

IL MONITORAGGIO DEL CONSUMO DEL SUOLO IN ITALIA

THE ASSESSMENT OF SOIL CONSUMPTION IN ITALY

Michele Munafò*, Ines Marinosci*, Ilaria Tombolini**, Luca Salvati**

Riassunto

La progressiva artificializzazione e cementificazione del territorio, legate sempre più spesso a un'espansione urbana incontrollata e non pianificata, sono responsabili del consumo del suolo, particolarmente degradato quando viene coperto in maniera permanente con materiali impermeabili come l'asfalto, con risvolti sia sul piano ambientale che su quello economico. Nel presente studio viene illustrata la metodologia di analisi del consumo di suolo sviluppata dall'ISPRA, che ricostruisce l'andamento del fenomeno in Italia dal 1950 ai giorni nostri, integrando dati campionari che derivano da un monitoraggio dettagliato di tipo puntuale con dati di osservazione della terra a livello europeo. Per i sei anni di rilevazione della serie storica disponibile (1956, 1989, 1996, 1998, 2006, 2010), sono stati prodotti indicatori per rilevanti ambiti amministrativi, che hanno evidenziato un consumo di suolo crescente nel tempo, dalla scala comunale a quella nazionale, passando dal 2,8% di superficie consumata totale nel 1956 al 6,9% nel 2010. In base ai risultati, l'aumento del consumo di suolo, che avviene soprattutto a discapito dei paesaggi peri-urbani, non è imputabile solo alla crescita demografica. Appare dunque necessaria una regolamentazione più stringente della crescita urbana che possa stimolare la rigenerazione dei centri esistenti, forme di insediamento più compatte, e la protezione delle aree naturali e agricole.

Parole chiave: degradazione del suolo, sviluppo extraurbano, monitoraggio puntuale, analisi multi-temporale, indicatori

Abstract

The progressive land exploitation, increasingly related to exurban development and urban sprawl, produces the consumption of soil, particularly degraded when it is permanently covered with impervious materials as the asphalt, with environmental as well as economic implications. The present study illustrates a procedure developed by the Italian National Institute for Environmental Research and Protection, for assessing soil consumption in Italy. This procedure reconstructs the evolution of the phenomenon from 1956 to the present day, integrating data derived from a detailed monitoring of sample plots with earth observation data at European level. The indicators, produced for relevant administrative areas at six points in the investigated time (1956, 1989, 1996, 1998, 2006, 2010), showed an increasing sealed area over the years, both on local and national scale. Interestingly, on the basis of our results, soil consumption rose from 2.8% in 1956 to 6.9% in 2010 in Italy and this increase, occurring mainly at the expense of peri-urban landscapes, is not only due to population growth. Therefore, a more efficient regulation of the urban development is

* Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma

** Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Roma

needed to stimulate the regeneration of city centres, more compact forms of settlement, and the protection of natural and agricultural areas.

Keywords: *soil degradation, exurban development, high-resolution survey, multi-temporal analysis, indicators*

I. Introduzione

Il consumo di suolo costituisce un tema particolarmente sentito sia a livello nazionale che internazionale (cfr. Catalàn *et al.*, 2008, per una review a livello internazionale). Tale fenomeno si accompagna in Italia alla perdita di ampie aree vocate all'agricoltura, all'espansione di aree urbane a densità medio-bassa e di insediamenti commerciali e di servizio, alla realizzazione di nuove infrastrutture, con un conseguente aumento della frammentazione degli habitat, della discontinuità paesaggistica, e un elevato impatto sulle risorse naturali e sulla qualità della vita delle popolazioni locali (APAT, 2007; Scalenghe e Aimone Marsan, 2009; Commissione Europea, 2012). I paesaggi peri-urbani vengono progressivamente sottoposti a fenomeni di trasformazione rapida, comportando una perdita ingente di aree ad alto valore ambientale e un uso del suolo non sempre adeguatamente governato da strumenti di pianificazione del territorio, di programmazione delle attività economico-produttive e da politiche efficaci di gestione del patrimonio naturale e culturale tipico (Barberis, 2005). A tal riguardo, appare necessaria una regolamentazione più stringente della crescita urbana che possa stimolare anche una più intensa attività di riqualificazione e di rivitalizzazione dei centri esistenti e dei borghi storici, con evidenti benefici per il settore economico delle costruzioni (Agapito *et al.*, 2009).

A livello europeo, la Strategia tematica per la protezione del suolo del 2006¹ ha sottolineato la necessità di porre in essere buone pratiche per mitigare gli effetti negativi dell'impermeabilizzazione sulle funzioni del suolo. Questo obiettivo generale è stato ulteriormente richiamato nel 2011 con la Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse², nella quale si propone che, entro il 2020, le politiche dell'Unione Europea tengano conto delle loro conseguenze sull'uso del suolo, con il traguardo di un incremento dell'occupazione netta di terreno pari a zero da raggiungere entro il 2050.

