Trend Definition of Soil Consumption in the Period 1994–2014 - Municipalities of Potenza, Matera and Melfi

Pasquale Baldantoni[1(✉)], Gabriele Nolè[1], Antonio Lanorte[1], Biagio Tucci[1], Valentina Santarsiero[1], and Beniamino Murgante[2,3]

[1] IMAA-CNR, C.da Santa Loja, Zona Industriale Tito Scalo, 85050 Potenza, Italy
pasquale.baldantoni@gmail.com, vsantarsiero87@gmail.com, {gabriele.nole, antonio.lanorte, biagio.tucci}@imaa.cnr.it

[2] School of Engineering, University of Basilicata, Viale dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italy
beniamino.murgante@unibas.it

[3] Farbas, Via Pretoria 277, 85100 Potenza, Italy

Abstract. Soil consumption often shows a temporal trend that seems to be disconnected from the real territory needs. In this study the phenomenon is analyzed in some areas of the Basilicata Region (South of Italy) that, on average, are characterized by a low increase in economic activities and a negative demographic trend. The implemented procedure aims to detect the land consumption within some of the most representative municipalities of the Basilicata region, in this case Potenza, Pignola, Melfi and Matera, in order to meet the ISPRA (The Italian Institute for Environmental Protection and Research, ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) guidelines, which provide for zeroing of land consumption by 2050. Also the Basilicata Region is affected by this phenomenon and it is fundamental to analyze the trend of variations and relate it to the economic activities and the demographic trend on the municipal territory, as each of these parameters can help to evaluate the state of art and improve the tools available to the planner with a view to current and future territory management. The analysis is performed by using Landsat images, that allow to access a historical database of over 30 years, thanks to which it was possible to obtain maps of land consumption for the years 1994, 2004 and 2014, using a supervised classification algorithm (SVM). The next step is to implement data obtained with other statistical information, available through ISTAT (National Italian Statistical Institute) censuses and other accredited sources.

Keywords: Soil consumption · SVM · Change detection

1 Introduzione

Il soil sealing, che si può tradurre, in modo non completamente proprio, con il termine di "impermeabilizzazione del suolo", è causato dalla copertura del suolo con materiali "impermeabili" o comunque dal cambiamento delle caratteristiche del suolo tanto da renderlo impermeabile in modo irreversibile o difficilmente reversibile [1].

© Springer Nature Switzerland AG 2019
S. Misra et al. (Eds.): ICCSA 2019, LNCS 11621, pp. 683–691, 2019.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-24302-9_49

Questo lavoro ha l'obiettivo di analizzare la variazione del consumo di suolo sul territorio della Basilicata, in relazione all'andamento demografico, nel periodo fra il 1994 e il 2014; in particolare, sono stati presi in considerazione Comuni che, per diversi motivi, presentano un consumo di suolo significativo. Il DBGT[1] (Database Geo Topografico) della Regione Basilicata, completato nell'anno 2014, è costitutito da molteplici strati informativi che rappresentano, per le finalità dello studio, dati ancillari di notevole importanza per la definizione dell'impronta del consumo di suoloIl risultato dello studio rappresenta un'analisi di change detection, realativa agli anni 1994 e 2004 in confronto all'anno base 2014. Nel presente lavoro le mappe riferite agli anni citati sono state prodotte utilizzando immagini satellitari Landsat classificate utilizzando tecniche di remote sensing e map algebra con software opensource QGIS (source: http://qgis.osgeo.org).

2 Area Di Studio

La Basilicata è una Regione, situata nel sud Italia, con una popolazione di 564247 abitanti distribuiti su di un territorio di 10073,32 km^2 (fonte ISTAT, 2018). La geografia che la caratterizza è prevalentemente a carattere montuoso e collinare, con una sola piana, nella zona del Metapontino (litorale Jonico). Ai centri urbani, si alternano vaste zone disabitate o caratterizzate dalla presenza di case sparse o piccoli aggregati civili o industriali. Il 30% del territorio è interessato da zone sottoposte a vincoli ambientali [2], il che evidenzia ancor di più la necessità di un uso oculato e parsimonioso del suolo disponibile.

