



Telerilevamento e Gis per la gestione delle dinamiche paesaggistiche. Le Unità di paesaggio e il ruolo della comunità. Un approccio metodologico a supporto delle decisioni

Giorgio Caprari*

Abstract

The author considers the landscape as an infrastructure capable of responding to the critical issues concerning the environmental, social and economic spheres and he suggests a methodology for identifying landscape units through the support of modern geo-informatic and geo-spatial techniques. The study presents the potentialities (and limits) of *GiScience* and Geographic Information Systems (Gis) to support traditional landscape analysis, understand the evolutionary dynamics of the territories, address the current knowledge on the topic in favor of an active protection of the cultural and natural heritage and, finally, involve local communities in decision-making processes.

Keywords: landscape, Gis, remote sensing, local communities, decision-making processes

El autor considera el paisaje como una infraestructura capaz de contestar a las criticidades ambientales, sociales y económicas, y se propone sugerir una metodología para individualizar las Unidades de paisajes por medio del aporte de las modernas técnicas geo-informáticas y geo-espaciales. La propuesta presenta las potencialidades (y los límites) de la *GiScience* y los Sistemas de información geográfica (Sig) para sostener los tradicionales análisis paisajistas, comprender las dinámicas evolutivas de los territorios, dirigir el conocimiento en favor de una tutela activa del patrimonio cultural y natural y comprometer a las comunidades en los procesos de evaluación.

Palabras clave: paisaje, Sig, teledetección, comunidades locales, procesos decisionales

L'autore considera il paesaggio come un'infrastruttura in grado di rispondere alle criticità ambientali, sociali ed economiche e suggerisce una metodologia per l'individuazione delle Unità di paesaggio mediante il supporto delle moderne tecniche geo-informatiche e geo-spaziali. La proposta presenta le potenzialità (e i limiti) della *GiScience* e i Sistemi di informazione geográfica (Sig) per supportare le tradizionali analisi paesaggistiche, comprendere le dinamiche evolutive dei territori, indirizzare la conoscenza a favore di una tutela attiva del patrimonio culturale e naturale e coinvolgere le comunità locali nei processi valutativi e decisionali.

Parole chiave: paesaggio, Gis, telerilevamento, comunità locali, processi decisionali

O autor considera a paisagem como uma infraestrutura capaz de responder aos problemas de ordem sociais e econômicos e sugere uma metodologia para a identificação das Unidades de paisagem, com o auxílio das modernas técnicas de geo-informática e geo-espaciais. São apresentadas as potencialidades (e os limites) da *GiScience* e Sistemas de informação geográfica (Sig) como apoio às análises paisagísticas tradicionais e compreender as dinâmicas evolutivas do território, permitindo uma tutela do patrimônio cultural e natural efetiva e o envolvimento das comunidades locais nos processos de decisão.

Palavras chave: paisagem, Sig, sensoriamento remoto, comunidades locais, processos de decisão

* Università di Camerino, Scuola di ateneo di architettura e design (Saad), (Italia); e-mail: giorgio.caprari@unicam.it



Introduzione: il ruolo delle comunità come supporto conoscitivo e decisionale

Perché domandarsi quale ruolo assumono o potrebbero assumere le comunità nel riconoscere i valori, indirizzare i decisori e gestire il loro ambiente di vita? Di chi è il Paesaggio? (De Marchi, Castiglioni, 2009).

Appartiene, particella per particella, ai singoli proprietari dei singoli terreni, o abbraccia valori più generali che, al di là della proprietà fisica dei terreni e degli immobili, vadano intesi come di pertinenza delle comunità regionali, nazionali, statali? (Settis, 2017: 5).

Come sostenuto da numerosi scienziati e studiosi, siamo entrati in una nuova era geologica denominata Antropocene o età dell'uomo. Sulla datazione di inizio della nuova era vi sono varie teorie e non servirà entrare nel merito, ma il nuovo termine inquadra un elemento importante: l'influenza dell'uomo sull'ambiente e sul clima.

L'uomo, specie dal XX secolo in poi, ha avviato un processo costante di de-naturalizzazione del proprio *habitat*, che tuttora continua nonostante le evidenze scientifiche, e alimenta alcune delle sfide del nostro tempo: la mitigazione del *climate change* e l'adattamento ai relativi impatti, la tutela della salute, l'equità sociale, la salvaguardia degli ecosistemi naturali e della biodiversità, etc. (Ipcc, 2019). Negli ultimi decenni i comitati scientifici internazionali affrontano la 'questione ambientale' proponendo soluzioni e avviando filoni di ricerca che hanno favorito una globale presa di coscienza dell'impatto che l'uomo, con le sue attività, ha sui luoghi in cui abita, o sfrutta, e quindi sul pianeta.

Alla base di questo quadro potenzialmente critico se lasciato inalterato, ora minacciato anche da una crisi sanitaria originata da un errato rapporto uomo-ambiente (Wwf, 2020; McMahon, 2018), si erge un'economia insostenibile fondata sullo sfruttamento delle risorse naturali, dei sistemi terrestri e marini e su fonti di energia non rinnovabili che generano a cascata altre inequivocabili criticità: l'inquinamento atmosferico, il surriscaldamento globale, gli eventi meteorologici catastrofici, le disuguaglianze sociali, le nuove migrazioni, etc.

Attualmente il dibattito scientifico è particolarmente vocato ai temi della lotta al cambiamento climatico, della resilienza climatica e sociale, della sostenibilità, della giustizia sociale intra-generazionale e soprattutto al nuovo ruolo che il progetto di paesaggio deve assumere in uno scenario (auspicato) di 'transizione ecologica'.

Questo breve riassunto delle emergenze attuali tenta di focalizzare uno degli aspetti prioritari che accomuna gli studi sul territorio, sull'ambiente e sul paesaggio: la dialettica uomo-natura, ovvero quella dinamica di causa/effetto, utilizzo/modellamento dell'ambiente di vita, specchio dei saperi, delle tecniche e dei modelli cognitivi e comportamentali di una certa comunità in un dato momento storico. A differenza delle ricerche prettamente ambientali-territoriali, dove il fattore 'uomo' come agente modificatore non è preminente, ma fa da sfondo ad indagini



geologiche, pedologiche, morfologiche, floro-faunistiche, etc., negli studi paesaggistici la componente insediativa è centrale.

Il paesaggio, inteso come quella «determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni» (Convenzione europea del paesaggio, 2000), è lo spazio di vita delle popolazioni umane, vegetali e animali ed è una realtà complessa e dinamica, un prodotto di un processo evolutivo che è sia materiale che immateriale.

