GREEN&BLUE INFRASTRUCTURE STRATEGICAMENTE PIANIFICATE

_ linee guida _approfondimento 3

Blue Green City

Interreg Europe

European Union
European Regional Development Fund

GREEN&BLUE INFRASTRUCTURE STRATEGICAMENTE PIANIFICATE _LINEE GUIDA

Regione Piemonte
Direzione **Ambiente, Energia e Territorio - Direttore: Stefania Crotta**
Settore **Sviluppo sostenibile, biodiversità e aree naturali** – Dirigente **Jacopo Chiara**
Project manager **Maria Quarta**
Gruppo di lavoro **Sarah Braccio, Silvia Loffredo**

COORDINAMENTO SCIENTIFICO ED EDITORIALE
Gioia Gibelli

GRUPPO DI LAVORO
Studio Gioia Gibelli: Gioia Gibelli, Luca Dorbolò, Viola Dosi, Ester Yembi Pagnoni, Ippolito Tarantino
Torino NordOvest - ToNo: Annalisa Magone, Paola Mussinatto

Il contenuto anche parziale della presente pubblicazione può essere riprodotto solo citando la fonte bibliografica
La redazione raccomandata per la citazione bibliografica di questo volume è la seguente:

Gibelli G. et al (2022). *Green&Blue infrastructure strategicamente pianificate - Linee guida. Regione Piemonte*

REGIONE PIEMONTE

Blue Green City
Interreg Europe

European Union
European Regional Development Fund

GG STUDIO GIOIA GIBELLI

ToNo

green &blue

APPROFONDIMENTO_03

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Introduzione

Alcuni aspetti di Vulnerabilità e Resilienza possono essere descritti con strumenti di misura del mosaico paesistico ambientale (**INDICATORI SPAZIALI**).

Gli indicatori spaziali sono utilizzati per descrivere quali-quantitativamente lo stato dei sistemi paesistici e le esigenze correlate alle vulnerabilità e alle resilienze riscontrate. Contribuiscono inoltre a definire obiettivi di sostenibilità e limiti di trasformazione, a indicare gli orientamenti più adatti e a monitorarne le variazioni.

Gli indicatori sono elaborati a partire dall'uso del suolo, quindi sulle configurazioni spaziali degli elementi che costituiscono il paesaggio, e sono facilmente applicabili a diversi scenari temporali.

Gli indicatori spaziali selezionati in relazione alla loro significatività nei confronti dei fattori di vulnerabilità territoriale alle diverse scale sono:

- Matrice
- Eterogeneità paesaggistica (H)
- Habitat Standard Pro Capite (HS)
- HS Funzioni [Protettiva-PT, Produttiva-PD, Abitativa-AB, Sussidiaria-SS] Pro Capite
- Indice di dispersione insediativa (DI)
- Biopotenzialità territoriale (Btc) [Btc media, Btc habitat antropici (Hu), Btc habitat (para)naturali (Hn), % Btc Hn/Btc media]
- Indice di superficie drenante (Idren)

Seguono le schede esplicative delle modalità di calcolo e la lettura dei valori elaborati.

GLI INDICATORI SPAZIALI

Sono significativi in quanto:

- i Piani e i Progetti agiscono sulla trasformazione di un territorio, quindi sulle configurazioni spaziali degli elementi che costituiscono il mosaico ambientale (parte oggettivabile del paesaggio): gli indicatori spaziali sono sensibili alle trasformazioni di suolo e, pertanto, facilmente monitorabili;
- sono strumenti sintetici che "raccolgono" quanto accaduto nel territorio integrando più variabili ambientali: si pensi agli effetti dei processi di frammentazione e/o di introduzioni di oggetti territoriali estranei al contesto preesistente;
- se opportunamente scelti, sono relazionabili alle variazioni qualitative delle diverse componenti e fattori ambientali che, nel loro insieme, costituiscono la parte ambientale del paesaggio;
- sono applicabili a diversi ambiti territoriali, consentendo di confrontarli evidenziandone differenze e caratteri propri, nonché di individuare criteri specifici di governo dei territori caratterizzati da differenti condizioni di Vulnerabilità/Resilienza;
- si prestano ad essere impiegati nei monitoraggi, in quanto si tratta di strumenti semplici, implementabili con i dati territoriali che normalmente dovrebbero essere prodotti dagli strumenti di pianificazione ai vari livelli nel loro processo di formazione e controllo;
- sono facilmente comunicabili, aspetto che li rende strumenti idonei ad essere utilizzati durante i percorsi partecipativi di pianificazione, progettazione e valutazione.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

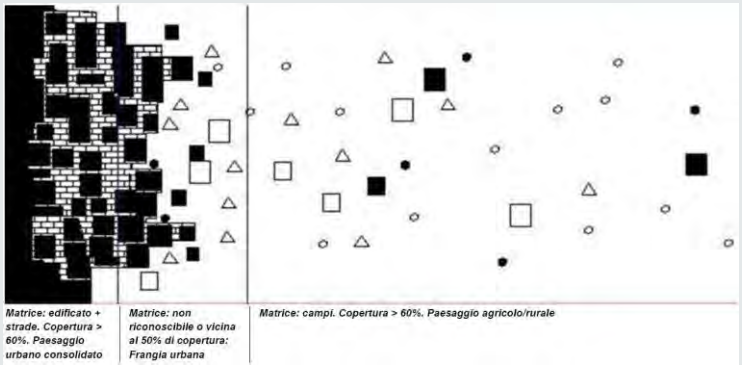
Matrice

Definizione

La Matrice di un paesaggio è formata dall'elemento o dall'insieme di elementi maggiormente diffusi e/o connessi in un mosaico, che determinano la strutturazione e i caratteri identitari di base della matrice e che regolano processi e funzioni interne ad un ambito.

Principi di riferimento

Uno degli aspetti più importanti riguarda la definizione di quali siano gli elementi "dominanti" del mosaico.
Ad esempio un paesaggio agrario sarà definito da elementi quali campi, siepi, strade interpoderali, cascine/edifici rurali, reticolo irriguo. Di questi, probabilmente, i campi e, scendendo di scala, alcune colture, rappresenteranno gli elementi più diffusi e tra di loro connessi.



L'immagine illustra la transizione spaziale tra città e campagna. I limiti possono essere individuati in base al variare della densità e delle configurazioni degli insediamenti, di tipi di elementi presenti e di tipo di eterogeneità del mosaico.

Modalità di calcolo

Unità di misura: [%]
Dati necessari: Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.

Procedimento:
Individuati gli elementi dominanti, la matrice si misura in % di presenza degli usi del suolo dominanti in rapporto alla superficie complessiva dell'area studio.

Classi di vulnerabilità

	Stabilità bassa e alta vulnerabilità	*Matrice ≤ 50%*
	In transizione e alta vulnerabilità	*50% < Matrice ≤ 60%*
	Stabile, bassa vulnerabilità	*Matrice > 60%*

La matrice è riconoscibile quando gli elementi che la compongono raggiungono una percentuale di copertura pari almeno al 51% della superficie complessiva (Forman, Land Mosaic, the ecology of landscapes and regions, 1995). Per essere stabile dovrebbe avere almeno il 60% del territorio coperto dagli elementi che la definiscono.
Quando la matrice non è evidente, in genere siamo di fronte o a un degrado, dovuto alla mancanza di struttura del sistema, o ad una dinamica di trasformazione in atto.
In generale, più una matrice è perforata, più è labile. Ma se gli elementi che la perforano sono sinergici o complementari alla matrice, la possono arricchire, viceversa se sono estranei alle funzioni della matrice, la indeboliscono ulteriormente. Gli ambienti con una forte presenza di elementi non compatibili sono più fragili e pertanto più vulnerabili.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Eterogeneità paesaggistica

Definizione

L'Eterogeneità è un indice strutturale che misura la diversità prodotta dai differenti tipi ed estensioni di elementi che costituiscono un paesaggio. Fornisce valide indicazioni anche nei confronti delle potenzialità dei luoghi nei confronti della percezione antropica.

