

Generazione di mappe di consumo del suolo tramite dati telerilevati

Andrea Marchesi (*), Roberto Colombo (*), Nadia Quadrelli (**),
Lorena Perri (**), Marco Parma (**), Mario Schiavi (**)

(*) Lab. Telerilevamento delle Dinamiche Ambientali. Dip. Scienze dell’Ambiente e del Territorio
Università Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, Milano, tel: +39 0264482819, email: andrea.marchesi@unimib.it

(**) Ufficio Sistema Informativo Territoriale, Provincia di Varese - Settore Territorio e urbanistica
Via Pasubio 6, 21100 Varese, tel: +39 0332-252865

Riassunto

Le aree urbane risentono del forte utilizzo delle risorse territoriali di pertinenza e in questo contesto cresce sempre più la necessità di poter disporre di strumenti moderni ed efficaci da utilizzare per il controllo del consumo di suolo, dell’espansione urbanistica, del degrado del territorio e dell’analisi di situazioni potenzialmente a rischio per l’ambiente e l’uomo.

L’obiettivo di questo studio è l’individuazione delle componenti del tessuto urbano e agricolo a partire da immagini remote ad alta risoluzione geometrica e verificare l’evoluzione dell’ambiente e del territorio in alcune aree all’interno della Provincia di Varese. A tale scopo sono stati impiegati i prodotti TerraItalyTM, acquisiti nel 2007 con il Sensore “Pushbroom”Digitale ADS40 dalla Compagnia Generale Ripreseeree di Parma (ortofoto colori reali, ortofoto infrarosso falso colore e modello digitale delle altezze degli oggetti).

È stata sviluppata una procedura automatica per l’estrazione di informazioni territoriali con tecniche ad oggetti (*software eCognition*) e definita una legenda di uso del suolo mirata al monitoraggio e alle comprensione delle dinamiche di consumo di suolo.

Dal confronto della carta di uso del suolo con cartografie di piano esistenti, quali ambiti agricoli, aree non soggette a trasformazione e ambiti di espansione (derivate dalla pianificazione provinciale e comunale), sono stati calcolati alcuni indicatori di qualità per fornire sinteticamente stime di consumo di suolo differenziate per tipologie di pianificazione.

Abstract

The aim of the study is to develop automatic procedures for the characterization of urbanized and not urbanized areas using high spatial resolution remotely sensed data. This paper examines the potential of high spatial resolution airborne orthoimage products to classify different urban areas, to analyze their temporal changes and finally to recognize the soil consumption extension into the Province of Varese (Italy). The proposed method is based on a multiresolution segmentation combined with the object oriented approach to improve the classification accuracy of urban land cover types.

The results are the creation of a thematic maps with several intra-urban land use classes, which can be used as a cartographic background in soil consumption studies. Classification of high spatial resolution images is a powerful tool for agricultural and urban development, environmental protection, policy making, risk assessment and planning.

1. INTRODUZIONE

L’accelerazione dell’urbanizzazione di questi anni ha portato a un utilizzo consistente delle risorse territoriali, che pone sempre più in evidenza il tema del consumo di suolo.

Il fenomeno del consumo di suolo preso in considerazione, si riferisce alle superfici di suolo naturale e agrario, trasformate dall'urbanizzazione e dall'infrastrutturazione del territorio. Esso pone una serie di questioni, connesse soprattutto alla perdita e alla degradazione di aree naturali e agricole, che costituiscono espressione di biodiversità e qualità paesaggistica del territorio. Il consumo di suolo eccessivo, minaccia le risorse che caratterizzano il territorio, senza che vi sia consapevolezza, attenzione e soprattutto un sistema di monitoraggio in grado di osservare il fenomeno e sviluppare misure di contenimento efficaci, attraverso gli strumenti di governo del territorio.

Cresce quindi la necessità di poter disporre di strumenti idonei ed efficaci, da utilizzare per il controllo dell'espansione urbanistica, del degrado del territorio e dell'analisi di situazioni potenzialmente a rischio per l'ambiente e per l'uomo.