L'urbanizzazione è una delle principali cause di degrado del suolo, in particolare quando quest'ultimo viene impermeabilizzato, ovvero coperto in maniera permanente con materiali come calcestruzzo, metallo, vetro, catrame e plastica, per la costruzione di edifici, strade o altro, causando impatti ambientali e risvolti anche nel settore economico (Montanarella e Vargas, 2012). La trasformazione del paesaggio, in questo caso, è praticamente irreversibile, e va spesso a incidere su terreni agricoli fertili, mettendo a repentaglio anche il patrimonio di biodiversità e riducendo la disponibilità delle risorse idriche sotterranee. Un suolo in condizioni naturali immagazzina, infatti, fino a 3.750 tonnellate per ettaro o circa 400 mm di precipitazioni (Commissione Europea, 2012), contribuendo a regolare lo scorrimento in superficie delle acque meteoriche. In un ambiente antropizzato la presenza di superfici impermeabilizzate, la riduzione della vegetazione, l'asportazione dello strato superficiale ricco di sostanza organica e l'insorgere di fenomeni di compattazione determinano un grave scadimento della funzionalità del suolo, favorendo fenomeni erosivi e accentuando il trasporto di grandi quantità di sedimento, con una serie di effetti diretti sul ciclo idrologico, producendo un au-

¹ COM(2006) 231 (http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm)

² COM(2011) 571 (http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/about/roadmap/index_en.htm)

mento del rischio di inondazioni, e di effetti indiretti sul microclima e sulla vulnerabilità ai cambiamenti climatici (Munafò *et al.*, 2010).

Deve, pertanto, essere riconosciuto che il suolo è una risorsa naturale limitata e non rinnovabile che, seppure apparentemente inerte, è necessario preservare in quanto essenziale per l'equilibrio della biosfera (Bruegmann, 2005). Il contenimento del suo consumo dovrebbe essere assicurato tutelando l'insieme delle aree agricole, naturali e semi-naturali presenti anche in aree non rurali, compresi i boschi e gli "spazi aperti" nelle aree urbane e peri-urbane (Commissione Europea, 2011). Limitarsi allo studio del solo consumo delle superfici agricole potrebbe comportare, infatti, un rischio di sottostima dell'erosione del capitale naturale in senso lato e della qualità dell'ambiente minacciata dal crescente insieme di aree coperte da edifici, capannoni, strade, ferrovie, aree estrattive, discariche, cantieri, cortili, piazzali e altre aree pavimentate o in terra battuta, serre e altre coperture permanenti, aeroporti e porti, aree e campi sportivi impermeabili, pannelli fotovoltaici e tutte le altre aree impermeabilizzate, non necessariamente urbane (ISPRA, 2012a; ISPRA, 2012b). Secondo tale definizione, il consumo di suolo si estende, pertanto, anche in ambiti rurali e naturali, oltre l'area tradizionale di insediamento urbano al cui interno, al contrario, possono permanere aree dove il suolo conserva alcune delle sue funzioni ecosistemiche fondamentali.

In questo lavoro si illustra la metodologia di analisi del consumo di suolo sviluppata dall'ISPRA discutendo tale approccio nella strategia di monitoraggio dei cambiamenti dell'uso del suolo a livello nazionale ed Europeo. Verranno inoltre illustrati i principali risultati in serie storica ottenuti dall'indagine a scala nazionale, regionale e comunale a partire dall'anno 1956.

2. La misurazione del consumo di suolo

Se è evidente l'opportunità e l'urgenza di adottare misure di contrasto al consumo di suolo, è comunque fondamentale porre la dovuta attenzione alle fonti informative e agli strumenti in grado di assicurare la base conoscitiva necessaria a monitorare la consistenza e le tendenze del fenomeno nello spazio e nel tempo. Per il monitoraggio del consumo di suolo sono necessari, infatti, tecniche e strumenti di lettura di processi spaziali e di analisi geografica e devono essere altrettanto evidenti i limiti metodologici e conoscitivi dei diversi approcci, anche al fine di una corretta lettura dei dati disponibili. Molto spesso si assiste ad errate interpretazioni dei fenomeni in atto a causa, ad esempio, della non conoscenza delle modalità di acquisizione dei dati, dell'accuratezza dei risultati o del sistema di classificazione utilizzato.

A tal fine, le informazioni sulla copertura e sull'uso del suolo costituiscono una base informativa strategica per la lettura e la rappresentazione del territorio e per lo studio dei processi che lo modificano periodicamente. L'analisi delle dinamiche evolutive del territorio può, infatti, basarsi sullo studio diacronico delle carte di uso e di copertura del suolo e sulla valutazione dei cambiamenti intercorsi col passare degli anni. Attraverso la lettura della cartografia elaborata in periodi diversi, può essere valutata la progressiva trasformazione del territorio. Tuttavia, tali basi di dati sono caratterizzate da alcuni elementi concettuali e semantici fondamentali, tra cui il sistema di rilievo del dato, il sistema di classificazione e la legenda, che devono essere tenuti in considerazione nel momento in cui si voglia impiegarli per una stima accurata del consumo di suolo (Munafò *et al.*, 2010).

