Due indici per valutare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo

Stefano Corticelli (*), Marina Guermandi (**), Maria Cristina Mariani (*)

(*) Servizio Sviluppo dell'Amministrazione digitale e sistemi informativi geografici,
Regione Emilia-RomagnaViale Silvani 4/3 40122 Bologna Tel. 051 284602 – scorticelli@regione.emilia-romagna.it
(**) Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna - mguermandi@regione.emilia-romagna.it

Riassunto
Per valutare meglio le trasformazioni del paesaggio sono stati predisposti due indici, impermeabilizzazione e suolo/non suolo, collegati al database della carta dell'uso del suolo 2003 della Regione Emilia-Romagna. Le percentuali medie di impermeabilizzazione e di presenza di suolo delle varie categorie a livello regionale sono state definite via via con procedure diverse, sia in relazione alla tipologia, sia all'estensione delle 81 categorie esistenti. L'abbinamento categoria-indici attraverso un foglio di excel non solo rende possibile e automatico il calcolo delle superfici effettivamente impermeabilizzate e quelle con suolo, a livello di categoria o macrocategoria per il territorio regionale, ma permette di spostare l'analisi su diversi ambiti territoriali (province, bacini, comuni, ecc).

Abstract
We suggest here a study of two indexes to evaluate landscape transformations. These two indexes - sealing and soil/no soil - are directly linked with 2003 land use database, produced by Emilia-Romagna Region. Sealing and soil/no soil average percentages have been calculated differently according to the typology and size of the 81 land use category. The final result of this work is an automatic table where each land use category is associated with sealing and soil/no soil to estimate both values of total sealing areas and total real soil for all regional territory, and then for all interesting sectors (e.g. province, basins, municipality).

Introduzione

Negli ultimi decenni l'azione dell'uomo ha portato forti cambiamenti nel paesaggio, dove in generale si è assistito ad un aumento massiccio delle zone urbanizzate rispetto a quelle agricole. Questo ha portato a notevoli variazioni, ad esempio per quanto riguarda la regimazione delle acque piovane ed il cambiamento del microclima degli agglomerati urbani, a causa della cementificazione e impermeabilizzazione del suolo. Alla luce delle direttive del protocollo di Kyoto, oltre alla riduzione dei suoli agricoli, ciò comporta anche una minore cattura e immagazzinamento del carbonio nella materia organica del suolo. Per cercare di rendere meglio quantificabili questi fenomeni vengono qui proposti due indici, suolo/non suolo e impermeabilizzazione, collegati al database dell'uso del suolo 2003.

Materiali e metodi

Per la realizzazione dei due indici si è utilizzata la carta dell'uso del suolo 2003 in formato digitale della Regione Emilia-Romagna: tale carta è articolata su quattro livelli, i primi tre seguono la classificazione di *Corine Land Cover* mentre il quarto è stato concordato nell'ambito del Centro Interregionale di cartografia. Per assegnare i due indici alle ottantuno categorie di uso del suolo sono state utilizzate le immagini satellitari pancromatiche *Quickbird* ad alta definizione, mediante le quali è stato prodotto l'uso del suolo 2003. Per quantificare meglio le superfici asfaltate e quelle senza vegetazione si è fatto ricorso anche all'utilizzo di un secondo schermo su cui valutare le zone esaminate anche con immagini a colori in RGB visualizzate con *Google Earth*. Si tratta in genere di immagini *Quickbird* che sono state riprese simultaneamente a quelle pancromatiche per cui non ci

sono problemi di sfasamento temporale. Per l'indice di impermeabilizzazione sono state prese in considerazione le superfici che sono state impermeabilizzate per cause antropiche: asfaltate, cementificate, edificate, ecc.
Per l'indice suolo/non suolo si è preso come parametro la presenza o assenza di vegetazione, sia di tipo erbaceo, sia di tipo arbustivo o arboreo; per le zone umide si è fatto riferimento alla definizione di suolo adottata in pedologia ("…non-suolo se la superficie è permanentemente coperta da acqua troppo profonda – tipicamente maggiore di 2,5 metri – per la crescita di piante radicate…;" *Soil Survey Staff*, 1998).
Per assegnare i due indici ad ognuna delle ottantuno categorie dell'uso del suolo 2003 è stato fatto un calcolo abbastanza dettagliato delle percentuali medie di impermeabilizzazione e di presenza di suolo della categoria stessa a livello regionale. Le percentuali sono state definite con procedure diverse per le varie categorie, sia in relazione alla tipologia sia in relazione all'estensione delle tipologie stesse. In generale si è deciso di effettuare una fotointerpretazione di dettaglio (figura 1) su un certo numero di aree campione per tutte quelle in cui sono presenti elementi ben definiti (es. strade e case sparse all'interno del seminativo, del bosco, ecc.); per la valutazione della quantità di suolo all'interno di categorie con vegetazione discontinua (es. aree calanchive, zone umide salmastre, alvei fluviali, ecc.) si è preferito fare una stima ripetuta in vari punti rappresentativi della realtà regionale.