L'obiettivo di questo studio è l'analisi del consumo di suolo, inteso come un processo di non ritorno che erode spazi di tessuto agricolo o naturale che difficilmente potranno, in futuro, tornare allo stadio iniziale, tramite analisi di dati telerilevati. Il progetto è strutturato in modo da individuare le porzioni di territorio eroso dai nuovi insediamenti, attraverso tecniche di telerilevamento, eseguendo analisi continue a opportuni intervalli di tempo, al fine di registrare i mutamenti avvenuti sul territorio. Le aree oggetto di trasformazione individuate, sono state confrontate con le zonizzazioni urbanistiche e territoriali, prodotte dalle scelte di pianificazione a livello locale (Piani Regolatori Generali e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) di alcune aree della provincia di Varese. Il confronto nel tempo, delle aree effettivamente interessate dai nuovi insediamenti, con le scelte di pianificazione effettuate dai governi locali, ha consentito di effettuare analisi sulle modalità del consumo di suolo nel tempo, che potranno essere impiegate per verificare la bontà delle decisioni e a orientare le scelte di pianificazione future.

2. MATERIALI E METODI

a. Area di studio e dati impiegati

L'area campione scelta per il progetto è il fondovalle lungo il fiume Margorabbia, un territorio di circa 3000 ettari appartenente alle Prealpi Varesine, che comprende dodici comuni del nord ovest della Provincia di Varese (Fig. 1). L'area è stata scelta perché presenta molteplici caratteristiche: nel territorio del Comune di Luino, sono infatti presenti aree densamente urbanizzate, che si affacciano sul Lago Maggiore, con insediamenti sia industriali sia residenziali, intervallate da aree agricole nella parte centrale del fondovalle. In contrapposizione, sui versanti del fondovalle, ad est verso il Monte Sette Termini, e ad ovest verso Monte Pian Nave e il Monte San Martino, si estendono ampi territori naturali, coperti da boschi di latifoglie e conifere.

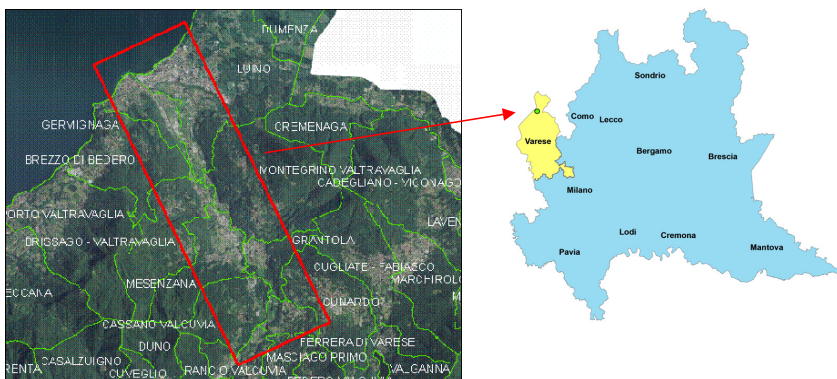


Figura 1 – Area di studio.

Dataset Raster

In questo studio sono state impiegate ortofoto a colori reali (risoluzione geometrica pari a 0.5m), ortofoto infrarosso falso colore (risoluzione geometrica pari a 2m) e un modello digitale delle altezze (risoluzione geometrica pari a 2m): il dataset fa parte dei prodotti TerraItalyTM, acquisiti nel 2007 con il Sensore “Pushbroom” Digitale ADS40 dalla Compagnia Generale Ripresaere di Parma (Fig. 2).

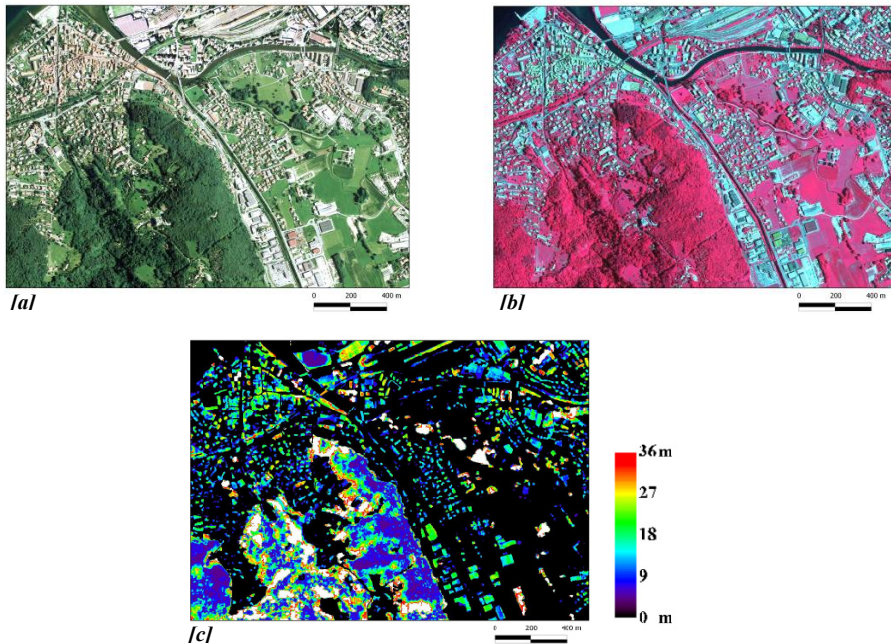


Figura 2 – Dataset Raster - esempio di ortofoto colori reali (a), ortofoto falso colori (b) e modello digitale delle altezze (c).