Ci possono essere, infatti, differenze significative nei risultati ottenuti nel momento in cui si utilizzino fonti informative che fanno uso di sistemi di rilievo (telerilevamento/fotointerpretazione, rilievo diretto sul terreno, etc.) e di classificazione diversi e che, come spesso accade, definiscono in maniera differente il concetto di area omogenea o di uso/copertura prevalente, introducendo classi miste o sistemi di classificazione mista di uso e di copertura del suolo. Gran parte delle basi di dati utilizzate,

inoltre, nascono per rispondere ad esigenze specifiche (ad esempio, controlli in agricoltura, pianificazione territoriale, valutazione ambientale, basi statistiche) che hanno necessità di definire sistemi di classificazione poco adatti alla valutazione del consumo di suolo (ISPRA, 2012a).

Nome	Fonte	Copertura	Minima unità di rilevazione	Scala nominale vettoriale / risoluzione raster / n. campioni	Accuratezza tematica (consumo di suolo)	Tipo di classificazione (consumo di suolo)	Serie storica
Monitoraggio del consumo del suolo	ISPRA/ ARPA/ APPA	Nazionale	1 m ²	Campionamento stratificato 1:20.000	99%	13 classi di copertura; Aree "consumate" (0-1)	1956-1988-1996-1998-2006 -2008-2010
CORINE Land Cover	EEA (ISPRA per l'Italia)	Europea	5 ha per i cambiamenti e 25 ha per la copertura	Vettoriale 1:100.000	>85%	11 classi miste di uso e copertura per le aree artificiali	1990-2000-2006-2012 (il 2012 è in corso)
Copernicus/ GMES – HRL Imperviousness	EEA (+ ISPRA in Italia)	Europea	400 m ²	Raster 20 m	>85%	% soil sealing (0-100);	2006-2009-2012 (il 2012 è in corso)
Copernicus/ GMES Urban Atlas	EEA	Principali aree metropolitane Italiane	2.500 m ²	Vettoriale 1:10.000	>85%	17 classi di uso e copertura per le aree artificiali e altre 3 classi per le aree naturali e semi-naturali	2006
Refresh / Refresh esteso	AGEA	Nazionale	variabile	Vettoriale 1:10.000	ND	1 unica classe per le aree artificiali (uso)	2009-2012 (serie storiche non confrontabili)
POPOLUS	AGEA	Nazionale	30 m ²	Campionamento griglia 1:200.000	ND	10 classi di uso per le aree artificiali	2004
IUTI	MATTM	Nazionale	5.000 m ²	Campionamento griglia 1:200.000	ND	Uso del suolo	1988-1999-2006
Basi territoriali censimento	ISTAT	Nazionale	Sezione di censimento (dimensione variabile)	Vettoriale 1:5.000-1:10.000 nelle aree urbane, 1:25.000 nelle aree rurali	ND	informazione derivata dalle località abitate o dal numero degli edifici	2001-2011 (serie storiche non del tutto confrontabili)
LUCAS	Eurostat	Europea	30 m ²	Campionamento griglia 1:8.000 (sull'Italia)	85%	5 classi di copertura per le aree artificiali, altre classi di uso	Ogni tre anni (serie storiche non del tutto confrontabili)
Dati regionali di uso/copertura	Regioni	Regionale	Generalmente compresa tra 1.600 e 10.000 m ²	Generalmente vettoriale 1:10.000 – 1:25.000	Variabile	Generalmente si fa riferimento alla classificazione CORINE Land Cover al IV o al V livello	Variabili, con serie storiche spesso non disponibili

Tab. 1 – Caratteristiche delle principali fonti informative utili alla valutazione del consumo di suolo in Italia.

Fonte: elaborazioni proprie degli autori.

Per tali ragioni, un sistema di monitoraggio adeguato deve basarsi su un'efficace integrazione di diverse fonti, sia cartografiche, sia campionarie. Un quadro delle principali fonti informative utili al fine del monitoraggio del consumo di suolo a livello nazionale viene riportato in Tabella I. La tabella evidenzia le caratteristiche di base che devono essere garantite per assicurare stime accurate ed omogenee e, in particolare, la scala di riferimento, la minima unità cartografata o di rilevazione, l'accuratezza tematica, la classificazione utilizzata per la copertura artificiale del territorio, la disponibilità di serie storiche, etc., differenziando i diversi approcci che derivano dall'utilizzo di cartografia vettoriale o raster, di indagine campionaria, di uso o di copertura del suolo.

3. L'indagine ISPRA sul consumo di suolo in Italia

L'indagine ISPRA, svolta in collaborazione con il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e giunta al sesto anno di attività, rappresenta oggi la più significativa collezione di dati a livello nazionale che ricostruisce l'andamento del consumo di suolo in Italia dal 1956 al 2010. La metodologia di rilevazione sviluppata, l'unica dedicata specificamente al tema del consumo di suolo, è in grado di integrare diverse fonti di dati con i dati locali e i dati di osservazione della terra a livello europeo, anche nell'ambito del programma Copernicus (già noto come GMES – Global Monitoring for Environment and Security), utilizzando analisi cartografiche e aero-fotogrammetriche. L'indagine si pone come fulcro di un possibile sistema di monitoraggio del consumo di suolo a scala nazionale e regionale, svolgendo aggiornamenti periodici con cadenza annuale e analisi a scala locale sui principali comuni oggetto di rilevazione ed è, inoltre, pienamente integrabile con il sistema delle statistiche ambientali dell'ISTAT, con le informazioni fornite dall'AGEA e dall'INEA e con le numerose attività di ricerca svolte dal CRA, CNR, università ed enti regionali e locali sul tema.

