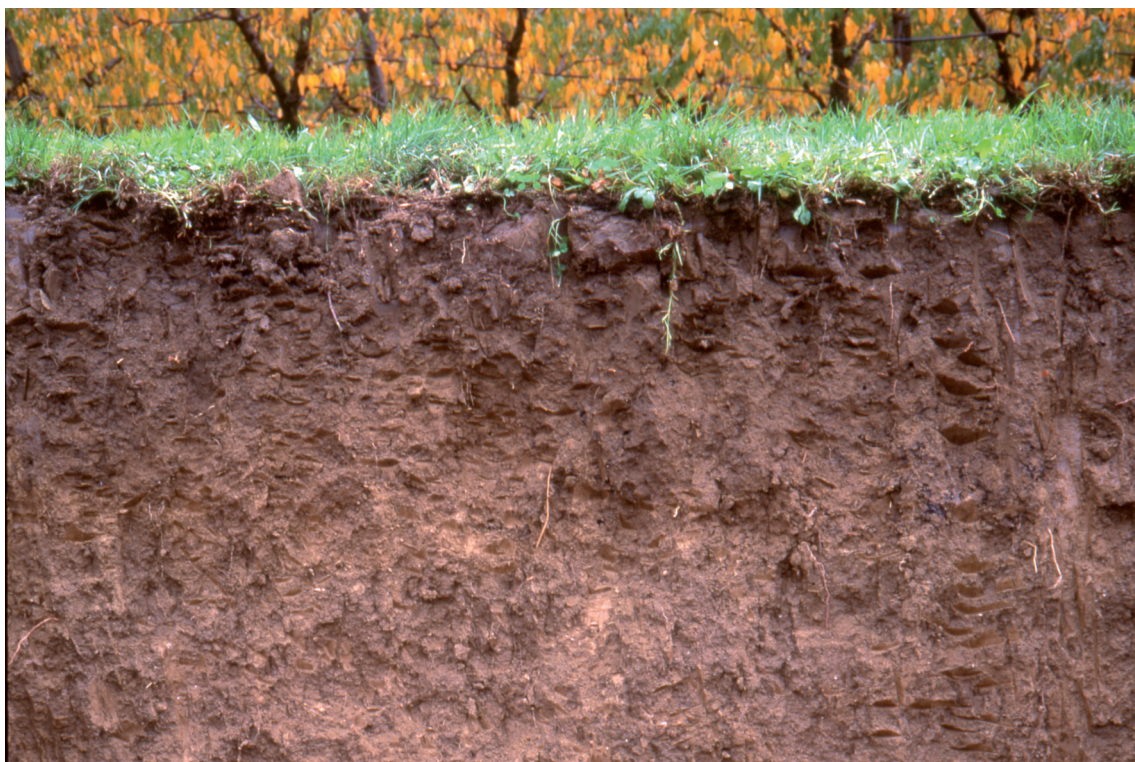

Suolo



Cap 8 - Suolo

Autori:

Marina GUERMANDI ⁽¹⁾, Nicola FILIPPI ⁽⁷⁾, Francesco MALUCELLI ⁽¹⁾, Nazaria MARCHI ⁽¹⁾, Francesca STAFFILANI ⁽¹⁾, Paola TAROCCO ⁽¹⁾, Daniela BALLARDINI ⁽⁴⁾, Barbara VILLANI ⁽⁵⁾, Emiliano ALTAVILLA ⁽⁵⁾, Gisella FERRONI ⁽⁵⁾

Hanno collaborato:

Giuseppe Carnevali ⁽²⁾, Leonardo Palumbo ⁽³⁾, Andrea Furlan ⁽⁶⁾, Barbara Guandalini ⁽⁸⁾

⁽¹⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI

⁽²⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO SVILUPPO DEL SISTEMA AGROALIMENTARE

⁽³⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO TUTELA E RISANAMENTO RISORSA ACQUA

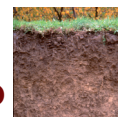
⁽⁴⁾ ARPA RA

⁽⁵⁾ ARPA DIREZIONE TECNICA

⁽⁶⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SERVIZIO PROGRAMMI, MONITORAGGIO E VALUTAZIONE

⁽⁷⁾ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – D.G. AMBIENTE

⁽⁸⁾ Consulente REGIONE EMILIA-ROMAGNA



Legenda colonna Tema ambientale

Tema ambientale	
Qualità del suolo	

Quadro sinottico degli indicatori

DPSIR	Tema ambientale	Nome Indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura		Trend	Pag.
				Spaziale	Temporale		
DETERMINANTI		Consistenza degli allevamenti zootecnici	Aria, Acqua	Provincia	1997-2009	☹️	623
PRESSIONI		Uso del suolo	Acqua, Rifiuti	Regione	2000-2008	☹️	627
		Consumo di suolo (impermeabilizzazione)	Aria, Acqua	Provincia	2003-2008	☹️	630
		Produzione di azoto da effluenti zootecnici	Acqua, Rifiuti	Provincia	1997-2009	☹️	633
		Uso di fertilizzanti	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	1998-2008	☹️	636
		Uso di fitofarmaci	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2003-2009	☹️	640
		Uso di fanghi di depurazione (agro-alimentari/da depurazione acque reflue urbane)	Acqua	Provincia	2004-2009	☹️	644
STATO		Tessitura del suolo	Natura e biodiversità	Regione	2008	☹️	649
		Reazione del suolo (pH)	Natura e biodiversità	Regione	2003	☹️	652
		Contenuto di carbonio organico	Acqua, Natura e biodiversità	Provincia	2007	☹️	655
		Erosione idrica	Acqua, Natura e biodiversità	Provincia	2007	☹️	658
		Contenuto di metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn e Zn) Indice di Geoaccumulo	Acqua, Natura e biodiversità, Rifiuti	Provincia, Pianura emiliana	2010	☹️	661
RISPOSTE		Misure agroambientali	Acqua, Natura e biodiversità	Regione	2000-2009	☹️	672
		Localizzazione dei siti inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna	Acqua	Provincia	2009	☹️	676



Introduzione

Con il termine suolo ci si riferisce qui allo strato superficiale della crosta terrestre. La sua importanza come risorsa vitale, in larga misura non rinnovabile, quindi da proteggere, è stata riproposta con evidenza sia a livello internazionale che nazionale. Nel 2006 la Commissione europea ha approvato la Comunicazione 231 “Strategia tematica per la protezione del suolo” in cui si afferma che: “Il suolo assicura una serie di funzioni chiave, a livello ambientale, sociale ed economico, indispensabili per la vita. Agricoltura e silvicoltura dipendono dal suolo per l’apporto di acqua e nutrienti e per l’innesto delle radici. Il suolo svolge inoltre un ruolo centrale per la protezione dell’acqua e lo scambio di gas con l’atmosfera, grazie a funzioni di magazzinaggio, filtraggio, tampone e trasformazione. È anche un habitat e un *pool* genico, un elemento del paesaggio e del patrimonio culturale e una fonte di materie prime”.

In questo capitolo gli indicatori proposti vogliono fornire un quadro delle pressioni, essenzialmente di origine antropica, a carico del suolo e del suo stato ambientale, e delle misure adottate in Emilia-Romagna per migliorarne la qualità.

Quasi la metà del territorio regionale presenta suoli pianeggianti, di origine alluvionale, estremamente fertili, una risorsa di innegabile valore per il settore agricolo. I suoli della pianura sono soggetti agli usi più aggressivi da parte dell’azione dell’uomo, sia che vengano coltivati o che siano destinati ad altre utilizzazioni.

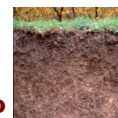
Anche i suoli della collina sono caratterizzati da una buona fertilità, che deriva dalla composizione litologica dei substrati su cui si sono evoluti. Essi ospitano colture di pregio (vite, frutta), ma ancor più dei suoli della montagna sono soggetti al rischio di degradazione per erosione, in quanto maggiormente interessati dall’attività agricola che negli ultimi decenni ha radicalmente modificato pratiche e tecniche colturali.

Per i suoli agricoli è diventato inoltre particolarmente importante, negli ultimi anni, conoscere il contenuto di alcuni elementi: i metalli pesanti, microelementi così chiamati a causa del loro peso molecolare. Se alcuni di questi possono essere considerati, fino a una data soglia, come micronutrienti per le piante, altri come l’arsenico, il cadmio, il cromo, il mercurio, il nickel e il piombo sono considerati tossici per le piante e gli animali. La presenza di questi metalli nel suolo è principalmente dovuta a origini naturali; solo negli ultimi secoli l’uomo è intervenuto in modo massiccio apportandone artificialmente con la distribuzione di concimi, fitofarmaci, prodotti connessi con le produzioni agricole. Negli ultimi decenni, inoltre, un’ulteriore fonte di apporto antropico di metalli pesanti avviene con l’inquinamento atmosferico e la collocazione sui suoli agricoli di fanghi di depurazione e di compost.

In sintonia con la citata Comunicazione della Commissione europea, che individua come prioritarie a livello europeo le minacce a carico del suolo derivanti da erosione, diminuzione della materia organica, contaminazione del suolo locale e diffusa e impermeabilizzazione, gli indicatori proposti sono orientati a fornire gli elementi per la loro valutazione specifica a livello regionale.

La maggior parte di essi è riproposta, con lo specifico aggiornamento, come nei precedenti annuari ed è riconoscibile dall’analogo nome identificativo. Altri hanno avuto una parziale modifica, volta a evidenziarne più correttamente l’influenza sullo stato della risorsa (Uso del suolo; Uso di fanghi di depurazione). In particolare quest’ultimo è stato preso in considerazione come potenziale apporto di elementi inquinanti e causa di inquinamento del suolo. Altri ancora, di recente introduzione, descrivono in maniera significativa fenomeni rilevanti nell’uso e nella gestione dei suoli regionali. Sia “Consumo di suolo” che “Misure agroambientali” forniscono infatti importanti informazioni sugli interventi di pianificazione territoriale e agricola che ne condizionano la perdita o meno di multifunzionalità.

Tra gli indicatori individuati, che segnalano le potenziali fonti di pressioni esercitate dall’attività antropica sul suolo, la maggior parte appartiene al mondo agricolo. La gestione agraria può condizionare in modo significativo le caratteristiche del suolo, determinando miglioramenti - ad esempio con drenaggio, irrigazione, bonifica - e degradazioni - ad esempio la diminuzione del contenuto in carbonio o l’aumento del rischio di erosione. In questo ultimo periodo, anche grazie ai nuovi indirizzi della Politica Agricola Comunitaria, è possibile stimare una diminuzione più o meno significativa delle pressioni negative esercitate da fonti agricole. Viceversa altri settori (l’industriale, dell’energia, della gestione dei rifiuti), per quanto ben identificati come generiche potenziali fonti di pressione sullo stato del suolo, hanno al momento una individuazione di precisi indicatori molto parziale.



Determinanti

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Consistenza degli allevamenti zootecnici	DPSIR	D
UNITA' DI MISURA	N. capi	FONTI	Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna (IZSLE-BDN), Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1997-2009
AGGIORNAMENTO DATI	Decennale (censimento ISTAT), Annuale (IZSLE)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 152/06 DM MiPAF 19/04/99 "Approvazione del Codice di Buona Pratica Agricola"		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		

Descrizione dell'indicatore

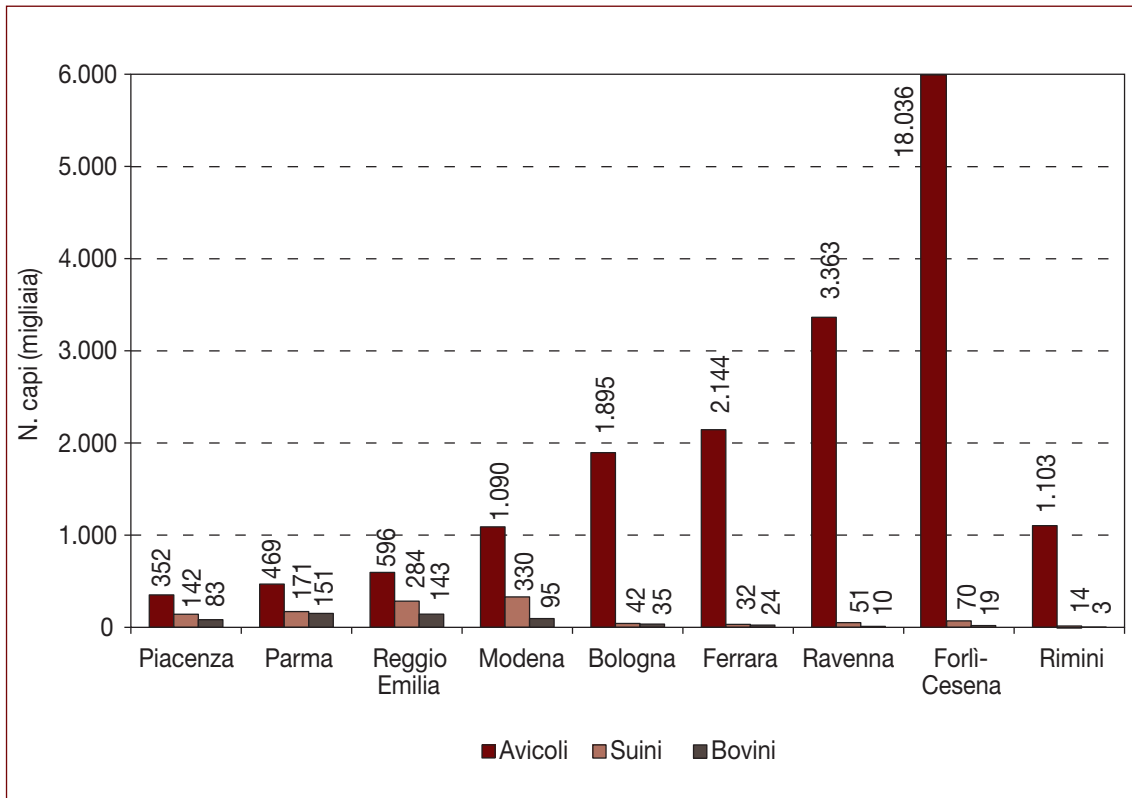
L'indicatore fornisce, per le principali tipologie di allevamento presenti sul territorio regionale, il numero dei capi allevati alla data dell'ultimo aggiornamento disponibile. Poiché le deiezioni di origine animale hanno come destinazione il suolo, il numero di capi allevati rappresenta un importante indicatore per stimare il carico di azoto di origine zootecnica nelle diverse aree della regione.

Scopo dell'indicatore

Descrivere l'andamento della consistenza numerica delle produzioni zootecniche per tipologie animali e ambiti territoriali (province).

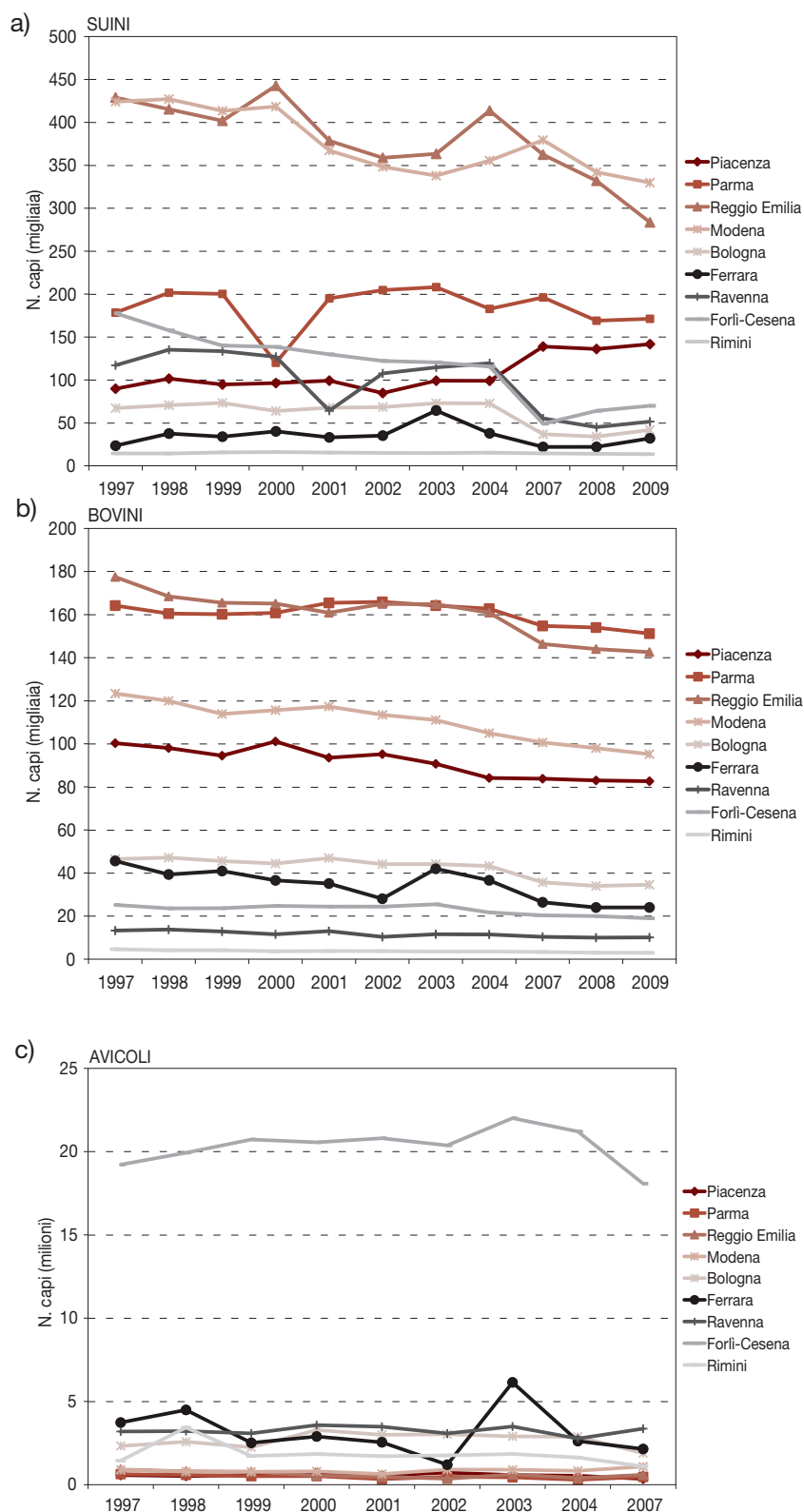
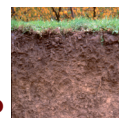


Grafici e tabelle



Fonte: IZSLE (Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna) e BDN (Banca Dati Nazionale)

Figura 8.1: Numero assoluto di capi allevati per le principali specie e per provincia (suini e bovini 2009; avicoli 2007)



Fonte: IZSLE (Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna) e BDN (Banca Dati Nazionale)

Figure 8.2 (a, b, c): Tendenza nel tempo della consistenza suina, bovina (1997-2009) e avicola (1997-2007) per provincia



Commento ai dati

Nel primo grafico (figura 8.1) è possibile apprezzare la consistenza zootecnica nelle singole province e si conferma anche nel 2009 la localizzazione prevalente degli allevamenti bovini e suini nella parte occidentale della regione, mentre quelli avicoli si concentrano nella restante parte. Nelle ulteriori rappresentazioni (figura 8.2 a,b,c) emerge come le consistenze zootecniche bovine, aggiornate al 2009, presentino un diffuso, leggero trend in diminuzione, confermando la tendenza in atto dal 2004. Per le consistenze suinicole, anch'esse con dati aggiornati al 2009, permane, anche se fortemente rallentata, la diminuzione in particolare nelle province di produzione tipica: Reggio Emilia (-14,6% rispetto al 2008) e Modena (-3,6%), mentre nelle altre province l'andamento è stazionario o in aumento. L'allevamento avicolo, per il quale sono disponibili dati ufficiali sino al 2007, manifesta andamenti contrastanti: aumenti significativi a Parma (+59%) e Reggio Emilia (+48%), meno rilevanti a Modena e Ravenna e una leggera diminuzione nelle province di produzione tipica come Forlì-Cesena (-15%) e Rimini (-32%).



Pressioni

SCHEMA INDICATORE

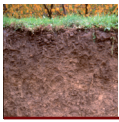
NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso del suolo</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Ettari</i>	Fonte	<i>ISTAT, Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2000-2008</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Decennale (ISTAT), Quinquennale (RER)</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Rifiuti</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>LR 20/2000</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

Quantifica le superfici del territorio regionale utilizzate per differenti scopi e i cambiamenti avvenuti in un determinato arco di tempo. L'uso del suolo rientra pienamente tra i fattori di pressione esercitati dall'uomo sul suolo. Nel territorio della regione Emilia-Romagna, per circa la metà costituito da una vasta pianura fortemente antropizzata, le scelte d'uso e di gestione del suolo ne condizionano in maniera significativa la qualità. I processi di urbanizzazione, il tipo di coltivazioni agrarie e le pratiche agronomiche correlate, l'abbandono colturale o l'aumento dei boschi agiscono in maniera diversa, talora contrastante sulle qualità del suolo. Ad esempio la rinaturalizzazione di vaste superfici collinari, conseguente all'abbandono colturale, se può essere letta come una diminuzione della pressione esercitata dall'uomo, è in genere accompagnata dalla scomparsa delle tradizionali regimazioni idraulico-agrarie, efficaci contro i dissesti idrogeologici e la perdita di suolo per erosione idrica.

