

MANUALE DI VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ DELLE INFRASTRUTTURE VERDI

Strumento di supporto alle decisioni



MANUALE DI VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ' DELLE INFRASTRUTTURE VERDI - STRUMENTO DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

La versione in lingua inglese del manuale è stata redatta come Prodotto O.T2.1 del Progetto Interreg Central Europe MaGICLandscapes "Managing Green Infrastructure in Central European Landscapes", finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (ERDF). La pubblicazione è disponibile anche in ceco, tedesco, italiano e polacco e può essere scaricata dal [sito del progetto](#).

Partner capofila del progetto:

Technische Universität Dresden
Facoltà di Scienze Ambientali
Cattedra di Telerilevamento, Professor Dr. Elmar Csaplovics
Helmholtzstr. 10
01069 Dresda

Autori del presente manuale:

Florian Danzinger⁷, Mita Drius⁷, Stefan Fuchs⁷, Thomas Wrbka⁷, Christopher Marrs¹, Anke Hahn¹, Simonetta Alberico⁹, Gabriele Bovo⁹, Simone Ciadamidaro¹⁰, Martin Erlebach⁶, David Freudl⁸, Stefania Grasso⁹, Zygmunt Jata⁴, Henriette John⁵, Mariarita Minciardi¹⁰, Marco Neubert⁵, Gian Luigi Rossi¹⁰, Hana Skokanová², Tomáš Slach², Sven Riedl³, Paola Vayr⁹, Dorota Wojnarowicz⁴

- ¹ [Technische Universität Dresden, Germania](#)
- ² [Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Repubblica Ceca](#)
- ³ [The Saxony Foundation for Nature and Environment, Germania](#)
- ⁴ [Karkonosze National Park, Polonia](#)
- ⁵ [Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development, Germania](#)
- ⁶ [The Krkonoše Mountains National Park, Repubblica Ceca](#)
- ⁷ [University of Vienna, Austria](#)
- ⁸ [Thayatal National Park, Austria](#)
- ⁹ [Città Metropolitana di Torino](#)
- ¹⁰ [ENEA - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, Italia](#)

Editori: Florian Danzinger, Mita Drius, Stefan Fuchs, Thomas Wrbka, Christopher Marrs

Layout: Anke Hahn

Illustrazione della copertina: [Anja Maria Eisen](#)

Suggerimento di citazione: *Danzinger, F., Drius, M., Fuchs, S., Wrbka, T., Marrs, C. (Ed., 2020). Manuale di valutazione della funzionalità delle infrastrutture verdi - Strumento di supporto alle decisioni Interreg Central Europe Project MaGICLandscapes. Output O.T2.1, Vienna. Con contributi di: F. Danzinger, M. Drius, S. Fuchs, T. Wrbka, C. Marrs, S. Alberico, G. Bovo, S. Ciadamidaro, M. Erlebach, D. Freudl, S. Grasso, Z. Jata, H. John, M. Minciardi, M. Neubert, G.L. Rossi, H. Skokanová, T. Slach, S. Riedl, P. Vayr, D. Wojnarowicz. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html#Outputs>*

Questa pubblicazione è pubblicata con licenza [Creative Commons Attribution - Non-Commercial - No Derivative Works 4.0 International License](#).



Vienna, febbraio 2020



Indice

1	Introduzione e scopo del manuale	5
2	Procedura generale di valutazione della funzionalità e mappatura delle infrastrutture verdi	6
3	Predisposizione della carta della funzionalità delle Infrastrutture Verdi regionali - Lezioni tratte da MaGICLandscapes.....	7
3.1	Definizione degli elementi delle Infrastrutture Verdi e Blu a livello regionale ...	7
3.2	Acquisizione di dati a livello transnazionale, regionale e locale	14
3.3	Predisposizione di carte transnazionali, regionali e locali delle funzionalità delle Infrastrutture Verdi	16
3.3.1	Analisi di connettività.....	16
3.3.1.1	Analisi morfologica spaziale	16
3.3.1.2	Analisi della rete (<i>Network analysis</i>)	20
3.3.1.3	Distanza euclidea.....	22
3.3.1.4	Feedback sull'analisi della connettività	27
3.3.2	Metodologia di mappatura sul campo.....	28
3.3.2.1	Mappatura sul campo	28
3.3.2.2	Visualizzazione dei dati.....	28
3.3.3	Analisi della funzionalità	37
3.3.3.1	Preparazione della matrice della capacità di fornitura di servizi di paesaggio	37
3.3.3.2	Carte di funzionalità regionali.....	40
4	Conclusioni sul metodo di mappatura e sull'utilizzo dei metodi e delle carte	49
	Bibliografia	51



1 Introduzione e scopo del manuale

Il presente Manuale di valutazione della funzionalità delle Infrastrutture verdi è il primo dei prodotti del *Work Package 2* sviluppati come parte del progetto Interreg Central Europe MaGICLandscapes - Managing Green Infrastructure in Central European Landscapes.

È stato progettato come strumento di guida per il lettore attraverso il processo di valutazione di un'Infrastruttura Verde (IV, *n.d.t.* in inglese *Green Infrastructure - GI*) su scala regionale e locale nell'Europa Centrale. Il manuale illustrerà, attraverso esempi pratici, quali sono i passaggi principali per condurre una valutazione della funzionalità delle IV, partendo dalle specificità regionali nella loro definizione, per poi passare alla descrizione di come e perché particolari dataset sono più utili per effettuare tali valutazioni a questo livello. Infine, mostrerà attraverso varie analisi spaziali come si può realizzare una carta delle funzionalità delle IV regionali e locali.

La descrizione del processo di valutazione e mappatura presentata da questo manuale ha lo scopo di fornire un supporto decisionale ad altri utenti che vogliono svolgere compiti simili.

Il manuale descrive, *in primis*, la procedura generale per valutare la funzionalità delle IV. Dopo una breve introduzione alle definizioni di IV e delle differenze nella terminologia a livello locale/regionale, vengono presentati e discussi i dati spaziali disponibili per la valutazione delle IV e delle Infrastrutture Blu (IB) nell'Europa Centrale. Successivamente, vengono riportate le principali metodologie utilizzate per effettuare la valutazione della funzionalità delle IV. Si tratta dell'analisi di connettività (cfr. 3.3.1), della verifica sul campo della metodologia di mappatura (cfr. 3.3.2) e dell'analisi della funzionalità (cfr. 3.3.3). Successivamente vengono presentati i risultati generali e specifici di questo processo di valutazione. Ogni fase della valutazione della funzionalità è spiegata da carte delle aree di caso studio del progetto (cfr. 3.3.3.2). Infine, vengono tratte conclusioni e forniti suggerimenti sulla valutazione della funzionalità.

Il vantaggio della valutazione e dell'analisi di questi dati è l'acquisizione di conoscenze sulla distribuzione spaziale e sulla qualità dell'IV a livello regionale e locale. I risultati di questo manuale aiutano a identificare gli *hot spot* delle reti di IV, così come le IV con un alto valore funzionale o le aree prive di tali elementi.

Queste informazioni, visualizzate nelle carte, sono la base per la pianificazione di ulteriori azioni. Grazie a questi risultati, è possibile sviluppare misure concrete su diverse scale per le aree interessate da IV, al fine di preservare le strutture attuali e l'uso sostenibile del territorio e di espandere la rete di IV all'interno delle aree protette ma anche al di fuori dei loro confini. In questo modo, la gestione dell'IV non solo aiuta a migliorare il paesaggio dal punto di vista ecologico e della conservazione della natura, ma garantisce anche molti servizi paesaggistici da cui l'uomo trae vantaggio o da cui effettivamente dipende.



2 Procedura generale di valutazione della funzionalità e mappatura delle infrastrutture verdi

L'infrastruttura verde (IV) nella pianificazione territoriale coinvolge settori diversi e la sua individuazione e attuazione è un processo fortemente dipendente dalla volontà politica. Ad oggi sono ancora in corso di sviluppo vari strumenti per la valutazione della multifunzionalità degli elementi IV. Esempi di strumenti per la valutazione della multifunzionalità dell'IV includono la combinazione di dati spaziali con le conoscenze di esperti e attori regionali e locali (Kopperoinen et al. 2014), la creazione di indicatori di prestazioni di IV (Pakzad and Osmond 2016), l'uso di sondaggi sul campo per esplorare i vantaggi percepiti (ad esempio, Qureshi et al. 2010). Un approccio olistico o combinato per affrontare le valutazioni delle funzionalità è stato, però, finora raramente utilizzato.

Le fasi della procedura di valutazione della funzionalità e mappatura delle infrastrutture verdi spiegate in questo manuale sono le seguenti:

1. Definizione degli elementi delle Infrastrutture Verdi e Blu rappresentanti gli oggetti di interesse a livello regionale
2. Acquisizione dei dati a livello transnazionale, regionale e locale
3. Realizzazione di carte transnazionali, regionali e locali di funzionalità di IV per le aree del caso studio (CSA) derivanti da:
 - Analisi di connettività
 - Analisi morfologica spaziale (MSPA)
 - Analisi della rete (*Network analysis*)
 - Distanza euclidea
 - Metodologia di mappatura sul campo
 - Identificazione di elementi di IV a livello locale
 - Classificazione degli habitat EUNIS
 - determinazione dello stato emerobico (o del livello di naturalità)
 - Mappatura delle barriere
 - Analisi della funzionalità
 - Preparazione della matrice della fornitura di servizi ecosistemici/paesaggistici
 - Revisione basata su giudizi di esperti
 - Matrice finale basata su una discussione e sul consenso raggiunto
 - Carte che mappano la funzionalità a livello regionale

I risultati possono essere utilizzati per informare i seguenti gruppi target sulla metodologia di valutazione della funzionalità di IV:

- Pubblico in generale (per sensibilizzare l'opinione pubblica);
- Responsabili delle decisioni politiche (per adottare misure di protezione e di potenziamento della di rete di IV)
- uffici tecnici soggetti responsabili della pianificazione territoriale e urbanistica (per l'attuazione di misure e per l'elaborazione di strategie e piani d'azione)



3 Predisposizione della carta della funzionalità delle Infrastrutture Verdi regionali - Lezioni tratte da MaGICLandscapes

3.1 Definizione degli elementi delle Infrastrutture Verdi e Blu a livello regionale

Come già descritto nel prodotto di MaGICLandscapes “Green Infrastructure Handbook - Conceptual & Theoretical Background, Terms and Definitions” (John et al. 2019) suggeriamo di seguire la definizione di Infrastruttura verde (e blu) della Commissione Europea (2016):

“L’Infrastruttura verde è una rete pianificata strategicamente di aree naturali, seminaturali insieme ad altri elementi ambientali, progettata e gestita allo scopo di fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici quali ad esempio la depurazione dell’acqua, una migliore qualità dell’aria, lo spazio per il tempo libero, la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici. Queste reti di spazi verdi (terrestri) e blu (acquatici) permettono di migliorare la qualità dell’ambiente e di conseguenza la salute e la qualità della vita dei cittadini. Supporta inoltre un’economia verde, crea opportunità di lavoro e migliora la biodiversità. La rete Natura 2000 costituisce la spina dorsale dell’infrastruttura verde dell’UE” (EC 2016).

Nella fase di mappatura transnazionale di MaGICLandscapes sono stati analizzati diversi dataset in grado di descrivere territorialmente le infrastrutture verdi e blu (IV e IB). Tra le fonti di dataset disponibili, la classificazione standardizzata della copertura del suolo CORINE Land Cover (CLC 2012) è stata considerata la più adeguata (cfr. Neubert e John 2019 per ulteriori dettagli). Delle 44 classi di copertura del suolo CLC è stato quindi definito se rappresentano elementi IV, se potrebbero contenere elementi IV in circostanze specifiche o se non possono essere considerate IV. La carta transnazionale finale di IV derivata dalla suddetta classificazione, oltre che dagli esiti di una consultazione di esperti è mostrata nella Figura 1 (Neubert and John 2019).

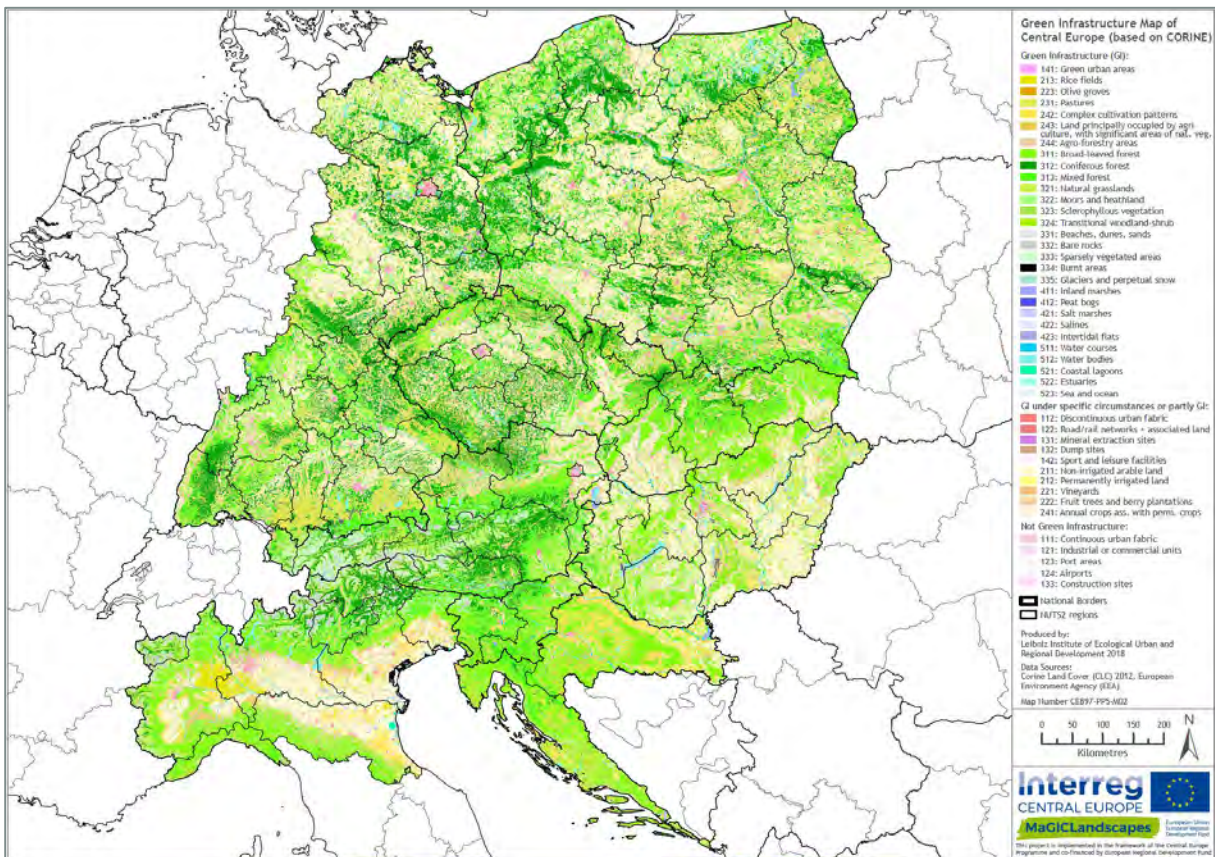


Figura 1: Carta dell'infrastruttura verde per l'Area del Programma Europa Centrale basata sulla legenda transnazionale che utilizza i dati di copertura del suolo CORINE Land Cover (CLC) del 2012.



A partire dai risultati della mappatura transnazionale, abbiamo successivamente condotto un'analisi per definire l'IV a livello regionale. Abbiamo selezionato tre categorie per distinguere e raggruppare le classi CLC in elementi di IV: "IV" per le classi appartenenti a IV, "non IV" per le classi non appartenenti a IV e "IV secondo le circostanze specifiche" per le classi che potrebbero contenere elementi IV o che potrebbero essere considerate come IV in circostanze specifiche.



Figura 2: Carta dell'infrastruttura verde per l'area del programma Europa Centrale basata sulla legenda transnazionale che utilizza i dati di copertura del suolo CORINE del 2012. Le classi CORINE sono catalogate in una legenda transnazionale semplificata in tre sole classi (IV, IV secondo le circostanze specifiche o parzialmente IV, non IV) sulla base della legenda coordinata

Poiché alcune delle categorie di IV non si adattavano alle caratteristiche del paesaggio regionale, ai partner del progetto è stato chiesto di fornire la loro lista locale di classi CLC identificabili come IV per le loro rispettive CSA (Figura 3). I risultati delle classificazioni regionali delle IV sono riportati nella Tabella 1 e nella Tabella 2.



Queste liste regionali di IV dipendono molto dalla risoluzione spaziale e tematica disponibile dei geodati per motivi tecnici, da un lato, e dall'attuale uso predominante del suolo, dall'intensità della gestione e dalle caratteristiche generali del paesaggio, dall'altro (Tabella 2).

Tutti i partner hanno escluso dalle IV le classi CLC a copertura artificiale, a differenza della classificazione IV transnazionale, dove *"Tessuto urbano discontinuo"* e *"Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche"* sono stati classificati come *"IV secondo le circostanze specifiche"*. Ad esempio, nel contesto regionale dell'area di caso studio Colline del Po intorno a Chieri (IT) alcune classi di elementi di IV si discostano dalla classificazione proposta su scala transnazionale: le aree sportive hanno solitamente una superficie artificiale e quindi appartengono a IV solo secondo circostanze specifiche. A differenza di quanto sopra, i partner torinesi hanno considerato le classi CLC *"Aree estrattive"* e *"Discariche"* come IV secondo circostanze specifiche, perché si trovano rispettivamente lungo il fiume Po e quando non sono più utilizzati sono rinaturalizzati. I partner tedeschi dell'area di caso studio di Dübener Heide hanno incluso *"Colture temporanee associate a colture permanenti"* nella rete di IV, a causa del livello di naturalità registrato nella loro area di caso studio. Nel Parco Nazionale Krkonoše (CZ) e nell'area dei Tre confini (CZ, DE, PL), i frutteti sono considerati almeno parzialmente come elementi IV efficaci, per il loro contributo positivo alla connettività del paesaggio agrario. D'altra parte, elementi come *"Aree estrattive"* e *"Seminativi in aree non irrigue"* sono esclusi dalla lista regionale di IV, a causa della predominanza di infrastrutture antropiche e del livello di gestione dell'agricoltura, rispettivamente. Al contrario, i partner del progetto austriaci considerano la classe *"Aree ricreative e sportive"* come IV, perché a loro avviso i campi da golf e i prati offrono un contributo positivo alla rete di IV.

Nonostante queste diverse condizioni iniziali, tutte le aree dei casi studio hanno potuto effettuare un'analisi altamente comparabile e produrre risultati coerenti, il che dimostra che la metodologia proposta consente un'applicazione universale in diversi paesaggi.