Tale metodologia si articola in tre fasi principali: fotointerpretazione, integrazione di dati locali con dati di osservazione della terra a livello europeo, elaborazione degli indicatori. Nella fase di fotointerpretazione sono stati monitorati 120.000 punti di una rete stratificata a tre livelli (nazionale, regionale e comunale), distribuiti sull'intero territorio italiano. Questo monitoraggio di tipo puntuale ha consentito di superare il limite della minima unità cartografata tipica delle cartografie tematiche, che non avrebbe permesso di considerare superfici artificiali inferiori a queste minime unità di rilevazione, superfici tra l'altro molto diffuse nel nostro territorio. Per l'inserimento, la modifica e l'implementazione dei dati derivanti dalla fotointerpretazione, è stato utile disporre di un applicativo web, sviluppato specificatamente dal Servizio Sinanet (la rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) di ISPRA, che ha facilitato sia le attività di acquisizione, sia il controllo e la validazione delle informazioni raccolte.

L'analisi cartografica e aero-fotogrammetrica è stata basata su sei anni di rilevazione della serie storica disponibile per il periodo compreso tra il 1950 ed oggi, utilizzando la cartografia dell'Istituto Geografico Militare a scala 1:25.000 databile tra il 1938 e il 1990 (mediamente l'anno di riferimento è il 1956), le ortofoto in bianco e nero del 1988-1993 e 1994-1997 distribuite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), le ortofoto a colori del 1998-2001 e 2004-2007 distribuite sempre dal MATTM. Sono state utilizzate, infine, le ortofoto a colori del periodo 2008-2012, consultate in base alla disponibilità dei dati su Google Earth, oppure tramite i servizi forniti dai geoportali regionali e dall'Istat. Tale serie di dati appare necessariamente discontinua lungo l'asse temporale, essendo dipendente dalla disponibilità di cartografie idonee al processamento di cui sopra in un periodo che si estende negli ultimi sessanta anni. Ove opportuno, nell'analisi è stata tenuta in conto tale discontinuità (si veda la fine di questo paragrafo).

In una fase successiva, è stato effettuato un confronto tra i dati di ISPRA e lo strato informativo europeo ad alta risoluzione spaziale del soil sealing, realizzato nell'ambito del programma Copernicus per l'EEA utilizzando immagini satellitari relative all'anno 2009, aventi una risoluzione spaziale pari a 20 m. Considerata la buona corrispondenza tra i dati Copernicus e quelli ISPRA, è stato possibile effettuare un'integrazione tra i dati campionari e la base informativa cartografica europea per l'intervallo temporale 2008-2012, consentendo di pervenire ad una stima più accurata sul consumo di suolo.

Per il calcolo degli indicatori del consumo di suolo è stato adottato un metodo di classificazione binaria, identificando con il codice "0" le aree non sottoposte ad impermeabilizzazione del suolo e con "1" le aree impermeabilizzate. La tasso di consumo di suolo è stato calcolato come percentuale della superficie impermeabilizzata sul totale della superficie territoriale per anno e per periodo di studio (differenza percentuale tra anni di osservazione, normalizzata per il numero di anni intercorsi). È stato inoltre calcolato un tasso di consumo di suolo pro-capite dividendo la superficie di suolo consumato in metri quadrati per la popolazione residente nell'ambito territoriale definito, attraverso l'uso dei dati censuari in serie storica). Tali elaborazioni sono state effettuate utilizzando come dominio spaziale l'ambito municipale per via della più ampia disponibilità di dati ancillari (ad esempio, popolazione residenti ai censimenti decennali effettuati in Italia lungo l'intero periodo di studio di questo lavoro).

Complessivamente, data la rilevante disponibilità di punti campionati, vengono proposte in questo lavoro stime del consumo di suolo a scala nazionale, ripartizionale, regionale e per fascia altimetrica, utilizzando le definizioni ISTAT di riferimento. Tali stime sono affette da errori particolarmente contenuti (si veda Munafò et al., 2010 per una discussione sull'approccio campionario e sugli aspetti tecnico-statistici derivanti). In questa sede, è stata proposta anche una stima su alcuni comuni scelti a scala nazionale, dove la densità di campionamento consentiva una sufficiente rappresentatività delle elaborazioni effettuate. Il dominio di analisi amministrativo rappresenta un riferimento particolarmente comprensibile anche per utenti che non hanno specifiche competenze di analisi spaziale. Tuttavia, data la differente dimensione dei comuni italiani, i risultati provenienti da analisi che sfruttano tale dominio devono essere considerate sempre in riferimento alla specifica dimensione comunale e, soprattutto, alla proporzione di aree rurali che ricadono nei confini amministrativi.