Questa concezione, così come definita nella Convenzione europea del paesaggio (Cep), risponde alla domanda aperta posta all'inizio dell'articolo; il paesaggio, in quanto 'valore culturale' e testimonianza dell'attività umana, contribuisce a costruire un'identità e una vocazione ai luoghi e quindi un'analisi/progetto di paesaggio non può essere scissa dal tipo di società che lo vive e percepisce. Una visione accettata e fatta propria, oltre che dalla Cep, anche dalle più importanti organizzazioni di promozione ed educazione alla disciplina paesaggistica quali l'International federation of landscape architect (Ifla) e l'European federation of landscape architect (Efla). All'interno di Ifla esistono varie associazioni suddivise per area geografica d'influenza tra cui anche Ifla Americas (Ifla Americas)¹ che si adopera, come le altre, per promuovere il riconoscimento, la valutazione, la tutela, la gestione e la valorizzazione dei paesaggi latinoamericani attraverso l'adozione di accordi e regolamenti che riconoscono le diversità e i valori locali tanto tangibili quanto intangibili del paesaggio.

Proprio in riferimento al processo analitico-critico e propositivo necessario alla comprensione e gestione del paesaggio, la proposta metodologica presentata affronta lo studio delle dinamiche paesaggistiche dando risalto anche alle componenti estetiche, ricreative, percettive, visive, identitarie, sociali e culturali legate al paesaggio. Queste istanze, riferibili ai cosiddetti 'servizi ecosistemici culturali' forniti da un determinato ecosistema all'uomo, dovrebbero essere individuate e riconosciute in un processo di costruzione di un 'quadro conoscitivo' alla stregua dei valori materiali e commensurabili; a tal fine il ruolo delle comunità locali potrebbe e dovrebbe assumere importanza nel riconoscimento dei valori/disvalori su cui costruire una gestione partecipata.

Comunemente l'approccio plurisistemico tradizionale agli studi urbanistici e paesaggistici (sistema naturale e antropico) consta anche di un'analisi percettiva e visiva di un territorio e presuppone un certo grado di soggettività. Perché allora non coinvolgere gli abitanti, le comunità e le associazioni cittadine fin dall'inizio, dall'individuazione dei valori e delle aspettative, e non solo per la valutazione di una proposta *top-down*?

L'immaginario collettivo rispetto ad un determinato luogo avrà sicuramente maggiore 'oggettività' se costruito con le popolazioni che abitano, vivono quotidianamente e costituiscono la realtà sociale di un'area geografica.

¹ Per approfondimenti cfr. International federation of landscape architect, in <https://www.iflaworld.com/membership/iflaamericas>, consultato il 20 ottobre 2020.



Oggi, lo sviluppo delle nuove tecnologie *Information and communication technologies* (Ict), la diffusione di nuovi *software-hardware* sempre più sofisticati, sia *desktop* che *browser*, potrebbero giovare alla costruzione partecipata sia del momento conoscitivo che decisionale rispetto allo sviluppo di un'area.

In uno scenario di partecipazione attiva della cittadinanza nella caratterizzazione di un paesaggio (così come suggerito anche dalla Cep), potrebbero assumere particolare rilievo i *software Geographic information system* (Gis) e le piattaforme *Gis-based*. All'interno della *GiScience*, ovvero la scienza dell'informazione geografica per immagazzinare, visualizzare, processare, gestire e presentare qualsiasi tipologia di dato geografico, esiste un approccio 'sociale' denominato *participatory Gis* (Pgis) in cui i partecipanti o i gestori del processo partecipativo utilizzano tecnologie o applicazioni riferibili a sistemi di geo-informazione (Nyerges *et al.*, 2011). Senza entrare nel merito di come si avvia e si gestisce un Pgis o *Public participatory gis* (Ppgis), che necessiterebbe di una trattazione a parte, è opportuno ribadire la necessità di una partecipazione informata alla costruzione della decisione pubblica che potrebbe avvalersi delle nuove strumentazioni geografiche: dai Gis ai WebGis, dalle *Web story maps* alle *geo-app* per *smartphone*, etc.

La Cep, in assenza di una convenzione internazionale del paesaggio, ha introdotto con merito il concetto di 'diritto alla partecipazione' per la diffusione di una nuova cultura della *governance* dove il paesaggio diviene «teatro della democrazia» (Settis, 2017: 5); il testo attribuisce un ruolo rilevante alle amministrazioni e alle comunità locali per «realizzare procedure partecipative per l'individuazione, la valutazione dei paesaggi, l'individuazione degli obiettivi di qualità paesaggistica» (Convenzione europea del paesaggio, 2000).

L'articolo, in virtù di un rinnovato interesse per il paesaggio quale infrastruttura in grado di rispondere alle odierne criticità ambientali, sociali, sanitarie ed economiche, suggerisce una metodologia di analisi finalizzata alla tutela attiva del patrimonio culturale e alla gestione sostenibile delle risorse mediante le più moderne tecniche geo-spaziali e geo-informatiche, auspicando un coinvolgimento sempre maggiore delle comunità nei processi di valutazione e trasformazione dei territori.

1. Materiali e metodi per lo studio delle componenti paesaggistiche e culturali: Gis analysis e remote sensing

All'interno dei processi pianificatori per la conservazione, valorizzazione e gestione del paesaggio il primo *step* è sicuramente quello analitico-conoscitivo; la fase conoscitiva, a seconda del livello pianificatorio (nazionale/regionale/locale), è relazionata prima di tutto ad una scala di indagine ben definita poiché a diverse scale corrispondono diverse interpretazioni del mosaico e della tessitura paesaggistica.



In un'analisi paesaggistica di livello locale, a cui si farà riferimento in questo articolo, si è soliti indagare i fattori biotici/abiotici del territorio, ovvero le componenti vegetazionali e floro-faunistiche da un lato, specificando se possibile anche le caratteristiche fito-climatiche dell'area, e quelle idrogeologiche e morfologiche dall'altro (Steiner, 1994). Queste varie specificità compongono il sistema naturalistico-ambientale che, a seconda delle finalità dello studio e della scala di rappresentazione, sarà più o meno articolato e approfondito. Allo stesso modo possono essere individuate in un territorio le componenti antropiche, socio-culturali, storico-insediative, produttive, infrastrutturali e i diversi usi del suolo che sono influenzati e interconnessi con le condizioni geologiche, pedologiche e climatiche del sito (*Ibidem*).