Principi di riferimento

Il grado di eterogeneità è in relazione alla capacità di mantenimento dell'equilibrio dei sistemi paesistici:

alto valore di eterogeneità

- in cui gli elementi sinergici e/o complementari sono prevalenti, fa riferimento alla plurifunzionalità degli elementi, che in genere aumenta la resilienza (capacità di recupero) ma abbassa l'efficienza degli ecosistemi stessi

- in cui sono presenti numerosi elementi incompatibili e in contrasto, indica aumento di frammentazione e perdita della matrice paesistica. L'aumento va letto in senso negativo, perché può indurre ad una destrutturazione del sistema

basso valore di eterogeneità

- generalmente significa banalizzazione, monofunzionalità o specializzazione delle tessere paesistiche del sistema/ambito paesistico, con conseguente scarsa capacità di auto riequilibrio (vulnerabilità)

Modalità di calcolo

Unità di misura: [adimensionale]
Dati necessari: Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.

Procedimento:
Si propone l'indice di diversità biologica di Shannon-Wiener, applicato agli usi del suolo considerandone la superficie occupata. Si calcola con la seguente formula $H=-\sum[(Ae/Atot)*\ln(Ae/Atot)]$, dove (Ae/Atot) = rapporto tra la superficie occupata complessivamente da ogni uso del suolo (Ae) e l'area di studio (Atot).

Classi di vulnerabilità

	Alta vulnerabilità	*H Shannon < 1,0*
	Media vulnerabilità	*1,0 < H Shannon < 1,5*
	Bassa vulnerabilità	*H Shannon > 1,5*

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Habitat Standard Pro Capite 1/2

Definizione

L'Habitat Standard pro-capite (HS) è definibile come l'inverso della Densità Ecologica (o ottimale) di popolazione nel suo specifico habitat (IngegnoliV., Giglio E., 2005).
HS può essere considerato uno standard ecologico che mette in relazione lo spazio effettivamente utilizzato dall'uomo per vivere con il numero di individui che utilizzano quello spazio; tale rapporto ne caratterizza il tipo di paesaggio.

Principi di riferimento

L'HS nasce dal ragionamento sulla capacità dei territori di sostenere le funzioni umane, al fine di definire soglie quantitative che possano costituire un riferimento per valutare, in modo speditivo e sintetico, la sostenibilità delle pressioni antropiche su un determinato ambito. Il ragionamento parte dalle ricerche di Odum (Odum E. P., 2001 e 2006) sui rapporti tra Densità di popolazione e capacità portante di un dato territorio.
A seconda dei tipi di paesaggi antropici, intesi come sistemi integrati ambientali e culturali, avremo densità diverse, in base alle diverse produttività dei suoli e, in generale, alle disponibilità di risorse presenti.
Ai fini del governo del territorio, è parso più utile esprimere il concetto di densità ottimale nel suo inverso, sostituendo ab/km², con "m² pro capite", così da esprimere in modo diretto lo spazio disponibile per le risorse necessarie alla vita di ogni individuo.

HS considera solo il territorio realmente occupato dall'uomo per l'espletamento delle sue funzioni vitali (*abitative* residenza, cultura e ricreazione, *produttive* riferite alla produzione di cibo, *sussidiarie* riferite alle attività di spostamento, produzioni industriali e ai servizi tecnologici, *protettive* legate alla protezione dell'ambiente utilizzato, al riequilibrio biologico e ai servizi ecosistemici inclusi o più prossimi agli ambienti antropici). Tale spazio viene denominato Habitat Umano (HU). Il restante territorio dove dominano le funzioni naturali è invece chiamato Habitat Naturale (HN) e non entra nel calcolo di HS.

Modalità di calcolo

Unità di misura: [m²/ abitante]
Dati necessari:

- Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.
- Abitanti o Abitanti Equivalenti che insistono sull'area studio

Procedimento:
Estratti gli usi del suolo, a questi sono attribuiti valori di HU da 100% (insediamenti, infrastrutture, ecc.) per gli usi che svolgono funzioni completamente antropiche, a 0% (zone umide, ghiacciai, aree di importanza naturalistica in genere, ecc.) per quelli che svolgono funzioni completamente naturali. Alle tipologie di uso che esplicano funzioni sia antropiche che naturali (es: boschi in prossimità degli insediamenti, aree rurali, pascoli, ecc.), sono attribuite % differenziate di HU. Sono poi calcolate le superfici pro capite di HU.

Valori di HU assegnati alle tipologie di uso del suolo

ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	% HU
Paludi, Torbiere, Formazioni legnose riparie, Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione naturale, Cespuglieti e arbusteti, Aree percorse da incendi, Praterie e brughiere di alta quota, Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti, Zone aperte con vegetazione rada o assente indifferenziate	0
Faggete, Querceti di rovere, Querceti di roverella, Aree con vegetazione rada	10
Boschi a prevalenza di latifoglie indifferenziati, Acero-tiglio-frassineti, Boschi a prevalenza di conifere indifferenziati, Bacini d'acqua naturali	20
Corpi idrici attivi (fiumi e torrenti)	25
Querco-carpineti, Castagneti, Prati stabili e pascoli	30
Castagneti da frutto, Boschi misti di conifere e latifoglie	40
Robinieti	50
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	60

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Habitat Standard Pro Capite 2/2

ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	% HU
Aree estrattive, Bacini d'acqua artificiali a destinazione produttiva, Canali e idrovie, Colture permanenti indifferenziate, Frutteti e frutti minori indifferenziati, Pescheti e Meleti, Noccioleti	90
Oliveti, Bacini d'acqua indifferenziati	95
Arboricoltura da legno indifferenziata, Pioppeti, Actinidieti, Seminativi semplici in aree irrigue, Vigneti, Vivai in aree indifferenziate, Seminativi semplici in aree indifferenziate, comprende anche Territori agricoli indifferenziati, Aree verdi artificiali non agricole indifferenziate, Colture orticole a pieno campo in aree indifferenziate, Seminativi semplici in aree non irrigue, Risaie, Cimiteri, Tessuto urbano rado, Aeroporti, Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci), Serre e tunnel in aree indifferenziate, Tessuto urbano discontinuo, Aree estrattive, discariche e cantieri indifferenziati e Discariche e depositi di cave, miniere e industrie, Tessuto urbano continuo e mediamente denso, Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue, Tessuto urbano continuo e denso, Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense, Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense, Edifici del Tessuto urbano continuo e denso, Edifici del Tessuto urbano continuo e mediamente denso, Edifici del Tessuto urbano discontinuo, Edifici del Tessuto urbano rado (case sparse), Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue, Reti ferroviarie e spazi accessori, Reti stradali e spazi accessori	100

Interpretazione dei risultati

Ingegnoli ha indicato il valore di HS di un ambito in equilibrio ecologico, oscillante in un range da 780 m²/ab a 1640 m²/ab (Ingegnoli, 2002). Tali valori corrispondono alla superficie minima necessaria per mantenere in vita un uomo in un ambito di paesaggio ecologicamente equilibrato sostenuto da un'economia di sussistenza:

- ogni tipologia di paesaggio detiene un valore soglia minimo e uno massimo. Più è basso il valore, più il carico antropico è elevato;
- più aumenta il valore registrato dall'indice, più ci si allontana dal "minimo vitale" in quanto aumenta lo spazio pro capite destinato alle produzioni agricole, agli elementi di equilibrio ecologico o ad altre funzioni antropiche;
- più diminuisce HS, più bassa è la disponibilità di spazio vitale e di risorse pro capite.

I valori citati [780 m²/ab ÷ 1640 m²/ab], individuando un tipo di paesaggio abbastanza preciso e la sua economia di sussistenza, definiscono la separazione tra:

- tipologie di paesaggi maggiormente produttive di servizi ecosistemici, con valori di HS superiori a 1640 m²/ab: standard superiori a 1640 m2/ab sono riferibili a paesaggi in grado di produrre (servizi ecosistemici di vario genere, in particolar modo i servizi di approvvigionamento derivati dalle attività agricole) più di quanto consumano;
- tipologie di paesaggi con valori minori a 780 m²/ab che consumano le risorse proprie e quelle di territori esterni, ovvero i paesaggi urbani-tecnologici: standard inferiori a 780 m²/ab, sono riferibili a paesaggi il cui metabolismo dipende da quantità crescenti di apporti esterni, e la sostenibilità si riduce con l'abbassamento del valore di HS.

Oggi i valori di HS [780 m²/ab ÷ 1640 m²/ab] corrispondono all'incirca a nuove forme di paesaggio, più precisamente ai paesaggi "rururbani" che costituiscono buona parte dei nuovi paesaggi di frangia urbana, caratterizzati da una notevole alternanza, spesso disorganizzata, tra elementi del paesaggio diversi (alternanza tra coperture e usi del suolo agricoli e urbani, talvolta ecosistemi naturali relitti, idrografia alterata).