4. Risultati e discussione

I dati ISPRA mostrano come, a livello nazionale, il consumo di suolo (come da definizione menzionata nel precedente paragrafo) sia passato dal 2,8% del 1956 al 6,9% del 2010 (Tabella 2), con un incremento di più di 4 punti percentuali. Ciò significa che sono stati consumati, in media, più di 7 metri quadrati al secondo per oltre 50 anni. Il periodo in cui il consumo di suolo è stato più rapido risulta quello degli anni novanta, in cui si sono sfiorati i 10 metri quadrati al secondo, ma anche il periodo più recente si distingue per un consumo di suolo piuttosto accelerato (più di 8 metri quadrati al secondo). In pratica, ogni 5 mesi viene cementificata una superficie pari a quella del comune di Napoli, ogni anno una superficie pari alla somma di quelle dei comuni di Milano e di Firenze. In termini assoluti, si stima che siamo passati dai circa 8.000 km² di suolo impermeabilizzato nel 1956 a più di 20.500 km² nel 2010. Un aumento che non si può spiegare solo con la crescita demografica: se nel 1956 sono stati irreversibilmente persi 170 m² per ogni italiano, nel 2010 il valore di superficie consumata pro-capite è raddoppiato, passando a più di 340 m² per abitante.

Prendendo in considerazione le informazioni altimetriche è possibile osservare una percentuale di suolo consumato decrescente lungo il gradiente pianura-montagna. Tra il 1956 e il 2010 in pianura, collina e montagna il suolo consumato è aumentato rispettivamente di circa 7, 3 e 1 punti percentuali (Tabella 3), a fronte di un aumento medio a livello nazionale di 4 punti.

Anno	% superficie consumata	Superficie consumata pro-capite (m ²)
1956	2,8	170
1989	5,1	272
1996	5,7	303
1998	5,9	313
2006	6,6	339
2010	6,9	343

Tab. 2 – Stima del consumo di suolo in Italia.
Fonte: elaborazione su dati ISPRA.

Zona altimetrica (m)	1956	1989	1996	1998	2006	2010
Pianura (0-300)	4,2	7,9	9,0	9,4	10,5	10,9
Collina (300-600)	2,3	4,3	4,6	4,6	5,2	5,5
Montagna (> 600)	1,0	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9

Tab. 3 – Percentuale di suolo consumato in Italia per fascia altimetrica.
Fonte: elaborazione su dati ISPRA.

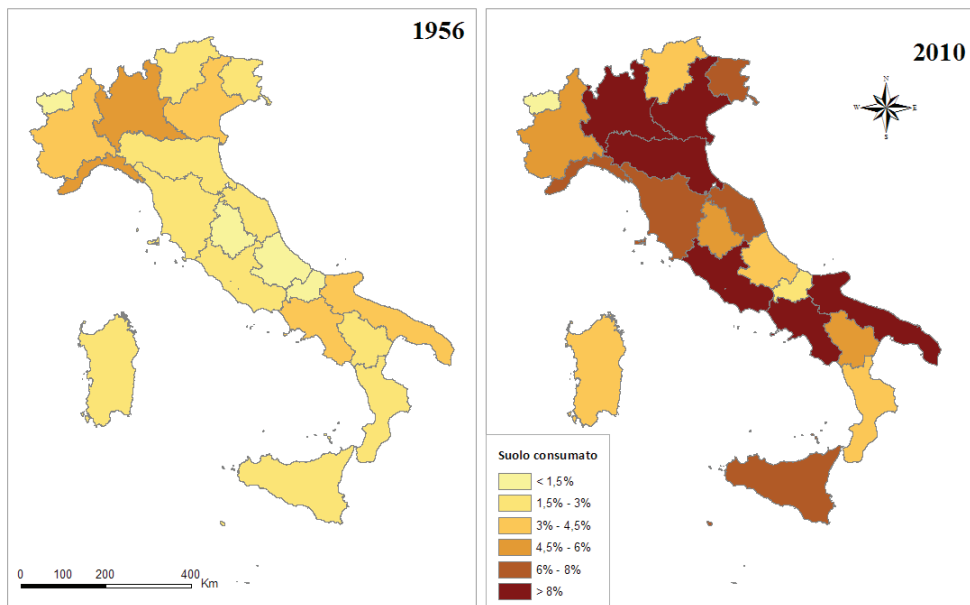


Fig. 1 – Stima del consumo di suolo per regione (anni 1956, a sinistra, e 2010).
Fonte: elaborazione su dati ISPRA.

