da quelli di un generico ecosistema. Il paesaggio è inoltre da considerare uno specifico livello di organizzazione della vita;

2.3. Bionomia del paesaggio

Date le problematiche associate all'ecologia tradizionale e all'ecologia del paesaggio, la bionomia del paesaggio si propone (Ingegnoli, 2002, 2005, seguendo i suggerimenti dei colleghi Richard Forman e Zev Naveh) come atto di revisione della disciplina in senso "biologico-integrato", basato sul riconoscimento del paesaggio come specifico livello dell'organizzazione della vita sulla Terra. A scala territoriale, in un determinato ambito geografico, il paesaggio si definisce come integrazione[1] di un insieme di comunità vegetali, animali e umane e del loro sistema di ecosistemi naturali, seminaturali e antropico-culturali in una certa configurazione spaziale, cioè come sistema[2] iper-complesso[3] che costituisce una entità vivente: non un insieme incoerente, quindi, di aspetti e di tematiche separate (acqua, aria, suolo, specie, inquinamenti) tra cui si

---

[1] L'integrazione è la combinazione di dati, elementi complessi, modelli e informazioni concernenti un sistema vivente. Tale combinazione, che nel caso della bionomia avviene in maniera gerarchica (cioè secondo il grado di importanza di ciascun elemento in quel contesto) su base biologica (si tratta di entità viventi), necessita della conoscenza, per ogni sistema in esame, della storia, della scala e del contesto.

[2] Con sistema si intende un qualsiasi oggetto di studio che, costituito da diversi elementi interconnessi e interagenti tra loro o con l'ambiente esterno, reagisce o evolve con proprie leggi in modo unitario e organico.

[3] La complessità può essere intesa come attributo di un sistema contenente informazioni difficili da comprendere. Un livello di complessità è tanto più basso quanto più grande è il numero di parti simili e più piccolo il numero di proprietà diverse che vanno attribuite a quelle parti. L'ipercomplessità si ha nel caso di sistemi complessi formati da sottosistemi complessi.

possono trovare delle interazioni. Ciò porta, inevitabilmente, notevoli cambiamenti nelle modalità di valutare e gestire l'ambiente. Possiamo, infatti, riconoscere delle strutture e delle funzioni proprie di ogni paesaggio, ossia dei comportamenti peculiari che vanno oltre le classiche relazioni fra le componenti perché dovuti a leggi sistemiche. Si può così parlare di uno "stato di salute" e di una serie di sindromi (o patologie) del paesaggio. Questo fatto è assai rilevante, perché si è dimostrato che le alterazioni patologiche di un paesaggio, o di una sua parte, possono influire sulla salute umana, anche in assenza di inquinamenti. Ne consegue la necessità di studiare le unità di paesaggio con un metodo clinico-diagnostico e di considerare gli ecologi come "medici" dei sistemi ecologici, cioè ecoiatri. Vi è da prestare attenzione al fatto che si può intervenire sul territorio con le migliori intenzioni causando invece un danno. (Ingegnoli, 2011).

Con la bionomia del paesaggio, dunque, l'ecologia del paesaggio si rinnova. Vengono proposti nuovi concetti teorici (Ingegnoli, 2002) come, per esempio, quello di ecotessuto, fittest vegetation, habitat standard. Si evidenziano nuovi processi biologici sia nell'ambiente naturale che in quello antropico, studiandone la formalizzazione matematica ed il metodo di misura (per esempio la capacità biologico-territoriale della vegetazione e la capacità portante del territorio). I principali criteri e metodi di intervento ambientale, come pianificazione e conservazione biologica, vengono reimpostati in chiave ecologica.

Il principio delle proprietà emergenti**,** per cui un "tutto organico" è maggiore o diverso dalla somma delle sue componenti (Von Bertalanffy, 1968; Lorenz, 1978; Odum, 1983), in bionomia del paesaggio acquisisce notevole importanza. Questo importante principio afferma che alcuni caratteri di un sistema sono determinati dalle proprietà dei suoi elementi, ma altri caratteri sono determinati dalle modalità di assemblaggio strutturale nel sistema stesso, cioè dal modo in cui gli elementi si organizzano. Tale asserzione comprende anche una certa imprevedibilità del comportamento di un sistema, qualora le sue componenti, pur rimanendo le stesse, si organizzino in forma diversa. Si adotta quindi una visione più olistica[4] dei processi ecologici a discapito del riduzionismo[5]. Quest'ultimo, applicato in specifici ambiti scientifici, ha dato buoni frutti, ma non risulta applicabile (in generale) ai sistemi complessi che manifestano proprietà che non possono essere previste solo attraverso l'esame dei loro costituenti separati.

---

[4] L'olismo è quell'approccio secondo cui la totalità di un sistema complesso è funzionalmente maggiore della somma delle sue parti.

[5] Il riduzionismo sostiene che gli enti, le metodologie o i concetti di una scienza debbano essere ridotti al minimo sufficiente a spiegare i fatti, cioè non bisogna aumentare senza necessità le entità coinvolte nella spiegazione di un fenomeno.

2.4. Anatomia e fisiologia del paesaggio

Lo studio di un sistema complesso richiede una descrizione delle strutture che lo compongono, possibilmente per sottosistemi. L'esempio più noto è lo studio dall'anatomia di un organismo, per esempio il corpo umano o una pianta. Struttura e funzioni sono così legate fra loro da influenzarsi di continuo. Lo studio "anatomico" di un paesaggio è la lettura dettagliata degli elementi che lo compongono e, come già sottolineato, non può essere affrontato per tematiche separate, ma necessita di rifarsi ad un opportuno modello strutturale sistemico proprio del paesaggio.

Di seguito si espone, in breve, un elenco di elementi che possono essere osservati nella struttura dei paesaggi, utile per esercitare la capacità di lettura generale e preliminare di questi ultimi:

- componenti naturali: macchie o corridoi vegetati;
- componenti seminaturali o agricoli: filari, siepi, giardini, reliquati, tipi di coltivi, tipologie di campagna, presenza di edifici rurali;
- componenti urbanizzate: tipi di costruzioni (residenziali, di servizio, di culto ecc.), componenti industriali, viabilità statale e locale, viali alberati, infrastrutture, giardini urbani;
- configurazioni integrative: interrelazioni fra componenti diverse, eterogeneità, omogeneità, dominanza di elementi nel contesto, tipo di paesaggio che sembra risultare, stato ecologico di insieme, eventuali degradazioni ecc.

Per definire scientificamente la struttura di un paesaggio è meglio, però, introdurre il concetto di ecotessuto (vedi figura 2.1.). Esso è una struttura multidimensionale individuata da un mosaico di base e da una serie gerarchica di mosaici correlati, nonché da una serie di informazioni gerarchicamente integrabili, ma non rappresentabili sotto forma di mosaico. La maggiore importanza del concetto di ecotessuto risiede soprattutto nella necessità di integrazione dei processi di un sistema complesso adattativo quale un paesaggio. Il mosaico di base è solitamente individuabile come quello delle "tessere" vegetate, in quanto spetta alla vegetazione il ruolo di maggior controllore di flusso di energia e materia, la capacità di costruzione dell'ambiente e di interazione col suolo e la formazione di un microclima.

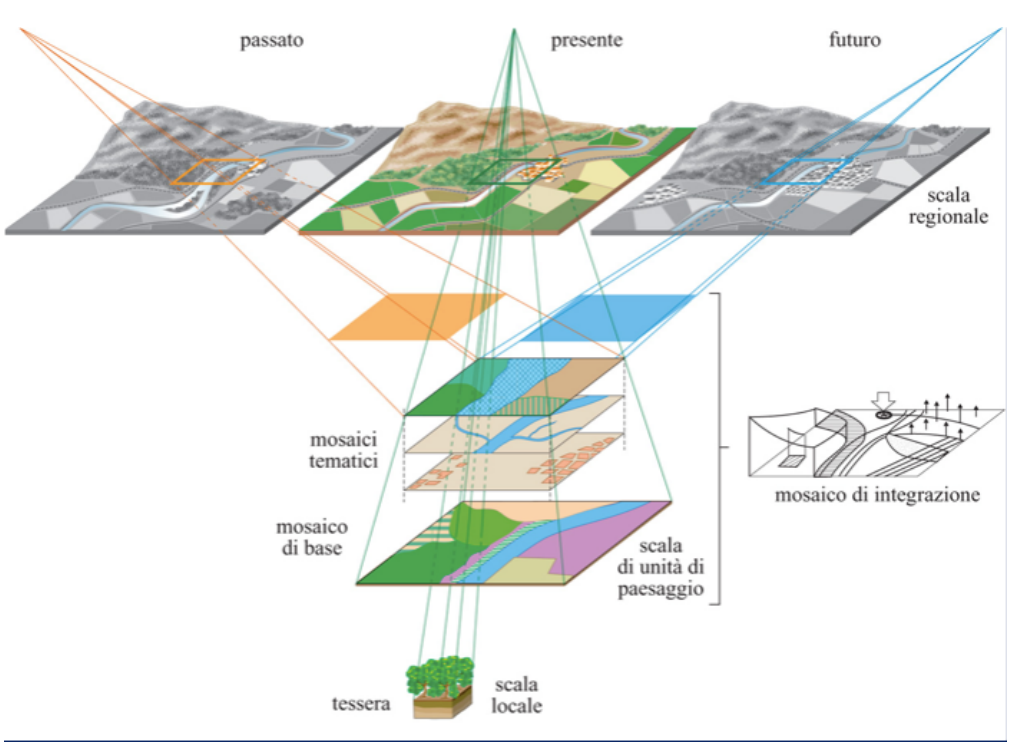


Fig. 2.1. Modello di ecotessuto. Il mosaico di base è quello vegetazionale. La struttura complessa di un paesaggio deriva dall'integrazione di diverse componenti: temporale, spaziale, tematica. Una carta operativa di integrazione può essere necessaria per la pianificazione (da: Ingegnoli, 2002)

Se il riferimento strutturale è quello di ecotessuto, allora la tessera si definisce come l'elemento più piccolo dell'ecomosaico[6] di base concretamente rinvenibile sul territorio - con caratteristiche di omogeneità di substrato geopedologico e di copertura vegetale o di uso reale del suolo, ma anche di multifunzionalità e di integrazione delle componenti biotiche, funzionali e spaziali rispetto a un certo contesto di un intorno geografico: la tessera corrisponde cioè all'ecocenotopo.

Un raggruppamento di tessere simili forma una macchia, cioè un'area che differisce per qualche ragione dal circostante (Forman e Godron, 1986). Una macchia circondata da una vastità di elementi di tipo diverso (per esempio, una macchia forestata in mezzo a campi agricoli) si comporta come un'isola e spesso ad essa sono applicabili alcuni concetti

[6] L'ecomosaico è la mappa ecologico/bionomica del territorio in esame, costituita dalla giustapposizione di macchie e corridoi in una matrice (naturale o antropica) di ecotopi e tessere. Rappresenta la reinterpretazione ecologica/bionomica della carta di uso del suolo.

della nota teoria delle isole[7] (Mac Arthur e Wilson, 1967, 1972).

Più tessere concatenate lungo una linea formano un corridoio ecologico. Le connessioni di diversi corridoi formano una rete ecologica. I corridoi possono essere più comunemente formati dal reticolo idrologico (fiumi, canali), dal reticolo stradale (strade, autostrade, ferrovie), da filari alberati e siepi. Non si può mai intendere per corridoio soltanto l'elemento generatore della linearità, come un rivo o una strada, ma vanno comprese anche le sue parti marginali, intrinsecamente caratterizzanti, come un bosco di ripa o un filare alberato. Sembra esserci una larghezza minima per l'efficienza ecologica di tali filari pari a 12 metri (Forman e Godron, 1986). Non si deve dimenticare che i filari e le siepi agrarie svolgono non solo un compito di connessione, ma anche di rifugio per le specie animali e vegetali selvatiche. Il ruolo è strategico anche per gli insetti, che peraltro hanno sicuri effetti sulla regolazione biologica delle colture, con minore necessità di uso dei fitofarmaci. Purtroppo è noto come tali strutture siano state in forte diminuzione nei paesaggi agricoli di tutta Europa e degli Stati Uniti d'America nei decenni scorsi (Burel e Baudry, 1999). Forse oggigiorno, con l'affermarsi per esempio dell'agricoltura biologica, si comincia nuovamente ad attribuire importanza a filari e siepi agrarie.

Lo studio dei rapporti fra configurazioni di macchie e corridoi capaci di caratterizzare un paesaggio tiene conto della cosiddetta matrice paesistica. Tale matrice è formata dal tipo di elemento paesistico presente per la maggiore estensione superficiale o con la più alta connessione, in un paesaggio; esso gioca il ruolo dominante nel funzionamento del paesaggio e ne caratterizza il tipo.

Almeno due tipi di tessere (ecocenotopi) diverse formano un ecotopo; esso esprime un "ruolo paesistico", in quanto rappresenta una nicchia territoriale multidimensionale con funzioni legate al contesto del paesaggio di cui fa parte. L'ecotopo è la parte più piccola –

[7] La teoria delle isole esamina i fattori che condizionano la ricchezza di specie animali e vegetali entro comunità naturali geograficamente isolate. La teoria fu inizialmente sviluppata per spiegare la distribuzione e l'abbondanza di specie su isole vere e proprie, ma è stata successivamente estesa allo studio di altri ambienti circondati da una matrice differente, come frammenti forestali. Prevede che il numero di specie che si possono trovare su una certa isola dipenda dal bilancio dinamico dei fenomeni di immigrazione ed estinzione che si verificano localmente sull'isola. L'immigrazione e l'emigrazione sono condizionate dalla distanza di ciascuna isola dalla sorgente di colonizzazione (effetto distanza), che di norma è rappresentata dal continente, ma può anche essere un'altra isola. Isole più isolate hanno minore probabilità di ricevere coloni proveniente da altre isole o dal continente.

multifunzionale[8] e multidimensionale[9] – in cui si può suddividere un paesaggio. Si evidenzia la differenza con il concetto di macchia di tessere, composta invece da tessere che risultano tutte dello stesso tipo.

Un insieme integrato di ecotopi organizzati forma l'unità di paesaggio (UdP). Essa è una parte di paesaggio, distinguibile dal resto per caratteristiche e proprietà tipiche, funzionali e/o strutturali (per esempio dal punto di vista geomorfologico, della copertura vegetale o dell'antropizzazione), con confini ben identificabili anche se talvolta rappresentati da un gradiente.

2.4.1. Habitat umano (HU), naturale (HN), loro funzioni principali e habitat standard procapite (HS)

Per conoscere la struttura del regime funzionale di base di un sistema ecopaesistico, cioè dei processi generali di regolazione naturale o antropica, è necessaria la distinzione, in un'unità di paesaggio, tra habitat umano (HU) e habitat naturale (HN). L'HU è definibile come l'insieme delle aree nelle quali la popolazione umana vive o che amministra in modo permanente, nelle quali apporta energia sussidiaria limitando la capacità di autoregolazione dei sistemi naturali. Dove questa capacità invece non è limitata si è in presenza di HN. Tuttavia, nelle macchie e nei corridoi dominati dall'uomo è possibile trovare componenti naturali, come nei paesaggi naturali è possibile trovare elementi antropici. Vi è dunque un mosaico di HN e HU che è però diverso dal mosaico dell'uso del suolo.

Le funzioni principali di una UdP formano strutture che si possono distinguere attraverso veri e propri apparati ecologico-funzionali (Ingegnoli, 2002) in analogia con gli apparati degli organismi viventi. Ogni tipo di apparato è formato da uno o più sistemi funzionali di tessere, ognuno dei quali è caratterizzato da una funzione dominante cui se ne affiancano molteplici altre: si può parlare infatti di multifunzionalità dei paesaggi (Brandt, 2000; Naveh, 2000). Di solito si possono considerare 4-5 apparati tipici dell'HU e 8-10 dell'HN. Le funzioni di HU comprendono 5 tipi di apparati: 1) funzioni dell'apparato

---

[8] Per multifunzionalità si intende la capacità di un qualunque elemento paesistico di svolgere più funzioni contemporaneamente.

