

Carta nazionale dell'impermeabilizzazione dei suoli

Lycia ROMANO (*), Michele MUNAFÒ (**)

(* Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Tel. 0640800114, lycia.romano@fastwebnet.it

(*)(*) APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), Tel. 0650072051, munafo@apat.it

Riassunto

Il fenomeno dell'impermeabilizzazione dei suoli (*soil sealing*) ha un grosso impatto, non solo nelle aree urbane e metropolitane, dove ampie porzioni di terreno sono occupate da costruzioni e dove lo sviluppo delle infrastrutture influenza notevolmente la copertura del suolo totale, ma interviene anche in maniera diffusa su ampie porzioni del territorio.

Da anni, a seguito dell'inserimento del *soil sealing* nel *core-set* degli indicatori per il degrado del suolo scelti dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, 2003a), è emersa una forte esigenza di sviluppare procedure standard per creare mappe tematiche di impermeabilizzazione dei suoli al fine di una valutazione omogenea a scala nazionale ed europea.

Nel presente lavoro si propone una metodologia per la realizzazione di una cartografia digitale a scala 1:100.000 di tutto il territorio nazionale. La carta nazionale dell'impermeabilizzazione dei suoli è stata ottenuta attraverso la fotointerpretazione a video di ortofoto di un campione di punti localizzati sul territorio italiano. È stato possibile sfruttare i dati CORINE ed ottenere una classificazione delle aree per grado di impermeabilizzazione attraverso una procedura esportabile ad ogni Paese partecipante al progetto CORINE. Questo, con la prospettiva di poter trarre gli evidenti vantaggi derivanti dal riferirsi ad una nomenclatura comune, quella CORINE appunto, e dal produrre una cartografia ad una scala che sia significativa a livello nazionale.

Abstract

Soil sealing has a great impact on urban and metropolitan areas, where large parts of soil surface are covered by buildings and where infrastructures development has remarkable influence on the whole soil covering. Soil sealing has a widespread impact on the whole country, too.

Years ago, after soil sealing has been added by EEA (European Environmental Agency) to the core-set of soil degradation indicators, an outstanding demand of standard procedures has come out in order to allow homogeneous estimations of the problem on national and european scale.

A methodology to create a digital map on the scale of one to one hundred thousand is proposed in this work.

The italian soil sealing map has been created by means of video photointerpretation of a number of points located on the italian territory. It was possible to use CORINE data and to rank the areas by soil sealing degree using a standard procedure that is exportable to any country involved in the CORINE project. This method takes advantage from the choice of a common nomenclature and from creating maps on a scale that is usable on a national scale.

Introduzione

Il fenomeno dell'impermeabilizzazione dei suoli deve essere affrontato come un processo dinamico che muta continuamente principalmente sotto l'effetto dell'attività umana, in quanto l'utilizzo umano di suolo altera le sue proprietà passando da uno stato naturale a condizioni create dall'utilizzo che l'uomo ha previsto. Per questi motivi il *soil sealing* (termine utilizzato nella letteratura europea che letteralmente significa "sigillatura del suolo" più simile al termine italiano "impermeabilizzazione del suolo") può essere ritenuto, a ragione, strettamente correlato agli usi del suolo.

L'attenzione che si è riposta nell'indicatore di degrado chiamato *soil sealing* si giustifica con l'aumento di impermeabilizzazione che si è verificato nel corso degli anni. Nell'Europa occidentale lo spazio urbanizzato *pro capite* aumenta costantemente a partire dagli anni '80 provocando un più rapido aumento della superficie di aree edificate rispetto alla popolazione con una forte domanda di spazi costruiti e di migliori infrastrutture (EEA,2003b).

A livello europeo ci sono tentativi di definire una nomenclatura armonizzata dei termini impermeabilizzazione, consumo di suolo e consumo del territorio (Blum et al., 2004). Inoltre risulta importante e impellente definire dei metodi per monitorare l'impermeabilizzazione rispetto alla qualità e la quantità delle aree e quindi studiare le modalità per un uso flessibile di questi metodi. È quindi ritenuto necessario valutare i sistemi esistenti per la stima del grado di impermeabilizzazione per poter sviluppare una procedura standard.