Valori standard di HS caratteristici nei paesaggi

Tipologia di paesaggio	Hs (mq/ab)
Urbano ad alta densità	80 - 260
Urbano a media densità	260 - 500
Urbano a bassa densità	500 - 780
Rurale povero/Rururbano/Suburbano	780 - 1640
Agricolo urbanizzato	1640 - 2600
Agricolo	2600 - 6700
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale	> 6700

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Habitat Standard Funzioni 1/2

Definizione

L'Habitat Standard pro-capite (HS) è scomponibile in apparati ecologico-funzionali (Ingegnoli, 2002), cioè in "gruppi" di elementi che si diversificano per funzione prevalente e per quantità e tipologia di energia utilizzata.

Principi di riferimento

HS considera solo il territorio realmente occupato dall'uomo per l'espletamento delle sue funzioni vitali. Queste funzioni possono essere riunite in "gruppi" chiamati "apparati funzionali" (IngegnoliV., 1993) (Ingegnoli V.G.E., 2005).

Gli apparati funzionali dell'habitat umano sono:

- *Protettivo (PT),* costituito dalla vegetazione avente funzione di miglioramento del microclima, ricreativa, culturale, ecc. (quali parchi e giardini, siepi, filari, alberi sparsi, ecc.);
- *Produttivo (PD),* costituito da elementi con funzione di produzione di cibo per l'uomo (quali coltivi, frutteti, ecc.);
- *Abitativo (AB),* costituito da elementi con funzioni legate alle residenze, (quali abitazioni, scuole, centri ricreativi, campi sportivi, ecc.);
- *Sussidiario (SS),* costituito da elementi con funzioni legate alle attività secondiarie e terziarie (quali industrie e infrastrutture, centri commerciali, ecc.).

Ai fini del mantenimento o del raggiungimento di un assetto territoriale equilibrato, è necessario che i quattro tipi di apparati funzionali siano presenti nel territorio in modo bilanciato, in modo tale che non consumino quantitativi di energia sproporzionati rispetto alle effettive esigenze del tipo di paesaggio.

Modalità di calcolo

Unità di misura: [m²/ abitante]
Dati necessari:

- Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.
- Produttività agricola, popolazione, grado di naturalità e antropizzazione degli ecosistemi presenti.
- Abitanti o Abitanti Equivalenti che insistono sull'area studio

Procedimento:
L'Habitat Standard pro-capite viene scomposto in base alla superficie occupata dai singoli apparati funzionali. Sono calcolati valori di HS per apparato confrontabili con standard di riferimento che rappresentano situazioni equilibrate, e registrati eventuali scompensi.
I valori di HS Funzioni sono relativi alle differenti tipologie di paesaggio.

Valori standard di HS Funzioni caratteristici delle diverse tipologie di paesaggio

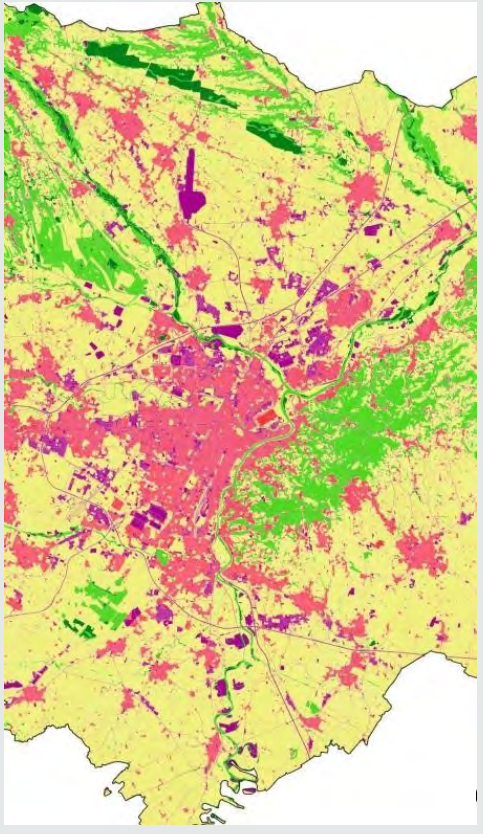
Tipologia di paesaggio	Hs SS (mq/ab)	Hs AB (mq/ab)	Hs PT (mq/ab)	Hs PD (mq/ab)
Urbano ad alta densità	30 - 45	50 - 65	0 - 60	0 - 80
Urbano a media densità	45 - 55	65 - 75	60 - 80	80 - 290
Urbano a bassa densità	55 - 65	75 - 100	80 - 110	290 - 600
Rurale povero/Rururbano/Suburbano	65 - 80	100 - 145	110 - 180	600 - 1400
Agricolo urbanizzato	80 - 100	145 - 180	180 - 240	1400 - 2080
Agricolo	100 - 120	180 - 300	240 - 420	2080 - 4460
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale	> 120	> 300	> 420	> 4460

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Habitat Standard Funzioni 2/2

L'analisi degli apparati funzionali può indirizzare lo sviluppo territoriale; inoltre sono utili per valutare la dotazione pro capite di "verde urbano", di aree agricole e le esigenze o meno di tutela della stessa in una certo ambito di paesaggio.

Legenda della mappa FUNZIONE PREVALENTE	ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	% hu	% PT	% PD	% AB	% SS
ELEMENTO DEL PAESAGGIO/USI DEL SUOLO DI TIPO **NATURALE NON COSTITUENTI HABITAT STANDARD**						
	Paludi; Torbiere; Formazioni legnose riparie; Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione naturale; Cespuglieti e arbusteti; Aree percorse da incendi; Praterie e brughiere di alta quota; Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti; Zone aperte con vegetazione rada o assente indifferenziate	0				
ELEMENTO DEL PAESAGGIO/USI DEL SUOLO DI TIPO PARANATURALE – **HS FUNZIONE PROTETTIVA (PT)**						
	Faggete; Querceti di rovere; Querceti di roverella; Aree con vegetazione rada	10	100			
	Boschi a prevalenza di latifoglie indifferenziati; Acero-tiglio-frassineti; Boschi a prevalenza di conifere indifferenziati; Bacini d'acqua naturali	20	100			
	Corpi idrici attivi (fiumi e torrenti)	25	80			20
	Querco-carpineti; Castagneti	30	100			
	Prati stabili e pascoli	30	50	50		
	Castagneti da frutto	40	60	40		
	Boschi misti di conifere e latifoglie	40	100			
	Robinieti	50	100			
ELEMENTO DEL PAESAGGIO/USI DEL SUOLO DI TIPO ANTROPIZZATO – **HS FUNZIONE PRODUTTIVA (PD)**						
	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	60	30	70		
	Colture permanenti indifferenziate; Pescheti e Meleti	90		100		
	Frutteti e frutti minori indifferenziati	90	10	90		
	Noccioleti	90	30	70		
	Oliveti	95	30	70		
	Arboricoltura da legno indifferenziata; Pioppeti	100	20	80		
	Actinidieti; Vigneti; Vivai in aree indifferenziate, Serre e tunnel in aree indifferenziate	100		100		
	Seminativi semplici in aree irrigue; Seminativi semplici in aree indifferenziate, comprende anche Territori agricoli indifferenziati; Seminativi semplici in aree non irrigue; Risaie	100	5	95		
	Aree verdi artificiali non agricole indifferenziate	100	10	60	30	
	Colture orticole a pieno campo in aree indifferenziate	100		100		
ELEMENTO DEL PAESAGGIO/USI DEL SUOLO DI TIPO ANTROPIZZATO – **HS FUNZIONE ABITATIVA (AB)**						
	Bacini d'acqua indifferenziati	95	5	5	45	45
	Cimiteri; Tessuto urbano rado; Edifici del Tessuto urbano rado (case sparse); Tessuto urbano discontinuo; Edifici del Tessuto urbano discontinuo	100			100	
	Tessuto urbano continuo e mediamente denso; Edifici del Tessuto urbano continuo e denso	100			95	5
	Tessuto urbano continuo e denso; Edifici del Tessuto urbano continuo e mediamente denso	100			90	10
ELEMENTO DEL PAESAGGIO/USI DEL SUOLO DI TIPO ANTROPIZZATO – **HS FUNZIONE SUSSIDIARIA (SS)**						
	Bacini d'acqua indifferenziati	95	5	5	45	45
	Aree estrattive	90	10			90
	Bacini d'acqua artificiali a destinazione produttiva	90				95
	Canali e idrovie	90				100
	Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci)	100			10	90
	Aeroporti; Aree estrattive, discariche e cantieri indifferenziati e Discariche e depositi di cave, miniere e industrie; Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue; Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense; Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense; Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue; Reti ferroviarie e spazi accessori; Reti stradali e spazi accessori	100				100



Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indice di Dispersione Insediativa 1/7

Definizione e principi di riferimento

La dispersione insediativa, ovvero l'"espansione urbana incontrollata", è un fenomeno complesso che incrementa la vulnerabilità complessiva dei sistemi paesistico-ambientali, interferendo sugli aspetti ecologici, percettivi, sociali ed economici. La frammentazione che l'urbanizzazione diffusa determina, influisce sulla possibilità di utilizzo del territorio circostante interferito, sui servizi ecosistemici erogabili dal suolo e sulle relazioni proprie dei sistemi paesistico-ambientali.