Figura 1 – Esempi di delimitazione di aree impermeabilizzate

Per quanto riguarda le categorie dell'edificato, per le quali già in fase di realizzazione delle carte di uso del suolo 2003, in molti casi erano previste codifiche basate sulla percentuale di edificato, si è proceduto ad incrociare questo dato con una serie di approfondimenti sulle immagini del 2003 per arrivare ad una valutazione il più possibile precisa delle percentuali di impermeabilizzazione.
Per le categorie dell'agricolo, che in genere ricoprono superfici molto vaste, si è scelto di rifotointerpretare un certo numero di aree campione di 200 ettari l'una, mappando tutte le aree impermeabilizzate (strade, case sparse, ecc.) al disotto dell'area minima di 1,56 ettari che era stata utilizzata per l'uso del suolo 2003. Questo ha permesso di avere dei dati notevolmente dettagliati, ad esempio per la categoria dei seminativi in zone irrigue si è avuta una percentuale di impermeabilizzazione dell'1,3. L'applicazione di tale percentuale per l'elevata superficie regionale riferita a questa categoria ha portato ad evidenziare una superficie impermeabilizzata posta all'interno del seminativo irriguo di 9.894 ettari.
Per le categorie relative a boschi e cespuglieti si è operato in maniera analoga. Per le zone umide si è fatta una distinzione fra quelle di acqua dolce, dove è stato tenuto conto della profondità delle acque, e quelle di acqua salmastra, dove si è tenuto conto della presenza di vegetazione. Anche per l'ambiente delle acque si è fatto in genere riferimento alla presenza o meno di vegetazione. Questi dati sono riportati in tabella 2.