Il dibattito è ancora aperto per quanto riguarda l'individuazione di un metodo standardizzato che possa essere esportato in tutti i Paesi dell'area europea ma in molti casi si è manifestata la volontà di utilizzare la CORINE Land Cover come cartografia di partenza per le valutazioni (Kleeschulte S., 2004) La CORINE Land Cover, fornisce la copertura del suolo impiegando una nomenclatura e una procedura che risultano comuni a tutti i Paesi aderenti al progetto, fornendo, così, la possibilità di disporre di una cartografia omogenea (Heymann et al., 1994). La scala 1:100.000, con cui si è elaborata la CORINE Land Cover, risulta indicata per l'individuazione di aree particolarmente a rischio per quanto riguarda fenomeni di degrado tra cui l'impermeabilizzazione dei suoli.

Metodologia

A partire dall'analisi svolta sui metodi più impiegati per l'individuazione del grado di impermeabilizzazione di suoli, si è giunti ad elaborare un metodo che illustri la situazione italiana ad una scala nazionale. Tale metodo, che si avvale della tecnica della fotointerpretazione a video, è stato impiegato per la produzione di una cartografia digitale a scala 1:100.000 su tutto il territorio nazionale. La scala di rappresentazione scelta permette di avere dati confrontabili con la carta della copertura del suolo CORINE Land Cover e significativi a livello nazionale (Munafò M. et al., 2004).

I punti utilizzati per la fotointerpretazione sono quelli impiegati dall'APAT (l'APAT ha partecipato al progetto CORINE Land Cover in qualità di *National Authority* per la realizzazione della componente italiana del progetto CORINE Land Cover 2000) come punti per la validazione dei dati del progetto CLC2000 (Maricchiolo C. et al., 2004).

Le unità campionarie impiegate da APAT sono costituite da aree circolari di 50 ha di superficie originate nell'intorno di punti dislocati in modo casuale all'interno di celle generate da un reticolo sistematico con passo di 5 km appoggiato al sistema di coordinate UTM – WGS 84, fuso 32 N per un totale di circa 12.000 unità. Un sottocampione di 500 aree è stato individuato per la ricognizione di campagna.

Per la realizzazione della carta nazionale dell'impermeabilizzazione dei suoli il campione dei 12.000 punti e il suo sottocampione di 500, sono stati utilizzati per la fotointerpretazione sulla base della copertura di ortofoto digitali del volo IT2000. Dalla osservazione delle ortofoto in corrispondenza dei punti è stato infatti possibile ricavare informazioni sul *soil sealing*. In questa prima fase dello studio è stato associato ad ogni punto un attributo relativo ad un campo denominato "*sealing*". In esso è stato inserito il valore "0" quando dalla fotointerpretazione si deduceva che il punto era localizzato in corrispondenza di un suolo presumibilmente mantenuto allo stato naturale e quindi probabilmente permeabile, mentre si è associato il valore "1" nei casi in cui dall'osservazione il punto appariva localizzato in corrispondenza di suolo modificato rispetto al suo stato naturale e ricoperto di materiale presumibilmente impermeabile. Nella seconda fase del lavoro, la sovrapposizione con la cartografia CORINE Land Cover ha permesso la caratterizzazione delle singole classi di copertura del suolo in termini di *soil sealing*.

Risultati

Il primo risultato ottenuto consiste in una carta di tipo “binario” in cui ad ogni punto in cui è avvenuta la fotointerpretazione è associato il valore “0” od “1”.

