

GIS per il paesaggio.

Analisi spaziali per la carta del paesaggio comunale

Margherita Azzari^(a), Tiziano Brunialti^(b)

^(a) Università degli Studi di Firenze, LABGEO Laboratorio di Geografia Applicata, via San Gallo 10, 50129 Firenze, tel. 055 2757962, fax 055 219173, margherita.azzari@unifi.it

^(b) Comune di Trento, Progetto Revisione del PRG, via del Brennero 312, 38121 Trento, tel. 0461 884645, e-mail tiziano_brunialti@comune.trento.it

Riassunto

Il contributo intende presentare i risultati dello studio dal titolo "Analisi GIS propedeutiche alla formazione della carta del paesaggio di Trento", svolto nell'ambito del Master in "Sistemi informativi geografici per il monitoraggio e la gestione del territorio", organizzato dal Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo (SAGAS) dell'Università degli Studi di Firenze. Le analisi spaziali – condotte con l'ausilio del *software open source QGIS* unitamente al *plugin GRASS* – sono state organizzate in due fasi: quella conoscitiva e quella progettuale. Nella prima fase sono state analizzate le principali dimensioni del paesaggio locale (morfologia, percezione visiva, territorio) mentre la fase progettuale si è focalizzata sulla costruzione di alcune cartografie di sintesi quale supporto metodologico alla costruzione della carta del paesaggio vera e propria, prevista nell'ambito del processo di revisione del vigente piano urbanistico comunale.

Abstract

The research aims to illustrate the results of the study titled "Preliminary GIS Analysis to the Landscape Map of Trento", carried out within the Master in "Geographic Information Systems for Land Monitoring and Management" organized by the Department SAGAS of the University of Florence. The spatial analyzes - conducted with the help of the open source software QGIS and the GRASS plugin - divided into two phases: knowledge and project. The first phase analyzed the main dimensions of the local landscape (morphology, visual perception, territory) while the second phase focused on the construction of some cartography as a methodological support to the construction of the landscape map, scope of the review of the urban plan.

1. La pianificazione del paesaggio nella Provincia Autonoma di Trento

Il Piano Urbanistico Provinciale (PUP) del Trentino ha posto il paesaggio al centro delle politiche territoriali, riconoscendo in esso lo spazio costruito dall'uomo per vivere, produrre, muoversi e insieme l'espressione di una cultura che proprio attraverso il paesaggio si rappresenta. In questa prospettiva, il PUP propone un generale ripensamento della tutela del paesaggio, orientando la disciplina verso il superamento del semplice sistema del vincolo e dell'autorizzazione degli interventi e integrando nella pianificazione la lettura del paesaggio e la valutazione delle possibili trasformazioni, in quanto strumenti di verifica delle nuove scelte di piano. Il Piano provinciale, da una

parte, demanda a una specifica cartografia – Carta delle tutele paesistiche – le aree e i beni sottoposti alle procedure autorizzatorie finalizzate alla tutela paesistica, dall'altra, introduce, per la prima volta nella strumentazione urbanistica provinciale, la Carta del paesaggio quale strumento di lettura delle forme del territorio e di riconoscimento dei suoi valori, al fine di indirizzarne le possibili trasformazioni.

Carta del paesaggio provinciale

La Carta del paesaggio del PUP si configura come lettura degli elementi identitari e di valore dei luoghi per il governo delle trasformazioni del paesaggio (PAT, 2013). A tale fine, la Carta analizza il tema del paesaggio operando una prima classificazione degli ambiti elementari, dei sistemi complessi e delle unità di paesaggio, che costituiscono la struttura territoriale delle identità e delle invarianti da considerare prioritariamente nelle valutazioni della sostenibilità dello sviluppo e dell'equilibrio territoriale (PAT, 2008). Inoltre, la Carta del paesaggio costituisce lo strumento interpretativo principale per disciplinare gli aspetti di maggior valore del paesaggio da tradurre nell'ambito dei Piani Territoriali delle Comunità (PTC).

