



Regione Emilia-Romagna



servizio geologico
sismico e dei suoli

**CARTA DELLE SUPERFICI
IMPERMEABILIZZATE
DELLA PIANURA
EMILIANO-ROMAGNOLA**

scala 1:25.000



NOTE ILLUSTRATIVE 2016 - 1^a edizione

a cura di:

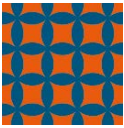
Francesco Malucelli

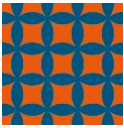
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli



INDICE

1	INTRODUZIONE.....	5
2	DEFINIZIONI.....	6
3	DESCRIZIONE DELLA CARTA	7
4	CONSULTAZIONE DELLA CARTA.....	11
	4.1 Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH	11
	4.2 Scaricamento dati	12
5	METODOLOGIA UTILIZZATA	13
6	CONFRONTO CON ALTRE CARTOGRAFIE.....	15
7	BIBLIOGRAFIA	18





1 INTRODUZIONE

Il suolo è una risorsa in larga misura non rinnovabile, se non in tempi estremamente lunghi. A questa risorsa sono riconosciute funzioni vitali per l'uomo.

La comunicazione COM(2002) 179 della Commissione Europea "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" individua tra le numerose funzioni che svolge il suolo anche quella "Insediativa" di supporto cioè alle infrastrutture che sul suolo appoggiano, come case, strade o insediamenti industriali ([Commissione Europea, 2002](#)).

Nel sentire comune, il cambiamento d'uso del suolo che va verso l'urbanizzazione viene assimilata al "consumo di suolo" e questo è certamente vero quando l'urbanizzazione comporta l'impermeabilizzazione delle superfici.

Molte funzioni che il suolo svolge sono tra loro complementari, come ad esempio la produzione di biomassa è accompagnata all'aumento della sostanza organica nel suolo, alla capacità del suolo di far infiltrare l'acqua e di filtrarla quando vi passa attraverso.

La funzione insediativa è sempre accompagnata, anche se talvolta in modo parziale, dall'impermeabilizzazione, rendendo questa funzione inibente rispetto alle altre. In un suolo sigillato non si riesce a produrre biomassa, l'infiltrazione dell'acqua è fortemente limitata e l'azione filtrante è quasi totalmente impedita.

L'Unione Europea ha proposto che, ai fini dell'efficienza nell'impiego delle risorse, entro il 2020 le strategie dell'UE tengano conto delle ripercussioni dirette e indirette sull'uso del suolo nella UE e a livello mondiale e che l'incremento della quota netta di occupazione di terreno tenda ad arrivare a zero entro il 2050 ([Commissione europea, 2012](#)).

Negli ultimi decenni anche in Emilia Romagna il forte aumento dell'urbanizzazione, e la conseguente impermeabilizzazione, ha notevolmente inciso sul bilancio dei servizi ecosistemici svolti dai suoli, riducendo fortemente la superficie agricola coltivabile, variando la velocità ed il tempo con cui l'acqua arriva alla rete scolante e perdendo moltissimo del carbonio stoccato nei suoli ([Malucelli et al., 2014](#); [Pistocchi et al., 2015](#); [Scalenghe et al., 2011](#); [Villa et al., 2014](#)).

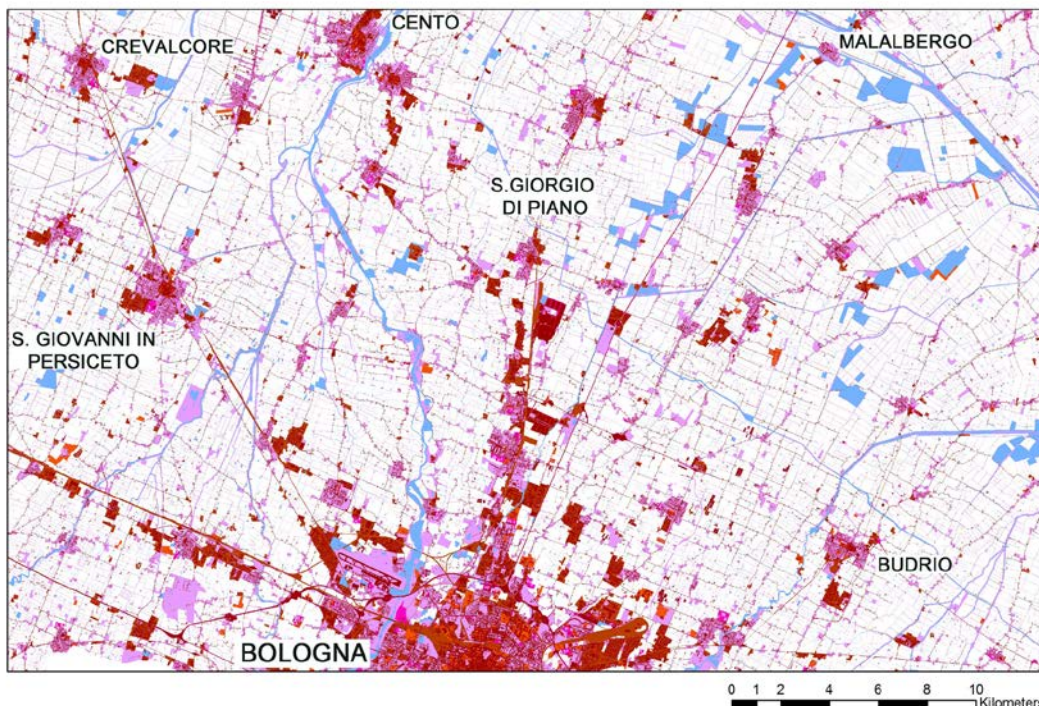
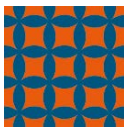


Figura 1. Esempio della carta delle superfici impermeabilizzate (pianura Bolognese). I diversi toni di colore indicano aree a diverso grado di impermeabilizzazione. In azzurro sono rappresentati i corpi d'acqua e/o le zone antropizzate ma permeabili.



2 DEFINIZIONI

La “Carta delle superfici impermeabilizzate della pianura” descrive il grado di impermeabilizzazione dei manufatti: infrastrutture abitative e viarie, opere annesse, impianti sportivi e ricreativi.

La descrizione del territorio è stata fatta attraverso una classificazione dell’area di pianura suddividendola in celle di 10 m di lato a cui sono stati attribuiti i corrispettivi valori di impermeabilizzazione, attraverso una suddivisione in classi (Tabella 1).