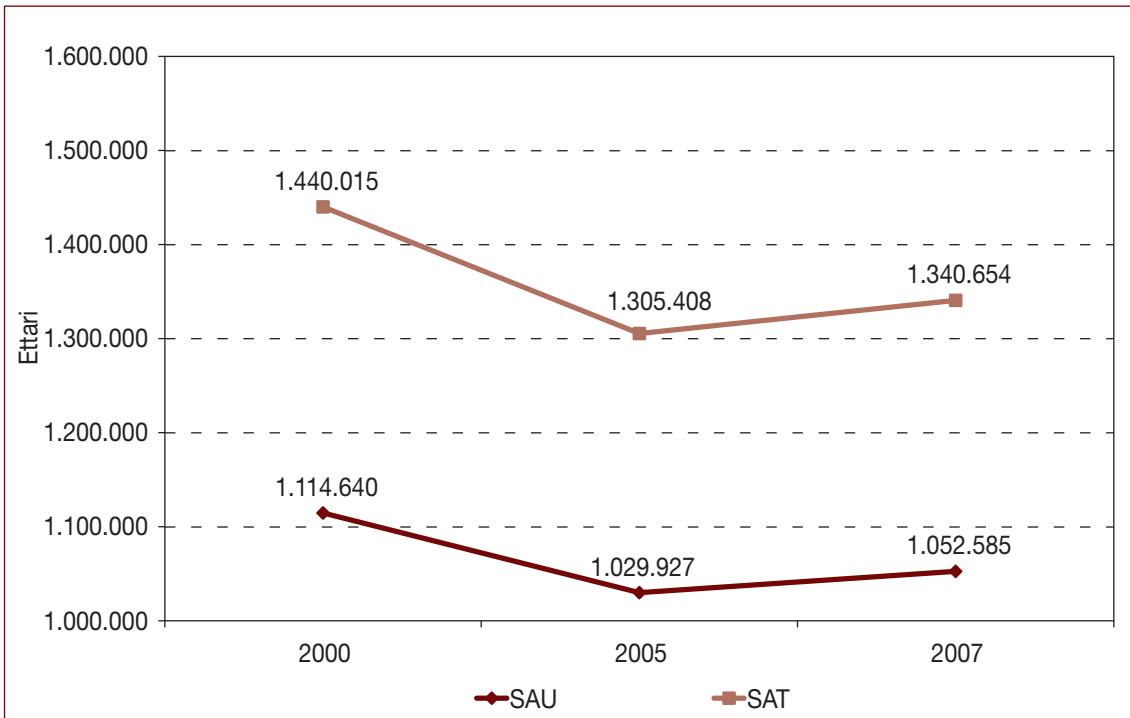
Scopo dell'indicatore

L'indicatore si propone di evidenziare i principali cambiamenti d'uso del suolo verificatisi nel territorio regionale nel quinquennio 2003-2008. L'analisi è orientata dall'ipotesi che la pressione antropica esercitata sul suolo sia progressivamente più elevata passando dagli usi propri dei "Territori boscati e ambienti seminaturali" a quelli dei "Territori agricoli" e via via a quelli dei "Territori artificializzati".



Suolo

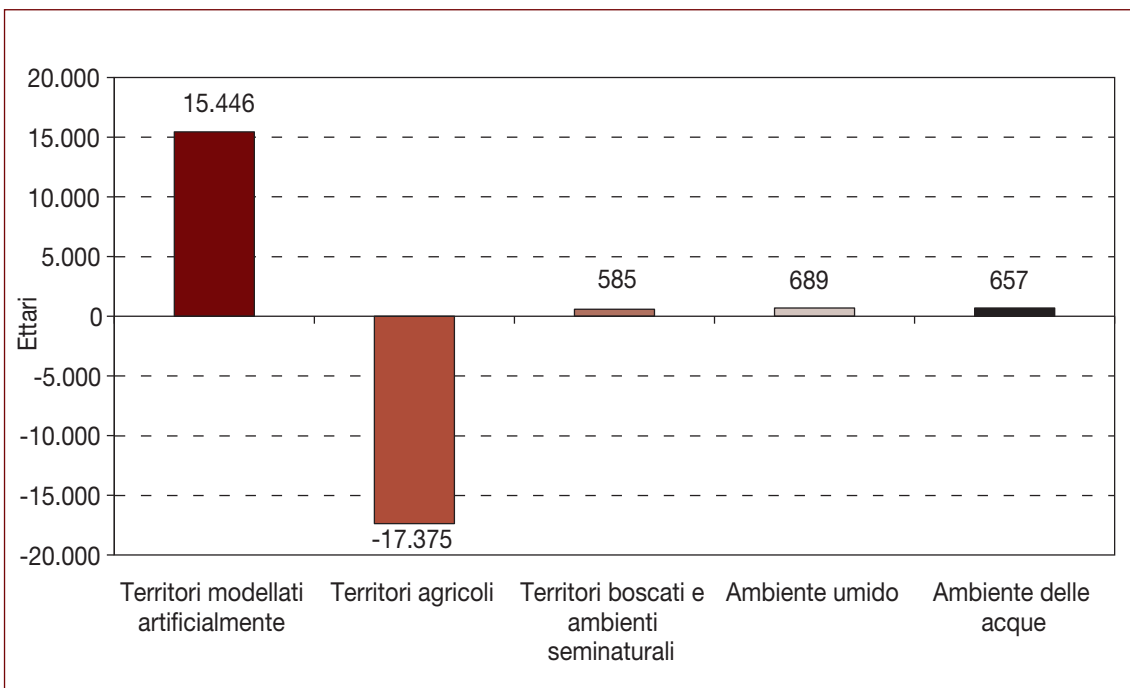
Grafici e tabelle



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna* su dati ISTAT

Figura 8.3: Superficie Agricola Utilizzata (SAU) e Superficie Agricola Totale (SAT) in ettari

Nota: * Servizio Geologico, sismico e dei suoli



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.4: Variazioni dell'uso del suolo (macro-categorie) nel periodo 2003-2008. Per la valutazione dell'uso del suolo 2003 è stata utilizzata l'edizione del settembre 2010

Nota: * Elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Sviluppo Amministrazione digitale e Sistemi informativi geografici


Tabella 8.1: Variazioni delle superfici a diverso uso del suolo (2003-2008)**

CATEGORIE (livello 2 CORINE Land COVER)		Area (ettari)		Variazione 2003-2008 (ettari)
		2003	2008	
Territori modellati artificialmente	Zone urbanizzate	100.522	105.918	5.396
	Insedimenti produttivi, commerciali, dei servizi pubblici e privati, delle reti e delle aree infrastrutturali	56.045	62.768	6.723
	Aree estrattive, discariche, cantieri e terreni artefatti e abbandonati	14.063	15.762	1.699
	Aree verdi artificiali non agricole	20.294	21.922	1.628
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE"			15.446
Territori agricoli	Seminativi	1.064.295	1.054.080	-10.215
	Colture permanenti	165.135	156.184	-8.952
	Prati stabili	29.013	30.802	1.789
	Zone Agricole eterogenee	56.588	56.591	3
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI AGRICOLI"			-17.375
Territori boscati e ambienti seminaturali	Aree boscate	522.221	524.118	1.897
	Ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione	82.962	81.257	-1.706
	Zone aperte con vegetazione rada o assente	22.060	22.454	394
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI"			585
Ambiente umido	Zone umide interne	6.975	7.722	747
	Zone umide marittime	17.944	17.886	-58
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "AMBIENTE UMIDO"			689
Ambiente delle acque	Zone umide interne	53.851	54.508	657
	Zone umide marittime	0	0	0
	VARIAZIONE DELLA CATEGORIA "AMBIENTE DELLE ACQUE"			657

Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Note:

* Elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Sviluppo Amministrazione digitale e Sistemi informativi geografici

** Per la valutazione dell'uso del suolo 2003 è stata utilizzata la "Carta dell'uso del suolo 2003" (Ed. 2010)

Commento ai dati

I dati delle statistiche agricole (ISTAT 2007) segnalano una lieve battuta d'arresto nel processo di diminuzione della superficie agricola utilizzata (SAU) e della superficie agricola totale (SAT) rispetto al 2005 anche se, relativamente ai dati dell'ultimo censimento dell'Agricoltura (anno 2000), è confermata a livello regionale la loro sostanziale diminuzione (figura 8.3).

Il confronto dell'uso del suolo 2003-2008 fornisce un quadro dettagliato della dinamica dell'uso complessivo del territorio regionale in tale periodo. Contemporaneamente alla contrazione dei territori agricoli, stimata essere di circa 17.375 ha (tabella 8.1), si è verificato un leggero aumento dei territori a bosco, degli ambienti seminaturali, delle zone umide e dei corpi idrici e un sensibile aumento dei territori artificializzati (figura 8.4). Diversamente dalle dinamiche d'uso rilevate nel più lungo periodo 1976-2003 in cui la maggior parte del territorio agricolo, non più destinato a tale uso, era stato interessato da interventi di forestazione, naturalizzazione o abbandono, nel 2003-2008 emerge in maniera netta l'artificializzazione del suolo a discapito della sua utilizzazione agricola, con conseguenze rilevanti anche sulla sua capacità di immagazzinare carbonio o di regolare il deflusso delle acque e la ricarica delle falde idriche.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Consumo di suolo (impermeabilizzazione)	DPSIR	P
UNITA' DI MISURA	Ettari, percentuale	FONTE	Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2003-2008
AGGIORNAMENTO DATI	Quinquennale (RER)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	LR 20//2000 LR 6 luglio 2009, n. 6		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		

Descrizione dell'indicatore

Quantifica, in questo contesto specifico, le superfici del territorio regionale interessate dal fenomeno dell'impermeabilizzazione e la loro dinamica nel tempo. Se l'uso del suolo rientra tra i maggiori fattori di pressione esercitati dall'uomo sul suolo, ve ne è un tipo che incide in maniera pressoché irreversibile sulle potenzialità d'uso di questa matrice ambientale. Si tratta dell'insieme degli interventi di urbanizzazione che comportano in maniera più o meno intensa la "sigillatura" o l'impermeabilizzazione del suolo. Delle numerose funzioni che il suolo è chiamato a svolgere: produzione di cibo e materie prime, filtro e serbatoio di numerose sostanze, elemento del paesaggio e del patrimonio culturale, piattaforma per lo svolgimento delle attività umane, quest'ultima, se attivata, preclude la possibilità di esercitarne qualsiasi altra, non solo nel presente, ma anche nel futuro. Per questo si ritiene appropriato parlare di perdita o meglio di consumo di suolo.

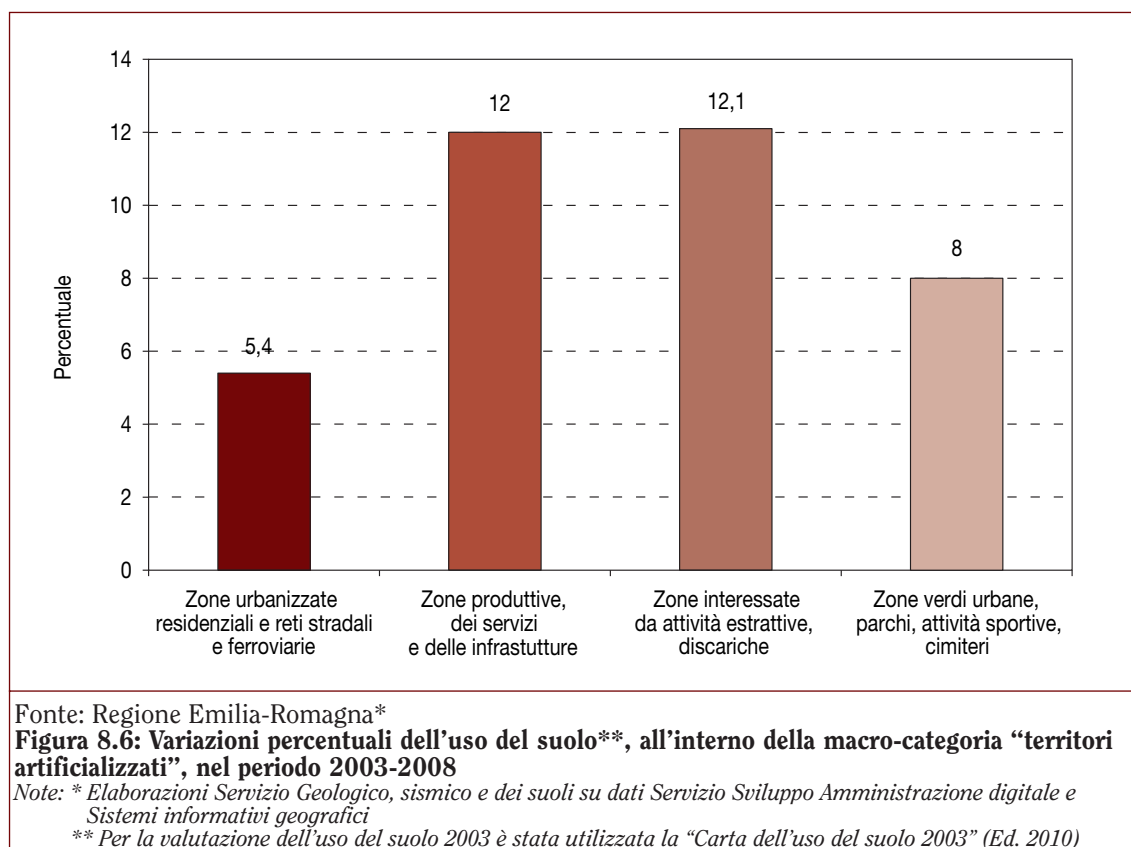
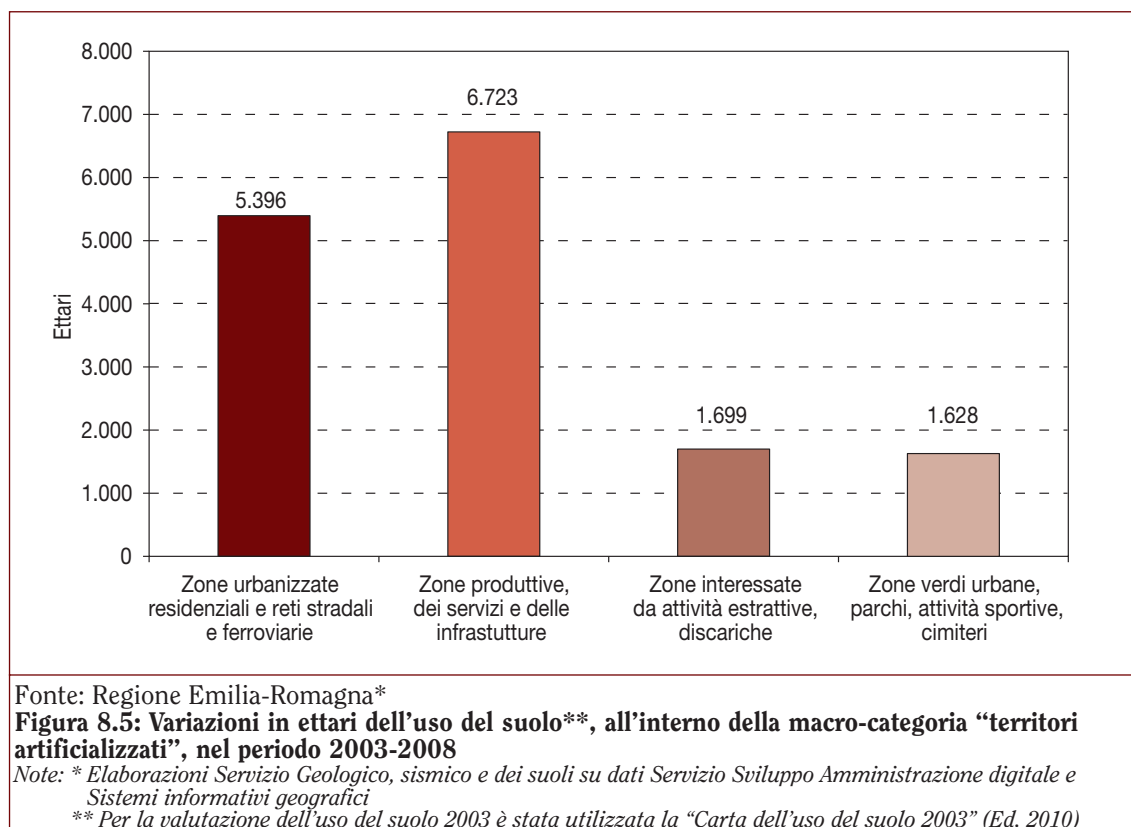
La sigillatura del suolo, inoltre, produce un notevole squilibrio nel ciclo idrologico di un territorio, rendendone di fatto impermeabili vasti tratti e modificando le modalità di deflusso (aumento dei tempi di corrivazione) e di ricarica delle falde idriche.

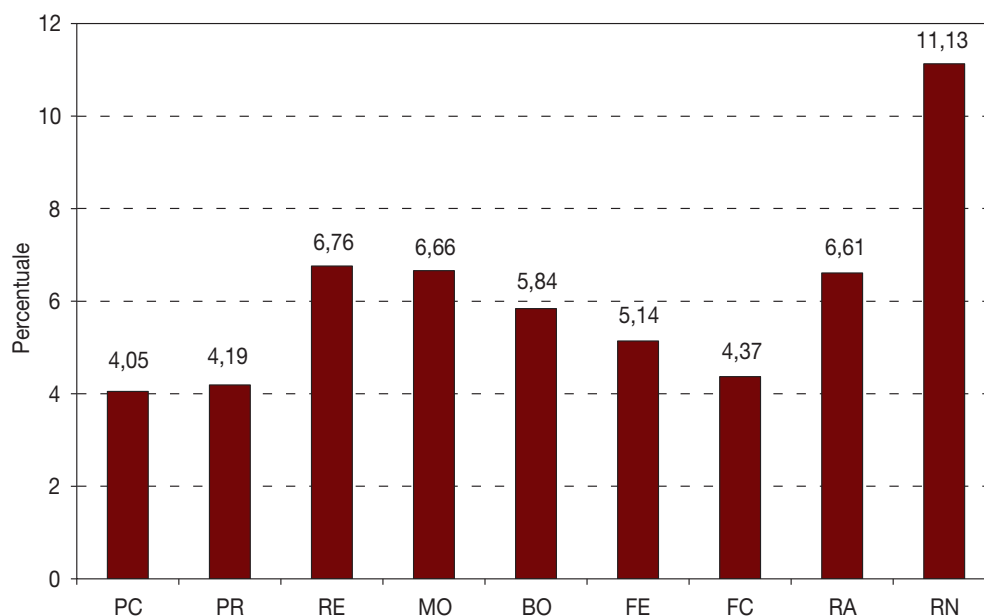
Scopo dell'indicatore

L'indicatore fornisce un quadro generale del fenomeno dell'impermeabilizzazione nel territorio regionale.



Grafici e tabelle





Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 8.7: Percentuale di impermeabilizzazione dei territori provinciali dell'Emilia-Romagna**

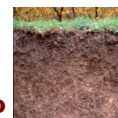
Note: * Elaborazioni Servizio Geologico, sismico e dei suoli su dati Servizio Sviluppo Amministrazione digitale e Sistemi informativi geografici

** Per la valutazione dell'uso del suolo 2003 è stata utilizzata la "Carta dell'uso del suolo 2003" (Ed. 2006)

Commento ai dati

Il confronto tra la Carta dell'uso del suolo 2003 (ed. 2010) e quella del 2008, che segnala un aumento della superficie "antropizzata" di circa 154 kmq, evidenzia come il consumo di suolo sia un fenomeno dovuto soprattutto all'espandersi delle zone produttive, dei servizi e delle infrastrutture e subordinatamente all'espansione residenziale e delle reti delle comunicazioni (figura 8.5). Il fenomeno non è avvenuto uniformemente ma ha interessato soprattutto la pianura e parte della collina, le aree della regione con i suoli a maggiore vocazione agricola. Nel periodo considerato si osserva anche un importante aumento, di poco superiore al 12% (figura 8.6), delle aree interessate da cantieri, attività estrattive, discariche, tutte attività che possono comportare una degradazione irreversibile del suolo. Il suolo, nella maggior parte di questi casi, viene asportato e accantonato per essere successivamente rimesso a posto. Diversamente l'impermeabilizzazione delle aree urbane e/o produttive determina una perdita radicale della capacità multifunzionale del suolo. La sua quantificazione diventa un importante elemento per valutare la sostenibilità ambientale delle azioni settoriali di programmazione del territorio. Una prima stima delle superfici effettivamente sigillanti il suolo all'interno della macro-categoria di uso del suolo "Territori modellati artificialmente" ha rivelato un range di valori di impermeabilizzazione molto variabile: dallo 0,05% (ippodromi, campi da golf) al 95% (tessuto residenziale compatto e denso). L'individuazione e l'applicazione di indici specifici per categoria d'uso della Carta dell'uso del suolo 2003 (ed. 2006) ha consentito di fare una stima accurata della superfici impermeabilizzate relative ai territori delle province emiliano-romagnole (figura 8.7). Differenze di impermeabilizzato di pochi chilometri (o dell'ordine dell'1-2%) sono comunque da considerarsi trascurabili conseguentemente al grado di approssimazione nella misura delle superfici dovuto alla metodologia di realizzazione delle carte e di stima dell'impermeabilizzazione.

Dai valori calcolati, generalmente compresi tra 4,0 e 7,0%, emerge nettamente la provincia di Rimini, che con l'11,1% supera le stime segnalate per l'insieme degli stati membri della Unione Europea pari a 0,3-10% (COM 231/2006).



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Produzione di azoto da effluenti zootecnici	DPSIR	P
UNITA' DI MISURA	Chilogrammi/ettaro di SAU	FONTE	ISTAT, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna (IZSLE), Regione Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1997-2009
AGGIORNAMENTO DATI	Decennale (ISTAT) Annuale (IZSLE)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Rifiuti
RIFERIMENTI NORMATIVI	DM MiPAF 07/04/2006 Delibera Assemblea Regionale n. 96/2007		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Stima della produzione di azoto mediante elaborazione dei dati sul numero dei capi allevati e applicazione dei coefficienti per la stima della produzione di azoto al campo fissati dalla normativa regionale ($N. \text{ di capi allevati} \times \text{peso medio} = \text{peso vivo allevato} \times \text{coeff./SAU} = \text{azoto prodotto/ettaro di SAU}$) (la SAU di riferimento è quella del censimento ISTAT del 2000). La stima per l'anno 2007 ha utilizzato nuovi coefficienti (+30% circa) aggiornati per adeguamento alla normativa nazionale ed europea		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore individua i quantitativi di azoto derivanti dagli effluenti prodotti negli allevamenti. La stima della produzione di azoto, per gli anni 1997-2004, è effettuata mediante elaborazione dei dati sul numero dei capi allevati e applicazione dei coefficienti per la stima della produzione di azoto al campo fissati dalla normativa regionale ($N. \text{ di capi allevati} \times \text{peso medio} = \text{peso vivo allevato} \times \text{coeff./SAU} = \text{azoto prodotto/ettaro di SAU}$) (la SAU di riferimento è quella del censimento ISTAT del 2000).

La stima a partire dall'anno 2007 ha utilizzato nuovi coefficienti (+30% circa) aggiornati per adeguamento alla normativa nazionale ed europea.