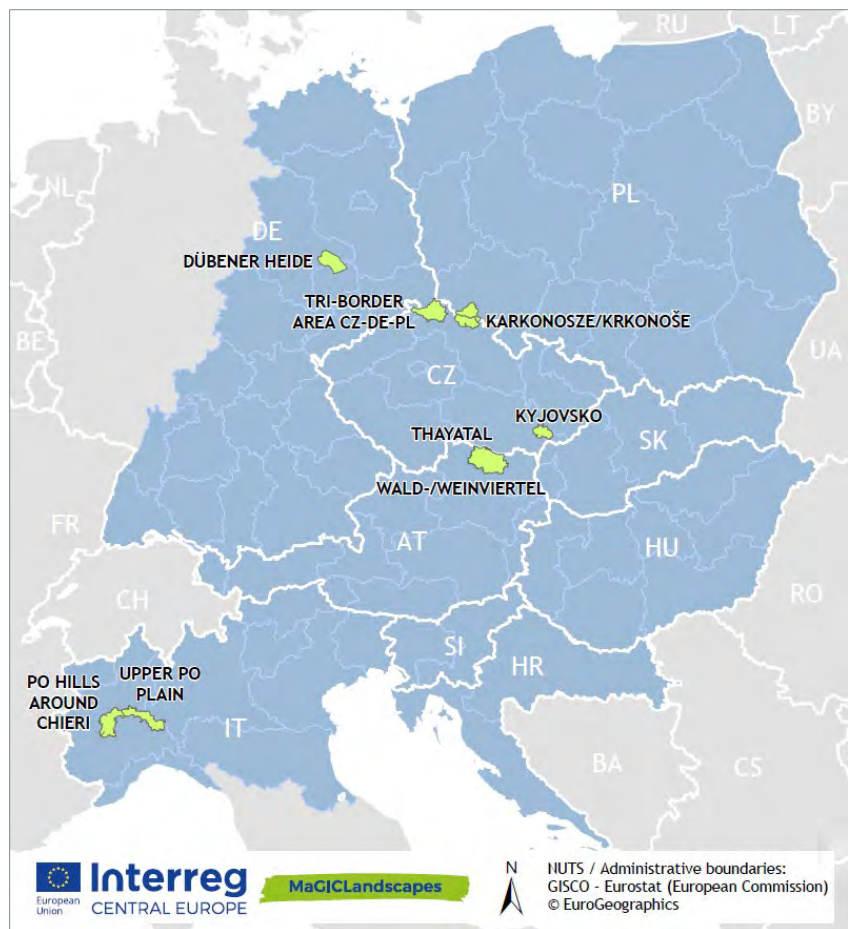


Figura 3: Carta dell'Europa centrale (blu) con le nove aree dei casi studio (verde) del progetto MaGiCLandscapes



Tabella 1: Classificazione IV transnazionale basata su CLC e accettazioni/rifiuti da parte dei partner del progetto per la rispettiva area di caso studio. Il colore rosso mette in evidenza la categoria "non IV", mentre il colore giallo indica le discrepanze rivelate per la categoria "IV secondo le specifiche circostanze" (IV SSC). Il colore verde indica "IV". (N/A = non applicabile)

Codice CLC	Descrizione CLC	Definizione IV transnazionale	Area dei Tre confini (CZ, DE, PL)	Parco Nazionale Krkonoše (CZ)	Parco Nazionale Karkonosze (PL)	Kyjovsko (CZ)	Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT)	Parco Nazionale Thayatal (AT)	Alta pianura Padana (IT)	Colline del Po intorno a Chieri (IT)	Parco naturale di Dübener Heide (DE)
111	Tessuto urbano continuo	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV
112	Tessuto urbano discontinuo	IV SSC	non IV	non IV	IV SSC	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	IV SSC	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV
123	Aree portuali	non IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
124	Aeroporti	non IV	N/A	non IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	non IV
131	Aree estrattive	IV SSC	non IV	non IV	IV SSC	non IV	non IV	non IV	non IV	IV SSC	non IV
132	Discariche	IV SSC	non IV	IV SSC	non IV	non IV	non IV	non IV	non IV	IV SSC	non IV
133	Cantieri	non IV	non IV	non IV	N/A	non IV	N/A	N/A	non IV	N/A	non IV
141	Aree verdi urbane	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
142	Aree ricreative e sportive	IV SSC	IV SSC	non IV	IV SSC	IV SSC	IV	IV	non IV	non IV	IV
211	Seminativi in aree non irrigue	IV SSC	non IV	non IV	IV SSC	non IV	non IV	non IV	non IV	IV SSC	non IV
212	Seminativi in aree irrigue	IV SSC	N/A	IV SSC	N/A	N/A	N/A	N/A	non IV	IV SSC	non IV
213	Risaie	IV	N/A	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	IV	IV	N/A
221	Vigneti	IV SSC	non IV	IV SSC	N/A	non IV	IV	IV	non IV	IV	IV
222	Frutteti e frutti minori	IV SSC	IV SSC	IV	N/A	non IV	IV	IV	non IV	IV SSC	IV
223	Oliveti	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IV	IV SSC	N/A
231	Prati stabili	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV



Codice CLC	Descrizione CLC	Transnazionale Definizione IV	Area dei Tre confini (CZ, DE, PL)	Parco Nazionale Krkonoše (CZ)	Parco Nazionale Karkonosze (PL)	Kyjovsko (CZ)	Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT)	Parco Nazionale Thayatal (AT)	Alta pianura Padana (IT)	Colline del Po intorno a Chieri (IT)	Parco naturale di Dübener Heide (DE)
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	IV SSC	N/A	IV SSC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IV SSC	IV
242	Sistemi colturali e particellari complessi	IV	IV	IV	IV	IV	N/A	N/A	N/A	IV	IV
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	IV	IV	IV	N/A	IV	IV	IV	IV	IV	IV
244	Aree agroforestali	IV	N/A	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IV SSC	IV
311	Boschi di latifoglie	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
312	Boschi di conifere	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
321	Aree a pascolo naturale e praterie	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	N/A	IV	IV
322	Brughiere e cespuglieti	IV	IV	IV	IV	N/A	N/A	N/A	IV	IV	IV
323	Aree a vegetazione sclerofilla	IV	N/A	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
331	Spiagge, dune e sabbie	IV	N/A	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	IV	N/A	IV
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	IV	IV	IV	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IV
333	Aree con vegetazione rada	IV	IV	IV	IV	N/A	IV	IV	IV	IV	IV
334	Aree percorse da incendi	IV	N/A	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
335	Ghiacciai e nevi perenni	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
411	Paludi interne	IV	IV	IV	N/A	IV	IV	IV	IV	IV	IV
412	Torbiere	IV	IV	IV	IV	N/A	N/A	N/A	IV	IV	IV
421	Paludi salmastre	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
422	Saline	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IV
423	Zone intertidali	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



Codice CLC	Descrizione CLC	Transnazionale Definizione IV	Area dei Tre confini (CZ, DE, PL)	Parco Nazionale Krkonoše (CZ)	Parco Nazionale Karkonosze (PL)	Kyjovsko (CZ)	Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT)	Parco Nazionale Thayatal (AT)	Alta pianura Padana (IT)	Colline del Po intorno a Chieri (IT)	Parco naturale di Dübener Heide (DE)
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
512	Corpi idrici	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
521	Lagune	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
522	Estuari	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
523	Mari e oceani	IV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



3.2 Acquisizione di dati a livello transnazionale, regionale e locale

Come per qualsiasi altro approccio cartografico, i geodati di alta qualità relativi alla risoluzione spaziale e tematica sono un prerequisito essenziale per consentire in primo luogo l'operatività del concetto di IV.

L'esigenza di incorporare elementi di spazio verde sulla scala comunitaria, nazionale, regionale, e locale (Benedict and McMahon 2002) sottolinea la necessità di una base dati solida in termini di geodati ad alta risoluzione spaziale e tematica per l'implementazione locale di IV. Per questo motivo, l'acquisizione di dati a livello transnazionale, regionale e locale è necessaria in modi molto diversi, a seconda della portata e della scala della realizzazione dell'IV.

Sebbene la banca dati standardizzata CORINE Land Cover (CLC 2012) sia stata considerata la più adeguata (cfr. Neubert and John 2019) per la mappatura di IV su scala transnazionale, non esiste una soluzione unica per l'acquisizione di geodati idonei a livello regionale e locale.

Pertanto, la soluzione migliore per soddisfare questi requisiti consisteva nella raccolta di diversi geodati regionali e di dati di mappatura sul campo su piccola scala. La Tabella 2 fornisce una panoramica dei dataset regionali utilizzati nelle aree di caso studio del progetto per la mappatura di IV e IB, che vanno, ad esempio, dai dati regionali sulla copertura del suolo agli inventari forestali e alla registrazione digitale degli elementi IV dalle ortofoto.

L'uso del set di geodati altamente dettagliato ha rivelato differenze nella rappresentazione realistica della rete di IV nei diversi paesaggi (Figura 4). Da un lato, a causa della classificazione e della generalizzazione insita in CORINE Land Cover, l'entità della frammentazione è nettamente sottorappresentata nelle grandi aree continue e nei piccoli elementi di IV, come i boschi o i vigneti. Dall'altro lato, apparentemente, ad esempio, i terreni coltivabili o il tessuto urbano sono spesso molto sottovalutati per la loro offerta di IV e di elementi paesaggistici come siepi, fossati, stagni e singoli alberi. Pertanto, il dataset regionale ha migliorato la valutazione della rete di IV in aree naturali e seminaturali, nonché in contesti rurali e urbani, il che consente in primo luogo l'operatività regionale del concetto di IV. La disponibilità e quindi la comparabilità nella maggior parte dei Paesi europei resta comunque un grande vantaggio della classificazione CORINE Land Cover.

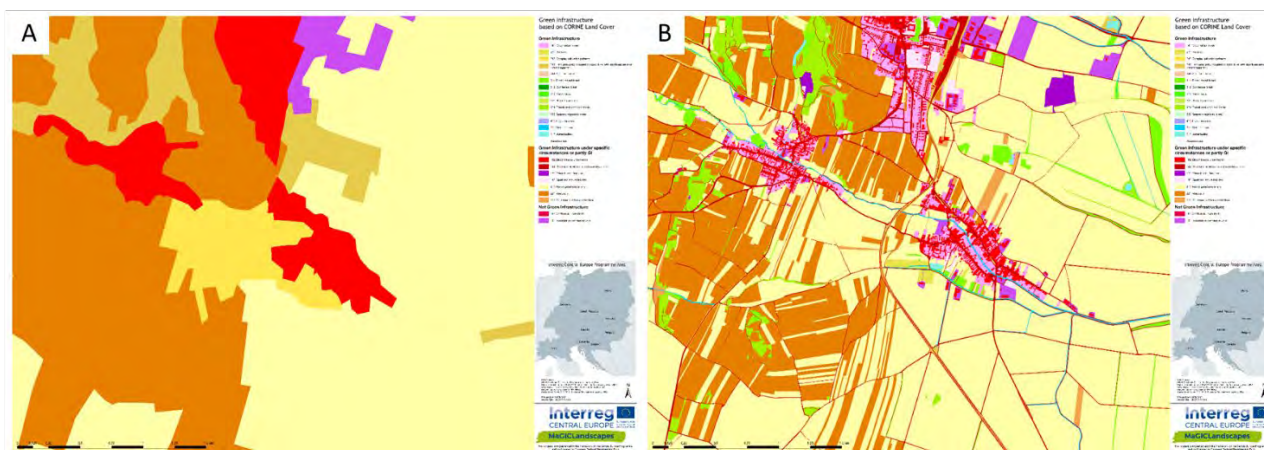


Figura 4: Esempio di elementi IV basati su CORINE Land Cover (A) e basati su geodati regionali (B) per l'area di caso studio austriaca "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale".

Attraverso la raccolta di varie forme di dati locali per produrre un set di geodati regionali altamente dettagliati, la qualità della mappatura delle IV può essere migliorata per tutti i tipi di paesaggi e costituisce un prerequisito per sviluppare strategie e piani d'azione basati sugli *stakeholder* per individuare investimenti futuri in IV. Consente inoltre l'identificazione precisa della rete locale di IV per gestori del territorio, responsabili politici e comunità.



Tabella 2: Dataset utilizzati per la mappatura regionale delle infrastrutture verdi e blu

Tipo di dataset	Area dei Tre confini (CZ, DE, PL)	Parco Nazionale Krkonoše (CZ)	Parco Nazionale Karkonosze (PL)	Kyjovsko (CZ)	Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT)	Parco Nazionale Thayatal (AT)	Alta pianura Padana (IT)	Colline del Po intorno a Chieri (IT)	Parco naturale di Dübener Heide (DE)
Copertura del suolo	●			●			●	●	□
Mappatura dei biotopi	●	●		●					●
Catasto digitale		●		●	●	●			
Agricoltura				●	●	●			
Silvicoltura		●		●	●	●	●	●	
Corsi d'acqua	●				●	●	●	●	●
Geografia e topografia	●	●	●	●					
Ortofoto			●	●				●	



3.3 Predisposizione di carte transnazionali, regionali e locali delle funzionalità delle Infrastrutture Verdi

La valutazione e la mappatura della funzionalità delle IV effettuata in MaGICLandscapes comprendeva tre tipi principali di sottoanalisi:

- analisi di connettività (cfr. 3.3.1)
- metodologia di mappatura sul campo (cfr. 3.3.2)
- analisi della funzionalità (cfr. 3.3.3).

Le metodologie sono state testate in tutti i Paesi partner del progetto: Austria, Repubblica Ceca, Germania, Italia e Polonia. In questa sezione vengono presentate le singole sottoanalisi, suddivise in varie fasi, e si forniscono esempi di applicazione nelle aree di caso studio.

3.3.1 Analisi di connettività

Le analisi di connettività sono state effettuate con il software GuidosToolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes). GuidosToolbox è una raccolta di software gratuiti di Peter Vogt (Centro Comune di Ricerca, CCR, della Commissione Europea) e offre una varietà di moduli mirati ad indagare diversi aspetti spaziali degli oggetti a partire da immagini *raster*, per esempio *pattern*, connettività, costi, frammentazione, ecc.

GuidosToolbox è disponibile gratuitamente sul sito:

<https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb/>.

Di seguito sono illustrati i tre tipi di analisi di connettività condotte.

3.3.1.1 Analisi morfologica spaziale

L'Analisi morfologica spaziale (MSPA) è un quadro generico e universale di analisi dei pattern fornito da una sequenza personalizzata di operatori morfologici (Soille and Vogt, 2009).

La MSPA esegue una segmentazione su un'immagine binaria per identificare e localizzare classi di caratteristiche morfometriche reciprocamente esclusive che descrivono la forma, la connettività e la disposizione spaziale degli oggetti immagine mappandoli e classificandoli in categorie (Vogt et al., 2017). Il modulo MSPA rileva automaticamente la geometria e la connettività delle componenti dell'immagine. Pertanto, l'area in primo piano di un'immagine binaria basata su raster è suddivisa in sette classi MSPA: Nucleo (Core), Isole (Islet), Buchi (Perforation), Margini (Edge), Anelli (Loop), Ponti (Bridge) e Rami (Branch) (Figura 5).

Per poter eseguire la MSPA, deve essere creato un file raster appropriato come dato di input. In questo caso, è stato fatto scomponendo e convertendo i dati vettoriali utilizzati in ArcGIS/QGIS e riclassificando i valori dei pixel (1 = IV o possibile IV, 0 = non IV). Di conseguenza, il file raster binario risultante conteneva tutte le classi IV definite come tali per ogni area di caso studio. Selezionando solo singole classi di IV, ad esempio foreste, praterie o aree verdi urbane, è stato possibile effettuare inoltre una valutazione mirata delle singole categorie.

In termini di valutazione della connettività di IV, MSPA utilizza una serie di elaborazioni delle immagini per identificare nodi (hub), collegamenti (corridoi) e altre caratteristiche dopo aver riclassificato la carta raster della copertura del suolo in primo piano (infrastruttura verde) e sfondo (tutte le altre classi) (Vogt et al., 2007).



Per allineare la terminologia dell'infrastruttura verde, la categoria "core" equivale a nodo, e "bridge" è sinonimo di collegamento (corridoio). In primo luogo l'elaborazione MSPA identifica il "core" della categoria, che si basa sulla regola di connettività utilizzata per definire i "neighbour/vicini" e sul valore utilizzato per definire la larghezza dell'"edge/margine" (Soille and Vogt, 2009).

Nelle impostazioni di base di MSPA, la connettività può essere impostata su quattro (solo per le direzioni cardinali) o otto "vicini". La dimensione minima del *core* e il numero di pixel classificati come *core* sono influenzati dalle impostazioni della larghezza dell'"edge". Aumentando la larghezza dell'*edge*, la dimensione minima del *core* aumenta e quindi riduce il numero di pixel definiti come aree *core*. La diminuzione delle aree *core* risultante dall'aumento della larghezza dell'*edge* crea guadagni per tutte le altre classi, non solo per l'*edge*. In questo modo aumentando la larghezza dell'*edge* si può spostare il *core* verso l'"*islet*" se l'area del *core* è piccola e il *core* verso il "*bridge*" se l'area del *core* è stretta (Wickham et. al. 2010).

Nell'applicazione del MSPA in MaGICLandscapes abbiamo prodotto carte basate sia sul dataset transnazionale sia sul regionale. Per l'analisi sul dataset transnazionale abbiamo utilizzato una connettività a otto *neighbour* e un valore effettivo di larghezza dell'*edge* di 100 metri, con diversi prerequisiti per quanto riguarda la dimensione dei pixel dei dati in ingresso. Sul dataset regionale, trattandosi di una dimensione di pixel fino a 1 metro, i risultati migliori potrebbero essere elaborati con un valore effettivo di larghezza dell'*edge* di dieci metri.

I dati di input sono le carte raster (a griglia) delle carte delle infrastrutture verdi delle aree oggetto di studio. La carta di input deve contenere le due classi di dati: *Foreground* (IV) e *Background* (non IV). Pertanto, la categoria "IV secondo specifiche circostanze" deve essere rimossa e assegnata senza ambiguità alle categorie "IV" o "non IV".

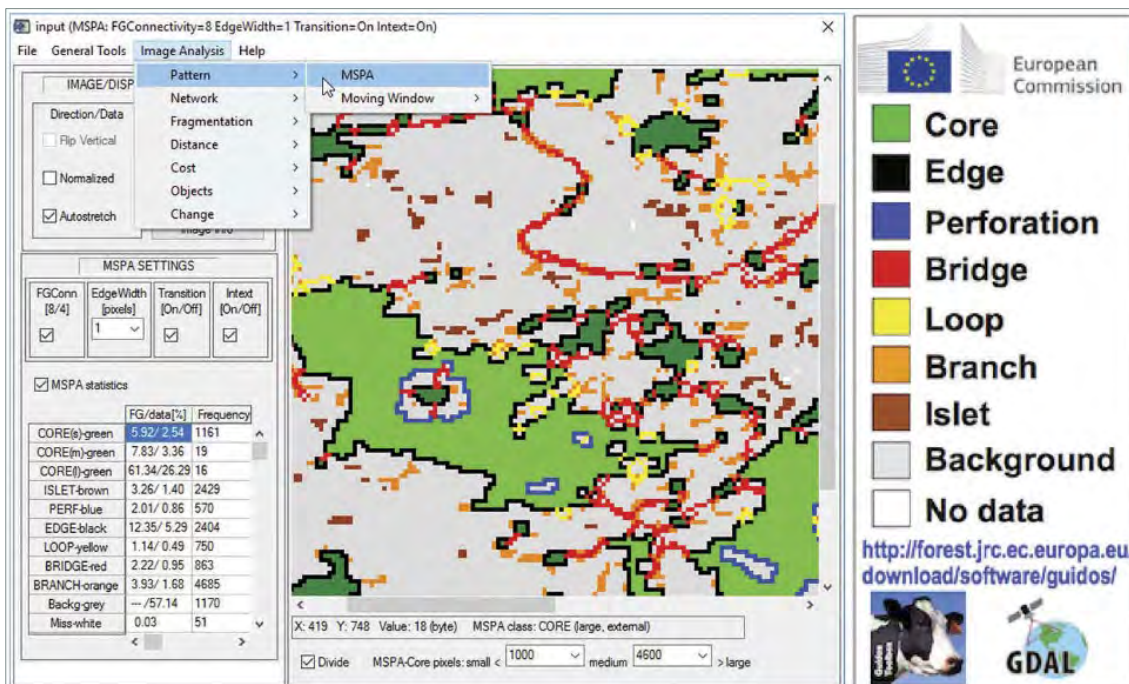


Figura 5: L'interfaccia del software GuidosToolbox mostra l'analisi del pattern MSPA che illustra varie classi di caratteristiche morfologiche: Piccole aree *Core* (verde scuro); grandi aree *Core* (verde); confini dell'area *Core* (*Edge*/esterno-nero, *Perforation*/interno-blu); percorsi di collegamento tra le diverse aree *Core* (*Bridge*-rosso) o con ritorno alla stessa area *Core* (*Loop*-giallo); aree forestali isolate e troppo piccole per contenere l'area *Core* (*Islet*-marrone); e *Branch* (arancione) (Vogt et al., 2017).



La Figura 6 mostra l'applicazione dell'MSPA eseguita sul dataset transnazionale dell'area del caso studio austriaco “*Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale*” e “*Parco Nazionale Thayatal*”.

In questo caso, è visibile un notevole gradiente nella distribuzione, proporzione e formazione delle aree *Core* di IV (verde). Il grado di densità e di larghezza di questi collegamenti e delle estensioni longitudinali diminuisce da ovest a est, portando ad alcuni paesaggi piuttosto privi di caratteristiche nella parte orientale. Questi paesaggi agricoli mostrano la mancanza di una rete di IV su vaste aree coerenti del Weinviertel occidentale, intervallate da elementi simili a isole (ad esempio particelle boschive e frangivento). Con alcune eccezioni di pochi ampi boschi continui, le formazioni miste di complessi schemi di coltivazione costituiti da vigneti, particelle boschive, pascoli e terreni agricoli con aree a vegetazione naturale significative rappresentano la classe di *Core*.

Nella parte occidentale sono presenti *Core* più grandi e coerenti, ad esempio adiacenti al Parco Nazionale di Thayatal, e anche *Core* significativamente più piccoli tra i terreni agricoli. Tuttavia, queste sono quasi esclusivamente fornite da boschi di conifere intervallati da boschi misti di conifere e latifoglie in piccola parte. Anche la rete di strutture IV lineari è meglio sviluppata, indicata dalla maggiore quantità di *Bridge* (rosso), *Loop* (giallo) e anche *Branch* (arancione).

Il risultato del MSPA può fornire una visione importante sui diversi punti focali dei piani di gestione regionali. Serve inoltre come base per l'analisi della rete, descritta nel capitolo 3.3.1.2.