2. Verso la carta del paesaggio comunale

L'approfondimento dei caratteri e dei valori paesaggistici costituisce uno degli elementi cardine del PTC per perseguire un effettivo sviluppo equilibrato e duraturo del territorio, in coerenza con i principi della Convenzione Europea del Paesaggio. Il PTC costituisce quindi l'occasione per conoscere e individuare questi elementi e le relative relazioni alla scala di comunità di valle nonché per riconoscere i processi di trasformazione naturale e il sovrapporsi delle tracce dell'operare umano, vale a dire ciò che dà forma ed espressione al territorio plasmato da una comunità (PAT, 2013). Nel caso di Trento, la legge urbanistica provinciale¹ stabilisce che il relativo Piano Regolatore Generale (PRG) "tiene luogo" del PTC e, conseguentemente, è tenuto ad approfondire alla scala comunale i contenuti della carta del paesaggio provinciale.

Definizione dell'approccio metodologico

L'Amministrazione comunale di Trento ha inteso avviare il percorso di formazione della carta del paesaggio comunale con una serie di analisi spaziali condotte con l'ausilio del *software open source Quantum GIS* (versione 2.14 Essen) unitamente al *plugin GRASS*. Del resto, i GIS hanno assunto un ruolo rilevante nell'analisi paesaggistica per la loro efficienza nella predisposizione e gestione della base conoscitiva e per l'efficacia della visualizzazione. Si stanno dimostrando particolarmente utili nel supportare sia la ricerca geostorica sia l'interpretazione degli aspetti percettivi e insediativi, oltre a rappresentare un ottimo strumento per la comunicazione (Azzari, 2014, p. 11).

Le analisi si sono caratterizzate per una serie di approfondimenti tematici riguardanti il paesaggio locale – analisi fisico-morfologiche, storiche e percettive – tradotti in un unico processo di sintesi (Brunialti, 2017). Infatti, solo in questo modo è possibile definire e cogliere la struttura e

¹ Legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15, "Legge provinciale per il governo del territorio".

l'organizzazione fisica, morfologica e naturale, e contemporaneamente individuare quei valori culturali, che compongono le identità locali e sono il frutto della sedimentazione di secolari trasformazioni. Fondamentale diventa quindi il processo di catalogazione e restituzione dei dati riferiti sia ai supporti materiali e fisici (componente naturale) sia a quelli storico-sociali e relazionali (componente antropico-culturale) e a quelli riferibili alla percezione sociale e individuale (componente percettiva) (Moretti, 2016, p. 18).

In questa prospettiva, a partire dalla documentazione presente a livello provinciale e dalle principali esperienze di pianificazione paesaggistica condotte a livello nazionale² si è proceduto a delineare l'approccio metodologico per la costruzione della carta del paesaggio di Trento che si basa su due "quadri" o momenti principali: quello conoscitivo e quello progettuale.

3. Costruzione del Quadro conoscitivo

L'attività conoscitiva è stata rivolta a identificare e cartografare le caratteristiche fisiografiche del territorio comunale mediante la creazione di un progetto GIS per ciascuna delle seguenti analisi spaziali: a) analisi morfologica; b) analisi della percezione visiva; c) analisi territoriali. A tale fine, sono stati impiegati numerosi livelli informativi georeferenziati provenienti prevalentemente dal geodatabase comunale e dal portale geocartografico provinciale, a partire dai quali sono stati prodotti ulteriori dati territoriali.

Analisi geomorfologica

La componente naturale è quella a cui afferiscono tutte le analisi territoriali volte alla conoscenza dei caratteri morfologici, fisiografici e strutturali del paesaggio (Moretti, 2016). Nella presente ricerca l'attenzione si è focalizzata sull'analisi delle seguenti componenti: geologia, idrologia, geomorfologia.

Nel dettaglio, a partire dal *Digital Terrain Model* (DTM) provinciale, con risoluzione di 1 metro, e utilizzando le funzioni del *geoprocessing* raster di QGIS e GRASS sono state effettuate le seguenti analisi morfologiche: topografia, ombreggiamento, pendenza, esposizione, asperità. Inoltre, sulle *grid* prodotte sono state condotte alcune statistiche aggregate utilizzando i moduli di GRASS *r.report* e *r.reclass* che consentono rispettivamente di generare un *report* del numero di pixel o della superficie interessata dagli stessi e una nuova *grid* con valori di cella assegnati in base ad intervalli definiti dall'utente (Noti, 2014).