La dispersione insediativa aumenta notevolmente gli effetti del consumo di suolo, intaccando superfici molto maggiori rispetto a quelle effettivamente occupate. Si manifesta prevalentemente in ambito periurbano, ove sovente si assiste alla diffusione della città su terreni agricoli periferici, in modo indifferente. Ciò comporta nel tempo la trasformazione di spazi aperti (rurali) in aree edificate, urbanizzate e, contestualmente, produce aree "di risulta" sottoutilizzate, degradate o a rischio di nuove trasformazioni e un "bisogno" di nuovi servizi e infrastrutture.

Ai fini di stimare il "carico" della dispersione insediativa si sono messi a punto degli indici che tengono in considerazione sia il suolo effettivamente consumato, sia le fasce di territorio interferite e le conseguenti aree di "di risulta". Permettono quindi di:

- precisare gli effetti complessivi del consumo di suolo, in quanto si tiene conto delle modalità distributive degli insediamenti oltre che delle quantità di suolo impermeabilizzato;
- cartografare il suolo interferito dagli insediamenti e dalle infrastrutture;
- stimare le quantità complessive di suolo "sprecato";
- individuare le aree a rischio di aumento della vulnerabilità complessiva dei territori interessati, a causa della dispersione insediativa.

A tal fine si sono messi a punto tre indici con significati diversi che, insieme, permettono di definire l'entità del fenomeno:

- *l'indice Forma Insediativa [FI]* restituisce l'abbondanza o meno della superficie interferita generata dagli insediamenti: l'entità di tale superficie varia a seconda della dispersione del modello insediativo, che costituisce un carattere proprio dei paesaggi;
- *l'indice di Occupazione Complessiva [OC]* restituisce il carico insediativo complessivo rispetto agli ambiti spaziali considerati;
- *l'indice di Dispersione Insediativa [DI]* combina i due indici precedenti per fornire una lettura della dispersione calibrata sui modelli insediativi dei diversi ambiti.

Modalità di calcolo

Unità di misura:

- Indice di Forma Insediativa [adimensionale]
- Indice di Occupazione Complessiva [%]
- Indice di Compromissione Paesaggistica [adimensionale]

Dati necessari:

- Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive degli insediamenti e infrastrutture
- Rete infrastrutturale

Procedimento:

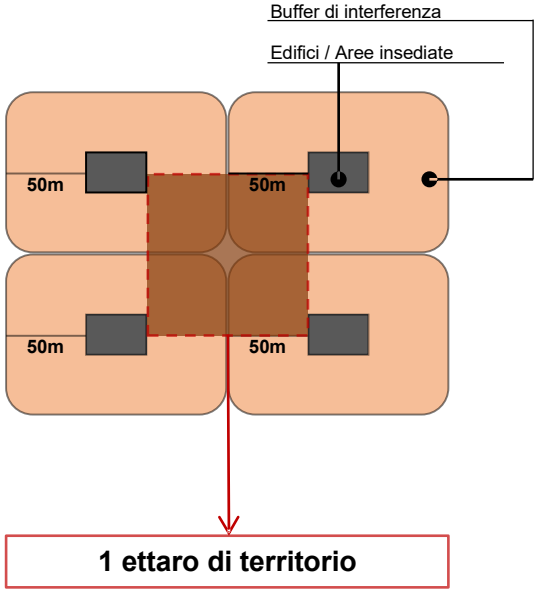
- sono estratti dalla carta di uso gli strati relativi agli insediamenti e la rete infrastrutturale;
- sono individuate le estensioni dei buffer di interferenza delle infrastrutture stradali sulle aree agricole o naturali;
- sono poi individuate le estensioni dei buffer di interferenza tra gli edifici ed il loro contesto.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indice di Dispersione Insediativa 2/7

Usi del suolo relativi agli insediamenti per il disegno dei buffer di interferenza sulle aree agricole o naturali

ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	Superficie costruita (utilizzata)	Buffer per la stima della superficie interferita
Aree estrattive	Estensioni tratte dall'elaborazione effettuata sui poligoni relativi estratti dall'Uso del suolo	50 metri
Bacini d'acqua artificiali a destinazione produttiva		
Bacini d'acqua indifferenziati		
Cimiteri		
Tessuto urbano rado		
Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci)		
Serre e tunnel in aree indifferenziate		
Tessuto urbano discontinuo		
Aree estrattive, discariche e cantieri indifferenziati		
Discariche e depositi di cave, miniere e industrie		
Tessuto urbano continuo e mediamente denso		
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue		
Tessuto urbano continuo e denso		
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense		
Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense		
Edifici del Tessuto urbano continuo e denso		
Edifici del Tessuto urbano continuo e mediamente denso		
Edifici del Tessuto urbano discontinuo		
Edifici del Tessuto urbano rado (case sparse)		
Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue		
Aeroporti		



1 ettaro di territorio, corrisponde a:

- Dimensione minima vitale per gli habitat di alcune specie di uccelli (Dinetti, 2004)
- **Dimensione minima vitale per la sopravvivenza di una attività agricola nella frange urbane** (Gibelli et. Al, 2002)

50 m buffer attorno agli edifici e alle aree insediate

Gli aloni arancioni rappresentano le parti di territorio dove:

- **gli ecosistemi non sono in grado di erogare i SE potenziale**
- **le aree a rischio di abbandono dell'attività agricola**

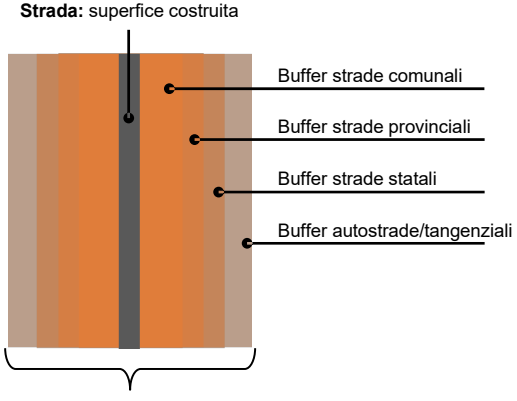
Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

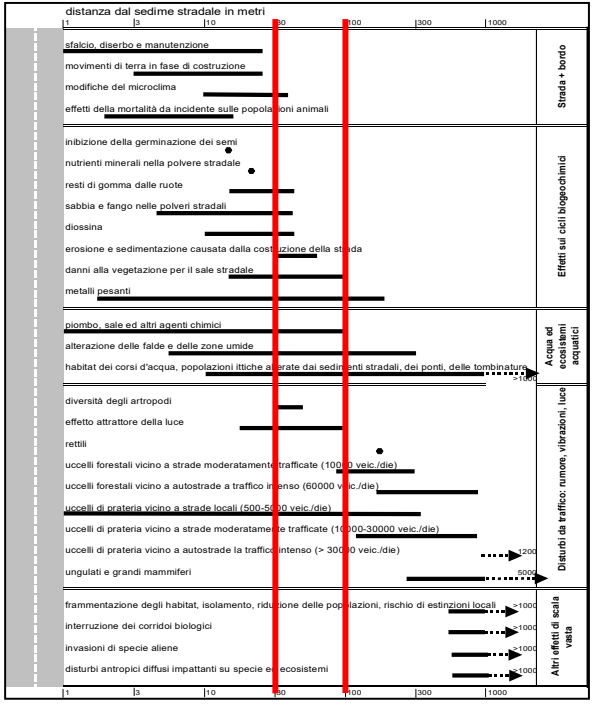
Indice di Dispersione Insediativa 3/7

Usi del suolo e rete infrastrutturale per il disegno dei buffer di interferenza sulle aree agricole o naturali

INFRASTRUTTURE (esterne ai sedimi degli insediamenti)		
Usi del suolo (LAND COVER PIEMONTE 2010)	**Superficie costruita**	**Buffer per la stima della superficie interferita**
Reti ferroviarie e spazi accessori	Estensioni tratte dall'elaborazione effettuata sui poligoni relativi estratti dall'Uso del suolo	50 metri
Reti stradali e spazi accessori		
Tipo strada dal grafo della rete infrastrutturale (viabilità) *	**Superficie costruita**	**Buffer per la stima della superficie interferita**
Autostrada	40 metri	50 metri
Strada statale	10 metri	30 metri
Strada provinciale	7 metri	20 metri
Strada comunale	4 metri	10 metri

**Trattasi di dato lineare da trasformare in poligonale*





Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indice di Dispersione Insediativa 4/7

Misurare la dispersione

Sono definite:

- la **superficie costruita** (sup. cost.) che corrisponde all'occupazione di suolo impermeabilizzato per via dell'edificato e delle infrastrutture;
- la **superficie interferita** (sup. interf.) che corrisponde alle fasce buffer definite per rappresentare le superfici sottoutilizzate o disturbate a causa degli insediamenti;
- la **superficie totale interferita** (tot. interf.) definita dalla somma delle superfici utilizzate e quelle interferite.