Questo riepilogo delle componenti morfo-tipologiche individuabili in un'analisi territoriale pone l'attenzione sull'interdipendenza tra i diversi *layer* territoriali, sulla transcalarità dei sistemi ecologici e sull'interdisciplinarietà degli studi di paesaggio.

Se da una parte lo sviluppo degli strumenti e delle forme di governo del territorio ha permesso la creazione di carte tematiche specialistiche e di approfondimenti mono/pluri disciplinari, dall'altra non è sempre possibile raccogliere e/o adattare il materiale di base esistente al tipo di studio da intraprendere. Nonostante il processo di digitalizzazione per la 'trasparenza' delle informazioni territoriali avviato dalle Pubbliche amministrazioni e dagli Enti locali, specie nell'ultimo decennio, ad oggi alcune banche dati sono ancora di difficile accesso o non condividono le informazioni in formati e scale idonee al metodo di lavoro impostato, oppure necessitano di conversioni informatiche e adattamenti.

Con l'avvento dei Sit (Sistemi informativi territoriali) e lo sviluppo dei *software* Gis parte delle difficoltà sopra elencate sono state risolte o parzialmente risolte; la condivisione delle informazioni territoriali in formato shp² (*shapefile*) o mediante immagini (*raster*) ha avviato un processo di diffusione dell'informazione geografica resa possibile soprattutto dallo sviluppo di *software* Gis *open source* come ad esempio QGis (Quantum-Gis) e da una comunità geografica in continua espansione. Quindi se da un lato sono aumentate le possibilità e le modalità di visualizzazione e consultazione di carte tematiche e dati relativi al territorio, dall'altro è improbabile trovare per un'area specifica l'intero *set* di *layer* informativi già digitalizzati (e aggiornati) per uno studio paesaggistico. Dunque il processo di costruzione di un quadro conoscitivo su base informatica oscilla tra la ricognizione e successiva razionalizzazione del materiale esistente e la creazione di nuovi strati informativi dove mancanti o incompatibili; in questo i *tool* di *editing* e *spatial analysis* interni ai Gis sono fondamentali poiché permettono non solo di 'creare informazioni' ma anche di processarle (ovvero relazionarle in base a criteri spaziali/topologici, quantitativi

² Lo *shapefile* è il formato vettoriale (punti/linee/poligoni) dell'*Environmental system research institute* (Esri) compatibile con i *software* Gis e comunemente usato per la condivisione dei dati territoriali.



etc.) e condividerle, quando non sensibili, all'interno della comunità geografica alimentando le dimensioni delle banche dati informative di dominio pubblico.

All'interno di un Gis, le geometrie presenti non sono semplici poligoni, linee o punti spazialmente geo-riferiti a seconda dei Sistemi di Riferimento geografico, ma possiedono delle informazioni tabellari (campi attributi) numeriche o testuali che vengono associate alle geometrie in base alle finalità del lavoro da svolgere.

Un esempio pratico, e che costituisce una delle banche dati più ricercate in rete, è la Carta dell'Uso del Suolo prodotta in diverse serie temporali che fotografa la copertura del suolo e i diversi usi del territorio mediante tecniche foto-interpretative e/o classificazioni semi-automatizzate. Questo strumento, noto come *Corine land cover*³ (Clc), nato per dotare i Paesi dell'Unione Europea di un *database* territoriale omogeneo per finalità di tutela e pianificazione sostenibile del territorio, è particolarmente utile nell'individuare le strutture paesaggistiche dominanti. Le classi di Uso del suolo, con nomenclatura standardizzata, sono individuate gerarchicamente dal macro al micro e, coprendo un arco temporale di quasi trent'anni, forniscono un quadro dinamico (su scala europea) degli usi/consumi di suolo, particolarmente utile per valutare i *trend* evolutivi del territorio, individuare le criticità dei sistemi e poter anticipare gli sviluppi suolo-alteranti o impattanti sugli ecosistemi naturali o semi-naturali. I *database* del Clc, scaricabili in rete e consultabili/editabili in ambiente Gis, costituiscono, a seconda del livello di dettaglio, uno dei *layer* più importanti per lo studio proposto assieme ai modelli digitali del terreno di cui si parlerà in seguito.

La metodologia, oggetto del contributo di ricerca, utilizza gli strumenti innovativi oggi disponibili per l'osservazione terrestre approfondendone uno dei numerosi campi applicativi nella pianificazione paesaggistica. Questo nuovo approccio scientifico e informatico alla definizione delle Unità di paesaggio (Udp) è oggi reso possibile grazie alle nuove tecnologie digitali e alla moltiplicazione delle missioni spaziali per l'osservazione della terra da remoto (*Remote sensing*), mediante satelliti geo-stazionari; queste nuove tecniche sono oggi molto usate, soprattutto da enti di ricerca e università, per la creazione dei quadri conoscitivi a supporto delle elaborazioni cartografiche tradizionali, ad esempio nella costruzione di un Piano o di uno strumento urbanistico. Il diverso approccio relaziona conoscenze di varie discipline, afferenti all'ecologia del paesaggio, all'urbanistica, alla pianificazione del territorio, alle scienze geografiche e sociali utilizzando strumenti e metodi specifici della *GiScience*, quali il telerilevamento e il *data mining* mediante analisi e *processing* di dati in ambiente Gis.

³ Tra il 1985 e il 1990 la Commissione europea promuove e finanzia il programma *Coordination of information on the environment* (Corine) e realizza un sistema informativo sullo stato dell'ambiente in Europa. Vengono inoltre sviluppati e approvati a livello europeo sistemi di nomenclatura e metodologie di lavoro per la creazione del database *Corine land cover* (Clc), che è stato realizzato nel 1990 e aggiornato nel 2000, 2006, 2012, 2018.



Lo studio per l'individuazione e caratterizzazione delle Udp può essere quindi avvalorato da elaborazioni geo-informatiche, indici scientifici sviluppati a partire da immagini satellitari multi-spettrali, da *tools* quali-quantitativi, da applicazioni di *remote sensing* o mediante la classica digitalizzazione sebbene in ambiente geo-riferito.

Se da un lato l'indagine critica dei caratteri naturali e antropici può essere individuata e quantificata, dall'altra le componenti immateriali, sociali e culturali di un territorio, risultano più complicate da evidenziare e valutare con queste tecnologie.