² Nell'ambito della documentazione provinciale è stato esaminato quanto segue: *Linee guida provinciali per la carta del paesaggio*; *Indicazioni metodologiche provinciali per la costruzione della carta del paesaggio e della carta di regola del territorio*; il *Piano Territoriale della Comunità (PTC) Alta Valsugana Bersntol*; la *Carta del paesaggio del Piano del Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino*; il *Rapporto sullo stato del paesaggio* della Provincia Autonoma di Trento. Tra i casi-studio condotti a livello nazionale sono stati esaminati: i Piani regionali territoriali-paesaggistici di Sardegna, Piemonte, Puglia e Toscana, focalizzando l'attenzione sulle analisi spaziali condotte e sulle modalità di rappresentazione cartografica, nonché alcuni piani territoriali e urbanistici, tra cui il PTCP e il Piano Strutturale di Lucca, il Regolamento Urbanistico di Massa e lo studio paesistico del Piano di Governo del Territorio di Bergamo.

Analisi della percezione visiva

La percezione visiva rappresenta il tipo di percezione più nota e la forma più immediata di conoscenza del paesaggio. Infatti, per conoscere il paesaggio di un territorio non abbiamo altro mezzo che percorrerlo, registrando la sequenza delle vedute, man mano che queste cambiano (Moretti, 2016, p. 29). L'aspetto estetico rappresenta la dimensione peculiare che distingue il paesaggio da altri possibili oggetti di attenzione, quali ambiente e territorio. La componente estetica è fondamentale per la comprensione del paesaggio e si sviluppa attraverso la ricezione del complicato mosaico strutturale del territorio, ottenuto per sovrapposizione dei sistemi precedenti. In linea generale, i metodi e gli strumenti a disposizione per l'analisi visiva ruotano attorno alla mappatura dei diversi caratteri, in base alla morfologia, alla copertura del suolo, ai beni storico-culturali ed agli insediamenti, alla visibilità rispetto ai punti di vista prevalenti (Zanon, Franceschini, 2009, p. 3). Nell'ambito dell'analisi scenico-percettiva è importante prendere in considerazione non solo gli elementi di valore ma anche quelli di detrazione visiva. Si tratta in sostanza di individuare sia i cosiddetti "luoghi privilegiati di osservazione del paesaggio" (ovvero punti e percorsi panoramici, belvedere) e i principali "fulcri" visivi sia antropici che naturali, sia gli elementi riconosciuti come detrattori della percezione visiva (Cassatella, 2014). Nella presente ricerca i luoghi di interesse paesaggistico sono stati individuati attingendo sia alle fonti iconografiche sia alle guide turistiche e per l'escursionismo nonché alla documentazione messa a disposizione dalla locale Azienda di promozione turistica. Inoltre, per "raccontare" i principali punti di vista panoramici presenti sul territorio comunale è stata avviata la redazione di un apposito iconografico e fotografico. L'impiego dei GIS consente di effettuare un'analisi di visibilità (*viewshed analysis*) finalizzata a determinare l'area percepibile rispetto alla posizione e all'orizzonte visivo di un ipotetico osservatore, generando una mappa che visualizza, in base alla conformazione del territorio, le aree visibili da quelle non visibili (Landi, 2014, p. 34). Nel caso di specie, una volta creato lo *shapefile* dei "luoghi e percorsi panoramici" si è fatto ricorso al *plugin* esterno di QGIS *Viewshed analysis* per determinare le corrispondenti mappe di visibilità.³ Per la determinazione dei bacini visivi dei punti e dei percorsi panoramici sono stati adottati i seguenti parametri, presenti in letteratura:

- 1) altezza osservatore: l'occhio dell'osservatore è stato posizionato ad una altezza convenzionale di 1,60 metri;
- 2) profondità visuale: sono state adottate le "viste" di 500 metri (dettaglio), 5.000 metri (struttura) e 10.000 metri (sfondo);
- 3) condizione *Binary viewshed*.

³ Preliminarmente, lo *shapefile* dei percorsi panoramici è stato convertito in uno *shapefile* puntuale – utilizzando il modulo *r.split* di Grass che consente di suddividere un *layer* lineare in una sequenza di punti a distanza prefissata – al fine di ottenere una maggiore attendibilità dei corrispondenti bacini visivi. In corrispondenza dei vertici sono stati digitalizzati i punti di vista e creato il corrispondente *shapefile* puntuale. L'assenza di vertici intermedi lungo il percorso determinerebbe infatti una *viewshed* basata essenzialmente su ciò che è visibile dalle estremità e non lungo il percorso.