Dataset Vettoriale

Nella seconda parte dello studio sono stati inoltre impiegati strati cartografici rappresentati dai seguenti tre dataset vettoriali:

- Ambiti agricoli derivati dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (P.T.C.P.) realizzati nel 2007;
- Aree non soggette a trasformazione ottenuti dalla digitalizzazione dei Piani Regolatori Generali (P.R.G) di alcuni comuni ricadenti nell’area test (le date dei P.R.G. e successive varianti vanno dal 1989 per il comune Grantola al 2007 per il comune di Luino);
- Ambiti di espansione ottenuti dalla digitalizzazione dei P.R.G di alcuni comuni ricadenti nell’area test (le date dei P.R.G. e successive varianti vanno dal 1989 per il comune Grantola al 2007 per il comune di Luino).

b. Procedura di classificazione

In questo studio è stata messa a punto una legenda di uso del suolo, mirata al monitoraggio e alle comprensioni delle dinamiche di consumo di suolo. Le classi individuate sono rappresentate da:

- Aree idriche
- Vegetazione naturale dei greti, palustre e di detrito, in aree golenali
- Boschi misti di conifere e latifoglie su versanti e in fondovalle
- Zone in ombra da vegetazione arborea
- Seminativi e prati in ambito agricolo (terreni con vegetazione verde al momento della ripresa)
- Suolo nudo in ambito agricolo (terreni nudi al momento della ripresa e variazioni intra-campo)
- Vegetazione verde in ambito residenziale e industriale (giardini pubblici e privati, parchi, attrezzature sportive, strade, piazzali e parcheggi)
- Suolo nudo permeabile e impermeabile in ambito residenziale e industriale;
- Tetti di edifici scuri (coppi, prevalenza abitativi)
- Tetti di edifici chiari (prevalenza industriali)
- Zone in ombra da edifici

Le ultime quattro classi rappresentano preziosi indicatori per comprendere le dinamiche di consumo del suolo poiché la loro presenza in aree di espansione urbanistica consente di valutare l'entità di consumo di suolo programmato, e segnalare *hot spot* di controllo in aree non soggette a espansione.

A partire dalle immagini remote ad alta risoluzione geometrica è stata individuata una procedura automatica per l'individuazione delle componenti del tessuto urbano e agricolo; la classificazione delle immagini digitali è stata condotta con la tecnica *object-oriented* utilizzando il *software eCognition (v.7)*. La strategia di classificazione *object-oriented* si è basata sull'attribuzione di una determinata categoria tematica a oggetti geometrici (poligoni) generati a partire dall'immagine grezza: rispetto alle tecniche *pixel-based*, i vantaggi dell'approccio *object oriented* risiedono nel maggior contenuto informativo associabile ai poligoni vettoriali (la loro posizione, geometria e forma, i valori spettrali dei pixel contenuti e la loro distribuzione nel poligono) e nell'aspetto finale del prodotto cartografico, sostanzialmente comparabile con quello derivante da una fotointerpretazione totalmente manuale (Antunes et al., 2003, Armenakis et al., 2002).

È stata condotta una segmentazione multilivello utilizzando dei *thematic layers* derivati direttamente dal *dataset raster*: a partire dalle ortofoto falso colore è stata creata una maschera delle superfici in ombra, mentre dal modello digitale delle altezze è stata creata una maschera degli oggetti con altezza superiore al piano campagna. Questi due prodotti sono stati inseriti in fase di segmentazione al fine di migliorare la forma e la dimensione degli oggetti da classificare (Doxani et al., 2008).