Un caso studio, per il calcolo di un Indice di valore culturale in ambiente Gis, è stato presentato pochi anni fa dall'Istituto superiore per la protezione e ricerca ambientale (Ispra)⁴ e applicato sul territorio italiano, in particolare per la valutazione delle Unità fisiografiche dei paesaggi italiani (Capogrossi *et al.*, 2017); il rapporto presenta una metodologia che, utilizzando *tool set* e algoritmi, stima il valore culturale delle diverse Unità fisiografiche. In particolare, il metodo prende in esame gli elenchi ufficiali dei 'luoghi di cultura' stilati dal Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo (Mibact) ed effettua una ricognizione dei beni del patrimonio storico/archeologico/identitario italiano nonché dei siti dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'educazione, la scienza e la cultura (Unesco). Uno studio su scala nazionale che presenta un *workflow* innovativo per l'individuazione di paesaggi naturali, culturali o di rilevante valore naturale e culturale dove ambedue le componenti giocano un ruolo attrattivo economico/turistico e richiedono particolare attenzione in chiave pianificatoria.

1.1. Il quadro conoscitivo: quali dati? Raccolta, estrazione e produzione

Nella costruzione dei quadri conoscitivi, come accennato precedentemente, si susseguono vari *step* consequenziali che, dalla raccolta delle invarianti pedologiche, geomorfologiche e idrologiche, nonché degli elementi ambientali e insediativi, conducono alla realizzazione di carte mono/pluri tematiche tra cui la Carta dell'uso del suolo. Dalla valutazione e lettura critica di queste imprescindibili basi conoscitive potranno essere individuate successivamente le Udp.

Facendo un passo indietro, quali sono le modalità per vedere e leggere il paesaggio e quali le possibilità per distinguerne segni e funzioni?

Citando Turri (1998), l'interpretazione della visione del paesaggio:

È come leggere un libro o come assistere ad una rappresentazione teatrale. In entrambi i casi occorrono dei codici di lettura che ci aiutino a dare un significato a ciò che vediamo. Ma è possibile dunque leggere il paesaggio? (Turri, 1998: 161).

⁴ Per approfondimenti cfr. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, in <https://www.isprambiente.gov.it/it>, consultato il 20 ottobre 2020.



La ricognizione delle basi conoscitive, necessarie a tale scopo, può avvenire in diversi modi e da diverse fonti e saranno selezionate in relazione allo studio da effettuare; questo contributo in particolare indaga ed esplicita i metodi ed i processi effettuabili in ambiente Gis per condurre una ricerca sulle Udp a partire da dati geo-riferiti.

Dove reperire quindi i molteplici *layer* territoriali per uno studio *gis-based*?

Le fonti potrebbero variare a seconda dei contesti nazionali e dello studio richiesto e nel caso italiano, per esempio, si fa riferimento ai geoportali cartografici nazionali e ai Sistemi informativi territoriali delle regioni, dei Comuni o delle Città metropolitane; questi *web-server* infatti raccolgono, in cataloghi consultabili mediante WebGis, il patrimonio informativo disponibile presso l'Ente competente. Questi cataloghi cartografici a loro volta sono suddivisi per tematismi (ad esempio il 'reticolo idrografico') o per progetti (come il Clc), oppure sono riferiti a strumenti di governo del territorio ai vari livelli pianificatori. La questione annosa e non ancora del tutto risolta riguarda l'accessibilità/licenza d'uso del dato informatico; tuttavia, di recente, alcune banche dati sono state rese pubbliche come per esempio la cartografia catastale italiana (la condivisione delle informazioni territoriali può variare da paese a paese a seconda dei dati disponibili e delle scelte dei decisori).

I *software gis-based* danno modo di visualizzare e utilizzare sul proprio *desktop* Gis gli stessi cataloghi consultabili nel *web* citati poc'anzi, grazie ad un servizio di collegamento da remoto ai *database* (Db) che permette di usufruire di *Web map service* (Wms) e *Web feature service* (Wfs). Il primo richiede 'immagini di mappe' da uno o più *server* – per esempio il *server* del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) – con cui è possibile consultare tutte le cartografie e le immagini condivise dall'Ente; queste immagini georeferenziate sono la rappresentazione delle informazioni territoriali e quindi sono meramente visualizzabili come carte di base o sfondo tematico oppure ancora come 'riferimenti visivi' per l'*editing* manuale. Viceversa il Wfs è un servizio di download che permette di scaricare copie di set di dati territoriali, completi di informazioni alfa-numeriche (tabelle, attributi), modificabili e processabili.

In riferimento alle banche dati mondiali invece possono risultare utili (ma la qualità del dato e la sua completezza è da verificare e valutare caso per caso) i dati di OpenStreetMap (Osm) che raccoglie, e condivide senza restrizioni, informazioni territoriali create liberamente dagli utenti e da *mapper* volontari. In aggiunta per dati socio-economici areali (censimenti, etc.) o per quelli riferiti a elementi puntuali (come i beni soggetti a tutela, il patrimonio pubblico edilizio, etc.) sono utilizzabili i database tabellari (formato Csv⁵), comuni nelle Pubbliche amministrazioni (Pa), grazie alla capacità dei Gis di acquisire informazioni da una vasta casistica di estensioni e tipologie di file.

⁵ Il *Comma-separated values* (Csv) è un *file* di dati tabulari testuali (in cui i valori di ciascuna cella sono separati da virgole o punti e virgola) comunemente usato nei sistemi Gis e utilizzato per l'importazione e l'esportazione di dati.



Oltre ai WebGis delle Pa possono essere consultate le banche dati degli Enti di ricerca o gli archivi cartografici e catastali; questi dati, comunemente condivisi sotto forma di immagini digitali, costituiscono un valore aggiunto e un valido strumento per la ricerca di quei caratteri identitari del patrimonio storico, socio-culturale e naturale. Le carte storiche infatti possono essere utilizzate in ambiente Gis tramite appositi strumenti e calibrazioni per la georeferenziazione cartografica e risultano fondamentali per studi diacronici, quali: l'evoluzione degli insediamenti umani, la ricerca delle permanenze storico-artistico-archeologiche o delle tracce/segni impressi nel paesaggio dalle passate società, i cambiamenti degli usi dei suoli, le modifiche negli ecosistemi e negli habitat naturali o altre indagini riferibili alle questioni ambientali emergenti.