Classe	Area	Tipologia
Nulla	Suoli agricoli o naturali	Sono aree in cui il grado di antropizzazione è legato solo alle pratiche colturali.
1	aree permeabili ma fortemente antropizzate	Es.: corpi d’acqua, zone umide, formazioni arbustive e/o alberi in ambiente urbano o peri-urbano
25	aree con una impermeabilità del 25%	Es.: parchi e giardini urbani, piste ciclabili non pavimentate, strade carraie, campi da golf, ecc.
50	aree con una impermeabilità del 50%	Es.: Spartitraffico, impianti sportivi (alternanza di prato, cemento e asfalto) accessori alla viabilità (piazze ghiaiate)
75	aree con una impermeabilità del 75%	Principalmente aree accessorie alla viabilità, agli insediamenti e alle attività produttive dove c’è alternanza di asfalto e prato o alberi con predominanza delle superfici più impermeabili
90	aree con una impermeabilità del 90%	Principalmente aree ferroviarie, aree accessorie degli insediamenti o della viabilità con forte predominanza dei superfici impermeabili alternata a superfici fortemente antropizzate (ghiaia o terra battuta compattata)
100	aree completamente impermeabili	Aree cementate o asfaltate

Tabella 1. Classi di impermeabilizzazione del territorio di pianura della Regione Emilia-Romagna

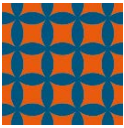
I valori di impermeabilizzazione delle varie classi sono stati attribuiti tenendo conto della natura delle superfici e del contesto in cui si trovano.

Partendo da quelle palesemente impermeabili come le superfici asfaltate o cementate a cui è stato assegnato un valore di impermeabilità del 100%, i valori delle classi inferiori tengono conto del fatto che, anche se la copertura impermeabile non è continua, la loro natura impedisce in vario modo l’infiltrazione dell’acqua o non c’è continuità idraulica, se non parziale, con il suolo sottostante. L’esempio più eclatante di questo sono le massicciate ferroviarie che, nonostante abbiano ghiaia in superficie, quando non appoggiano su basi di cemento sono su superfici fortemente compattate. Analogamente le zone in terra battuta o ghiaiate in contesto stradale o industriale (aree di sosta o piazzali percorsi da mezzi pesanti) hanno un livello di compattazione tale da non consentire una buona infiltrazione dell’acqua.

Gli impianti sportivi e le zone connesse, anche se appaiono in parte verdi e vegetate, sono spesso “isolate” dal suolo sottostante, come accade per i campi di calcio che hanno superfici drenanti sepolte, o come per le aree circostanti gli impianti che sono spesso alternanze di zone permeabili (prati) e parcheggi (cemento o terra battuta). In ogni caso poi le aree esterne agli impianti sportivi, trovandosi in contesto urbano o periurbano, sono attraversate da opere sepolte come tubature per il drenaggio, fognature, cavi ecc. che contribuiscono a ridurre la superficie in contatto con il suolo sottostante.

Le aree a cui è stato assegnato il 25% di impermeabilità sono aree verdi che si trovano in contesto urbano (parchi giardini pubblici, giardini privati), piste ciclabili, sentieri non pavimentati o campi da golf. Tutti questi hanno subito una forte antropizzazione, che va dalla compattazione della terra battuta, alle opere di scavo e drenaggio dei campi da golf, alla presenza massiccia di strutture sepolte (tubature, fognature, cavi ecc.) nei parchi urbani.

Questa classe di impermeabilità è quella più rappresentata nella pianura emiliano romagnola, in quanto qui il suolo, pur svolgendo alcune delle sue funzioni strategiche, si trova in condizioni diverse da quelli naturali o con uso agricolo. Questa è la ragione per cui si è deciso di includerli nella mappa dell’impermeabilizzazione dove altre cartografie dell’impermeabilizzazione hanno scelto di escluderle. (ISPRA, 2016)



3 DESCRIZIONE DELLA CARTA

La “Carta delle superfici impermeabilizzate della pianura”, come più ampiamente descritto nel paragrafo METODOLOGIA UTILIZZATA, è il risultato di una elaborazione che, a partire dal Data Base Topografico della Regione Emilia Romagna, individua le aree impermeabilizzate della pianura emiliano romagnola individuandone il grado di antropizzazione.

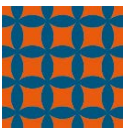
L’area studiata ha un’estensione di 1.138.067 ettari ed un diverso grado di impermeabilizzazione. In tabella 2 sono elencate, per provincia, le aree a diverso grado di impermeabilizzazione.

Provincia	Pianura	Antrop. - corpi idrici	Imperm 25%	Imperm. 50%	Imperm. 75%	Imperm. 90%	Imperm. 100%	Tot. Aree imperm.	Tot. imperm. e antrop.
	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari	Ettari
PIACENZA	103.814	7.236	9.053	236	507	2.601	5.990	18.387	25.623
PARMA	114.395	7.562	14.389	253	533	3.423	7.090	25.689	33.251
REGGIO EMILIA	114.231	4.456	17.054	369	301	3.967	8.766	30.457	34.913
MODENA	137.637	5.408	18.942	478	1.171	4.138	10.503	35.232	40.640
BOLOGNA	182.022	7.963	22.477	608	974	4.509	11.864	40.432	48.395
FERRARA	262.856	28.413	24.407	289	611	2.832	8.311	36.450	64.863
RAVENNA	147.984	14.008	15.629	343	938	2.556	8.348	27.814	41.823
FORLI'- CESENA	50.738	1.144	8.050	171	225	1.658	5.330	15.434	16.578
RIMINI	24.390	1.474	6.512	157	337	789	3.785	11.580	13.054
Pianura ER	1.138.067	77.664	136.513	2.905	5.596	26.474	69.987	241.475	319.140

Tabella 2. Quadro riassuntivo per provincie delle superfici antropizzate e dei diversi gradi di impermeabilizzazione.



Figura 2. Esempio di come i diversi manufatti siano rappresentati nella Carta delle superfici impermeabilizzate. TONI di colore più chiari corrispondono aree a basso grado di impermeabilizzazione, l’inscurirsi dei toni indica una maggiore impermeabilizzazione.



Di seguito, nelle immagini dalla Figura 3 alla Figura 12, sono mostrati i dati percentuali dell'intera pianura e delle diverse **province** di "suolo libero", di aree "antropizzate o corpi idrici" e quelle "impermeabilizzate". Queste ultime sono dettagliate per i diversi gradi di impermeabilizzazione (25%, 50%, 75%, 90% e 100%).

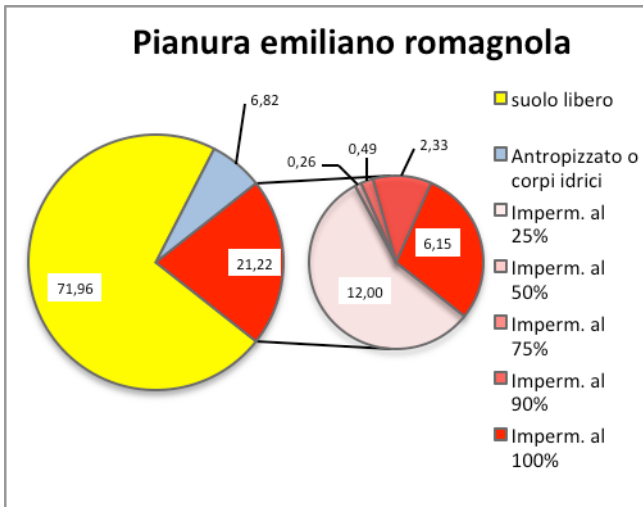


Figura 3. Dati regionali

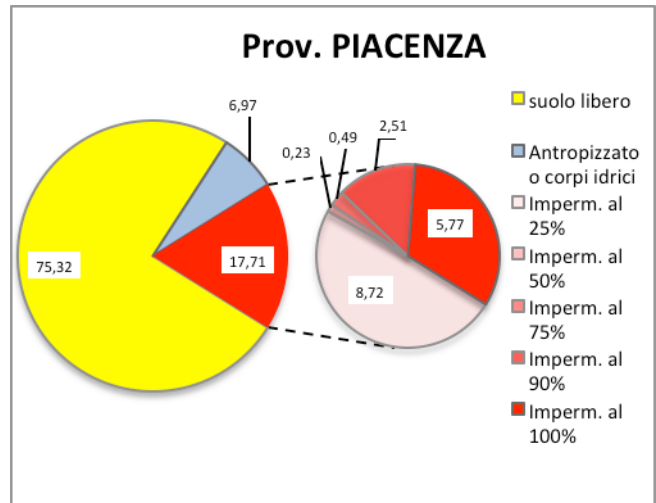


Figura 4. Dati provinciali (PC)