Gli oggetti omogenei individuati in fase di segmentazione sono quindi stati classificati in base a delle *object features* (valore medio dell'indice NDVI e attributi dei *thematic layers*), e in base ad operatori di tipo *class related features* (relazioni con i poligoni vicini e relazioni con poligoni di livelli di segmentazione diversi) (Wei et al., 2009).

c. Confronti con cartografie di piano esistenti

In questa fase è stata valutata la possibilità di impiegare la carta di uso del suolo derivata dalla classificazione come elemento di analisi del consumo di suolo nel tempo. A tal fine sono state considerate aree attualmente salvaguardate da consumo di suolo (ambiti agricoli e aree non soggette a trasformazione) e valutato il grado di urbanizzazione in ambiti di espansione.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Il risultato della classificazione sviluppata con *eCognition* a partire dai dati remoti è rappresentata in Figura 3.

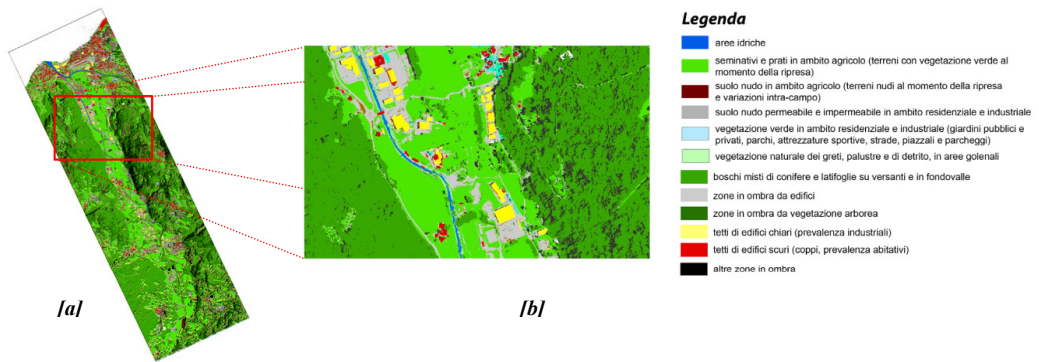


Figura 3 – Mappa di uso del suolo del fondovalle (a), ingrandimento di una piccola area (b).

Al fine di utilizzare le informazioni derivate dalla classificazione per il monitoraggio del consumo di suolo si è concentrata l’attenzione su alcune classi “sensibili” che ben rappresentano il fenomeno dell’urbanizzazione.

In figura 4 sono rappresentate le classi “sensibili”, costituite da “Suolo nudo permeabile e impermeabile in ambito residenziale e industriale”, “Tetti di edifici scuri”, “Tetti di edifici chiari” e “Zone in ombra da edifici”, con sovrapposte le aree ricavate dalle cartografie tematiche esistenti, e quindi: gli ambiti di espansione (a), gli ambiti agricoli (b) e le aree non soggette a trasformazione (c). Il confronto con gli ambiti agricoli ha come obiettivo il monitoraggio del cambiamento avvenuto sul territorio, relativamente alle zone individuate dal piano, nel periodo di elaborazione del piano stesso, fino all’anno 2007, epoca delle immagini a disposizione. Il confronto con le zone indicate dai PRG per la trasformazione urbana, ha l’obiettivo di evidenziare quanto sia stato effettivamente trasformato il territorio rispetto alla sua programmazione, individuando se le previsioni del piano sono state effettivamente confermate.

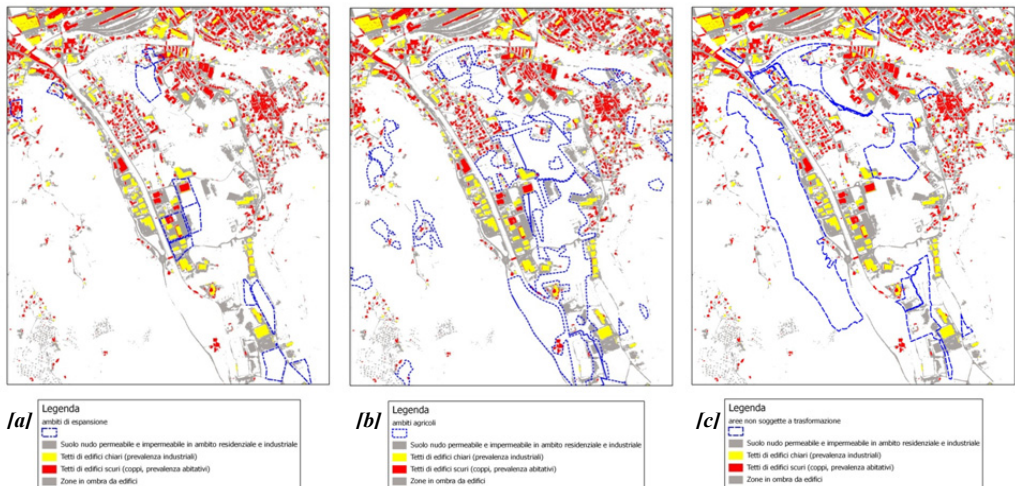


Figura 4 – Esempio della sovrapposizione tra le classi “sensibili” e gli ambiti di espansione (a), gli ambiti agricoli (b) e le aree non soggette a trasformazione (c).