[9] La multidimensionalità è un concetto che esprime la numerosità delle dimensioni che sono coinvolte in un paesaggio, o in una parte di esso, tra le quali ricordiamo la dimensione temporale, quella spaziale, la dimensione configurazionale, quella informativa, tematica, di integrazione ecc.

residenziale (lotti edificati di residenza, aree scolastiche, strade urbane, piazze, aree di parcheggi ecc), 2) funzioni dell'apparato sussidiario (aree industriali, reti nazionali di trasporto ecc), 3) funzioni dell'apparato produttivo (seminativi, orti, frutteti ecc), 4) funzioni dell'apparato protettivo (siepi, filari alberati, parchi urbani, boschetti residuali ecc), 5) funzioni di HU comprese nell'HN (strade forestali, aree di deposito legname, rifugi, piste da sci ecc).

Le funzioni di HN comprendono invece almeno 10 tipi di apparati dei quali se ne riportano solo alcuni: 1) funzioni dell'apparato resistente, per esempio le macchie di foresta matura, cioè ogni elemento formato da vegetazione ad alta biopotenzialità territoriale (BTC); 2) funzioni dell'apparato resiliente, per esempio elementi a bassa BTC come i prati e gli arbusteti; 3) funzioni dell'apparato ecotonale, per esempio gli elementi a forte gradiente che dividono in modo scalare tipi di paesaggio o di UdP con forte contrasto; 4) funzioni dell'apparato connettivo, per esempio elementi, spesso a corridoio o a *stepping stones*, necessari per connettere le principali aree naturali di un paesaggio o di una sua unità; 5) funzioni di HN comprese nell'HU, per esempio parchi e giardini con ruolo di rifugio per specie animali e vegetali autoctone, corridoi alberati e siepi nelle aree agricole ecc.

Oltre all'HN e all'HU, con la bionomia, viene proposto il nuovo concetto di Habitat standard procapite (HS, misurato in m^2/abitante o ha/individuo), inverso alla densità ecologica di popolazione. Concetto legato dunque alla formazione dello spazio vitale di un organismo. Anche per una stessa specie, HS cambia in rapporto alla fascia bioclimatica e al tipo di paesaggio. Gli ungulati, per esempio, possono avere home range molto diversi in paesaggi differenti. E' possibile calcolare un HS minimo ottimale, o l'hoptimum degli standard ambientali, cioè l'esigenza di spazio ecologico (habitat procapite) minimo per un individuo/organismo. Nel caso della popolazione umana, tale habitat standard minimo ottimale HS* viene calcolato sulla base della scienza dell'alimentazione. Il rapporto HS/HS* (spazio ecologico reale/spazio ecologico teorico minimo) permette di valutare la capacità portante delle unità di paesaggio antropizzate, cioè l'autosufficienza (o capacità portante) dell'habitat umano: questione basilare per gli studi di sostenibilità e di progettazione ecologica. Le zone tropicali e subtropicali risultano essere le più popolate, dato che presentano i valori di HS* più bassi, rispetto la fascia temperata e la fascia boreale. Quest'ultima è la fascia meno popolata della Terra e presenta difatti il valore di HS* maggiore. Nei paesaggi antropizzati si può arrivare a valori di HS nettamente inferiori persino all'HS teorico minimo (HS*). Tuttavia, nei paesaggi agricoli e agroforestali, HS non può scendere sotto valori pari a 2-3 volte l'HS*, per ragioni di tipo ecologico-economiche, ossia per poter esportare derrate alimentari in modo sicuro. Ciò può spingere

(inconsciamente) l'eventuale eccedenza di popolazione a urbanizzarsi per non distruggere quel tipo di paesaggio.

2.5. Biopotenzialità territoriale o capacità biologica del territorio

La bionomia del paesaggio introduce un nuovo metodo di analisi e di studio della vegetazione denominato LaBiSV[10] (Landscape Bionomical Survey of Vegetation), del quale, la biopotenzialità territoriale o capacità biologica del territorio (Ingegnoli, 1991, 2002) ne è la funzione integrativa principale. Essa è una grandezza che rappresenta il flusso di energia che un sistema deve dissipare (per metro quadro in un anno) per mantenere il suo livello di organizzazione, ordine e metastabilità[11]. Esprime la capacità latente di un paesaggio di ritornare al suo stato di equilibrio metastabile. Viene stimata con un'apposita metodologia sulla componente vegetale di un paesaggio o di una sua parte. La biopotenzialità territoriale viene misurata tramite un indice (BTC) espresso in Mcal/m^2/anno. Il valore di questo indice permette di valutare la qualità/valenza ecologica apportata dalla vegetazione in un paesaggio o parte di esso. Per calcolarlo è necessario effettuare una serie di rilievi sulla vegetazione riguardanti per esempio l'altezza media della vegetazione, il rapporto tra interno e margine in percentuale, la profondità della lettiera, la ricchezza di specie, le specie alloctone e autoctone, la stratificazione verticale, le

[10] Le basi teoriche del LaBiSV sono riassumibili come segue: 1) riferimento ai concetti di ecocenotopo ed ecotessuto come entità strutturali del paesaggio; 2) uso della capacità biologico-territoriale della vegetazione (BTC) come funzione integrativa principale; 3) stesura dei modelli di sviluppo dei diversi tipi di vegetazione (tempo-BTC) basati su una funzione esponenziale logaritmica; 4) possibilità di comparazione fra lo stato ecologico di tessere vegetate naturali e antropiche, secondo i principi di bionomia del paesaggio; 5) possibilità di determinare lo stato di normalità dei parametri ecologici dei diversi tipi di vegetazione; 6) capacità di misurare il concetto di biodiversità al livello di paesaggio (diversità di organizzazione biologica di contesto).

[11] La metastabilità è lo stato di un sistema oscillante intorno a una posizione centrale, ma suscettibile di essere reindirizzato verso un'altra condizione di equilibrio metastabile. L'equilibrio metastabile è lo stato di pseudo-equilibrio con un più elevato valore di energia libera rispetto al vero stato di equilibrio (in cui l'energia libera tende a zero). In fisica, esprime la condizione nella quale il sistema è in grado di ritornare allo stato precedente dopo piccole perturbazioni; può essere rappresentato da una palla che rimanga in una piccola depressione sulla cima di un picco.

caratteristiche di source o sink[12].

In casi di controllo e progettazione ecologica del paesaggio, diventa necessario valutare la distribuzione in classi di BTC delle UdP in esame. Per questo è stata studiata la seguente serie, qui elencata con alcuni esempi degli elementi più tipici:

- Classe 1°: 0-0.4. Esempio: deserti, semideserti, ghiaioni ecc.
- Classe 2°: 0.4-1.2. Esempio: praterie, campi coltivati, orti suburbani ecc.
- Classe 3°: 1.2-2.4. Esempio: praterie arbustive, canneti, frutteti e giardini, verde urbano ecc.
- Classe 4°: 2.4- 4.0. Esempio: foreste giovani, paludi e aree umide, parchi suburbani con elementi semi-naturali ecc.
- Classe 5°: 4.0-6.0. Esempio: foreste semi-adulte, macchia mediterranea, boschi coltivati ecc.
- Classe 6°: 6.0-8.4. Esempio: foreste naturali adulte, foreste mature parzialmente degradate ecc.
- Classe 7°: 8.4-11.2. Esempio: foreste mediterranee mature, foreste temperate mature, foreste boreali-alpine mature ecc.
- Classe 8°-9°: 11.2-18. Esempio: foreste tropicali nelle varie formazioni.

[12] Quello di source e sink è un concetto fondamentale quando si parla di rete ecologica. I nuclei centrali di una rete ecologica (core areas) fungono da aree di source (fonte/sorgente), in grado di esportare elementi o risorse, rappresentate per esempio da individui emigranti, grazie al loro stato ecologico ottimale, tramite corridoi ecologici, verso aree che presentano alterazioni e disfunzioni a causa di un peggiore stato ecologico, i sink (gorgo). I sink (rehabilitation areas) ricevono il surplus di individui dalle sorgenti ed hanno dunque la possibilità di migliorare il loro stato ecologico. (Vedi figura 3.5.).

3

Metodologia di analisi dello stato ecologico di un paesaggio o di parte di esso

La metodologia che viene descritta nel seguente capitolo illustra come agire, secondo i principi della bionomia del paesaggio, per analizzare lo stato ecologico di un ecotopo.

3.1. Inquadramento dell'area in esame e sua importanza

In uno studio di bionomia del paesaggio è di fondamentale importanza tenere presente la teoria dei sistemi gerarchici. Essa porta a considerare un livello di interesse adatto allo scopo delle ricerche da intraprendere e almeno i due livelli di scala a esso direttamente correlati. Uno inferiore per analizzare le componenti e spiegare lo stato del livello di interesse. Uno superiore per analizzare i vincoli e capire il significato del livello preso in considerazione. Allo scopo di analizzare lo stato ecologico di una unità paesistica è indispensabile confrontare tale stato con le scale superiori.
Nella figura 3.1, difatti, si riporta l'intera UdP, che rappresenta il livello gerarchico superiore nella scala spaziale. L'area/ecotopo in esame è quella evidenziata in rosso e occupa, infatti, il livello gerarchico inferiore rispetto l'UdP nella scala spaziale. Per analizzare lo stato ecologico di un ecotopo e la sua funzione è dunque necessario partire da una visione d'insieme rappresentata dall'intera UdP. Così facendo ci si può rendere conto, appunto, dell'importanza che l'ecotopo in esame può assumere all'interno dell'UdP, in relazione alla sua posizione all'interno dell'UdP ed alla vicinanza con altri ecotopi simili o diversi.

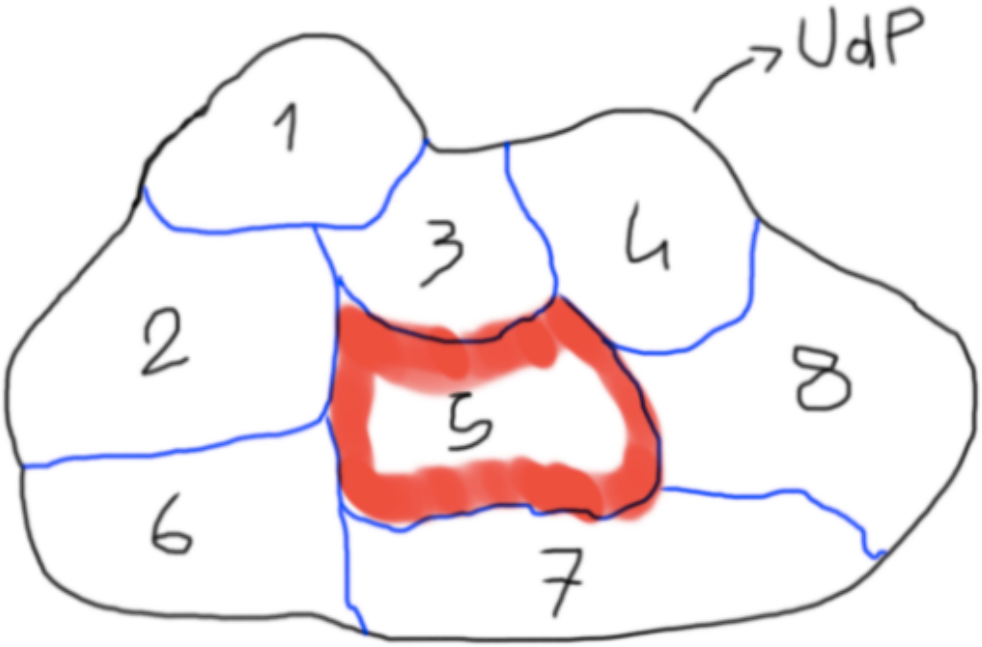


Fig. 3.1. E' possibile osservare l'intera unità di paesaggio (UdP). L'ecotopo in esame viene evidenziato in rosso. Probabilmente esso, vista la sua posizione centrale all'interno dell'UdP, svolge un ruolo di fondamentale importanza. Da questa visione d'insieme si possono interpretare le relazioni che intercorrono tra l'ecotopo in esame e gli altri ecotopi (cerchiati in blu) costituenti l'UdP.

Con la figura 3.2 si passa invece ad una visione più dettagliata dell'ecotopo in esame. Così facendo si può prendere in considerazione il livello gerarchico inferiore nella scala spaziale (tessera) rispetto all'area da analizzare. Si possono analizzare dunque le singole componenti paesistiche che strutturano l'ecotopo in esame, le loro funzioni e determinare lo stato ecologico dello stesso.

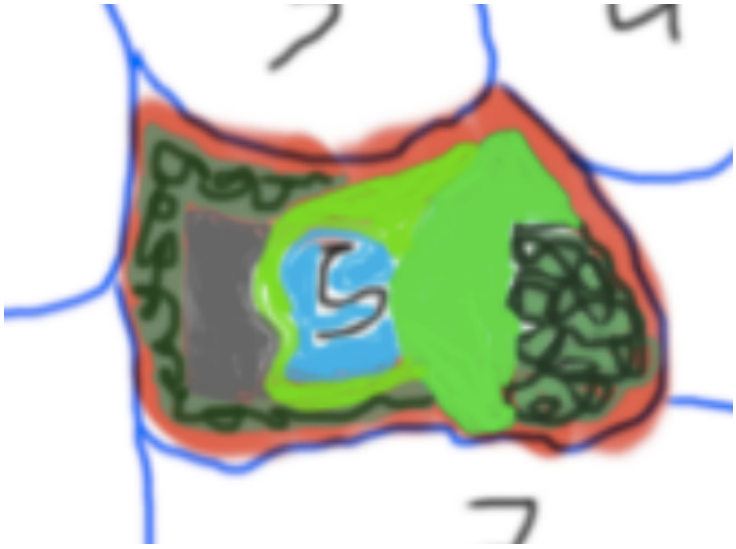


Fig. 3.2. La figura mostra più dettagliatamente l'ecotopo da analizzare. Si possono distinguere i vari elementi (tessere) che compongono l'ecotopo. Vi sono dunque due aree boscate, due diverse tipologie di prato, un parcheggio ed un piccolo lago. Ognuno di questi elementi assolvono probabilmente una funzione diversa.

3.2. Valutazione diagnostica

La valutazione delle componenti vegetali in una UdP o parte di essa viene effettuata, come accennato nel paragrafo 2.5, mediante il metodo di analisi LaBiSV secondo i metodi ed i principi della bionomia. Tuttavia i criteri di valutazione vanno oltre le fasi di analisi, perché il reperimento dei dati spesso non esaurisce la lettura critica del fenomeno in esame e, quindi, è necessario dare qualche indicazione anche sulla valutazione. Si tenga sempre presente che le valutazioni diagnostiche dipendono dal confronto fra le condizioni del sistema ecologico in esame e quelle di uno stato considerato come normale. In altre parole, è il rapporto tra patologia e fisiologia dei sistemi che permette una diagnosi in senso clinico del paesaggio in esame. Bisogna capire di quanto il sistema si scosta dallo stato di normalità a causa degli stimoli patogeni e, con una proiezione delle informazioni, valutare dove potrebbe arrivare il danno alla struttura e alle funzioni, in un certo arco di tempo.

Un esempio di applicazione del concetto di valutazione diagnostica è quello che si può effettuare prendendo in considerazione il modello HU/BTC illustrato nel paragrafo successivo. Da tale modello, come verrà dimostrato, è possibile ricavare il valore di BTC normale che si dovrebbe riscontrare in una UdP o parte di essa. Una volta trovato il valore di BTC normale è possibile confrontarlo con la BTC reale dell'area in esame. Se quest'ultima si discosta in modo evidente dalla BTC normale, allora si può essere sicuri che verrà diagnosticata una qualche forma patologica o alterazione.