La simulazione, condotta sul DTM provinciale, si è concretizzata in una *grid* binaria con valori 0 (celle non visibili dal punto di osservazione) e 1 (celle visibili). Una volta generati, per ciascuna delle tre "viste", i bacini visivi di ciascun punto e percorso panoramico si è proceduto a sommare tutti i bacini visivi, ancora una volta con l'ausilio del *plugin Viewshed analysis* e selezionando la condizione *Cumulative*. Ciò ha permesso di determinare per ciascuna "vista" il numero di punti panoramici dai quali è visibile una determinata porzione di territorio. È stata altresì determinata l'intervisibilità teorica ossia l'insieme delle relazioni visuali tra i punti panoramici considerati.

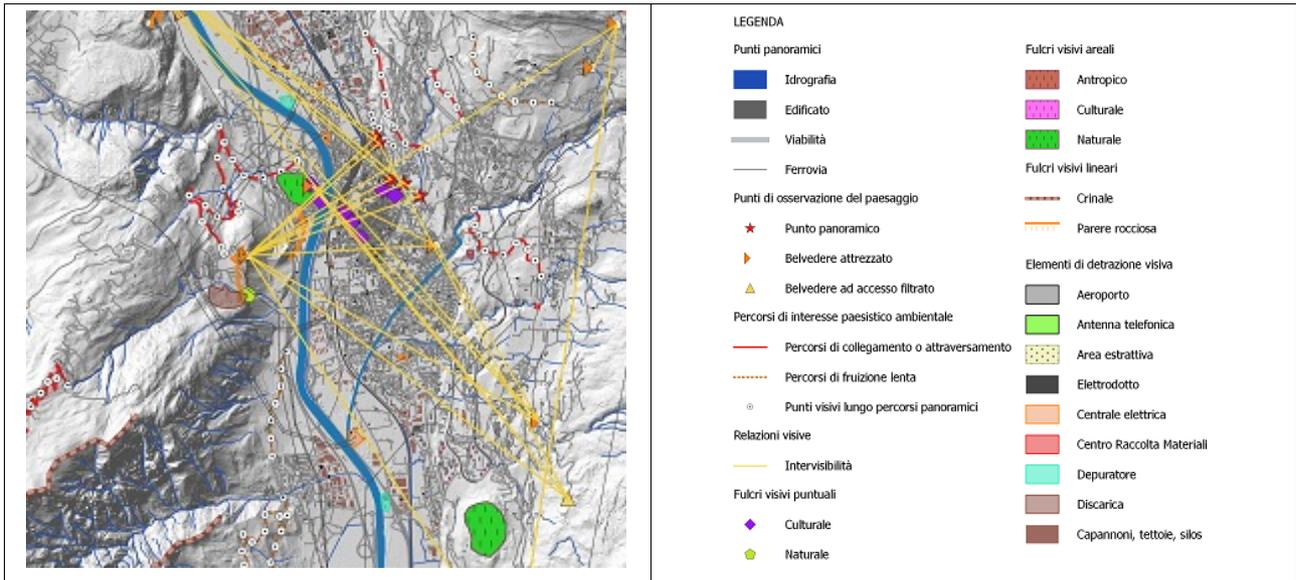


Figura 1 – Carta delle componenti scenico-percettive (stralcio)

Successivamente si è proceduto a costruire la Carta della sensibilità visivo-paesistica del territorio comunale alla massima profondità considerata (10.000 metri), sommando le singole *viewshed* con la medesima profondità. Il *software*, previa unione dei due *shapefile* dei punti e percorsi panoramici, ha generato un raster in cui ogni pixel riporta il numero complessivo di punti ottenuto dalla somma dei punti di osservazione e dei vertici dei percorsi panoramici da cui quella porzione di territorio è visibile.