Categorie uso del suolo 2003	Superficie (in ettari)	Indice "suolo"	Superficie "suolo"	Indice imperm.	Superficie imperm.
1.1.1.1 Tessuto residenziale compatto e denso	2651	0,05	133	0,95	2519
1.1.1.2 Tessuto residenziale rado	58426	0,30	17528	0,70	40898
1.1.2.0 Tessuto discontinuo	38409	0,70	26886	0,30	11523
1.2.1.1 Insediamenti produttivi industriali, artigianali e agricoli con spazi annnessi	38161	0,25	9540	0,75	28621
1.2.1.2 Insediamenti commerciali	1200	0,25	300	0,75	900
1.2.1.3 Insediamenti di servizi pubblici e privati	3765	0,25	941	0,75	2824
1.2.1.4 Insediamenti ospedalieri	429	0,25	107	0,75	322
1.2.1.5 Insediamenti di grandi impianti tecnologici	464	0,25	116	0,75	348
1.2.2.1 Reti stradali e spazi accessori	6304	0,25	1576	0,75	4728
1.2.2.2 Reti ferroviarie e spazi accessori	1423	0,25	356	0,25	356
1.2.2.3 Grandi impianti di concentramento e smistamento merci (interporti e simili)	269	0,10	27	0,90	242
1.2.2.4 Aree per impianti delle telecomunicazioni	4	0,75	3	0,25	1
1.2.2.5 Reti ed aree per la distribuzione, la produzione ed il trasporto dell'energia	884	0,25	221	0,75	663
1.2.2.6 Reti ed aree per la distribuzione idrica	181	0,75	136	0,25	45
1.2.3.1 Aree portuali commerciali	360	0,10	36	0,20	72
1.2.3.2 Aree portuali per il diporto	144	0,15	22	0,20	29
1.2.3.3 Aree portuali per la pesca	56	0,15	8	0,15	8
1.2.4.1 Aeroporti commerciali	853	0,70	597	0,30	256
1.2.4.2 Aeroporti per volo sportivo e da diporto, eliporti	224	0,85	190	0,15	34
1.2.4.3 Aeroporti militari	605	0,80	484	0,20	121
1.3.1.1 Aree estrattive attive	5055	0,50	2528	0,10	506
1.3.1.2 Aree estrattive inattive	617	0,70	432	0,10	62
1.3.2.1 Discariche e depositi di cave, miniere e industrie	147	0,40	59	0,10	15
1.3.2.2 Discariche di rifiuti solidi urbani	617	0,40	247	0,10	62
1.3.2.3 Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	90	0,30	27	0,30	27
1.3.3.1 Cantieri, spazi in costruzione e scavi	4724	0,30	1417	0,20	945
1.3.3.2 Suoli rimaneggiati e artefatti	2678	0,70	1875	0,10	268
1.4.1.1 Parchi e ville	7674	0,90	6907	0,10	767
1.4.1.2 Aree incolte nell'urbano	2076	0,90	1868	0,10	208
1.4.2.1 Campeggi e strutture turistico-ricettive (bungalows e simili)	371	0,70	259	0,20	74
1.4.2.2 Aree sportive (calcio, atletica, tennis, sci)	4529	0,75	3397	0,22	996
1.4.2.3 Parchi di divertimento e aree attrezzate (aquapark, zoosafari e simili)	255	0,45	115	0,30	76
1.4.2.4 Campi da golf	966	0,90	869	0,05	48
1.4.2.5 Ippodromi e spazi associati	1080	0,85	918	0,05	54
1.4.2.6 Autodromi e spazi associati	462	0,60	277	0,20	92
1.4.2.7 Aree archeologiche	35	0,90	31	0,10	3
1.4.2.8 Aree adibite alla balneazione	862	0,10	86	0,15	129
1.4.3.0 Cimiteri	691	0,50	345	0,40	276
TOTALE TERRITORI ARTIFICIALIZZATI	**187740**	**0,43**	**80865**	**0,53**	**99117**
2.1.1.0 Seminativi in aree non irrigue	261600	0,991	259219	0,009	2381
2.1.2.1 Seminativi semplici in aree irrigue	785258	0,987	775363	0,013	9894
2.1.2.2 Vivai	810	0,981	795	0,019	15
2.1.2.3 Colture orticole in pieno campo, in serra e sotto plastica	1510	0,981	1481	0,019	29
2.1.3.0 Risaie	18573	0,999	18560	0,001	13
2.2.1.1 Vigneti	43218	0,991	42829	0,009	389
2.2.1.2 Frutteti e frutti minori	108641	0,979	106403	0,021	2238
2.2.2.0 Oliveti	1756	0,980	1721	0,020	35
2.2.3.1 Pioppeti colturali	10245	0,990	10142	0,010	102
2.2.3.2 Altre colture da legno (noceti, ecc.)	1242	0,990	1230	0,010	12
2.3.1.0 Prati stabili	28372	0,987	28014	0,013	357
2.4.1.0 Colture temporanee associate a colture permanenti	1428	0,990	1414	0,010	14
2.4.2.0 Sistemi colturali e particellari complessi	12523	0,980	12272	0,020	250
2.4.3.0 Aree occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	42246	0,989	41794	0,011	452
TOTALE TERRITORI AGRICOLI	**1317421**	**0,99**	**1301237**	**0,01**	**16183**
3.1.1.2 Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	365510	0,994	363390	0,006	2120
3.1.1.3 Boschi a prevalenza di salici e pioppi	2146	0,994	2134	0,006	12
3.1.1.4 Boschi planiziari a prevalenza di farnie, frassini ecc.	1695	0,994	1685	0,006	10
3.1.1.5 Castagneti da frutto	1440	0,994	1431	0,006	8
3.1.2.0 Boschi di conifere	15494	0,994	15405	0,006	90
3.1.3.0 Boschi misti di conifere e latifoglie	16758	0,994	16661	0,006	97
3.2.1.0 Praterie e brughiere d'alta quota	8314	0,994	8266	0,006	48
3.2.2.0 Cespuglieti e arbusteti	971	0,994	965	0,006	6
3.2.3.1 Aree con vegetazione arbustiva e/o erbacea con alberi sparsi	69956	0,994	69550	0,006	406
3.2.3.2 Aree a rimboschimenti recenti	4533	0,994	4507	0,006	26
3.3.1.0 Spiaggie, dune e sabbie	302	0,070	21	0	0
3.3.2.0 Rocce nude, falesie e affioramenti	2097	0,080	168	0	0
3.3.3.1 Aree calanchive	15296	0,250	3824	0	0
3.3.3.2 Aree con vegetazione rada di altro tipo	3512	0,350	1229	0	0
TOTALE TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI	**628037**	**0,98**	**613914**	**0,01**	**3520**