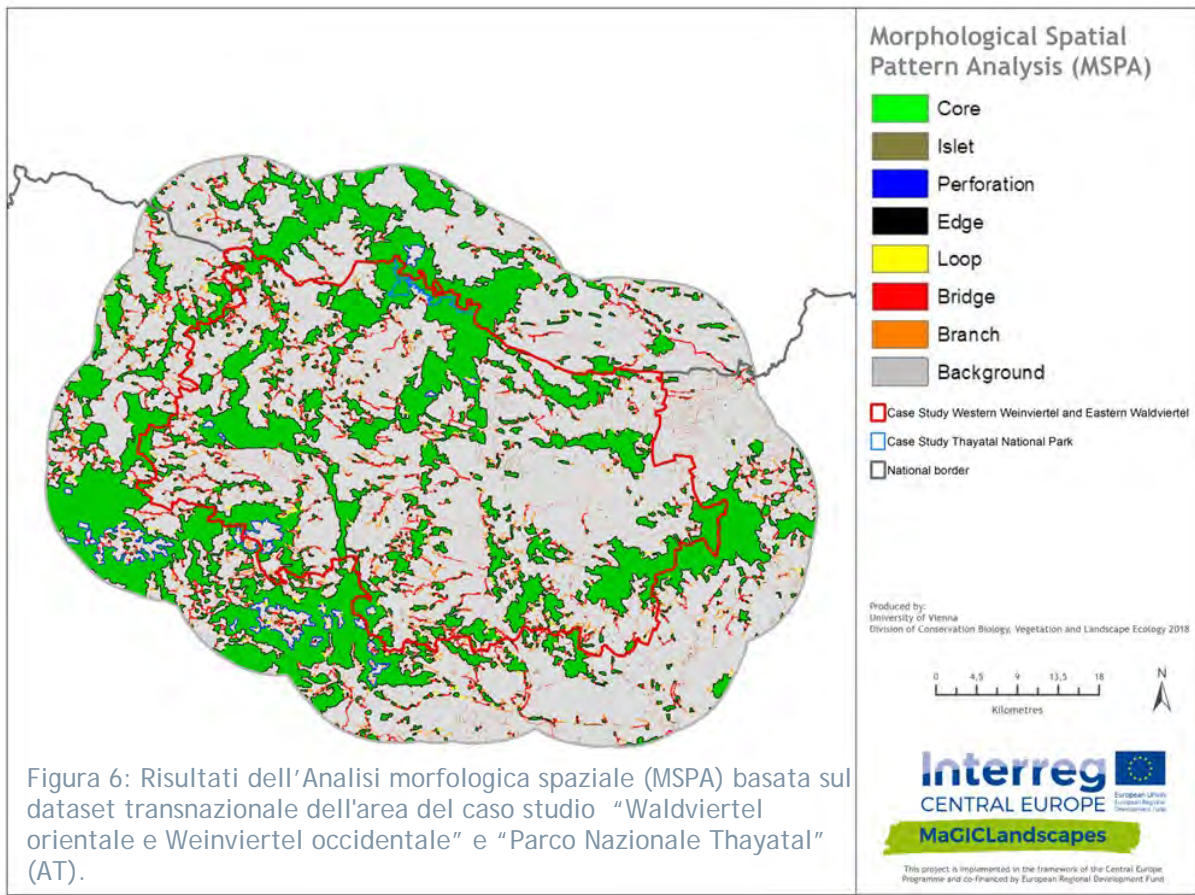


Figura 6: Risultati dell'Analisi morfologica spaziale (MSPA) basata sul dataset transnazionale dell'area del caso studio "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e "Parco Nazionale Thayatal" (AT).

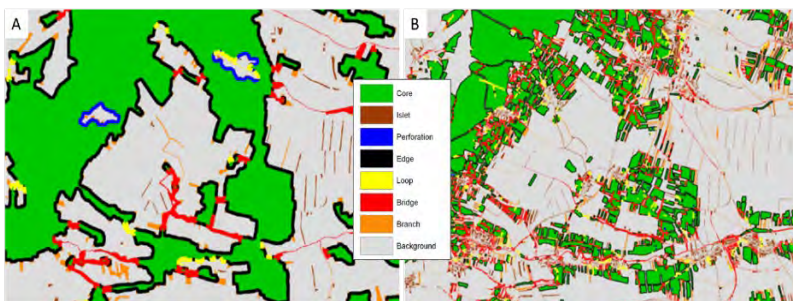


Figura 7: Sezione di dettaglio esemplificativa dei risultati dell'Analisi morfologica spaziale (MSPA) basati su CORINE Land Cover (A) e basati su geodati regionali (B) per l'area del caso studio austriaca "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale".

La Figura 8 mostra la carta dell'applicazione del MSPA con i dataset regionali per l'area del caso studio austriaca. Diventano visibili molti più dettagli (confrontare con la Figura 7), evidenziando la frammentazione ma anche l'eccessiva ramificazione della rete di IV. Quelle che sembravano essere grandi aree Core autosufficienti (verdi) di IV su scala macroscopica - ad esempio ampi boschi continui e formazioni miste di complessi schemi di coltivazione costituiti da vigneti, particelle boschive, pascoli e terreni occupati principalmente dall'agricoltura, con aree di vegetazione naturale significative - sono in realtà paesaggi culturali parzialmente molto frammentati, rappresentati dalla presenza di molteplici piccole aree Core (verdi) e dalle classi generali di Bridge (rossi), Loop (gialli) e Branch (arancioni). Soprattutto nel Weinviertel occidentale, le forme delle aree Core, che sembravano essere coerenti sui dati transnazionali, diventano significativamente più frammentate alla risoluzione dei dati regionali.

Naturalmente, il quadro complessivo della distribuzione delle IV rimane invariato, ma la più alta risoluzione della strutturazione delle IV fornisce un'informazione cruciale per l'identificazione regionale delle aree di



interesse su scala ridotta e quindi per l'attuazione delle misure di gestione delle IV. Inoltre, sottolinea la necessità di disporre di geodati adeguati.

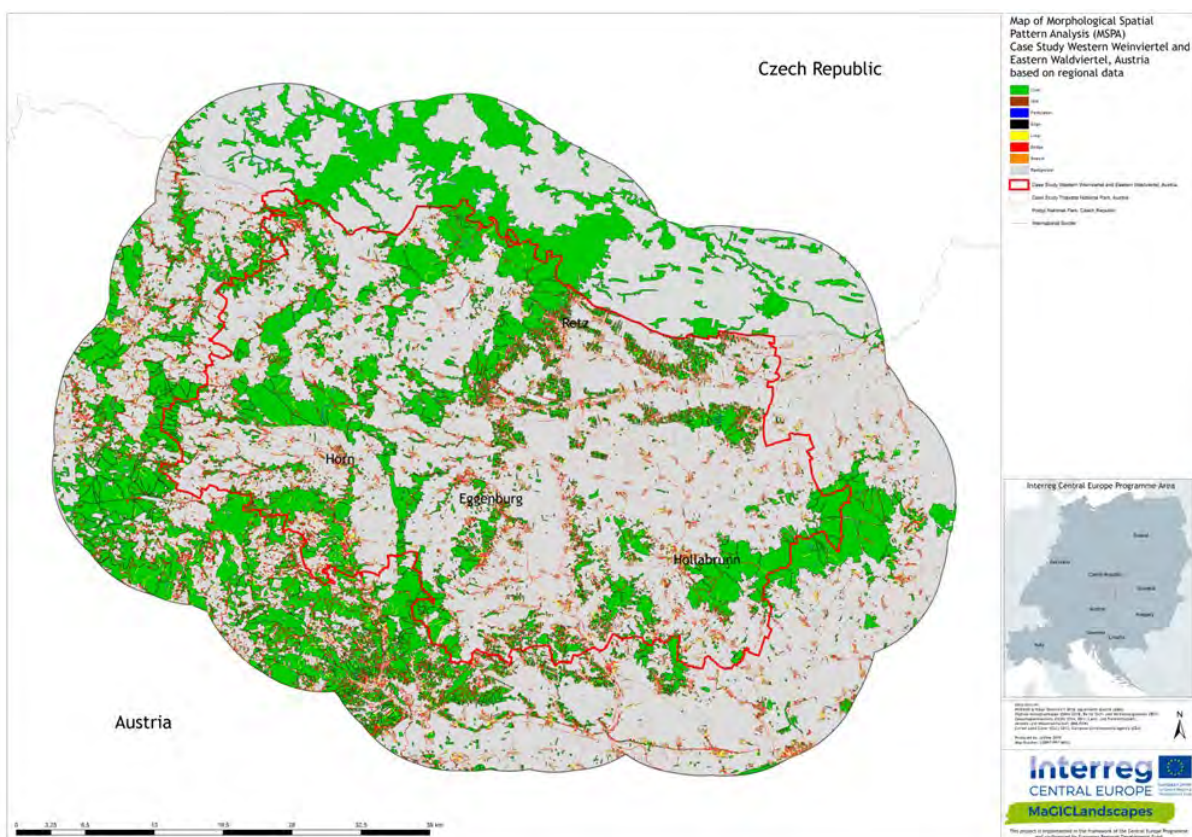


Figura 8: Risultati dell'Analisi morfologica spaziale (MSPA) basata sui dataset regionali per l'area del caso studio "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e "Parco Nazionale Thayatal" (AT).

3.3.1.2 Analisi della rete (Network analysis)

Un'altra caratteristica informativa di GuidosToolbox riguarda il rilevamento automatico dei corridoi di connessione tra le aree *core* in base ai risultati dell'applicazione iniziale di MSPA.

Oltre al semplice rilevamento dei percorsi di connessione, il modulo di NW Components/Node/Link Importance of GuidosToolbox classifica i percorsi rilevati rispetto all'importanza relativa di ogni componente, nodo e collegamento in una data rete (Vogt et al., 2017) sulla base dell'applicazione dei concetti e delle metriche della teoria dei grafici (Saura and Rubio, 2010; Saura, et al. al, 2011).

Per eseguire l'analisi della rete, il risultato dell'analisi MSPA viene utilizzato per creare un'immagine della rete di elementi IV costituita da *Node* (classe MSPA: *Core*) e *Link* (classe MSPA: *Bridge*, rispettivamente i connettori tra i vari Core). Tutte le altre classi MSPA, che non contribuiscono alla rete, vengono ignorate. Per un'ulteriore analisi della rete di infrastrutture verdi nelle aree del caso studio di MaGICLandscapes abbiamo analizzato le cosiddette componenti della *network* e l'importanza di *Node/Link*:

La Figura 9 mostra i risultati dell'Analisi della rete basata sul dataset transnazionale, per lo stesso caso studio scelto per l'Analisi morfologica spaziale. Le aree del caso studio austriaco mostrano che formazioni miste intercalate di modelli di coltivazione complessi e "isole" boschive formano la spina dorsale (grigio scuro) di *Core* importanti dell'area di studio estesa. Dall'altra parte, i *Link* (evidenziati in rosso) sono per lo



più rappresentati da ruscelli, con zone tampone come fasce ripariali o boschi e prati umidi. Inoltre, i corridoi lineari di formazioni complesse di coltivazioni miste a praterie secche rappresentano *Link* molto importanti nell'area del caso studio.

Come già indicato dai risultati del MSPA, la parte occidentale dell'area del caso studio contiene molti più *Core* e *Link* di alta o almeno media importanza rispetto alla parte orientale.

Per concludere, vengono individuate le connessioni più rilevanti e quali sono le aree centrali meglio interconnesse e quali no. In questo modo si determinano le aree prioritarie dell'IV esistente e dei suoi corridoi.

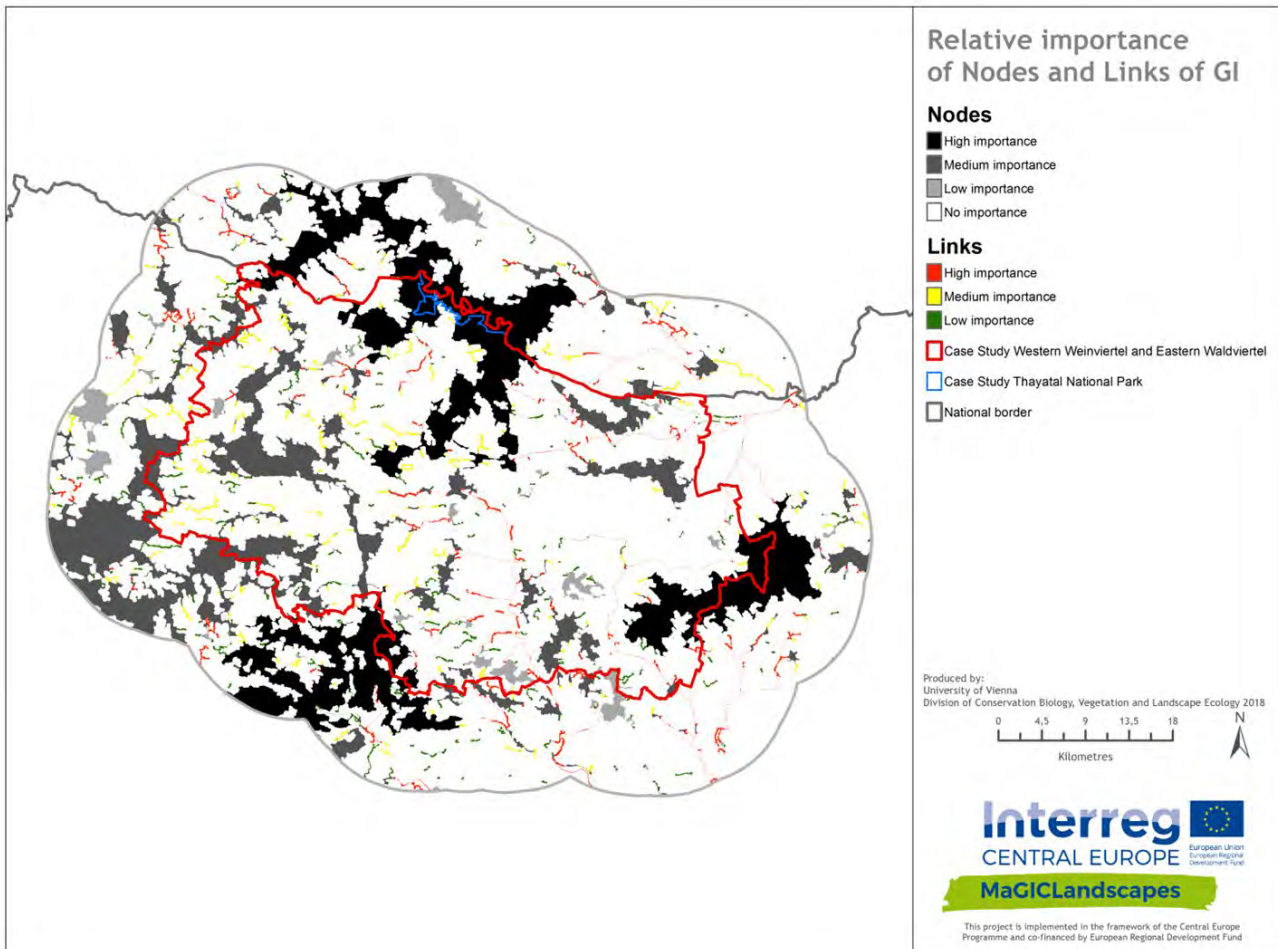


Figura 9: Risultati dell'Analisi della rete basata sul dataset transnazionale dell'area del caso studio "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e "Parco Nazionale Thayatal" (AT).

A causa dell'alta risoluzione dei dati di input per l'analisi di IV a livello regionale e locale, la analisi della rete del modulo GuidosToolbox non è stata condotta a questo livello spaziale.



3.3.1.3 Distanza euclidea

Per misurare il grado di integrità, la forma e la disposizione spaziale delle *patch* sulla carta binaria, che è stata utilizzata anche per la MSPA, la metodologia di analisi della distanza euclidea e della curva ipsometrica (HMC) offre un metodo pratico ed efficace di implementazione. Il modulo dello schema di analisi della distanza euclidea e HMC anch'esso disponibile anche in GuidosToolbox e utilizza gli stessi dati di input del MSPA descritta sopra.

Questa applicazione crea carte di oggetti di interesse che mostrano la carta della distanza euclidea all'interno e all'esterno di tali oggetti. Per illustrare le zone d'influenza di ogni oggetto e per ricavare la vicinanza a coppie tra oggetti immagine vicini, è possibile perseguire ulteriormente questo tipo di analisi. Per la creazione di percorsi di riconnessione efficienti dal punto di vista dei costi nella pianificazione del risanamento è possibile utilizzare la prossimità per individuare i punti ravvicinati di oggetti esistenti (Vogt et al., 2017).

In termini di connettività delle infrastrutture verdi, le carte di distanza generate forniscono informazioni spazialmente esplicite che consentono di evidenziare gli *hot spot* di aree altamente frammentate o, viceversa, dominate da reti di IV ben consolidate. Le informazioni territoriali di queste carte di distanza delle IV possono essere di grande importanza per il monitoraggio, la pianificazione e la valutazione del rischio.

Inoltre, lo schema di analisi semplice ma intuitivo risulta facile da comunicare e può essere messo in relazione con una varietà di misure di pianificazione territoriale illustrando il grado di frammentazione o di integrità e consentendo confronti diretti con i risultati tra le aree del caso studio.

La Distanza euclidea è stata applicata sia sul dataset transnazionale che su quello regionale. La figura 9 mostra i risultati basati sul dataset transnazionale, per il caso studio austriaco già descritto per l'Analisi morfologica spaziale e l'Analisi della rete, mentre in figura 10 è riportato un altro esempio dell'area di studio ceca Kyjovsko.



Per l'area del caso studio nella Figura 10, i risultati dell'analisi supportano l'esito e l'interpretazione della MSPA e dell'Analisi della rete precedenti. La misurazione della Distanza euclidea fornisce informazioni sulle zone d'influenza degli elementi di IV: gli elementi di connessione reali e potenziali prodotti sono rappresentati dalla rete dei corsi d'acqua. In molti luoghi questi corsi d'acqua incanalati, rettificati e profondi sono a diretto contatto con i terreni coltivabili adiacenti e sono caratterizzati dalla totale assenza di strutture adiacenti di IV o di zone tampone come le fasce ripariali o i boschi e i prati umidi. Inoltre, è possibile identificare gli *hot spot* delle IV.

Nonostante le zone tampone spesso ridotte lungo i corsi d'acqua, i risultati confermano l'importanza di questa rete idrica come elemento di IV e la necessità di promuovere zone tampone per la conservazione della connettività funzionale.

Nei paesaggi piuttosto privi di caratteristiche naturali nell'ambiente agricolo nella parte orientale dell'area del caso studio, la rete su piccola scala di cinture protettive e di frangivento è stata particolarmente evidenziata dall'illustrazione della Distanza euclidea che fornisce un'indicazione dell'importanza degli elementi presenti e della necessità di un'ulteriore creazione di tale rete nelle aree intensamente utilizzate.

L'analisi ha evidenziato la già consolidata rete di IV rappresentata da formazioni miste di modelli colturali complessi costituiti da vigneti, particelle boschive, pascoli e terreni occupati principalmente dall'agricoltura. Ulteriori possibilità di interconnessione di questi *pattern* paesaggistici complessi hanno contribuito in modo considerevole ai potenziali percorsi di connessione evidenziati.

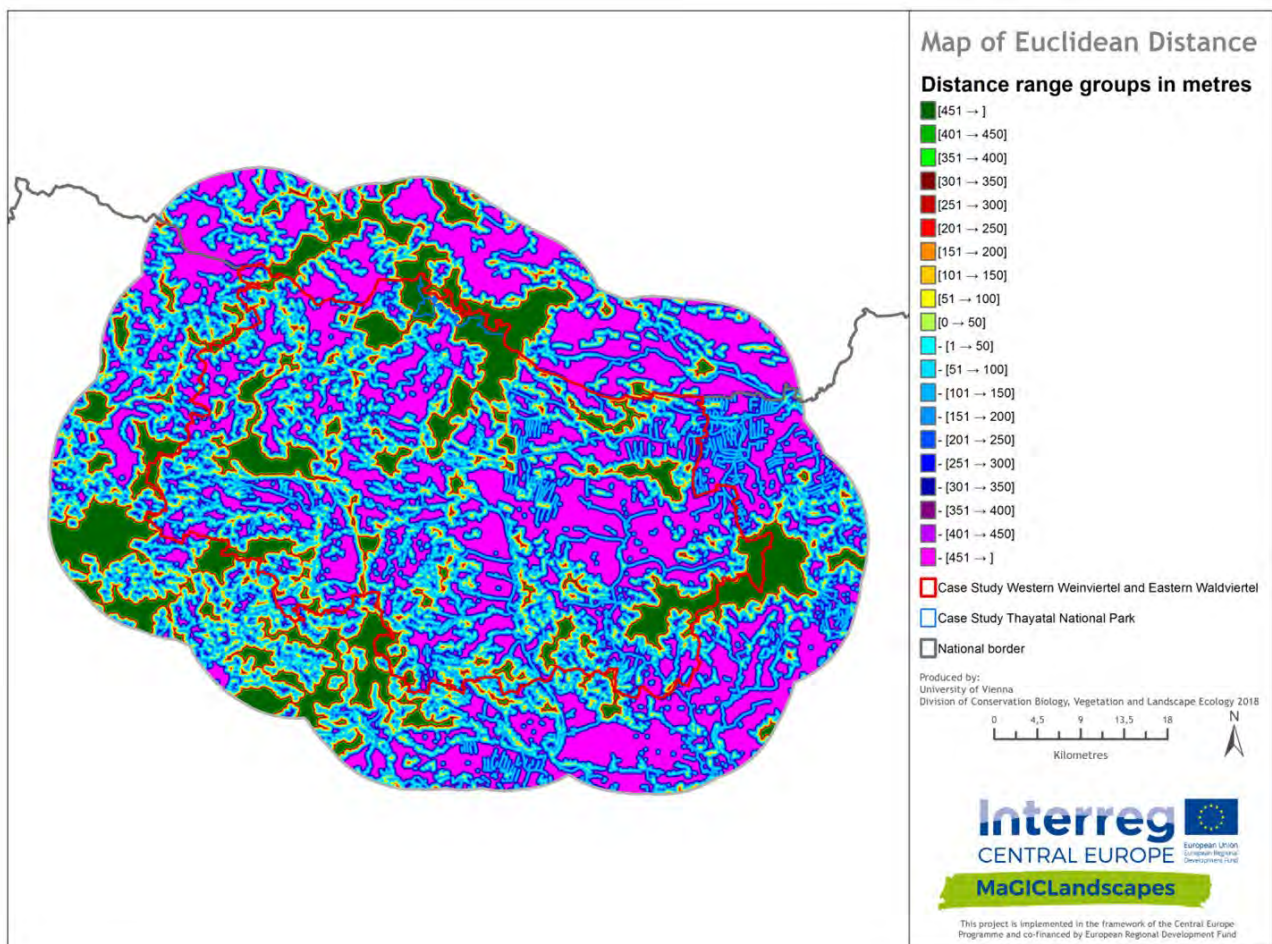


Figura 10: Risultati della Distanza euclidea basati sul dataset transnazionale dell'area del caso studio "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e "Parco Nazionale Thayatal" (AT).