A questo ventaglio di possibili soluzioni e opzioni per lo svolgimento della fase analitica con strumentazioni geo-informatiche, perlopiù riferite a indagini analitiche tradizionali, si aggiungono le banche dati create o creabili a partire dalle nuove tecnologie innovative riferibili alla *GiScience*: i) le immagini satellitari multi-spettrali acquisite dai progetti di osservazione terrestre, ii) i prodotti da tecniche fotogrammetriche, iii) i prodotti da tecniche *Laser imaging detection and ranging* (Lidar).

Per uno studio delle dinamiche paesaggistiche e dei caratteri territoriali sono preferibili le immagini satellitari poiché hanno una risoluzione metrica dai 10 ai 30 metri/*pixel* che ben si adatta a studi macro-scalari; nonostante la lunga lista di satelliti geo-stazionari attualmente in orbita, per le finalità del presente contributo e data la loro facile reperibilità (dati *open source*), è suggerito l'uso delle immagini⁶ scattate dal satellite Sentinel-2 del Programma Copernicus dell'*European space agency* (Esa) o quelle relative al satellite Landsat-8⁷ dell'*United states geological survey* (Usgs). Queste immagini risultano di particolare importanza perché permettono analisi spaziali e multi-temporali attraverso applicazioni di telerilevamento in ambiente Gis con cui valutare il *land use-land cover-land change* di un dato territorio; applicazioni che danno modo di estrarre informazioni utili e fondate sulla oggettiva presenza degli 'elementi' sul territorio con cui supportare le analisi estetiche-percettive tradizionali, innovare gli studi territoriali e paesaggistici e produrre cartografia tematica con procedure tecnologiche.

Questa tipologia di dati, nati da progetti pan-europei e internazionali per la tutela ambientale e la sicurezza delle popolazioni, forniscono informazioni regolari sullo stato fisico e sulle dinamiche degli ecosistemi terrestri, marini e costieri consentendo una varietà sempre maggiore di applicazioni che possono essere declinate, tra le tante, nell'ambito della pianificazione del territorio, della gestione delle risorse naturali e delle criticità climatiche-ambientali contemporanee.

⁶ Esa, *Copernicus open access hub*, in <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, immagini acquisibili previa registrazione, consultato il 25 ottobre 2020.

⁷ Usgs, *Earth explorer*, in <https://earthexplorer.usgs.gov/>, immagini acquisibili previa registrazione, consultato il 25 ottobre 2020.



1.2. Applicazioni di telerilevamento e geo-processing per la costruzione del dataset

Nell'individuazione e caratterizzazione degli ambiti omogenei la fase più delicata e importante, come detto, è la analitica-conoscitiva e ancor prima quella relativa alla ricognizione/scelta dei materiali, all'uniformazione dei dati (spesso differenti per scala/unità minima cartografata e finalità) e all'eventuale digitalizzazione delle informazioni mancanti. Questi tre processi si riferiscono ad una situazione di facile accesso alle risorse informatiche e quindi alla presenza per l'area di studio di una eterogeneità di livelli informativi acquisibili.

Come comportarsi e quali strumenti-metodi è possibile applicare in una situazione di assenza o difficoltà di accesso ai dati?

Soprattutto in un contesto simile le nuove geo-strumentazioni, specie quelle spaziali, risultano estremamente utili e si rivelano molto efficaci per le finalità del presente contributo: la proposta di un metodo, perseguibile gratuitamente, per la costruzione delle Udp mediante applicazioni di *remote sensing* e *processing* in ambiente Gis.

Questa proposta di innovazione dei metodi tradizionali, rielaborando un pensiero di Turri (1998) e prendendo a prestito alcune sue metafore, interpreta il paesaggio individuando i singoli elementi e scomponendolo nelle sue unità elementari «come le parole di un discorso» (Turri, 1998: 162); viceversa la lettura del contesto, delle relazioni spaziali, dei vari segni, funzioni e significati non può essere sintetizzata univocamente dai geo-processi e dalle nuove tecnologie, ma deve essera svolta organicamente, e con le diverse tecniche, «così da farne una sorta di pagina scritta» (*Ibidem*).

Nell'approfondire l'approccio tecnologico, le immagini multi-spettrali, come anticipato, sono alla base del rinnovamento metodologico; i *software* Gis, grazie ad alcuni *plugin* e *tool* specifici, consentono di visualizzare, comporre e relazionare tra loro le diverse bande (a diversa lunghezza elettromagnetica) delle immagini *raster*. Il primo *step* riguarda quindi la ricerca delle immagini satellitari idonee allo studio; la scelta dovrà essere indirizzata dalle finalità, dai metodi e soprattutto dalla scala.

È utile sottolineare che il telerilevamento, o *remote sensing*, è la disciplina tecnico-scientifica con finalità diagnostico-investigative che permette di ricavare informazioni, qualitative e quantitative, sull'ambiente e sugli oggetti posti a distanza da un sensore (montato su un satellite aereo o drone); questa tecnica, oggi molto diffusa grazie alla facilità/economicità di accesso ai dati e agli strumenti operativi, utilizza e misura le radiazioni elettromagnetiche (emesse o riflesse) degli elementi territoriali e delle superfici fisiche di interesse, individuandole attraverso la loro specifica 'firma spettrale'. Quindi, ad esempio, se nell'area di studio la componente vegetativa è preponderante dovranno essere considerate le immagini riferite a periodi dell'anno in cui le piante dovrebbero godere di



buona salute e quindi avere un buon vigore vegetativo (come l'estate nei climi mediterranei, etc.); questo perché la clorofilla e quindi le superfici vegetate saranno particolarmente visibili e fotoattive in quei periodi e di conseguenza ben individuabili mediante il *post-processing* delle immagini. Invece se il territorio è particolarmente vocato alle colture agricole andranno selezionate almeno due immagini in due periodi differenti per evitare che i risultati siano invalidati dalle rotazioni stagionali dei campi agricoli, che apparirebbero come suoli 'nudi' (o *bare soil*), privi di vegetazione.