Sovrapponendo il tema della copertura del suolo CORINE Land Cover al tema della carta ottenuta, è possibile quindi visualizzare la distribuzione all’interno delle classi CORINE dei punti campionari impiegati per la fotointerpretazione.

classe CLC	superficie [ha]	0	1	TOT
111	146.175	5 13,51%	32 86,49%	37 100,00%
112	933.636	137 40,53%	201 59,47%	338 100,00%
121	217.385	29 32,22%	61 67,78%	90 100,00%
122	13.390	3 60,00%	2 40,00%	5 100,00%
123	8.035	0,00%	3 100,00%	3 100,00%
124	20.632	6 100,00%	0,00%	6 100,00%
131	47.108	11 84,62%	2 15,38%	13 100,00%
132	1.996	1 100,00%	0,00%	1 100,00%
133	7.394	3 75,00%	1 25,00%	4 100,00%
141	10.339	3 75,00%	1 25,00%	4 100,00%
142	19.331	3 60,00%	2 40,00%	5 100,00%
211	7.992.148	3030 94,57%	174 5,43%	3204 100,00%
212	40.639	17 100,00%	0,00%	17 100,00%
213	280.030	104 97,20%	3 2,80%	107 100,00%
221	535.843	195 91,55%	18 8,45%	213 100,00%
222	396.107	141 90,97%	14 9,03%	155 100,00%
223	1.245.893	456 93,06%	34 6,94%	490 100,00%
231	447.480	159 91,91%	14 8,09%	173 100,00%
241	388.387	135 95,07%	7 4,93%	142 100,00%
242	2.189.983	759 90,25%	82 9,75%	841 100,00%
243	1.948.631	755 94,26%	46 5,74%	801 100,00%
244	179.899	77 100,00%	0,00%	77 100,00%

classe CLC	superficie [ha]	0	1	TOT
311	5.527.540	2152 98,81%	26 1,19%	2178 100,00%
312	1.336.018	541 98,90%	6 1,10%	547 100,00%
313	1.038.548	413 97,87%	9 2,13%	422 100,00%
321	1.419.624	521 98,86%	6 1,14%	527 100,00%
322	274.881	129 97,73%	3 2,27%	132 100,00%
323	1.007.917	389 98,48%	6 1,52%	395 100,00%
324	965.291	380 97,94%	8 2,06%	388 100,00%
331	79.949	34 97,14%	1 2,86%	35 100,00%
332	483.333	191 100,00%	0,00%	191 100,00%
333	485.206	196 100,00%	0,00%	196 100,00%
334	8.410	1 50,00%	1 50,00%	2 100,00%
335	51.563	22 100,00%	0,00%	22 100,00%
411	15.850	3 100,00%	0,00%	3 100,00%
412	37	-	-	-
421	42.895	16 100,00%	0,00%	16 100,00%
422	9.847	3 100,00%	0,00%	3 100,00%
511	49.290	24 100,00%	0,00%	24 100,00%
512	169.285	75 100,00%	0,00%	75 100,00%
521	93.341	32 100,00%	0,00%	32 100,00%
522	207	-	-	-
523	14.388	86 100,00%	0,00%	86 100,00%
superficie totale	3,014391E+11	11237 93,64%	763 6,36%	12000 100,00%

Figura 1- I dati raccolti tramite fotointerpretazione: sono riportate le classi CORINE con riferimento all’anno 2000 (classe CLC) e l’ampiezza delle relative superfici descritte dai poligoni in mq; nelle colonne “0” e “1” sono indicate le quantità e le percentuali di “0” e “1” identificati tra i punti campionari ricadenti nella specifica classe CORINE; nella colonna “TOT” la quantità totale dei punti campionari che ricadono in ogni classe CORINE.

A partire dai risultati sull’impermeabilizzazione suddivisi secondo le classi CORINE ed espressi in percentuale (Figura 1) (il che equivale ad eseguire una media dei dati raccolti sulla superficie di

ogni poligono descritto dalla CORINE Land Cover), è stato possibile associare ad ogni classe una percentuale di superficie impermeabilizzata.

I punti campionari utilizzati per la fotointerpretazione sono localizzati in modo casuale all'interno di celle di ampiezza di 5 km × 5 km, che, su scala nazionale italiana equivale approssimativamente a una localizzazione su maglia regolare. Ne consegue che la distribuzione dei punti campionari all'interno delle classi CORINE risulti proporzionata rispetto all'ampiezza delle superfici. Per misurare la dispersione dei dati nella valutazione dell'impermeabilizzazione definita per ogni classe CORINE può essere quindi considerato come indicatore statistico la deviazione standard.