I comuni selezionati per lo studio in oggetto sono tre: Potenza (che è anche il capoluogo di Regione), Matera e Melfi. Il comune di Potenza è situato nella parte centro-ovest del territorio mentre Matera, l'altro capoluogo di provincia, si colloca nella parte ad est della Regione, al confine con la regione Puglia. Poichè investita del ruolo di Capitale Europea della Cultura 2019, risultano interessanti le valutazioni rispetto ad un aumento dei flussi turistici e ad un potenziale incremento delle strutture e infrastrutture legate alla ricettività, al fine di delineare un trend del consumo di suolo. L'ultimo comune oggetto di indagine è Melfi, situato ad est della regione, altro importante centro urbano, di grande interesse per l'evoluzione territoriale legata alla costruzione dell'indotto industriale FCA SATA, la cui costruzione è terminata nel 1993 e ha visto, nel 1994, l'avvio della produzione. Intorno allo stabilimento, si sono sviluppate una serie di attività di supporto, che hanno comportato un'importante variazione nel consumo di suolo (Fig. 1).

[1] Il database geotopografico della Regione Basilicata è disponibile al sito https://rsdi.regione.basilicata.it/dbgt-ctr/.

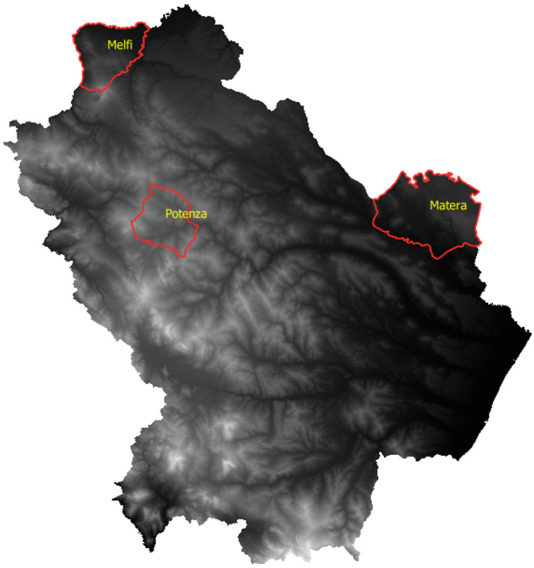

Fig. 1. Basilicata region and municipalities.

3 Analisi Dell'andamento Demografico

Dagli anni '50 ad oggi la popolazione della Basilicata evidenzia un trend di spopolamento importante [5]. Nel corso dell'ultimo ventennio è stata interessata da importanti variazioni (see Fig. 2) con una riduzione di circa il 2,6% nei decenni 1994–2004 e 2004–2014. Il consumo di suolo è stato valutato in relazione ai dati demografici.

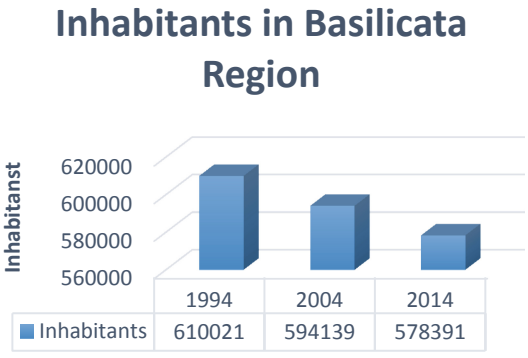

Fig. 2. Inhabitants in Basilicata region in 1994–2014 period.

3.1 Potenza

La Città di Potenza si estende per una superficie di circa 174 km^2, con 67211 abitanti al 1° gennaio 2019. The following Table 1 gives a summary dell'evoluzione demografica, dal 1994 al 2014.

Table 1. Inhabitants in Potenza municipality and inhabitants variation

Year	Inhabitants	Period (variation)	Inhabitants (Δ)
1994	66419	1994–2004	2309
2004	68728	2004–2014	−1325
2014	67403	1994–2014	984

Il saldo positivo nel ventennio è di 984 abitanti.