Per poter calcolare la BTC in un paesaggio urbano e poi poterla confrontare con quella normale è necessario considerare che il verde urbano si suddivide in diverse categorie, ognuna delle quali si manifesta con valori di BTC diversi. Le principali sono riportate di seguito: orti urbani, giardini privati, prati, macchie alberate, giardini pensili, verde sportivo, boschi urbani, piazze verdi, giardini pubblici.

3.3. La funzione HU/BTC

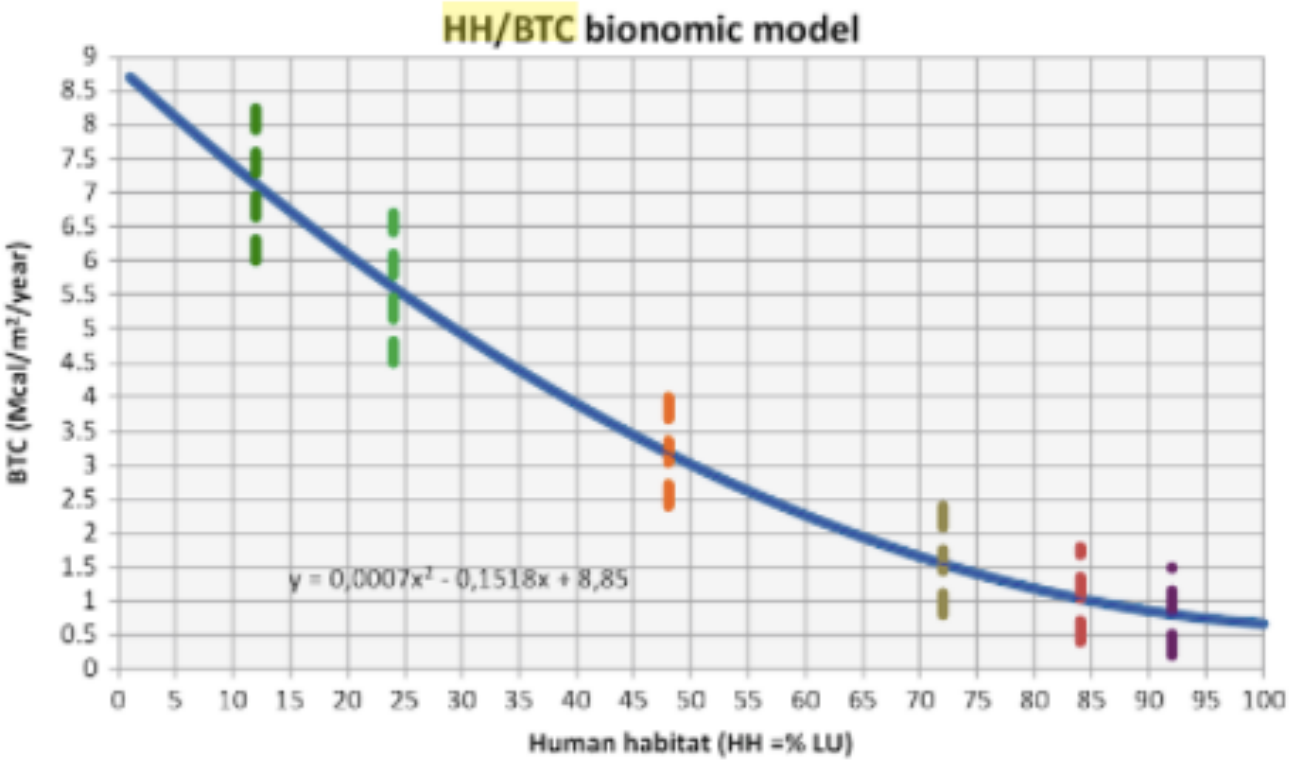


Fig. 3.3. Modello HU/BTC (da: Ingegnoli e Giglio, 2005) che indica la curva di normalità utile per confrontare lo stato ecologico di unità di paesaggio o di parti di esse (più o meno antropizzate) e per avere di conseguenza un quadro clinico del territorio in esame. I segmenti verticali dividono i tipi di paesaggio (da sinistra): forestale naturale, forestale seminaturale, forestale-agricolo, agricolo, rurale, suburbano (o urbano rado), urbano denso.

Per procedere con l'analisi dello stato ecologico dell'ecotopo in esame si ricorre alla funzione HU/BTC, della quale si può osservare l'andamento nella figura 3.3.

Come già accennato nel capitolo 2, paragrafo 2.5., inerente la biopotenzialità territoriale, la BTC è una grandezza legata alla metastabilità delle tessere vegetate, il cui valore si misura in Mcal/m²/anno e si calcola tenendo conto di: (a) strategia di resistenza delle biogeocenosi[13] vegetali più rappresentative della biosfera[14]; (b) loro dati metabolici (biomassa, produttività primaria lorda, respirazione); (c) loro livello di organizzazione. La

[13] Parte della biosfera caratterizzata da omogeneità di alcune rilevanti caratteristiche (atmosfera, vita vegetale ed animale, condizione del suolo, minerali).

[14] Il massimo livello (planetario) della scala organizzativa della vita, comprendente l'insieme degli ambienti e degli esseri viventi che li abitano e li modificano.

BTC è una grandezza indispensabile per lo studio di diversi aspetti di una UdP, o parte di essa, quali:

- individuazione di soglie di trasformazione di una UdP;
- controllo della distribuzione strutturale e funzionale dei componenti;
- controllo della metastabilità generale del paesaggio;
- analisi e valutazione della biodiversità[15] eco-paesistica.

Dallo studio di una cinquantina di UdP appartenenti alle categorie forestale naturale, forestale seminaturale, forestale-agricolo, agricolo, rurale, suburbano (o urbano rado), urbano denso, si è potuto constatare, dai dati sperimentali ottenuti, che la correlazione tra HU e BTC è assai stretta. Non considerando le UdP, i cui dati risultanti si sono rivelati estremi in senso negativo, si è arrivati alla formulazione della funzione HU/BTC di normalità. L'equazione matematica che descrive l'andamento di questa funzione risulta essere:

$$y = 0{,}0007\ x^2 - 0{,}1518\ x + 8{,}85$$

Per poter utilizzare questa equazione è necessario dunque calcolare la percentuale di HU dell'ecotopo in esame (x) ed inserire il valore ottenuto nell'equazione. Così facendo si ottiene il valore di BTC normale (y) che si dovrebbe riscontrare nell'ecotopo, data la percentuale di HU riscontrata. Se la BTC reale calcolata risulta inferiore a quella normale (con tolleranza dal 5 al 10%), significa che l'ecotopo presenta alterazioni e disfunzioni ecologiche, quindi un cattivo stato di "salute ecologica". In tal caso l'ecotopo non sarebbe in grado di apportare alcun beneficio ecologico all'UdP di cui fa parte e si presenterebbe dunque la necessità di intervenire con una nuova e diversa progettazione.

Per calcolare la percentuale di HU e la BTC reale dell'ecotopo in esame bisogna procedere, dopo aver calcolato la superficie in ettari dei vari elementi paesistici, alla costruzione di una tabella dove ad ogni elemento viene attribuito un valore di HU e di BTC, potendo così determinare la percentuale di HU e la BTC reale dell'ecotopo nel suo insieme. La tabella riporta dunque le misure delle superfici dei vari elementi paesistici in

[15] Varietà e variabilità dei sistemi viventi, comprendendovi una biodiversità dei livelli di organizzazione biologica superiori a quello di organismo-individuo, come la biodiversità paesistica. Quest'ultima si articola in: diversità dei componenti di un sistema ecologico; diversità delle loro relazioni nell'organizzazione di tali sistemi; diversità di funzionalità ecologica; diversità complessa.

ettari e la loro percentuale in relazione alla superficie totale dell'ecotopo. Si considera un indice di HH'% che va da 100, per edifici, strade e piazzali (massima presenza umana) a valori via via sempre minori col diminuire della presenza dell'uomo. Si calcola mediante una media ponderale (vedi tabella 4.1) la percentuale di HH dell'ecotopo in esame (HHw). Si attribuisce un valore di BTC a ciascun elemento paesistico. Per elementi come edifici, strade e piazzali la BTC ha un valore pari a zero, in quanto non contribuiscono in nessun modo ad aumentare la biopotenzialità territoriale, mentre per il prato e le macchie alberate la BTC si manifesta con un determinato valore dato che essi contribuiscono al miglioramento ecologico di un paesaggio e ne apportano benefici. Si calcola dunque mediante una media ponderale la BTC reale dell'ecotopo in esame.

3.4. Analisi delle connessioni in un paesaggio o parte di esso

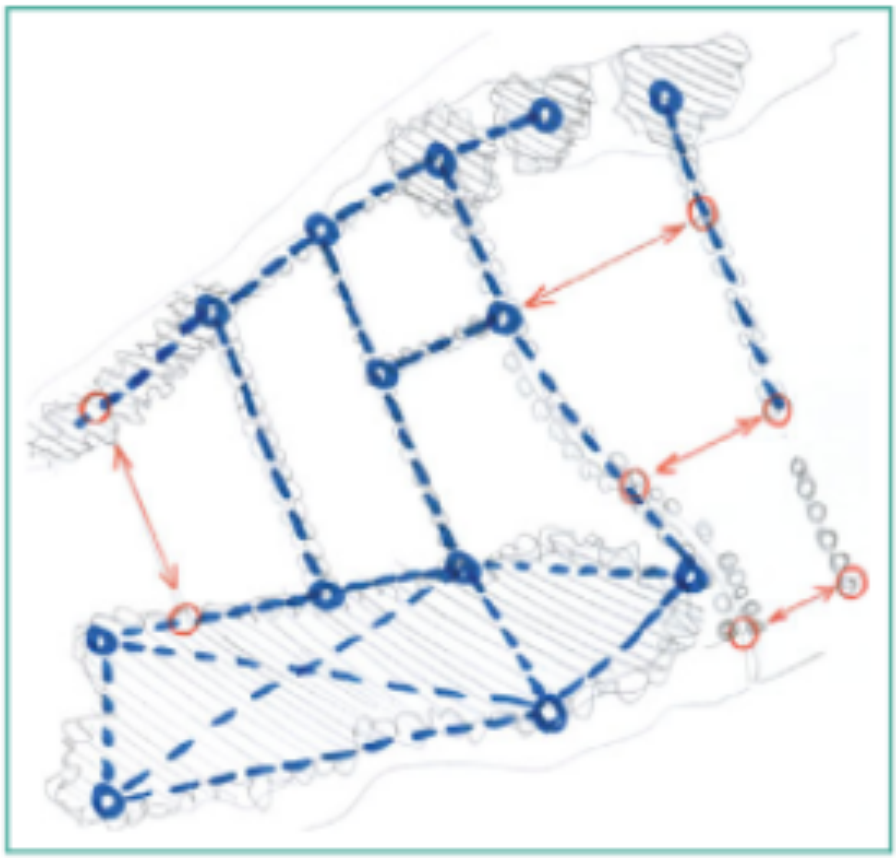


Fig. 3.4. Esempio di studio delle connessioni tramite un grafo planare (da: Ingegnoli, 2011).

Oltre all'analisi della funzione HU/BTC è importante, per determinare lo stato ecologico di un ecotopo, analizzare le connessioni presenti in esso. Le connessioni svolgono un ruolo ecologico fondamentale all'interno di un paesaggio o di una parte di esso, in quanto permettono la circolazione di energia ed informazioni. In presenza di due macchie alberate connesse da un corridoio ecologico o da uno *stepping stone*[16], ad esempio, la fauna è in grado di muoversi da una all'altra macchia. Grazie alle connessioni dunque più macchie vegetate, anche se distanti, assumono le caratteristiche di un tutto organico e le proprietà emergenti si manifestano. Aumenta così la valenza ecologica.

Le connessioni fra elementi in una UdP, o in una parte di essa (ecotopo), possono essere rilevate utilizzando un grafo planare. Esso è una figura geometrica composta da nodi o vertici collegati fra loro da segmenti di retta (vedi figura 3.4.). Il valore delle connessioni si esprime attraverso due indici (Forman e Godron, 1986). L'indice di connettività (gamma) e l'indice di circuitazione (alfa) calcolabili con le seguenti formule:

$$\gamma = L/3\,(V - 2); \quad \alpha = (L - V + 1)/2V - 5$$

Dove: L = legame, V = vertice (nodo).

La connessione è quindi composta da due aspetti: connettività, cioè legame fra nodi, e circuitazione, cioè disposizione dei legami in modo che si possa tornare al primo nodo passando per gli altri, creando un circuito.

Nella figura 3.4. viene mostrato come si può applicare la teoria dei grafi planari nella mappa di una UdP. Come si noterà, in una UdP a scala opportuna vengono mostrati i seguenti elementi su una matrice agricola: aree forestali, filari alberati, piccole macchie alberate. I nodi vengono disposti agli estremi di un corridoio, nel centro di una piccola macchia o ai vertici di un'area forestale. Se due o più elementi vegetati sono vicini (distanza < altezza) si possono considerare come corridoio a *stepping stones*, a meno di barriere manifestanti un disturbo non incorporabile. Nelle grandi macchie forestali, le fasce di margine funzionano come corridoi e le aree di interno, se chiaramente presenti e senza barriere, indicano la necessità di ulteriori legami, spesso incrociati, fra i nodi d'angolo della macchia stessa. Per nodi d'angolo si deve intendere un cambiamento di direzione nel margine con angolo > 30°.

---

[16] Uno stepping stone è una macchia alberata di dimensioni ridotte che funge, grazie alla vicinanza ad altri stepping stones, da corridoio ecologico. Rappresenta dunque una connessione grazie alla quale la fauna può raggiungere senza particolari pericoli, passando da uno stepping stone all'altro, macchie alberate più estese (core areas). (Vedi figura 3.5.).

Il rapporto fra legami e vertici (L/V) rappresenta un numero interessante, in quanto da una prima idea dello stato di connessione del sistema: per L/V < 1 la circuitazione è nulla (o negativa).

Dopo aver applicato gli indici a uno stato di fatto, si può proporre un nuovo assetto della rete[17] progettando nuovi elementi di legame e comparando i risultati dei nuovi indici, fino ad avere dei valori accetabili. A questo proposito va richiamata la legge ecologica della "quantità opportuna" (non troppo, non poco, ma abbastanza). Per avere dei riferimenti si può ricorrere ai valori di L/V più frequenti per tipo di paesaggio: 0,5-0,75 per i paesaggi urbani; 0,6-0,85 per quelli suburbani; 0,75-1,15 per quelli agricoli; > 1-1,2 per quelli agricolo-forestali.