Nell'area del caso studio ceco di Kyjovsko l'analisi della distanza euclidea (Figura 11) ha evidenziato ancora di più gli elementi di IV mancanti rispetto alle due analisi precedenti. Ha confermato la mancanza di IV nel nord e nel sud-est dell'area più ampia della regione di Kyjov e nella metà meridionale del caso studio stesso. Ha anche mostrato un potenziale di rafforzamento dell'IV lungo i corridoi/collegamenti, specialmente quelli formati da fiumi che solitamente sono accompagnati da strisce molto strette di vegetazione boscosa o di prateria, ma anche da porzioni di schemi di coltivazione complessi che potrebbero fornire molti servizi ecosistemici.

Anche il secondo esempio sottolinea il ruolo delle IV, per lo più su piccola scala, che fungono da corridoi all'interno del paesaggio intensamente utilizzato tra le aree centrali delle IV. Come si può vedere nella carta sottostante, rappresentano una parte essenziale della rete di IV, nonostante la loro bassa estensione laterale.

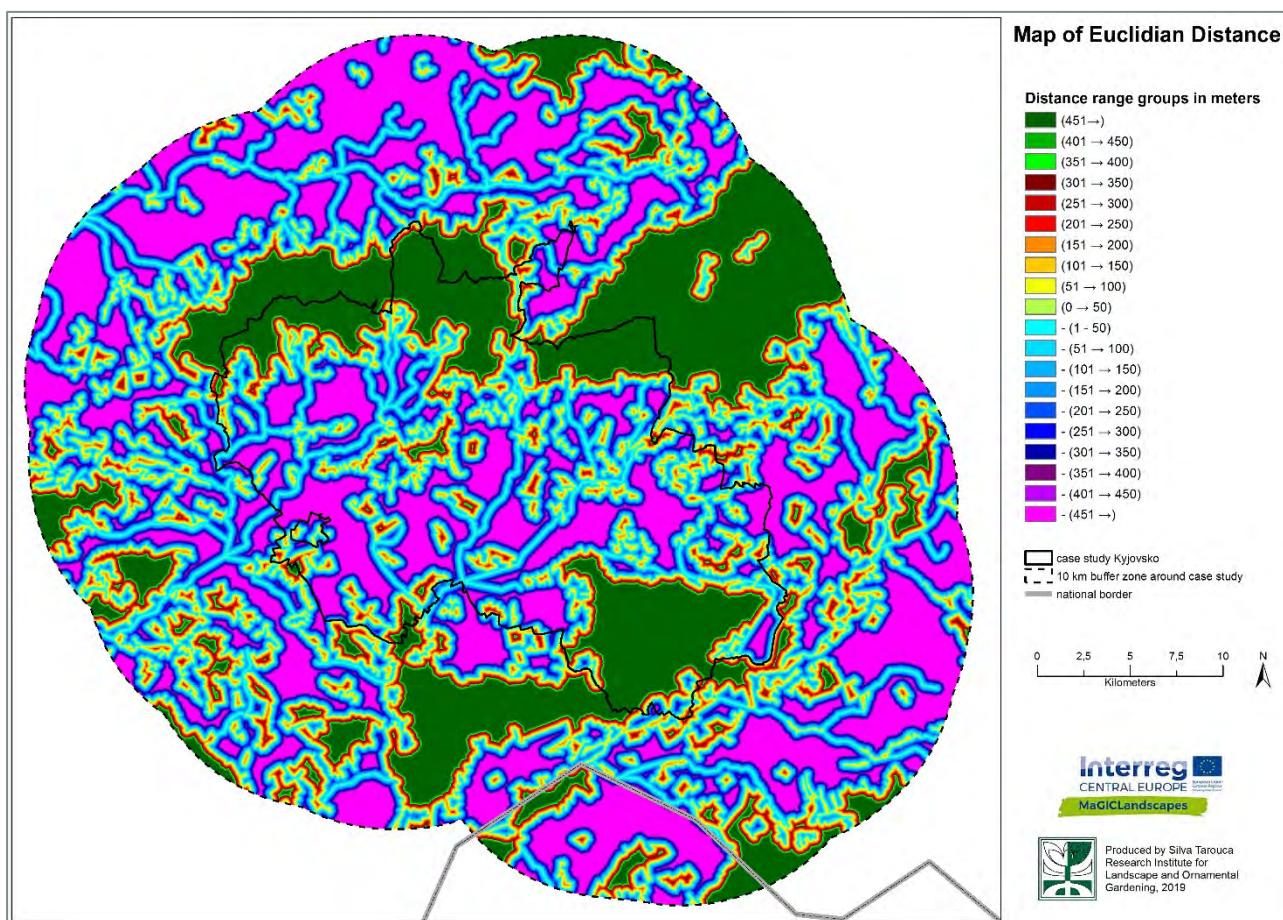


Figura 11: Risultati della Distanza Euclidea basati sul dataset transnazionale per l'area del caso studio Kyjovsko (CZ).



La Figura 12 mostra i risultati dell'applicazione regionale e locale della Distanza Euclidea per le aree del caso studio austriaco. Emerge un quadro molto più dettagliato sulle zone d'influenza degli elementi di IV. Grazie all'inclusione di altri piccoli elementi IV come rivoli, terrapieni, verde stradale, giardini e spazi verdi, le possibilità di interconnessione all'interno dell'area del caso studio vengono pienamente messe in evidenza. Per contro, gli elementi in precedenza apparentemente integri e non frammentati sembrano essere fortemente influenzati dalla frammentazione attraverso la presenza di una rete di trasporto o di aree intercalate di terreni coltivabili intensamente utilizzati.

Utilizzando i dati regionali, gli *hot spot* e le reti di IV sottili, nonché i *cold spot* e le strutture di frammentazione sono mostrati in modo molto più realistico rispetto ai risultati dei dati CORINE (Figura 13). Questa analisi fornisce una carta eccellente per trovare le strutture IV cruciali e trattare la loro integrità e connessione.

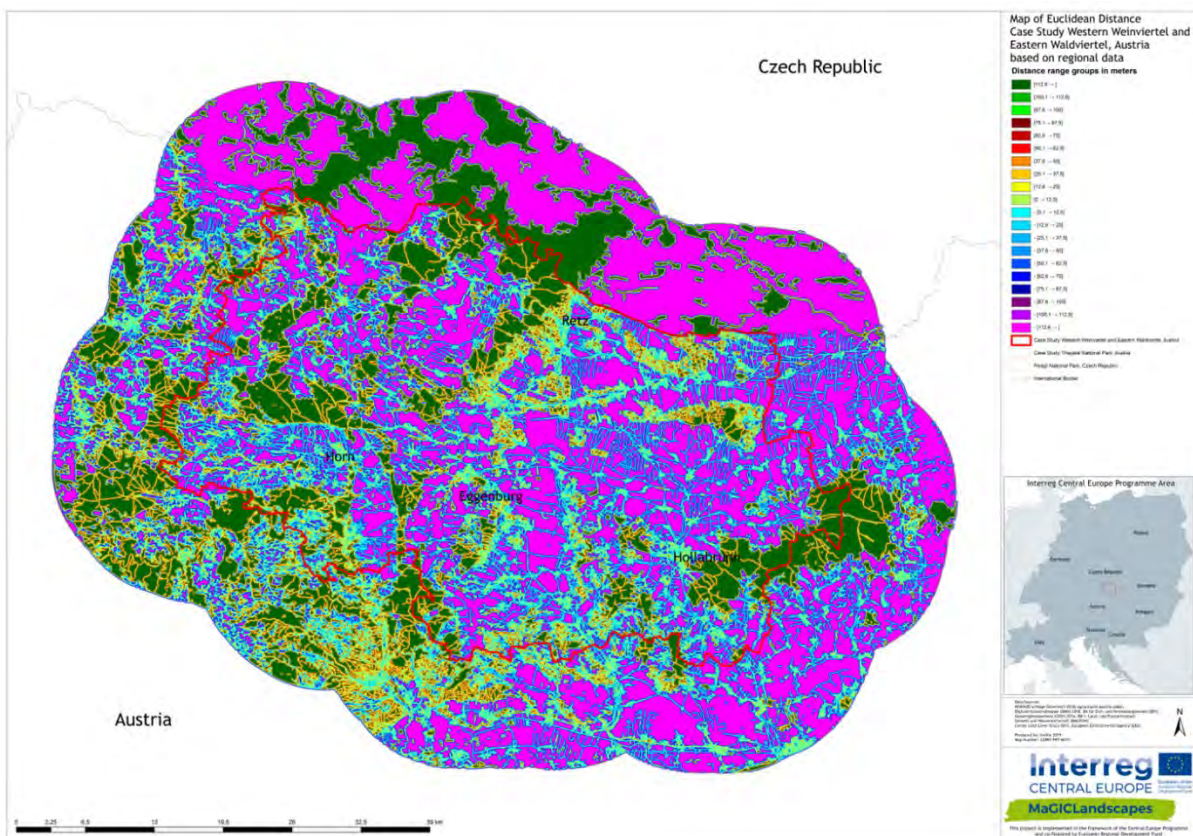


Figura 12: Risultati della Distanza euclidea basati sui dataset regionali dell'area del caso studio "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e "Parco Nazionale Thayatal" (AT).

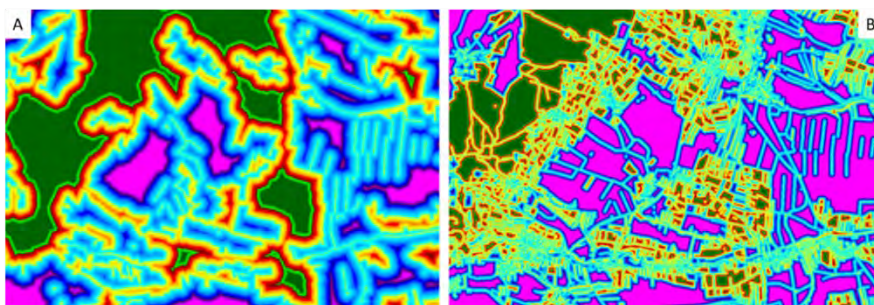


Figura 13: Sezione di dettaglio esemplificativa dei risultati della Distanza Euclidea basati su CORINE Land Cover (A) e su geodati regionali (B) per l'area del caso studio austriaco "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale" e basati su geodati regionali (B) per l'area del caso studio austriaco "Waldviertel orientale e Weinviertel".



Anche la carta del caso studio di Kyjovsko con le distanze euclidee basate su dati regionali e locali sottolinea ulteriormente la frammentazione dei *core* forestali a nord e sud-est da parte di strade forestali. Questo vale soprattutto per Kyjovsko, dove erano disponibili dati più dettagliati. Nel frattempo, nei comuni circostanti, dove era disponibile solo lo strato consolidato di ecosistemi, che comprende solo strade asfaltate, lo stesso tipo di nuclei forestali appare più o meno intatto.

Nelle Figure 14 e 15, queste notevoli differenze tra le diverse fonti di dati sono visibili chiaramente: da un lato, le zone d'influenza più piccole, dall'altro più connessioni (visualizzate in giallo e blu) e una maggiore influenza dei *core* (visualizzati in verde e rosso), che viene attribuita in particolare alle piccole aziende agricole, alle particelle boschive ma anche ai vigneti e ai frutteti, soprattutto nei casi in cui sono accompagnati da strisce boschive e di prato.

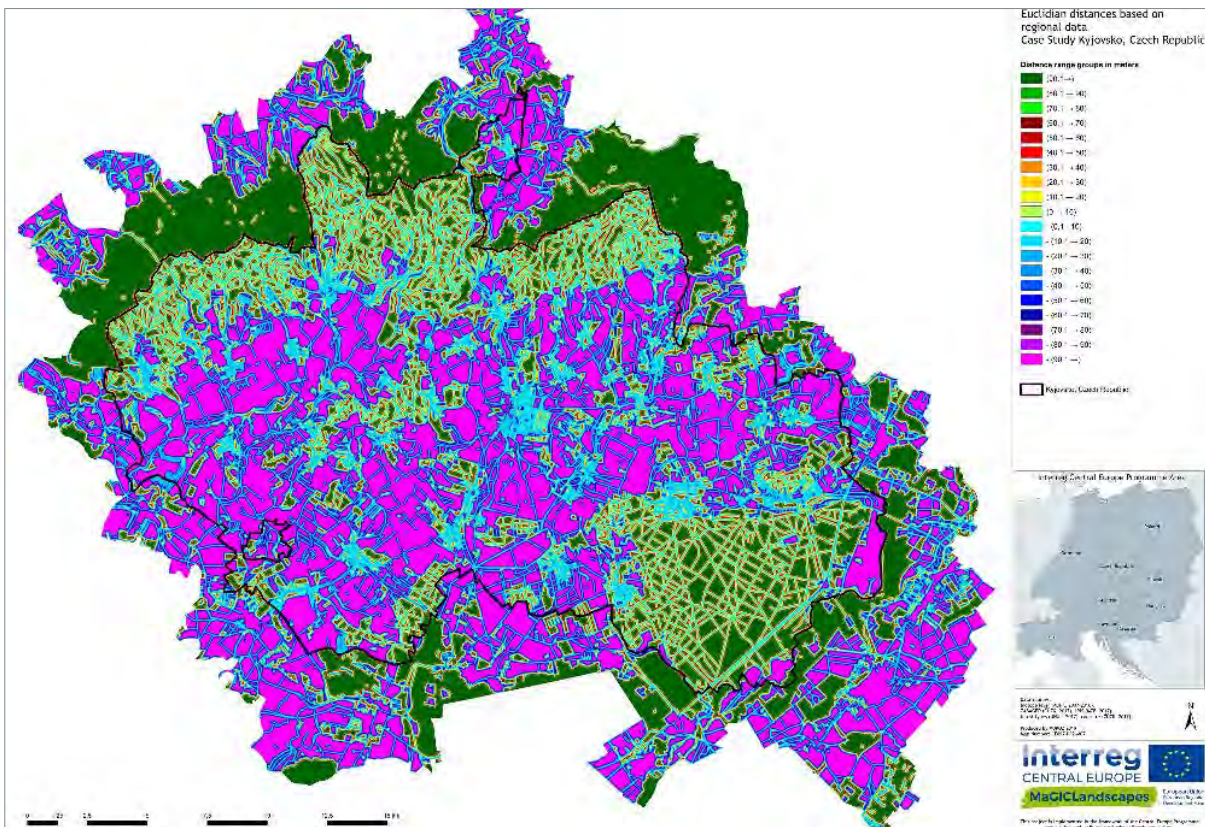


Figura 14: Risultati della Distanza euclidea basati sui dataset regionali per l'area del caso studio Kyjovsko (CZ).

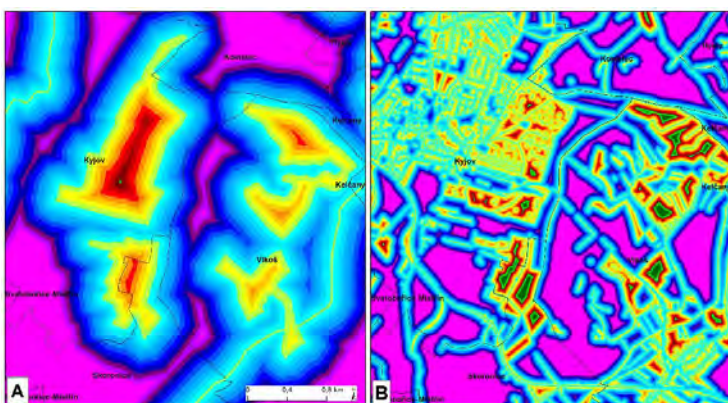


Figura 15: Sezione di dettaglio esemplificativa dei risultati della Distanza Euclidea basati su CORINE Land Cover (A) e basati su geodati regionali (B) per l'area di caso studio ceco "Kyjovsko".



3.3.1.4 Feedback sull'analisi della connettività

Sulla base dell'esperienza dei partner nella valutazione del MSPA in GuidosToolbox e dell'analisi critica dei risultati, la metodologia appare utile e valida. I moduli di GuidosToolbox sono facili da usare e la libera accessibilità al software facilita enormemente l'uso ulteriore di questa applicazione. Sebbene i risultati siano facilmente trasferibili in applicazioni GIS, esistono alcuni problemi con la creazione di legende per le rispettive carte, che di solito devono essere regolate manualmente con conseguente dispendio di tempo. L'analisi MSPA è sufficientemente auto-esplicativa. Se si utilizzano dati territoriali molto dettagliati, GuidosToolbox fornisce risultati estremamente utili per la pianificazione e la gestione dell'IV e del paesaggio, soprattutto quando i risultati vengono confrontati con altri metodi e analisi. In secondo luogo, i risultati dell'analisi di GuidosToolbox possono essere utilizzati ulteriormente per l'analisi della pianificazione territoriale e di documenti strategici. In generale, la combinazione delle carte risultanti permette di farsi un'idea della funzionalità del paesaggio selezionato o degli elementi di IV. Le uniche limitazioni nella fruibilità del software sembrano essere la disponibilità di dati di input e la dimensione delle aree di caso studio da calcolare.

L'interpretazione delle carte delle distanze euclidee è un po' più complicata, ma può essere spiegata piuttosto facilmente quando si segue una serie di regole - i colori "rosa" mostrano spazi che non hanno alcuna IV e quindi sono l'obiettivo per la realizzazione di nuove IV. I colori "verde e rosso" mostrano un'ottima presenza di IV, mentre i colori "giallo e blu" mostrano una presenza di IV migliorabile.

Grazie alla risoluzione dei dati spaziali disponibili dall'applicazione transnazionale, i risultati delle tre procedure di analisi forniscono indicazioni fondamentali e permettono lo sviluppo di ragionamenti transnazionali e sovraregionali che riguardano l'IV. Gli schemi di analisi intuitivi del MSPA e della distanza euclidea possono essere collegati a ulteriori misure di pianificazione territoriale e sono altrettanto facili da comunicare.

Come sopra indicato, a causa dell'alta risoluzione dei dati di input per l'analisi di IV a livello regionale e locale, la analisi della rete del modulo GuidosToolbox non è stata condotta a questo livello spaziale. Inoltre, la teoria di base e il background dell'analisi, cioè la teoria dei grafici, non sono così facilmente comprensibili e autoesplicativi come i moduli di MSPA e Distanza euclidea.

Le analisi effettuate mostrano due approcci che utilizzano dataset diversi. L'approccio transnazionale si basa su dati CLC (obsoleti, con bassa risoluzione e con errori soggettivi nell'interpretazione delle classi), utilizzando una larghezza dell'*edge* preimpostata di 100 m. Questo potrebbe essere un bene per le analisi transnazionali/nazionali, ma per le analisi locali e anche regionali dovrebbero essere utilizzati dati più dettagliati e criteri più precisi. Questo è evidente dal secondo approccio, che ha utilizzato dati regionali e locali, applicando una risoluzione più precisa (fino a 1 m di pixel) e anche criteri più precisi (larghezza dell'*edge* di 10 m). Questo approccio rivela non solo la connessione "nascosta" tra elementi IV e *core*, ma anche la maggiore frammentazione di elementi IV presumibilmente integri.

Altro punto è il fatto che ritagliando i dati, cioè creando un'"isola", i risultati potrebbero essere leggermente diversi, soprattutto ai margini di questa "isola" rispetto a quando si utilizzano dataset (spazialmente) più ampi. Per questo motivo, è stata collocata un'area cuscinetto di 10 km intorno alle aree del caso studio al fine di ridurre gli effetti di confine. Questo fatto è rilevante soprattutto in caso di utilizzo dell'Analisi di rete. Per la visione d'insieme della situazione, tuttavia, questo tipo di analisi è piuttosto generica.