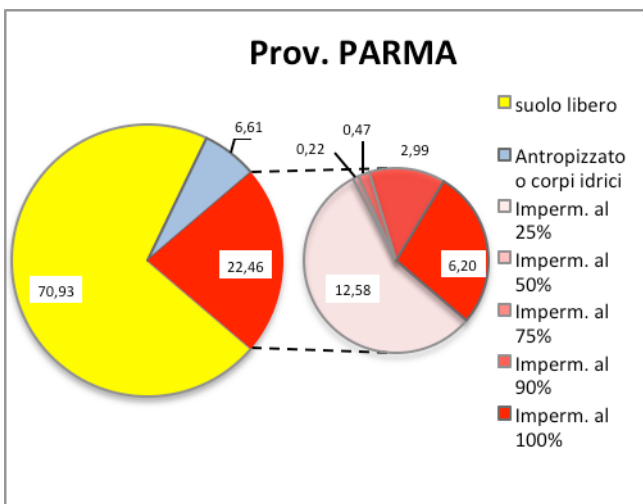


Figura 5. Dati provinciali (PR)

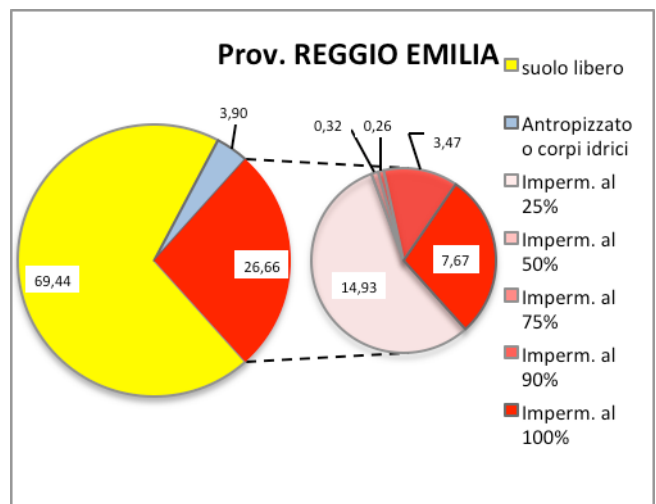


Figura 6. Dati provinciali (RE)

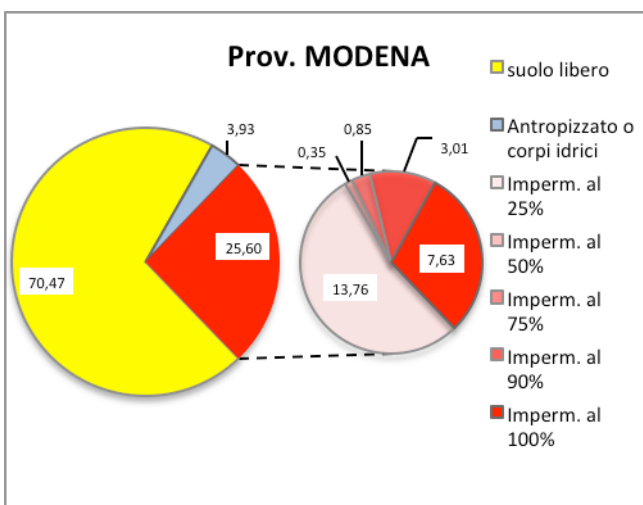


Figura 7. Dati provinciali (MO)

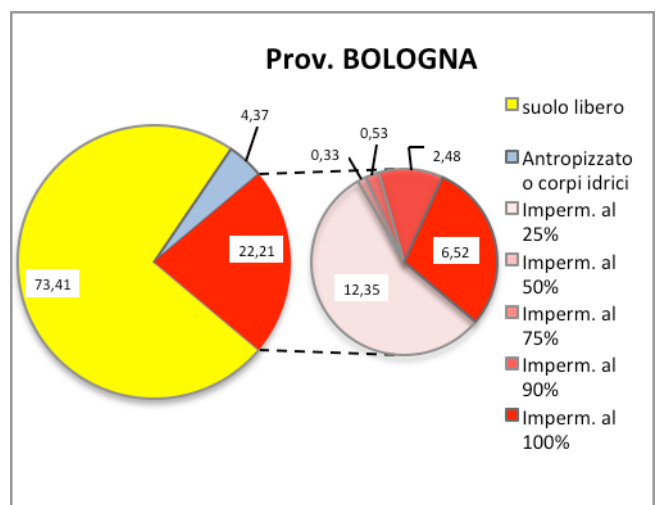


Figura 8. Dati provinciali (BO)

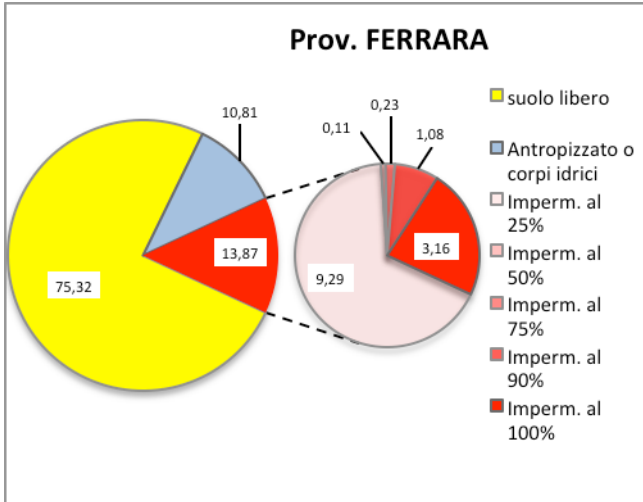
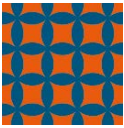


Figura 9. Dati provinciali (FE)

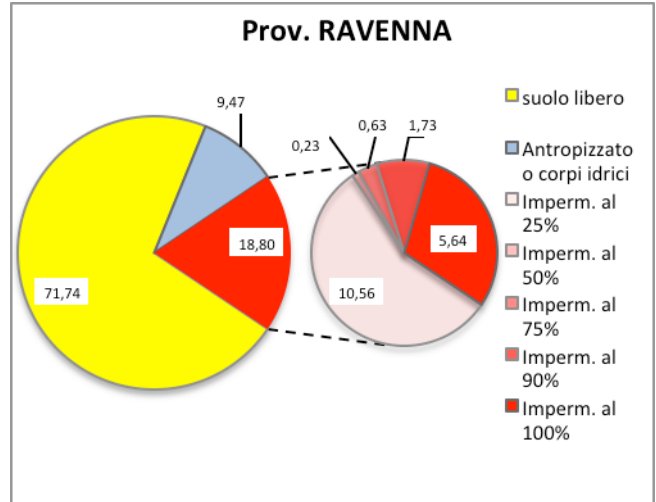


Figura 10. Dati provinciali (RA)