In riferimento alla nomenclatura adottata per le classi CORINE Land Cover e alle valutazioni statistiche elaborate, è possibile associare ad ogni classe (o a un raggruppamento di esse) un grado di *soil sealing* espresso in percentuale con diversi livelli di precisione. Nell'assegnazione del grado di *soil sealing* sono stati effettuati dei raggruppamenti per alcune classi in base alle loro comuni caratteristiche.

Considerazioni finali

In base quindi ai dati raccolti e alle valutazioni fatte si sono ottenuti i risultati rappresentati nella tabella della Figura 2 che riassume l'intero processo, in cui è evidenziato oltre al valore in percentuale di suolo impermeabilizzato calcolato, l'errore stimato come descritto in precedenza.

<i>classe CORINE</i>	<i>Superf. impermeabilizz. (%)</i>	<i>deviazione standard (%)</i>
111	86,49%	5,62%
112	59,47%	2,67%
12	63,46%	4,72%
13	16,67%	8,78%
14	33,33%	15,71%
211	5,43%	0,40%
212	0,00%	0,00%
213	2,80%	1,60%
221	8,45%	1,91%
222	9,03%	2,30%
223	6,94%	1,15%
231	8,09%	2,07%
241	4,93%	1,82%
242	9,75%	1,02%
243	5,74%	0,82%

<i>classe CORINE</i>	<i>Superf. impermeabilizz. (%)</i>	<i>deviazione standard (%)</i>
311	1,19%	0,23%
312	1,10%	0,45%
313	2,13%	0,70%
321	1,14%	0,46%
322	2,27%	1,30%
323	1,52%	0,62%
324	2,06%	0,72%
331	2,86%	2,82%
332	0,00%	0,00%
333	0,00%	0,00%
334	1,31%	0,16%
335	0,00%	0,00%
4	0,00%	0,00%
511	0,00%	0,00%
512	0,00%	0,00%
52	0,00%	0,00%

Figura 2 - I risultati finali: la percentuale di superficie impermeabilizzata e la deviazione standard espressi in percentuale ed associate alle classi CORINE o ai gruppi di classi CORINE

Ai fini delle valutazioni sul *soil sealing*, a partire dalle conoscenze acquisite sulle cause che generano questo fenomeno e sugli effetti indotti, risultano particolarmente interessanti i risultati ottenuti sulle classi 1.1.1 (zone residenziali a tessuto continuo) e 1.1.2 (zone residenziali a tessuto discontinuo e rado). Considerando, infatti, che l'impermeabilizzazione è fortemente influenzata dalla densità del tessuto e i suoi effetti sugli equilibri idraulici, e non solo, risultano ancora più evidenti in aree in cui il tessuto è continuo oltre che denso, l'indicazione ottenuta sulla classe 1.1.1 (superficie impermeabilizzata pari all'86,5% con uno scarto del $\pm 5,6\%$) induce a ritenere i risultati più che mai utili ai fini di un'individuazione delle aree più fortemente soggette a impermeabilizzazione. Come conseguenza di queste osservazioni anche la classe 1.1.2, per cui si è

individuata una superficie impermeabilizzata pari a 59,5% con uno scarto di $\pm 2,7\%$, risponde a semplici previsioni che avrebbero suggerito di ottenere un alto grado di impermeabilizzazione. Tutti i risultati sono stati elaborati in una carta finale (Figura 3) per l'intero territorio italiano. La carta ottenuta si basa su una valutazione del grado di impermeabilizzazione dei suoli secondo i sette livelli indicati.