3.2 Matera

É il secondo capoluogo di provincia della Basilicata, con 60403 abitanti censiti al 1° gennaio 2019. La popolazione dal 1994 ad oggi è in crescita come si evince dalla Table 2. La sua estensione territoriale è più che doppia rispetto a Potenza, con circa 388 km^2; va evidenziato che tale superficie è in parte occupata dal Parco della Murgia Materana.

Table 2. Inhabitants in Matera municipality and inhabitants variation

Year	Inhabitants	Period (variation)	Inhabitants (Δ)
1994	55468	1994–2004	1873
2004	58683	2004–2014	3215
2014	60556	1994–2014	5088

3.3 Melfi

La città di Melfi copre un territorio di 105 km^2, con una popolazione al 1° gennaio 2019 di 17878 persone. Negli ultimi vent'anni, il consumo di suolo ha subito un forte incremento anche a causa dell'insediamento industriale automobilistico della FCA SATA (Table 3).

Table 3. Inhabitants in Melfi municipality and inhabitants variation

Year	Inhabitants	Period (variation)	Inhabitants (Δ)
1994	15943	1994–2004	961
2004	16756	2004–2014	813
2014	17717	1994–2014	1774

4 Dati e Metodologia

Le immagini satellitari utilizzate sono quelle delle missioni Landsat; tale scelta è stata fatta per la copertura trentennale dei dati, utili per realizzare un'accurata serie temporale. Le missioni Landsat-4 e Landsat-5 equipaggiano uno scanner multispettrale e un Thematic Mapper, con risoluzione spaziale a 30 metri, mentre il Landsat-8 monta un sensore OLI[2] ed un sensore termico, il primo con risoluzione a 30 metri, il secondo a 100 metri.

Il dato scaricato è il Level-2[3], corretto atmosfericamente rispetto alla radiazione solare riflessa. Nella seguente Table 4, sono riportate le bande utilizzate:

Table 4. Landsat 4–5 and Landsat 8 used bands

Landsat 4–5	Landsat 8
Band 1 – Blue	Band 2 – Blue
Band 2 – Green	Band 3 – Green
Band 3 – Red	Band 4 – Red
Band 4 – Near Infrared (NIR)	Band 5 – Near Infrared
Band 5 – Shortwave infrared (SWIR)	Band 6 – Short-wave Infrared
Band 7 – Mid- Infrared (MIR)	Band 10 – Thermal Infrared

Per l'elaborazione dei dati, viene utilizzato principalmente il plugin SCP – Semi-Automatic Classification Plugin (https://fromgistors.blogspot.com/) di QGIS, che consente operazioni di pre e post-processing del dato. Prima vengono definite le Region of Interest (ROI), con l'ausilio di immagini composte da bande in veri colori e falsi colori, dati ancillari del DBGT e firme spettrali. Le classi usate per la definizione delle ROI sono 4 categorie di Macroclassi (MC_ID) e 7 rispettive Classi (C_ID) associate alle stesse, come da Table 5:

L'algoritmo utilizzato per la classificazione supervisionata è la Support Vector Machine (SVM). SVMs are supervised automatic algorithms based on machine learning theory for data analysis [3] ed è presente in QGIS all'intenro del plugin DZETSAKA (https://github.com/lennepkade/dzetsaka). Uno dei punti di forza della SVM è quello di ottenere classificazioni accurate anche con un numero scarno di ROI.

[2] Operational Land Imager OLI captures data with improved radiometric precision over a 12-bit dynamic range, which improves overall signal to noise ratio. (source: https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con).

[3] USGS and NASA released LANDSAT level 2A product (surface reflectances corrected for atmospheric effects with a cloud mask, a cloud shadow mask, and a water and snow mask). The thermal data are expressed as brightness temperatures at the top of atmosphere.