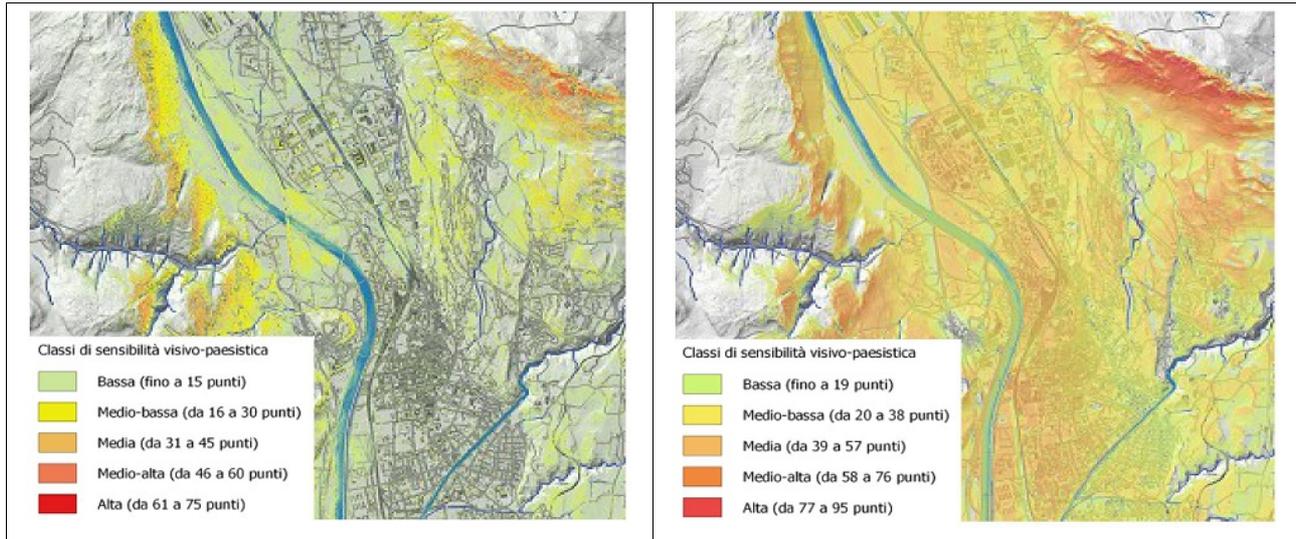


Figura 2 – Carta della sensibilità visivo-paesistica su DSM e DTM (stralcio)

Il territorio comunale è stato quindi classificato in cinque classi di sensibilità visiva – bassa, medio-bassa, media, medio-alta, alta – corrispondenti al numero di punti panoramici dai quali è visibile una determinata porzione di territorio. La determinazione delle classi di sensibilità visiva è stata condotta sia sul *Digital Surface Model* (DSM) che sul DTM al fine di poterne apprezzare la differente restituzione grafica. Mentre il DSM tiene conto di edifici e aree vegetate, il DTM non “vede” gli ostacoli che non siano la superficie terrestre. Allo stesso tempo, però, il DSM non tiene conto che la copertura del suolo può variare e per tale motivo viene in genere preferito il DTM in quanto più cautelativo (Cassatella, 2014).

Analisi territoriali

Le analisi territoriali sono state rivolte a identificare e cartografare i principali caratteri strutturali del paesaggio comunale. Un primo approfondimento ha riguardato l'uso reale del suolo e la sua evoluzione negli ultimi decenni, avvalendosi del modello *Corine Land Cover* per la sua rappresentazione cartografica. È stata condotta una specifica analisi sulla multifunzionalità delle aree boscate – che interessano ben il 54% del territorio comunale – prendendo in considerazione le funzioni di protezione idrogeologica, ricreativa e paesaggistica. Si è quindi proceduto a ricostruire l'evoluzione della struttura paesaggistica comunale avvalendosi del modello geo-storico (Dai Prà, 2013), che permette di leggere i “segni” ancora presenti nel territorio con l'obiettivo di giungere alla definizione di specifiche “morfotipologie” paesistiche. Il paesaggio va infatti inteso come la stratificazione delle secolari trasformazioni che necessitano di essere decodificate, ovvero catalogate e analizzate nel momento in cui si vogliono utilizzare per costruire strumenti utili a conseguire obiettivi di conservazione o di cambiamento e ad attuare buone pratiche (Moretti, 2016, p. 16). Occorre dunque guardare ai segni, anche minimi, che possono diventare illuminanti testimonianze storiche (Turri, 2002).