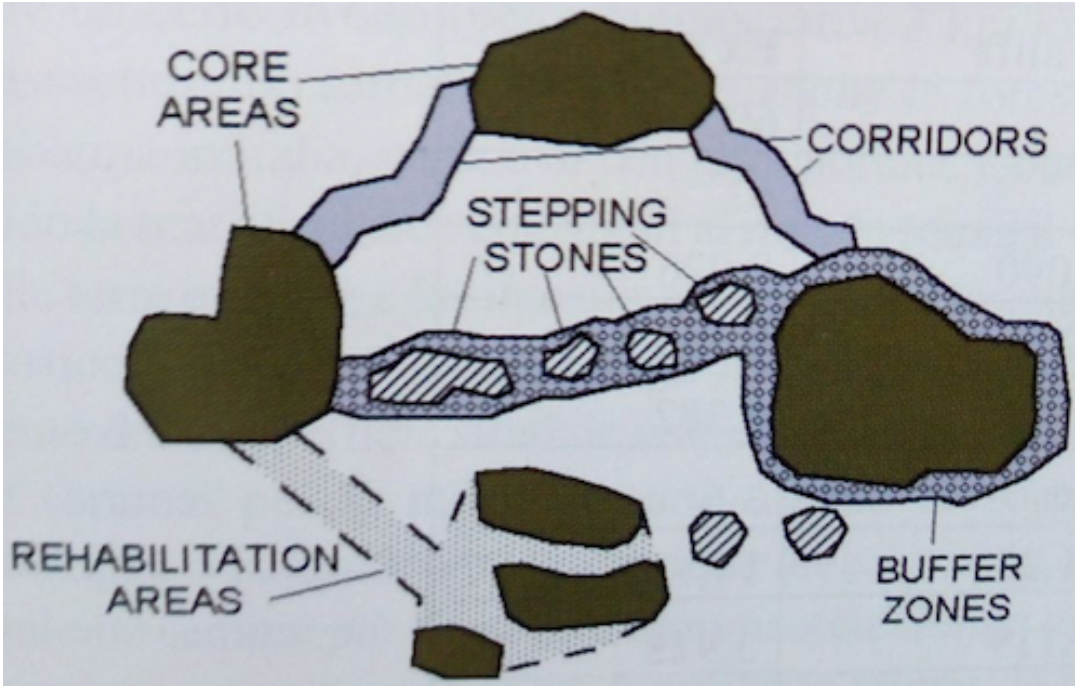


Fig. 3.5. Caratteri principali di una rete ecologica: core areas (macchie indisturbate di interesse strategico per la tutela naturalistica), corridors (corridoi alberati o comunque vegetati), *stepping stones* (sequenza di macchie ravvicinate), buffer zones (zone tampone, di protezione), rehabilitation areas (aree di rinaturazione) (da: Ingegnoli, 2002).

[17] Rete ecologica: serie di riserve costituite da un nucleo centrale (core areas) a protezione stretta e da una fascia-tampone circostante (buffer zones), connesse tra loro da 'corridoi' destinati a facilitare il movimento della fauna e della flora. Il concetto di rete è strettamente legato al concetto di auto-organizzazione, che è oggi centrale nella visione sistemica della vita. (Vedi figura 3.5.).

3.5. Progetto di intervento

Nel caso in cui le analisi illustrate nei due paragrafi precedenti dovessero fornire dati insoddisfacenti, sarà necessario intervenire con un nuovo progetto. Per dati non soddisfacenti si intendono valori inferiori a quelli di normalità che determinano dunque alterazioni, disfunzioni e nei casi più gravi degrado del paesaggio o di parte di esso e l'incapacità di produrre effetti ecologicamente benefici. Per arrestare il degrado e cercare di innalzare i valori ottenuti verso quelli di normalità, raggiungendo così una valenza/ qualità ecologica maggiore, è necessario, oltre che eliminare le cause del degrado, ricercare un equilibrio metastabile nuovo, caratterizzato da un più elevato valore di energia libera e capace di una maggiore integrazione fra i tipi e le funzioni degli elementi componenti il paesaggio, uomo compreso.

Un progetto è un processo creativo di organizzazione intenzionale delle parti di un sistema complesso, in modo da assolvere a un insieme di funzioni che vanno oltre le capacità delle singole componenti.

In concreto, la progettazione esige di procedere dal generale al particolare (procedimento iterativo), organizzando la creazione e la composizione mediante disegni più o meno tecnici via via arricchiti di parti tematiche naturali o antropiche, per arrivare a formare un sistema capace di rispondere alle esigenze funzionali degli obiettivi per cui si deve intervenire.

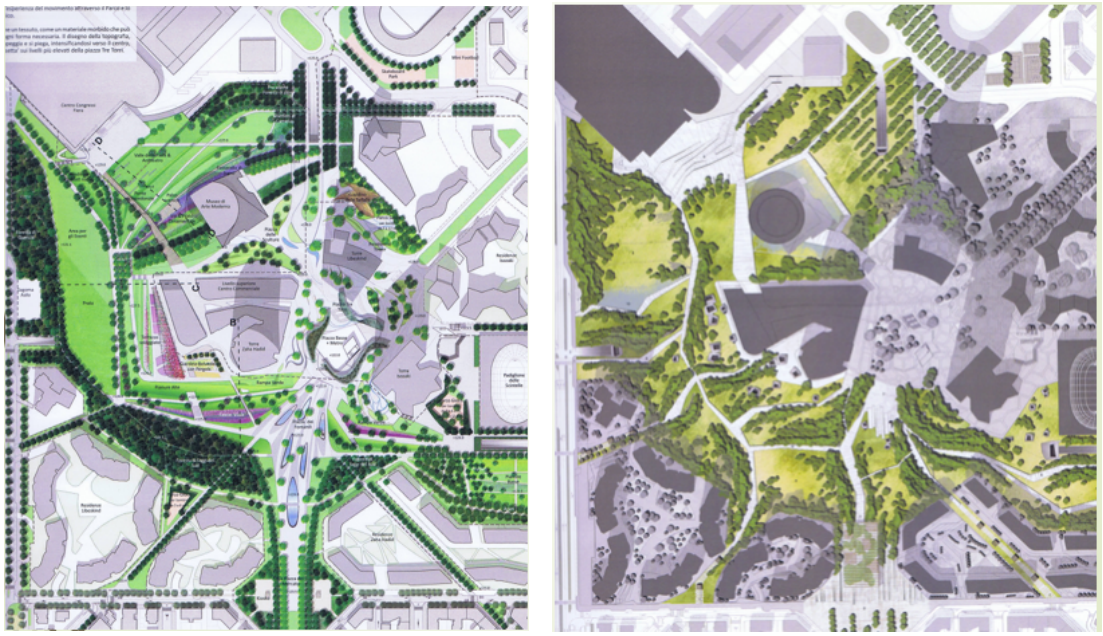


Fig. 3.6. Si riporta un esempio di progettazione migliorativa.

Nell'immagine 3.6 si possono osservare due progetti di intervento differenti inerenti una stessa UdP. Quello di sinistra non ha rispettato appieno i principi proposti dall'ecologia biologico integrata e presenta difatti delle zone vegetate definite, confinate e distaccate dalle aree edificate. Quello di destra invece ha interpretato decisamente meglio i principi della bionomia del paesaggio. Come si può notare difatti l'HN e l'HU sono strutturati, nel progetto di destra, in modo tale da apparire come un tutto organico senza separazioni nette tra aree vegetate e aree edificate. La natura sembra avvolgere ed essere dunque parte integrante dell'HU.

Un concetto da chiarire quando si parla di progettazione, sia in ambiti naturali che antropizzati, è quello di naturalità. Nei dizionari la naturalità è definita come qualità o condizione di ciò che è naturale, ma per i conservazionisti di solito è la condizione di assenza dell'uomo e dei suoi artefatti. Quest'ultima considerazione però determina un preconcetto, come se l'uomo non dovesse far parte della natura (vedi paragrafo 2.2.). E' invece necessario un concetto di "naturalità diffusa" proprio per evitare la separazione netta fra aree naturali sotto tutela ed aree esclusivamente antropiche. Come abbiamo visto, tale separazione sarebbe in contrasto con il concetto di ecotessuto che implica la conservazione della natura diffusa fino nell'habitat umano e la conservazione di siti storici e archeologici negli habitat naturali. Concetti fondamentali per lo stabilizzarsi di un nuovo equilibrio tra uomo e natura. Equilibrio ormai perduto nella maggior parte del territorio e nella maggior parte della popolazione. Da considerare che, coi progressi raggiunti dalla scienza, se attuati in armonia e rispetto della Madre Terra, questo nuovo equilibrio potrebbe rivelarsi più costruttivo e fruttuoso che mai.

Nella pratica, se applicando l'equazione matematica che descrive l'andamento della funzione HU/BTC si dovesse riscontrare che la BTC reale dell'ecotopo in esame fosse decisamente più bassa di quella normale, col progetto di intervento si dovrebbe andare ad aumentare le superfici di quegli elementi paesistici che manifestano una BTC consistente, come ad esempio prato ma soprattutto macchie alberate. Svolgendo nuovamente i calcoli si potrà osservare che aumentando le superfici vegetate la BTC reale presenterà dei valori più prossimi al valore della BTC normale.

Per quanto riguarda l'analisi delle connessioni invece se dal rapporto fra legami e vertici e dagli indici di connettività e circuitazione si dovessero ottenere valori non accettabili, bisognerebbe, tramite un progetto di intervento, andare ad aumentare le connessioni con la creazione di nuove macchie alberate, che potrebbero fungere da corridoi a *stepping stones*, oppure di corridoi alberati veri e propri.

4

Risultati riguardanti il caso del quartiere residenziale Libeskind a Milano

La metodologia che viene descritta nel seguente capitolo illustra come agire, secondo i principi della bionomia del paesaggio, per analizzare lo stato ecologico di un ecotopo. Il quartiere residenziale Libeskind rappresenta l'ecotopo da esaminare. Esso si trova nell'ex quartiere fiera di Milano (UdP) che dal 2007 è oggetto di riqualificazione per l'attuazione del progetto Citylife.

4.1. Inquadramento dell'area in esame e sua importanza

La prima operazione da effettuare, quando si vuole procedere con un'analisi ecologica dello stato di salute di un paesaggio o di parte di esso, come per esempio un ecotopo, è quella di inquadramento dell'area in esame. Come si è già detto nel capitolo 3 paragrafo 3.1, per fare ciò, è necessario partire da una visione d'insieme e successivamente adottarne una maggiormente dettagliata. Questo è molto importante perché permette dapprima di localizzare l'ecotopo all'interno di un'area più vasta ed intuirne così la funzione, il ruolo ecologico che questo può avere nei confronti del paesaggio che lo circonda e, successivamente, andando più nel dettaglio, di analizzare le singole componenti/elementi dell'ecotopo stesso e capirne l'effettivo stato ecologico e se può realmente apportare dei benefici.

Con la figura 4.1 si va dunque a localizzare il quartiere residenziale Libeskind attraverso una visione d'insieme di una parte della città di Milano.

Fig. 4.1. E' possibile osservare in giallo l'UdP formata dall'intero ex quartiere fiera di Milano. Al suo interno in rosso viene messo in evidenza l'ecotopo preso in esame costituito dal quartiere residenziale Libeskind. In blu vengono messi in risalto il parco Sempione (a destra) e tutti gli altri parchi costituenti la possibile rete ecologica (a sinistra). Le frecce verdi rappresentano i flussi di energia, informazione, materia, specie attivabili da un'ipotetica rete ecologica che parte dal parco Sempione e, passando attraverso il parco del nuovo quartiere Citylife, il parco Monte Stella, Aldo Aniasi ed il parco delle Cave prosegue in direzione ovest, Baggio-Robecco sul Naviglio-Fiume Ticino. Le frecce assumono per praticità ed intuibilità una direzione est-ovest, ma in realtà la "corrente" formata dai flussi di energia, informazione, materia, specie "scorrerebbe" nella direzione opposta dato che il parco del Ticino fungerebbe da source in grado di esportare elementi o risorse verso il centro città (sink).

Osservando la figura 4.1 si può intuire che l'ecotopo in esame occupa una posizione strategica per l'eventuale attivazione di un'ipotetica rete ecologica che collega il centro della città (parco Sempione) al parco Agricolo Sud di Milano e di conseguenza al parco del Ticino.

Partire da una prima visione d'insieme dunque è stato, in questo caso, cosa buona e giusta in quanto si è potuto comprendere che l'ecotopo in esame può svolgere un ruolo/ funzione di connessione fondamentale ed apportare dei benefici alla macroscala spaziale alla quale appartiene.

Diminuendo il livello gerarchico di osservazione nella scala spaziale (vedi figura 4.2.), andando dunque a considerare solo l'UdP alla quale l'ecotopo in esame appartiene, si può percepire che l'importanza del quartiere residenziale Libeskind non risiede tanto nel

fatto di esistere bensì nella sua posizione all'interno dell'UdP. Trovandosi infatti accanto alla macchia alberata di maggiori dimensioni del parco del quartiere Citylife e presentando anch'esso delle più piccole macchie alberate, tramite delle connessioni, potrebbe contribuire ad aumentare la BTC complessiva del parco nel suo insieme, andando ad aumentare la valenza ecologica dello stesso che acquisirebbe così sempre più importanza nell'eventuale attivazione di un'ipotetica rete ecologica e nell'abbattimento dell'isola di calore[18] che sovrasta Milano.

Fig. 4.2. La figura rappresenta l'intera UdP dell'ex quartiere fiera di Milano. In rosso è evidenziato l'ecotopo in esame. E' possibile intuire l'importanza strategica del quartiere residenziale Libeskind legato alla sua posizione all'interno dell'UdP.

[18] In meteorologia e climatologia l'isola di calore è il fenomeno che determina un microclima più caldo all'interno delle aree urbane cittadine, rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali.

Come si può notare osservando la figura 4.2, l'UdP è composta da più ecotopi residenziali. E' stato scelto quello delle residenze Libeskind perché, grazie alla sua posizione all'interno dell'UdP, si addice meglio all'applicazione della metodologia dell'analisi ecologica proposta dalla bionomia del paesaggio. Su di esso è possibile infatti applicare e comprendere molti dei concetti proposti dall'ecologia del paesaggio biologico-integrata e argomentati nei capitoli precedenti.

Per poter procedere con l'analisi dello stato ecologico dell'ecotopo in esame è necessaria un'ulteriore diminuzione della scala spaziale di osservazione. (vedi figura 4.3.).

Fig. 4.3. La figura mostra più dettagliatamente il quartiere residenziale Libeskind. Si possono distinguere i vari elementi (tessere) che compongono l'ecotopo. Vi sono dunque i cinque edifici residenziali denominati con un numero ed una lettera (B1, B2 ecc.) e con il numero di piani (6p, 7p ecc.). Quest'ultimo dato è molto importante e verrà discusso nel paragrafo inerente la progettazione di intervento. Gli altri elementi sono rappresentati da strade e piazzali, prato e macchie alberate.

Nella figura 4.3 è possibile osservare e delineare i vari elementi paesistici componenti l'ecotopo in esame. Si distinguono dunque edifici, strade e piazzali, prato e macchie alberate. Questa classificazione degli elementi paesistici tornerà utile nel paragrafo successivo inerente la funzione HU/BTC.

4.2. La funzione HU/BTC: valori antecedenti il progetto di intervento

L'applicazione di questa funzione rappresenta un passo fondamentale nell'analisi dello stato ecologico dell'ecotopo in esame, in quanto ci permette di, stabilita la percentuale di HU presente, calcolare il valore di BTC normale che si dovrebbe riscontrare.

Per procedere, però, è necessario misurare le superfici in ha dei vari elementi paesistici componenti l'ecotopo (vedi figura 4.3).

Per determinare le suddette misure dei vari elementi paesistici mi sono avvalso di Google Maps, strumento satellitare che offre servizi, accessibili dal relativo sito web, riguardanti la ricerca e la visualizzazione di carte geografiche di buona parte della Terra. Un difetto di questo strumento risiede nel fatto che le foto satellitari utilizzate non sono ortofoto[19], ossia sono schiacciate per essere adattate alla proiezione cartografica. Ciò è evidente se le immagini vengono confrontate con, ad esempio, quelle dell'Istituto Geografico Militare o del Portale Cartografico Nazionale. Google Maps consente di calcolare misure di superfici in metri quadri. Sfruttando questa possibilità e confrontando i dati ottenuti con le misure delle superfici riportate sui piani di progetto Citylife, non ho riscontrato molte differenze ed ho ritenuto dunque opportuna l'utilizzazione di tale strumento. Dopo aver ottenuto le misure si procede con la costruzione della tabella sottostante (vedi tabella 4.1):

Tabella 4.1. Stime di BTC e percentuale di HU (HH dall'inglese human habitat) dell'ecotopo in esame.