3.3.2 Metodologia di mappatura sul campo

Lo strumento chiave per la valutazione delle infrastrutture verdi a livello locale è stata il rilievo in loco di zone di verifica selezionate all'interno delle aree del caso studio. La selezione ha preso spunto dai risultati della carta dell'infrastruttura verde basata su CORINE (2012), nonché dall'Analisi morfologica spaziale (MSPA) e dalla misurazione della Distanza euclidea. L'obiettivo della mappatura delle IV a livello locale era quello di fornire, all'interno dei siti selezionati, una visione dettagliata dei siti selezionati che mostrasse l'alta diversità nascosta dietro le classi più generali di CORINE o i dataset regionali. I dati sono stati poi ulteriormente elaborati con il software GIS (ArcGIS, QGIS) e Microsoft Excel.

3.3.2.1 Mappatura sul campo

Nel corso della mappatura delle IV sono state scelte in anticipo aree di dimensioni adeguate. Le sezioni di verifica da selezionare per la valutazione dell'IV è preferibile siano essere localizzate in aree di particolare interesse o in siti di potenziale intervento come aree nucleo, corridoi, nodi, punti di passaggio, ecc. o aree ecologicamente sensibili. La dimensione e la forma dell'area scelta può, inoltre, essere adattata alle classi MSPA (ad es. *core* vs. *bridge*). In ogni caso, l'area cumulativa dei siti dovrebbe essere (almeno) di 1 kmq.

In loco, con l'aiuto della classificazione degli habitat EUNIS (European Nature Information System) (livello 3) (Davies & Moss 1999; Davies et al., 2004) e delle categorie di biotopi nazionali corrispondenti, nonché delle linee guida di mappatura sviluppate nell'ambito del progetto MaGICLandscapes, i tipi di habitat presenti in unità omogenee di elementi paesaggistici sono stati determinati utilizzando le descrizioni delle specie indicatrici e degli habitat del catalogo EUNIS. La classificazione degli habitat EUNIS è *“un sistema paneuropeo completo che facilita la descrizione e la raccolta armonizzate di dati in tutta Europa attraverso l'uso di criteri di identificazione degli habitat. È un sistema gerarchico che considera tutti i tipi di habitat, naturali e artificiali, terrestri, d'acqua dolce e marini”* (EEA - European Environment Agency 2014).

Nel frattempo, tuttavia, è stato redatto un documento “condiviso” di traduzione tra CORINE Land Cover ed EUNIS (Agenzia Europea per l'Ambiente, 2009), nonché diversi schemi di classificazione dei biotopi nazionali e internazionali, che costituiscono un aiuto prezioso per l'implementazione della mappatura sul campo.

Successivamente, ogni elemento di IV è stato delimitato cartograficamente su immagini aeree dell'area di studio. Lo stato emerobico o il livello di naturalità è stato classificato secondo Sukopp (1969) e Walz et al. (2014) su una scala da 1 (metaemerobico o artificiale) a 7 (aemerobico o naturale) utilizzando non solo diversi esempi indicativi (per esempio di terreni agricoli), ma anche richiedendo un'interpretazione esperta della struttura specifica del paesaggio e delle caratteristiche del biotopo nelle aree di studio. Infine, le caratteristiche generali e le barriere, che riducono la permeabilità dell'IV, sono state annotate nell'apposito modulo di mappatura sul campo.

3.3.2.2 Visualizzazione dei dati

In seguito al lavoro sul campo è stato realizzato un geodatabase, unendo le informazioni spaziali degli elementi di IV con i dati ottenuti dai rilievi in loco. In questo modo è stato possibile creare diverse carte che rappresentano immagini ad alta risoluzione della situazione attuale.

Confronto tra IV su scala transnazionale, regionale e locale

Un risultato importante di questa valutazione è la possibilità di mostrare il vantaggio della valutazione dell'IV locale in termini di risoluzione spaziale e qualitativa. A differenza delle carte di IV precedentemente compilate utilizzando solo i dati transnazionali CORINE (2012) da un lato, e la carta perfezionata di IV consideranti diverse e più accurate fonti di dati nazionali (ad esempio la rete idrica o la carta catastale)



dall'altro, è possibile ottenere una visione molto più dettagliata della diversità funzionale e qualitativa e della connessione di IV con la valutazione locale. Inoltre, le categorie della classificazione degli habitat EUNIS (2017) forniscono una caratterizzazione dell'IV paragonabile a livello internazionale. Le pagine seguenti dimostrano in modo esemplificativo la valutazione dell'IV locale nelle aree del caso studio Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT) e Parco naturale di Dübener Heide (DE).



Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT)

La valutazione dell'IV nell'area di studio austriaca (Figura 16) si è concentrata sugli habitat delle zone umide. La mappatura è stata effettuata in un quadrante di 0,4 chilometri quadrati (400 x 1000 m).

Si può osservare che la carta transnazionale di CORINE Land Cover (CLC) è priva di molti dettagli, soprattutto per quanto riguarda i piccoli corpi idrici e la vegetazione associata. A livello regionale e, in particolare, a livello locale, si possono individuare diversi percorsi tra un paesaggio agricolo strutturato più piccolo e molte aree verdi urbane, come ad esempio i giardini. Nel complesso, si può notare un notevole aumento del numero di classi di copertura del territorio/biotopi. Mentre la carta regionale CLC contiene 15 categorie, la valutazione locale ha rivelato 39 categorie EUNIS.

Un'altra rilevante differenza evidenziata dalla mappatura sul campo in questo quadrante, ma già visibile a livello regionale, è il corso del fiume Pulkau gli habitat ad esso associati. Il corso naturale del fiume nel comune di Zellerndorf potrebbe essere in parte ripristinato. Come si può vedere nella carta (Figura 16c), esistono diversi tipi di habitat delle zone umide, come ad esempio le aree ad elofite ricche di specie, i canneti che costeggiano l'acqua o i boschi ripariali lungo il fiume. Nei siti con condizioni più asciutte, è stato possibile identificare i tipi di prati xerici.

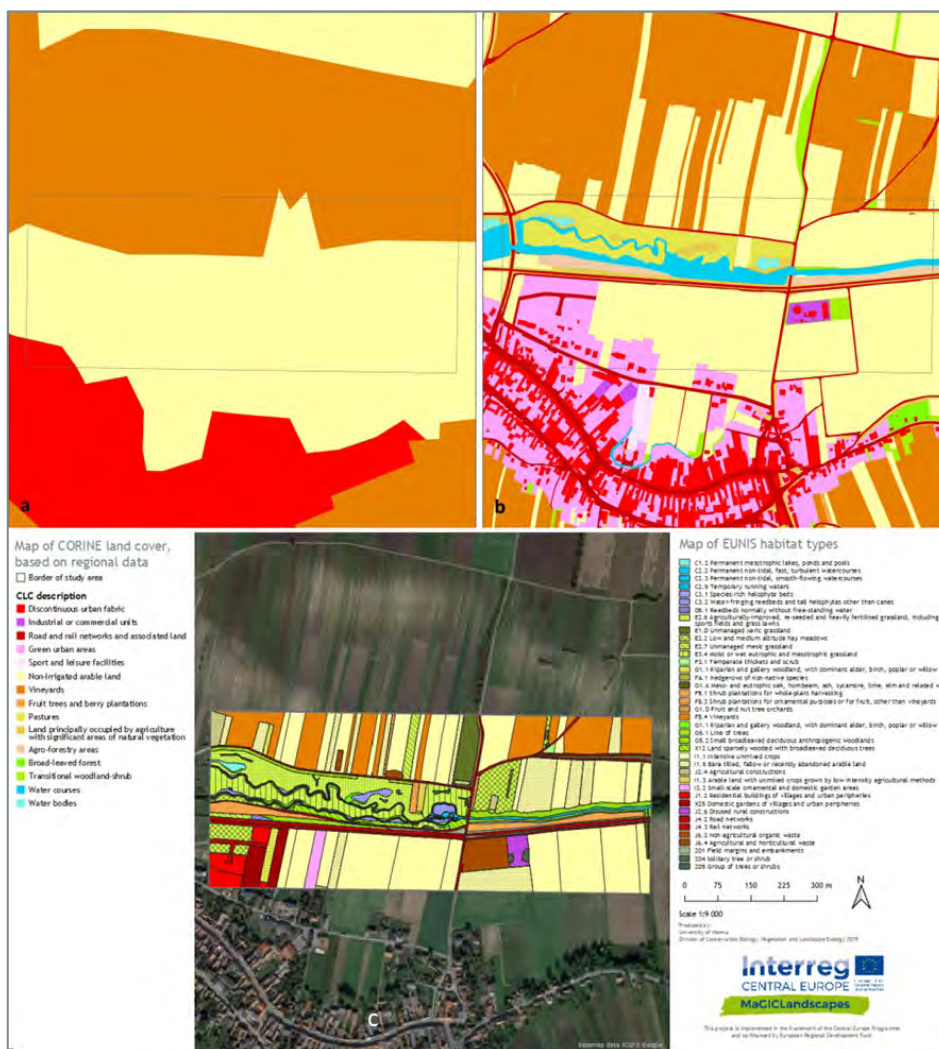


Figura 16: Carta dell'infrastruttura verde basata su CORINE Land Cover (2012) a risoluzione transnazionale (a) e regionale (b) rispetto alla IV basata sulla classificazione degli habitat EUNIS (2017) su scala locale (c) con particolare attenzione agli habitat delle zone umide e all'acqua (area di studio del caso Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale, AT).



Parco naturale di Dübener Heide (DE)

I risultati per la valutazione delle IV nella periferia urbana della città di Eilenburg possono essere osservati nella Figura 17. Eilenburg si trova ai margini della Dübener Heide e appartiene all'area di ricerca estesa. La diversità dei tipi di habitat si riflette nel numero di classi di usi del suolo. A livello transnazionale esistono solo 4 classi CLC. Sulla base dei dati regionali 14. Nel corso della mappatura nel quadrante sono state determinate 22 classi EUNIS nel quadrante. Il fiume Mulde costituisce l'asse principale delle infrastrutture verdi nell'area urbana della città di Eilenburg. La vegetazione riparia, i prati e i grandi e vecchi alberi formano la vegetazione che costeggia il fiume. La mappatura locale (Figura 17c) mostra un paesaggio strutturalmente molto ricco, dove pascoli non gestiti, prati di fieno a bassa e media altitudine, boscaglia fluviale, prati coltivati, seminati e fortemente fertilizzati e boschi naturali e seminaturali si alternano a parchi. Non mancano gli usi urbani, come i campi sportivi, un'area per eventi e gli edifici residenziali dei villaggi e delle periferie urbane. Sono visibili inoltre le barriere e gli ostacoli alla rete e alle connessioni delle infrastrutture verdi. Le reti stradali e ferroviarie sono facilmente riconoscibili. Si possono individuare singoli elementi verdi all'interno delle aree urbane e industriali, così come parchi, lotti e aree verdi. I filari di alberi e il verde stradale sono presenti solo in misura limitata, poiché la registrazione su carta di tali strutture di piccole dimensioni è molto complessa.

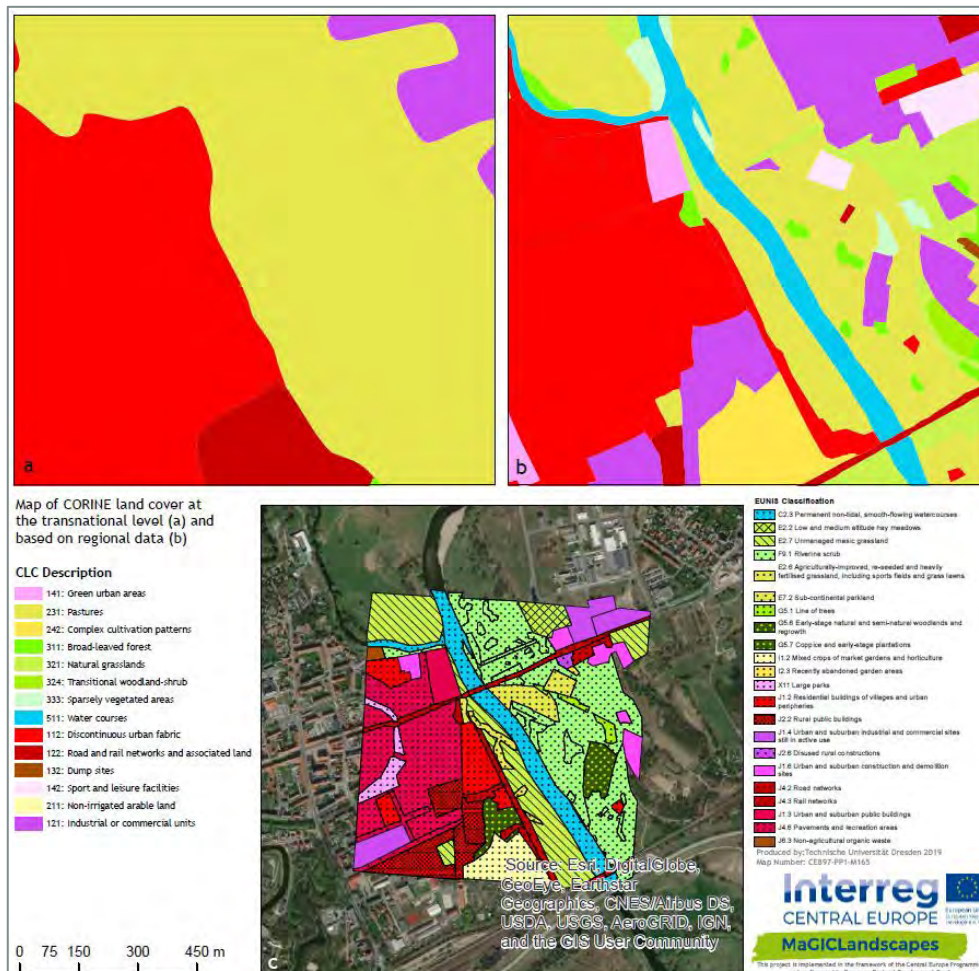


Figura 17: Carta dell'infrastruttura verde basata su CORINE Land Cover (2012) a risoluzione transnazionale (a) e regionale (b) rispetto alla IV basata sulla classificazione degli habitat EUNIS (2017) su scala locale (c) con particolare attenzione alla periferia urbana della città di Eilenburg (area caso studio di Dübener Heide, DE).



Livello di naturalità

L'altro risultato principale è una visione altrettanto dettagliata dell'influenza antropogenica sugli elementi dell'IV. Queste carte dello stato di naturalità fungono da base per determinare le aree locali ad alta priorità in cui è necessario agire per migliorare o mantenere l'IV.

L'indice di emerobia misura lo stato emerobico di un'area: l'entità della deviazione dalla potenziale vegetazione naturale causata dalle attività umane.

I gradi di influenza umana sono valutati utilizzando una scala che normalmente comprende 7 gradi, in cui il livello più alto (aemerobico) corrisponde a paesaggi "naturali" o non disturbati e habitat come le torbiere e il livello più basso (metaemerobico) è dato a paesaggi totalmente disturbati o "artificiali" come le aree urbane. In un contesto agroambientale l'indice mostra l'influenza culturale delle pratiche agricole sui paesaggi e sulla potenziale vegetazione.

L'assegnazione di una classe di utilizzo del terreno a un grado speciale di emerobia rispetta l'intensità, la durata e la gamma dell'impatto umano (Sukopp 1969). Mentre ad esempio le aree residenziali sono caratterizzate da un elevato grado di impermeabilizzazione del suolo, che ha un forte impatto sulla funzione ecologica, ed è per lo più di lunga durata, le aree agricole e forestali contengono diverse intensità d'uso (Walz et al. 2014).

Secondo il Centro Comune di ricerca della Commissione Europea (CCR-JRC) e il loro rapporto scientifico e tecnico "Implementation of an EU wide indicator for the rural-agrarian landscape" (Paracchini et al. 2011) l'emerobia, o meglio il grado di naturalità, è risultato essere uno dei tre indicatori proposti, oltre alla struttura e alla consapevolezza sociale dei paesaggi rurali.

La valutazione fornisce una panoramica interessante sulla qualità dell'IV. In generale, si evidenzia l'alto valore dell'IV che funziona come corridoio all'interno del paesaggio culturale, come i fiumi e i boschi che li accompagnano, così come altre aree (semi)naturali quali boschi e pascoli più ampiamente utilizzati. Questi elementi sono essenziali nella matrice dei terreni agricoli, che è valutata come lontana dal naturale (3). In contrasto con l'IV con alto livello di naturalità, le strutture artificiali o i terreni utilizzati in modo intensivo mostrano un grado di naturalità molto basso, ovvero un alto grado di emerobia.

Tabella 3: Tabella dello stato emerobico / livello di naturalità secondo Sukopp (1969) e Walz et al. (2014)

Livello di naturalità		Stato emerobico	Definizione	Processi/impatto umano	Esempi indicativi
1	Artificiale	Metaemerobico	lastricato, costruito, distrutto	Superficie sigillata, biocenosi distrutta	strade edifici superfici sigillate canali e acquedotti in cemento discariche Terre minerarie
2	Molto distante dal naturale	Poliemerobico	completamente trasformato	Forti cambiamenti nella biocenosi, copertura del biotopo con materiale esterno	foreste non autoctone senza sottobosco vigneti e frutteti intensivi con lavorazione del terreno



					<p>giardini di case</p> <p>terreni agricoli non infestanti</p> <p>prati coltivati in modo intensivo, estremamente poveri di specie</p> <p>acque canalizzate</p> <p>campi solari</p> <p>parchi eolici</p> <p>verde urbano</p> <p>campi da golf</p> <p>pozzi/ miniere aperte</p>
3	Lontano dal naturale	a-euemerobico	parzialmente trasformato	Sostituzione della vegetazione naturale con quella aliena; aratura profonda, piantagione, grandi cambiamenti nel circolo della materia, drenaggio, uso pesante di fertilizzanti e biocidi	<p>bosco mal strutturato</p> <p>bosco dominato da specie aliene</p> <p>terreni agricoli con infestanti specifici del sito</p> <p>prati e pascoli fertilizzati poveri di specie</p> <p>vigneti e frutteti erbosi</p> <p>terreni a maggese a breve termine</p> <p>vegetazione spontanea</p> <p>giardini di case mal strutturati</p> <p>acque arginate</p>
4	Relativamente lontano dal naturale	b-euemerobico	fortemente influenzato	Modifica importante della composizione naturale del bosco; uso di fertilizzanti e biocidi, drenaggio dei fossati	<p>boschi riccamente strutturati</p> <p>bosco dominato da specie atipiche per il sito o con elevata presenza di specie esotiche</p> <p>prati e pascoli leggermente fertilizzati e ricchi di specie</p> <p>vigneti estesi</p> <p>terreni a maggese a medio termine</p> <p>colture annuali associate a colture permanenti (estensive)</p> <p>terreni coltivabili estesi</p>



					<p>oliveti con copertura vegetale permanente</p> <p>agroforestale</p> <p>pascolo intensivo</p> <p>acque parzialmente arginate, potenziale presenza di vegetazione o di pesci</p>
5	Seminaturale	Mesoemerobico	moderatamente influenzato	<p>Modificazione moderata della composizione del bosco, disboscamento e aratura occasionale, pascolo estensivo, dosi poco frequenti o minime di fertilizzante</p>	<p>foreste a gestione intermedia a più piani con un'alta percentuale di legno secco</p> <p>boschi con bassa diversità di specie e crescente presenza di specie atipiche</p> <p>prati e pascoli estesi</p> <p>terreni a maggese a lungo termine</p> <p>sistemi agroforestali altamente diversificati (pascoli boschivi)</p> <p>acque con sponda naturale e striature circondate da terreni coltivati, boschi gestiti o sporadiche strutture di controllo delle acque</p>
6	Vicino al naturale	Oligoemerobico	seminaturale	<p>Rimozione limitata di legno, pastorizia, piccoli cambiamenti nei circoli della materia, inquinamento attraverso aria e acqua</p>	<p>boschi gestiti vicino al naturale</p> <p>boschi con specie tipiche del sito e diversi biotopi quasi naturali</p> <p>aree a pascolo seminaturali</p> <p>praterie secche primarie e secondarie</p> <p>stadi di successione prossimi al culmine</p>
7	Naturale	Aemerobico	Naturale	Nessun disturbo	<p>torbiere intatte</p> <p>boschi o acque incontaminate</p> <p>nessun utilizzo</p>

La valutazione dell'area di studio lungo il fiume Pulkau (Figura 18A) descrive le aree antropogeniche altamente modificate e distrutte, come edifici, strade o depositi di rifiuti agricoli. Dall'altro lato, c'è il fiume con la sua vegetazione circostante e i vari tipi di prato sono rispettivamente naturali e seminaturali. Degna di nota è anche la differenza tra le sezioni fluviali gestite all'interno e all'esterno dell'area di ripristino.

L'analisi della naturalità nell'area urbana della città di Eilenburg lungo il fiume Mulde è mostrata nella Figura 18B. Mostra che le aree urbane e le aree impermeabilizzate sono chiaramente classificate con livelli 1 e 2. Ma anche strade e linee ferroviarie. I parchi, i lotti e le aree ruderali sono stati classificati al livello 3 (lontano dal naturale). A nord dell'area di studio è presente una riserva naturale su un'isola nel mezzo del Mulde. Questa è stata valutata con livello 5 (seminaturale). L'IV lungo il Mulde è stata valutata di livello 3 o 4.