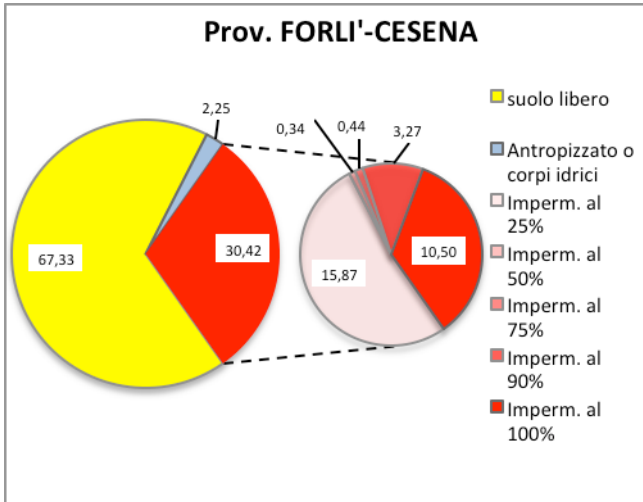


Figura 11. Dati provinciali (FC)

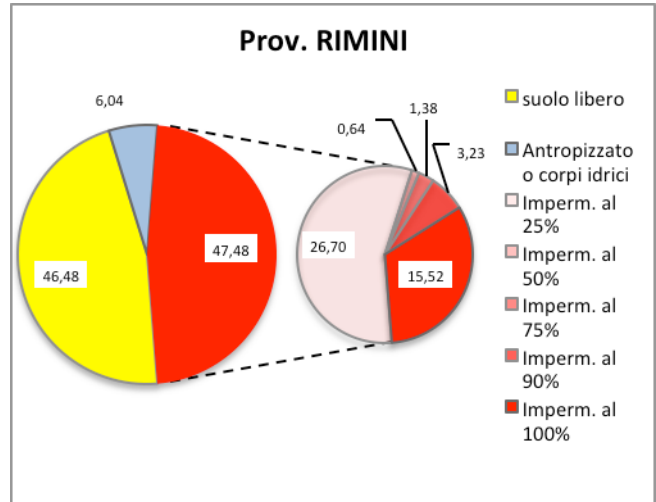


Figura 12. Dati provinciali (RN)

Analogamente alle precedenti nelle immagini dalla figura 13 alla figura 17 sono illustrati i grafici di alcuni **comuni** che hanno caratteristiche molto diverse tra loro.

Nelle prime due, Figura 13 e Figura 14, sono rappresentati due comuni fortemente impermeabilizzati, Cattolica e Bologna, che, pur avendo un'area in pianura molto diversa tra loro, 591 ettari Cattolica e 10.442 ettari Bologna, hanno un tasso di impermeabilizzazione ed antropizzazione molto alto.

Un'altra tipologia è rappresentata dalla Figura 15, Comacchio (28.418 ettari), in cui le aree antropizzate sono circa la metà della media della pianura regionale, ma le zone "antropizzate ed i corpi idrici" sono più di sei volte la media regionale. Infine nelle Figura 16 e Figura 17 sono rappresentati due comuni di grandi dimensioni (15.911 ettari Medicina e 10.819 ettari Jolanda di Savoia) in cui l'impermeabilizzazione è bassa, meno della metà della media regionale.

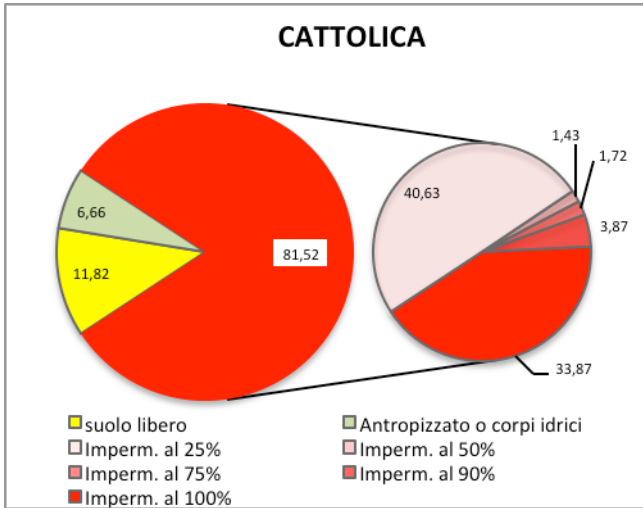
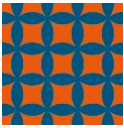


Figura 13. Dati comunali: Cattolica (RN)

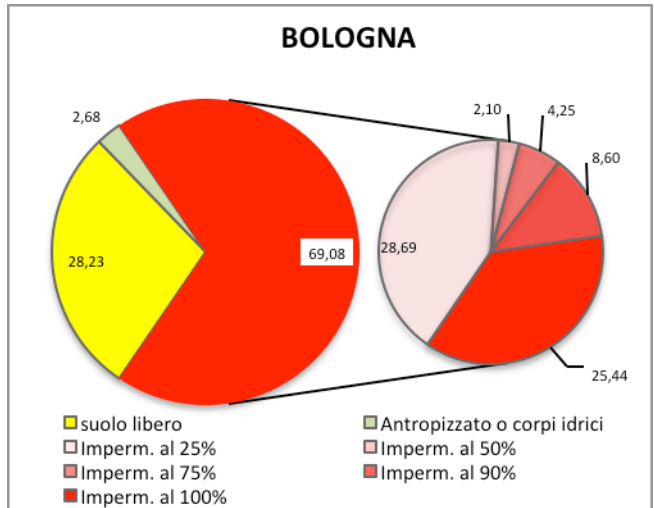


Figura 14. Dati comunali: Bologna (BO)

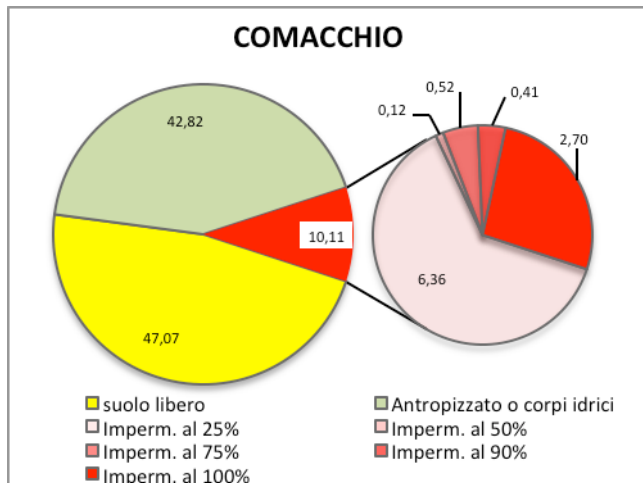


Figura 15. Dati comunali: Comacchio (FE)