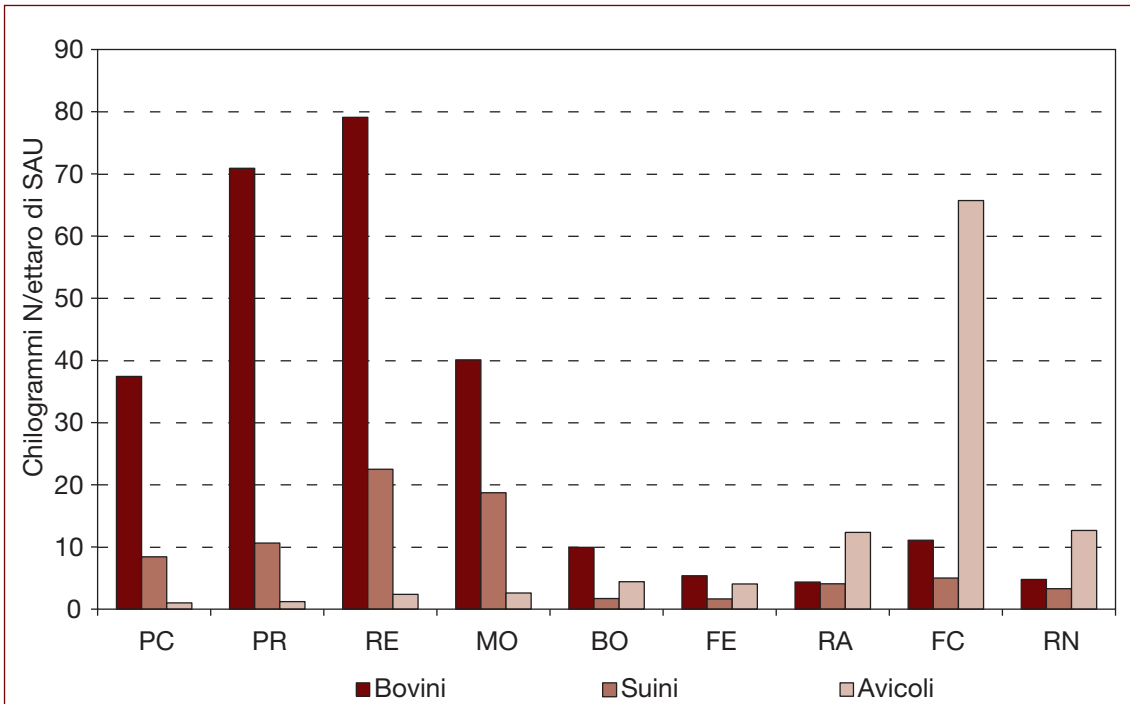
Scopo dell'indicatore

Valutare entità e tendenza del carico di azoto proveniente dalla produzione di effluenti zootecnici e potenzialmente somministrato al suolo.



Suolo

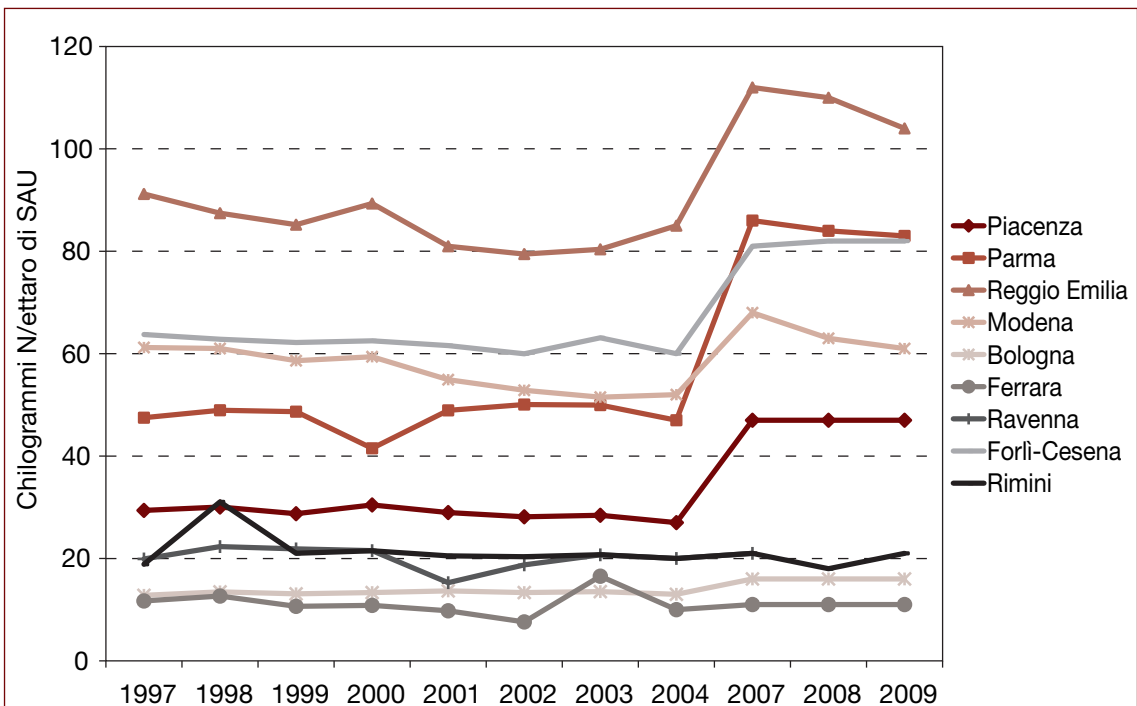
Grafici e tabelle



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati IZSLE

Figura 8.8: Quantitativo di azoto prodotto e potenzialmente distribuito per ettari di SAU di ogni provincia (ISTAT 2000)

Nota: Per bovini, suini i dati sono aggiornati al 2009, per gli avicoli al 2007



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati IZSLE

Figura 8.9: Tendenza nel tempo (1997-2009) dei chilogrammi di azoto zootecnico (suino + bovino + avicolo) in rapporto agli ettari di SAU di ogni provincia (ISTAT 2000)

Nota: L'azoto di origine avicola è stimato essere costante negli anni 2008 e 2009



Commento ai dati

Dalla figura 8.8 si rileva come l'apporto potenziale al suolo di azoto da parte di effluenti prodotti dalle specie bovine e suine sia particolarmente rilevante nella zona occidentale della regione, conseguenza dovuta all'elevato numero di capi allevati nelle province emiliane. Tra le altre province emerge nettamente la provincia di Forlì-Cesena per l'elevata produzione di azoto da specie avicole. In relazione ai quantitativi potenzialmente somministrati al suolo nel corso del tempo, la figura 8.9, presenta un trend stazionario per quasi tutte le province sino al 2004, mentre nell'anno 2007 il grafico segnala un aumento rilevante, superiore del 30% in ben cinque province. Poiché le consistenze zootecniche non hanno avuto un aumento, anzi talora sono diminuite, va sottolineato che la variazione è essenzialmente dovuta all'incremento dei coefficienti di produzione d'azoto recentemente adottati dalla Regione per adeguamento alla normativa nazionale ed europea. Un corretto confronto col passato richiederebbe un adeguamento delle stime degli anni precedenti, anche se ragionevolmente si può ritenere che la tendenza degli anni passati sia confermata. I dati degli ultimi anni per quanto parzialmente aggiornati, manca infatti la componente avicola, lo attestano.



SCHEMA INDICATORE

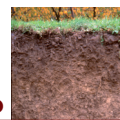
NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso di fertilizzanti</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Tonnellate, chilogrammi/ettaro di SAU</i>	FONTE	<i>ISTAT, Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1998-2008</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>LR 28/9 DGR 2546/03 Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PSR 2007-2013 LR 25/2000</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

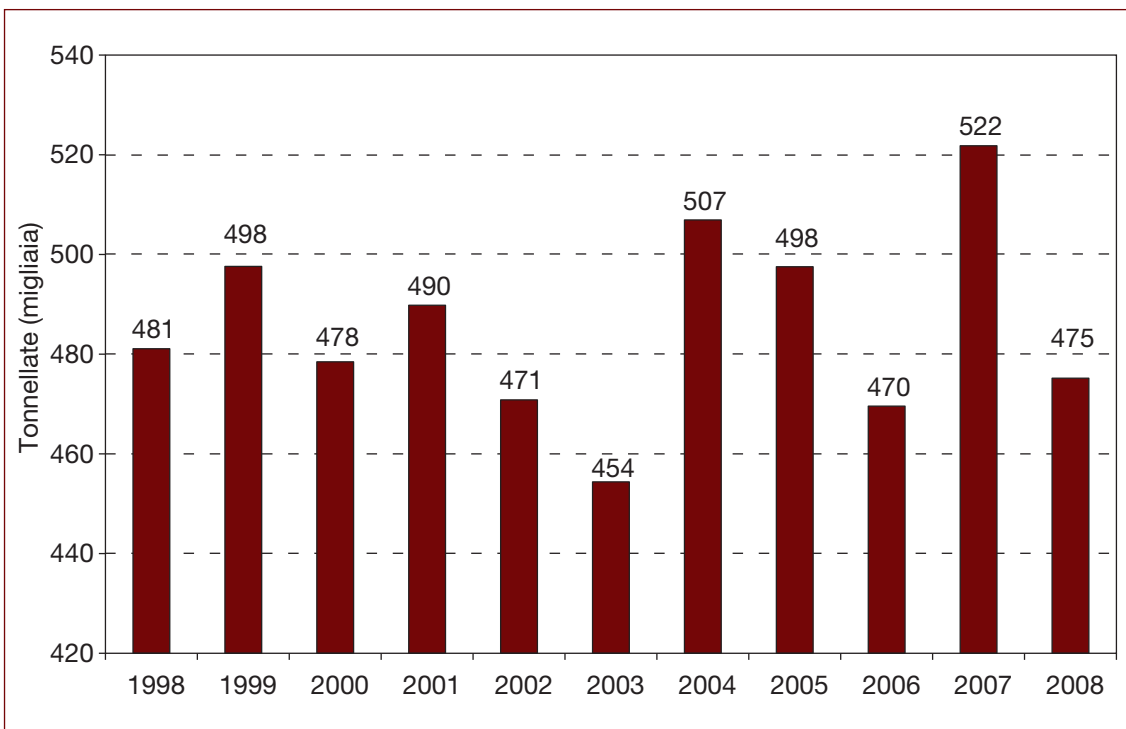
L'uso dei fertilizzanti chimici ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo della moderna agricoltura, ormai fortemente dipendente dai nutrienti per mantenere gli attuali standard di produttività. Tra i principali effetti ambientali negativi generati dall'agricoltura sono spesso citati quelli legati all'uso eccessivo dei nutrienti chimici, il quale ha portato, infatti, all'accumulo di nutrienti nei suoli, alterandone le proprietà fisiche e chimiche. Inoltre, con meccanismi diversi da elemento a elemento e in funzione di numerosi fattori, quali: tipo di suolo e tipo di coltura, sistema di drenaggio, dosi, modalità e periodi di fertilizzazione, "i nutrienti chimici" possono contaminare le acque superficiali o profonde, soprattutto i nitrati e i fosfati, e, successivamente, stimolare lo sviluppo delle alghe (eutrofizzazione).

Scopo dell'indicatore

Documentare l'intensità d'uso nell'ultimo decennio dei fertilizzanti, con particolare attenzione a quelli azotati, fosfatici e potassici, nelle aree agricole della regione.

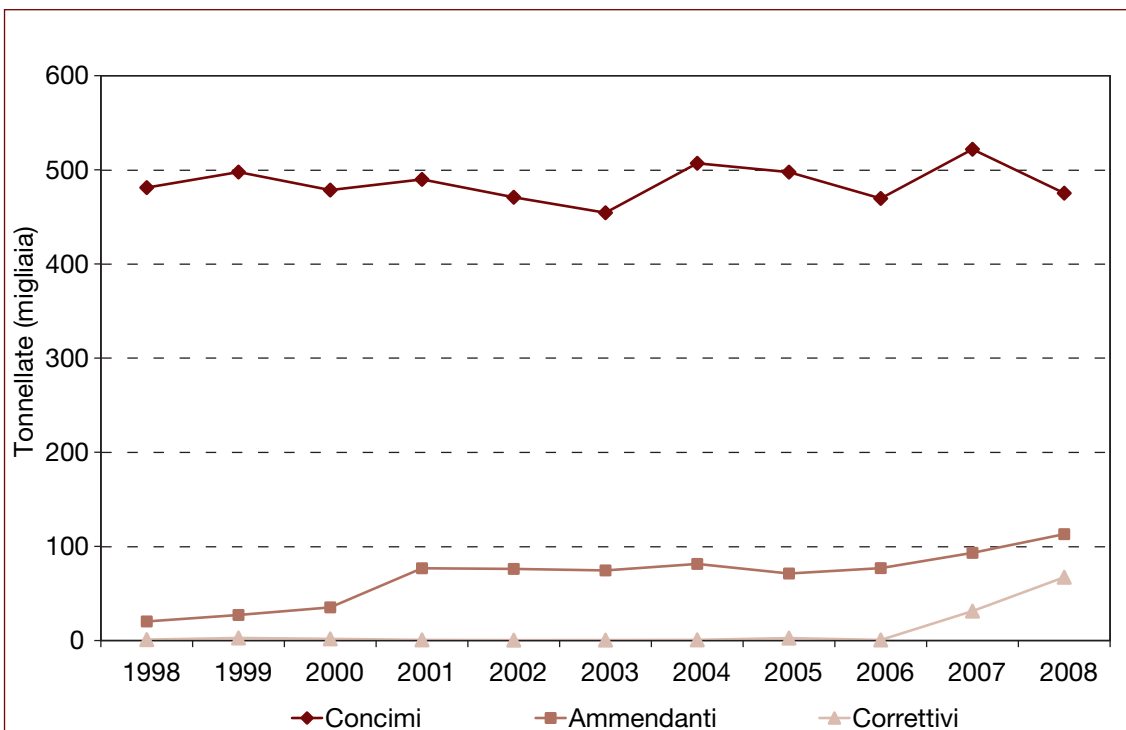


Grafici e tabelle



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.10: Quantitativi di fertilizzanti commercializzati nel periodo 1998-2008 nella regione Emilia-Romagna

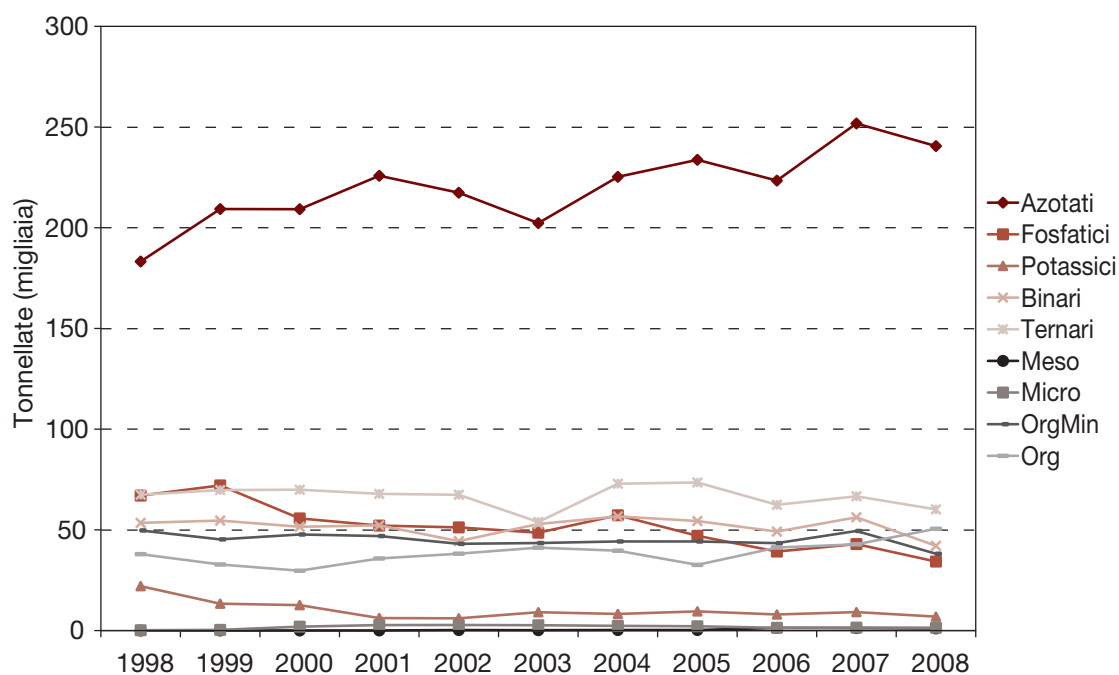


Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.11: Quantitativi di fertilizzanti, per macro-categoria, commercializzati nel decennio 1998-2008 nella regione Emilia-Romagna

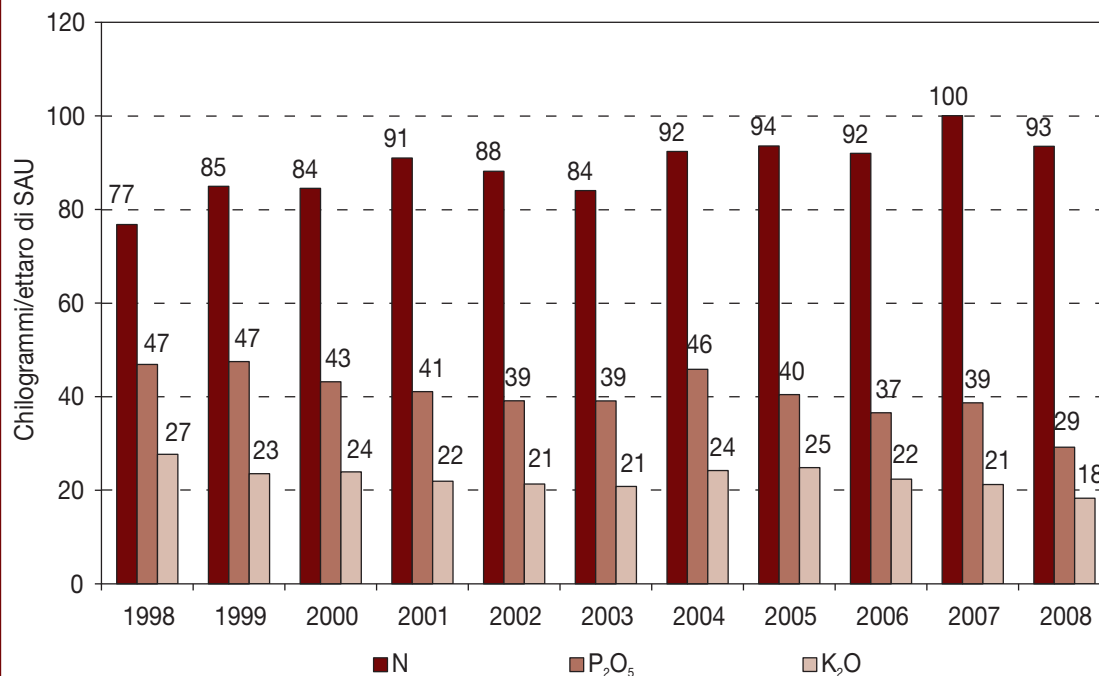


Suolo



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.12: Quantitativi di fertilizzanti, per categoria, commercializzati nel periodo 1998-2008 nella regione Emilia-Romagna



Fonte: Elaborazioni Regione Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.13: Quantitativi di fertilizzanti, in unità di azoto (N), fosforo (P₂O₅) e potassio (K₂O), commercializzati per ettaro di Superficie Agricola Utilizzata nel periodo 1998-2008 nella regione Emilia-Romagna



Commento ai dati

Le vendite dei fertilizzanti (concimi + ammendanti + correttivi) in regione nel 2008 sono aumentate rispetto all'anno precedente solo del 1,4%, con forte rallentamento rispetto alla crescita del 2007. Il risultato complessivo è determinato da un aumento nell'uso degli ammendanti e dei correttivi che ha più che bilanciato la riduzione nell'impiego dei concimi (figura 8.11). Da notare il calo dei concimi azotati che negli ultimi anni avevano fatto registrare quasi sempre una tendenza all'incremento (figura 8.12). I concimi fosfatici e potassici mostrano una riduzione dell'uso, confermando nel periodo considerato (1998-2008) la tendenza iniziata negli anni '80 (figura 8.13).



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso di fitofarmaci</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Tonnellate</i>	FONTE	<i>ISTAT</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2003-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

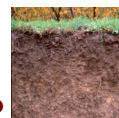
Con il termine “prodotti fitosanitari” si intendono sostanze attive e preparati contenenti una o più sostanze attive impiegati in agricoltura per proteggere i vegetali dagli organismi nocivi o dalle piante infestanti e consentire elevati standard di qualità delle produzioni agricole. L'impiego di fitofarmaci sui suoli agricoli può rappresentare un fattore di pressione per l'ambiente in quanto tali sostanze, una volta distribuite, possono produrre, talvolta, effetti indesiderati in ragione delle caratteristiche ecotossicologiche dei prodotti. Una delle matrici maggiormente vulnerate è rappresentata dalla risorsa idrica, ma tali sostanze possono accumularsi anche nella matrice suolo.

Occorre tuttavia sottolineare come l'effettivo impatto ambientale dei fitofarmaci sia legato a svariati fattori, fra i quali: il periodo di distribuzione, le condizioni agro-climatiche, il tipo di suolo, le proprietà chimico fisiche specifiche del principio attivo (che ne determinano la persistenza, la solubilità, il grado di adsorbimento, etc.) e le sistemazioni idrauliche dei terreni. La limitazione al minimo necessario dell'uso di questi mezzi tecnici in agricoltura è una delle politiche per progredire verso forme più evolute di agricoltura sostenibile.