Utilizzando tecniche GIS sono state infine quantificate le variazioni delle classi sensibili nei diversi ambiti: ogni poligono è stato classificato in base alla percentuale di superficie occupata. Sono state individuate quattro classi, rappresentate con colori differenti che consentono una facile interpretazione visiva.

Ad esempio, per quanto riguarda gli ambiti di espansione (Fig. 5a), possiamo notare due lotti completamente costruiti (colore rosso), mentre altri sono disponibili per nuovi insediamenti (colore grigio chiaro). In Figura 5b e 5c, sono infine evidenziati gli *hot spot* di controllo riscontrati in quelle aree che dovrebbero essere salvaguardate dal punto di vista del consumo di suolo.

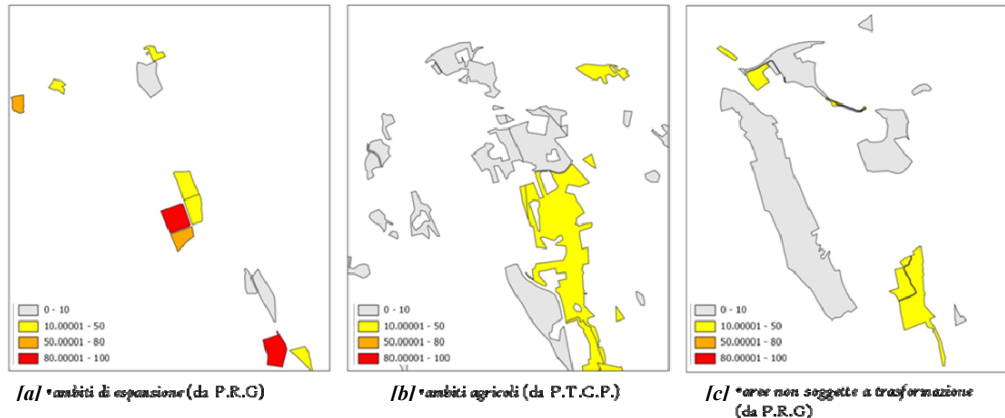


Figura 5 – Variazioni delle classi “sensibili” nei diversi ambiti: ambiti di espansione (a), ambiti agricoli (b) e le aree non soggette a trasformazione (c).

4. CONCLUSIONI

In questo studio è stata implementata una procedura per l'estrazione di informazioni territoriali con tecniche a oggetti e definita una legenda di uso del suolo mirata al monitoraggio e alle comprensioni delle dinamiche di consumo di suolo.

Dal confronto tra le cartografie sono stati calcolati una serie di indicatori di qualità, che hanno consentito di ottenere stime di consumo di suolo alle diverse scale di pianificazione.

La metodologia proposta potrebbe essere proficuamente impiegata per il monitoraggio delle trasformazioni del territorio, consentendo di analizzare le modalità del consumo di suolo nel tempo.

BIBLIOGRAFIA

Antunes A. F. B., Lingnau C., Da Silva J. C. (2003), “Object Oriented Analysis And Semantic Network For High Resolution Image Classification”, *Anais XI SBSR*. Belo Horizonte, Brasil, INPE, p. 273-279.

Armenakis C., I. Cyr I., e Papanikolaou E. (2002), “Change detection methods for the revision of topographic databases”, *Symposium on Geospatial theory, Processing and applications, ISPRS Commission IV*, Canada, July 9-12, Ottawa 2002.

Doxani G., Siachalou S., Tsakiri- Strati M. (2008), “An object-oriented approach to urban land cover change detection”, *XXI ISPRS Congress, Commission VII*, 3-11 Jul 2008 Beijing, China.

UserGuide *eCognition*, 2009.

Wei Su , Chao Zhang , Xiang Zhu , Daoliang Li, (2009), “A hierarchical object oriented method for land cover classification of SPOT 5 imagery”, *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, v.6 n.3, p.437-446.