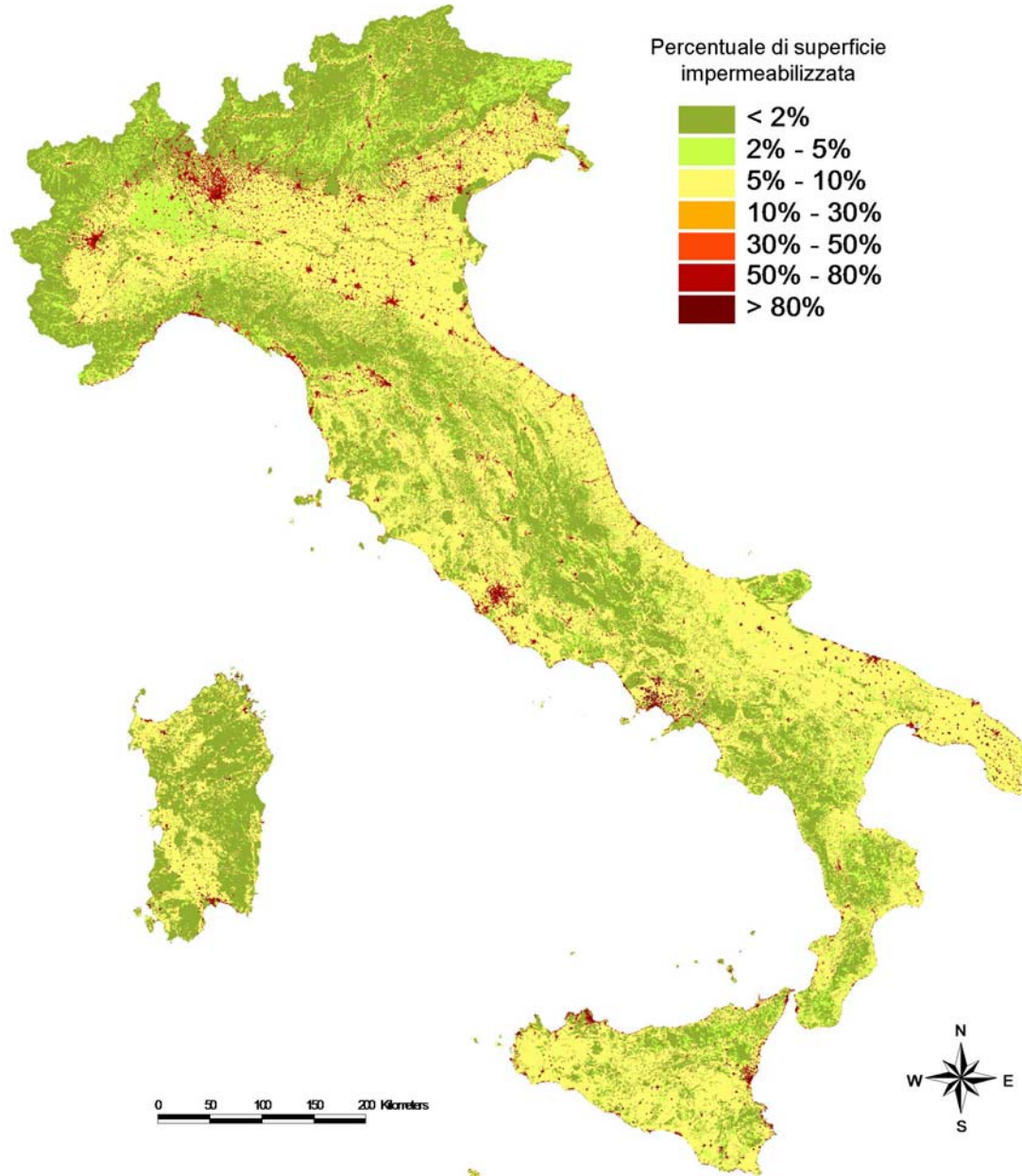


Figura 3 - Carta dell'impermeabilizzazione del suolo a scala nazionale

I risultati raggiunti attraverso la realizzazione della carta di impermeabilizzazione dei suoli a scala nazionale dimostrano che è possibile ottenere risultati soddisfacenti ad una scala significativa a livello provinciale-regionale attraverso il riferimento alla carta di copertura del suolo CORINE Land Cover. Una procedura creata a partire da questi presupposti offre i vantaggi di riproducibilità e quindi esportabilità, economia e condivisibilità.