Le immagini acquisite possono essere gestite e utilizzate da vari *software*; in QGis esiste un *plugin* in continuo aggiornamento che permette di scaricare, *pre/post* processare, e utilizzare questa tipologia di dati in vari modi. Il *Semi-automatic classification plugin* (Congedo, 2016) è uno degli strumenti che permette di individuare in modalità semi-automatica, mediante tecniche cosiddette *supervised* o *unsupervised*, le coperture del suolo (suolo nudo, vegetazione, costruito, corpi idrici, etc.) mediante alcune configurazioni e *input* manuali. L'uso del suolo che ne deriva è utilissimo per analizzare vaste porzioni di territorio e può essere supportato da alcuni indici vegetazionali, quali il *Normalized difference vegetation index* (Ndvi) o il *Soil adjusted vegetation index* (Savi), che si rivelano potenti strumenti di analisi ambientale per individuare la presenza, l'estensione e la salubrità delle aree naturali a seconda delle scale. In contesti geografici o aree prevalentemente vegetate viene preferito l'Ndvi e i suoi valori, che oscillano tra -1 e 1, possono individuare i corpi idrici (valori negativi), le aree aride/rocciose/sabbiose o innestate (valori molto bassi) oppure prati, arbusti e zone forestate (valori medio-alti). L'indice Savi invece, che esprime anche'esso la distribuzione delle aree vegetate sulla superficie terrestre utilizzando le forti differenze di riflettanza delle piante nella banda del visibile e del vicino infrarosso, viene maggiormente utilizzato quando la copertura di vegetazione è bassa (inferiore al 40%) e i valori espressi nelle bande sono influenzati dalla maggiore presenza di terreno non vegetato (Huete, 1988).

Per una prima caratterizzazione del paesaggio, oltre a conoscere l'uso del suolo, è necessario ottenere le informazioni relative alle fasce altimetriche e all'andamento geomorfologico dell'area; a questo proposito i modelli digitali del terreno, e in particolare il *Digital terrain model* (Dtm), si rivelano quali strumenti indispensabili, oggi sempre più diffusi presso gli Enti a tutti i livelli pianificatori. In assenza è possibile ricavarlo manualmente, sebbene con un lungo processo a seconda dell'estensione dell'area, mediante digitalizzazione delle curve di livello e successiva interpolazione in ambiente Gis dei 'punti quota'.

Nella ricerca dei diversi *layer* di base occorre tenere a mente che tutti i dati informatici, in questo caso immagini in formato *raster* (immagine composta da una griglia di punti detti *pixel*, di forma quadrata), dovrebbero avere la stessa risoluzione dell'unità minima cartografata evitando così errori sia concettuali che topologici (mancate o errate sovrapposizioni/intersezioni, etc.); quindi ipotizzando l'utilizzo delle immagini Sentinel II con risoluzione di 10 m/*px* andrebbe ricercato/creato un Dtm con una risoluzione analoga



oppure tra i 5 e i 20 m/px, ovvero adattabile senza grosse approssimazioni. Il modulo *Terrain analysis*, interno a QGis, permette di processare i Dtm ed estrapolare automaticamente alcuni dati, utili ad arricchire il quadro conoscitivo generale, come la pendenza, l'esposizione dei versanti e il reticolo idrografico.

Le successive operazioni di *processing*, specie quelle di *spatial analysis* e *overlay*, doteranno ciascun *pixel* di tutte le informazioni raccolte costruendo un *database* relazionale che unirà e immagazzinerà per ogni unità minima spaziale gli 'n' attributi testuali o dati numerici.

Queste prime elaborazioni, unitamente ad una interpretazione visiva delle immagini e dei contesti, sarebbero già sufficienti per individuare dei macro-tipi di paesaggio, come per esempio: i) paesaggio urbanizzato costiero a valenza turistico-ricettiva, ii) paesaggio agricolo pedecollinare. Questi ambiti risulterebbero così definiti dalla presenza/ripetitività di uno specifico *pattern*⁸ conteggiato mediante strumenti specifici riferibili alla *geo-statistical analysis* e riferito ad un limite spaziale definito (es. le fasce altimetriche).

Ovviamente le definizioni e il grado di dettaglio dipendono dai dati di *input* e dalla scala di indagine/osservazione; se si dispone di altre informazioni (beni puntuali, ambiti soggetti a tutela, copertura forestale, dati sociali ed economici, etc.) utili alla caratterizzazione del mosaico paesaggistico potrebbero essere definite, con un approccio gerarchico, anche le sub-unità di paesaggio che in riferimento all'esempio precedente potrebbero essere: i.i) pinete costiere di rilevante valore ecologico-funzionale; ii.i) fasce seminate solcate dai fossi e dai corsi d'acqua.

Terminata la ricognizione, validazione, uniformazione e creazione dei *layer* territoriali necessari, il *dataset* risulterà più o meno ricco di informazioni quali-quantitative strutturate in forma tabellare. Questi dati, relativi ai fattori fisici, storico-culturali, socio-economici, nonché agli *output* delle procedure semi-automatizzate, potranno poi essere relazionati tra loro, riclassificati e interrogati mediante specifici algoritmi e *tool*; l'insieme di tutte le attività di raccolta, produzione, gestione e processamento geo-informatico illustrate costituiscono gli *step* intermedi propedeutici alla costruzione del *database* e alla perimetrazione delle Udp.

2. Individuazione e definizione delle Unità di paesaggio

Lo svolgimento della fase interpretativa e di sintesi critica delle basi conoscitive e delle informazioni raccolte in ambiente Gis condurrà quindi alla definizione di un *database* condivisibile, implementabile e aggiornabile nel tempo che, opportunamente filtrato mediante

⁸ Il *pattern* è una configurazione geometrica che si ripete con maggiore o minore frequenza in una determinata area, caratterizzandola; è definito dal modo di disporsi e dalla quantità dei segni fisici, biologici o antropici singoli o in associazione.



interrogazioni spaziali, delinea semi-automaticamente i perimetri degli ambiti territoriali omogenei. Gli ambiti o meglio Udp sono qui intesi come la parte di territorio individuata sulla base degli elementi naturali, antropici e percettivi che, per ricorrenza nello spazio e omogeneità d'uso, risultano riconoscibili e differenziati dai territori circostanti; nella definizione e successiva caratterizzazione delle Udp assume particolare importanza il ruolo della cittadinanza e dei residenti come anche il contributo dei fruitori temporanei e degli esperti. Questi tre aspetti costituiscono tre momenti conoscitivi differenti che aspirano a creare nuove sinergie tra conoscenza e percezione locale, tra punti di vista e visioni interne ed esterne alla comunità, tra memoria collettiva tramandata e sapere tecnico-scientifico.

Pertanto le analisi estetico-percettive tradizionali non sono da escludere nel metodo tecnologico-informatico qui presentato, bensì costituiscono il valore aggiunto di indagini che per molteplici ragioni, riferibili alla mancanza dei dati o alla risoluzione incongrua, non sempre possono raggiungere alti livelli di accuratezza come quelli derivanti da fotointerpretazione manuale.