Table 5. Class definition for training areas

MC_ID	C_ID	Definition	Description
1	1	Urban	Built-up, streets, industrial buildings
2	2	Veg_1	Vegetation coverage – 100%
2	3	Veg_2	Vegetation coverage – 75%
2	4	Veg_3	Vegetation coverage – 50%
2	5	Veg_4	Vegetation coverage – $\leq 25\%$
3	6	Water	Lakes, basin, water sheet
4	7	Veget/Water	Moisture areas

Una volta ottenuta la classificazione, per valutare la precisione dell'immagine e, quindi, l'affidabilità rispetto a quanto è stato classificato, viene effettuata una matrice di accuratezza [4]; la mappa così classificata viene analizzata e confrontata con i dati ancillari, ortofoto, etc., prestando particolare attenzione alla classe 1. Gli strati del DBGT del 2014 relativi alle aree urbane/impermeabili vengono rasterizzati in una mappa binaria 0-1 (1 suoli impermeabili, 0 resto del territorio). Questa mappa è fondamentale per poter individuare ed eliminare, mediante map algebra, eventuali pixel di classe 1 erroneamanente classificati dalla SVM.

In questo modo la mappa del 2014 rappresenterà l'impronta del consumo di suolo che delimita la zona entro la quale sviluppare le analisi per gli anni precedenti (questo ridurrà notevolmente l'area da classificare). La modalità scelta si basa sulla assunzione che un suolo impermebilizzato non si trasformi in suolo permeabile nel corso degli anni. Questo concetto non è sempre vero (di seguito è riportato un caso di trasformazione inversa, see Fig. 3) ma essendo il dato aggregato a livello comunale, gli errori dovuti alla mancata quantificazione di questi rari casi possono essere trascurati.



Fig. 3. Contrada Bosco Piccolo – In purple, in 1994, is possible to see the urban agglomerate, which was destroyed, in 2014, due to a landslide. (Color figure online)

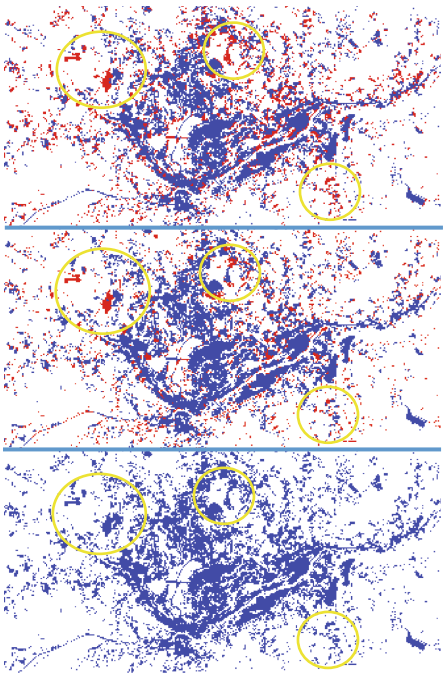

Fig. 4. Centro Urbano di Potenza. From upper to bottom: soil consumption evolution in 1994, 2004 and 2014. The most representative case are rounded in yellow. (Color figure online)

5 Risultati

Fino al 2004, nel comune di Potenza, il consumo di suolo è correlato positivamente al trend demografico. Successivamente, a fronte di un decremento della popolazione, si è registrata una correlazione negativa (see Fig. 5).

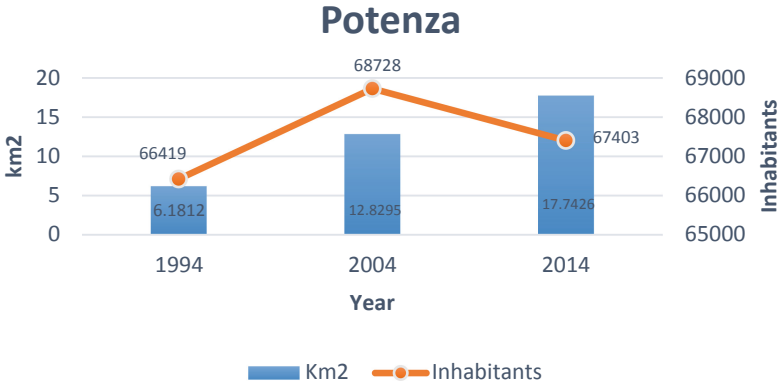

Fig. 5. Relations between inhabitants and soil consumption in Potenza municipality.

Il trend di crescita demografico nell'intero ventennio, per il comune di Matera, è positivamente correlato al consumo di suolo (see Fig. 4).