A livello regionale il fenomeno è maggiormente diffuso nel nord Italia rispetto alle altre ripartizioni geografiche. La regione Lombardia è in assoluto la regione che totalizza la maggiore superficie consumata, superiore al 10% del territorio regionale, seguita dal Veneto, dall'Emilia Romagna, dalla Puglia e dal Lazio. La tendenza dall'inizio della serie storica disponibile è mostrata a livello regionale nella Figura 1, che mette in evidenza come alle regioni tradizionalmente ad elevato consumo di suolo già nel 1956 (Lombardia e Liguria), se ne siano aggiunte altre in tutto il territorio nazionale con una distribuzione molto più disarticolata rispetto ai classici assi dell'urbanizzazione italiana (ISTAT, 2009). Particolarmente considerevole appare l'incremento delle superfici sigillate in Emilia Romagna, Lazio e Sicilia.

I risultati ottenuti per i principali comuni evidenziano un consumo di suolo elevato in quasi tutte le aree urbane (Figura 2), causato dall'espansione urbana e da nuove infrastrutture, con un trend che cresce anche negli anni più recenti. Nelle aree urbane il fenomeno del consumo di suolo desta ancora più preoccupazione con alcune città, come Milano, Napoli e Torino, dove l'impermeabilizzazione del suolo supera oggi abbondantemente il 50% del territorio comunale. Come si evince dalla mappa in Figura 2, i valori percentuali sono tuttavia poco significativi se non confrontati con i valori assoluti. Questo perché il rapporto tra area urbana ed estensione territoriale comunale varia nelle singole realtà locali. Ci sono, infatti, comuni che hanno un'estensione territoriale molto ampia rispetto all'area urbanizzata (come Roma) e altri in cui la città, al contrario, ha superato di gran lunga i limiti amministrativi comunali (come Milano, Napoli e Torino) estendendosi in aree metropolitane più diffuse. Nel primo caso, a valori relativamente elevati di superficie impermeabilizzata in termini assoluti, possono corrispondere basse percentuali dovute alla preesistenza di ampie aree agricole o

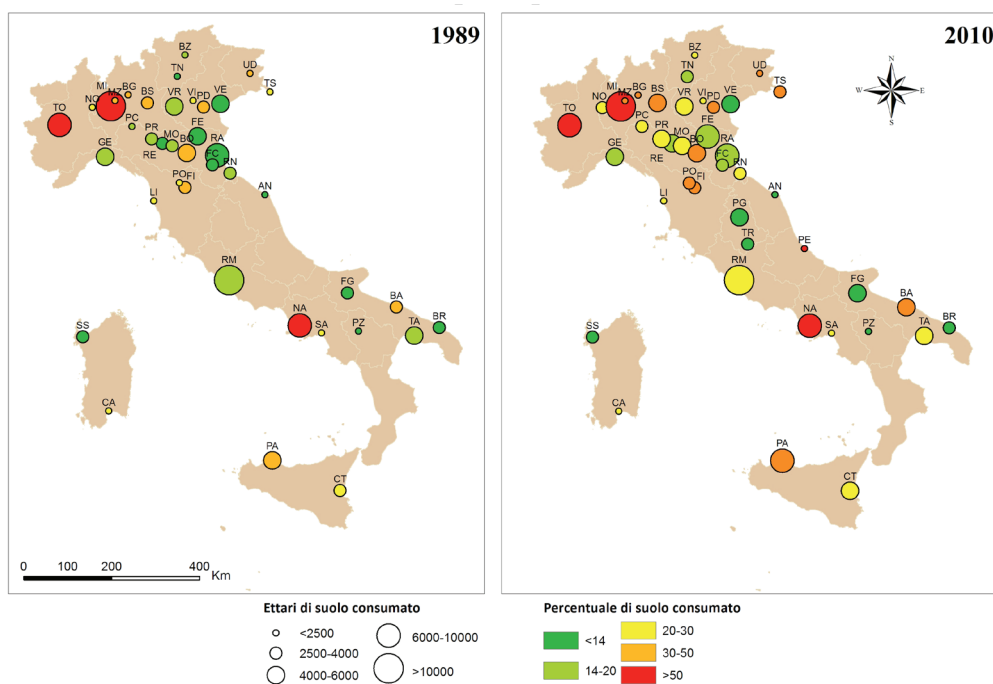


Fig. 2 – Stima del consumo di suolo nei principali comuni italiani.
Fonte: elaborazione su dati ISPRA.

naturali che circondano la città; nel secondo, viceversa, lo spazio comunale è ormai consumato in percentuali elevate della superficie amministrata (ISPRA, 2012b).

La valutazione del consumo di suolo può anche essere condotta in relazione alla popolazione residente attraverso i seguenti indicatori (Tabella 4): (i) il consumo di suolo pro-capite, ovvero la “superficie consumata pro-capite”; (ii) il rapporto tra il numero di abitanti e la superficie consumata, ovvero l'intensità d'uso del suolo.

Tab. 4 – Stima del consumo di suolo pro-capite e dell'intensità d'uso nei principali comuni italiani per periodo.
Fonte: elaborazione su dati ISPRA.