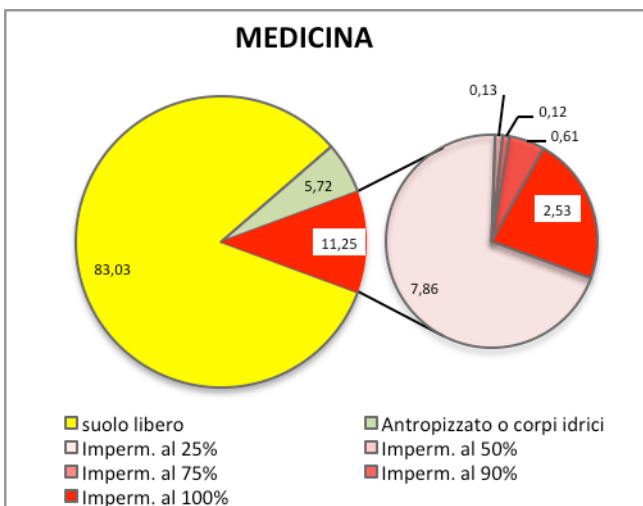


Figura 16. Dati comunali: Medicina (BO)

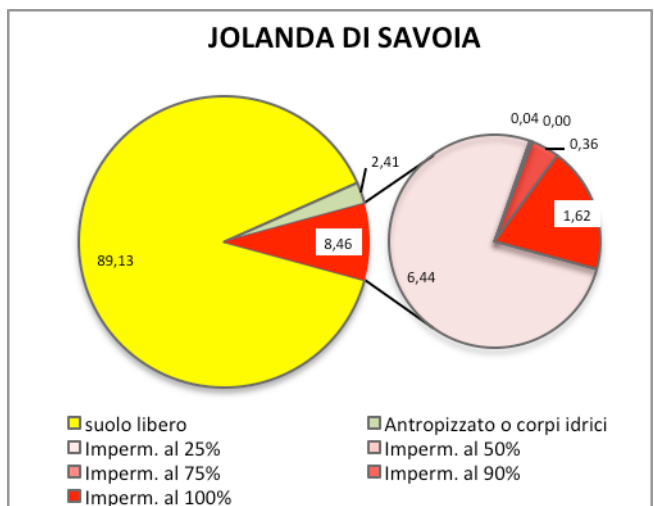
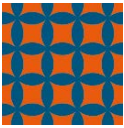


Figura 17. Dati comunali: Jolanda di Savoia (FE)



4 CONSULTAZIONE DELLA CARTA

4.1 Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH

La carta delle superfici impermeabilizzate della pianura è consultabile sul sito [I suoli dell'Emilia-Romagna](http://geo.regione.emilia-romagna.it)¹, definito brevemente CARTPEDO, nella sezione **Carte tematiche / Carte applicative**.

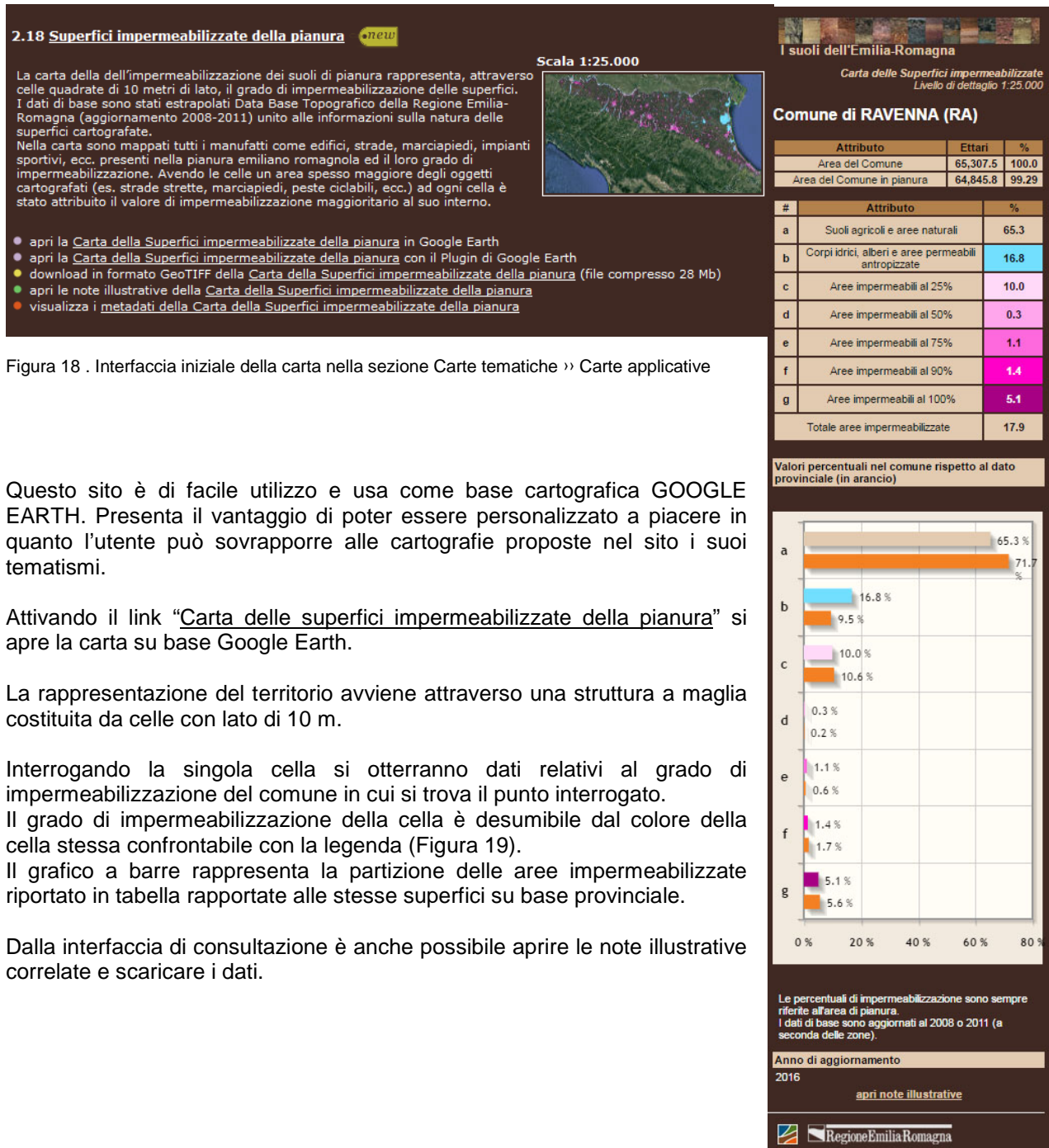


Figura 18 . Interfaccia iniziale della carta nella sezione Carte tematiche » Carte applicative

Questo sito è di facile utilizzo e usa come base cartografica GOOGLE EARTH. Presenta il vantaggio di poter essere personalizzato a piacere in quanto l'utente può sovrapporre alle cartografie proposte nel sito i suoi tematismi.

Attivando il link [“Carta delle superfici impermeabilizzate della pianura”](#) si apre la carta su base Google Earth.

La rappresentazione del territorio avviene attraverso una struttura a maglia costituita da celle con lato di 10 m.

Interrogando la singola cella si otterranno dati relativi al grado di impermeabilizzazione del comune in cui si trova il punto interrogato.