Quindi, mentre la classificazione delle categorie EUNIS indica al mappatore quali sono gli elementi IV nell'area di studio, la valutazione della naturalità fornisce informazioni chiare sulla qualità ecologica di tali elementi. Ciò è molto utile per distinguere all'interno degli elementi classificati come *IV* o *IV secondo specifiche circostanze* e naturalmente *non IV* in termini di condizione. Ciò consente di determinare le aree di alto valore su scala locale e, successivamente, di fornire adeguate raccomandazioni per la gestione e di intraprendere azioni per mantenere o migliorare la situazione.

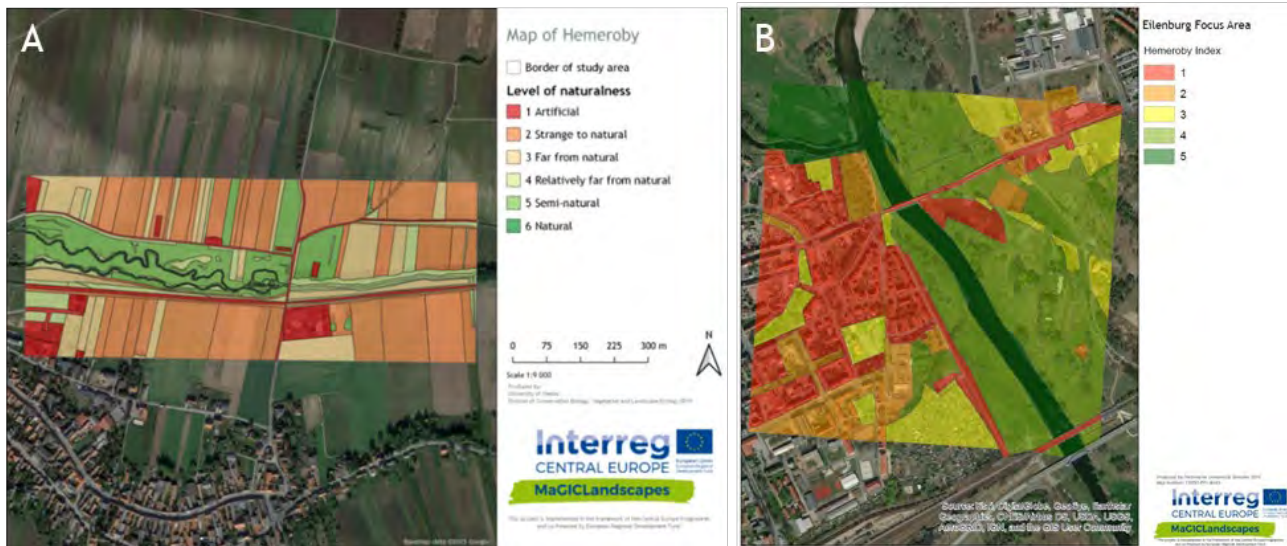


Figura 18: Risultati della valutazione IV locale, che mostrano il livello di emerobia nelle aree del caso studio Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (AT) e Parco naturale di Dübener Heide (DE).



Barriere

A parte la carta degli habitat EUNIS, che fornisce già un quadro preciso della rete di IV su scala locale, prendere in considerazione le barriere (muri, recinzioni o altre strutture) all'interno dei singoli elementi di IV migliora ulteriormente la visione sulla connettività delle IV nelle aree dei casi studio.

Nel contesto dell'IV, le barriere riducono la permeabilità dell'IV alla fauna e alla flora (e alle persone). La mancanza di possibilità di movimento influisce sul flusso genico delle popolazioni e può portare all'estinzione locale. Le strutture antropogeniche, come gli edifici o i giardini recintati, hanno per lo più un effetto barriera all'interno del paesaggio. Tuttavia, l'emerobia non sempre indica la presenza di barriere nell'elemento.

Questa valutazione consente di individuare le aree con permeabilità limitata al fine di sviluppare specifiche strategie di gestione a livello regionale e locale per gestire le IV esistenti o implementare potenziali IV e per rimuovere gli ostacoli e le barriere, ove possibile, al fine di creare la possibilità di corridoi ecologici per le migrazioni delle specie e lo scambio genetico.

All'interno del quadrante valutato dell'area del caso studio austriaco (Figura 19A) vi sono alcuni elementi con evidenti barriere come le aree urbane discontinue, i siti industriali o i giardini. Anche i binari ferroviari lungo il fiume Pulkau hanno un effetto barriera. Tuttavia, la barriera più grande in quest'area campione è il prato recintato dell'area di ripristino, utilizzato a pascolo.

Il quadrante valutato dell'area del Parco nazionale Krkonoše (CZ) che circonda i villaggi e le città di montagna è mostrato nella Figura 19 B. Qui la recinzione delle tenute e delle particelle tramite ringhiere e muri è solitamente non consentita a causa della regolamentazione per la conservazione della natura, ma è possibile identificare le categorie di utilizzo del terreno/habitat con un elevato effetto barriera in ogni area del caso studio. Come previsto, gli edifici e le strade principali, in particolare, hanno un elevato effetto barriera. Le strutture sportive e per il tempo libero durante le principali stagioni turistiche (strade, piste, impianti di risalita, piste da sci, ecc.) svolgono un ruolo molto importante. Un elevato effetto barriera rilevato nell'area è costituito dal centro del paese e dalle strade principali ad alta intensità di traffico.

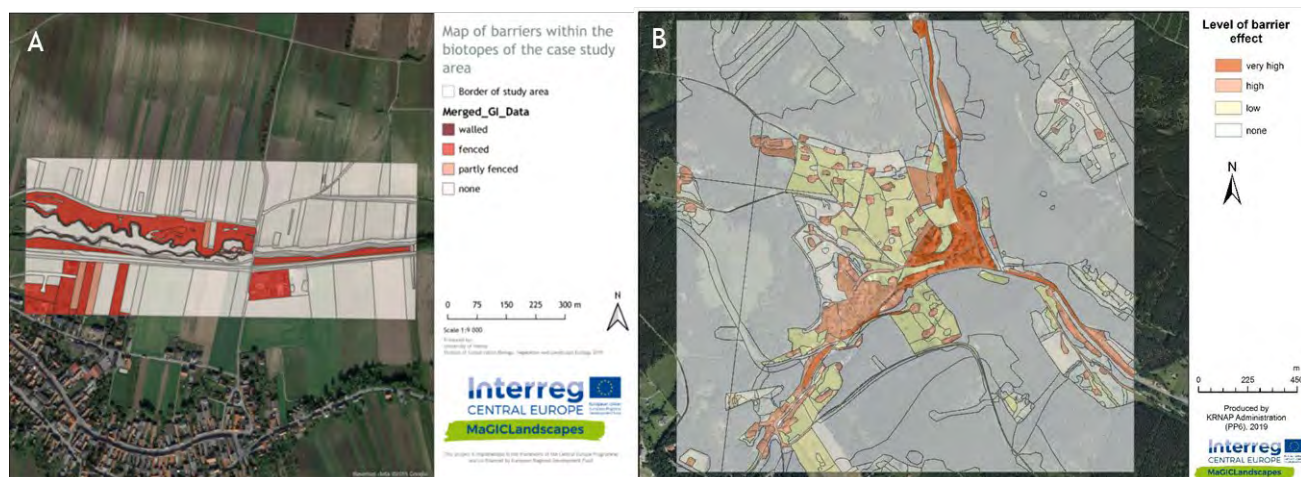


Figura 19: Risultati della valutazione IV locale, che mostrano le barriere per le aree del caso studio Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale (A) e Parco naturale Krkonoše (B).



3.3.3 Analisi della funzionalità

3.3.3.1 Preparazione della matrice della capacità di fornitura di servizi di paesaggio

Le analisi di funzionalità sono state effettuate mediante la valutazione delle capacità degli elementi di IV e di tutte le altre classi di uso del suolo di fornire servizi di paesaggio, a partire dai geodati di cui sopra. Soprattutto se basate su approcci partecipativi, le matrici di capacità di fornitura sono ampiamente utilizzate per la valutazione dei servizi ecosistemici (ESS), che corrispondono perfettamente alla motivazione e agli obiettivi di MaGICLandscapes.

Fondamentalmente, una matrice di capacità di fornitura è una tabella che collega i tipi di copertura del suolo ai servizi ecosistemici o ai servizi di paesaggio potenzialmente forniti. Introdotto da Burkhard et al. nel 2009, il metodo è stato sviluppato e applicato in una serie di casi studio (Campagne et al. 2017).

Per creare una solida matrice di capacità di fornitura di servizi di paesaggio per i tipi di uso del suolo CORINE nell'Europa centrale, è stata utilizzata la matrice di Stoll et al. (2015) esistente per tutta l'Europa. La definizione dei servizi di paesaggio forniti è stata derivata da de Groot et al. (2002, 2006 and 2010) e revisionata dagli esperti di ogni partner di progetto. Lo strumento chiave per l'analisi della funzionalità di IV è stata la matrice finale dei servizi di paesaggio, composta da 30 singoli ESS suddivisi in cinque servizi principali che sono aggregati al valore totale della funzione per ogni tipo di uso del suolo.

Secondo la definizione del Millennium Ecosystem Assessment (MEA) i "servizi ecosistemici" comprendono vari benefici per le persone forniti dagli ecosistemi. Possono essere divisi in quattro categorie:

- Servizi di approvvigionamento (ad es. cibo, acqua dolce)
- Servizi di regolazione (ad es. regolazione del clima, impollinazione)
- Servizi culturali (ad es. ricreazione, istruzione)
- Servizi di supporto (ad esempio formazione del suolo, fotosintesi)

Pertanto, questi servizi ecosistemici non solo sostengono i bisogni fondamentali dell'uomo, ma hanno anche un elevato valore economico (MEA, 2005; TEEB, 2010). Per comprendere e quantificare questi complessi sistemi socio-ecologici e sviluppare modelli di servizi ecosistemici, le matrici di valutazione sono uno strumento comune in questo campo di ricerca (Burkhard et al., 2009, 2012; Stoll et al., 2015).

Come accennato in precedenza, per la metodologia di valutazione del progetto in corso, la matrice di Stoll et al. (2015) è stata usata come base di discussione. Rispetto al concetto di servizi di paesaggio di de Groot et al. (2002, 2006 and 2010), essa utilizza quattro gruppi di servizi ecosistemici (Integrità ecologica, Servizi di regolazione, Servizi di approvvigionamento e Servizi culturali) che comprendono 39 singoli servizi e assegna ad ogni uso di Corine Land Cover uno dei seguenti sei livelli in base alla capacità di fornire servizi:

- 0 = nessuna capacità del tipo di uso del suolo per fornire questo particolare servizio ecosistemico;
- 1 = capacità bassa;
- 2 = capacità rilevante;
- 3 = capacità media;
- 4 = capacità alta o
- 5 = capacità molto alta

ad ogni classe di CORINE Land Cover per indicare la loro capacità per ogni servizio ecosistemico.



Rispetto ai servizi ecosistemici, i servizi di paesaggio tengono maggiormente conto dei modelli spaziali, che derivano dai processi umani e naturali, nonché della dimensione sociale (Vallés-Planells et al. 2014). Questo rende il concetto più ampio di servizi di paesaggio più applicabile e quindi è comunemente usato nella pianificazione del paesaggio. Come già descritto in dettaglio nel prodotto di MaGICLandscapes "Green Infrastructure Handbook - Conceptual & Theoretical Background, Terms and Definitions" (John et al., 2019) abbiamo quindi applicato il concetto di servizi di paesaggio. Sulla base di de Groot (2006) le funzioni di paesaggio sono raggruppate in cinque categorie primarie (sulla base di de Groot 1992 e de Groot et al. 2002):

- **Funzioni di regolazione:** Questo gruppo di funzioni si riferisce alla capacità degli ecosistemi naturali e seminaturali di regolare i processi ecologici essenziali e i sistemi di supporto vitali attraverso cicli biogeochimici e altri processi biosferici. Le funzioni di regolazione mantengono un ecosistema "sano" su diverse scale e, a livello di biosfera, forniscono e mantengono le condizioni per la vita sulla terra. Sotto molti aspetti, queste funzioni di regolazione forniscono i presupposti necessari per tutte le altre funzioni. Pertanto, si dovrebbe fare attenzione a non raddoppiare il loro valore nell'analisi economica. In teoria, il numero delle funzioni di regolazione sarebbe quasi illimitato, ma per la pianificazione del paesaggio si considerano solo quelle funzioni di regolazione che forniscono servizi, che hanno benefici diretti e indiretti per l'uomo (come il mantenimento di aria, acqua e suolo puliti, la prevenzione dell'erosione del suolo e i servizi di controllo biologico)." (de Groot 2006, p. 177)
- **Funzioni di habitat:** Gli ecosistemi naturali forniscono rifugio e habitat di riproduzione per piante e animali selvatici e contribuiscono quindi alla conservazione (*in situ*) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi. Come suggerisce il termine, le funzioni dell'habitat si riferiscono alle condizioni spaziali necessarie per mantenere la diversità biotica (e genetica) e i processi evolutivi. La disponibilità, o condizione, di questa funzione si basa sugli aspetti fisici della nicchia ecologica all'interno della biosfera. Questi requisiti si differenziano per i diversi gruppi di specie, ma possono essere descritti in termini di capacità portante e di esigenze spaziali (dimensione minima critica dell'ecosistema) degli ecosistemi naturali che li forniscono". (De Groot 2006, pp. 177-178)
- **Funzioni di produzione:** La fotosintesi e l'assorbimento dei nutrienti da parte degli autotrofi converte l'energia, l'anidride carbonica, l'acqua e i nutrienti in una grande varietà di molecole organiche, che vengono poi utilizzate dai produttori secondari per creare una varietà ancora maggiore di biomassa vivente. Questa biomassa fornisce molte risorse per l'uso umano, che vanno dal cibo e dalle materie prime (fibre, legno, ecc.) alle risorse energetiche e al materiale genetico." (De Groot 2006, p. 178)
- **Funzioni di socio-culturali:** Poiché la maggior parte dell'evoluzione umana si è svolta nel contesto di habitat non antropizzati, gli ecosistemi naturali forniscono una "funzione di riferimento" essenziale e contribuiscono al mantenimento della salute umana fornendo opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, ricreazione ed esperienza estetica". (De Groot 2006, p. 178)
- **Funzioni "carrier":** La maggior parte delle attività umane (ad esempio la coltivazione, l'abitazione, il trasporto) richiedono spazio e un substrato adeguato (suolo) o un mezzo (acqua, aria) per sostenere l'infrastruttura associata. L'uso di funzioni *carrier* solitamente comporta una conversione permanente dell'ecosistema originario. Pertanto, la capacità dei sistemi naturali di fornire funzioni *carrier* su base sostenibile è di solito limitata (fanno eccezione alcuni tipi di coltivazione e di trasporto su vie d'acqua che, su piccola scala, sono possibili senza danni permanenti all'ecosistema)." (De Groot 2006, p. 178)

Pertanto, i valori di capacità dei singoli servizi ecosistemici di Stoll et al. (2015) sono stati abbinati ai termini corrispondenti della classificazione de Groot et al. (2006). Come risultato intermedio, è stata prodotta una matrice a livello europeo con la terminologia riclassificata, che è servita come base per l'ulteriore discussione tra i partner del progetto, contenente 1320 valori di base.

Successivamente, la matrice è stata modificata nella prima fase di revisione sulla base del giudizio espresso dai partner del progetto. Dopo il ciclo di revisione iniziale di adattamento dei valori per ogni area del caso



studio del progetto, sono stati calcolati i valori medi per ogni punteggio di capacità. La tabella che ne è risultata è stata nuovamente inviata ai partner del progetto affinché ne discutessero per raggiungere un consenso comune. Infine, sono stati analizzati gli *outlier*, ovvero i valori che variavano di più di ± 2 rispetto al punteggio originale, ed è stato così definito il valore finale.

La matrice finale dei servizi paesaggistici valutati (Figura 20) può quindi essere collegata alle classi di copertura del suolo delle aree del caso studio su scala transnazionale e regionale, per rappresentare diversi aspetti dei servizi paesaggistici di cui l'uomo beneficia in molteplici modi. In questo modo la produzione di carte che presentano la capacità di un paesaggio di fornire un singolo servizio o il valore medio di un gruppo di funzioni può essere facilmente cartografata.

CLC code	CLC description	Regulation functions					Habitat functions					Production functions					Information functions					Carrier functions					Total Function Value									
		Gas regulation	Climate regulation	Disturbance prevention	Water regulation	Water supply	Soil retention	Soil formation	Nutrient regulation	Waste treatment	Pollination	Biological control	Refugium function	Nursery function	Food	Raw materials	Genetic resources	Medicinal resources	Ornamental resources	Aesthetic information	Recreation	Cultural and artistic information	Spiritual and historic information	Science and education	Habitation	Cultivation		Energy-conversion	Mining	Waste disposal	Transportation	Tourism-facilities				
111	Continuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	4	2	0	2	5	0	1	0	0	3	2	16			
112	Discontinuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	3	3	4	2	0	1	4	0	1	0	0	3	2	18		
121	Industrial or commercial units	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	0	1	0	0	3	0	6			
122	Road and rail networks and associated land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	2	8			
123	Port areas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	2	8			
124	Airports	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	2	7			
131	Mineral extraction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	2	0	0	4	3			
132	Dump sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	3			
133	Construction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1			
141	Green urban areas	2	2	4	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	0	1	0	0	1	2	3	5	3	0	1	1	0	0	0	0	4	2	27		
142	Sport and leisure facilities	1	1	2	0	1	1	1	1	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	1	1	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	16	16		
211	Non-irrigated arable land	1	1	3	1	3	0	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	3	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	31		
212	Permanently irrigated land	2	1	3	1	4	0	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	3	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	31		
213	Rice fields	2	1	3	1	4	1	1	2	2	1	1	2	4	3	4	2	2	1	2	3	1	4	2	2	1	0	5	0	0	0	0	0	42		
221	Vineyards	2	1	3	1	3	1	2	3	1	1	1	2	2	2	5	3	2	1	3	3	3	4	3	2	1	0	5	0	0	0	1	40			
222	Fruit trees and berry plantations	3	2	3	2	3	1	2	3	2	2	5	3	2	1	2	2	2	1	3	3	3	3	2	2	1	0	5	0	0	0	1	40			
223	Olive groves	2	2	4	2	3	1	3	3	2	2	2	3	3	2	3	5	2	2	2	4	4	3	4	4	3	1	0	5	0	0	0	1	48		
231	Pastures	3	1	3	1	3	1	4	4	2	3	3	4	4	3	5	2	3	3	3	4	4	3	1	3	1	0	5	0	0	0	1	51			
241	Annual crops associated with permanent crops	2	1	3	1	3	1	2	3	1	1	3	2	2	2	4	3	1	3	1	2	2	2	3	1	2	1	0	4	0	0	0	1	36		
242	Complex cultivation patterns	2	1	3	1	3	1	2	3	1	2	2	3	3	3	2	2	4	2	1	2	1	2	2	3	3	2	1	1	4	0	0	0	1	39	
243	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	2	2	3	1	3	2	3	3	2	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	0	3	1	0	0	0	2	49		
244	Agro-forestry areas	3	3	4	1	4	3	4	4	2	3	3	2	4	4	3	3	5	3	3	3	3	2	3	3	2	3	1	0	3	3	0	0	1	54	
311	Broad-leaved forest	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	1	0	1	1	0	0	0	2	79		
312	Coniferous forest	4	5	4	4	4	4	3	2	4	4	3	3	3	4	2	5	3	3	5	4	4	4	3	4	1	0	1	1	0	0	0	2	78		
313	Mixed forest	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	1	0	1	1	0	0	0	2	77		
321	Natural grasslands	4	3	3	3	4	4	5	4	3	4	4	4	5	5	3	2	1	5	3	4	5	5	4	4	5	0	1	0	0	0	0	1	67		
322	Moors and heathland	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3	4	5	5	5	3	2	3	5	3	4	5	5	4	4	5	0	0	1	0	0	0	1	69		
323	Sclerophyllous vegetation	4	3	4	4	3	3	5	5	4	3	4	4	5	5	4	3	5	3	4	4	5	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	1	67		
324	Transitional woodland-shrub	4	3	4	4	3	4	5	4	3	4	4	5	5	5	3	2	3	4	3	3	4	4	3	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	63	
331	Beaches, dunes, sands	2	1	2	5	5	2	2	1	1	1	1	5	4	5	2	0	1	4	2	3	4	4	5	2	4	0	0	0	0	1	0	2	52		
332	Bare rocks	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	3	4	1	2	0	0	3	2	3	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	33		
333	Sparsely vegetated areas	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	0	0	3	2	3	3	4	3	1	4	4	0	0	0	0	0	0	40	
334	Burnt areas	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
335	Glaciers and perpetual snow	1	1	3	0	4	5	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	2	0	3	4	5	5	1	5	4	0	0	0	0	0	2	34		
411	Inland marshes	4	4	4	4	5	4	5	4	5	2	1	5	5	5	3	1	2	5	4	2	4	4	4	2	4	5	0	0	0	1	0	0	1	63	
412	Peat bogs	4	4	5	3	4	4	5	5	4	4	1	3	5	5	4	2	0	4	4	3	1	4	4	4	2	4	1	0	0	2	2	0	1	60	
421	Salt marshes	3	1	3	3	4	3	4	3	3	2	1	5	4	5	2	1	1	4	3	2	4	4	3	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	53	
422	Salines	1	0	2	0	3	2	0	2	1	2	0	0	4	4	2	1	0	3	2	2	2	3	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	1	37	
423	Intertidal flats	2	0	3	5	3	0	1	1	1	3	0	2	5	4	2	3	0	3	3	2	4	4	4	2	4	4	0	0	0	0	0	1	49		
511	Water courses	3	2	4	3	4	5	2	1	3	5	0	3	5	5	3	3	2	5	3	4	5	5	4	5	5	1	0	4	0	0	3	3	70		
512	Water bodies	3	2	4	3	4	5	3	4	3	5	0	3	5	5	3	3	2	5	3	3	5	4	5	4	5	1	0	0	3	0	0	3	3	69	
521	Coastal lagoons	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	2	3	5	5	3	4	1	5	3	4	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	0	1	68		
522	Estuaries	3	3	5	3	4	4	3	3	3	5	0	4	5	5	4	4	2	5	3	4	5	5	4	4	5	1	0	3	1	0	0	2	1	70	
523	Sea and ocean	3	3	5	2	4	5	3	1	5	5	0	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	2	0	0	4	3	77

Figura 20: La matrice finale dei servizi paesaggistici comprendente il valore totale delle funzioni risultante per ogni classe di CORINE Land Cover nell'Europa centrale.