Comuni	Superficie consumata pro-capite [m ² /ab]				Intensità d'uso del suolo [ab/ha]			
	1994	1998	2004	2008	1994	1998	2004	2008
	1997	2000	2007	2011	1997	2000	2007	2011
Ancona	156	157	166		64,2	63,7	60,3	
Bari	123	126	134		81,0	79,2	74,6	
Bergamo	143	145		154	69,8	68,9		64,7
Bologna	123	124	137		81,5	80,7	72,8	
Bolzano	119	122	121	119	83,9	81,7	82,5	83,9
Brescia	199	202	210	210	50,2	49,5	47,7	47,6
Brindisi	352	377	430		28,4	26,5	23,2	
Cagliari	121	123	136		82,5	81,3	73,3	
Catania	121	124	145		82,7	80,8	69,1	
Ferrara	423	431	454		23,7	23,2	22,0	
Firenze	89	92	102		112,3	109,1	98,4	
Foggia	204	217	245		49,1	46,1	40,8	
Forlì	275	283	309	318	36,4	35,3	32,4	31,5
Genova	71	73	74		141,7	137,8	134,7	
Livorno	132	135	141		76,0	74,2	70,7	
Milano	83	84	86		121,1	119,0	116,7	
Modena	197	201	221		50,8	49,7	45,3	
Monza	124	125	129		80,5	79,9	77,8	
Napoli	71	71	75		141,8	140,8	133,9	
Novara	226	232	249		44,2	43,1	40,2	
Padova	174	175	182		57,6	57,1	54,8	
Palermo	85	85	90		118,3	117,9	110,8	
Parma	247	252	282		40,5	39,6	35,4	
Perugia			347	343			28,8	29,1
Pescara		149	145			67,1	68,8	
Piacenza	203	211	253		49,2	47,3	39,6	
Potenza	303	305	330		33,0	32,8	30,3	
Prato	150	150	156		66,7	66,5	64,2	
Ravenna	549	571	580		18,2	17,5	17,2	
Reggio Emilia	265	266	252		37,7	37,6	39,7	

Rimini	215	219	222		46,5	45,6	45,0	
Roma	110	117	129	125	90,9	85,5	77,6	80,0
Salerno	105	106	125		95,5	94,5	80,1	
Sassari	300	307	302		33,3	32,5	33,1	
Taranto	208	218	248		48,0	45,9	40,3	
Terni				230				43,5
Torino	77	80	79		129,3	124,4	127,3	
Trento	229	229	223	222	43,6	43,6	44,8	45,1
Trieste	117	120	134		85,2	83,1	74,4	
Udine	218	223	228		45,8	44,9	43,9	
Venezia	166	171	200		60,1	58,3	50,1	
Verona	190	198	203		52,5	50,4	49,3	
Vicenza	190	191	187		52,7	52,5	53,3	

Il confronto con la popolazione residente permette di analizzare la relazione tra la domanda abitativa potenziale e l'urbanizzazione del territorio. In termini di consumo di suolo, la dispersione urbana e la bassa densità abitativa comportano un aumento dell'impermeabilizzazione media pro-capite. Tra le città oggetto dello studio, solo Bolzano, Trento, Torino, Vicenza, Reggio Emilia, Perugia, Pescara, Roma e Sassari mostrano un leggero miglioramento negli ultimi anni, motivato da un lieve aumento della popolazione che si riflette in un minore incremento relativo della superficie impermeabile. L'intensità d'uso permette anche di valutare, in maniera sintetica, la tipologia insediativa. Valori più elevati dell'intensità d'uso sono riferibili a realtà con maggiore compattezza (come Genova, Napoli e Torino) mentre, al contrario, valori ridotti sono tipici della città a bassa densità, dove il rapporto tra il numero di abitanti e la superficie impermeabile è inferiore (come Ferrara, Ravenna e Potenza). In generale si evidenzia una tendenza alla progressiva decrescita dell'intensità d'uso, e significativa appare, rispetto agli anni '90, la riduzione a Roma, Firenze, Catania e Salerno, con valori che ben rappresentano la progressiva tendenza alla dispersione urbana in questi comuni.

5. Conclusioni

I dati proposti mostrano la gravità della progressiva erosione della risorsa suolo a fini residenziali, produttivi, commerciali e infrastrutturali. Molto importanti saranno i prossimi anni, quando potrebbe essere osservata una mitigazione dei tassi di crescita, soprattutto nelle aree peri-urbane e pianeggianti a elevata vocazione agricola. Tali dinamiche dipenderanno anche dal possibile rafforzamento del settore agricolo e dal contenimento dei fenomeni di abbandono legati ai processi socio-economici di concentrazione e di polarizzazione urbana (Kasanko et al., 2006). Contenimento della crescita degli insediamenti umani, recupero dei centri storici e forme urbane più compatte e semi-dense, riuso di aree già urbanizzate a fini di servizi rappresentano possibili risposte a un tema particolarmente sentito a tutti i livelli di *governance* territoriale (Commissione Europea, 2011). Un sistema di monitoraggio, quale quello avviato da ISPRA e dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, condiviso e omogeneo a livello nazionale, è un elemento fondamentale non solo per aumentare le informazioni disponibili e la conoscenza del fenomeno, ma anche come base essenziale di una politica di salvaguardia del nostro territorio. Il sistema di monitoraggio dovrà sempre più integrarsi a livello regionale anche al fine di (i) considerare gli aspetti relativi alla qualità del suolo e alla possibile erosione di tale

capitale naturale; (ii) esprimere e quantificare l'impatto della perdita di suolo agrario e del degrado a scala locale anche in termini di riduzione dei servizi ecosistemici e di vulnerabilità al cambiamento climatico; (iii) fornire informazioni specifiche sulle misure per limitare, mitigare o compensare l'impermeabilizzazione del suolo ai responsabili delle decisioni a livello locale.