Elementi dell'Ecotopo	ha	%	HH'	HHw	BTC'	BTCw
edifici	1,00	29,24	100	29,240	0	0,000
strade/piazzali	0,65	19,01	100	19,006	0	0,000
prato	1,40	40,94	80	32,749	0,55	0,225
macchie albarate	0,37	10,82	70	7,573	2,85	0,308
totale	3,42	100,00		88,567		0,533

Come possiamo osservare, la tabella 4.1 riporta le misure delle superfici dei vari elementi paesistici in ettari e la loro superficie percentuale in relazione alla superficie totale dell'ecotopo.

[19] Una ortofoto o ortofotografia è una fotografia aerea che è stata geometricamente corretta (cioè che ha subito procedimento di ortorettifica) e georeferenziata in modo tale che la scala di rappresentazione della fotografia sia uniforme, cioè la foto può essere considerata equivalente ad una mappa.

Si attribuisce a ciascun elemento paesistico un valore di habitat umano (HH' %) che va da 100, per edifici, strade e piazzali (massima incidenza umana) a valori via via sempre minori al diminuire della presenza umana. L'influenza umana in un prato di un parco urbano si considera elevata (80) in quanto viene calpestato e tagliato, così pure per le macchie alberate (70) che sono accessibili e subiscono interventi di potatura. Si calcola così la percentuale di habitat umano mediante una media ponderale (HHw).

Si assegna un valore di BTC a ciascun elemento del paesaggio (BTC'). Per elementi come edifici, strade e piazzali la BTC ha un valore pari a zero, in quanto non contribuiscono in nessun modo ad aumentare la biopotenzialità territoriale. Per il prato invece la BTC si manifesta con un valore di 0,55 Mcal/m^2/anno in quanto esso partecipa, seppur in misura ridotta, al miglioramento ecologico di un paesaggio ed apporta benefici.

I valori più elevati di BTC (2,85 Mcal/m^2/anno) vengono attribuiti alle macchie alberate, in quanto sono proprio gli alberi che influenzano maggiormente lo stato ecologico di un paesaggio, andandolo a migliorare con la loro fondamentale attività biologica.

Se si inserisce il valore percentuale di HU (88,57 %), riscontrato nella tabella 4.1, nell'equazione matematica che descrive l'andamento della curva di normalità HU/BTC, si trova il valore di BTC normale che si dovrebbe manifestare nell'ecotopo in questione.

Svolgendo i calcoli:

$$y = 0{,}0007\ x^2 - 0{,}1518\ x + 8{,}85$$

$$y = (0{,}0007 \times 88{,}57^2) - (0{,}1518 \times 88{,}57) + 8{,}85 = 0{,}90 \text{ Mcal/m}^2\text{/anno}$$

Si esegue la verifica del calcolo inserendo il valore della percentuale di HU presente nell'ecotopo nel diagramma raffigurante la curva di normalità. Osservando la figura 4.4 si può constatare che il calcolo è corretto.

Dato che, dai calcoli eseguiti nella tabella 4.1, il valore di BTC risultante è di 0,53 Mcal/m^2/anno, mentre il valore di BTC normale per la riscontrata percentuale di HU dell'ecotopo in questione dovrebbe essere 0,90 Mcal/m^2/anno, significa che il quartiere residenziale Libeskind, così progettato, raggiunge una BTC troppo bassa rispetto i valori di normalità. Ciò vuol dire che nell'ecotopo si possono riscontrare delle alterazioni e delle disfunzioni ecologiche perché la BTC è molto inferiore al livello di normalità. Inoltre l'ecotopo non riesce ad apportare nessun miglioramento ecologico all'unità di paesaggio in

cui si trova.

Si presenta dunque la necessità di intervenire con un progetto di risanamento che verrà illustrato nel paragrafo 4.4.

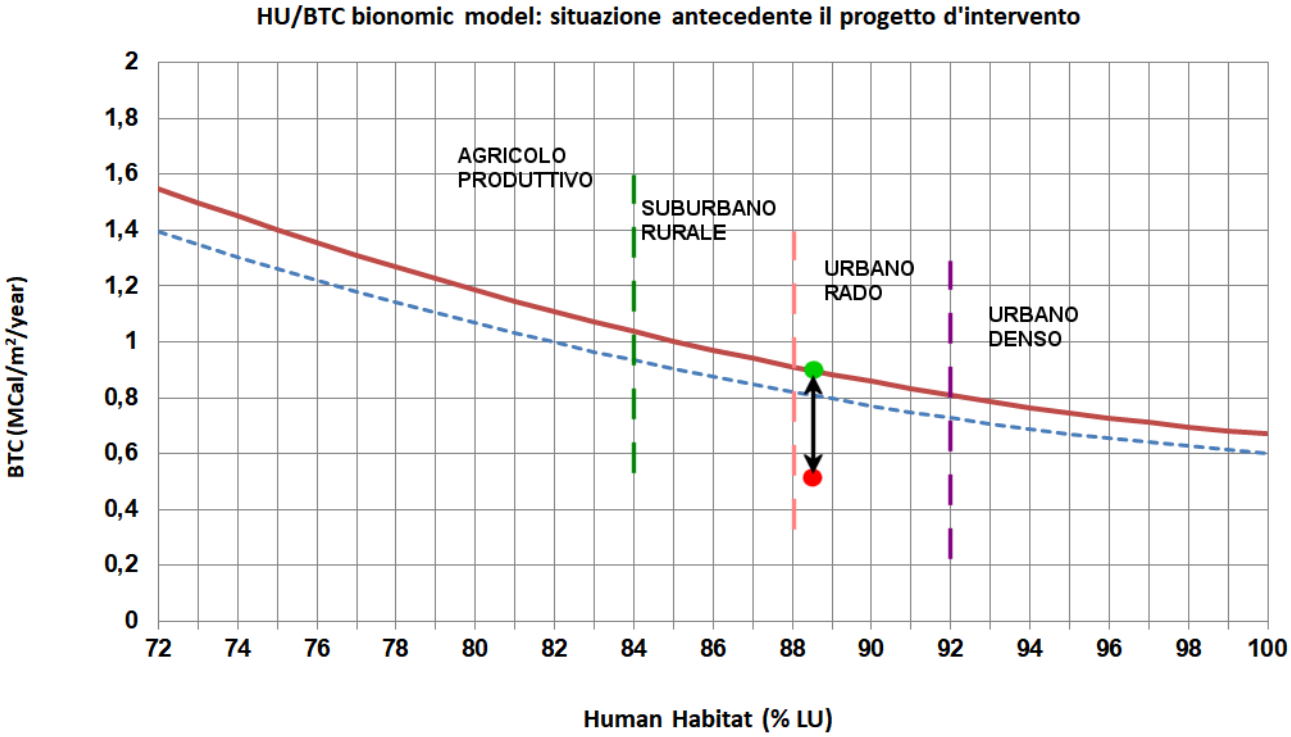


Fig. 4.4. Per il valore percentuale di HU riscontrato nell'ecotopo (88,57%), la BTC normale è di 0,90 Mcal/m2/anno (pallino verde). La BTC reale è invece di 0.53 Mcal/m2/anno (pallino rosso). La differenza tra la BTC normale e quella reale e dunque notevole (freccia nera) e lo stato ecologico non buono. In questa situazione si rientra nella classe di paesaggio urbano rado, troppo bassa per un quartiere con un parco ecologicamente valido. La curva tratteggiata sottostante la curva di normalità rappresenta la curva del margine d'errore compreso tra un 5 e un 10%.

4.3. Analisi delle connessioni: valori antecedenti il progetto di intervento

Dopo l'utilizzo della funzione HU/BTC per proseguire con l'analisi ecologica dello stato di salute dell'ecotopo in esame si presenta la necessità di analizzarne le connessioni. Come già ampiamente argomentato nel paragrafo 3.3, le connessioni hanno un ruolo fondamentale all'interno di un paesaggio o parte di esso. Grazie alle connessioni può esservi circolazione di energia, informazioni, specie e materia. Un paesaggio che presenta

le giuste connessioni assume le caratteristiche di un tutto organico ed in esso si manifestano le proprietà emergenti. Acquisisce così maggiore valenza ecologica ed è in grado di apportare benefici all'ambiente circostante.

Le connessioni fra elementi in una UdP, o in una parte di essa (ecotopo), possono essere rilevate utilizzando un grafo planare (vedi figura 3.4).

Eseguendo l'analisi delle connessioni tramite un grafo planare dell'ecotopo esaminato si ottiene la figura 4.5 sottostante.

Fig. 4.5. Applicazione dello studio delle connessioni tramite un grafo planare al quartiere residenziale Libeskind. In rosso sono evidenziati i vertici (V, rappresentati dai cerchi) ed i legami (L, i segmenti di retta che uniscono i vertici).

Analizzando l'immagine 4.5 si può osservare che le macchie alberate di piccole dimensioni interne agli edifici non sono completamente connesse a formare un tutto organico col corridoio alberato esterno ad essi. Difatti non v'è nessun legame passante tra

gli edifici B1 e B2 e tra quelli B2 e B3.

Se si eseguono i calcoli necessari per analizzare le connessioni si ottengono i seguenti risultati:

L/V = 17/15 = 1,13
L = legami; V = vertici;

Confrontando il risultato coi valori di L/V più frequenti per tipo di paesaggio (vedi paragrafo 3.3), si osserva che il dato ottenuto è maggiore rispetto i valori caratterizzanti paesaggi urbani e suburbani. E' maggiore anche di quelli agricoli e rientra tra i valori caratterizzanti i paesaggi agricolo forestali. La situazione non è dunque sfavorevole, ma forse si può fare meglio, cercando di aumentare le connessioni tra le macchie alberate interne agli edifici ed il corridoio alberato esterno ad essi.

Approfondendo i calcoli inerenti l'analisi delle connessioni si ottengono i valori degli indici di connettività e circuitazione:

connettività = L/3 (V - 2) = 17/39 = 0,44

circuitazione = (L - V + 1)/2V - 5 = 3/25 = 0,12

Si ricorda che la connettività rappresenta il legame fra i nodi e la circuitazione indica la disposizione dei legami in modo che si possa tornare al primo nodo passando per gli altri, creando un circuito. I valori ottenuti dai calcoli sono insufficienti. La circuitazione è quasi nulla. La connettività è maggiore ma resta comunque insoddisfacente.

Anche in questo caso dunque, come per il paragrafo precedente, i dati ricavati dall'analisi sono assolutamente migliorabili. Si ritiene opportuno quindi effettuare un intervento di progetto per migliorare lo stato ecologico dell'ecotopo in esame.

4.4. Progetto di intervento

Dai dati ottenuti dalle analisi ecologiche effettuate, come suggerito nel paragrafo 3.2 inerente la valutazione diagnostica, si può dedurre che l'ecotopo esaminato, visto i valori che risultano essere di molto inferiori a quelli di normalità, può presentare delle disfunzioni

o delle patologie. Si ritiene necessario dunque effettuare una nuova progettazione che consideri affondo i principi proposti dall'ecologia del paesaggio biologico-intregrata.

Il progetto di intervento che si intende proporre riguarda l'aumento delle superfici vegetate nel quartiere residenziale Libeskind. Lo scopo da raggiungere è quello di ottenere sia una BTC complessiva maggiore, che presenti valori più simili a quelli della BTC normale, che un incremento della connessione.

Aumentando le superfici vegetate si va a ricercare quindi un equilibrio metastabile nuovo, caratterizzato da un più elevato valore di energia libera e capace di una maggiore integrazione fra i tipi e le funzioni degli elementi componenti il paesaggio, uomo compreso.

Ricordando sempre il concetto di naturalità diffusa che implica la conservazione della natura diffusa fino all'habitat umano, nella speranza che si possa creare una solida, stabile e duratura integrazione tra uomo e natura.

Nella pratica, tramite il progetto di intervento, si procede con la creazione di nuove macchie alberate (BTC elevata) che andranno a sostituire zone destinate a prato (BTC minore). Grazie alle nuove macchie alberate si avrà un aumento di BTC ma anche di connessione tramite corridoi a *stepping stones*, data la vicinanza che si andrà a creare tra le macchie. Con l'apporto delle suddette modifiche si potrà riscontrare un notevole miglioramento dello stato ecologico dell'ecotopo esaminato.

Come è possibile osservare nella figura sottostante 4.6 gli spazi destinabili a nuove macchie alberate non sono pochi.

Fig. 4.6. In viola si evidenziano, all'interno dell'ecotopo esaminato, le zone di prato convertibili in macchie alberate.

Se si riesce ad apportare una quantità sufficiente di nuove macchie alberate, creando così nuove connessioni tramite corridoi a *stepping stones*, si andrà a stabilire un legame ecologico tra la zona interna agli edifici e quella esterna ad essi. Le due zone altrimenti restano quasi completamente sconnesse e quella interna agli edifici praticamente isolata (vedi figura 4.5). In particolare si potrà osservare l'instaurarsi di un rapporto source-sink, con vantaggiosi "afflussi" di energia, informazione, materia e specie, tra la macchia boscata di maggiori dimensioni (source) dell'intero parco Citylife ed il quartiere residenziale Libeskind (sink) (vedi figura 4.7). L'ecotopo esaminato acquisirà così le caratteristiche di un tutto organico andandosi a "fondere" con la grande area boscata adiacente. Con l'instaurarsi di questo fruttuoso legame si potranno riscontrare caratteri di profonda naturalità anche nella zona interna agli edifici e la natura sarà, in coerenza coi concetti di una sana, costruttiva e riequilibrante progettazione ecologica, diffusa fino all'HU.

Fig. 4.7. Con le frecce verdi vengono messi in risalto gli afflussi di energia, informazione, materia e specie che, grazie alla creazione delle nuove macchie alberate e dei conseguenti corridoi a *stepping stones*, potrebbero giungere dalla grande macchia boscata (source) all'interno del quartiere residenziale (sink).

Si ipotizza una conversione del 20% della superficie di prato, presente nell'ecotopo esaminato, a macchia alberata. Si otterrà così una superficie boscata aggiuntiva di circa

0,28 ha. In che quantità essa andrà ad influire sulla BTC complessiva dell'ecotopo sarà visibile nel paragrafo 4.5.

Oltre alla conversione di alcune zone di prato in macchie alberate, nel tentativo di "amalgamare" ulteriormente uomo e natura, si ipotizza la trasformazione del 35% della superficie del tetto di ciascuno dei tre edifici più bassi in copertura vegetata. Si otterrà così una superficie vegetata aggiuntiva di 0,21 ha. In questa operazione si considerano solamente i tre edifici più bassi (B1 da sei piani, B2 da sette piani, B3 da dieci piani) in quanto, in relazione al concetto del tutto organico e delle proprietà emergenti, un sistema acquista valenza ecologica solamente se connesso al sistema più grande di cui fa parte. Per cui se gli edifici sono bassi, la vegetazione al piano terreno in qualche decina di anni di sviluppo potrebbe raggiungere, con l'altezza della chioma, il tetto dell'edificio e quindi il giardino pensile, creando una connessione. Per gli edifici più alti questo non sarebbe possibile, il sistema giardino pensile resterebbe così isolato senza la possibilità di creare una connessione e di apportare quindi dei benefici in termini di valenza ecologica al sistema più complesso di cui fa parte. Non ha molto senso dunque, secondo una visione olistica, creare giardini pensili su edifici di altezza eccessiva. A tal proposito si riporta di seguito la figura 4.8 che mostra, esclusivamente a titolo illustrativo ed esemplificativo, come facilitare una connessione tra parco di quartiere e giardino pensile secondo i principi proposti dalla bionomia.