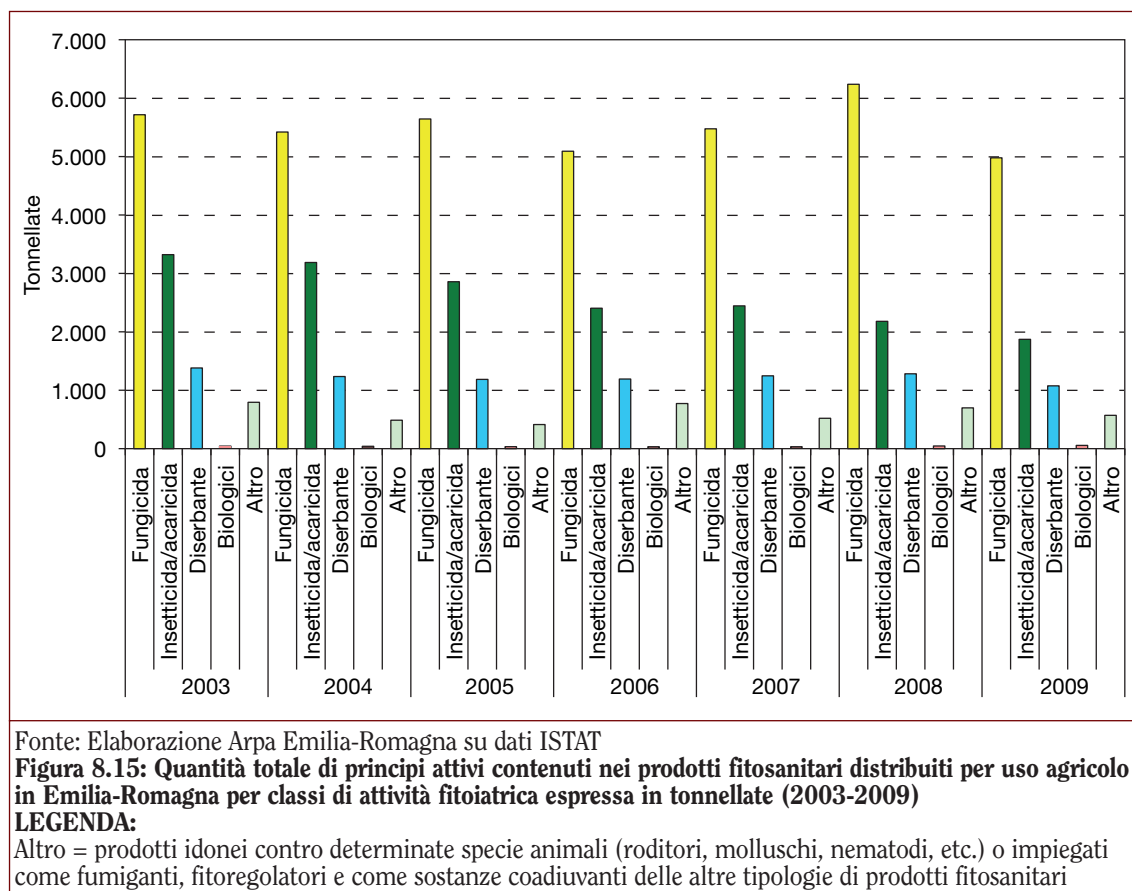
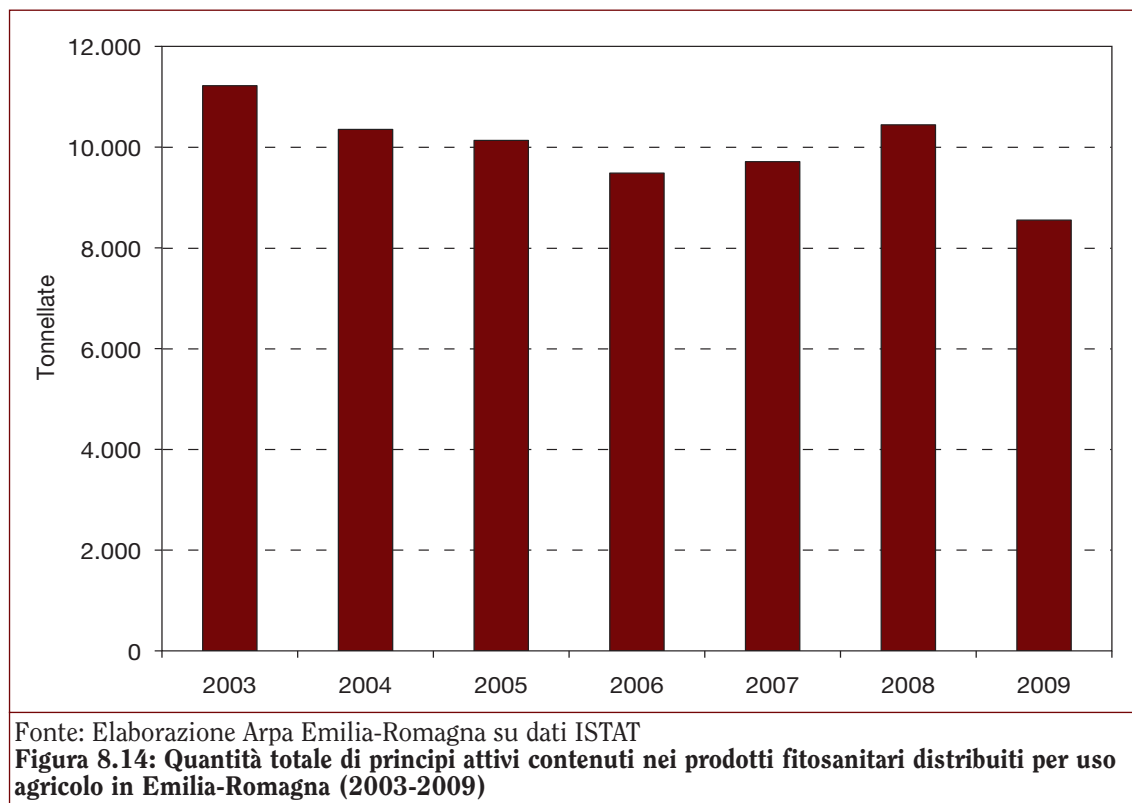
Scopo dell'indicatore

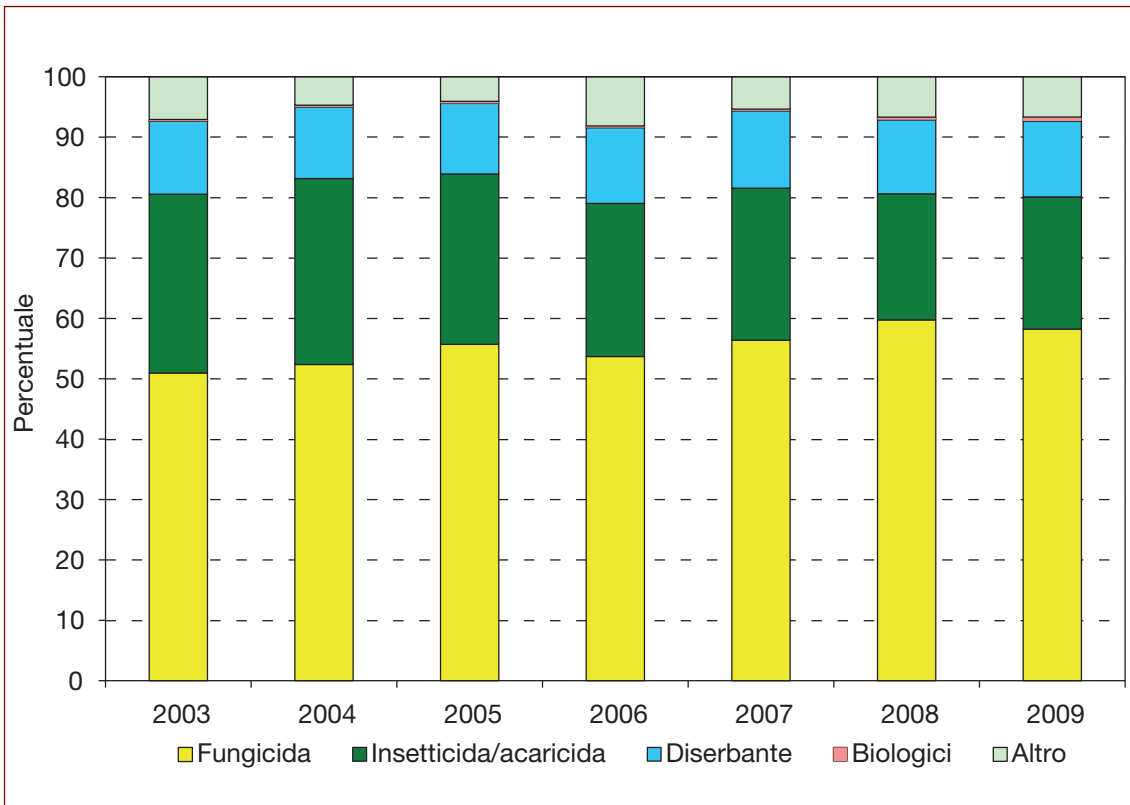
Rappresentare il quantitativo di prodotti fitosanitari venduto per uso agricolo e valutarne la dinamica di distribuzione sul territorio.

Occorre ricordare, però, che non tutti i prodotti fitosanitari esercitano la stessa pressione sulle risorse ambientali. A tale riguardo, la Regione Emilia-Romagna, ad esempio nell'ambito della pianificazione dei monitoraggi delle acque, per l'individuazione delle sostanze prioritarie utilizza l'Indice di Priorità (IP), che è un indice complesso che tiene conto dei dati di consumo (dati di vendita), della modalità di utilizzo del prodotto (sul terreno o parti vegetali), delle caratteristiche chimico-fisiche e partitive della sostanza (proprietà chemodinamiche) e della persistenza, cioè della resistenza alla degradazione.



Grafici e tabelle



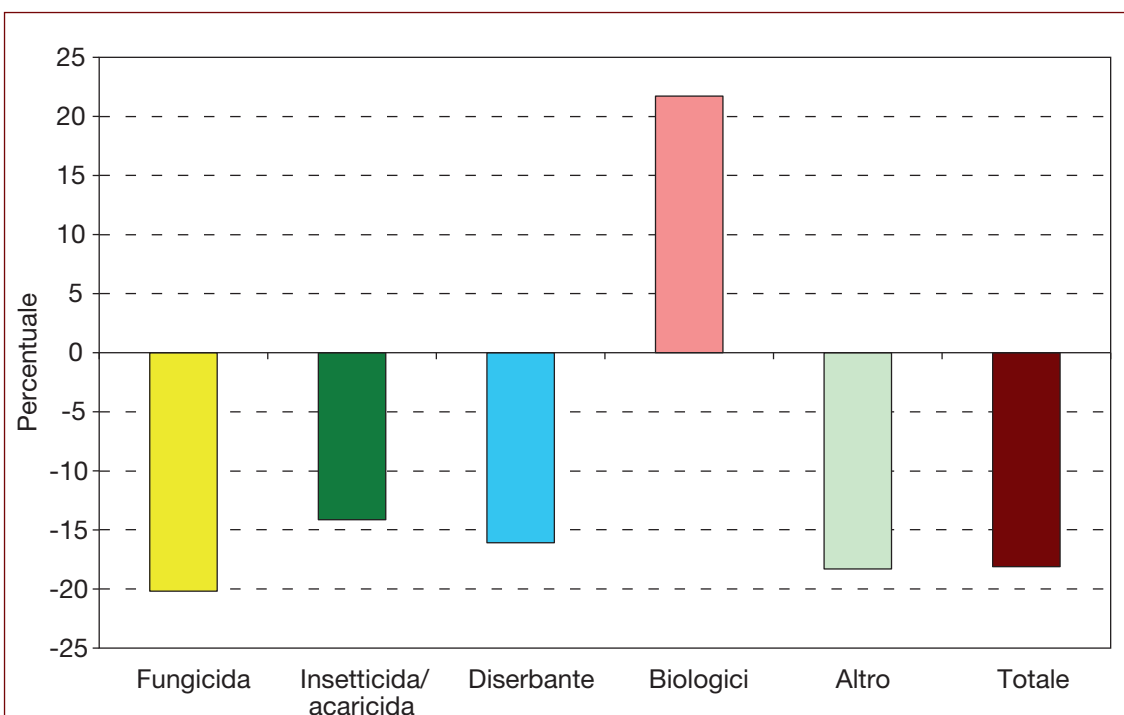
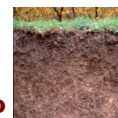


Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.16: Quantità totale di principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo in Emilia-Romagna per classi di attività fitoiatrica espressa in percentuale (2003-2009)

LEGENDA:

Altro = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi, etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati ISTAT

Figura 8.17: Principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo in Emilia-Romagna per tipologia - Anno 2009 (Variazione percentuale sull'anno precedente)

LEGENDA:

Altro = prodotti idonei contro determinate specie animali (roditori, molluschi, nematodi, etc.) o impiegati come fumiganti, fitoregolatori e come sostanze coadiuvanti delle altre tipologie di prodotti fitosanitari

Commento ai dati

Le quantità di principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari vendute (dati ISTAT) nel territorio regionale nel periodo 2003-2009, complessivamente diminuiscono di circa un - 4% (figura 8.14); in particolare si riducono le sostanze attive fungicide (- 2%), insetticide e acaricide (- 7%) e erbicide (- 3,7%), mentre risultano in forte crescita i prodotti di origine biologica che passano da 7 a 46 tonnellate.

Dall'analisi della quantità di fitofarmaci (espressa sempre come principi attivi) per classi di attività fitoiatrice (figura 8.15 e 8.16), negli anni presi in considerazione (2003-2009), sul territorio regionale si osserva come i fungicidi siano la tipologia fitoiatrice di maggior uso, i quali rappresentano mediamente circa un 50% del totale, a cui fanno seguito gli insetticidi (circa 25%) e i diserbanti (circa 10%). Nel 2009 la quantità delle sostanze attive contenute nei prodotti fitosanitari (pari a 8,6 mila tonnellate) è diminuita del 18% rispetto al 2008 (figura 8.17); in particolare sono calati i fungicidi (- 20%), gli insetticidi (- 14%) e i diserbanti (- 16%), mentre i biologici sono aumentati del 22%.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Uso di fanghi di depurazione (agro-alimentari/da depurazione acque reflue urbane)</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Tonnellate, ettari</i>	FONTE	<i>Province</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2004-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 99/92 DGR 2773/2004 e successive modifiche Determina DG Ambiente 11406/2005 Determina DG Ambiente 11407/2005 DGR 1801/2005</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

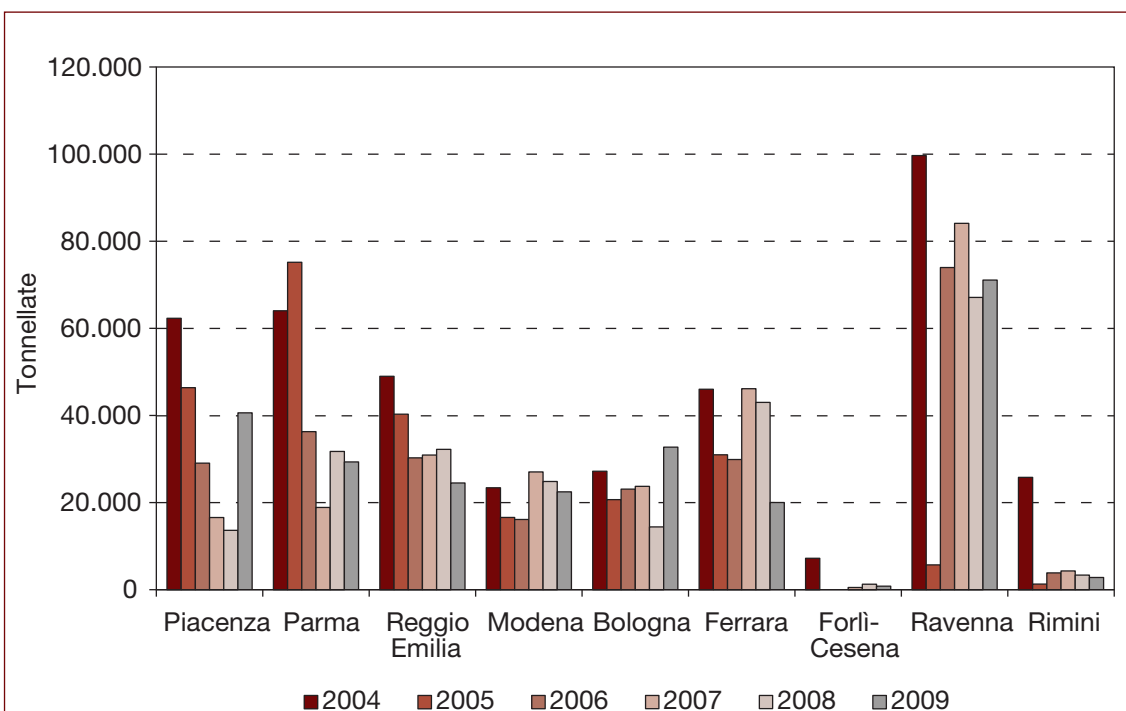
L'indicatore fornisce l'entità delle aree soggette a distribuzione di fanghi di depurazione a fini di fertilizzazione agronomica e i carichi unitari distribuiti. I dati riportati sono comprensivi sia dei fanghi da acque reflue urbane – Codice CER 19 08 05, sia dei fanghi del comparto agro-alimentare.

Scopo dell'indicatore

Valutare la tendenza all'uso della fertilizzazione attraverso fanghi di depurazione nel corso degli anni e a livello territoriale. Se tale pratica rappresenta un modo efficace per recuperare le sostanze organiche presenti nei rifiuti e soprattutto nei sottoprodotti dell'industria agro-alimentare, essa può costituire un significativo rischio di apporto di sostanze inquinanti al suolo.

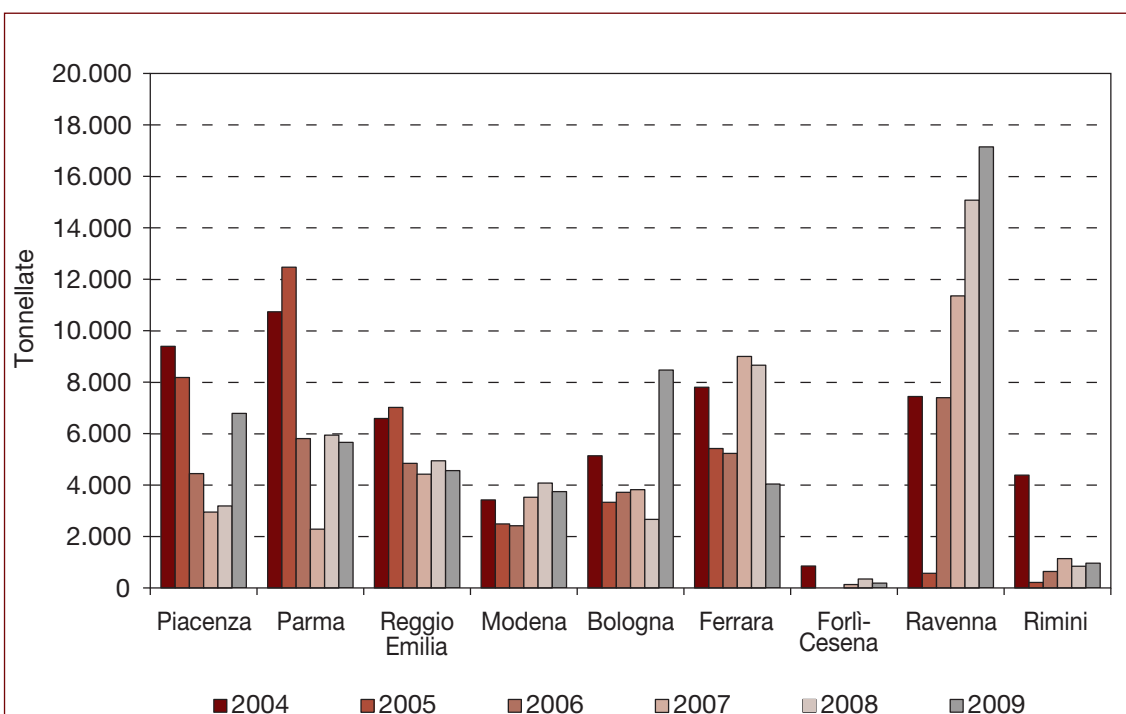


Grafici e tabelle



Fonte: Province

Figura 8.18: Quantitativi di fanghi (tal quale) distribuiti negli anni 2004-2009 nelle province della regione Emilia-Romagna

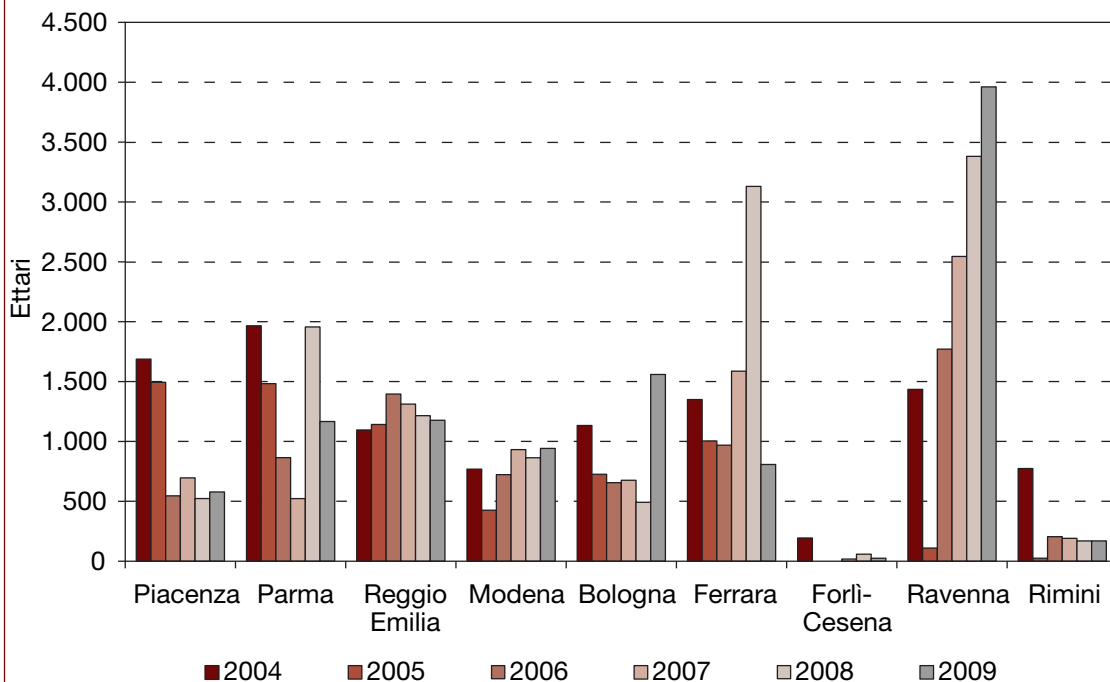


Fonte: Province

Figura 8.19: Quantitativi di fanghi (sostanza secca) distribuiti negli anni 2004-2009 nelle province della regione Emilia-Romagna