Categorie uso del suolo 2003	Superficie (in ettari)	Indice "suolo"	Superficie "suolo"	Indice imperm.	Superficie imperm.
4.1.1.0 Zone umide interne	6937	1,00	6937	0	0
4.1.2.0 Torbiere	10	1,00	10	0	0
4.2.1.1 Zone umide salmastre	1598	0,90	1438	0	0
4.2.1.2 Valli salmastre	14574	0,25	3643	0	0
4.2.1.3 Acquacolture	339	0,40	136	0,10	34
4.2.2.0 Saline	1387	0,20	277	0,10	139
TOTALE AMBIENTE UMIDO	**24844**	**0,50**	**12441**	**0,01**	**173**
5.1.1.1 Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	22626	0,50	11313	0,02	453
5.1.1.2 Canali e idrovie	10204	0,60	6123	0,10	1020
5.1.1.3 Argini	3830	0,85	3256	0,15	575
5.1.1.4 Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	13070	0,85	11110	0,05	654
5.1.2.1 Bacini naturali	245	0,15	37	0	0
5.1.2.2 Bacini con destinazione produttiva	316	0,02	6	0,05	16
5.1.2.3 Bacini artificiali di varia natura	3008	0,08	241	0,10	301
5.1.2.4 Acquacolture	466	0,10	47	0,15	70
TOTALE AMBIENTE DELLE ACQUE	**53766**	**0,60**	**32132**	**0,06**	**3088**
TOTALE REGIONALE	**2211808**	**0,92**	**2040590**	**0,06**	**122079**

Tabella 2 – Valori delle superfici di uso del suolo, suolo e impermeabilizzazione 2003

Risultati e conclusioni

L'applicazione degli indici mediante un foglio excel permette di calcolare automaticamente le superfici impermeabilizzate e quelle con suolo sia per ogni singola categoria, sia a livello di macrocategorie, sia a livello regionale. E' inoltre possibile fare rapidamente la stessa operazione per vari tipi di ambito territoriale: provincia, comune, comunità montana, bacino, fascia altitudinale, ambito di paesaggio, ecc. Nella figura 3, ad esempio, sono riportate le percentuali di impermeabilizzazione relative ai territori delle Province dell'Emilia-Romagna. Questi indici sono ancora migliorabili ma comunque permettono già di fare delle stime notevolmente dettagliate delle superfici impermeabilizzate e di quelle con suolo che danno dei risultati interessanti. A livello regionale, per quanto riguarda le macrocategorie, si può ad esempio notare che per i territori artificializzati si ha una percentuale media di impermeabilizzazione del 53%, mentre l'applicazione dell'indice suolo/non suolo ha consentito di evidenziare quella parte di superficie, in effetti rilevante (80.865 ettari), dove è presente suolo e che, ad esempio, contribuisce in maniera significativa al bilancio regionale del carbonio.