Basti pensare che la Carta dell'uso del suolo del Clc a livello nazionale, come ad esempio nel caso italiano, viene fornita al terzo livello (es. 3.Territori boscati e ambienti semi-naturali; 3.1. Zone boscate; 3.1.1. Bosco di latifoglie) con indicazioni gerarchiche di dettaglio sulle tipologie di utilizzo/copertura del suolo; inoltre gli Enti locali possono implementare gli 'stati di fatto' dettagliandoli fino al quinto livello⁹ (3.1.1.1 Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera; 3.1.1.1.1. Aceri-frassineto con ontano bianco).

Questo breve *excursus* delinea l'utilità e i casi applicativi in cui le nuove strumentazioni riferibili alla *GiScience* possono risultare efficaci per la definizione delle Udp, ovvero nei casi in cui: i) non si dispone di carte di uso del suolo recenti e informatizzate; ii) la scala di osservazione si riferisce a vaste porzioni di territorio (scala comunale/provinciale/regionale); iii) appurate le prime due circostanze, i tempi non consentono la mappatura manuale con fotointerpretazione a scala ravvicinata.

Eccetto le dovute precisazioni, disporre di un *database* informatico aggiornabile e dinamico è oggi preferibile ad una serie di carte/immagini digitali per così dire 'statiche'; questo soprattutto in riferimento alla gestione dei territori interni alle Udp da parte degli Enti predisposti, specie quando sono interessati dalla presenza di beni/aree tutelate o progetti in essere. Infatti un *dataset* così realizzato può essere implementato e dettagliato, per fini gestionali e di salvaguardia, tramite l'inserimento delle prescrizioni d'uso e dell'insieme dei programmi, indirizzi e regole che ricadono su una data Udp. I decisori e gli amministratori che indirizzano con le loro scelte gli sviluppi dei territori, alle varie scale, potrebbero giovare ed essere supportati da una fonte di dati ricca non solo dei valori e dei caratteri che connotano gli ambiti, ma anche delle informazioni riguardanti le

⁹ Gli esempi riportati si riferiscono alla legenda *Corine land cover* redatta dalla Regione Veneto con dettaglio al 5° livello.



dinamiche trasformative, gli elementi di pressione o criticità, le richieste della cittadinanza e dell'associazionismo locale nonché gli obiettivi di qualità paesaggistica prefissati per le singole Udp (Trusiani, 2014).

A questo tipo di *workflow* informatico e tecnologico può essere associata infine anche un'analisi percettiva dei caratteri scenici del territorio o delle singole Udp individuate in precedenza. Per poter rendere oggettiva un'esperienza squisitamente soggettiva i sistemi Gis offrono alcuni *tool* per individuare sia i luoghi privilegiati di osservazione del paesaggio (percorsi panoramici, aree belvedere, etc.), ma anche gli elementi detrattori della percezione visiva. In realtà non sono i luoghi di eccellenza o criticità ad essere individuati dai geo-processi (lo sono indirettamente) bensì un'analisi di visibilità in ambiente Gis (*viewshed analysis*) è finalizzata a determinare quali punti/aree del territorio sono visibili rispetto alla posizione e all'orizzonte visivo di un ipotetico osservatore.

Per completare questo approccio geo-informatizzato, e a corredo delle varie informazioni conoscitive-percettive-trasformative, è possibile associare alle geometrie delle Udp e alle eventuali sub-unità, le immagini derivanti dalle campagne fotografiche e dai rilievi diretti; quest'ultimo processo potrebbe arricchire la ricerca con un 'atlante dei luoghi' per raccontare i valori/disvalori delle singole Udp restituendo, attraverso visuali puntuali e panoramiche, anche la tridimensionalità del paesaggio.

Una terza dimensione che può essere visualizzata in ambiente Gis anche mediante la sovrapposizione dei *layer* territoriali al Dtm; le visuali tridimensionali che ne scaturiranno saranno più o meno fedeli alla realtà a seconda dell'accuratezza dei *pixel* del modello digitale e forniranno un tipo di informazione che correla i caratteri geologici-pedologici-morfologici dell'area di studio alle relative coperture del suolo. Queste visuali 3d possono anche essere integrate all'interno delle schede descrittive degli ambiti per arricchirne contenuti e punti di vista, nonché essere condivise via *web* e rese interrogabili mediante *plugin* specifici, come il *qgis2threejs* o altri ancora.

La creazione di un quadro conoscitivo tecnologico così composto, eterogeneo e transdisciplinare, può da una parte implementare la conoscenza dei luoghi (e soprattutto le dinamiche trasformative in atto) in quei territori sprovvisti di banche dati governative o cartografie aggiornate e dall'altra, con il contributo e l'integrazione delle analisi estetico-percettive tradizionali, può supportare i processi decisionali nella scelta delle strategie gestionali delle Udp.

Il quadro conoscitivo, come le strategie programmatiche, deve tener conto e interpretare in primo luogo i riferimenti di chi vive quotidianamente il paesaggio (*insider*), i loro *landmark* e 'iconemi' che sono riferibili alla stratificazione storica dei luoghi e delle diverse comunità insediate; secondariamente deve comprendere e dar voce agli stessi (o altri) riferimenti visivi e simbolici colti invece da chi non abita i luoghi, dal turista o frequentatore saltuario (*outsider*).



Pertanto nella definizione degli elementi estetico-percettivi delle Udp si profila un duplice contributo a cui si aggiungerà quello tecnico degli specialisti; tali contributi e approfondimenti possono scaturire da nuove forme di dialogo aperto tra abitanti ed esperti e dall'attivazione di processi partecipativi inclusivi.

3. Conclusioni

Riassumendo, gli strumenti Gis permettono di relazionare mole di dati pluri-tematici tra loro per visualizzarli nello spazio geografico, processarli, restituirli in mappe/carte nonché condividerli tramite WebGis e *geo-database*; la forza dei sistemi Gis quindi risiede nel poter agevolmente produrre carte tematiche dalla selezione, relazione spaziale, 'vestizione' e aggiunta di specifiche testuali (etichette) ai *layer*.

Come già accennato le applicazioni e i risultati ottenibili da *remote sensing* variano a seconda dell'accuratezza del dato di *input*; ipotizzando di processare un'immagine multispettrale con risoluzione di 1 m/px potremmo sicuramente dettagliare meglio le classi dell'uso del suolo, ma occorrerà sempre una valutazione visiva/percettiva e fotointerpretativa che assegni un valore aggiuntivo al dato informatico.