I valori ponderati per ciascun gruppo di funzioni sono stati calcolati dividendo la somma effettiva del punteggio di capacità all'interno del servizio principale per il punteggio più alto possibile. Infine, il valore totale della funzione è stato dato dalla media dei 5 valori di servizio principali ponderati, scalati su una base da 0 a 100, dove 0 significa nessuna capacità e 100 rappresenta ipoteticamente le classi di copertura del suolo che forniscono la piena capacità in ogni singolo servizio. In questo modo il valore totale della funzione rappresenta la quantità totale di capacità di tutti i servizi paesaggistici, costituendo un indicatore rilevante per la multifunzionalità degli elementi IV e paesaggistici.



Per valutare il contesto regionale, in funzione della risoluzione spaziale e tematica disponibile dei geodati e dell'effettivo utilizzo predominante del territorio, dell'intensità della gestione e delle caratteristiche generali del paesaggio, sono stati effettuati dai partner del progetto adeguamenti individuali che hanno assegnato i valori di capacità sui casi specifici dei singoli sul dataset regionali.

Ad esempio, nelle aree del caso di studio austriaco, la classe di copertura del suolo "312 Boschi di conifere" è stata declassata a causa della presenza come monocolture di abete rosso non autoctono gestite in modo intensivo. Dato che la maggior parte dei vigneti e dei frutteti utilizzati in modo intensivo nell'area di studio del caso Kyjovsko (CZ) è inerbita e quindi fornisce valori più elevati di funzioni di regolazione, le classi di copertura del terreno "221 Vigneti" e "222 Frutteti e frutti minori" sono state valutate più elevate rispetto a quelle dell'Europa centrale. Anche i valori di "131 Aree estrattive" sono stati aumentati, a causa della presenza regionale di siti di estrazione abbandonati con serie di successione anticipata.

3.3.3.2 Carte di funzionalità regionali

Unendo la matrice finale con le informazioni territoriali utilizzando un software GIS (ArcGIS, QGIS), vengono visualizzati sulla base dei dati di CORINE Land Cover a livello transnazionale e regionale la capacità dell'IV di fornire i 30 singoli servizi di paesaggio, i cinque gruppi di servizi principali e il valore totale delle funzioni all'interno delle aree del caso studio.

Ciò consente di individuare le aree di interesse relative ai diversi servizi o alla multifunzionalità complessiva al fine di sviluppare specifiche strategie di gestione a livello regionale e locale per gestire le IV esistenti o implementare potenziali IV. Il riconoscimento e la mappatura degli elementi IV e la loro capacità di fornire un'intera gamma di servizi consente di migliorare l'applicabilità e l'accettazione delle iniziative di IV a livello regionale e fornisce una base cruciale per lo sviluppo di strategie e piani d'azione basati sull'evidenza, attraverso il coinvolgimento degli *stakeholder* per indirizzare le azioni future e gli investimenti in IV.

Queste varie carte di servizio potrebbero essere utilizzate da sole o in combinazione con altre carte di servizi per identificare le zone carenti, gli spazi funzionali importanti o le aree ad alto potenziale di miglioramento dei sistemi ecologici, sulla base dei risultati della valutazione e della rispettiva mappatura. Di seguito sono illustrati i risultati selezionati delle aree del caso studio.

I seguenti gruppi di servizi di paesaggio, espressi dal valore medio derivato dalla rispettiva serie di servizi individuali, che potrebbero essere cartografati anche come singoli servizi a seconda del particolare interesse e problema, sono riassunti e cartografati qui di seguito:

- Funzioni di regolazione: regolazione dei gas, regolazione del clima, prevenzione dei disturbi, regolazione dell'acqua, approvvigionamento idrico, conservazione del suolo, formazione del suolo, regolazione dei nutrienti, trattamento dei rifiuti, impollinazione, controllo biologico (Figura 21)
 - Funzioni di habitat: Funzione di rifugio, funzione di *nursery* (Figura 22)
 - Funzioni di produzione: cibo, materie prime, risorse genetiche, risorse medicinali, risorse ornamentali (Figura 23)
 - Funzioni socio-culturali: informazioni estetiche, informazioni ricreative, informazioni culturali e artistiche, informazioni spirituali e storiche, scienza ed educazione (Figura 24)
 - Funzioni *carrier* abitazione, coltivazione, conversione energetica, estrazione mineraria, smaltimento dei rifiuti, trasporti, strutture turistiche (Figura 25)
- nonché
- Valore totale della funzione: media dei 5 valori di servizio principali ponderati (Figura 26)



Gli esempi selezionati di carte di funzionalità riportati di seguito offrono risultati di facile comunicazione della capacità del paesaggio di fornire determinati servizi che vanno dal rosso, (valore di 0 e nessuna capacità rilevante del tipo di copertura del suolo di fornire questo particolare servizio paesaggistico), al verde (valore di 5 con una capacità molto elevata di fornire il servizio).

In questo modo si evidenziano gli *hot spot* e i *cold spot* nella fornitura di questi servizi che costituiscono una base fondamentale di pianificazione e decisione per sviluppare strategie regionali e piani d'azione per le azioni e gli investimenti futuri in IV.

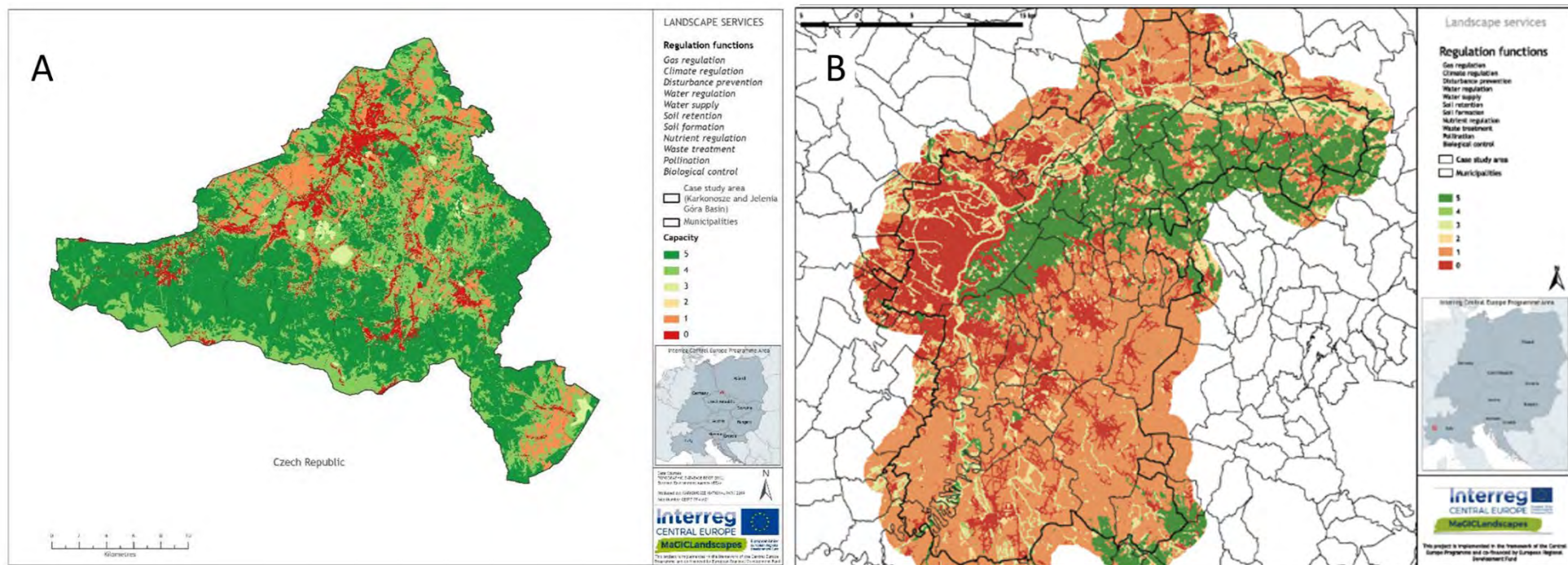


Figura 21: Risultati della mappatura delle principali funzioni di regolazione sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Parco Nazionale di Karkonosze (PL) (A) e colline del Po intorno a Chieri (IT) (B).

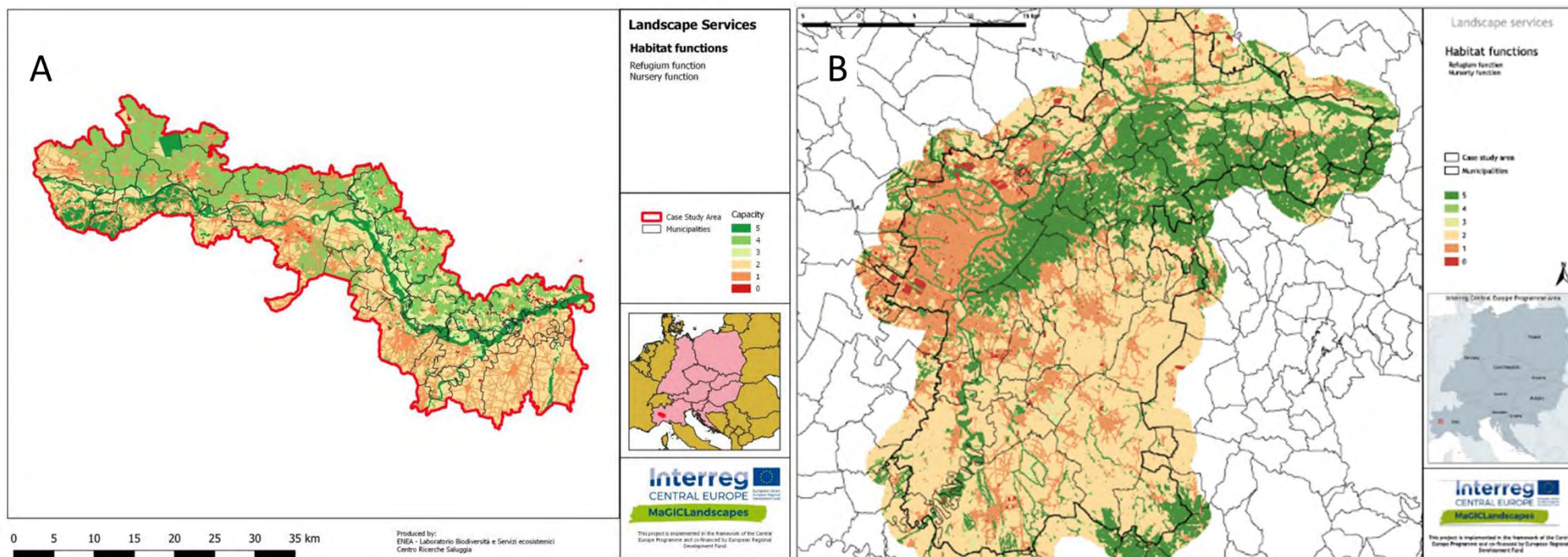


Figura 22: Risultati della mappatura delle principali funzioni di habitat sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Alta pianura padana (IT) (A) e Colline del Po intorno a Chieri (IT) (B).

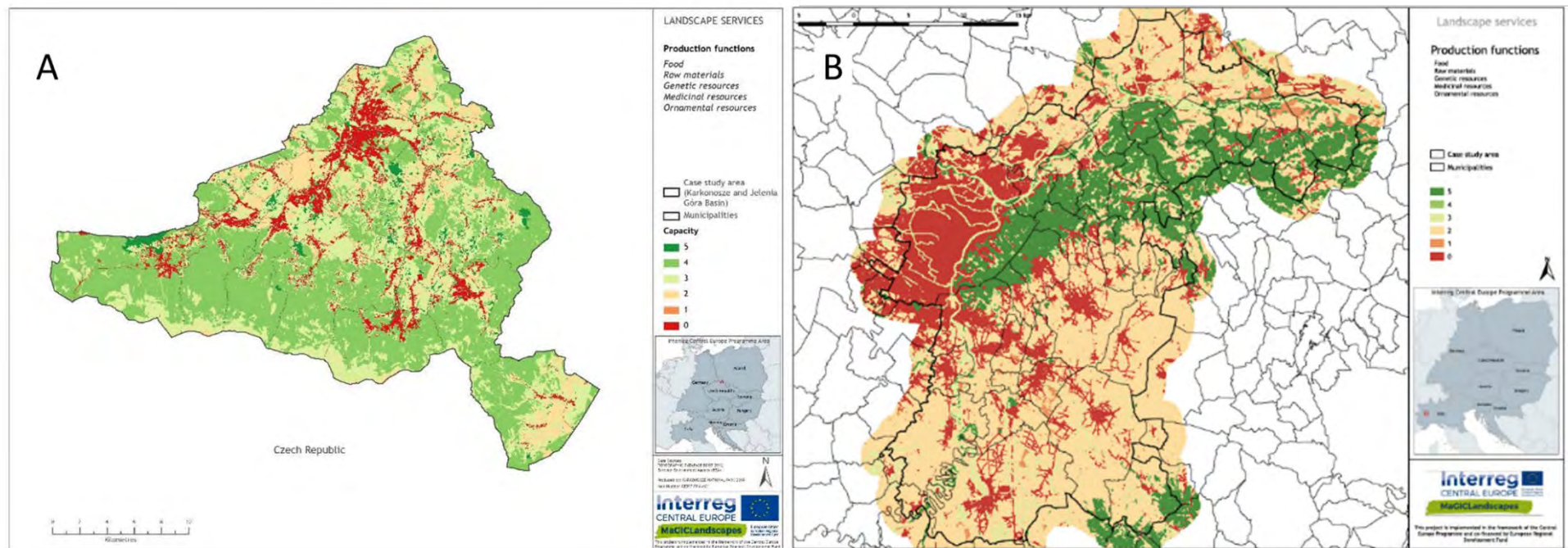


Figura 23: Risultati della mappatura delle principali funzioni di produzione sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Parco Nazionale di Karkonosze (PL) (A) e Colline del Po intorno a Chieri (IT) (B).

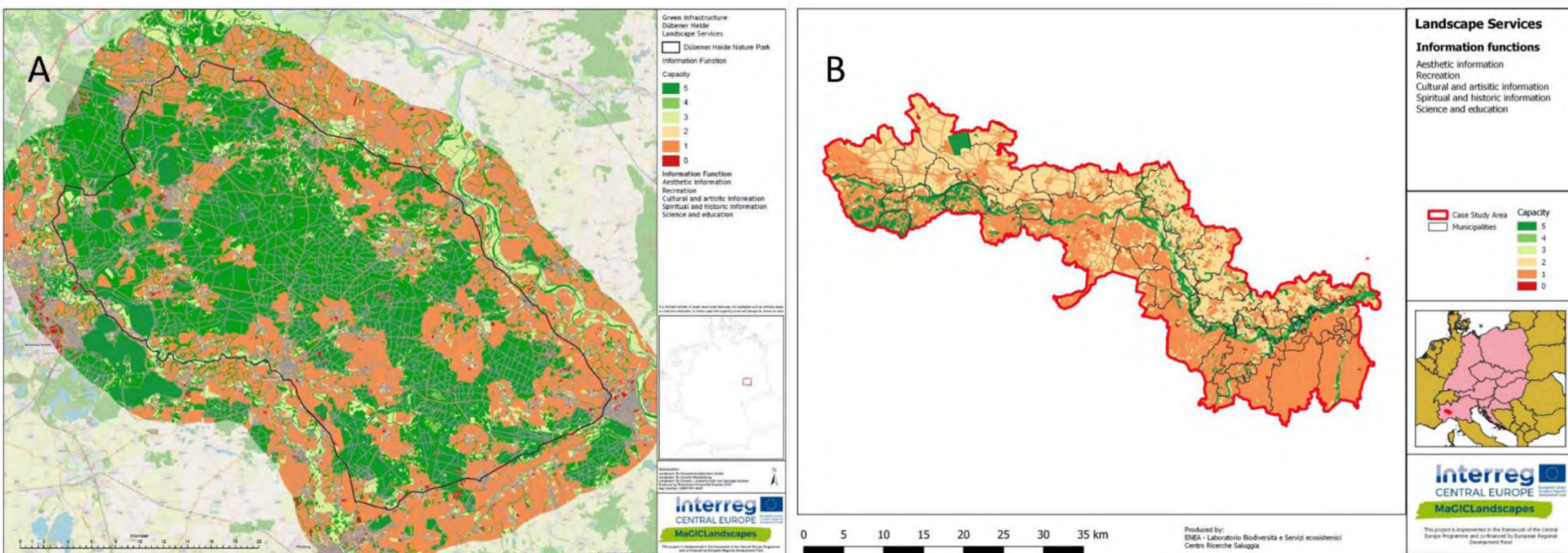


Figura 24: Risultati della mappatura delle principali funzioni socio-culturali sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Parco naturale di Dübener Heide (DE) (A) e Alta pianura padana (IT) (B).

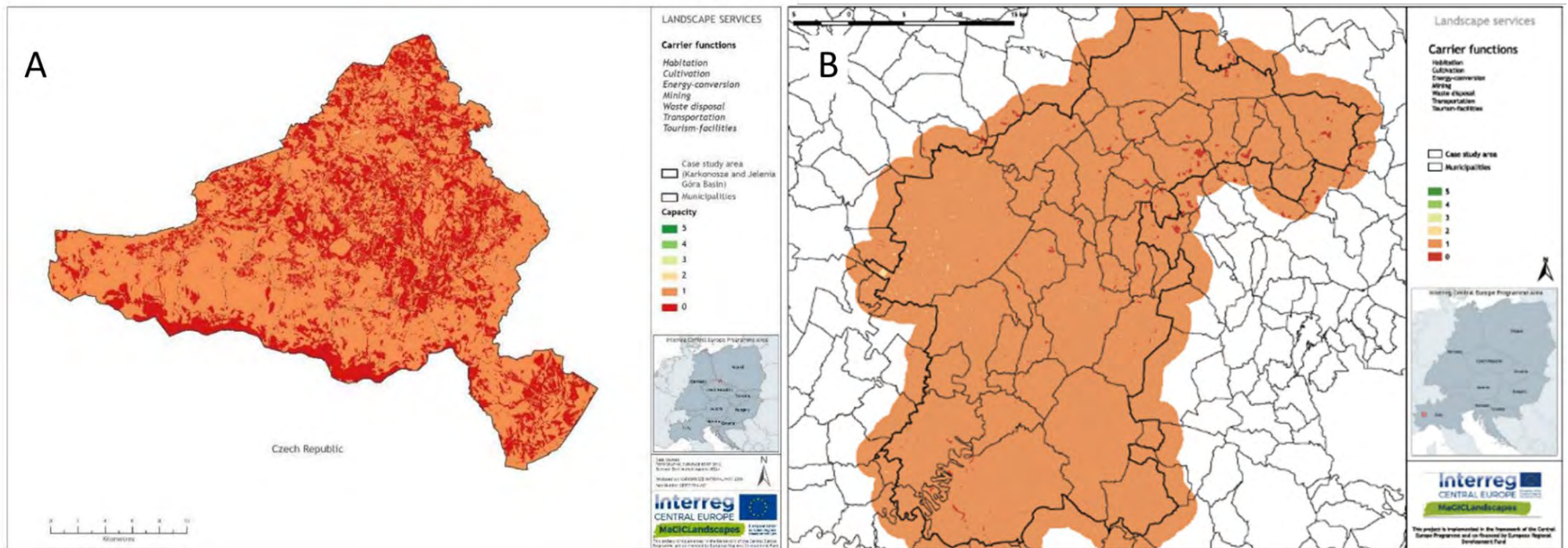


Figura 25: Risultati della mappatura delle principali funzioni *carrier* sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Parco Nazionale di Karkonosze (PL) (A) e colline del Po intorno a Chieri (IT) (B).