Sono calcolati:

- ***l'indice Forma Insediativa [FI],*** è fornito dal rapporto tra tot. interf. e la sup. cost.; tale indice restituisce l'abbondanza o meno della superficie interferita generata dagli insediamenti; l'entità di tale superficie varia a seconda che il modello insediativo si presenti più o meno disperso;
- ***l'indice di Occupazione Complessiva [OC]****,* fornito dal rapporto percentuale tra la superficie dell'ambito (UPA) e la tot. interf.; tale indice restituisce il carico insediativo complessivo rispetto agli ambiti spaziali considerati: più è alto, più aumentano il carico antropico e le pressioni sulle componenti ambientali;
- ***l'indice di Dispersione Insediativa [DI]*** combina i due indici precedenti attraverso il prodotto tra FI e OC

Classi di Vulnerabilità

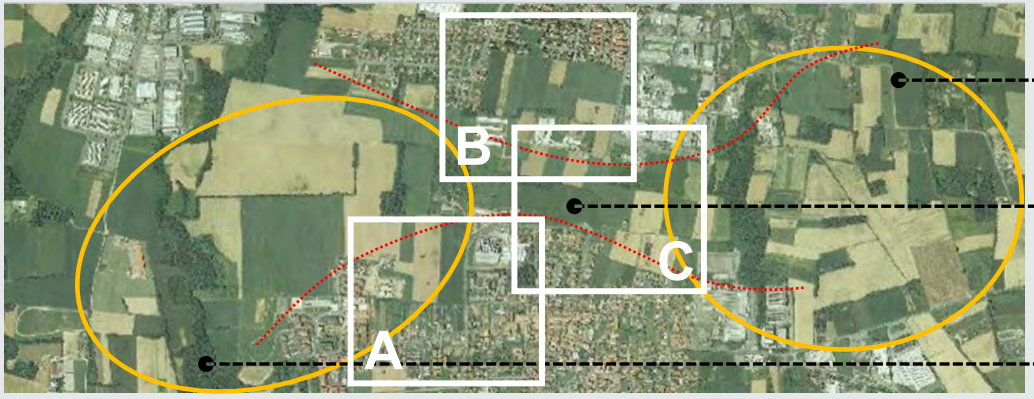
La significatività dei buffer varia in funzione del modello insediativo e dei paesaggi. Infatti i paesaggi di tipo rurale sono strutturalmente connotati da piccoli nuclei urbani e da insediamenti rurali diffusi nel territorio. In questi ambiti è normale che gli edifici interagiscano direttamente con il territorio circostante del quale sono elementi di presidio.
Diverso è il caso degli ambiti caratterizzati da modelli insediativi di tipo suburbano o rururbano. In tali ambiti una percentuale elevata di territorio occupata dai buffer è indicatrice di urbanizzazione diffusa e spreco di suolo, in quanto gli edifici non sono parte attiva dello sviluppo dei paesaggi rurali. Al contrario la presenza insediativa nei paesaggi rurali genera frammentazione, interferenze o, addirittura, conflitti.

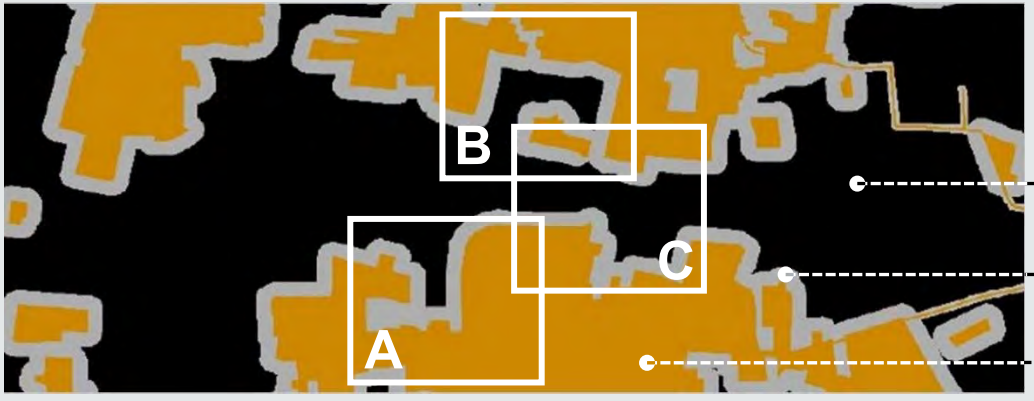
Un alto valore dell'indice di Dispersione Insediativa [DI] è rappresentativo della vulnerabilità dell'ambito in particolare nelle seguenti tipologie di paesaggio individuate da ***Habitat standard:***
Urbano a bassa densità, Rurale povero/Rururbano e Agricolo urbanizzato.

Tipologia di paesaggio (da Habitat standard)	**Incidenza della *DISPERSIONE INSEDIATIVA***
Urbano a media e ad alta densità	*Non incide*
Urbano a bassa densità	*Incide*
Rurale povero/Rururbano	*Incide*
Agricolo urbanizzato	*Incide*
Agricolo	*incide*
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale	*Non incide*

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

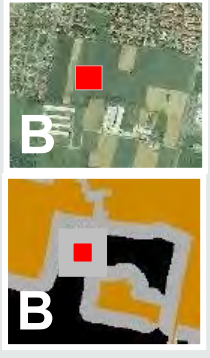
Indice di Dispersione Insediativa 5/7





Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

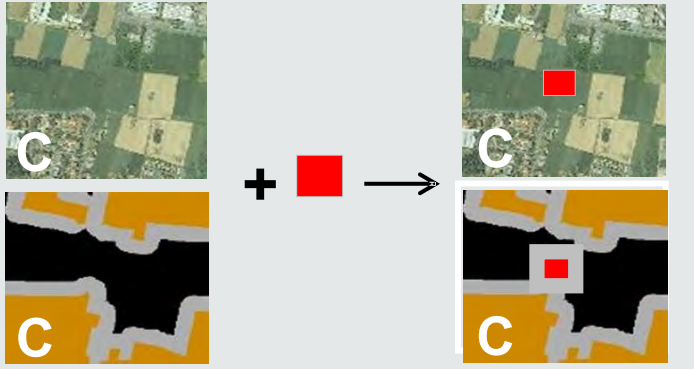
Indice di Dispersione Insediativa 6/7

Stato di fatto	Nuova previsione insediativa	Localizzazione della previsione insediativa	Comportamento degli indicatori	
			Forma Insediativa Diminuisce (situazione di miglioramento) **Occupazione Complessiva** Costante (situazione invariata) **Dispersione Insediativa** Costante/diminuisce (situazione invariata/ di miglioramento)	La previsione insediativa **non determina un peggioramento** degli indicatori rispetto alla situazione dello stato di fatto, in quanto il nuovo elemento si inserisce all'interno di una superficie già interferita. Inoltre, il nuovo elemento contribuisce ad una **compattazione** della forma insediativa.
			**Forma Insediativa** Aumenta (situazione di peggioramento) **Occupazione Complessiva** Aumenta (situazione di peggioramento) **Dispersione Insediativa** Aumenta (situazione di peggioramento)	La previsione insediativa **determina un peggioramento** della situazione dello stato di fatto. In questo caso infatti, il nuovo elemento si inserisce all'interno di un'area libera e NON interferita, determinando un **ulteriore spreco di suolo e di paesaggio**.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indice di Dispersione Insediativa 7/7