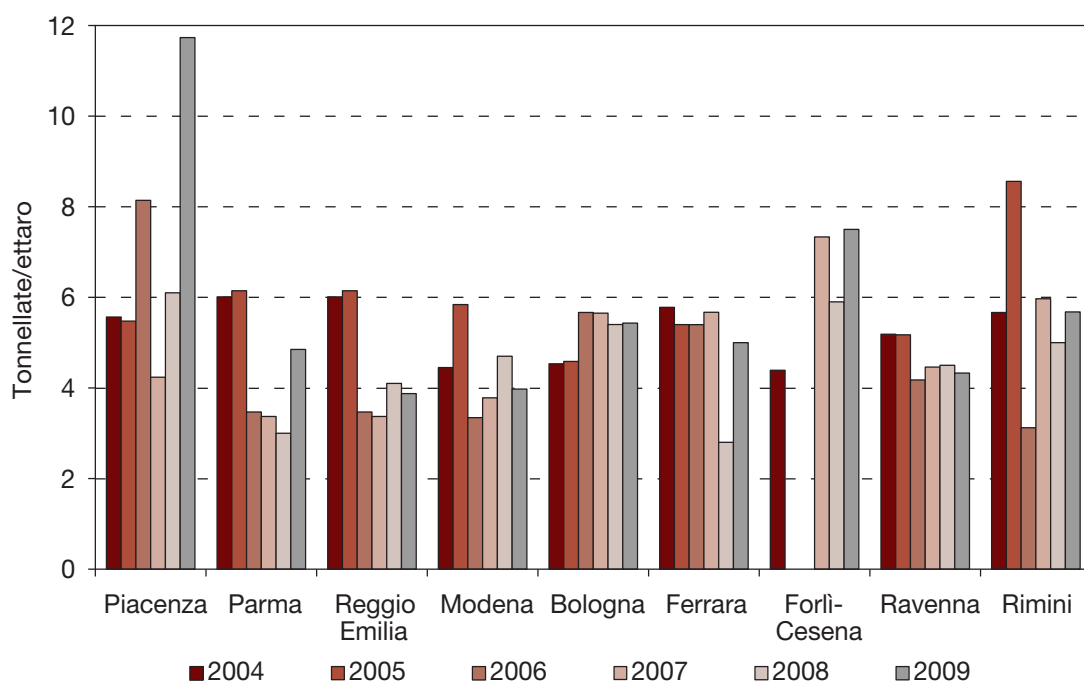


Suolo



Fonte: Province

Figura 8.20: Superfici destinate alla fertilizzazione organica attraverso l'utilizzo dei fanghi di depurazione (2004-2009)



Fonte: Province

Figura 8.21: Carico unitario (tonnellate di sostanza secca per ettaro) di fanghi di depurazione distribuiti nei suoli delle province dell'Emilia-Romagna (anni 2004-2009)

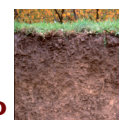


Tabella 8.2: Quantitativi di fanghi distribuiti e superfici destinate alla fertilizzazione organica attraverso l'utilizzo dei fanghi di depurazione negli anni 2004-2009 nelle province della regione Emilia-Romagna

Anno	Totale Complessivo			Superficie Utilizzata
	tonnellate/ anno T.Q.	tonnellate/ anno S.S.	S.S. media	Ettaro/anno
Piacenza				
2004	62.308,40	9.392,23	15,07	1.687,59
2005	46.381,20	8.180,54	17,64	1.494,07
2006	29.052,00	4.445,00	15,30	546,00
2007	16.570,00	2.949,00	17,80	696,00
2008	13.627,70	3.186,90	23,39	523,40
2009	40.601,97	6.785,09	16,71	578,28
Reggio Emilia				
2004	48.991,86	6.587,01	13,45	1.096,00
2005	40.292,60	7.017,30	17,42	1.141,93
2006	30.268,70	4.843,00	16,00	1.396,00
2007	30.912,00	4.422,00	14,31	1.312,00
2008	32.218,10	4.942,60	15,34	1.215,40
2009	24.500,14	4.561,13	18,62	1.177,00
Bologna				
2004	27.195,87	5.137,50	18,89	1.133,37
2005	20.677,00	3.329,00	16,10	726,00
2006	23.087,00	3.717,00	16,10	656,00
2007	23.727,00	3.820,00	16,10	676,00
2008	14.414,70	2.664,90	18,49	492,10
2009	32.726,28	8.469,92	25,88	1.559,50
Forlì-Cesena				
2004	7.211,41	851,75	11,81	194,01
2005	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	508,00	132,00	25,98	18,00
2008	1.258,70	347,30	27,59	58,70
2009	807,51	187,34	23,20	24,98
Rimini				
2004	25.788,00	4.385,00	17,00	774,00
2005	1.289,00	214,00	16,60	25,00
2006	3.855,00	640,00	16,60	205,00
2007	4.305,00	1.140,00	26,48	191,00
2008	3.353,10	843,30	25,15	169,40
2009	2.804,70	962,40	34,30	169,50

Anno	Totale Complessivo			Superficie Utilizzata
	tonnellate/ anno T.Q.	tonnellate/ anno S.S.	S.S. media	Ettaro/anno
Parma				
2004	64.031,6	10.735,0	16,8	1.966,1
2005	75.168,0	12.468,5	16,6	1.483,0
2006	36.287,5	5.806,0	16,0	865,0
2007	18.882,0	2.285,0	12,1	523,0
2008	31.739,3	5.939,7	18,7	1.956,3
2009	29.330,9	5.658,8	19,3	1.166,7
Modena				
2004	23.399,4	3.421,4	14,6	768,9
2005	16.587,0	2.488,0	15,0	426,0
2006	16.120,0	2.418,0	15,0	723,0
2007	27.035,0	3.525,0	13,0	932,0
2008	24.844,2	4.076,8	16,4	864,0
2009	22.463,6	3.744,7	16,7	942,0
Ferrara				
2004	46.017,5	7.802,0	17,0	1.350,0
2005	30.971,4	5.420,0	17,5	1.004,0
2006	29.885,7	5.230,0	17,5	969,0
2007	46.142,0	8.999,0	19,5	1.587,0
2008	43.000,7	8.658,4	20,1	3.130,0
2009	20.015,9	4.038,9	20,2	807,9
Ravenna				
2004	99.666,40	7.441,51	7,47	1.435,02
2005	5.695,66	569,00	9,99	110,00
2006	73.960,00	7.396,00	10,00	1.771,00
2007	84.106,00	11.353,00	13,50	2.545,00
2008	67.101,10	15.073,90	22,46	3.380,90
2009	71.082,74	17.145,25	24,12	3.961,00
Emilia-Romagna				
2004	404.610,49	55.753,39	13,78	10.404,97
2005	237.061,86	39.686,29	16,74	6.409,99
2006	242.515,90	34.495,00	14,22	7.131,00
2007	252.187,00	38.625,00	15,32	8.480,00
2008	231.557,60	45.733,80	19,75	11.790,20
2009	244.333,79	51.553,56	21,10	10.386,85

Fonte: Province

LEGENDA: T.Q = tal quale

S.S. = sostanza secca

Nota: I valori in rosso riportati in tabella sono valori stimati



Commento ai dati

In generale sull'intero territorio regionale si registra (a partire dal 2007) una lenta ma costante ripresa dei quantitativi di fanghi utilizzati in agricoltura dopo un calo fisiologico dovuto anche all'introduzione delle disposizioni regionali in materia (DGR 2773 del 30 dicembre 2004 modificata con DGR 285 del 14 febbraio 2005).

In particolare, per le nove province della regione si possono formulare le seguenti considerazioni inerenti sia all'entità dei quantitativi distribuiti sia all'estensione delle superfici coinvolte.

Reggio Emilia, Modena, Forlì-Cesena e Rimini presentano, nel periodo considerato (2004-2009), valori pressoché stazionari rispetto ai quantitativi di fanghi distribuiti e alle superfici coinvolte, mentre le province di Piacenza e Bologna fanno registrare un netto incremento dei quantitativi nell'anno 2009. La provincia di Parma, pur presentando una stazionarietà dei valori relativi alla quantità di fango distribuito, mostra una riduzione delle superfici interessate allo spandimento.

Meno significativo l'incremento dei quantitativi registrati in provincia di Ravenna.

Di segno opposto il trend in provincia di Ferrara dove assistiamo a un netto calo dei quantitativi di fanghi distribuiti e delle superfici coinvolte.

Su scala regionale, a fronte di quantitativi distribuiti (t/anno, tal quale) in lieve crescita, si evidenzia una sostanziale stazionarietà delle superfici interessate dall'attività di utilizzazione agronomica, dovuta principalmente a un incremento della percentuale di sostanza secca media che passa dal 15% del 2007 al 22% del 2009.



Stato

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Tessitura del suolo</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Classe tessiturale</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2008</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

Esiste una grande variabilità nelle dimensioni delle particelle minerali che compongono il suolo, da quelle più grossolane (con diametro di qualche centimetro) che formano lo scheletro, a quelle costituenti la terra fine, comprese tra il millimetro e qualche decimo di micron (millesimo di millimetro). La suddivisione delle particelle rispetto alla loro dimensione è effettuata secondo differenti sistemi di classificazione a livello internazionale. Il sistema di classificazione adottato dalla Regione per la suddivisione tra scheletro e terra fine e, ulteriormente, della terra fine in sabbia (da 2.000 μ a 50 μ), limo (da 50 μ a 2 μ) e argilla (<2 μ) è quello proposto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (Soil Survey Division Staff, 1993).

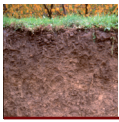
La combinazione, in percentuali diverse, di scheletro, sabbia, limo e argilla definisce la tessitura del suolo. Anche questa proprietà del suolo è oggetto di specifica classificazione. Tra i diversi sistemi è stato adottato quello con dodici classi, utilizzato dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (Soil Survey Division Staff, 1993).

La tessitura influenza:

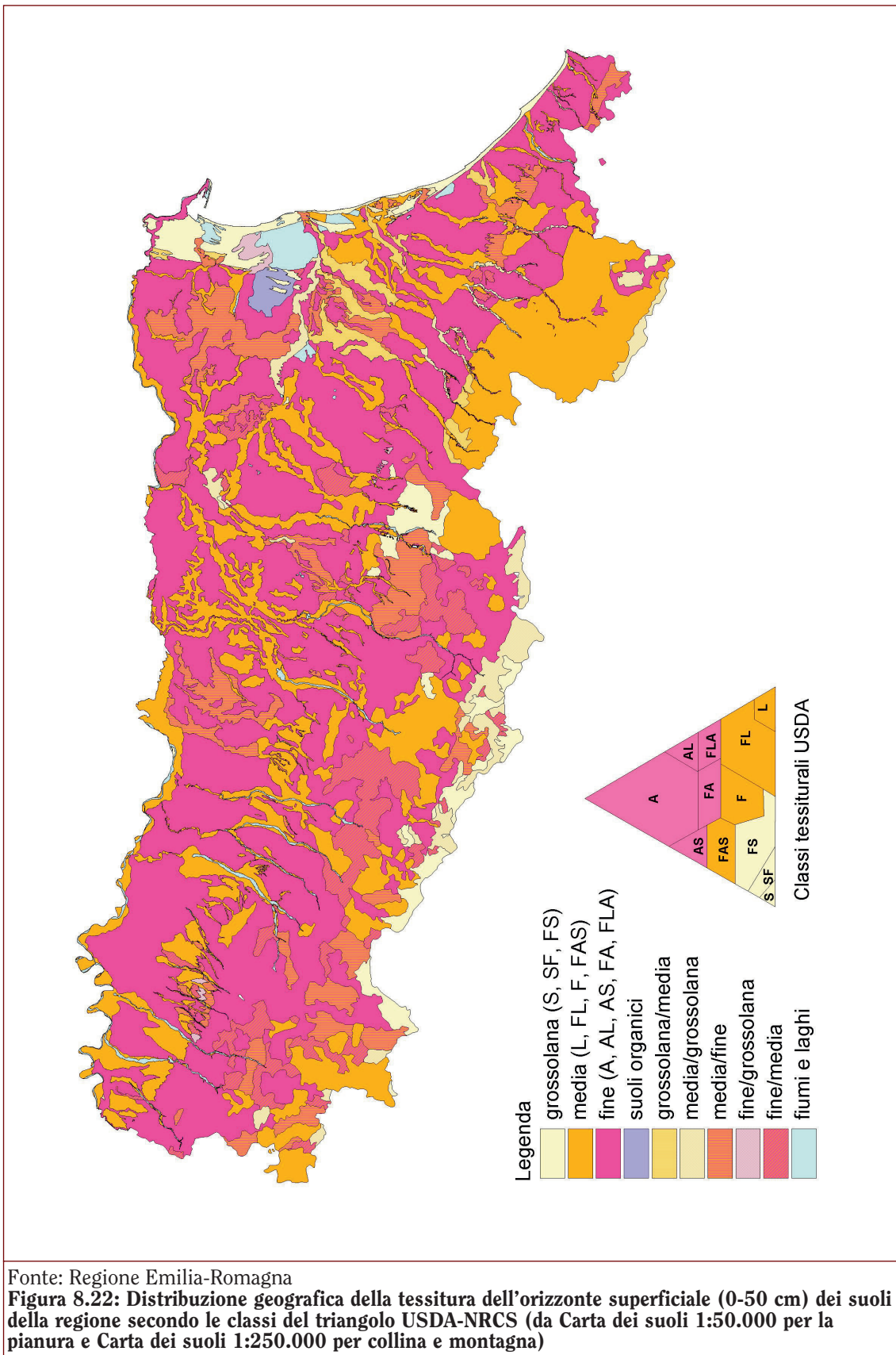
- la struttura e la porosità e quindi regola la circolazione dell'aria e dell'acqua, nonché la ritenzione da parte del suolo di quest'ultima;
- la Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.) e la quantità di ioni presenti nella soluzione circolante, disponibili per la nutrizione vegetale;
- la coesione, la durezza, la plasticità e l'adesività del suolo e quindi la sua lavorabilità e percorribilità.

Scopo dell'indicatore

La conoscenza della tessitura e della granulometria dei suoli regionali consente di stimare proprietà complesse (es.: permeabilità, C.S.C., plasticità) in base a misure dirette necessariamente poco numerose, effettuate in suoli rappresentativi, e di adottare, conseguentemente, interventi di gestione adeguati agli obiettivi di produzione agricola, di tutela ambientale e sanitaria e di pianificazione territoriale.



Grafici e tabelle





Commento ai dati

La figura 8.22 illustra come si distribuiscono sul territorio regionale i suoli in base alla loro classe tessiturale dominante. Sono prevalenti quelli con classi tessiturali a elevato contenuto di argilla e limo. Più precisamente i suoli con un contenuto di argilla maggiore del 28% costituiscono il 55-60% della superficie totale, diventano il 90% se si considerano insieme i suoli a tessitura media e fine, escludendo quindi quelli a tessitura grossolana (le classi tessiturali FS – franco-sabbiosa, SF – sabbioso-franca e S – sabbiosa) o con alto contenuto in materia organica, localizzati prevalentemente sulla costa e nella provincia di Ferrara.

Considerando che l'argilla dei suoli regionali è dinamica e ricca di elementi minerali, il suo elevato contenuto rappresenta un fatto estremamente positivo anche in relazione alla citata capacità di trattenere l'acqua e alcune molecole inquinanti (ad es. i metalli pesanti).



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Reazione del suolo (pH)</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Unità di pH</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2003</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 99/92</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

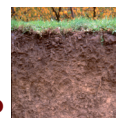
Descrizione dell'indicatore

Descrive l'acidità, neutralità o basicità della soluzione circolante nel suolo, che costituisce l'umidità e da cui le piante traggono gli elementi necessari alla loro esistenza. La reazione si esprime con il simbolo pH; ad esempio pH=7 indica la neutralità, valori inferiori l'acidità e quelli superiori la basicità. Questo parametro influenza:

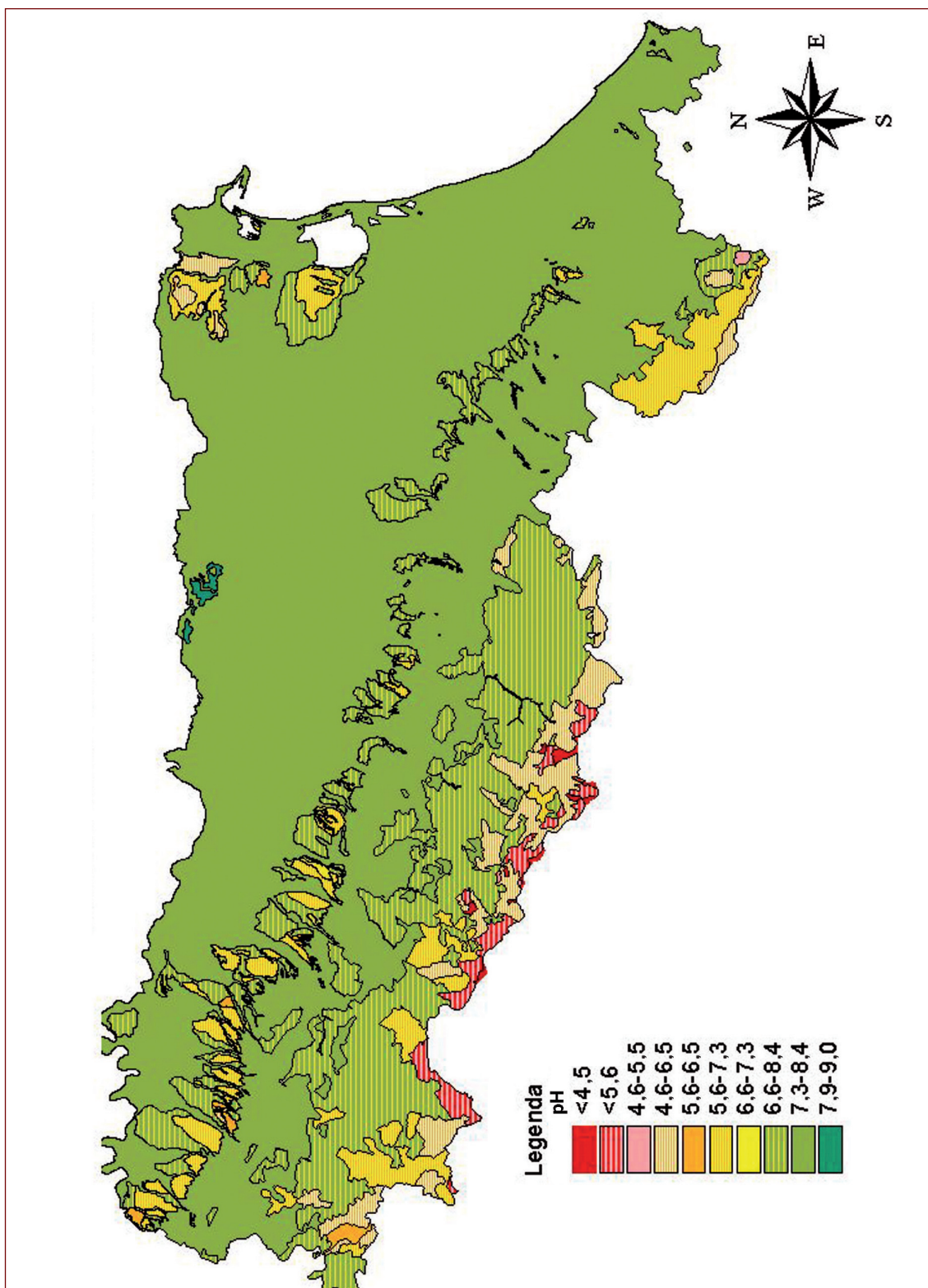
- la solubilità dei nutrienti. Contribuisce all'assimilabilità dell'azoto, zolfo e fosforo contenuti nei suoli;
- il tipo e l'attività dei microrganismi. L'attività microbica è favorita in un campo di variazione del pH da 6,6 a 7,3 ed è responsabile della decomposizione e sintesi della sostanza organica;
- l'interazione con i fitofarmaci. Molti di loro sono registrati per specifiche condizioni dei suoli e, quindi, con condizioni diverse potrebbero innescarsi reazioni sfavorevoli che possono generare composti di degradazione indesiderabili;
- la mobilità dei metalli pesanti. Molti metalli pesanti diventano più solubili in suoli con pH acido, provocando serie fitopatie fino a generare la morte vegetale. Altresì, rendendosi solubili possono più facilmente muoversi e raggiungere le acque superficiali e profonde;
- la corrosività. Generalmente, i suoli che hanno pH altamente alcalino e acido accentuano il loro potere corrosivo verso l'acciaio degli aratri.

Scopo dell'indicatore

Segnalare situazioni di vulnerabilità e/o di rischio potenziale per l'ambiente, le produzioni agricole o i manufatti.



Grafici e tabelle



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.23: Distribuzione geografica della reazione (pH) dell'orizzonte superficiale (0-50 cm) dei suoli della regione secondo le classi del Manuale di rilevamento RER, 2003 (da Carta dei suoli 1:50.000 per la pianura e Carta dei suoli 1:250.000 per collina e montagna)



Commento ai dati

I suoli regionali, più precisamente i loro orizzonti superficiali, presentano nella quasi totalità dei casi un pH superiore a 7,0, sono quindi tendenzialmente alcalini. Una quota significativa di suoli con orizzonti superficiali con pH neutro e debolmente acido è presente nelle aree di pianura a ridosso delle prime colline, dove sono ubicati i suoli più antichi, e in collina e montagna, dove prevale l'uso forestale o naturalistico. Sempre in montagna, alle quote più elevate, come evidenziato dalla figura 8,23, i suoli possono essere fortemente ed estremamente acidi, ma siamo nell'ambiente dei boschi e delle praterie di vetta, caratterizzato da elevata piovosità e forte lisciviazione dei carbonati e conseguente acidificazione del suolo.



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Contenuto di carbonio organico</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Percentuale</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2007</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Decennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PRSR 2007-2013 LR 25/2000</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva e geostatistica (cartografia - area pianura)</i>		

Descrizione dell'indicatore

Il carbonio organico costituisce circa il 60% della sostanza organica, quella frazione di suolo composta da qualsiasi cosa un tempo vivente: resti di piante e animali in vari stadi di decomposizione, cellule e tessuti di organismi del suolo e sostanze derivanti dalle radici delle piante e dai microrganismi.

La sua parte ben decomposta, che ha perduto ogni traccia della struttura propria dei resti vegetali e animali da cui deriva per l'azione dei microrganismi, forma l'humus, un aggregato complesso di materiali organici colloidali, di colore bruno scuro o nerastro.