In questa prospettiva, assume una particolare rilevanza l'analisi della semiologia naturale e antropica del territorio, quale supporto alla ricostruzione

dell'evoluzione della struttura paesaggistica mediante il riconoscimento dei segni territoriali. Con riferimento al territorio della circoscrizione di Mattarello è stata predisposta una specifica tavola strutturata in due parti corrispondenti all'insieme dei principali segni naturali e antropici.⁴ Nell'ambito della componente antropica, analogamente a quanto già condotto in altri contesti territoriali (Nostrato et al., 2012), è stata avviata la costruzione di una banca dati geografica della "periodizzazione" dei sedimi dell'edificato e della viabilità a copertura comunale con l'intento di indagare le modalità con le quali la città è cresciuta nel territorio nel periodo temporale che va dal catasto austro-ungarico fino ad oggi. Nel dettaglio, ai sedimi edificati documentati nell'attuale Carta Tecnica Provinciale (CTP), opportunamente aggiornata con il catasto del 2015, è stata attribuita la loro prima datazione considerando una serie di documenti foto-cartografici georeferenziati disponibili presso l'Amministrazione comunale: il catasto austro-ungarico (1851-1861), le ricognizioni aerofotogrammetriche del 1973, 1994 e 2015. Nel dettaglio, agli edifici e alla viabilità documentati nella CTP è stato attribuito un valore di presenza/assenza rispetto alle fonti cartografiche utilizzate. Inoltre, allo *shapefile* della CTP è stato aggiunto l'attributo tabellare "Periodo" associando a ciascun poligono e linea un valore di presenza/assenza o l'eventuale presenza parziale.

4. Indirizzi progettuali

La fase progettuale si è focalizzata sulla costruzione di alcune cartografie di sintesi intese a supportare la costruzione della carta del paesaggio vera e propria, prevista nell'ambito del processo di revisione del vigente PRG. A partire dalla rappresentazione cartografica degli elementi naturali e antropici presenti nel territorio comunale si è proceduto, sempre con riferimento alla circoscrizione di Mattarello, a predisporre la Carta dei caratteri del paesaggio quale sintesi dei segni territoriali ancora leggibili nel relativo territorio. Si è quindi proceduto a tradurre i caratteri paesaggistici in "morfotipologie" urbane e rurali, quale esito dell'interazione tra caratteri idrogeomorfologici, insediativi e colturali riconoscibili nei diversi contesti territoriali e quindi "tipizzabili" (Brunori et. al., 2014, p. 221).

⁴ Nell'ambito della semiologia naturale sono stati considerati i seguenti aspetti: idrografia e altimetria; geomorfologia; boschi, prati e pascoli; aree agricole. Relativamente alla componente antropica sono stati mappati i seguenti elementi: insediamenti ed edifici storici; percorsi e parcellario storico; dinamiche insediative; periodizzazione dei sedimi degli edifici.

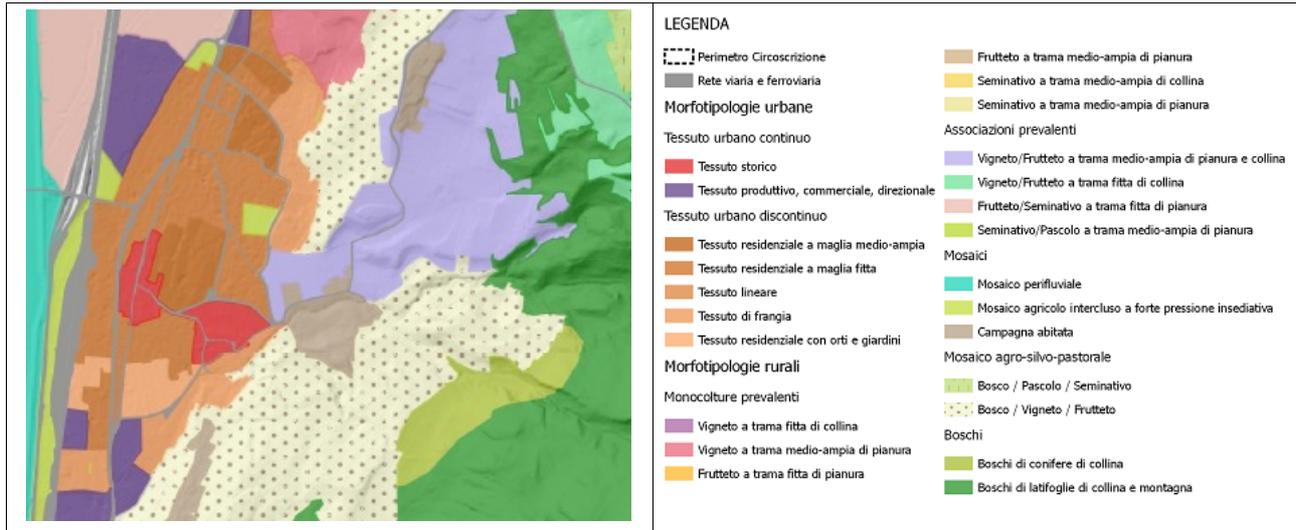


Figura 3 – Carta delle morfotipologie urbane e rurali (stralcio)