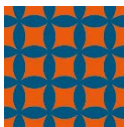
Il grado di impermeabilizzazione della cella è desumibile dal colore della cella stessa confrontabile con la legenda (Figura 19).

Il grafico a barre rappresenta la partizione delle aree impermeabilizzate riportato in tabella rapportate alle stesse superfici su base provinciale.

Dalla interfaccia di consultazione è anche possibile aprire le note illustrative correlate e scaricare i dati.

Figura 19. Esempio di interfaccia di consultazione delle singole celle

¹ <http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>



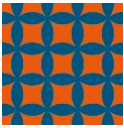
4.2 Scaricamento dati

La carta delle superfici impermeabilizzate della pianura può essere scaricata sotto forma di 2 file TIFF compressi (.zip), sul sito “I suoli dell’Emilia-Romagna”¹, nella sezione **Carte tematiche / Carte applicative**. (Figura 18). Il primo file è tematizzato sulle **aree impermeabili**, il secondo sul **tipo di superfici**. Nel file zippato sono inoltre presenti le legende dei due raster e 1 file in formato MS Excel (tabella_impermeabilizzazione_comuni.xls) e uno identico in formato Open Document (tabella_impermeabilizzazione_comuni.ods):

In Tabella 3 è riportato l’elenco dei campi presenti nella tabella “tabella_impermeabilizzazione_comuni” col la spiegazione del loro contenuto.

Nome campo	Descrizione
GISID	Identificativo cartografico del programma GIS
ID_PROVINCIA	Codice Identificativo della provincia (ISTAT)
ISTAT	Codice Istat del Comune
NOME_C	Nome del Comune
AREA_COMUNE_TOT	Area del comune (in metri quadrati)
HA_AREA_COMUNE_TOT	Area del comune (in ettari)
AREA_COMUNE_PIA	Porzione di pianura del comune (in metri quadrati)
HA_AREA_COMUNE_PIA	Porzione di pianura del comune (in ettari)
PERC_COM_PIA	Percentuale del comune in pianura (%)
PERC_ACQ_ANT	Percentuale di corpi d’acqua, zone umide, formazioni arbustive e/o alberi in ambiente urbano o peri-urbano (%)
PERC_25	Percentuale di aree con una impermeabilità del 25% (%)
PERC_50	Percentuale di aree con una impermeabilità del 50% (%)
PERC_75	Percentuale di aree con una impermeabilità del 75% (%)
PERC_90	Percentuale di aree con una impermeabilità del 90% (%)
PERC_100	Percentuale di aree con una impermeabilità del 100% (%)
PERC_IMPER	Percentuale delle aree impermeabilizzate a vario titolo (dal 25% al 100%) (%)
HA_ACQUE	Superficie occupata da corpi d’acqua, zone umide, formazioni arbustive e/o alberi in ambiente urbano o peri-urbano (in ettari)
HA_25PERC_IMP	Superficie occupata da aree con una impermeabilità del 25% (in ettari)
HA_50PERC_IMP	Superficie occupata da aree con una impermeabilità del 50% (in ettari)
HA_75PERC_IMP	Superficie occupata da aree con una impermeabilità del 75% (in ettari)
HA_90PERC_IMP	Superficie occupata da aree con una impermeabilità del 90% (in ettari)
HA_100PERC_IMP	Superficie occupata da aree con una impermeabilità del 100% (in ettari)
TOT_IMPERM	Superficie occupata dalle aree impermeabilizzate a vario titolo (dal 25% al 100%) (in metri)
HA_TOT_IMP	Superficie occupata dalle aree impermeabilizzate a vario titolo (dal 25% al 100%) (in ettari)

Tabella 3: Campi presenti nella “tabella_impermeabilizzazione_comuni.xls”, in cui sono riassunti i valori di impermeabilizzazione per comune o per la sua porzione di pianura qualora la superficie comunale ricada anche in zone montuose. Per le classi di impermeabilizzazione si veda Tabella 1.



5 METODOLOGIA UTILIZZATA

La carta delle superfici impermeabilizzate della pianura è una carta di dettaglio delle superfici artificializzate della pianura emiliano romagnola.

Si tratta di un *raster*, in cui le celle quadrate hanno dimensioni di 10 metri di lato, in cui sono stati cartografati tutti i manufatti come edifici, strade, marciapiedi, ecc. a cui sono stati attribuiti i relativi valori di impermeabilizzazione.

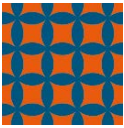
Per eseguire il lavoro la base cartografica di riferimento è costituita dal "DataBase Topografico della Regione Emilia Romagna" (dbtopo), Versione 1.0, aggiornata al 18 dicembre 2011. (Regione Emilia Romagna, 2011a)

Tra i vari strati informativi del dbtopo, quelli utilizzati per la costruzione della carta sono elencati nella Tabella 5. Si tratta di strati poligonali in cui sono rappresentati gli elementi topografici presenti nella pianura emiliano romagnola, individuandone la forma (poligoni) e informazioni sulla natura dell'oggetto (es. marciapiede pavimentato in sede stradale, ponte in calcestruzzo a due vie ecc.).

Quando le informazioni accessorie sulla natura dell'oggetto non erano disponibili sono state aggiunte attraverso il campionamento statistico degli stessi oggetti nella pianura nelle fotografie aeree. Il campionamento è stato eseguito selezionando circa 100 oggetti omologhi e attribuendo le caratteristiche dei punti esaminati (es. "Spazio accessorio di Area Sportiva" nel 50% dei casi è asfaltato e nel 50% è a prato; "Annesso di insediamento ospedaliero" nel 70% dei casi è asfalto e nel 30% sono prati e alberi).

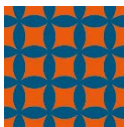
- **Strato 01: Viabilità, mobilità e trasporti: Strade** (Area di circolazione veicolare, Area di circolazione pedonale; Area di circolazione ciclabile; Area stradale; Area di viabilità mista secondaria; Elemento stradale; Giunzione stradale; Tratto stradale; Intersezione stradale; Elemento di percorso ciclabile; Giunzione ciclabile; Elemento viabilità mista secondaria, Giunzione di viabilità mista secondaria; Sentiero); **Ferrovie** (Piattaforma di infrastruttura di trasporto su ferro; Elemento ferroviario; Giunzione ferroviaria; Tratta di infrastruttura di trasporto su ferro; Intersezione di infrastruttura di trasporto su ferro); **Rete globale dei trasporti** (Giunzione della rete dei trasporti; Intersezione della rete dei trasporti).
- **Strato 02: Immobili ed antropizzazioni: Edificato** (Edificio; Cassone edilizio); **Manufatti** (Manufatto industriale; Manufatto monumentale e di arredo urbano; Area antropizzata indifferenziata; Manufatto lineare; Elemento divisorio lineare; Muro o divisione in spessore; Conduttura; Localizzazione di manufatto; Manufatto del trasporto; Sostegno a traliccio; Palo; Manufatto di impianto sportivo/ricreativo; Localizzazione manufatto di rete tecnologica); **Opere delle infrastrutture di trasporto** (Ponte/viadotto/cavalcatriva; Galleria; Opere di sostegno e di difesa del suolo; Muro di sostegno e ritenuta del terreno); **Opere idrauliche, di difesa e di regimazione idraulica** (Diga; Argine; Opera idraulica di regolazione; Attrezzatura per la navigazione; Opera portuale o di difesa della costa; Imbocco di corso d'acqua sotterraneo).
- **Strato 04: Idrografia: Acque interne e di transizione** (Area bagnata, Specchio d'acqua; Sorgente; Cascata; Canale di scolo, canaletta irrigua); **Acque marine** (Linea di costa marina; Area di mare); **Reticolo idrografico** (Elemento idrico; Condotta; Nodo idrico; Corso d'acqua naturale; Canale).
- **Strato 05 Orografia: Forme del terreno** (Area di scavo o discarica; Area in trasformazione o non strutturata; Alveo).
- **Strato 06: Vegetazione: Aree agro forestali** (Bosco; Formazione particolare; Area temporaneamente priva di vegetazione; Pascolo o incolto); **Verde urbano** (Area verde; Filare di alberi; Albero isolato; Siepe).
- **Strato 07: Reti di sotto servizi: Rete elettrica** (Tratta di elettrodotto); **Oleodotti** (Tratta di condotta per fluidi).
- **Strato 10: Aree di pertinenza: Servizi per il trasporto** (Area a servizio di infrastruttura di trasporto; Area a servizio aeroportuale; Area a servizio del trasporto su ferro; Area a servizio portuale; Area a servizio stradale); **Pertinenze** (Unità insediativa); **Cave - discariche** (Area estrattiva o discarica); **Area ricreativa o impianto industriale** (Area ricreativa o servizio; Area di impianto industriale).