Il carbonio organico è un essenziale componente del suolo perché:

- è fonte di energia per i microrganismi del suolo;
- stabilizza e trattiene insieme le particelle di suolo riducendo i fenomeni di erosione;
- conserva e fornisce nutrienti necessari alla crescita vegetale e dei microrganismi;
- trattiene gli elementi nutritivi grazie alla sua capacità di scambio cationica e anionica;
- migliora la struttura, la porosità, la densità apparente, la permeabilità, regolando i flussi idrici superficiali e profondi;
- riduce gli effetti negativi sull'ambiente dei fitofarmaci, metalli pesanti e molti altri inquinanti.

Il carbonio organico agendo sulla struttura riduce la formazione di croste superficiali, aumenta la velocità di infiltrazione dell'acqua, riduce lo scorrimento superficiale e facilita la penetrazione delle radici vegetali.

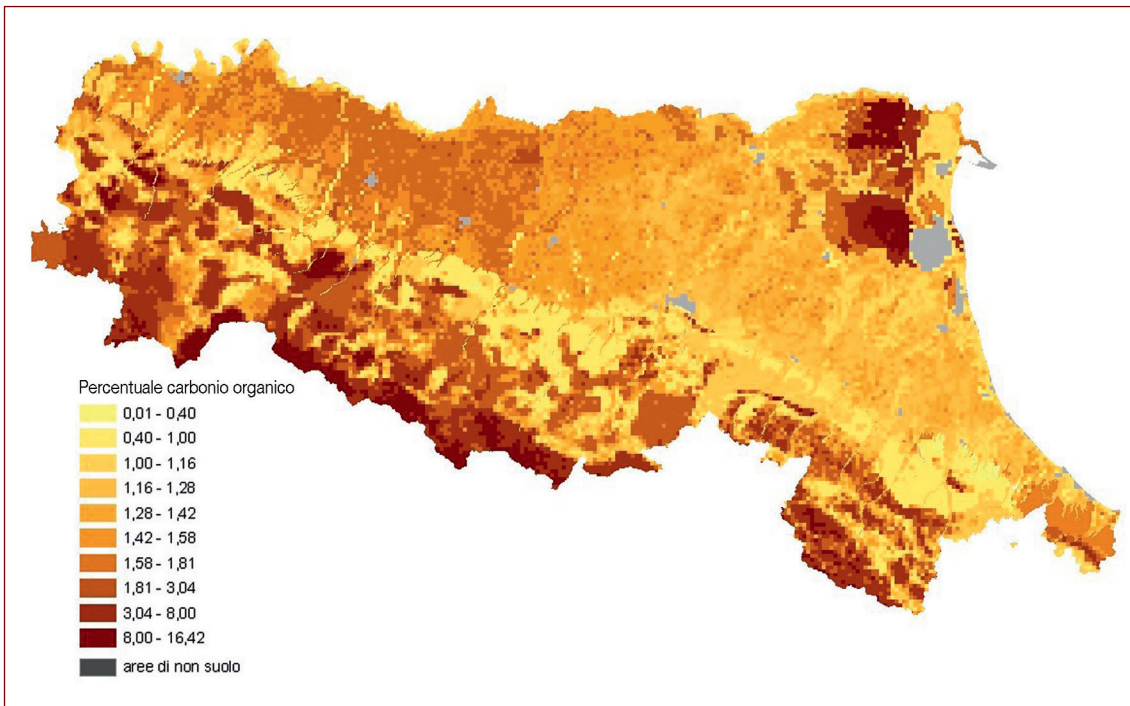
Scopo dell'indicatore

La conoscenza del contenuto in carbonio organico dei suoli consente di controllarne la dinamica, evidenziando fenomeni di diminuzione ed eventuale perdita di fertilità o di accumulo. Inoltre è il riferimento per valutare il ruolo svolto dal suolo nel bilancio del carbonio dei sistemi naturali, per stimarne la capacità di perdere e/o catturare anidride carbonica e, quindi, contribuire alla riduzione o all'aumento dell'effetto serra responsabile dei cambiamenti climatici.



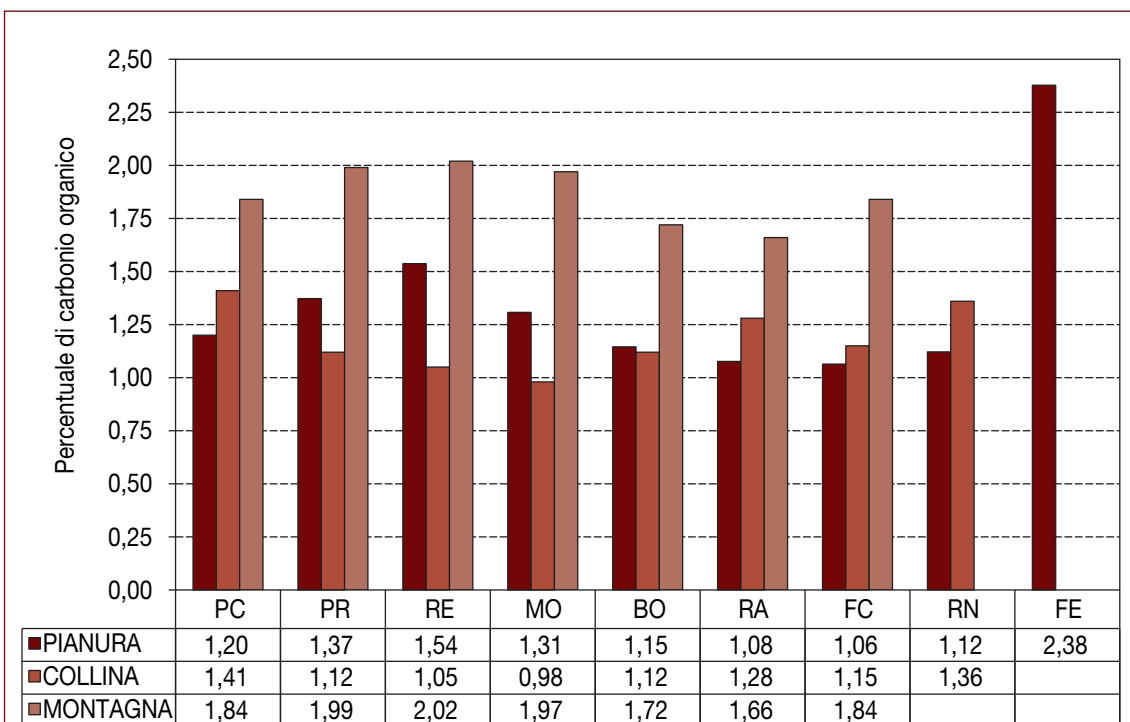
Suolo

Grafici e tabelle



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.24: Distribuzione geografica dei suoli a diverso contenuto di carbonio organico (0-30 cm di spessore)



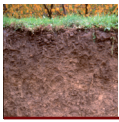
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.25: Valore medio percentuale del contenuto di carbonio organico nei suoli (0-30 cm di spessore) per provincia e principali ambienti (2007)



Commento ai dati

In regione la distribuzione dei suoli a diverso contenuto di carbonio organico (figura 8.24), riferito ai primi 30 cm di spessore, evidenzia come le aree con i valori più bassi di carbonio organico (<1%) siano in prevalenza ubicate nella pianura romagnola e nel margine appenninico, area di raccordo tra pianura e collina. Ciò si può in parte spiegare con l'evoluzione dell'uso e della gestione del suolo successive agli anni '50. Le colture foraggere, legate alle produzioni zootecniche e casearie (parmigiano-reggiano), ancora oggi diffuse nel territorio a ovest di Bologna, sono pressoché scomparse nella restante parte, dove è venuto meno, nello stesso tempo, l'apporto di sostanza organica da deiezioni zootecniche. Viceversa, considerando i valori medi per provincia e per ambienti principali (figura 8.25), i valori più bassi sono presenti nelle colline di Reggio Emilia e Modena, mentre i suoli di montagna sono quelli con il contenuto più alto. I valori leggermente diversi rispetto all'Annuario 2009 sono dovuti alla diversa elaborazione dei medesimi dati di base (RER-SGSS, 2010).



SCHEMA INDICATORE

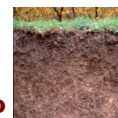
NOME DELL'INDICATORE	<i>Erosione idrica</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Tonnellate/ettaro x anno</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2007 [Clima (1961-2001), Uso del suolo (2003)]</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>Delibera Assemblea Consiliare 30 gennaio 2007, n. 99 PRSR 2007-2013</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

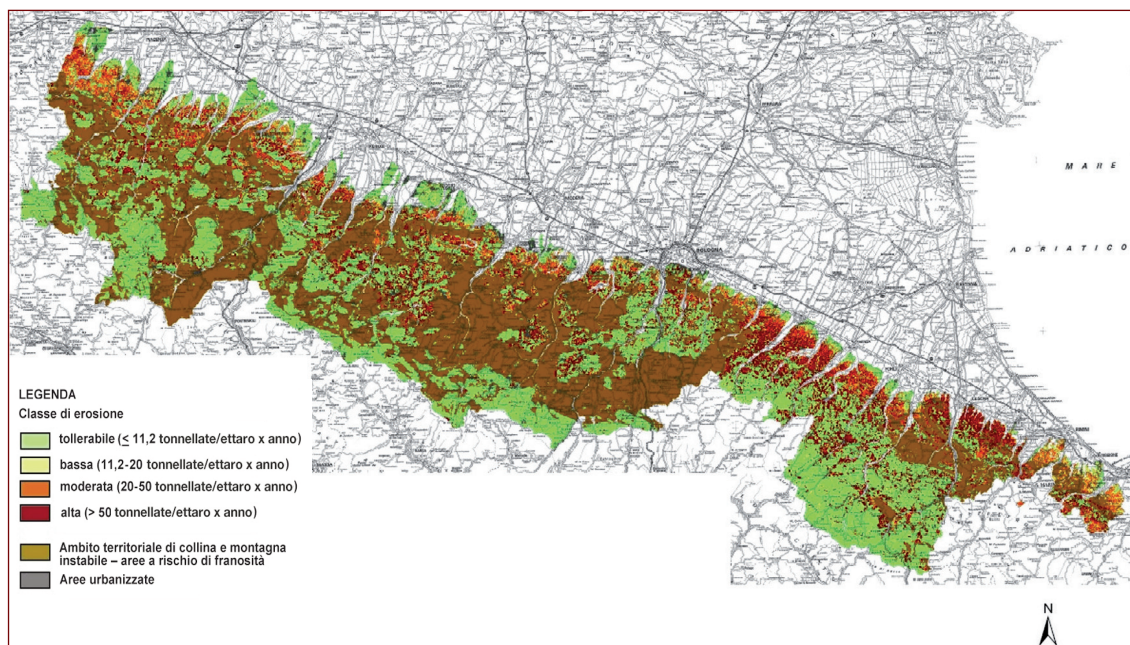
L'indicatore stima il rischio di perdita di suolo dovuta all'azione erosiva dell'acqua. Essa diventa particolarmente rilevante nelle aree a elevata pendenza, in presenza di suoli limosi, poveri in sostanza organica e coltivati con tecniche poco conservative. La stima del fenomeno si è avvalsa di un modello di simulazione ritenuto idoneo alle caratteristiche del territorio regionale (RUSLE – Renard et al., 1997), affiancato da dati sperimentali locali di controllo.

Scopo dell'indicatore

Stimare il rischio di perdita di suolo medio, annuale, in relazione all'erodibilità dei diversi tipi di suolo e agli specifici usi, ordinamenti colturali e pratiche di gestione agronomica.



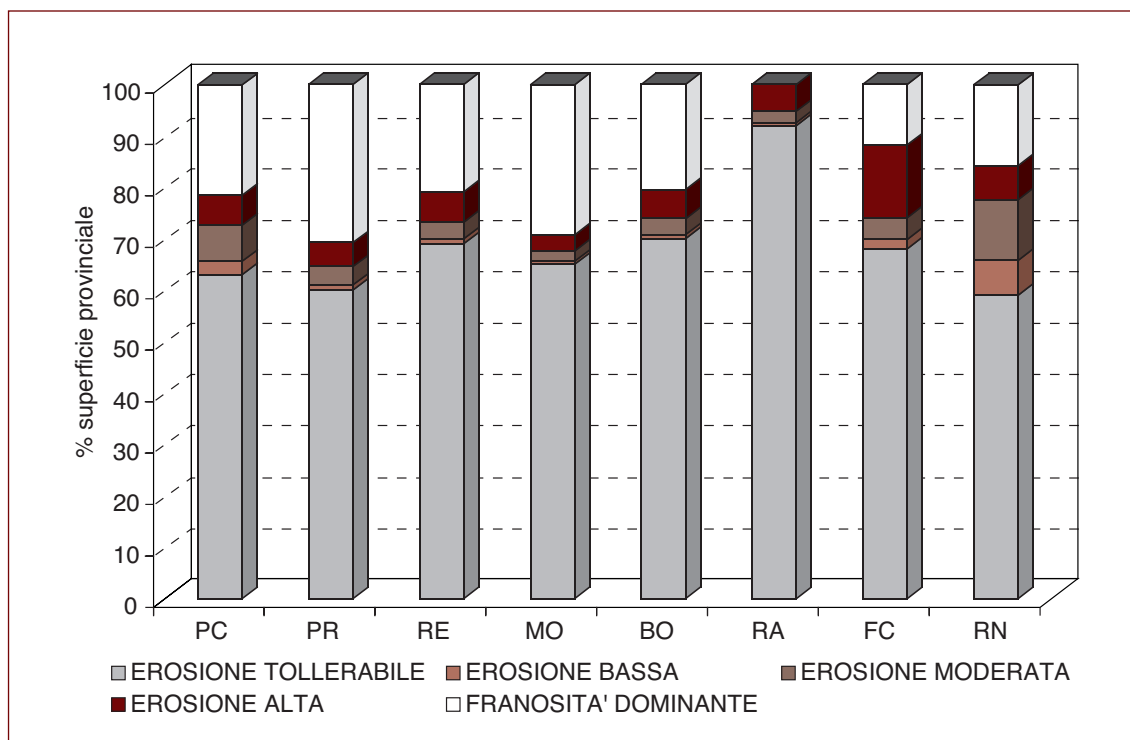
Grafici e tabelle



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.26: Carta dell'erosione idrica e gravitativa adottata dal "Programma di Sviluppo Rurale della regione Emilia-Romagna 2007-2013" (2007*)

Nota: * Dati climatici (1961-2001), Dati uso del suolo (2003)



Fonte: Elaborazione Regione Emilia-Romagna

Figura 8.27: Percentuale della superficie provinciale interessata, con diverso grado di intensità, dal fenomeno dell'erosione idrica del suolo (2007*)

Nota: *Dati uso del suolo (2003)



Commento ai dati

Nella carta predisposta per l'applicazione del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 (figura 8.23), di riferimento per la descrizione dell'erosione idrica dei suoli regionali, è stato dapprima individuato il territorio dove prevalgono i fenomeni di dissesto gravitativo (frane) e successivamente, nella restante parte, si è proceduto alla valutazione del rischio di erosione idrica. Esso è stato rappresentato in classi di perdita di suolo che vanno da un minimo di 0-11,2 t/ha per anno a un valore massimo superiore a 50 t/ha anno. Si è adottato il valore di 11,2 t/ha per anno, come limite della perdita di suolo "tollerabile", come proposto per suoli molto profondi e su substrati facilmente lavorabili e migliorabili con fertilizzazioni e apporti di sostanza organica (McCormack, 1982), prevalenti nel nostro territorio agricolo collinare-montano. Nonostante tale valore-soglia, che attribuisce un elevato grado di "rinnovabilità" ai suoli regionali, circa il 10% del territorio della regione presenta un rischio di degradazione della qualità dei suoli per erosione idrica non tollerabile. In particolar modo il fenomeno si manifesta nei territori collinari agricoli con ordinamenti colturali che lasciano per lungo tempo il suolo privo della copertura vegetale protettiva. Le province di Forlì-Cesena e di Rimini sono quelle dove maggiori sono le percentuali di territorio a rischio di erosione idrica, rispettivamente il 20% e il 26% (figura 8.24). In tali aree, dove a un uso e gestione del suolo poco conservativi si associano alti valori di erodibilità dei suoli, ancor più opportuna è l'adozione di misure agro-ambientali finalizzate alla riduzione del fenomeno.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Contenuto di metalli pesanti nei suoli (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn e Zn) Indice di Geoaccumulo</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Milligrammi/chilogrammo di suolo (sostanza secca)</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna, Dipartimento di Scienze Geologiche e Ambientali dell'Università di Bologna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia (6/9), Pianura emiliana</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2010</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Rifiuti, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLas 99/92 DLgs 22/97- DIM 27 luglio 1984 DLgs 152/06 e successivi aggiornamenti DGR 2773/2004 e successive modifiche DGR 297/2009</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva Cartografia pedo-geochimica ISO/DIS 19258 (2005). Soil quality - Guidance on the determination of background values</i>		

Descrizione dell'indicatore

Nel suolo, dal punto di vista chimico, oltre ai macroelementi fondamentali per la crescita dei vegetali, sono presenti altri elementi in concentrazioni trascurabili (elementi in traccia); alcuni di loro, con peso atomico superiore a 55, sono chiamati "metalli pesanti". Ne fanno parte il rame, il ferro, il manganese, il molibdeno e lo zinco, che possono essere considerati come micronutrienti per le piante, mentre altri, come l'arsenico, il cadmio, il cromo, il mercurio, il nickel, lo stagno e il piombo sono considerati tossici per le piante e gli animali. L'indicatore prende in esame tutti quelli considerati tossici e alcuni di quelli considerati micronutrienti, presenti nei suoli della regione. La presenza di questi metalli nel suolo è principalmente dovuta a origini naturali; solo negli ultimi secoli l'uomo è intervenuto in modo massiccio a modificarne il contenuto.

La loro presenza attualmente può derivare:

- dalla disgregazione del materiale originario del suolo (rocce) sommata ai processi pedogenetici,
- dai fertilizzanti chimici,
- dalla distribuzione di fitofarmaci,
- dalle acque di irrigazione,
- dalla distribuzione dei reflui organici (zootecnici, fanghi di depurazione, compost e ammendanti),
- dai residui della combustione del carbone e dei prodotti petroliferi,
- dalle industrie siderurgiche e metallurgiche,
- dalle emissioni delle auto e da altre fonti.

A eccezione della disgregazione delle rocce, tutte le altre fonti sono di origine antropica.

La potenziale pericolosità dei metalli deriva principalmente dalla loro capacità di venire adsorbiti dalle radici delle piante ed entrare quindi nella catena alimentare; tale caratteristica varia al variare delle condizioni chi-



Suolo

miche del suolo, aumentando tendenzialmente nei suoli a moderata o forte acidità: da non trascurare poi l'aspetto della trasmissione dei metalli maggiormente mobili dai suoli alle acque delle falde superficiali.

Per tali ragioni, associate alla lunga persistenza che reitera la loro azione nel tempo, i metalli rappresentano una delle principali fonti di contaminazione sia diffusa che localizzata, a cui si deve far fronte nelle azioni di protezione del suolo.

Scopo dell'indicatore

Conoscere la concentrazione dei metalli nei suoli e la loro distribuzione geografica è una conseguenza dettata da diverse normative legate sia all'uso dei fanghi di depurazione urbana (DLgs 99/92), che del compost (DLgs 22/97) nelle aree agricole, nonché dal DLgs 152/06 relativamente ai siti inquinati.

Quest'ultimo in particolare introduce il concetto di valore di fondo come valore che quantifica il contenuto naturale e quello naturale-antropico di alcuni elementi nei suoli sulla base del quale si determina lo stato di contaminazione; questo valore può divenire, quindi, sostitutivo del valore limite tabellare.

La trattazione statistica dei dati permette di quantificare il valore di fondo sia esso naturale o naturale-antropico; la norma ISO/DIS 19258, 2005 "Soil quality - Guidance on the determination of background values" suggerisce come valore il 90° percentile, dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali e verificato la distribuzione dei dati; attualmente è utilizzato spesso anche il 95° percentile (Veneto e Piemonte). Si ritiene che il valore del fondo naturale nei suoli, salvo particolari usi, sia rappresentato dalla concentrazione dei metalli a 90-140 cm di profondità, mentre il valore di fondo naturale antropico sia quello riferito alla concentrazione dei metalli a 20-30 cm di profondità, o comunque entro l'orizzonte lavorato (Ap) nei suoli agricoli.

Il contenuto naturale (pedo-geochimico) è determinato dalle caratteristiche dei suoli e da dotazioni naturali delle rocce che forniscono il materiale di partenza (ad esempio le rocce ultramafiche per cromo e nichel). Il contenuto naturale-antropico è dovuto sia ai fattori citati precedentemente, che alle pratiche legate all'uso del suolo e alle deposizioni atmosferiche. Una valutazione di eventuali fenomeni di contaminazione diffusa o puntuale consiste nel mettere a confronto, nello stesso sito, i dati determinati alle due profondità (20-30 e 90-140) attraverso l'Indice di Geoaccumulo di Mueller (1979), il quale fornisce uno schema classificativo che ne definisce "lo stato di salute"; l'andamento generale dei siti descriverà a sua volta lo stato dell'areale (figura 8.29).

BOX 1 - CARTA DELLE ANOMALIE GEOCHIMICHE

La Carta delle Anomalie Geochimiche confronta la dotazione naturale di un metallo misurata a 120-130 cm di profondità con la concentrazione presente nello stesso sito a 20-30 cm di profondità, misurate entrambe mediante XRF. Si tratta di una carta per punti che rappresenta i valori dell'Indice di Geoaccumulo (Igeo) (Müller, 1979; Förstner & Müller 1981), definito da:

$$Igeo = \log_2 C_n / (1,5 \cdot B_n)$$

dove:

C_n = concentrazione di metallo nel campione a 20-30 cm di profondità

B_n = tenore di fondo (*background*) nel campione a 90-100 cm di profondità

Il calcolo dell'Indice di Geoaccumulo fornisce un'idea immediata, sebbene puntiforme, dello stato di salute del suolo dell'area in esame in riferimento ad uno specifico metallo, ponendo le basi per una stima realistica del contributo di origine antropica.

Lo stato del suolo, che può variare da "incontaminato" a "estremamente contaminato", è espresso da una serie di pallini di diverso colore, che esprimono le sette classi dello schema classificativo di Müller (1981) (v. tabella sottostante).