Stato di fatto	Nuova previsione insediativa	Localizzazione della previsione insediativa	Comportamento degli indicatori



Forma Insediativa
Aumenta
(situazione di peggioramento)

Occupazione Complessiva
Aumenta
(situazione di peggioramento)

Dispersione Insediativa
Aumenta
(situazione di peggioramento)

La previsione insediativa, oltre a portare ad un aumento della superficie interferita, si localizza in una posizione tale da determinare **l'ostruzione del varco esistente**, di essenziale importanza per il mantenimento delle relazioni funzionali e delle connessioni tra i due ambiti rurali (ambiti rurali 1 e 2).
In questo caso si creano due **ambiti rurali isolati, di estensione limitata e separati** tra loro, con un conseguente **aumento della loro vulnerabilità**.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Biopotenzialità Territoriale 1/2

Definizione

La Biopotenzialità Territoriale, o Capacità Biologica del Territorio (Btc), è una grandezza funzione del metabolismo degli ecosistemi presenti in un certo territorio. E' legata alla vegetazione sia in relazione alla sua capacità di trasformare in biomassa l'energia solare, sia in quanto componente funzionale del mosaico ambientale.
Rappresenta l'energia latente che un sistema ecologico è in grado di esprimere (IngegnoliV.G.E., 2005).

Principi di riferimento

Si tratta di una grandezza che sintetizza le funzioni della vegetazione utili ai fini dell'equilibrio degli ecosistemi; se applicata agli elementi che costituiscono un mosaico ambientale è utilizzabile come indice per:

- fornire una prima approssimazione dello stock dei servizi ecosistemici di regolazione di un determinato territorio;
- aiutare a definire il "ruolo" territoriale dei diversi ambiti territoriali inclusi in un'area geografica, in base ai rapporti reciproci tra le Btc degli Habitat Umani (Btc HU) e quelle degli Habitat naturali (Btc HN);
- stimare il grado di stabilità degli ambiti, le tendenze evolutive e gli effetti di eventuali trasformazioni;
- stimare il deficit biologico indotto da una trasformazione o il grado di depauperamento delle risorse ambientali attraverso il confronto tra soglie temporali.

Ingegnoli (1993, 2002, 2005), a valle di una serie di calcoli ad hoc, ha prodotto i dati di base per il calcolo speditivo della Btc, tra cui i massimi e i minimi dei valori unitari attribuibili ai più diffusi tipi di ecosistemi vegetali. Tali dati sono utilizzabili, a scala vasta, per l'attribuzione dei valori unitari della Btc alle tipologie di uso del suolo.

Modalità di calcolo

Unità di misura: [Mcal/m²/anno]
Dati necessari: Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e delle superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.

Procedimento:
Attribuzione ai vari usi del suolo del valore di Btc unitario che, moltiplicato per la superficie occupata dall'elemento stesso, fornisce il valore di Btc di quell'elemento: la sommatoria delle Btc di tutti gli elementi presenti, divisa per la superficie dell'ambito considerato, fornisce la Btc media di quell'ambito.

Classi di vulnerabilità

	Molto alta	*[Mcal/m2/anno] <1,00*
	Alta vulnerabilità	*1,00 <= [Mcal/m2/anno] < 1,25*
	Medio alta vulnerabilità	*1,25<= [Mcal/m2/anno] < 1,45*
	Media vulnerabilità	*1,45 <= [Mcal/m2/anno] < 1,80*
	Medio bassa vulnerabilità	*1,80<= [Mcal/m2/anno] < 2,35*
	Bassa vulnerabilità	*2,35 <= [Mcal/m2/anno] < 3,00*
	Molto bassa	*[Mcal/m2/anno] >= 3,00*

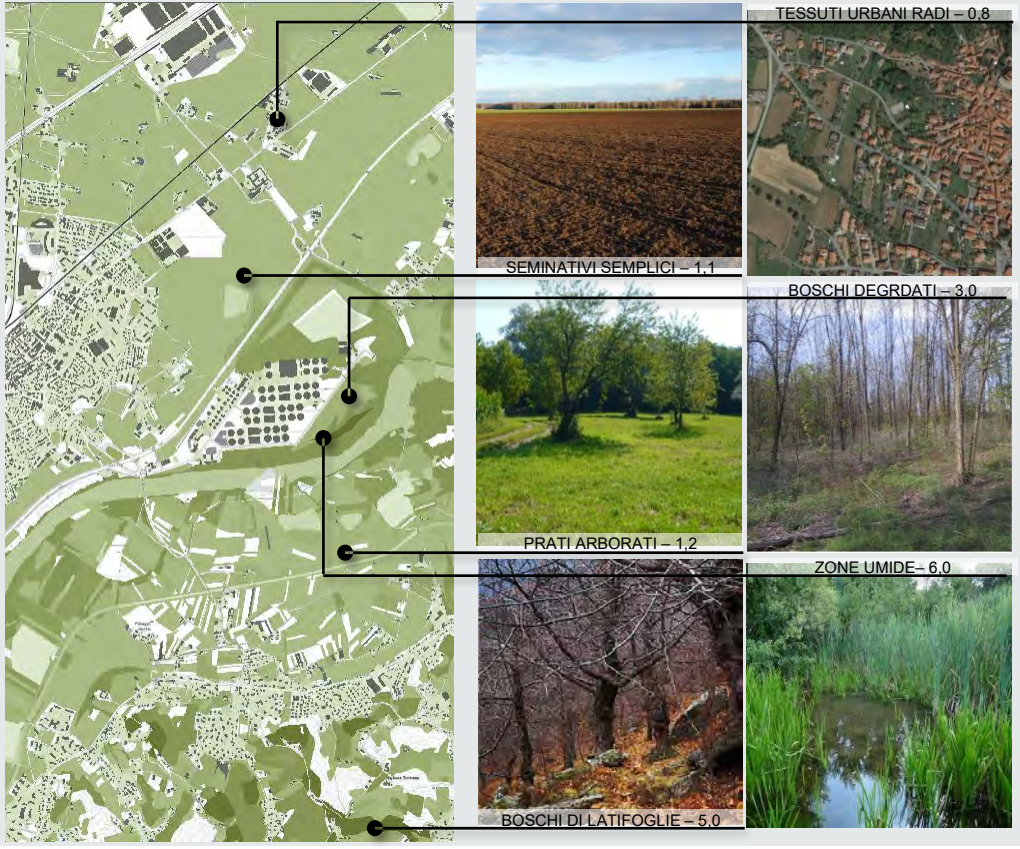
In genere più è alto il valore di Btc media prodotto, maggiore è la capacità di autoregolazione del sistema paesistico ambientale.
La valutazione avviene confrontando i valori di Btc media dell'ambito di riferimento (ad esempio di scala vasta) con quella degli altri ambiti presenti.

- Gli ambiti con valori di Btc media superiori alla media del valore di Btc dell'ambito di scala superiore hanno generalmente funzioni di regolazione dell'intero sistema: mediamente in questi ambiti è presente una buona conservazione/produzione di risorse o un utilizzo limitato per cui le risorse utilizzate sono in grado di rigenerarsi.
- Gli ambiti con valori inferiori possono avere funzioni varie: se prevalentemente naturali hanno funzioni di diversificazione degli habitat (sono un esempio gli ambiti di alta quota), se prevalentemente antropiche hanno funzione prevalente di consumo di risorse.