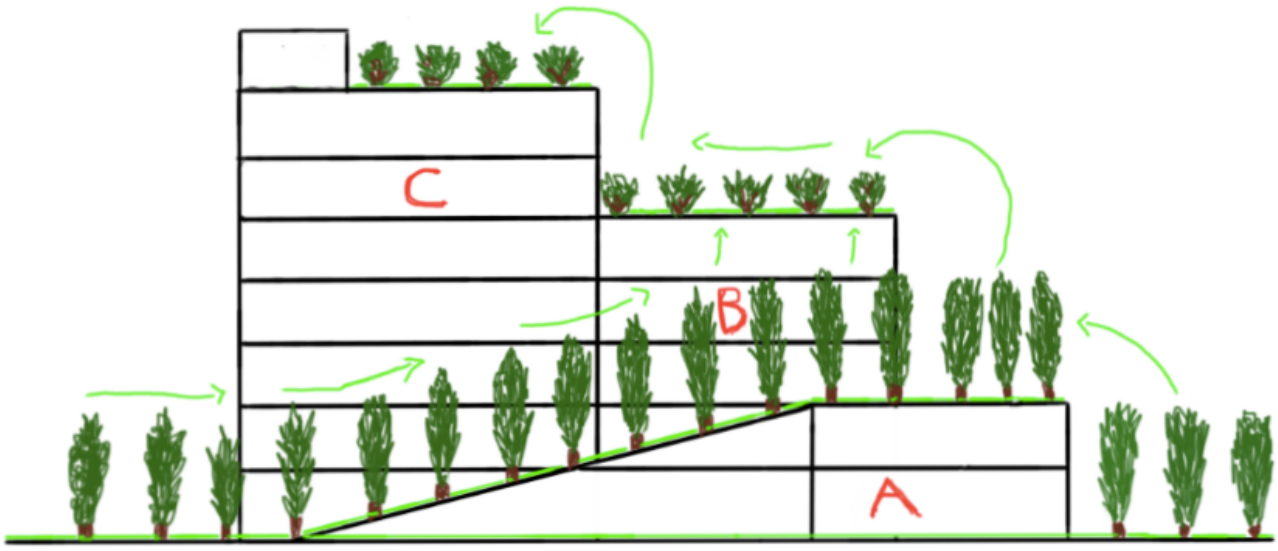


Fig. 4.8. Viene rappresentato uno schema che illustra l'esempio di una disposizione ecologicamente valida di tre edifici (A, B, C). L'edificio A, di due piani, è strutturato in modo tale (lato sinistro discendente) da poter ospitare una copertura alberata che dal piano terra si innalza gradualmente fino ad arrivare all'altezza del secondo piano. L'edificio B presenta un'altezza tale che, con la sua copertura vegetata, consente la connessione ecologica tra edificio A e C. L'edificio C infine, il più alto, nonostante i suoi sette piani d'altezza,

grazie alla disposizione degli altri due edifici, è ecologicamente connesso al parco di quartiere presente al piano terreno. Le frecce verdi rappresentano il flusso di energia, materia, informazioni e specie che, grazie a tale disposizione a gradoni dei tre edifici, parte dal piano terreno e arriva fino al settimo piano.

Come si può osservare dalla figura 4.8, grazie ad una disposizione a gradoni degli edifici, è possibile creare una serie di connessioni (frecce verdi) che consentono alla vegetazione di presentare le caratteristiche di un tutto organico che parte dal piano terreno e arriva fino al settimo piano. Grazie alla creazione delle nuove macchie alberate (vedi figura 4.7), se i tre edifici più bassi del quartiere Libeskind fossero caratterizzati ognuno da una struttura a gradoni come quella riportata nella figura 4.8, si andrebbe a creare un sistema vivente unico, comprendente, in una armoniosa integrazione di tutti gli elementi (uomo e suo habitat compresi), la grande macchia alberata ed il quartiere Libeskind stesso.

In presenza di tali condizioni strutturali un uccello di piccole dimensioni, come per esempio quelli appartenenti alla famiglia dei Silvidi, sarà in grado, tramite piccoli spostamenti sulle piante ravvicinate, di giungere dal piano terreno fino al settimo piano dell'edificio C senza correre il rischio di essere predato.

Sfruttando lo spazio rappresentato dalle coperture degli edifici e rendendolo vegetato è possibile aumentare dunque la BTC complessiva della vegetazione dell'ecotopo in esame e di conseguenza quella dell'intera UdP e del suo parco.

Per quanto riguarda l'impiego vegetale ed i conseguenti carichi aggiuntivi, sull'edificio A, essendo di soli due piani, si può pensare di utilizzare piante arboree di dimensione cospicue. Queste, col loro sviluppo, raggiungeranno in pochi anni l'altezza dell'edificio B. Sulla struttura B e C invece è consigliabile l'impiego di arbusti lungo il perimetro e di un prato permanente ben strutturato a riempire la superficie destinata alla vegetazione. In tal modo non si andrà a sovraccaricare eccessivamente gli edifici.

Per poter presentare un progetto di intervento ecologicamente valido è necessario aprire una parentesi riguardante le specie arboree ed erbacee più consone da utilizzare. Come accennato nel paragrafo 2.5 riguardante la BTC, per la sua stima è necessario considerare anche la presenza o meno di specie autoctone e alloctone. Una pianta autoctona manifesta una valenza ecologica maggiore di una alloctona, in quanto si è evoluta con l'ambiente considerato ed è in grado di apportare maggiori benefici dato il suo adattamento ad esso. E' dunque buona pratica utilizzare piante autoctone o che comunque caratterizzano da molto tempo il paesaggio in esame.

Per quanto riguarda le specie arboree sarebbe opportuno impiegare, ad esempio, il

Pioppo Nero che è originario dell'Europa centro-meridionale ed è diffuso in tutta Italia. In particolare la varietà *Populus Nigra* "Italica", selezionata in Lombardia nel XVII secolo e nota comunemente come "pioppo lombardo", sembra essere una pianta adatta da impiegare in tale progetto, data anche la stretta relazione con la regione stessa in cui ci si trova. Inoltre, date le caratteristiche della chioma che si presenta alta e stretta ed il suo rapido sviluppo che la porta a raggiungere altezze maggiori di 20 metri, si potrebbe impiegare nella creazione del corridoio ecologico sull'edificio A (vedi figura 4.8). Nel resto delle macchie alberate del quartiere Libeskind si possono utilizzare il Frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), il Carpino bianco (*Carpinus betulus*), l'Acero campestre (*Acer campestre*), l'Olmo (*Ulmus minor*), la Farnia (*Quercus robur*), tutte specie che un tempo dominavano le foreste planiziali della Pianura Padana. Il bagolaro (*Celtis australis*) che viene utilizzato con successo nelle alberature stradali e nei parchi cittadini, per la sua resistenza all'inquinamento urbano e per la fitta ombra, nonostante i rischi per la pavimentazione stradale, dovuti al fatto che il suo apparato radicale può svilupparsi anche in superficie. Si può pensare di utilizzare anche il Platano Occidentale che caratterizza l'areale considerato ormai da centinaia di anni e si è ben adattato ad esso.

Per quanto riguarda i giardini pensili invece, come già detto, sarebbe opportuno l'impiego di arbusti e di un prato permanente ben strutturato. Per gli arbusti potrebbero essere piantumati il Biancospino (*Crataegus monogyna*), molto ramificato, contorto e spinoso, appartenente alla famiglia delle Rosaceae. E' una pianta mellifera e viene bottinata dalle api. Sarebbe dunque interessante andare a verificare l'effettiva presenza di api. Un tempo, in diverse regioni italiane, veniva utilizzato come essenza costituente delle siepi interpoderali, cioè per delimitare i confini degli appezzamenti. In ragione delle spine e del fitto intreccio dei rami la siepe di biancospino costituiva una barriera pressoché impenetrabile. Attualmente l'esigenza di non rendere difficoltosa la circolazione dei mezzi agricoli meccanici ha determinato la quasi totale scomparsa delle siepi di biancospino con questa funzione. Altri arbusti utilizzabili sono il Nocciolo (*Corylus avellanao*) o il Sambuco comune (*Sambucus nigra*) anch'essi caratterizzanti il nord Italia. Per ogni specie arborea, se si vuole effettuare un intervento mirato e longevo, sarebbe buona pratica studiarne le caratteristiche ecologiche e comprenderne le esigenze (idriche, di spessore in suolo, trofiche, esposizione luminosa ecc).

La questione prato invece è un po' più complessa. Esso deve essere un prato permanente, in grado e nelle condizioni di completare il suo ciclo di sviluppo biologico, in modo da potersi riprodurre ed autosostenere. Se ben strutturato non ha neppure bisogno di un impianto d'irrigazione. Non deve dunque subire tagli, se non una o due volte l'anno

massimo, deve essere composto da un miscuglio di una dozzina di specie erbacee comprendenti sia Leguminose che Graminacee. La presenza di entrambe le famiglie andrà così a costituire una vantaggiosa consociazione, che manterrà un certo equilibrio nella presenza di elementi nutritivi nel suolo. Le Leguminose difatti sono piante azotofissatrici e le Graminacee ne possono trarre vantaggi trofici. Il rapporto risulta essere conveniente ad entrambe le famiglie. Di seguito un breve elenco di alcune essenze consigliate: il Ginestrino (*Lotus corniculatus*) è una pianta appartenente alla famiglia delle Fabacee (o Leguminose); la Malva selvatica (*Malva sylvestris*), appartenente alla famiglia delle Malvaceae; il Loietto perenne o loglio (*Lolium perenne*), monocotiledone della famiglia delle Poaceae (precedentemente dette Gramineae); il Fleo (*Phleum pratense*), anche noto come coda di topo, codina, erba codolina, fleolo, erba timotea è una pianta della famiglia delle Poaceae; il Lupino fogliuto (*Lupinus polyphyllus*) della famiglia delle Fabaceae; il trifoglio bianco (*Trifolium repens*), detto anche trifoglio rampicante o trifoglio ladino, appartenente alla famiglia delle Fabaceae; il *Trifolium pratense* (detto comunemente Trifoglio dei prati o Trifoglio rosso), Leguminosa.

Per comprendere affondo l'importanza di tale progetto di intervento e delle fondamentali conseguenze ecologiche che comporta, quali aumento della BTC dell'ecotopo e contribuzione al miglioramento ecologico dell'UdP di cui fa parte, si riporta di seguito la figura 4.9.

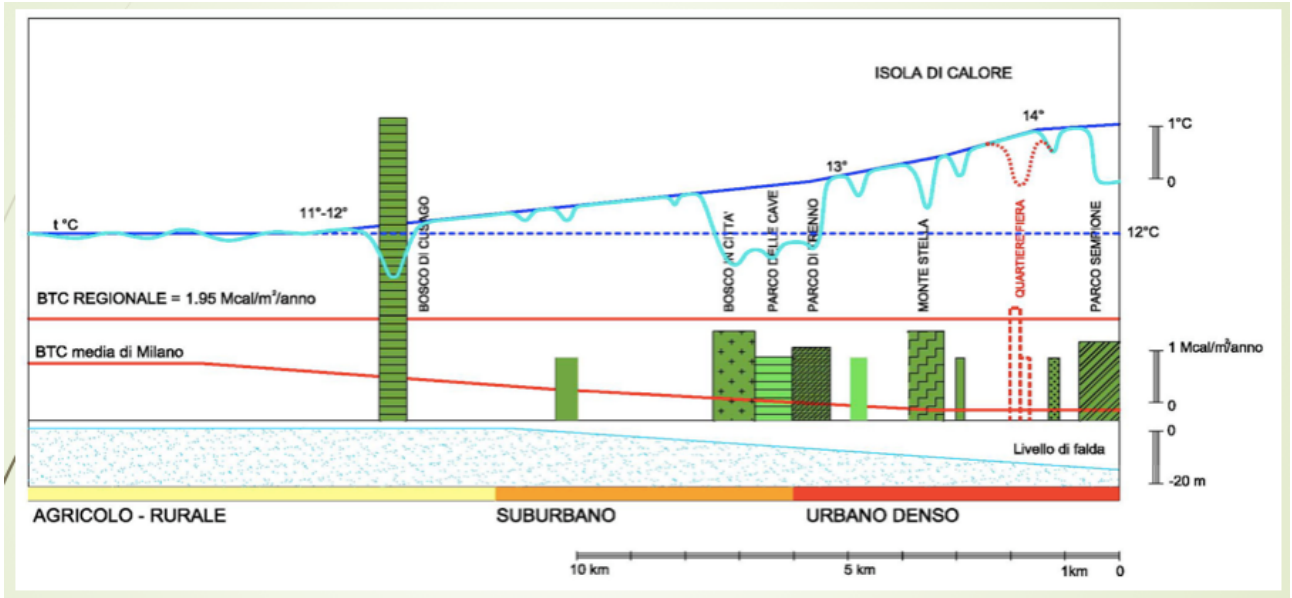


Fig. 4.9. Transetto raffigurante i parchi e la loro BTC (colonne verdi) che costituiscono la possibile rete ecologica Centro-Ovest di Milano. La doppia colonna (quella di sinistra simboleggia la BTC in caso di progettazione secondo i principi proposti dalla bionomia del paesaggio e supera la BTC media regionale,

quella di destra la BTC reale conseguita dalla progettazione attuata) tratteggiata rossa rappresenta il parco CityLife e la sua BTC. Le linee rosse riportano la BTC media di Milano (in basso) e la BTC media regionale (in alto). In azzurro viene rappresentato l'andamento dell'isola di calore sovrastante Milano.

Osservando la figura 4.9, che richiama le argomentazioni effettuate nel paragrafo 4.1 e l'immagine 4.1, è possibile intuire più nel dettaglio l'importanza del parco CityLife legata proprio alla sua posizione. Il parco è difatti situato a mezza via tra il parco Sempione (a destra) e il parco Monte Stella (a sinistra) e svolge dunque un ruolo di connessione (*stepping stone*) tra i due parchi di fondamentale importanza per l'attivazione della rete ecologica Centro-Ovest di Milano. Purtroppo però l'attivazione sarebbe stata possibile solo tramite la creazione di un parco ad alto grado di naturalità, rispettando quindi i principi metodologici di progettazione proposti dalla bionomia del paesaggio. Nonostante l'importanza del parco esso è stato progettato considerando solo superficialmente tali concetti bionomici e quindi la sua valenza ecologica (BTC) risulta essere troppo bassa per l'attivazione della rete ecologica. Questo elaborato col progetto di intervento proposto, nel suo piccolo, è stato considerato difatti solo un ecotopo di dimensioni ridotte, vuole essere un esempio di come tutto il parco sarebbe dovuto essere stato progettato al fine di conseguire valori di BTC adeguati all'attivazione della rete.

Un altro fatto interessante da osservare nella figura 4.9, ai fini progettuali, è l'andamento dell'isola di calore rappresentato dalla linea azzurra. Si può difatti prendere visione di un costante aumento della temperatura mano a mano che ci si avvicina al centro città (verso destra). La differenza di temperatura tra la zona agricolo-rurale e quella densamente urbanizzata è di ben due/tre gradi Celsius. Si può inoltre osservare come la temperatura dell'isola di calore diminuisce in corrispondenza dei parchi. E' dunque di fondamentale importanza creare parchi ad alto grado di naturalità (BTC elevata), o migliorare quelli già esistenti, nelle zone centrali della città, laddove l'isola di calore si manifesta con le temperature maggiori. Risulta invece essere controproducente la creazione di una green belt, cioè una fascia di parchi circondante il centro città, come si può osservare nella figura 4.10.