Igeo Stato del suolo

< 0	non inquinato
0-1	da non a moderatamente inquinato
1-2	moderatamente inquinato
2-3	da moderatamente a fortemente inquinato
3-4	fortemente inquinato
4-5	da fortemente a estremamente inquinato
> 5	estremamente inquinato



Grafici e tabelle

Tabella 8.3: Contenuto di metalli pesanti in campioni di suolo prelevati, dal 1996 al 2003, sul territorio dell'Emilia-Romagna; elaborazione statistica dati di concentrazione (milligrammi/chilogrammo) a livello provinciale e regionale

PC *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	2,88	0,28	133,99	46,67	0,50	90,54	21,46	92,86
mediana	3,00	0,21	119,70	40,68	0,11	74,20	18,80	91,00
valore minimo	0,03	0,00	18,60	3,78	0,00	7,20	0,40	6,00
valore massimo	5,80	2,20	470,30	374,30	4,70	373,80	125,40	368,60
deviazione standard	1,36	0,26	67,02	30,62	1,00	56,51	12,97	31,41
25° Percentile	1,85	0,06	88,00	31,58	0,07	53,80	13,04	74,23
75° Percentile	3,90	0,40	168,00	51,70	0,22	113,10	26,90	103,49
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni	169	485	423	520	270	623	522	522

PR *	As	Cd	Hg	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,23		51,63	0,19	83,49	24,23	90,76
mediana		0,19		47,99	0,17	72,52	23,37	87,18
valore minimo		0,00		18,59	0,03	10,00	2,68	50,27
valore massimo		0,77		152,80	0,37	463,80	95,13	186,90
deviazione standard		0,17		20,89	0,08	53,32	9,21	20,94
25° percentile		0,10		36,80	0,14	52,00	18,70	78,00
75° percentile		0,32		60,00	0,25	97,92	29,26	101,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni		305		305	23	375	305	305

RE *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,36		62,10	0,14	63,32	30,79	78,30
mediana		0,31		60,70	0,08	68,46	24,17	78,00
valore minimo		0,00		0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
valore massimo		1,50		98,75	0,90	75,00	95,90	142,25
deviazione standard		0,29		20,59	0,19	11,76	22,23	25,11
25° Percentile		0,18		46,40	0,02	56,14	16,38	60,03
75° Percentile		0,45		77,75	0,12	72,13	35,45	95,53
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni		350		350	350	350	350	350

MO *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	4,01	0,61	54,71	86,83	0,15	51,30	29,52	98,45
mediana	3,73	0,60	54,00	72,00	0,10	50,00	28,00	93,00
valore minimo	0,17	0,03	0,87	13,00	0,02	16,00	9,00	11,00
valore massimo	19,20	3,17	114,00	437,00	2,29	101,00	162,00	387,00
deviazione standard	1,63	0,33	12,84	51,92	0,16	12,28	11,84	38,15
25° percentile	3,21	0,43	46,00	49,00	0,10	43,00	23,00	75,00
75° percentile	4,50	0,77	63,00	110,00	0,12	57,00	34,00	113,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni	1.074	1.073	1.074	1.074	1.074	1.074	1.074	1.072

FC *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,60		38,88	0,18	46,15	19,41	81,54
mediana		0,50		32,99	0,10	46,65	15,70	70,42
valore minimo		0,02		0,07	0,01	0,15	0,90	12,80
valore massimo		1,55		232,07	2,18	75,00	105,00	332,66
deviazione standard		0,44		20,94	0,19	14,66	13,54	43,60
25° percentile		0,20		25,42	0,08	36,29	9,80	53,23
75° percentile		0,90		46,38	0,20	56,43	27,00	97,56
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni		260		704	560	704	683	702

segue



Suolo

continua

RA *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media		0,30		51,17	0,12	58,61	37,47	79,40
mediana		0,30		44,00	0,09	58,00	35,00	77,50
valore minimo		0,20		10,00	0,01	33,00	9,00	37,00
valore massimo		0,50		131,00	1,00	95,00	96,00	265,00
deviazione standard		0,02		24,85	0,12	10,61	12,42	18,90
25° percentile		0,30		30,00	0,07	50,00	30,00	67,00
75° percentile		0,30		70,00	0,12	67,75	43,00	88,00
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1.000	1.500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni		285		646	634	646	646	646

REGIONE *	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
media	3,85	0,42	77,11	62,01	0,19	63,96	28,08	88,70
mediana	3,70	0,32	59,00	51,28	0,10	56,00	26,00	85,00
valore minimo	0,03	0,00	0,87	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
valore massimo	19,20	3,17	470,30	437,00	4,70	463,80	162,00	387,00
deviazione standard	1,64	0,32	51,58	40,63	0,38	35,79	14,98	33,05
25° percentile	3,06	0,18	49,00	36,50	0,09	46,00	18,40	70,00
75° percentile	4,37	0,60	80,00	77,02	0,14	71,39	34,44	101,20
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	1	120	100	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	5	500	1000	1500
Lim DLgs 99/92		1		100	1	75	100	300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	2	50	100	300
n. campioni	1.243	2.638	1.497	3.237	2.518	3.410	3.237	3.237

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Nota:

* contenuto pseudototale

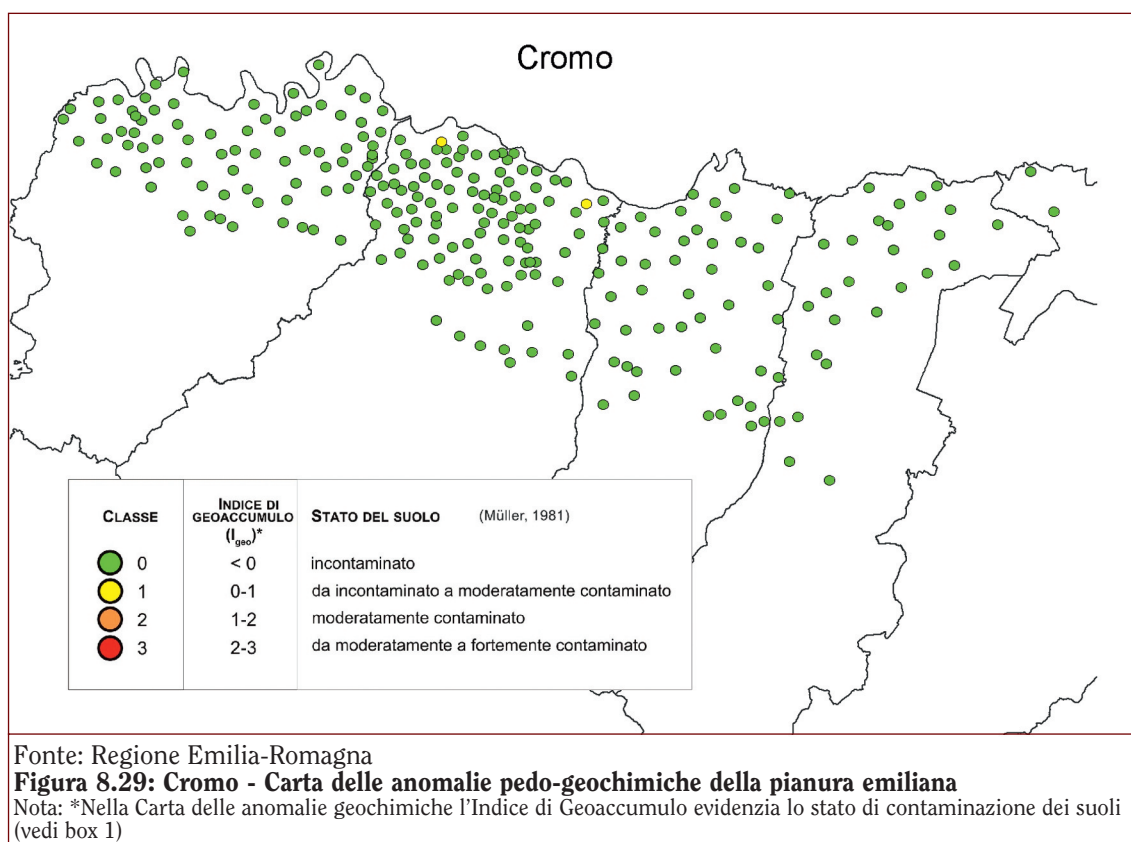
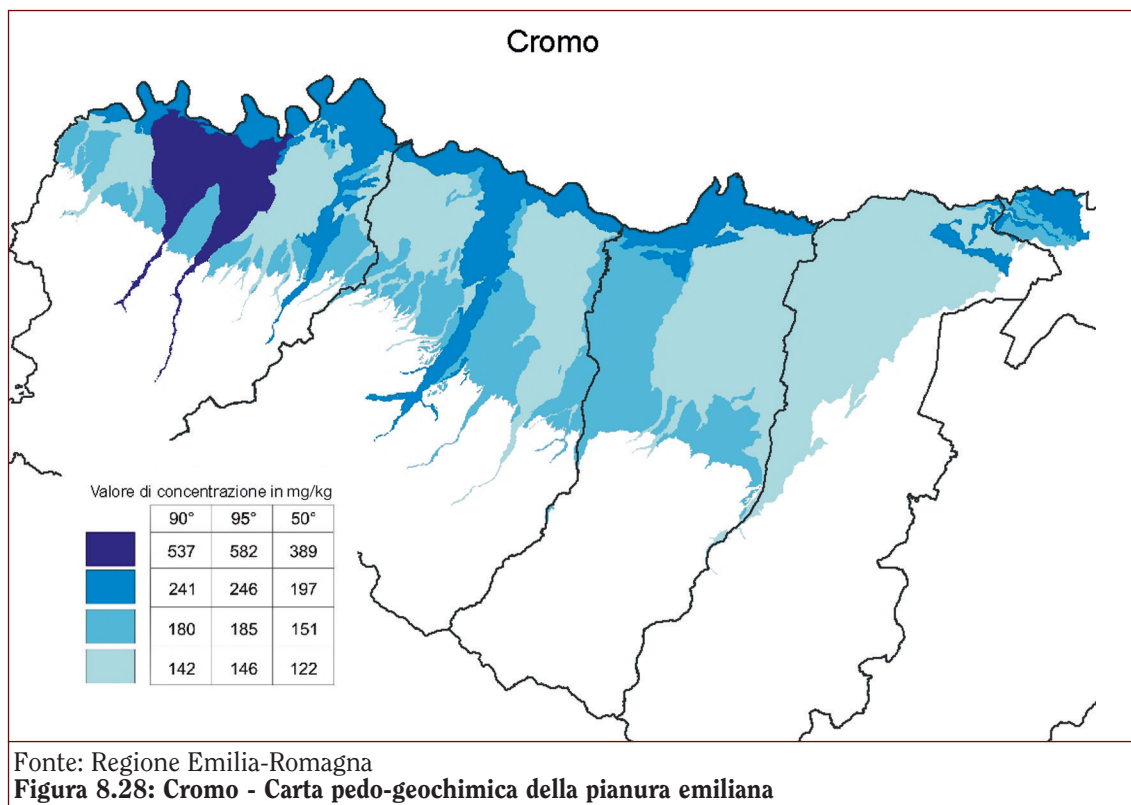
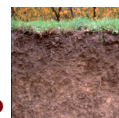
Tabella 8.4. Elaborazione di dati relativi alla concentrazione (milligrammi/chilogrammo) di metalli pesanti nell'orizzonte superficiale (o orizzonte lavorato) dei suoli agricoli della pianura emiliana (Inventario dati ambientali SGSS) (ultimo agg. 2010)

Pianura emiliana, suoli agricoli, orizzonte superficiale*	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn
media	7,54	0,24	89	56,74	81,67	21,7	1,65	90,09
mediana	6,7	0,24	78,6	46,55	76,57	20,39	1,52	89
moda	6	0,23	62	40,2	58,4	20,5	1,5	90
valore minimo	4	3E-04	36,2	11,77	30,3	9,5	0,76	47,5
valore massimo	28	0,68	238	323,6	214,6	69,4	6,8	193,8
deviazione standard	2,73	0,09	34,5	38,35	31,67	7,09	0,65	19,6
asimmetria	3,2	0,45	1,35	3,36	1,25	3,41	4,43	1,08
25° perc	6	0,19	63	35,89	60,4	18,23	1,3	79,05
75° perc	8	0,29	108	68,26	95,93	23,24	1,8	100,6
DLgs 152/06 residenziale	20	2	150	120	120	100	1	150
DLgs 152/06 industriale	50	15	800	600	500	1.000	300	1.500
Lim DLgs 99/92		1,5		100	75	100		300
DIM 27/07/84	10	3	50	100	50	100		300
n. campioni	213	205	274	274	274	274	205	274

Fonte: Regione Emilia-Romagna

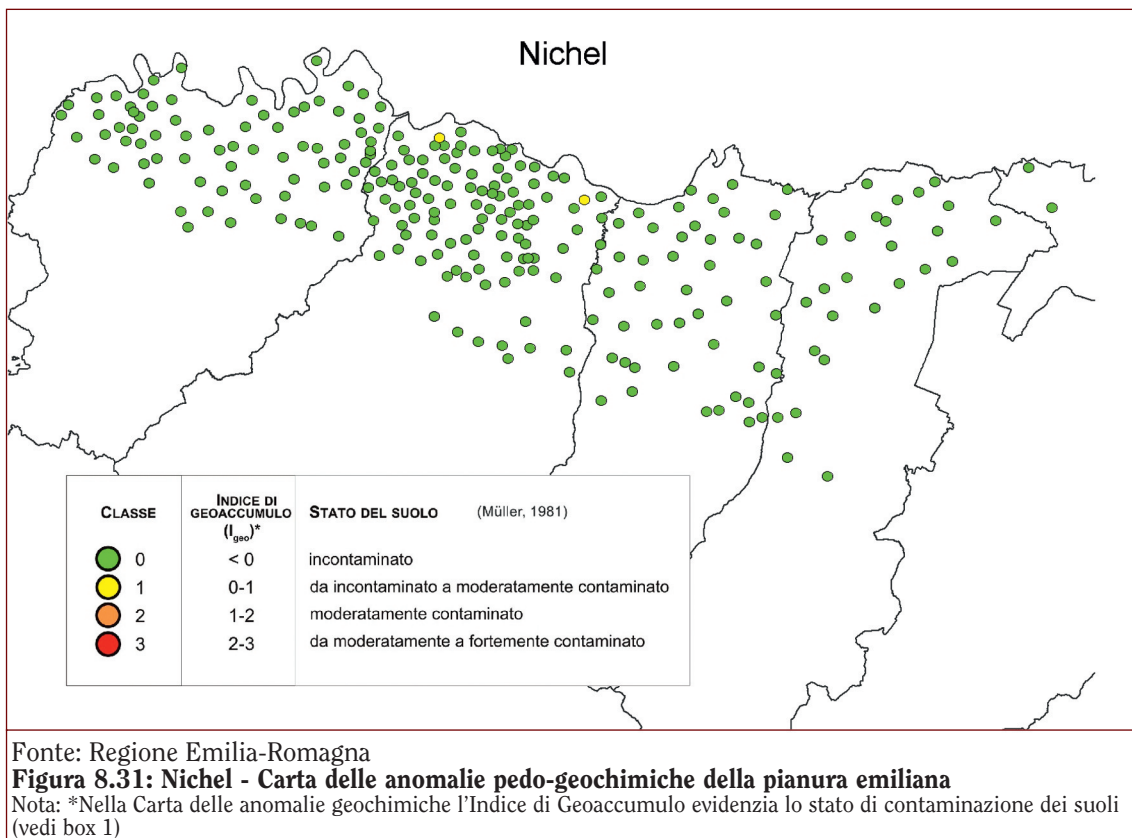
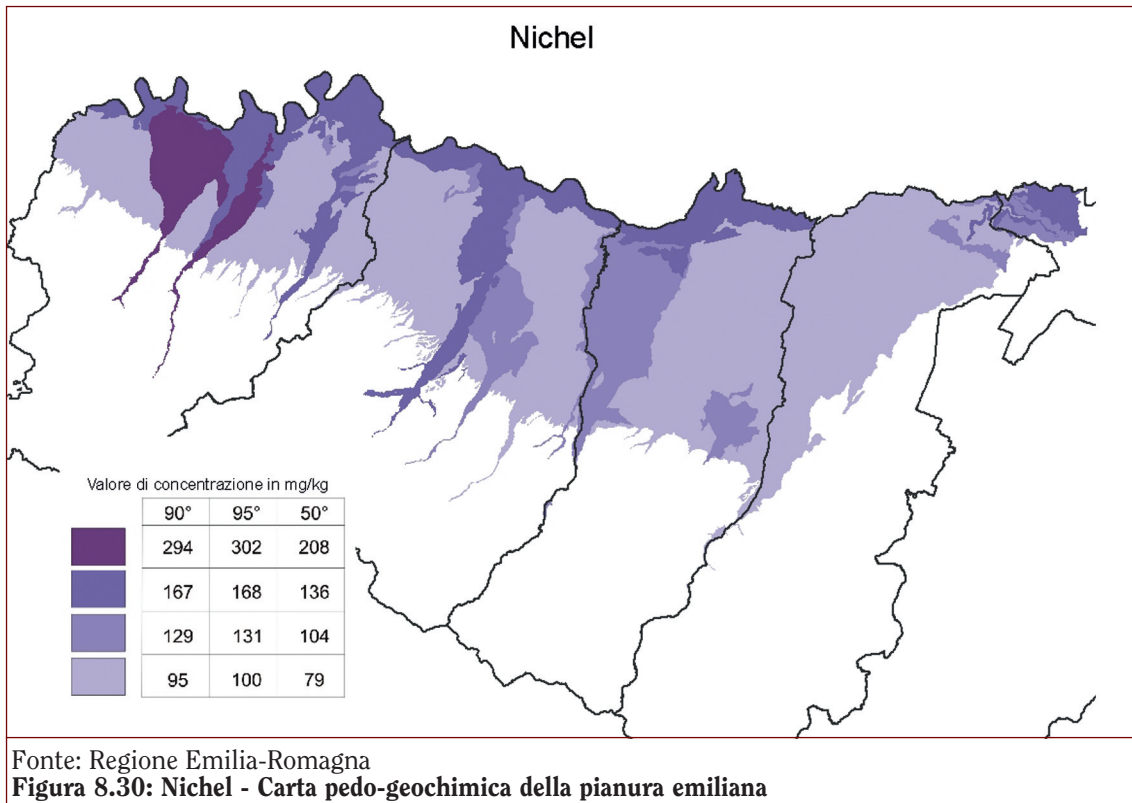
Nota:

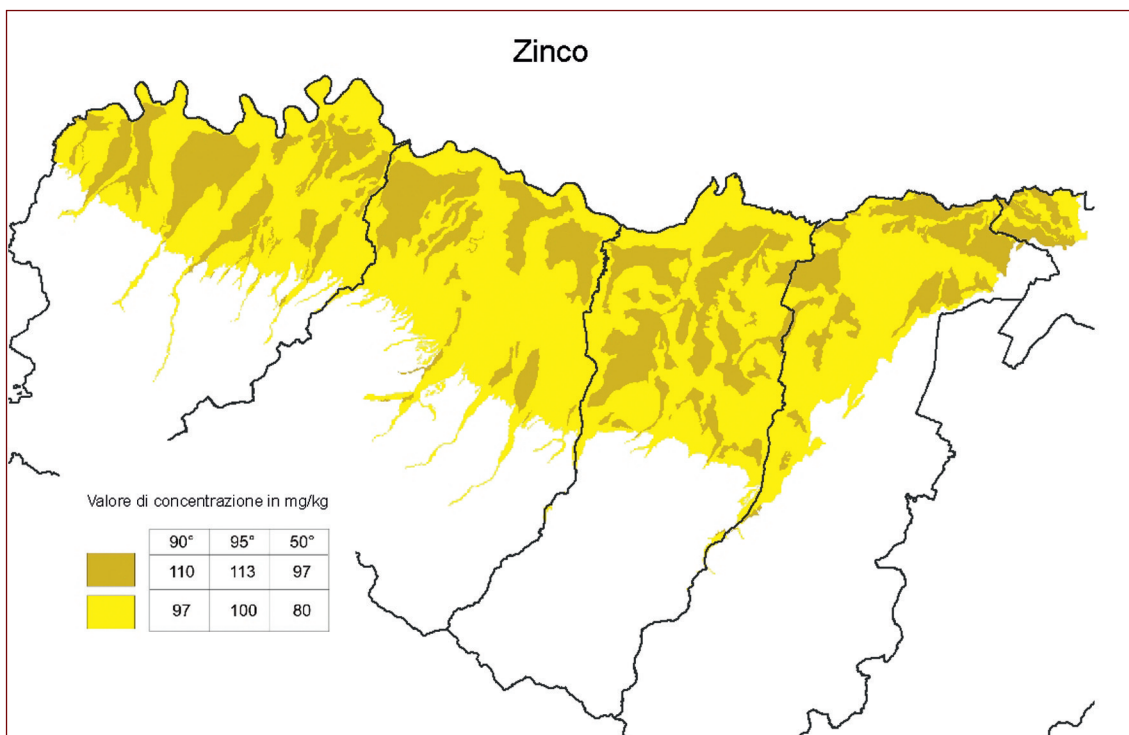
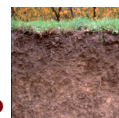
* contenuto pseudototale