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Biopotenzialità Territoriale 2/2

Legenda della mappa	ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	Btc prodotta da 1 mq (MCal/y/mq)
	Paludi, Torbiere	6
	Faggete, Querceti di rovere	5,5
	Querceti di roverella, Querco-carpineti, Castagneti da frutto	5
	Boschi a prevalenza di latifoglie indifferenziati	4,5
	Acero-tiglio-frassinieti, Boschi a prevalenza di conifere indifferenziati, Castagneti, Boschi misti di conifere e latifoglie	4
	Formazioni legnose riparie, Robinieti	3,5
	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione naturale, Cespuglieti e arbusteti, Arboricoltura da legno indifferenziata, Pioppeti	2,5
	Aree percorse da incendi, Praterie e brughiere di alta quota, Aree con vegetazione rada, Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti, Noccioleti, Oliveti	2
	Colture permanenti indifferenziate, Frutteti e frutti minori indifferenziati, Pescheti e Meleti	1,6
	Prati stabili e pascoli, Actinidieti, Seminativi semplici in aree irrigue Vigneti, Vivai in aree indifferenziate	1,2
	Seminativi semplici in aree indifferenziate, comprende anche Territori agricoli indifferenziati	1,1
	Aree verdi artificiali non agricole indifferenziate, Colture orticole a pieno campo in aree indifferenziate, Seminativi semplici in aree non irrigue, Risaie	1
	Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti, Bacini d'acqua naturali, Corpi idrici attivi (fiumi e torrenti)	0,8
	Cimiteri, Tessuto urbano rado	0,6
	Aree estrattive, Bacini d'acqua artificiali a destinazione produttiva, Bacini d'acqua indifferenziati	0,5
	Zone aperte con vegetazione rada o assente indifferenziate, Canali e idrovie, Aeroporti, Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci), Serre e tunnel in aree indifferenziate, Tessuto urbano discontinuo	0,4
	Aree estrattive, discariche e cantieri indifferenziati e Discariche e depositi di cave, miniere e industrie, Tessuto urbano continuo e mediamente denso, Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue	0,3
	Tessuto urbano continuo e denso, Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense	0,2
	Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense, Edifici del Tessuto urbano continuo e denso, Edifici del Tessuto urbano continuo e mediamente denso, Edifici del Tessuto urbano discontinuo, Edifici del Tessuto urbano rado (case sparse) Edifici delle Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue, Reti ferroviarie e spazi accesso, Reti stradali e spazi accessori	0



Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Indice di superficie drenante 1/2

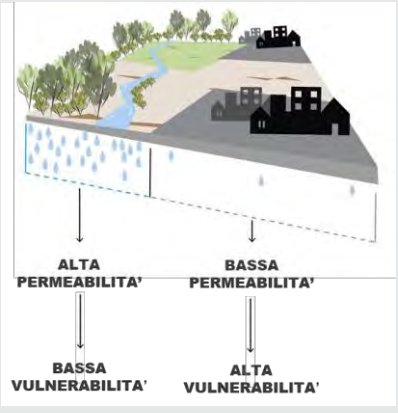
Definizione

L'indice rappresenta la percentuale di suolo non impermeabilizzato all'interno di un dato ambito ed è dato dal rapporto tra la superficie drenante e la superficie totale di ogni ambito.

Principi di riferimento

L'impermeabilizzazione del suolo è uno degli effetti dell'urbanizzazione che più incidono sulla riduzione dei Servizi Ecosistemici erogati dal suolo e sull'aumento di vulnerabilità dei sistemi ambientali. Quanto alle acque meteoriche, l'impermeabilizzazione dei suoli tende a ridurne i tempi di corrivazione.
Ciò determina:

- l'intensificazione dei fenomeni alluvionali, riducendo le quantità d'acqua infiltrata a ricarica delle falde;
- la necessità di realizzare reti di collettamento che, per essere efficienti, necessitano di un alto livello di complessità che spesso contrasta con la facilità d'uso, l'efficienza di funzionamento e i costi di gestione;
- la riduzione della quantità e qualità dei servizi ecosistemici e paesaggistici erogati dal suolo libero.



Modalità di calcolo

Unità di misura: [%]
Dati necessari: Mappa dell'uso del suolo dell'area di studio e superfici complessive delle diverse tipologie di usi del suolo.

Procedimento:
Attribuzione ai vari usi del suolo del coefficiente di permeabilità K dren. La formula utilizzata è la seguente Idren = (Auso * K_dren)/ AUTdP.
Dove:

Idren = indice di superficie drenante
Auso = superficie totale di un elemento
K_dren = coefficiente di sup. drenante dell'elemento iesimo
AUTdP = area dell'ambito considerato

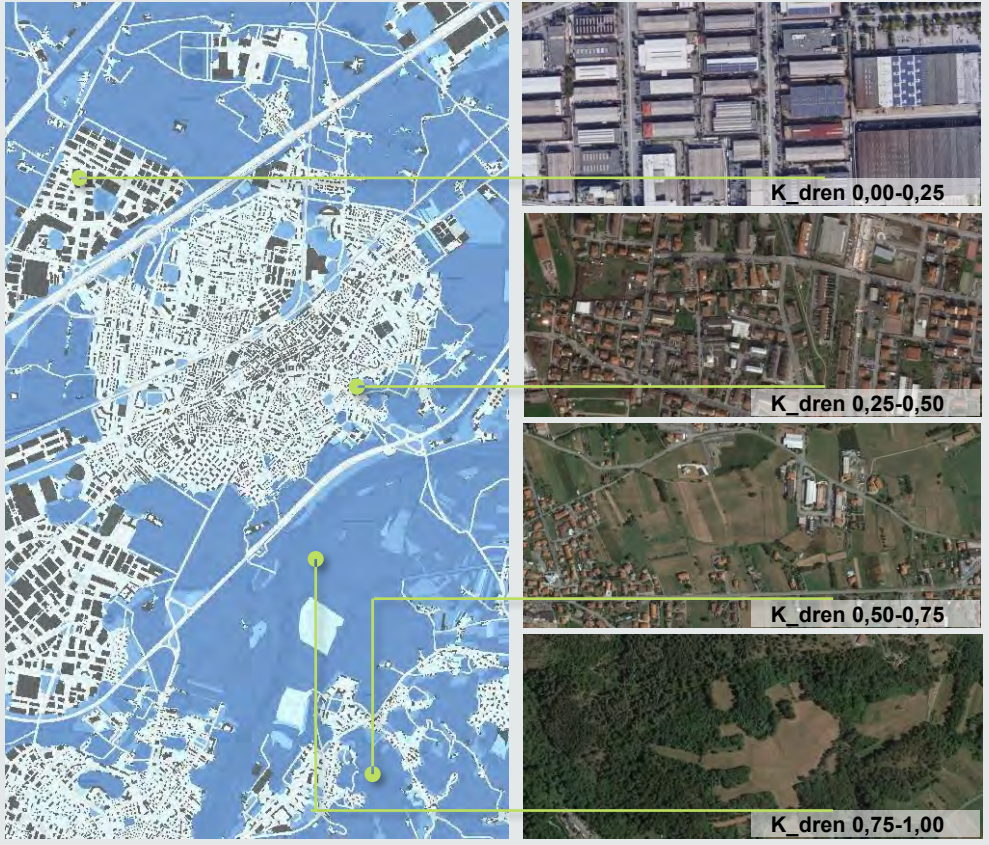
Classi di vulnerabilità

	Alta vulnerabilità	*Idren < 65%*
	Medio alta vulnerabilità	*65% <= Idren < 75%*
	Media vulnerabilità	*75% <= Idren < 85%*
	Medio bassa vulnerabilità	*85% <= Idren < 95%*
	Bassa vulnerabilità	*Idren >= 95%*