Tabella 4. Strati informativi del Data Base Topografico (dbtopo) utilizzati per la costruzione della cartografia (Regione Emilia-Romagna, 2011a).



Il flusso di lavoro per la creazione della carta è stato il seguente:

- 1) **Unione degli strati** (in formato vettoriale) di tutte le province e creazione di strati di estensione regionale.
- 2) **Creazione di stati raster** dai files vettoriali degli strati con la risoluzione di 1 m² (celle 1m x 1m)
- 3) **Unione dei raster** con la creazione di un unico strato di elaborazione. In caso di celle con più attribuzioni possibili è stata assegnata quella che si trova più in alto nella realtà. (Es.: nel caso di un ponte su un corso d'acqua, la cella, che può essere attribuita ad entrambi, viene classificata come ponte)
- 4) **Individuazione dei limiti della pianura emiliano romagnola.** Utilizzando in modello digitale del terreno è stata selezionata tutta quell'area compresa tra i confini regionali a nord, il mare Adriatico ad est e l'Appennino verso sud. A ridosso della catena appenninica il limite della pianura è stato scelto eliminando le zone con una pendenza superiore al 5% e tagliando l'accesso alle valli intramontane in corrispondenza del limite della pianura adiacente.
- 5) **Taglio del raster regionale sulla pianura.**
- 6) **Individuazione dei tipi di materiale** da cui sono costituite in superficie le tipologie di uso del suolo (es. strada asfaltata, prato, edificio in muratura, strada ghiaia ecc.)
- 7) **Attribuzione del grado di impermeabilizzazione** dell'oggetto in base al materiale.
- 8) **Attribuzione del tipo di materiale quando le informazioni sulla natura materiale dell'oggetto non erano disponibili o quando non era univoca.** In questo caso le attribuzioni sono state aggiunte attraverso il campionamento statistico degli stessi oggetti nella pianura nelle fotografie aeree di età corrispondente (volo AGEA 2011) valutando le percentuali di diffusione dei diversi materiali. Il campionamento è stato eseguito ogni volta su un campione circa 100 oggetti omologhi e attribuendo alla categoria le caratteristiche dei punti esaminati (es. "Spazio accessorio di Area Sportiva" nel 50% dei casi è asfaltato e nel 50% è a prato; "Annesso di insediamento ospedaliero" nel 70% dei casi è asfalto e nel 30% sono prati e alberi; ecc.).
- 9) **Attribuzione del materiale (e del grado di impermeabilizzazione) alle celle in caso di possibili attribuzioni multiple.** Nel caso che ad una tipologia siano assegnati più materiali (e gradi di impermeabilizzazione), tramite procedure GIS, sono state selezionate le celle corrispondenti a quella tipologia, poi selezionando in modo randomizzato la percentuale voluta di celle gli è stato assegnato il materiale corrispondente (Es.: alla classe "Annesso di insediamenti ospedalieri" è stato attribuito il valore 70% asfalto e 30% prato. Per assegnare in modo univoco al 70% delle celle l'asfalto, sono state selezionate tutte le celle della classe su tutta la pianura e tra tutte queste in modo casuale ne è stato estratto il 70% e assegnato l'asfalto. NB. Questa operazione, effettuata sulle celle di 1 m², anche se non è perfettamente corretta geograficamente a livello locale, lo è per aree più grandi).
- 10) **Passaggio di scala** dalla carta con celle quadrate di 1 m di lato (1m x 1m) ad una carta con celle quadrate di 10 m di lato (10m x 10m), utilizzando nella generalizzazione il criterio delle maggiore frequenza.



6 CONFRONTO CON ALTRE CARTOGRAFIE

La stima delle **superfici artificializzate** come quella dell'impermeabilizzazione risente fortemente della metodologia con cui viene realizzata. Di seguito vengono messe a confronto:

1. Carta dell'impermeabilizzazione qui descritta;
2. Carta dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna (Regione Emilia-Romagna, 2011b);
3. Carta dell'Impermeabilizzazione eseguita dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2016).

Come descritto in precedenza questa carta dell'impermeabilizzazione è stata costruita partendo dal Data Base Topografico della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia-Romagna, 2011a) campionando i poligoni descritti con un *raster* della risoluzione di un metro successivamente generalizzato ad uno con la risoluzione di 10 metri.

La carta dell'uso del suolo 2008 (Regione Emilia-Romagna, 2011b) è invece una carta costruita su poligoni che delimita il territorio basandosi sulla classificazione *Corine Land Cover* (European Environment Agency, 2007) con un'area minima cartografata di 1,56 ettari.

La carta dell'impermeabilizzazione di ISPRA (ISPRA, 2016) è stata costruita partendo principalmente dall'analisi di immagini satellitari dove gli oggetti costruiti dall'uomo sono in gran parte stati considerati impermeabili e dove tutte le superfici vegetate sono state considerate come non impermeabilizzate. Nella carta si hanno aree che sono impermeabilizzate o non impermeabilizzate non considerandone i diversi gradi.