L'utilizzo di strumenti riferibili alla *GiScience*, infine, può sicuramente implementare gli studi paesaggistici su base analitica-soggettiva con processi di analisi oggettiva fondati sulla quantificazione del reale sperimentando così i nuovi strumenti conoscitivi messi a disposizione dal progresso tecnologico e digitale. Inoltre gli Indici citati, come tanti altri indicatori ecologici e statistici utilizzabili in ambiente Gis, sono approvati dalla comunità geografica internazionale e largamente utilizzati nei contributi di ricerca e in letteratura scientifica.

Tenendo conto infine delle considerazioni e precisazioni annoverate in merito agli studi geo-informatizzati, una ricerca delle Udp potrebbe prevedere un'integrazione dei due approcci disciplinari, innovativo e tradizionale, affinché l'analisi, valutazione e catalogazione dei caratteri riscontrati risulti organica e approfondita.

Come tutte le ricerche specie quelle in cui gli aspetti teorici sono supportati e validati da applicazioni pratiche, a maggior ragione tecnologiche, occorre saper scegliere quindi il giusto strumento a seconda degli obiettivi; i limiti di tali applicazioni sono stati già evidenziati nel corso del presente contributo, ma allora perché farne uso e per quale motivo al momento sono strumenti tanto considerati?

Oltre a poter supportare l'individuazione e caratterizzazione delle Udp, le elaborazioni di telerilevamento sono in larga parte declinate sulla valutazione degli impatti critici dell'attuale emergenza ambientale-climatica sugli ecosistemi, sul comparto agro-produttivo, sull'accesso ai servizi primari, sugli aspetti della vita quotidiana e sulla salute dei cittadini; in particolare poi vengono indagate le dinamiche paesaggistiche, la



trasformazione/evoluzione degli *habitat* naturali e urbani, gli impatti del *climate change* in città o sull'eco-mosaico (siccità, incendi, etc.) o quelli derivanti dagli usi impropri dei suoli a fini produttivi-commerciali (deforestazione, etc.). Queste elaborazioni, focalizzate sul caso specifico, potrebbero costituire alcune delle azioni di monitoraggio da prevedere nei piani di gestione del paesaggio o delle Udp al fine di individuare le problematiche e anticiparne le evoluzioni critiche; le stesse azioni ispettive-diagnostiche potrebbero e dovrebbero coinvolgere le comunità nella 'cura' del territorio, avviare una discussione propositiva e partecipativa alla gestione dei 'beni comuni' e attribuire alla cittadinanza un ruolo sociale attivo di co-gestione e co-progettazione.

In conclusione le nuove strumentazioni, specie le geo-spaziali, possono fotografare non solo lo 'stato di fatto', ma possono contribuire anche a far emergere i tempi del cambiamento che sono la chiave di lettura del paesaggio (Calcagno Maniglio, 2015). Infatti, come ben espresso dall'autrice:

Il territorio, e con esso il paesaggio, si caratterizza, quindi, come un'evoluzione e/o una trasformazione continua dove forme, immagini, ambiente, storia, tradizioni, lavoro e quant'altro si integrano e tutte insieme concorrono a formare i paesaggi degli uomini. In questa visione complessa, identitaria e olistica, il paesaggio si sovrappone al territorio e le politiche e le azioni per e sul paesaggio coincidono necessariamente con quelle per e sul territorio, che a loro volta non sono separabili da quelle per l'ambiente (*Ivi*: 276).

Gli studi suggeriti, dalla raccolta dei dati alla definizione delle Udp e del loro monitoraggio nello spazio-tempo, sono finalizzati ad attivare dunque quelle iniziative necessarie per tutelare l'identità dei luoghi e del paesaggio, per gestirlo e valorizzarlo; una tutela attiva fondata sul raggiungimento di obiettivi di qualità paesaggistica che devono interpretare e mediare, nella dimensione analitica e progettuale, anche le esigenze e le richieste delle comunità locali per alimentare il difficile, ma necessario, processo di democratizzazione nella *governance* del territorio.

Riferimenti bibliografici / References

- Calcagno Maniglio A. (cur.), *Per un paesaggio di qualità. Dialogo su inadempienze e ritardi nell'attuazione della Convenzione europea*, FrancoAngeli, Milano, 2015.
- Capogrossi R., Laureti L., Bagnaia R., Canali E., Augello R., *Carta del valore naturalistico-culturale d'Italia. Un applicativo di carta della natura*, Ispra, Serie Rapporti 269/2017, Roma, 2017.
- Congedo L., *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*, in Doi <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>, 2016, consultato il 3 gennaio 2021.



- Consiglio d'Europa, *Convenzione europea del paesaggio*, serie dei Trattati europei n.176, Firenze, 2000.
- De Marchi M., Castiglioni B. (cur.), *Di chi è il paesaggio? La partecipazione degli attori nella individuazione, valutazione e pianificazione*, Cleup Coop. libraria editrice Università di Padova, 2009.
- Huete A.R., *A Soil-Adjusted Vegetation Index (Savi)*, «Remote Sensing of Environment», 25, 1988, pp.295-309.
- Ippc, *Climate Change and Land. An Ippc Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, in press, 2019.
- McMahon B., Morand S., Gray J., *Ecosystem Change and Zoonoses in the Anthropocene*, «Zoonoses and Public Health», 65, 2018, pp.755-765.
- Nyerges T., Couclelis H., McMaster R., *The Sage Handbook of Gis and Society*, Sage publications, Londra, 2011.
- Pratesi I. (cur.), *Pandemie, l'effetto boomerang della distruzione degli ecosistemi. Tutelare la salute umana conservando la biodiversità*, Wwf Italia Onlus, Roma, 2020.
- Settis S., *Architettura e democrazia. Paesaggio, città e diritti civili*, Einaudi, Torino, 2017.
- Steiner F., *Costruire il paesaggio. Un approccio ecologico alla pianificazione del territorio*, a cura di Treu M.C., Palazzo D., McGraw-Hill, Milano, 1994.
- Trusiani E. (cur.), *Pianificazione paesaggistica. Questioni e contributi di ricerca*, Gangemi, Roma, 2014.
- Turri E., *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia, 1998.
- Wwf, *Pandemie, l'effetto boomerang della distruzione degli ecosistemi, Tutelare la salute umana conservando la biodiversità*, Wwf Italia onlus, Roma, 2020.

Ricevuto: 3/9/2020

Accettato: 25/01/2021