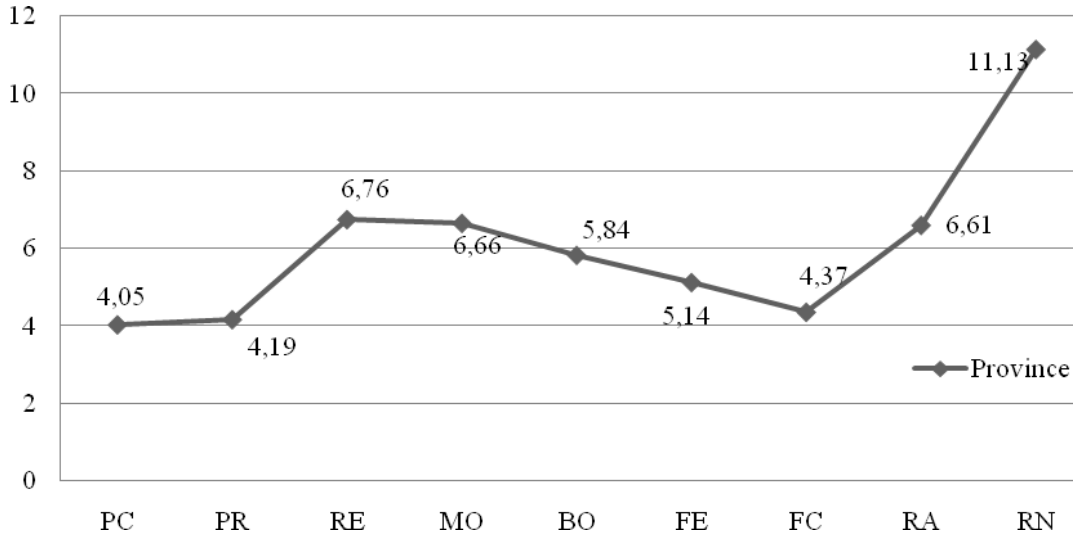

Figura 3 - Percentuale di impermeabilizzazione dei territori provinciali dell'Emilia-Romagna

Per le aree agricole l'impermeabilizzazione è attorno all'uno per cento che, moltiplicato per l'elevato numero di ettari facenti capo a questa categoria, porta peraltro ad un risultato di 16.183 ettari che è comunque notevole in termini assoluti. Considerazione analoghe possono essere fatte per i territori boscati e gli ambienti seminaturali. Per l'ambiente umido si evidenzia un cinquanta per cento di superficie con suoli, mentre l'impermeabilizzazione è quasi nulla. Nell'ambiente delle acque, infine, si hanno mediamente superfici col sessanta per cento di suolo e poca impermeabilizzazione, ma in questo caso ulteriori approfondimenti potrebbero modificare la stima.
In prospettiva futura sarebbe interessante riuscire a predisporre indici suolo/non suolo e di impermeabilizzazione relativamente all'uso del suolo del 1976 per effettuare i confronti ed evidenziare i cambiamenti del territorio che ci sono stati nel tempo. In futuro si porrà inoltre l'esigenza di procedere ad un aggiornamento dell'uso del suolo del 2003 per poter monitorare l'evoluzione dei fenomeni di cambiamento anche tramite l'applicazione degli indici suolo/non suolo e impermeabilizzazione.

Bibliografia

Bologna S., Chirici G., Corona P., Marchetti M., Pugliese A., Munafò M. (2004). Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti seminaturali in Italia. Atti della 8° Conferenza Nazionale ASITA, Roma, 1: 467-472.
Campiani E., Corticelli S., Garberi M.L. (2002) Proposta metodologica per la realizzazione del nuovo database multiscala dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna *Atti della 6ª Conferenza Nazionale ASITA*, Perugia, 1: 603-608.
Campiani E., Corticelli S., Garberi M. L., Gavagni A., Guandalini B. (2006) Uso del suolo 2003 Regione Emilia-Romagna, Servizio Sistemi informativi geografici.
Corticelli S., Bocci M., Campiani E., Garberi M.L., Guandalini B., Salvestrini L. (2004) Utilizzo di immagini QuickBird per la realizzazione della carta dell'uso del suolo della regione Emilia-Romagna *Atti della 8a Conferenza Nazionale ASITA*, Roma, 1: 873-878.
Commissione Comunità Europee COM(2006) 231 Strategia tematica per la protezione del suolo.
Commissione Comunità Europee COM(2006) 232 Proposta di una direttiva per la protezione del suolo.
European Environmental Agency – European Topic Center – Terrestrial Environment, 2002. Corine land Cover update. I&CLC2000 project. Technical Guidelines. European Environmental Agency.
Filippi N., Sbarbati L., (1994) I suoli dell'Emilia-Romagna – note illustrative. Regione Emilia-Romagna, Servizio Cartografico.
Gardi C. (2007) Là dove c'era il grano…ora c'è asfalto e cemento. Agricoltura, 4, 14-16
Marchetti M. (2002). Metodologie per una cartografia del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazioni applicative . Documenti Del Territorio, 49: 33-51.
Soil Survey Staff (1998) Keys to Soil Taxonomy 8ª ed. USDA-NRCS.