Sulla base della conoscenza sullo stato e sulle dinamiche evolutive del consumo del suolo, possono essere attuate anche nel nostro paese, come del resto richiamato dalla Commissione Europea, misure urgenti per limitare e contenere il consumo di suolo attraverso un approccio strutturato sui tre principi di limitazione, mitigazione e compensazione (Commissione Europea, 2012). In particolare si dovrebbe agire per la riduzione del tasso di conversione e trasformazione del territorio agricolo e naturale ed il riuso delle aree già urbanizzate, con la definizione di target realistici al consumo di suolo a livello nazionale e regionale e di linee di azione quali la concentrazione del nuovo sviluppo urbano nelle aree già insediate, la previsione di incentivi finanziari (come i sussidi per lo sviluppo di siti in zone contaminate) e di restrizioni allo sviluppo urbano nelle aree agricole e di elevato valore paesaggistico. Quindi, quando la perdita di suolo è inevitabile, dovrebbero essere definite e implementate misure di mitigazione, volte al mantenimento delle funzioni del suolo e alla riduzione degli effetti negativi sull'ambiente, con il rispetto della qualità del suolo nei processi di pianificazione e con l'indirizzo del nuovo sviluppo verso suoli di minore qualità o già degradati, e con l'applicazione di misure tecniche di mitigazione. Infine, tutti gli interventi inevitabili dovrebbero comunque prevedere una forma di compensazione 'ecologica' preventiva, finalizzata al recupero e al ripristino di aree limitrofe degradate.

L'obiettivo della protezione del suolo può, in altri termini, essere conseguito solo mediante un approccio integrato che richieda il completo impegno a tutti i livelli politici, introducendo requisiti di legge ed eventualmente chiari incentivi finanziari.

Bibliografia

- AGAPITO A., ALESSI E., BATTISTI C., BENEDETTO G., BOLOGNA G., BULGARINI F., CIACCI L., COSTANTINI M., FANTILLI P., FERRONI F., FICORILLI S., FIORAVANTI S., LENZI S., MARTINOJA D., MEREGALLI D., PETRELLA S., PRATESI I., ROCCO M., ROMANO B., TEOFILI C. e TOSATTI V. (2009), 2009: l'anno del cemento – Dossier sul consumo di suolo in Italia, WWF Italia, Roma, p. 65.
- APAT (2007), *Il suolo la radice della vita*, APAT, Roma, p. 117.
- BARBERIS R. (2005), *Consumo di suolo e qualità dei suoli urbani*, Rapporto ARPA Piemonte, Torino, pp. 703-729.
- BRUEGMANN R., (2005) *Sprawl: A compact History*, University of Chicago Press, Chicago, p. 301.
- CATALÀN B., SAURI D. e SERRA P. (2008), *Urban sprawl in the Mediterranean? Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993–2000*, "Landscape and Urban Planning", 85 (III-IV), pp. 174-184.
- COMMISSIONE EUROPEA (2011), *Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects*. Technical Report 2011-050, p. 227. <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/sealing/Soil%20sealing%20-%20Final%20Report.pdf>
- COMMISSIONE EUROPEA (2012), *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*, Bruxelles, 15.5.2012, p. 62.
- ISPRA (2012a), *Annuario dei dati ambientali* (Ed. 2011), ISPRA, Roma.

- ISPRA (2012b), Qualità dell'ambiente urbano – VIII Rapporto, ISPRA, Roma, pp. 1-512.
- ISTAT (2009), Dinamiche recenti dell'urbanizzazione, in *Rapporto annuale. La situazione del paese nel 2008*, Roma, pp. 17-18.
- KASANKO M., BARREDO J.I., LAVALLE C., MCCORMICK N., DEMICHELI L. e SAGRIS V. (2006), Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas, "Landscape and Urban Planning", 77 (I-II), pp. 111-130.
- MONTANARELLA L. E VARGAS R. (2012), Global governance of soil resources as a necessary condition for sustainable development, "Current opinion in environmental sustainability", 4 (VI), pp. 559-564.
- MUNAFÒ M., SALVUCCI G., ZITTI M. e SALVATI L. (2010), Proposta per una metodologia di stima dell'impermeabilizzazione del suolo in Italia, "Rivista di statistica ufficiale", 2-3, pp. 59-72.
- SCALENGHE R. e AJMONE MARSAN F. (2009), The anthropogenic sealing of soils in urban areas, "Landscape and Urban Planning", 90 (I-II), pp. 1-10.