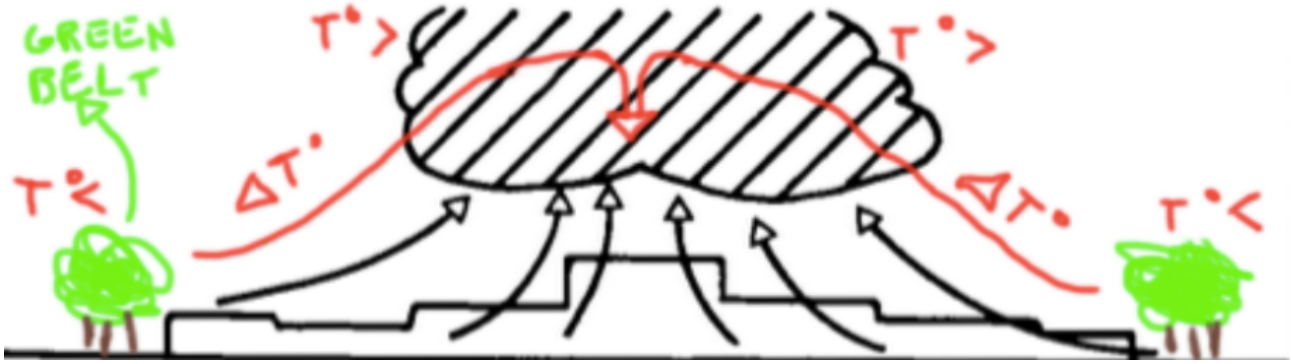


Fig. 4.10. Effetto controproducente derivato dalla creazione di una green belt. Come si può osservare nella figura, la creazione di una fascia vegetata circondante il centro città, crea una differenza di temperatura (delta T°) tra la zona periferica dove è presente la green belt (temperatura minore) e la zona del centro città sovrastata dall'isola di calore (temperatura maggiore). Questo delta di temperatura aziona dei moti convettivi (frecce rosse) di aria che riscaldandosi fluiscono dalla zona periferica fino all'isola di calore dove si scontrano e scendono verso il basso. Calore e poveri sottili vengono così spinte verso i centro città rendendo ancora più critica la situazione già grave.

Le amministrazioni milanesi, oltre ad avere promosso il progetto riguardante il parco CityLife che meno ha rispettato le direttive ecologiche proposte dal Professor Vittorio Ingegnoli e che, quindi, raggiungerà una BTC insufficiente all'attivazione della rete ecologica, hanno anche valutato positivamente l'idea di progettare una green belt circondante la città di Milano. Le prospettive ecologiche riguardanti la metropoli milanese non sembrano essere dunque le migliori auspicabili. Basti pensare che gli ideatori del parco CityLife hanno deciso di utilizzare, come pianta dominante il parco, il faggio che non è certamente adatto a compiere i suoi cicli biologici in un ambiente di pianura come quello preso in considerazione. Sembra difatti che i faggi già presenti nel quartiere CityLife stiano presentando notevoli difficoltà nello svilupparsi.

4.5. La funzione HU/BTC: valori successivi il progetto di intervento

In seguito al progetto di intervento proposto, per verificare se esso sarà in grado di apportare effettivamente miglioramenti ecologici all'ecotopo esaminato, si effettuano nuovamente le analisi proposte nei paragrafi 4.2 e 4.3 considerando però ora le variazioni

conseguenti il progetto di intervento stesso. Per quanto riguarda l'analisi ecologica mediante la funzione HU/BTC, la tabella seguente presenta alcune differenze rispetto quella 4.1.

Tabella 4.2. Stime di BTC e percentuale di HU (HH dall'inglese human habitat) dell'ecotopo in esame in seguito alle modifiche apportate tramite l'intervento di progetto.

Elementi dell'Ecotopo	ha	%	HH'	HHw	BTC'	BTCw
edifici	0,79	23,10	100	23,099	0	0,000
strade/piazzali	0,65	19,01	100	19,006	0	0,000
prato	1,12	32,75	80	26,199	0,55	0,180
macchie albarate	0,37	10,82	70	7,573	2,85	0,308
nuovi gruppi arborei	0,28	8,19	70	5,731	3	0,246
giardino pensile	0,21	6,14	80	4,912	0,75	0,046
totale ecotopo	3,42	100,00		86,520		0,780

Come si può osservare dalla tabella 4.2, gli elementi paesistici presentano due voci che nella tabella 4.1 non v'erano e che sono frutto dell'intervento di progetto.

I nuovi gruppi arborei (vedi figura 4.6), con una superficie di circa 0,28 ettari che vanno a sottrarsi a quella del prato, che risulta infatti minore rispetto la tabella 4.1, sono il risultato della conversione del 20% della superficie di prato. Si può notare che il loro valore di BTC' è leggermente maggiore rispetto le macchie alberate già esistenti. Dal momento in cui è proprio grazie queste macchie alberate aggiuntive che l'ecotopo in esame acquisisce caratteri di profonda naturalità, si può ipotizzare di attribuirvi un valore di BTC' leggermente maggiorato.

Il giardino pensile, con una superficie di 0,21 ettari che va a sottrarsi a quella degli edifici, che difatti rispetto alla tabella 4.1 risulta ora minore, è il risultato della conversione del 35% della superficie del tetto di ciascuno dei tre edifici più bassi in copertura vegetata. Si può notare che il suo valore di BTC' è maggiore rispetto quello del prato in quanto il giardino pensile è costituito da prato permanente ben strutturato e arbusti. Il suo HU (HH') si considera comunque uguale a quello del prato calpestato e tagliato in quanto si trova sul tetto di un edificio (situazione fortemente antropizzata e contro natura) e dunque è giusto tener conto di un certo indice di HH'. Anche se v'è da sottolineare il fatto che, grazie alle connessione e i flussi di energia, informazione, materia e specie, dovuti alla disposizione degli edifici a gradoni ipotizzata nella figura 4.8, anche il giardino pensile potrebbe acquisire caratteri di forte naturalità e gli si potrebbero attribuire dunque valori di HH'

inferiori e di BTC' maggiori, ma per non rischiare di sopravvalutare i vantaggi ecologici apportati dall'intervento di progetto non si vanno a modificare eccessivamente i valori della tabella.

In seguito all'intervento di progetto si può dunque osservare nella tabella 4.2 che la BTC complessiva dell'ecotopo esaminato è aumentata rispetto alla tabella 4.1 (situazione antecedente l'intervento di progetto). Si è passati da una BTC di 0,53 Mcal/m^2/anno ad una di 0,78 Mcal/m^2/anno. Considerando che anche lo HU è cambiato, passando da un valore di 88,57% ad uno di 86,52% (principalmente grazie alla conversione di parte dei tetti degli edifici in giardino pensile) è possibile calcolare, tramite l'equazione che descrive l'andamento della funzione HU/BTC, un nuovo valore di BTC normale (y).

$y = 0{,}0007\ x^2 - 0{,}1518\ x + 8{,}85$

$y = (0{,}0007 \times 86{,}52^2) - (0{,}1518 \times 86{,}52) + 8{,}85 = 0{,}96$ Mcal/m^2/anno

Si ottiene dunque un nuovo valore di BTC normale corrispondente a 0,96 Mcal/m^2/anno. La situazione dello stato ecologico dell'ecotopo in esame, per quanto riguarda l'analisi tramite la funzione HU/BTC, è dunque migliorata in quanto in seguito all'intervento di progetto si può verificare che tra la BTC normale e quella reale vi è una differenza inferiore rispetto la situazione antecedente la riprogettazione. Eseguendo i calcoli:

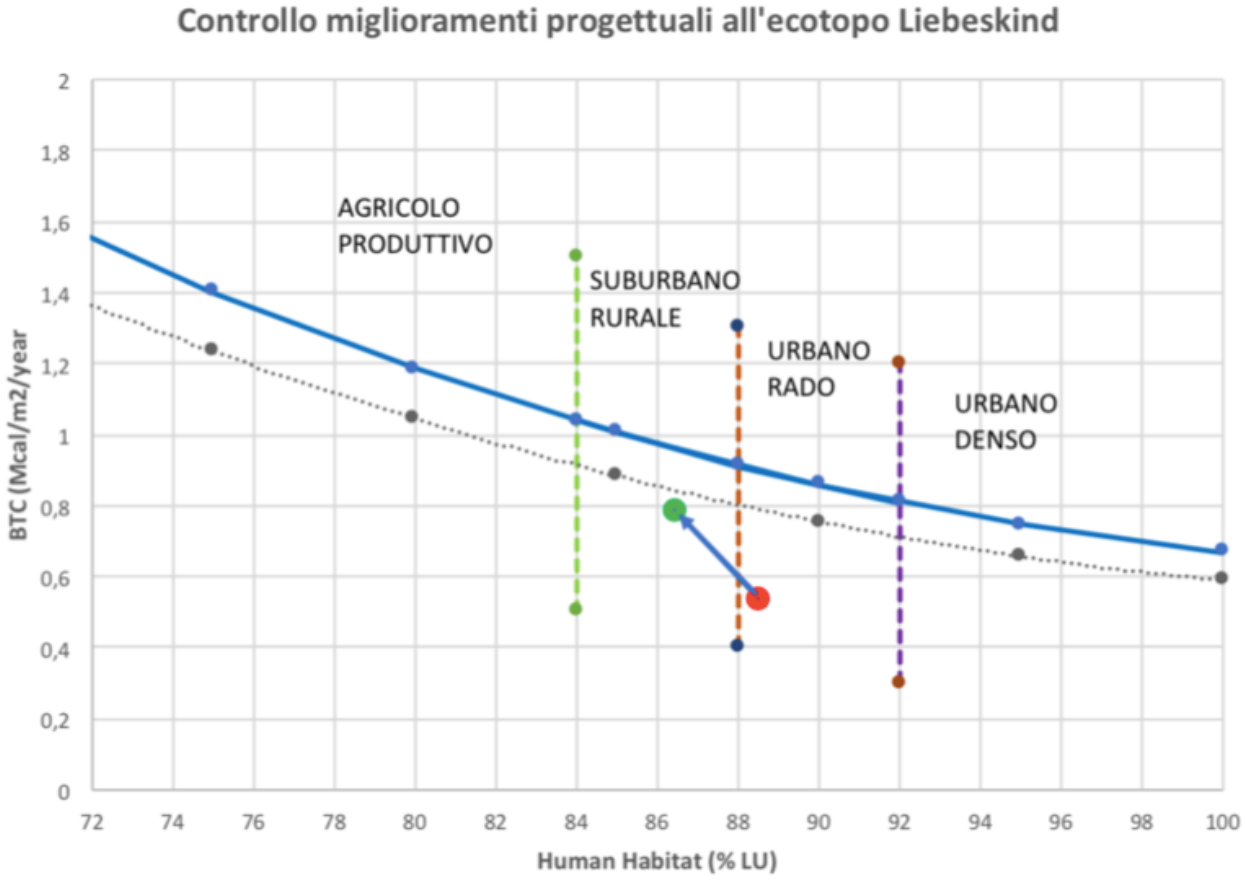
0,90 Mcal/m^2/anno - 0,53 Mcal/m^2/anno = 0,37 Mcal/m^2/anno

0,96 Mcal/m^2/anno - 0,78 Mcal/m^2/anno = 0,18 Mcal/m^2/anno

Si può constatare dunque che la differenza tra BTC normale e BTC reale è diminuita considerevolmente e lo stato ecologico dell'ecotopo in esame è così migliorato avvicinandosi alla situazione di normalità. Il quartiere residenziale Libeskind è passato così, grazie alle modifiche apportate dall'intervento di progetto, ad un equilibrio metastabile nuovo caratterizzato da un valore di energia libera più elevato (vedi figura 4.11).

Si può dunque affermare che grazie all'intervento di progetto si può far acquisire all'ecotopo esaminato una valenza ecologica maggiore. Il quartiere Libeskind è così in grado di apportare benefici all'UdP alla quale appartiene e di conseguenza alla città di Milano stessa.

Fig. 4.11. Viene rappresentata, tramite la freccia che unisce il pallino rosso a quello verde, la trasformazione apportata all'ecotopo in esame tramite l'intervento di progetto. Si passa così ad un equilibrio metastabile nuovo, caratterizzato da un'energia libera (BTC) maggiore. E' possibile inoltre osservare che, grazie alle modifiche apportate, l'ecotopo esaminato rientra ora nella classe caratterizzante i paesaggi suburbani rurali e si avvicina (pallino verde) ai valori di normalità. La curva tratteggiata sottostante la curva di normalità rappresenta la curva del margine d'errore compreso tra un 5 e un 10%.



4.6. Analisi delle connessioni: valori successivi il progetto di intervento

Dopo aver verificato tramite la funzione HU/BTC l'efficienza dell'intervento di progetto è ora necessario analizzare come cambia lo stato delle connessioni. Grazie all'apporto di macchie alberate aggiuntive (vedi figura 4.6) si creano nuovi corridoi a *stepping stones* e quindi nuove connessioni. Come si può osservare dall'immagine 4.12. la zona vegetata interna agli edifici è così completamente connessa a quella esterna ed essi, a differenza della situazione antecedente la riprogettazione (vedi figura 4.5). Il quartiere Libeskind acquisisce così una notevole valenza ecologica e un elevato grado di naturalità (vedi

figura 4.7). Presenta ora le caratteristiche di un tutto organico e le proprietà emergenti si manifestano.

Per verificare l'effettivo miglioramento dello stato delle connessioni si eseguono i calcoli del rapporto tra legame e vertici e degli indici di connettività e circuitazione.

L/V = 27/21 = 1,29 (il valore antecedente il progetto di intervento è 1,13).
L = legami (27); V = vertici (21);

$$\gamma = L/3\,(V - 2); \quad \alpha = (L - V + 1)/2V - 5$$

Dove: L = legame, V = vertice (nodo).

Connettività (gamma) = 0,47 (il valore antecedente il progetto di intervento è 0,44).

Circuitazione (alfa) = 7/37 = 0,19 (il valore antecedente il progetto di intervento è 0,12).

Come si può notare dai calcoli i valori sono tutti aumentati rispetto la situazione pre intervento. Il miglioramento però non è molto evidente ed i valori sono incrementati di poco. Ci si può ritenere comunque soddisfatti dei risultati ottenuti e bisogna considerare il fatto che, con questo elaborato, si è andati ad operare su di un'area di dimensioni contenute e di conseguenza non si può pretendere di ottenere incrementi consistenti.

Fig. 4.12 Si può osservare che tramite l'aggiunta delle nuove macchie alberate si sono formati corridoi a *stepping stones* (evidenziati con il contorno blu) grazie ai quali la connessione dell'area in esame è aumentata.

Discussione e conclusioni 5

Tramite questo elaborato finale e la metodologia di analisi ecologica da esso proposta, è stato possibile apprendere quanto sia importante, quando si tratta di intervenire e pianificare il territorio, agire secondo i principi sostenuti dalla bionomia del paesaggio. Essa affianca al concetto di paesaggio quello di vita. Quando si va ad intervenire sul territorio è quindi giusto approcciarsi ad esso prendendo coscienza del fatto che si sta operando su di un sistema vivente. Bisogna quindi agire con la stessa professionalità e cura con cui un medico guarisce il proprio paziente, un veterinario un animale. Con l'ecologia del paesaggio biologico-integrata si adotta dunque, quando si deve intervenire sul territorio, un approccio clinico diagnostico, tramite il quale, si analizza lo stato ecologico del paesaggio o parte di esso, si confrontano i dati ottenuti dalle analisi con dei valori di normalità e se vi è molta differenza, probabilmente, verrano riscontrate delle disfunzioni e nei peggiori dei casi delle patologie. Si proporrà dunque un intervento di progetto attraverso il quale sarà possibile riabilitare il paesaggio e far si che esso possa riacquisire una notevole valenza ecologica, grazie a caratteristiche di profonda naturalità e apportare all'ambiente circondante notevoli benefici.

Potrebbe sembrare strano utilizzare termini del tipo approccio clinico-diagnostico, patologia e cura, quando si parla di paesaggio o territorio, ma in realtà sarebbe doveroso dato che ci si riferisce ad un sistema vivente grazie al quale noi esseri umani possiamo vivere in quanto ci fornisce l'alimento e l'ossigeno.