Comune	Area Comune	Uso del suolo RER 2008	ISPRA 2016 dati 2015	Zone imperm. Pianura 2016	Uso del suolo RER 2008	ISPRA 2016 dati 2015	Zone imperm. Pianura 2016
		Artificializzato	Impermeabilizzato	Impermeabilizzato a vario titolo	Artificializzato	Impermeabilizzato	Impermeabilizzato a vario titolo
		Ettari	Ettari	Ettari	%	%	%
GAMBETTOLA	778	330	281	395	42,40	36,10	50,81
MODENA	18.345	6.314	4.553	7.334	34,42	24,82	39,98
POVIGLIO	4.367	411	514	735	9,41	11,77	16,83
PODENZANO	4.452	530	677	685	11,91	15,20	15,38
CREVALCORE	10.268	695	897	1.350	6,77	8,73	13,15
OSTELLATO	17.386	631	794	1.664	3,63	4,57	9,57
MEDICINA	15.911	715	1.006	1.790	4,50	6,32	11,25
BUSSETO	7.638	540	826	1.073	7,07	10,82	14,05

Tabella 5. Comparazione in alcuni comuni dei dati di impermeabilizzazione o artificializzazione tra la carta oggetto di questo lavoro, la carta dell'impermeabilizzazione di ISPRA (ISPRA 2016) e la carta dell'uso del suolo della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia-Romagna, 2011b)

La comparazione delle cartografie (Tabella 6) mostra una grossa discrepanza tra le diverse stime dell'impermeabilizzato (o dell'artificializzato per l'uso del suolo). Questa differenza è dovuta principalmente alla metodica con cui è stato descritto il territorio ed il suo grado di impermeabilizzazione.

Per quanto riguarda l'uso del suolo RER 2008 (Figura 20) le zone artificializzate (classe 1 di Corine) hanno una buona concordanza con l'impermeabilizzato in aree urbane, ma sottostimano enormemente tutta la viabilità e tutte quelle aree che hanno un'area minima inferiore a 1,56 ettari. Come già accennato è presente una forte differenza nelle aree periurbane o rurali dove i poligoni sono troppo stretti per essere rappresentati e si perdono di conseguenza moltissime delle informazioni sulla viabilità.

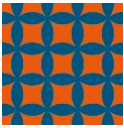


Figura 20. Confronto nella medesima area tra la carta dell'impermeabilizzazione e la carta dell'uso del suolo (Regione Emilia-Romagna, 2011b).

Per la carta dell'impermeabilizzazione di ISPRA il grado di dettagli è sicuramente alto con una griglia delle stesse dimensioni di quella usata nella carta delle aree impermeabilizzate. Le differenze sono attribuibili a tutte quelle aree che presentano vegetazione. Secondo ISPRA (2016) tutte le aree vegetate (prati, zone con alberi e impianti sportivi) non entrano nel novero dell'impermeabilizzato, fatto salvo per quelle infrastrutture in esse presenti che si è riuscito a cartografare.

Ad esempio in Figura 21 del campo sportivo viene considerata solo la tribuna, non la pista di atletica né il campo di calcio. Sempre nella stessa figura l'area ferroviaria è considerata solo come linea dei binari, mentre le zone annesse come i piazzali in terra battuta ne sono esclusi.

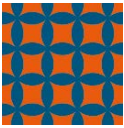
Altra differenza, sempre a titolo esemplificativo (Figura 22), è l'esclusione dalla carta ISPRA dei giardini privati e dei viali alberati, a causa dell'esclusione delle zone vegetate. Per ciò che riguarda i giardini privati la presenza di vegetazione non indica la completa permeabilità dei suoli, considerando che buona parte di essi è pavimentato o ghiaiato e che nei giardini sono sepolte numerose tubature di servizio. I viali alberati poi nella loro quasi totalità sono completamente asfaltati o pavimentati e gli alberi sono in piccole aiuole, sottostimando anche in questo caso il grado di impermeabilizzazione delle aree interessate. Anche in questo caso la metodologia utilizzata, (il *remote sensing*) condiziona le differenze di stima delle superfici impermeabilizzate.



Figura 21. Confronto nella medesima area tra la carta dell'impermeabilizzazione e la carta dell'impermeabilizzazione di ISPRA (ISPRA 2016). Nella seconda carta tutte le aree arborate o verdi non sono considerate impermeabilizzate.



Figura 22. Confronto nella medesima area tra la carta dell'impermeabilizzazione e la carta dell'impermeabilizzazione di ISPRA (ISPRA 2016). Analogamente alla figura precedente i viali urbani con alberi o gli annessi alle opere stradali in cemento e ricoperte da prati (es. sottopassi) non sono considerati impermeabilizzati.



7 BIBLIOGRAFIA

- Centro di Ricerca CRISP , 2016. SOILMONITOR. <http://www.soilmonitor.it/>
- Commissione europea, 2002. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni Verso una Strategia Tematica per la Protezione del Suolo. Bruxelles, Commissione Delle Comunità Europee, COM(2002) 179 definitivo. 16.4.2002
- Commissione europea, 2011. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse . Bruxelles, Commissione Delle Comunità Europee, COM(2011) 571definitivo. 20.9.2011
- Commissione europea, 2012 Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea 2012. 62 pagg. ISBN 978-92-79-26216-6 [doi:10.2779/81286](https://doi.org/10.2779/81286)
- EEA, 2013, 'Land take' (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-2/assessment-2>)
- European Environment Agency, 2007. CLC2006 technical guidelines. 66 pp. ISBN 978-92-9167-968-3 ISSN 1725-2237 [doi:10.2800/12134](https://doi.org/10.2800/12134)
- European Environment Agency, 2016. Urban sprawl in Europe Joint EEA-FOEN report. EEA Report No 11/2016 ISBN 978-92-9213-738-0 ISSN 1977-8449 [doi:10.2800/143470](https://doi.org/10.2800/143470)
- ISPRA, (2016). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2016. ISPRA Rapporti 248/2016. ISBN 978-88-448-0776-4
- Malucelli F, Certini G., Scalenghe R., 2014. Soil is brown gold in the Emilia-Romagna region, Italy. Land Use Policy 39 (2014) 350–357 [doi:10.1016/j.landusepol.2014.01.019](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.019)
- Pistocchi, A., Calzolari, C., Malucelli, F., Ungaro F., 2015. Soil sealing and flood risks in the plains of Emilia-Romagna, Italy. Journal of Hydrology: Regional Studies. Vol. 4, Part B, September 2015, Pages 398–409. [doi:10.1016/j.ejrh.2015.06.021](https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.06.021)
- Regione Emilia Romagna, 2011a. "DataBase Topografico della Regione Emilia Romagna" (dbtopo), Versione 1.0, aggiornata al 18 dicembre 2011.
- Regione Emilia Romagna, 2011b. Regione Emilia Romagna, 2011. Coperture vettoriali dell'uso del suolo 2008 - Edizione 2011. <http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/download/dati-e-prodotti-cartografici-preconfezionati/pianificazione-e-catasto/uso-del-suolo-1/2008-coperture-vettoriali-uso-del-suolo-edizione-2011/dati-preconfezionati>
- Scalenghe, R., Malucelli, F., Ungaro, F., Perazzone, L., Filippi, N., Edwards, A.C., 2011. Influence of 150 years of land use on anthropogenic and natural carbon stocks in Emilia-Romagna Region (Italy). Environmental Science & Technology 45, 5112–5117. [doi:10.1021/es1039437](https://doi.org/10.1021/es1039437)
- Villa, P., Scalenghe, R. and Malucelli, F., 2014. Anthropogenic carbon stocks analysis in sparsely urbanized areas using remote sensing: A case study. Urban Remote Sensing Event (JURSE), 2013 Joint, Sao Paulo, 2013, pp. 119-122. [doi:10.1109/JURSE.2013.6550680](https://doi.org/10.1109/JURSE.2013.6550680)