L'evoluzione del fenomeno nel territorio di Melfi è simile a quello di Matera (Fig. 6). E' però da considerare il ruolo importante dato dal comparto automobilistico della FCA che ha attratto nel tempo anche nuova popolazione trasferitasi nel Comune per questioni lavorative (see Fig. 7).

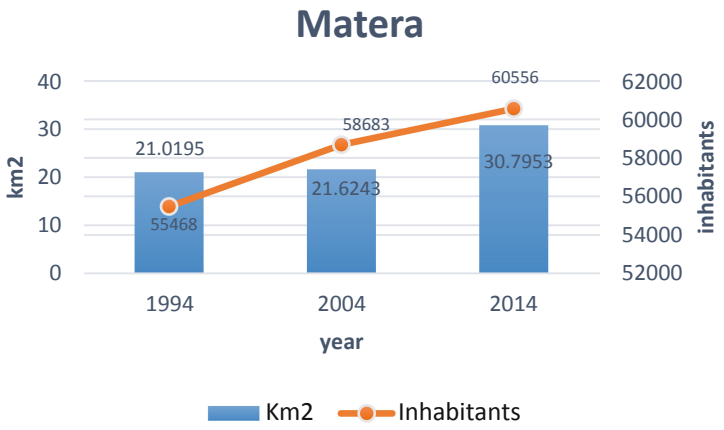

Fig. 6. Relations between inhabitants and soil consumption in Matera municipality.

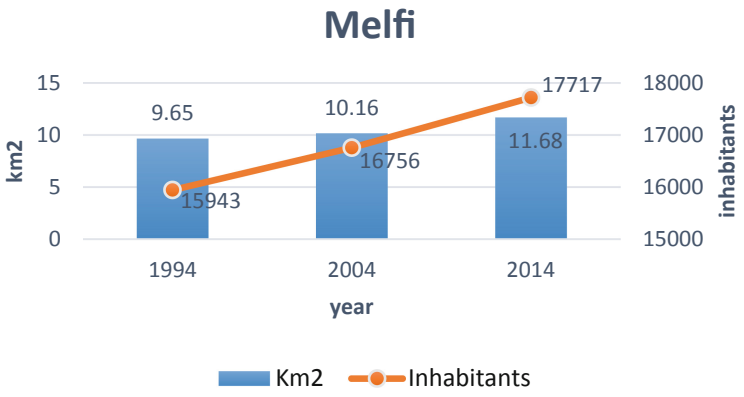

Fig. 7. Relations between inhabitants and soil consumption in Melfi municipality.

6 Conclusioni

I casi analizzati mostrano una sostanziale correlazione positiva tra il consumo di suolo e l'andamento demografico. L'eccezione è data solo dal decennio 2004–2014 nel Comune di Potenza. I Comuni studiati sono fra i più popolosi in Basilicata con un

fermento socioeconomic e culturale di rilievo rispetto alla media. Tuttavia il Sistema insediativo Lucano è costituito da piccolo centri. Difatti circa il 96% Dei Comuni lucani si attestano sotto I 15000 abitanti e il 75% sotto I 5000. In questi contesti territoriali il fenomeno dello spopolamento è ancora più aggressivo e sono ancora più evidenti fenomeni di urban sprawl. Il prosieguo del presente lavoro prevedrà di applicare le analisi nel resto del territorio della Regione Basilicata.

References

1. Barberis, R.: Consumo dei suoli e qualità dei suoli urbani, p. 703 (2005)
2. De Stefano, A.: Le aree protette e i parchi naturali. Regione Basilicata, p. 1 (2006)
3. Di Palma, F., Amato, F., Nolè, G., Martellozzo, F., Murgante, B.: A SMAP supervised classification of landsat images for urban sprawl evaluation. Int. J. Geo-Inf. 7 (2016)
4. Lanorte, A., et al.: Agricultural plastic waste spatial estimation by Landsat 8 satellite images. Comput. Electron. Agric. **141**, 35 (2017)
5. Saganeiti, L., Favale, A., Pilogallo, A., Scorza, F., Murgante, B.: Assessing urban fragmentation at regional scale using sprinkling indexes. Sustainability, 4 (2018)