L'analisi spaziale ha portato alla identificazione, sulla porzione di territorio comunale oggetto di indagine, di 7 morfotipi urbani, raggruppati in 2 tipologie (tessuto urbano continuo e tessuto urbano discontinuo), e di 17 morfotipi rurali, raggruppati in 5 tipologie (monocolture prevalenti, associazioni prevalenti, mosaici, mosaico agro-silvo-pastorale, boschi). L'esito di questa analisi preliminare è stato riportato nella Carta delle morfotipologie urbane e rurali e descritto in apposite schede-abaco.

5. Conclusioni

Le analisi spaziali presentate in questo contributo dimostrano ancora una volta l'utilità dei GIS nel supportare la formazione degli strumenti di pianificazione territoriale e paesaggistica, oltre che costituire l'occasione per "testare" alcune funzionalità del *geoprocessing* raster di QGIS e GRASS e il *plugin Viewshed analysis*. A partire da questi primi risultati è essenziale compiere ulteriori passi. In primo luogo, è opportuno completare l'elenco e la mappatura dei principali "luoghi privilegiati di osservazione del paesaggio", dei percorsi panoramici e proseguire con la redazione dell'abaco iconografico e fotografico, anche favorendo il coinvolgimento attivo della cittadinanza nell'auto-riconoscimento di questi luoghi. Inoltre, la mappatura dei caratteri del paesaggio comunale dovrà essere estesa all'intero territorio comunale con l'intento di giungere alla formalizzazione, anche normativa, di "morfotipi paesaggistici" che indirizzino e supportino le future scelte decisionali.

Riferimenti bibliografici

- Azzari M. (2014), *Paesaggio bene culturale, patrimonio identitario, risorsa*, in Landi F. (2014), *op. cit.*, 10-11.
- Brunialti T. (2017), *Analisi GIS propedeutiche alla formazione della carta del paesaggio di Trento*, Tesi di Master di II livello in Sistemi Informativi Geografici per il monitoraggio e la gestione del territorio, rel. Azzari M., corr. Stelzer G., a.a. 2015/2016, Università degli Studi di Firenze.
- Brunori G., Fastelli L., Gisotti M.R., Rovai M. (2014), "Studio per l'individuazione dei caratteri morfotipologici dei paesaggi rurali nel Piano

- Paesaggistico della Regione Toscana", in *Atti della XVIII Conferenza Nazionale ASITA*, Firenze, 16-18 ottobre, 221-228.
- Cassatella C. (2014), *Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio*, DIST, Politecnico di Torino.
- Dai Prà E. (2013), *Apsat 9. Cartografia storica e paesaggi in Trentino. Approcci geostorici*, (a cura di), P.A.T., Società Archeologica srl. Mantova.
- Landi F. (2014), *L'identità del paesaggio. Strumenti e procedure di analisi*, Phasar Edizioni, Firenze.
- Moretti M. (2016), *Senso e paesaggio. Analisi percettive e cartografie tematiche in ambiente GIS*, FrancoAngeli, Milano.
- Nostrato C., Angeletti M., Giusti B., Lucchesi F., Scatarzi I. (2012), "Un atlante della periodizzazione della crescita insediativa Toscana", in *Atti della XVI Conferenza Nazionale ASITA*, Vicenza, 6-9 novembre 2012, 1041-1047.
- Noti V. (2014), *GIS Open Source per geologia e ambiente. Analisi e gestione di dati territoriali e ambientali con QGIS*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- PAT (Provincia Autonoma di Trento), (2008), *Piano Urbanistico Provinciale, allegato A*.
- PAT (Provincia Autonoma di Trento), (2013), *Indicazioni metodologiche per l'elaborazione della carta del paesaggio e della carta di regola del territorio*.
- Turri E. (2002), *La conoscenza del territorio. Metodologia per un'analisi storico-geografica*, Marsilio Editore, Venezia.
- Zanon B., Franceschini A. (2009), "Leggere il paesaggio naturale, pianificare con lo sguardo", in *Atti della XII Conferenza Nazionale Società degli Urbanisti*, Bari, 19-20 febbraio 2009.