Bisogna dunque agire con maggiore coscienza e attribuendo al paesaggio l' importanza ed il rispetto che gli spetta "naturalmente". Per analizzare il territorio o parte di esso è necessario quindi partire da una visione d'insieme, olistica, considerando anzi tutto scale gerarchiche spaziali superiori, per poter comprendere l'importanza che esso ricopre nei confronti del paesaggio che lo circonda. Si contempla dunque un sistema complesso che fa parte di un sistema maggiore iper complesso, si cerca di comprenderne le interazioni che dipendono principalmente dalla posizione che l'area in esame ricopre. Una volta inquadrata la porzione di paesaggio considerata e l'importanza che essa possiede nei confronti dell'insieme di cui fa parte, si può procedere riducendo la scala spaziale di osservazione fino a quando sarà possibile suddividere il territorio in esame nei vari elementi paesistici dai quali è composto. Si potrà dunque analizzarne la struttura e la

valenza ecologica che possiedono e determinare lo stato di salute dell'area esaminata e confrontarlo con situazioni di normalità. Se i valori bionomici riscontrati si allontanano di molto in negativo dai valori di normalità, probabilmente, verranno diagnosticate delle disfunzioni/patologie e bisognerà dunque intervenire con una riprogettazione riabilitativa. Lo scopo e la speranza della metodologia proposta è quello dunque di riportare il paesaggio analizzato a nuovi equilibri metastabili, caratterizzati da maggiore energia libera, più consoni all'importanza che esso ricopre. Così facendo si apporteranno innumerevoli benefici all'ambiente, senza mai dimenticarsi del concetto della naturalità, secondo cui la natura deve essere diffusa fino all'habitat umano, senza creare distinzioni tra uomo e natura, bensì cercando di recuperare il rapporto equilibrato tra Madre Terra e figlio uomo.

Per quanto riguarda la sensazione di incoerenza, assolutamente lecita, tra questo elaborato finale ed il corso di laurea per il quale è stato svolto, si può affermare che forse, una volta comprese le ragioni che hanno guidato la stesura dell'elaborato, essa potrà probabilmente sembrare meno giustificata. Inoltre la metodologia di analisi ed intervento ecologico proposta dalla bionomia del paesaggio è ugualmente applicabile anche ai paesaggi di montagna ed in vista di un auspicabile ripopolamento montano potrebbe acquisire sempre maggiore importanza.

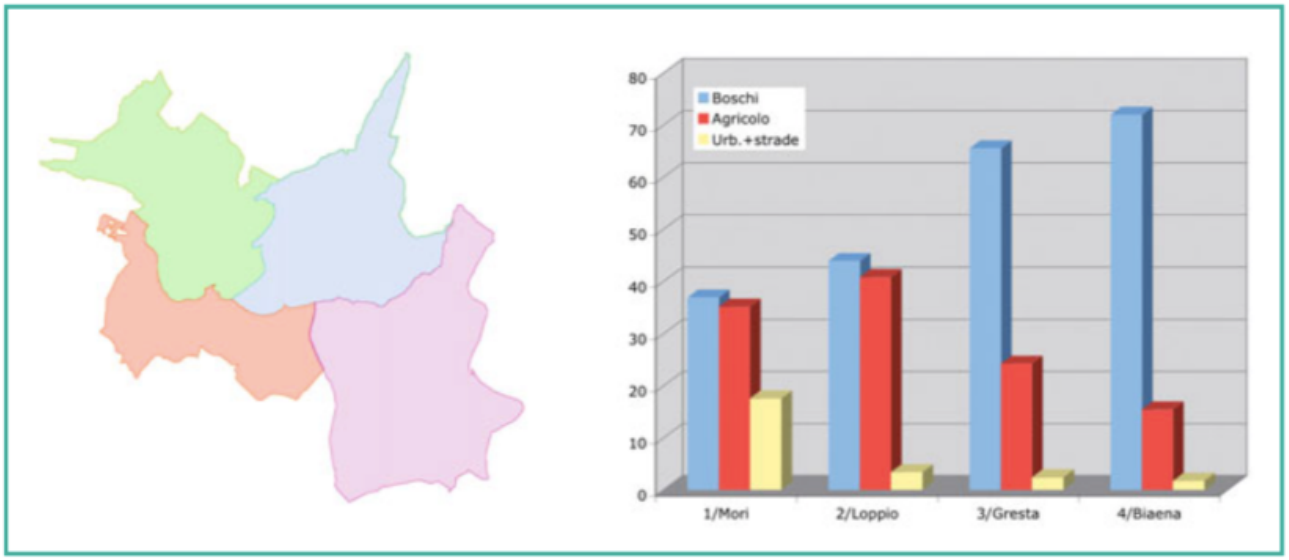


Fig. 5.1. Viene rappresentata la suddivisione del comune di Mori in quattro UdP: quella di pianura dove risiede il paese di Mori (violetta), di fondovalle dove v'è la frazione di Loppio (arancione), della val di Gresta (verde) e del versante del monte Biaena (azzurro); nel grafico le colonne rappresentano le aree boscate (blu), agricole (rosso) e urbane (giallo) costituenti le diverse UdP.

La suddivisione di un comune montano in UdP e l'individuazione delle aree boscate, agricole ed urbane che compongono le stesse, ci permette di comprendere come l'uomo abbia modificato il paesaggio e dove si sia insediato maggiormente in relazione alla morfologia territoriale. Possiamo difatti osservare dalla figura 5.1 che nell'UdP caratterizzata principalmente da un ambiente pianeggiante si riscontra la maggiore urbanizzazione, nella zona di fondovalle vi sono grandi quantità di aree agricole e nelle UdP di valle e versante domina il bosco a discapito delle zone agricole e di quelle urbanizzate. Una tale suddivisione è di fondamentale importanza in quanto permette di comprendere il naturale adattamento dell'uomo all'ambiente. Inoltre, in vista di un auspicabile ripopolamento delle montagne, potrebbe essere d'aiuto per progettare gli interventi territoriali necessari in modo ecologicamente responsabile. Apparentemente, se lo si osserva in generale attraverso la totalità della superficie, potrebbe sembrare che l'urbanizzazione nel comune di Mori si possa aumentare data la presenza di aree poco abitate, ma andando ad analizzare il territorio nello specifico attraverso la suddivisione in UdP ci si renderà conto che l'unica zona sulla quale si può agire (per ovvie ragioni morfologiche) è quella di pianura, che peraltro è già abbastanza satura.

Approfondendo lo studio effettuato sul comune di Mori (Trento) ad esempio, sono stati rinvenuti molti concetti ed argomentazioni trattate ed inerenti al corso di laurea frequentato. Sono state affrontate difatti problematiche inerenti l'abbandono di zone agricole montane a favore di un incontrollato rimboschimento, con conseguente perdita di occasione di lavoro e tradizioni caratterizzanti la zona; l'aumento della presenza di aree boscate nei fondovalle con eccessiva presenza dominante di specie arboree alloctone (es. la Robinia). Come si è visto nel paragrafo 2.5, inerente la biopotenzialità territoriale, per calcolare l'indice di BTC viene presa in considerazione l'incidenza delle specie autoctone e di quelle alloctone. Naturalmente quelle autoctone, in quanto evolutesi col territorio ne sanno sfruttare meglio le caratteristiche (meteorologia, composizione suolo ecc.) e manifestano dunque una maggiore valenza ecologica e capacità di apportare benefici all'ambiente; la necessità di ampliamento e maggiore tutela di alcuni siti naturali di interesse comunitario (SIC) in quanto ne è stata riscontrata la presenza di zone agricole di antica tradizione e macchie boscate interessanti come, ad esempio vecchi castagneti o querceti misti. Un esempio, nelle vicinanze di Edolo, di SIC ben valorizzato è quello rappresentato dalle Valli di San Antonio che peraltro abbiamo visitato durante un'uscita didattica col Professor Luca Giupponi ed Anna Giorgi; l'utilità di boschi piantumati di Pino Nero austriaco (alloctono) che, pur essendo di scarso interesse ecologico, stanno fungendo da zone di ripopolamento per specie autoctone; la necessità di realizzare

passaggi verdi laddove la statale o il canale artificiale rappresentano un'imponente barriera ecologica ai maggiori flussi di fauna di grandi mammiferi tra il gruppo montuoso del Baldo e quello dello Stivo; apportare maggiori caratteri di naturalità attraverso sistemazioni idrauliche di ingegneria naturalistica laddove i corsi d'acqua sono eccessivamente artificiali e perdono la loro funzione di corridoio ecologico.

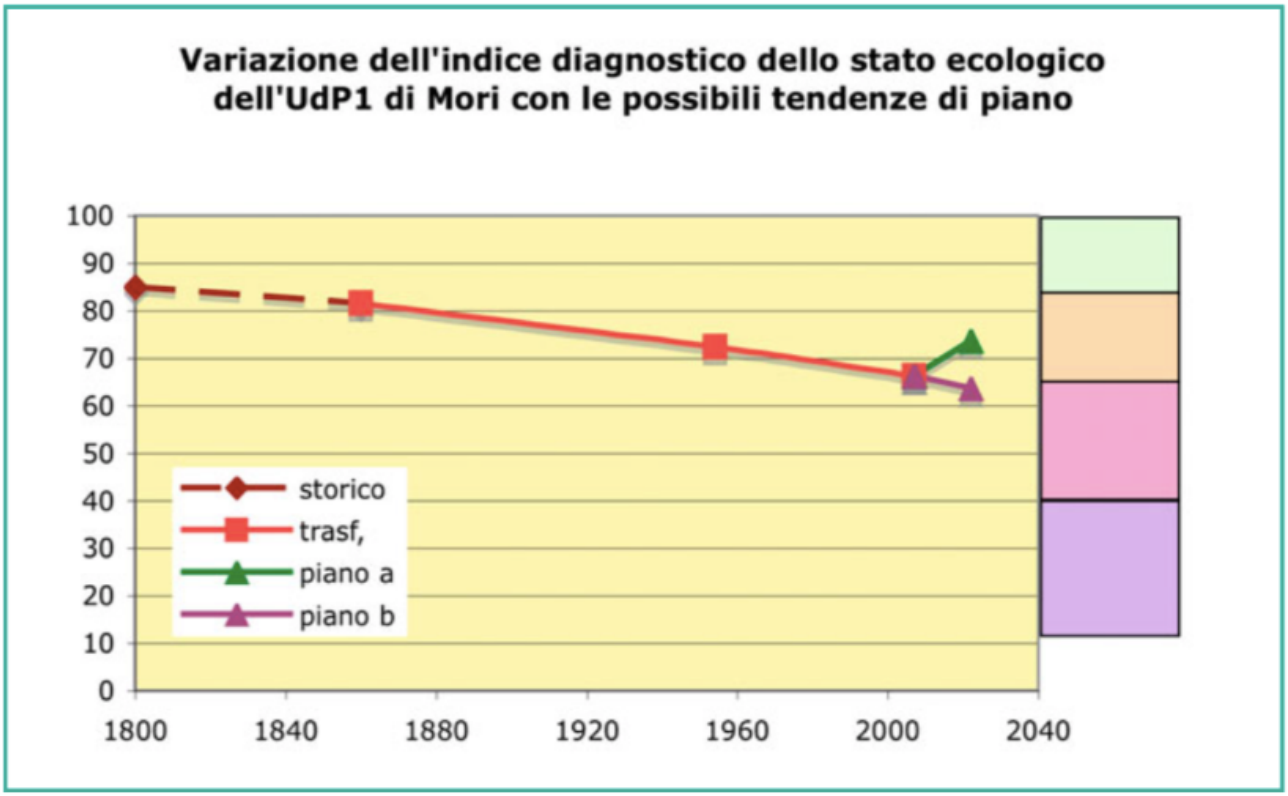


Fig. 5.2. Si può osservare la curva rappresentante la variazione dell'indice diagnostico dello stato ecologico dell'UdP pianeggiante del comune di Mori. A destra i rettangoli colorati rappresentano lo stato di normalità (verde), di alterazione (arancio), di degrado (rosa) e di presenza di una patologia grave (violetto).

Dalla figura 5.2 si può notare come, a causa della crescente pressione antropica causata dallo spopolamento delle aree a maggior carattere montuoso (valle e versante), l'UdP pianeggiate dove risiede l'abitato di Mori stia subendo un inesorabile alterazione ecologica. Attraverso una pianificazione territoriale che consideri affondo i principi dettati dall'ecologia biologico integrata (piano a, verde) sarà possibile riavvicinarsi ad uno stato di normalità ecologica. Altrimenti (piano b) l'UdP andrà incontro a degrado.

V'è inoltre da considerare che se il ripopolamento montano non verrà organizzato secondo principi di ecologia biologico-integrata, si correrà il rischio di andare ad intaccare gravemente gli equilibri sistemici anche laddove la natura rappresenta il carattere

paesistico dominante.

La scelta di aver deciso di improntare il seguente elaborato sull'analisi ecologica e la riprogettazione di un quartiere residenziale di Milano è in un certo senso correlata profondamente al corso di laurea frequentato. La popolazione che ha abbandonato le montagne si è trasferita nelle città. Vivendo l'ambiente urbano ha perso completamente il legame con la Madre Terra. E' dunque soltanto attraverso il tentativo di risensibilizzare l'uomo metropolitano nei confronti della natura, che si può sperare di assistere ad un fenomeno di decentralizzazione con conseguente ritorno anche alla montagna. Tentativo che trova in questo elaborato piena espressione e che nasce dunque non da un disinteresse nei confronti delle problematiche legate alla montagna, ma dalla premura di cercare di intervenire e provare a cambiare laddove la situazione è molto grave.

Bibliografia 6

Bailey RG (1996) Ecosystem geography. Springer, New York.

Brandt J, Tress B, Tress G (2000) Multifunctional landscapes: interdisciplinary approaches to landscape research and management. Centre for Landscape Research, Roskilde.

Forman RTT, Godron M (1986) Landscape Ecology. John Wiley e Sons, New York.

Ingegnoli V (1991) Human influences in landscape change: thresholds of metastability. In: Ravera O (ed) Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. Ellis Horwood, Chichester, England, pp 303-309

Ingegnoli V (1993) Fondamenti di ecologia del paesaggio. Città Studi, Milano.

Ingegnoli V (1999b) Ecologia del paesaggio. In: Baltimore D, Dulbecco R, Jacob F, Levi-Montalcini R (eds) Frontiere della vita, vol 4. Istituto per l'Enciclopedia Italiana G. Treccani, Roma, pp 469-485.

Ingegnoli V (2002) Landscape ecology: a widening foundation. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Ingegnoli V (2005) An innovative contribution of landscape ecology to vegetation science. Israel Journal of Plant Sciences 53: 155-166.

Ingegnoli V (2011) Bionomia del paesaggio. L'ecologia del paesaggio biologico-integrata per la formazione di un "medico" dei sistemi ecologici.

Ingegnoli V, Giglio E (2005) Ecologia del paesaggio: manuale per conservare, gestire e pianificare l'ambiente. Sistemi editoriali SE, Napoli.

Lorenz K (1978) Vergleichende Verhaltensforschung: Grundlagen der Ethologie. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Mac Arthur RH, Wilson EO (1967) The Theory of island biogeography. Princeton University Press, New York.

Mac Arthur RH, Wilson EO (1972) Geographical Ecology: patterns in the distribution of species. Princeton University Press, New York.

Naveh Z, Lieberman A (1984) Landscape ecology: theory and application. Springer, Berlin **H**eidelberg New York.

Naveh Z (2000) Introduction to the theoretical foundations of multifunctional landscapes and their application in transdisciplinary landscape ecology. In: Brandt J, Tress

B, Tress G (eds) Multifunctional landscapes: interdisciplinary approaches to landscape research and management. Centre for Landscape Research, Roskilde.

Odum EP (1983) Basic Ecology. CBS College Publ. USA

O'Neill RV, De Angelis DL, Waide JB et al (1986) A hierarchical concept of ecosystems. Princeton University Press, New York.

Vocabolario Treccani

Von Bertalanffy L (1968) General system theory, foundations, development and applications. George Breziller, New York.