L'esportabilità è garantita dal riferimento alla CORINE Land Cover che in ogni Paese aderente al progetto viene creata con la stessa metodologia e procedura.

L'economia della metodologia applicata è assicurata dalla possibilità di utilizzare la caratterizzazione delle singole classi della CORINE Land Cover anche in altri contesti riducendo al minimo la fotointerpretazione, e quindi la necessità di ortofoto o di altre immagini.

Allo stesso tempo una carta di impermeabilizzazione dei suoli realizzata come descritto è condivisibile a livello europeo, con adeguati "adattamenti" a situazioni particolari, perché non fa riferimento ad una tecnologia specifica.

La metodologia impiegata impone, comunque dei limiti al livello di accuratezza raggiunto derivanti dall'impiego di un campione statistico per le valutazioni che è quindi condizionato dalla numerosità oltre che rappresentatività dello stesso.

Per l'applicazione concreta della metodologia impiegata sarebbe auspicabile validarla attraverso delle verifiche successive alla realizzazione che si avvalgano di metodi alternativi e che, quindi, attraverso procedure che impiegano strumenti e supporti differenti possano fornire elementi confrontabili.

I vantaggi offerti da una carta del tipo di quella realizzata sono dovuti al fatto che la carta prodotta fornisce importanti informazioni che possono essere di supporto a politiche ambientali. Essa può essere utilizzata per lo studio di fenomeni quali l'"isola di calore urbana" o la frammentazione degli habitat avviando le valutazioni ambientali strategiche (VAS).

Rispetto agli interventi legati al clima, l'impermeabilizzazione dei suoli ha un grande impatto e considerando il fenomeno ad ampia scala, una cartografia realizzata ad una scala 1:100.000 può risultare piuttosto significativa per individuare le aree con priorità di intervento.

È ovvio che una cartografia che fa riferimento e che ha come dato iniziale la carta CORINE Land Cover non è adatta a valutare situazioni e a prevedere interventi in relazione a fenomeni climatici considerati a microscala, rispetto ai quali risulterebbe del tutto inadeguata.

La metodologia illustrata per produrre la carta di impermeabilizzazione del suolo a scala nazionale risulta altresì adatta per l'analisi e la valutazione dei *trend* rispetto al fenomeno descritto, in quanto essa fa riferimento alla carta di copertura del suolo CORINE Land Cover, di cui si dispone già dei dati in riferimento al 1990 e presto, con la nuova edizione sarà possibile confrontare i risultati anche con la situazione riferita al 2005.

In conclusione il metodo adottato per la realizzazione della carta può essere proposto come possibile soluzione alla richiesta di standardizzazione sollevata dalle istituzioni europee.

Riferimenti bibliografici

Blum W., Busing J., De l'Escalle T. (2004), *Working group on research, Sealing and Cross-cutting issues – Summary and Policy Recommendations on Research*, European Commission.

EEA (2003a), *Technical Report: Core-set of indicators*, European Environment Agency, Copenhagen.

EEA, (2003b), *L'ambiente in Europa: la terza valutazione*, European Environment Agency, Copenhagen.

Heymann Y, Ch Steenmans, G Croissille, M Bossard (1994), *CORINE Land Cover. Technical Guide*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Kleeschulte S. (a cura) (2004), *Soil Sealing Workshop – Summary Report*, European Environment Agency, Copenhagen.

Maricchiolo C., Sambucini V., Pugliese A., Blasi C., Marchetti M., Chirici G., Corona P. (2004), *La realizzazione in Italia del progetto europeo I&CLC2000: metodologie operative e risultati*, atti dell'8^a conferenza Nazionale ASITA "Geomatica: standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie", Roma.

Munafò M., Cecchi G., Sambucini V. (2004), *La cartografia CORINE Land Cover a supporto della pianificazione ambientale a scala regionale e nazionale*, atti dell'8^a conferenza Nazionale ASITA "Geomatica: standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie", Roma.