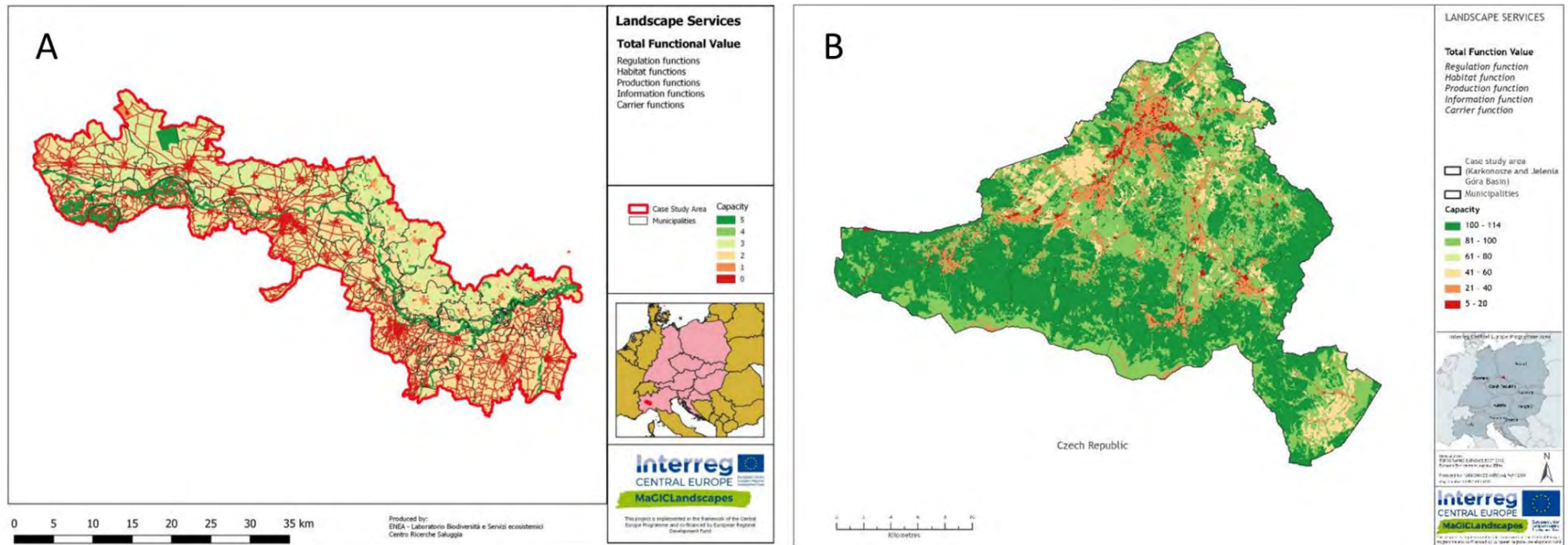


Figura 26: Risultati della mappatura del Valore totale delle funzioni sulla base del dataset regionale per le aree del caso studio Alta pianura padana (IT) (A) e Parco Nazionale di Karkonosze (PL) (B).



CLC code	CLC description	Carrier functions: mean value	Carrier functions: normalized sum	Habitat	Cultivation	Energy-conversion	Mining	Waste disposal	Transportation	Tourism-facilities
111	Continuous urban fabric	2	5	5	1	0	0	0	3	2
112	Discontinuous urban fabric	1	5	4	0	1	0	0	3	2
121	Industrial or commercial units	1	4	4	0	1	0	0	3	0
122	Road and rail networks and associated land	1	3	0	0	0	0	0	5	2
123	Port areas	1	3	0	0	0	0	0	5	2
124	Airports	1	3	0	0	0	0	0	5	2
131	Mineral extraction sites	1	3	0	0	5	2	0	0	0
132	Dump sites	1	2	0	0	0	0	5	0	0
133	Construction sites	0	0	0	0	1	0	0	0	0
141	Green urban areas	1	2	0	1	0	0	0	4	4
142	Sport and leisure facilities	1	2	0	0	0	0	0	5	5
211	Non-irrigated arable land	1	2	0	5	0	0	0	0	0
212	Permanently irrigated land	1	2	0	5	0	0	0	0	0
213	Rice fields	1	2	0	5	0	0	0	0	0
221	Vineyards	1	3	0	5	0	0	0	0	1
222	Fruit trees and berry plantations	1	3	0	5	0	0	0	0	1
223	Olive groves	1	3	0	5	0	0	0	0	1
231	Pastures	1	3	0	5	0	0	0	0	1
241	Annual crops associated with permanent crops	1	2	0	4	0	0	0	0	1
242	Complex cultivation patterns	1	3	1	4	0	0	0	0	1
243	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	1	3	0	3	1	0	0	0	2
244	Agro-forestry areas	1	3	0	3	3	0	0	0	1
311	Broad-leaved forest	1	2	0	1	1	0	0	0	2
312	Coniferous forest	1	2	0	1	1	0	0	0	2
313	Mixed forest	1	2	0	1	1	0	0	0	2
321	Natural grasslands	0	1	0	1	0	0	0	0	1
322	Moors and heathland	0	1	0	0	1	0	0	0	1
323	Sclerophyllous vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	1
324	Transitional woodland-shrub	0	0	0	1	0	0	0	0	0
331	Beaches, dunes, sands	0	1	0	0	0	1	0	0	2
332	Bare rocks	0	1	0	0	0	0	0	0	2
333	Sparsely vegetated areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
334	Burnt areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
335	Glaciers and perpetual snow	0	1	0	0	0	0	0	0	2
411	Inland marshes	0	1	0	0	0	1	0	0	1
412	Peat bogs	1	2	0	0	2	2	0	0	1
421	Salt marshes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
422	Salines	0	0	0	0	0	0	0	0	1
423	Intertidal flats	0	0	0	0	0	0	0	0	1
511	Water courses	1	5	0	0	4	0	0	3	3
512	Water bodies	1	4	0	0	3	0	0	3	3
521	Coastal lagoons	0	0	0	0	0	0	0	0	1
522	Estuaries	1	3	0	3	1	0	0	2	1
523	Sea and ocean	1	4	0	0	2	0	0	4	3

Poiché il gruppo delle funzioni *carrier* si riferisce solo a paesaggi culturali che rappresentano forme di utilizzo del territorio che si escludono a vicenda (ad esempio, estrazione mineraria, smaltimento dei rifiuti, trasporto, strutture turistiche, coltivazione, abitazione), la media di uno o pochi servizi singoli effettivi con una maggioranza di servizi non disponibili non consente una rappresentazione illustrativa e differenziata di queste attività umane nel paesaggio (Figura 25). Pertanto, il calcolo del valore per questo gruppo di servizi è stato ulteriormente adattato, normalizzando la somma delle capacità di tutti i singoli servizi rispetto alla classe di utilizzo del suolo più elevata.

In questo modo le differenze e i modelli nella fornitura di funzioni *carrier* di un certo paesaggio possono essere visualizzati in modo più adeguato, evidenziando le aree consumate dall'uso culturale (Figura 28) e sostenendo notevolmente l'applicabilità delle carte prodotte nella pianificazione del paesaggio e del territorio.

Figura 27: Calcolo alternativo del valore di gruppo per le funzioni *carrier* normalizzando la somma delle capacità di tutti i singoli servizi rispetto alla classe di utilizzo del suolo più elevata.

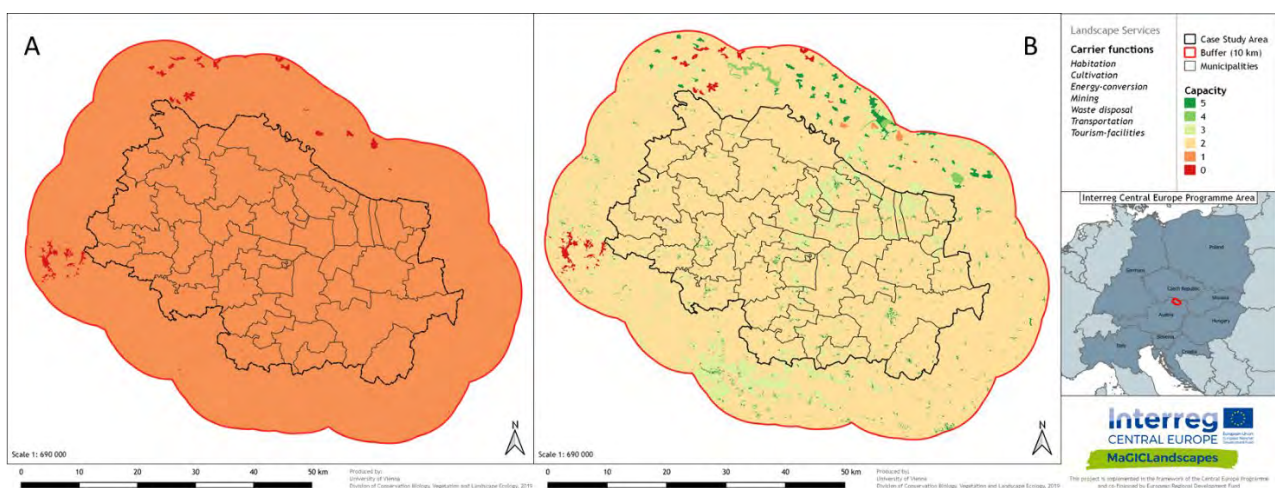


Figura 28: Confronto esemplificativo del valore di gruppo per le funzioni *carrier* basato sul valore medio (A) e sulla somma normalizzata (B) per l'area del caso di studio austriaco "Waldviertel orientale e Weinviertel occidentale".



4 Conclusioni sul metodo di mappatura e sull'utilizzo dei metodi e delle carte

Sulla base dell'obiettivo di implementare l'infrastruttura verde nelle politiche di pianificazione dell'Europa centrale, il progetto MaGICLandscapes mirava a rendere operativo il concetto di IV nell'Europa centrale e in nove aree di casi studio, utilizzando un set di metodi di analisi basati su GIS, per fornire ai gestori del territorio, ai responsabili politici e alle comunità gli strumenti e le conoscenze adeguate, a diversi livelli territoriali.

Abbiamo riscontrato che la rappresentazione dettagliata della rete di IV regionale consente di migliorare l'applicabilità e l'accettazione delle iniziative di IV a livello regionale e fornisce una base fondamentale per valutare la connettività e la funzionalità delle IV. Partendo da questa base, strategie e piani d'azione ben fondati possono essere sviluppati al meglio attraverso un intenso coinvolgimento degli *stakeholder* per indirizzare le azioni future e gli investimenti in IV.

Pertanto, sono stati sviluppati metodi di valutazione delle IV che si concentrano sulla funzionalità in termini di connettività e fornitura di servizi di paesaggio per comunicare e facilitare l'adozione di tali metodi di valutazione da parte delle istituzioni attraverso il coinvolgimento degli *stakeholder* e approcci partecipativi, al fine di implementare e mantenere una rete di IV.

Seguendo gli obiettivi e le finalità del progetto MaGICLandscapes di un approccio integrato e intersettoriale che impiega il coinvolgimento degli *stakeholder* e i processi partecipativi, il consorzio dei partner ha definito come primo passo una classificazione delle IV su base esperta applicata su classi CLC per l'intera Area del Programma Centro Europa, seguita da una fase di condivisione con gli *stakeholder* nel corso di workshop nelle aree dei casi studio per adattare le definizioni e la classificazione a livello regionale. L'implementazione delle attività del progetto ha dimostrato la necessità di una base dati dettagliata delle IV regionali per consentire l'applicazione dei metodi di valutazione ed il raggiungimento degli obiettivi sopra indicati.

Le carte di uso de suolo disponibili in tutta l'UE, come CORINE (CLC), possono aiutare nelle valutazioni approssimative della connettività e delle funzionalità di IV, ma non possono fornire informazioni esatte sulla rete locale di elementi di IV. Pertanto, questa base di dati dovrebbe essere integrata da dati nazionali e regionali disponibili più dettagliati. Questo approccio potrebbe essere adottato in tutta Europa, grazie alla disponibilità di simili tipi di dataset dettagliati (ad esempio, dati agricoli, catastali digitalizzati e idrografici). La carta dell'IV regionale e i suoi vari prodotti di analisi possono essere collegati a una varietà di misure di pianificazione territoriale, consentendo ai politici, ai pianificatori, agli utenti/gestori del territorio e alle comunità di investire in IV mettendo in evidenza gli *hot spot* di aree altamente frammentate o caratterizzate da reti di IV ben consolidate, oltre a localizzare aree di interesse che forniscono o necessitano di capacità di determinati servizi ecosistemici, influenzando il benessere degli individui e delle comunità.

Quando si tratta di interventi o misure di implementazione a livello locale, si rileva la necessità di una valutazione locale dell'IV in termini di biodiversità, naturalità e struttura, oltre all'analisi GIS documentale, supportata anche da verifiche in campo. Inoltre, la classificazione degli habitat EUNIS (2017) che fornisce una caratterizzazione dell'IV confrontabile a livello internazionale, può essere trasferita anche agli schemi di classificazione nazionali.

Nell'esposizione dei vari prodotti della valutazione e mappatura delle funzionalità e della connettività delle infrastrutture verdi in una determinata regione, le esigenze e le opportunità di IV risultano evidenti e giustificano quindi gli investimenti in IV. Questo inventario di strumenti relativo alla lettura del territorio, alla funzionalità e ai servizi ecosistemici delle IV consente di riconoscere l'importanza di politiche intersettoriali e di obiettivi di pianificazione regionale e territoriale che ricomprendano e approfondiscano il concetto di IV.



In conclusione, in questo manuale sono spiegate e raccomandate le seguenti fasi nell'applicazione della procedura di valutazione della funzionalità e mappatura delle infrastrutture verdi:

1. Definizione degli elementi delle infrastrutture verdi e blu che costituiscono gli oggetti di interesse a livello regionale
2. Acquisizione di dati a livello transnazionale, regionale e locale
3. Generazione delle seguenti carte transnazionali, regionali e locali di funzionalità delle IV per le aree del caso studio:
 - Analisi di connettività
 - Analisi morfologica spaziale (MSPA)
 - Analisi della rete (network analysis)
 - Distanza euclidea
 - Metodologia di mappatura sul campo
 - Identificazione di elementi di IV a livello locale
 - Classificazione degli habitat EUNIS
 - determinazione dello stato emerobico o del livello di naturalità
 - Mappatura delle barriere
 - Analisi della funzionalità
 - Preparazione della matrice della capacità di fornitura dei servizi di paesaggio
 - Revisione basata sul giudizio di esperti,
 - Matrice finale derivante dalla discussione e dal consenso raggiunto
 - Carte che illustrano la funzionalità a Livello regionale/locale



Bibliografia

- Benedict, M. A., and McMahon, E. T. (2002): Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. *Renewable resources journal*, 20(3), 12-17.
- Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W. (2009): Landscapes' capacities to provide ecosystem services - a concept for land cover based assessments. *Landscape Online* 15, 1-22.
- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. (2012): Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol. Indic.* 21, 17-29.
- Campagne, C. S., Roche, P., Gosselin, F., Tschanz, L., & Tatoni, T. (2017): Expert-based ecosystem services capacity matrices: Dealing with scoring variability. *Ecological Indicators*, 79, 63-72.
- Davies, C. E., & Moss, D. (1999): EUNIS habitat classification. Final report to the European Topic Centre on Nature Conservation. European Environment Agency, 256.
- Davies, C. E., Moss, D., Hill, M. O. (2004): EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: European Environment Agency-European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, 127-143.
- de Groot R. S. (2006): Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75:175-186. Disponibile online all'indirizzo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.016>
- de Groot R. S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L. (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7:260-272. Disponibile online all'indirizzo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
- de Groot R. S., Wilson M. A., Boumans R. M. J. (2002): A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41(3):393-408. Disponibile online all'indirizzo: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- European Commission (2016): Green Infrastructure. Disponibile online all'indirizzo: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm (ultimo accesso 12.08.2018)
- European Environment Agency (EEA) (2009): A crosswalk between EUNIS habitats Classification and Corine Land Cover, Published online: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-clc.pdf> (ultimo accesso 22.11.2019)
- European Environment Agency (EEA) (2014): Spatial analysis of green infrastructure in Europe. EEA Technical report, No 2/2014, Publications Office of the European Union, Luxembourg, Published online: https://www.eea.europa.eu/publications/spatial-analysis-of-green-infrastructure/at_download/file (last accessed 22.11.2018)
- EEA - Copernicus Land Monitoring Services (2016): GIOland (GMES/Copernicus initial operations land) High Resolution Layers (HRLs) - summary of product specifications. Disponibile online all'indirizzo: https://cws-download.eea.europa.eu/pan-european/hrl/HRL_Summary_for_publication_v14.pdf (ultimo accesso 02.11.2017)
- EEA (2017): Crosswalk between EUNIS habitats classification and CORINE Land Cover. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-clc.pdf>
- Feranec, J.; Soukup, T.; Hazeu, G.; Jaffrain, G. (2016): European Landscape Dynamics: CORINE Land Cover Data. CRC Press, Boca Raton, 337 p.
- Kopperoinen, L., Itkonen, P., and Niemelä, J. (2014): Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning: an insight into a new place-based methodology. *Landscape Ecology*, 29(8), 1361-1375.



Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington, DC. Disponibile online all'indirizzo:

<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Neubert, M., John, H. (ed., 2019). *Manuale di valutazione delle infrastrutture verdi a livello transnazionale - Strumento di supporto alle decisioni*. Interreg Central Europe Project MaGICLandscapes. Output O.T1.2, Dresden. Con contributi di: M. Neubert, H. John, S. Alberico, G. Bovo, S. Ciadamidaro, F. Danzinger, M. Erlebach, D. Freudl, S. Grasso, A. Hahn, Z. Jata, I. Lasala, C. Marrs, M. Minciardi, G. L. Rossi, H. Skokanová, T. Slach, K. Uhlemann, P. Vayr, D. Wojnarowicz, T. Wrbka. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html#Outputs>

John, H, Marrs, C., Neubert, M. (ed., 2019): *Green Infrastructure Handbook - Conceptual and Theoretical Background, Terms and Definitions*. Interreg Central Europe Project MaGICLandscapes. Output O.T1.1, Dresden. Con contributi di: H. John, C. Marrs, M. Neubert, S. Alberico, G. Bovo, S. Ciadamidaro, F. Danzinger, M. Erlebach, D. Freudl, S. Grasso, A. Hahn, Z. Jata, I. Lasala, M. Minciardi, G.L. Rossi, H. Skokanová, T. Slach, K. Uhlemann, P.Vayr, D. Wojnarowicz, T. Wrbka. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html#Outputs>

Pakzad, P., and Osmond, P. (2016): Developing a sustainability indicator set for measuring green infrastructure performance. *Procedia-social and behavioural sciences*, 216, 68-79.

Paracchini, M. L., and Capitani, C. (2011): Implementation of an EU wide indicator for the rural-agrarian landscape. *Water*. doi, 10, 25137.

Qureshi, S., Kazmi, S. J. H., and Breuste, H. J. 2010: Ecological disturbances due to high cutback in the green infrastructure of Karachi: Analyses of public perception about associated health problems. *Urban Forestry and Urban Greening*, 9(3), 187-198.

Saura, S., & Rubio, L. (2010): A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3), 523-537.

Saura, S., Vogt, P., Velázquez, J., Hernando, A., & Tejera, R. (2011): Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. *Forest Ecology and Management*, 262(2), 150-160.

Soille, P., & Vogt, P. (2009): Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern recognition letters*, 30(4), 456-459.

Stoll S., Frenzel M., Burkhard B., Adamescu M., Augustaitis A., Baeßler C., Boneth F.J., Carranza M.L., Cazacu C., Cosor G.L., Díaz-Delgado R., Grandin U., Haase P., Hämäläinen H., Loke R., Müller J., Stanisci A., Staszewski T., Müller F. (2015): Assessment of ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe network. *Ecological Modelling*, Volume 295, Pages 75-87. Disponibile online all'indirizzo: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.06.019>

Sukopp, H. (1969): Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation, [Human impact on the vegetation]. *Vegetation*, 17, 360-371.

TEEB (2010): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.

Vallés-Planells M., Galiana F., and Van Eetvelde V. (2014): A classification of landscape services to support local landscape planning. *Ecology and Society* 19(1): 44. Disponibile online all'indirizzo: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06251-190144>

Vogt, P., Riitters, K. H., Iwanowski, M., Estreguil, C., Kozak, J., & Soille, P. (2007): Mapping landscape corridors. *Ecological Indicators*, 7(2), 481-488.

Vogt, P., & Riitters, K. (2017): GuidosToolbox: universal digital image object analysis. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), 352-361.



Walz, U., & Stein, C. (2014): Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. *Journal for Nature Conservation*, 22(3), 279-289.

Wickham, J. D., Riitters, K. H., Wade, T. G., & Vogt, P. (2010): A national assessment of green infrastructure and change for the conterminous United States using morphological image processing. *Landscape and Urban Planning*, 94(3-4), 186-195.