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

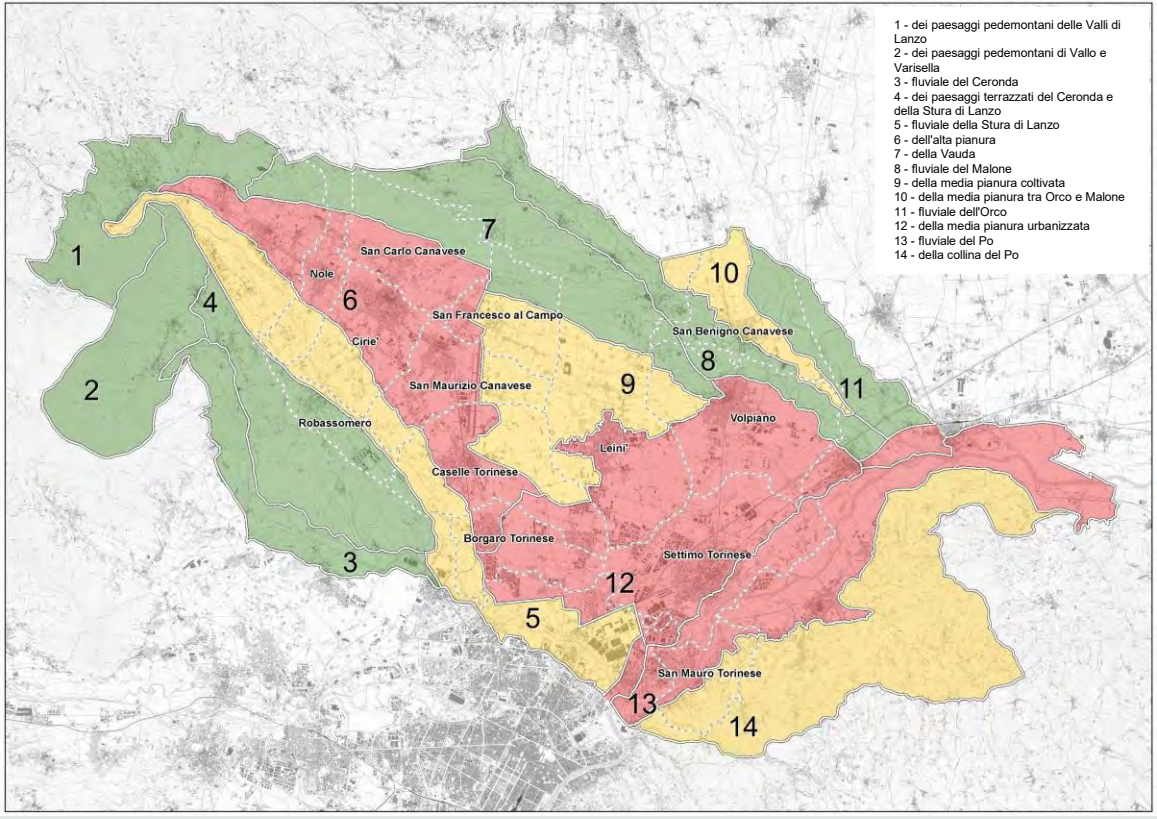
Indice di superficie drenante 2/2

Legenda della mappa	ELEMENTO DEL PAESAGGIO (Land Cover Piemonte 2010, livello 4)	K_Idren%
	Paludi; Torbiere; Faggete; Querceti di rovere; Querceti di roverella; Querco-carpineti; Castagneti da frutto; Boschi a prevalenza di latifoglie indifferenziati; Acero-tiglio-frassineti; Boschi a prevalenza di conifere indifferenziati; Castagneti; Boschi misti di conifere e latifoglie; Formazioni legnose riparie; Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione naturale; Cespuglieti e arbusteti; Aree percorse da incendi; Praterie e brughiere di alta quota; Aree con vegetazione rada; Prati stabili e pascoli; Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti; Bacini d'acqua naturali; Corpi idrici attivi (fiumi e torrenti); Zone aperte con vegetazione rada o assente indifferenziate	1
	Robinieti; Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti; Frutteti e frutti minori indifferenziati, comprende anche Pescheti e Meleti; Noccioleti e Oliveti; Arboricoltura da legno indifferenziata; Pioppeti; Actinidieti; Seminativi semplici in aree irrigue; Vigneti; Seminativi semplici in aree non irrigue; Risaie; Seminativi semplici in aree indifferenziate, comprende anche Territori agricoli indifferenziati	1
	Canali e idrovie; Colture permanenti indifferenziate; Bacini d'acqua indifferenziati; Aree verdi artificiali non agricole indifferenziate; Colture orticole a pieno campo in aree indifferenziate	0,90
	Aree estrattive e Bacini d'acqua artificiali a destinazione produttiva	0,85
	Vivai in aree indifferenziate	0,70
	Cimiteri; Edifici e Tessuto urbano rado (case sparse)	0,60
	Aeroporti	0,50
	Impianti sportivi (calcio, atletica, tennis, sci); Serre e tunnel in aree indifferenziate; Aree estrattive, discariche e cantieri indifferenziati e Discariche e depositi di cave, miniere e industrie	0,20
	Edifici e Tessuto urbano discontinuo	0,10
	Edifici e Tessuto urbano continuo e mediamente denso; Edifici e Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione discontinue; Edifici e Tessuto urbano continuo e denso; Edifici e Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione continue e dense; Reti ferroviarie e spazi accessori; Reti stradali e spazi accessori	0



Criteri per la delimitazione delle UPA

Livelli sintetici di vulnerabilità delle Unità Paesistico Ambientali



Le UPA si dividono in 3 macro classi.

Le UPA regolatrici conservano il capitale naturale ed erogano SE a supporto dell'equilibrio ecosistemico di tutta l'area pilota. Nelle UPA regolatrici sono presenti le GBI che definiscono la struttura fondante della rete.

Le UPA dissipatrici sono energivore, non producono SE e utilizzano quelli prodotti da altre UPA dell'area pilota. Sono UPA che necessitano di energici interventi di ricostruzione, tramite le GBI e le Nature Based Solution, degli ecosistemi in grado di erogare SE. Tra queste si segnala con particolare criticità, specie in riferimento alle GBI, la UPA 13 «fluviale del Po» che, allo stato attuale, mostra una situazione di svantaggio e incapacità nello svolgimento delle funzioni ambientali ed ecosistemiche.

Le UPA vulnerabili sono quelle UPA nelle quali la pressione antropica è abbastanza contenuta. Tuttavia si tratta di ambiti in equilibrio instabile, ambiti nei quali ulteriori e frequenti piccole trasformazioni, possono determinare una tendenza negativa verso la classe di UPA dissipatrici. Tra queste si segnala con particolare criticità, specie in riferimento alle GBI, la UPA 5 «fluviale della Stura» che, peraltro, risulta molto diversificata tra i tratti di monte (alterazioni e regimazioni in alveo) e valle (assenza di spazio fluviale/attraversamenti urbani/pressioni antropiche).

Indicatori spaziali per la stima dei livelli di vulnerabilità

Relazioni tra fattori di vulnerabilità e indicatori spaziali

Gli indicatori spaziali sono stati selezionati in relazione alla loro significatività nei confronti dei fattori di Vulnerabilità territoriale a scala vasta.

Nella tabella sono rappresentate le relazioni tra fattori di vulnerabilità e indicatori spaziali.

- **La prima riga riporta i fattori di vulnerabilità**
- **La prima colonna riporta gli indicatori spaziali**
- **Le caselle verdi indicano la significatività dell'indicatore nei confronti del fattore di vulnerabilità incrociato.**

fattori di vulnerabilità / Indicatori spaziali	Iperstrutturazione del territorio	Specializzazione degli elementi	Incompatibilità reciproca tra elementi	Intensità d'uso delle risorse e elevata concentrazione di una medesima popolazione	Urbanizzazione diffusa e riduzione della integrità ecosistemica	Velocità delle trasformazioni
Matrice	■	■	■			A diverse soglie storiche
Indice di eterogeneità paesaggistica (H)	■	■	■		■	
Habitat Standard Pro Capite (HS)	■			■	■	
HS Funzione PT Pro Capite					■	
HS Funzione PD Pro Capite		■		■	■	
HS Funzione AB Pro Capite				■	■	
HS Funzione SS Pro Capite	■	■		■	■	
Indice di Compromissione Paesaggistica (CP)	■		■		■	
Biopotenzialità territoriale (Btc)		■			■	
Indice di superficie drenante (I dren)	■			■		

** HS è inserito per il suo significato di descrittore del carico antropico. In realtà HS è anche il punto di partenza per l'individuazione degli standard riferibili alle diverse tipologie di paesaggio.*

BANCHE DATI PER L'ELABORAZIONE DEGLI INDICATORI

LAND COVER PIEMONTE: CLASSIFICAZIONE USO DEL SUOLO 2010 (VETTORIALE)

Strato informativo in formato vettoriale dell'uso e della copertura del suolo (IV livello).

Risorsa online
(https://www.geoportale.piemonte.it/cms/progetti/land-cover-piemonte)

INFRASTRUTTURE (VETTORIALE)

Archi corrispondenti alle mezzerie delle autostrade tratte da cartografia IGM 1:100000 con integrazioni successive (fino al 1993) su indicazioni della Regione e delle Società Autostrade (cartografia in scala 1:25000).
Risorsa online
https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:4c1fa6d0-1915-4610-be1a-67ee521ea400

Archi corrispondenti alle mezzerie di strade statali, superstrade e tangenziali, tratti da cartografia IGM 1:100000 (1952-1966) con aggiornamenti segnalati da Regione Piemonte e Province (fino al 1991), Successivi (fino al 1991).
Risorsa online:
https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:ccb43c9c-5b66-4aa5-b14a-d8db03a3362c

Archi corrispondenti alle mezzerie delle strade provinciali, tratte da cartografia IGM 1:100000 (1952-1966) con aggiornamenti (fino al 1991) indicati dalle Province.
Risorsa online
https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/r_piemon:79964631-e3cd-491e-9531-6b0d547ff73d