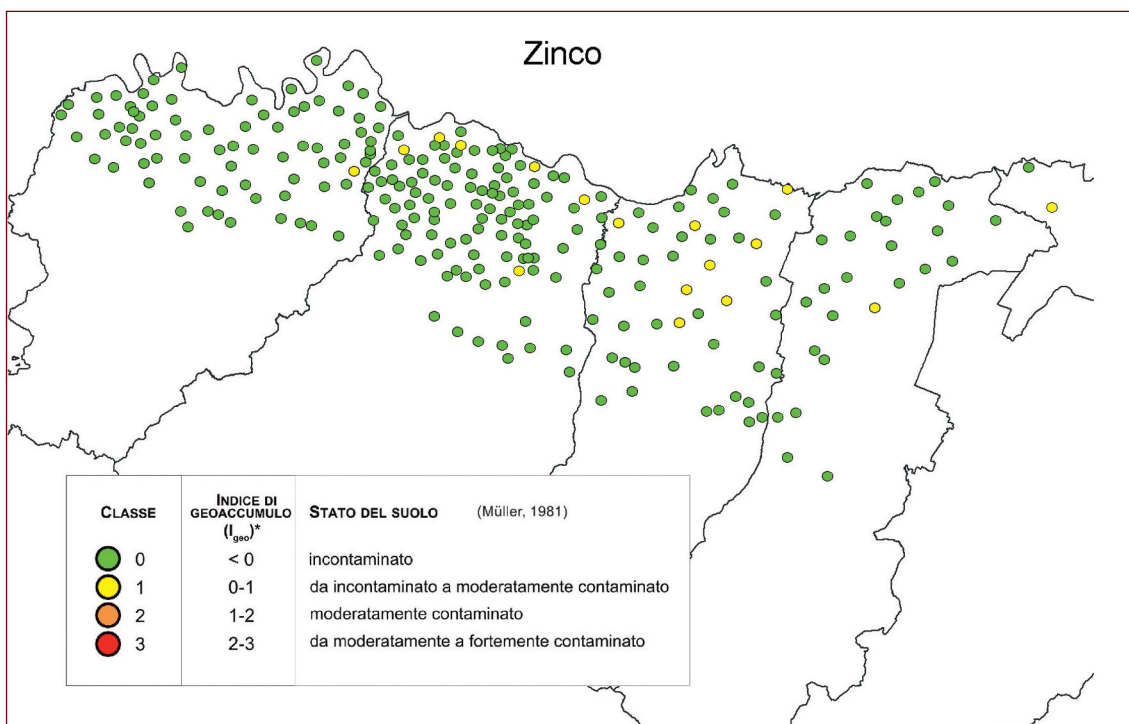
Suolo





Fonte: Regione Emilia-Romagna

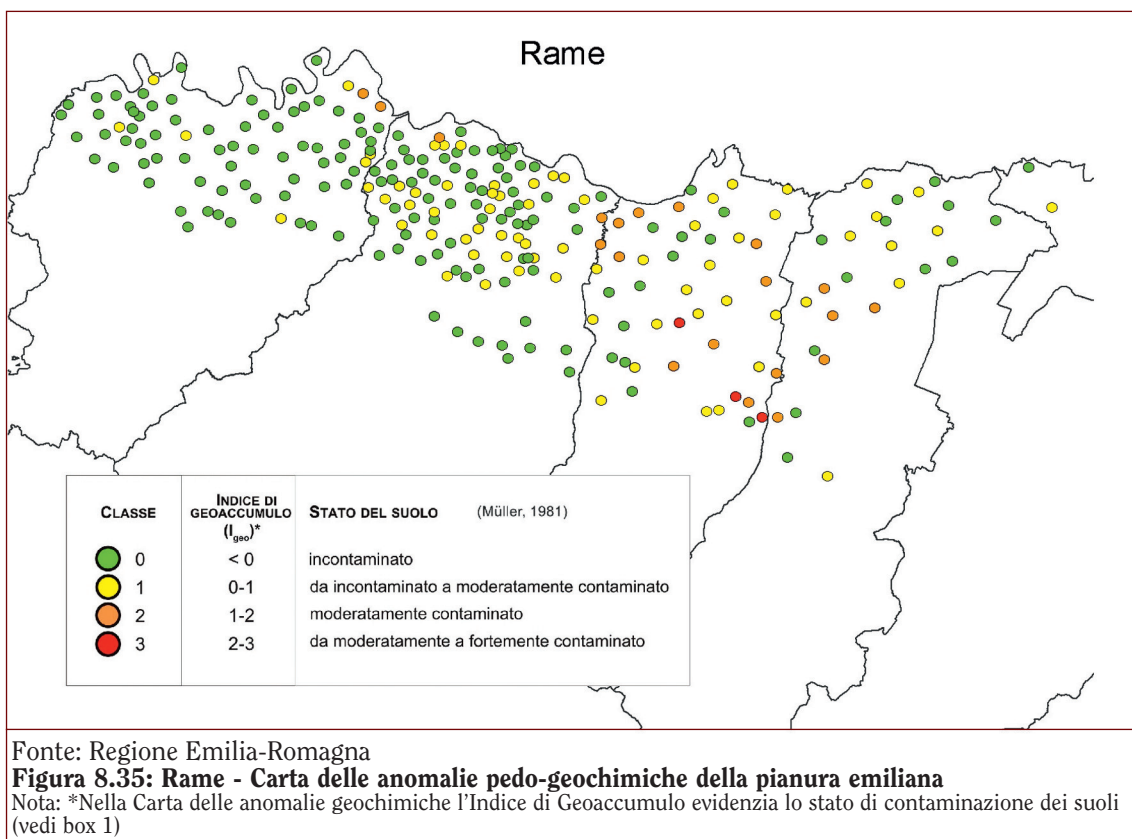
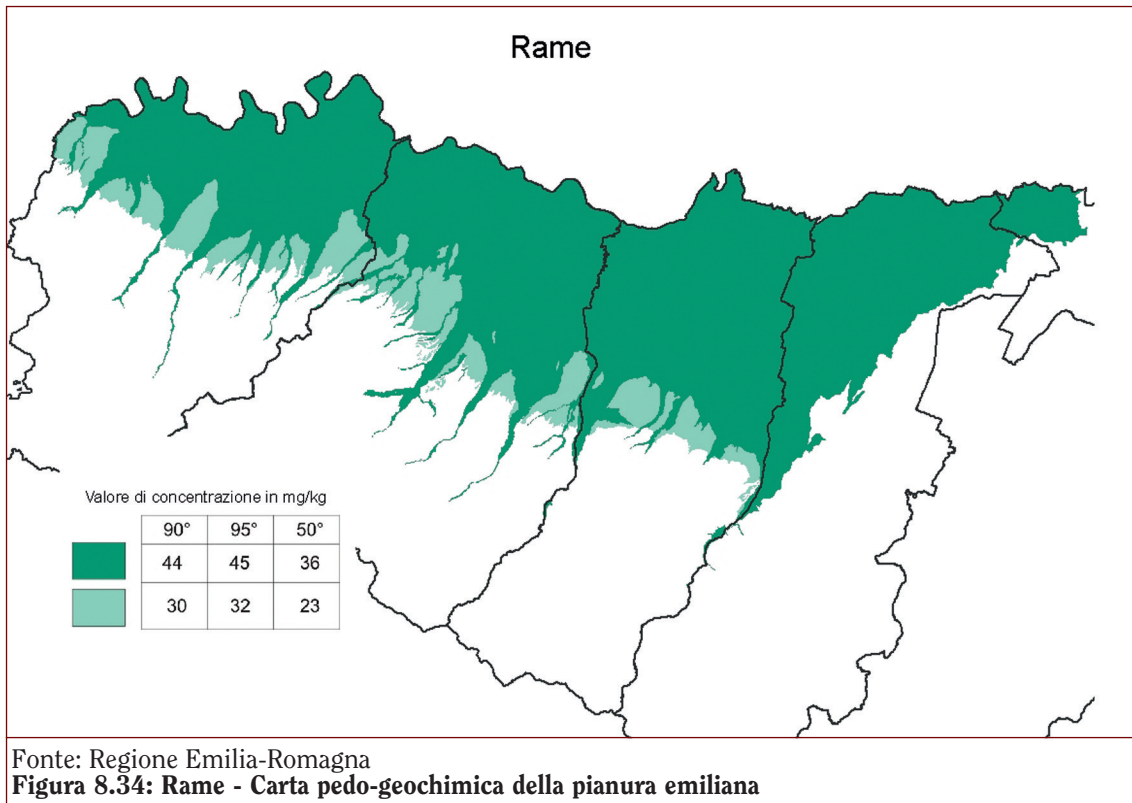
Figura 8.32: Zinco - Carta pedo-geochemica della pianura emiliana

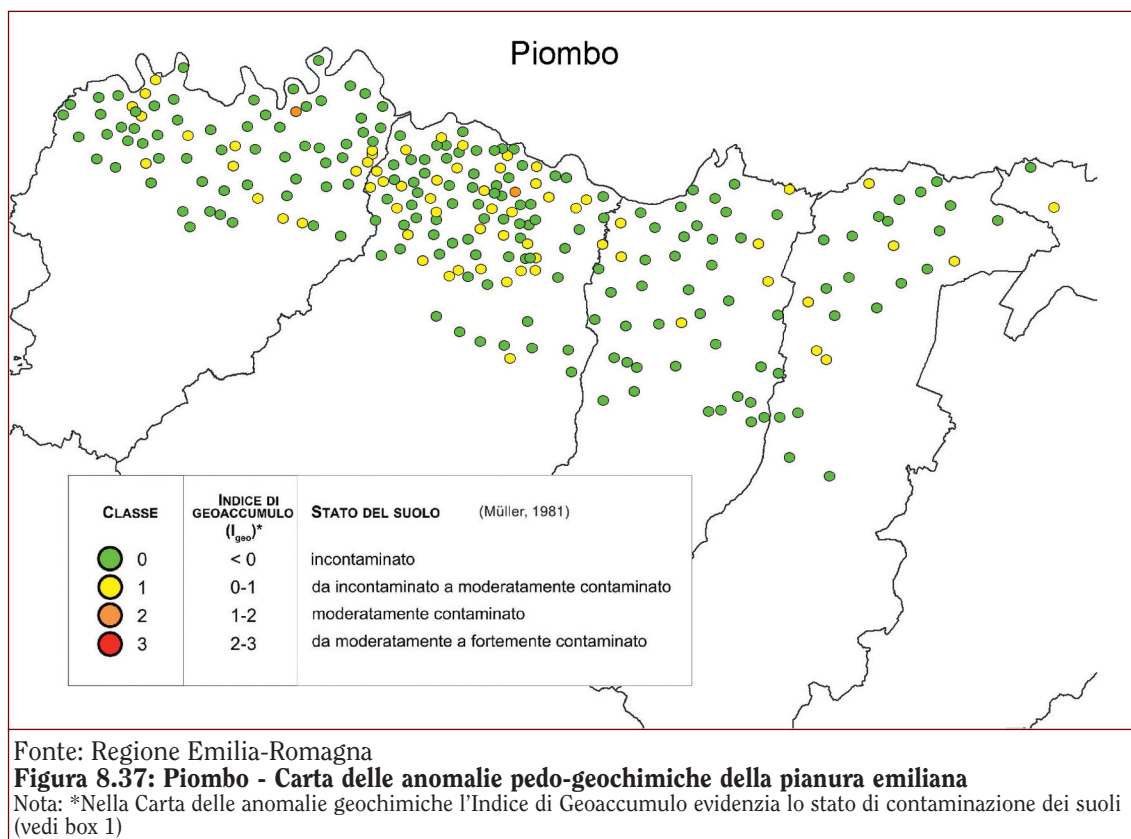
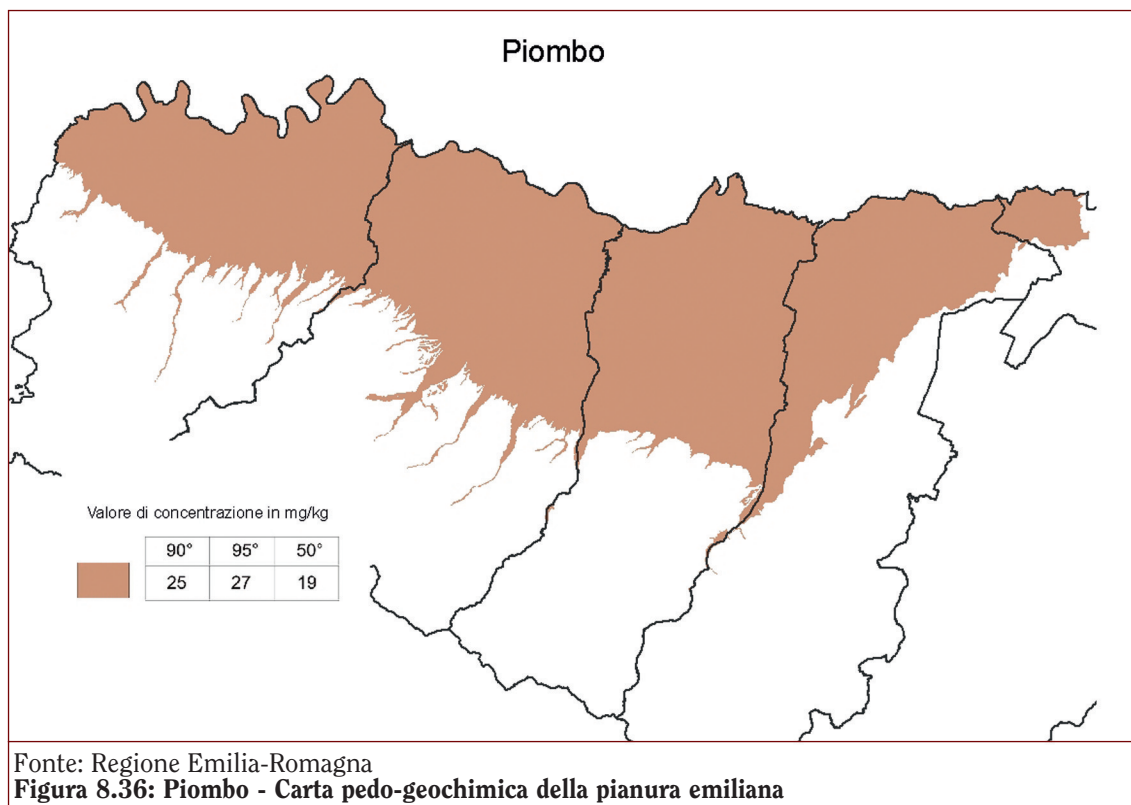
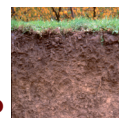


Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.33: Zinco - Carta delle anomalie pedo-geochemiche della pianura emiliana

Nota: *Nella Carta delle anomalie geochemiche l'Indice di Geoaccumulo evidenzia lo stato di contaminazione dei suoli (vedi box 1)







Commento ai dati

La conoscenza della concentrazione e distribuzione geografica dei metalli pesanti nel suolo è disomogenea a livello regionale. Una fonte di informazioni, limitatamente all'orizzonte superficiale (0-30 cm) dei suoli, è presente negli archivi provinciali Arpa Emilia-Romagna (tabella 8.3). Nella tabella 8.3, aggiornata al 2003, sono presentati i dati disponibili per le province emiliane, per Ravenna e Forlì-Cesena. Le analisi sono state eseguite con il metodo dell'attacco in acqua regia rappresentativo del contenuto pseudototale.

A partire dal 2005, dapprima con uno studio sperimentale nel Foglio 181 "Parma", la Regione ha attivato il Progetto "Carta pedo-geochimica della pianura emiliano-romagnola" che è stato a tutt'oggi realizzato per la parte emiliana relativamente a cinque metalli (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn). Nell'ambito del progetto sono stati raccolti ed analizzati più di 560 campioni complessivi tra profondi e superficiali, non solo per i cinque metalli suddetti ma anche per As, Cd, Sn. Le analisi sono state eseguite con il metodo della fluorescenza ai raggi X (rappresentativo del contenuto totale) per tutti i campioni. Per i soli campioni superficiali, a questa determinazione è stata associata l'analisi con il metodo dell'attacco con acqua regia (UNI/EN 13346 - Metodo C) e lettura ICP-MS (Mass Spectroscopy) secondo la metodica EPA 6020.

Valore di fondo naturale di Cr, Ni, Zn, Cu, Pb

Per questi metalli non viene fornito un unico valore a scala regionale, ma diversi valori, specifici a seconda degli ambiti delineati dalla distribuzione areale della concentrazione, a sua volta determinata dai fattori che principalmente influenzano il contenuto naturale nei suoli, ovvero provenienza del *parent material*, tessitura e grado evolutivo.

Cromo e Nichel (figure 8.28, 8.30): il fattore genetico determinante, nei suoli a basso e moderato grado evolutivo, è la provenienza del *parent material* e questo motiva la presenza di elevate concentrazioni nei suoli dei bacini idrografici con rocce ultrafemiche, con valori *spesso superiori ai limiti di legge in modo significativo* (particolarmente nei settori piacentino e parmense). Nei suoli a elevato grado evolutivo, localizzati nel margine appenninico, c'è un impoverimento e il segnale di provenienza si perde.

Zinco (figura 8.32): il fattore genetico determinante è la tessitura del suolo, con concentrazioni maggiori nei suoli a tessitura fine, ma in nessun ambito si supera il limite di legge. Nei suoli a elevato grado evolutivo, localizzati nel margine appenninico, c'è un impoverimento indipendentemente dalla tessitura. Il contenuto naturale è sempre al di sotto del limite di legge.

Rame (figura 8.34): il fattore genetico determinante è il grado evolutivo del suolo. L'unico ambito delineato dalla carta è, perciò, quello del margine appenninico di pertinenza dei suoli a elevato grado evolutivo, dove c'è un impoverimento di questo metallo. Il contenuto naturale è sempre al di sotto del limite di legge.

Piombo (figura 8.36): il fattore genetico determinante per il piombo è noto essere la provenienza, ma la tipologia di rocce che ne influenza il contenuto è praticamente assente in regione e, quindi, non vengono delineati dalla carta ambiti particolarmente arricchiti o impoveriti e la concentrazione risulta pressoché uniforme per l'area finora indagata. Il contenuto naturale è sempre al di sotto del limite di legge.

Anomalie geochimiche

Come è stato detto in precedenza, l'andamento dell'arricchimento superficiale dei singoli punti dà indicazioni sullo stato di salute dei suoli relativamente ai metalli di interesse.

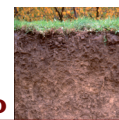
Cromo e Nichel (figura 8.29, 8.31): a fronte di un elevato contenuto naturale non si segnala uno stato di contaminazione diffusa per questi metalli. L'indice di Geoaccumulo rimane sempre nell'ambito dello stato di non contaminazione per la maggior parte dei siti indagati.

Zinco (figura 8.33): anche per lo zinco non si segnala uno stato di contaminazione diffuso se non, in forma moderata, nella porzione centrale della provincia di Reggio Emilia.

Rame (figura 8.35): il rame mostra invece uno stato di contaminazione diffusa, da moderata a forte, particolarmente nelle province di Reggio e Modena, dovuto probabilmente alla gestione agricola, a fronte di un contenuto di fondo naturale basso.

Piombo (figura 8.37): il piombo mostra un segnale di contaminazione moderata in modo uniforme su tutte le province.

Anche analizzando i dati Arpa alla luce dei percentili si vede come in tutte le province (a eccezione di PC per il Cr) e nel dato regionale il valore di concentrazione pari al 75° percentile non superi mai i valori limite del DLgs 152/06 per le aree residenziali e di verde pubblico per nessun metallo (Arsenico,



Mercurio e Cromo non sono presenti in tutte le province); questo dato è confortante perché il 75° percentile è rappresentativo di una buona percentuale dei dati disponibili. Viceversa, i valori massimi nella popolazione di dati sono al di sopra dei limiti di legge per le aree residenziali: per lo Zinco in tutte le province, per il Rame in tutte le province tranne Reggio-Emilia, per il Cadmio nelle province di Modena e Piacenza, per il Mercurio nelle province di Forlì-Cesena, Modena e Piacenza, per il Nichel nelle province di Parma e Piacenza, per il Piombo nelle province di Forlì-Cesena, Modena e Piacenza, per il Cromo nella provincia di Piacenza (per questo metallo, tuttavia, mancano i dati per molte province). Se si confrontano, però, i valori massimi con quelli del 75° percentile, le differenze di concentrazione sono notevoli e questo fa pensare che quei massimi siano riferibili a campioni o siti potenzialmente inquinati.

L'analisi dei dati relativi all'orizzonte superficiale della sola pianura emiliana per i suoli agricoli suggerisce alcune considerazioni basate sui percentili.

Sostanzialmente si conferma il trend individuato dai dati Arpa e cioè, mentre i valori massimi superano per tutti i metalli, a parte il Cadmio e il Piombo, il limite di legge, i valori corrispondenti al 75° percentile sono al di sotto.

Per Cromo e Nichel, alla luce delle valutazioni sugli andamenti dei valori di fondo naturale, i massimi potrebbero non corrispondere a situazioni di contaminazione locale, ma a dati riferiti alle aree arricchite naturalmente in questi metalli; per Rame e Zinco, invece, l'ipotesi di contaminazione legata all'uso e alla gestione del suolo sembra essere plausibile.

Lo Stagno merita un discorso a parte in quanto non solo il 75° percentile, ma anche il 25°, la mediana e la media sono al di sopra del limite di legge, con una moda pari a 1,65 mg/kg. Lo Stagno si accumula negli orizzonti superficiali per deposizione atmosferica o in modo associato all'uso di alcuni fitofarmaci; non si prevedono nei suoli regionali anomalie dipendenti dalle caratteristiche dei suoli e non esistono dati sugli orizzonti profondi.

E' molto probabile che ci sia un arricchimento superficiale tuttavia, anche confrontando i dati con quelli di altre regioni (Veneto e Piemonte), appare evidente come il limite di legge di 1 mg/kg sia sottostimato rispetto al contenuto naturale-antropico e, soprattutto, come ci sia una notevole discrepanza tra il limite previsto per le aree a uso verde e residenziale e per le aree a uso industriale, pari a 350 mg/kg. Si precisa che una rigorosa trattazione statistica dei dati anomali, per stabilire il valore di fondo naturale antropico, è rimandata all'acquisizione dei dati per la restante parte della pianura, a ovest del fiume Secchia.



Risposte

SCHEMA INDICATORE

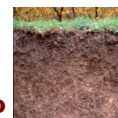
NOME DELL'INDICATORE	<i>Misure agroambientali</i>	DPSIR	<i>R</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Ettari</i>	FONTE	<i>Regione Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2000-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua, Natura e biodiversità</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>Regolamento (CE) 1257/1999 Delibera Consiglio 1238/2000 Decisione C(2000) 2153 PSR 2007-2013</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Statistica descrittiva</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore quantifica la superficie agricola regionale in cui vengono applicate politiche di sostegno agroambientale nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013 e delle programmazioni precedenti per gli impegni poliennali ancora in vigore Regolamento CEE 2078/92 e Piano Regionale di Sviluppo Rurale (2000-2006). A partire dall'applicazione dei Regolamenti comunitari (2078/92, 1257/99), parte rilevante degli interventi di sostegno e valorizzazione dell'attività agricola sono rivolti ad agricoltori che adottano pratiche di gestione dell'ambiente e del suolo che ne tutelino la qualità (a basso impatto ambientale).

Scopo dell'indicatore

Fornire la descrizione in ambito regionale della diffusione delle pratiche di gestione agricola dei suoli orientate alla tutela della loro qualità.



Grafici e tabelle

Tabella 8.5: Superfici sotto impegno, in ettari, interessate dalle Azioni finanziate dalla Misura 214 (Pagamenti agroambientali) del PSR 2007-2013 nel bando 2008

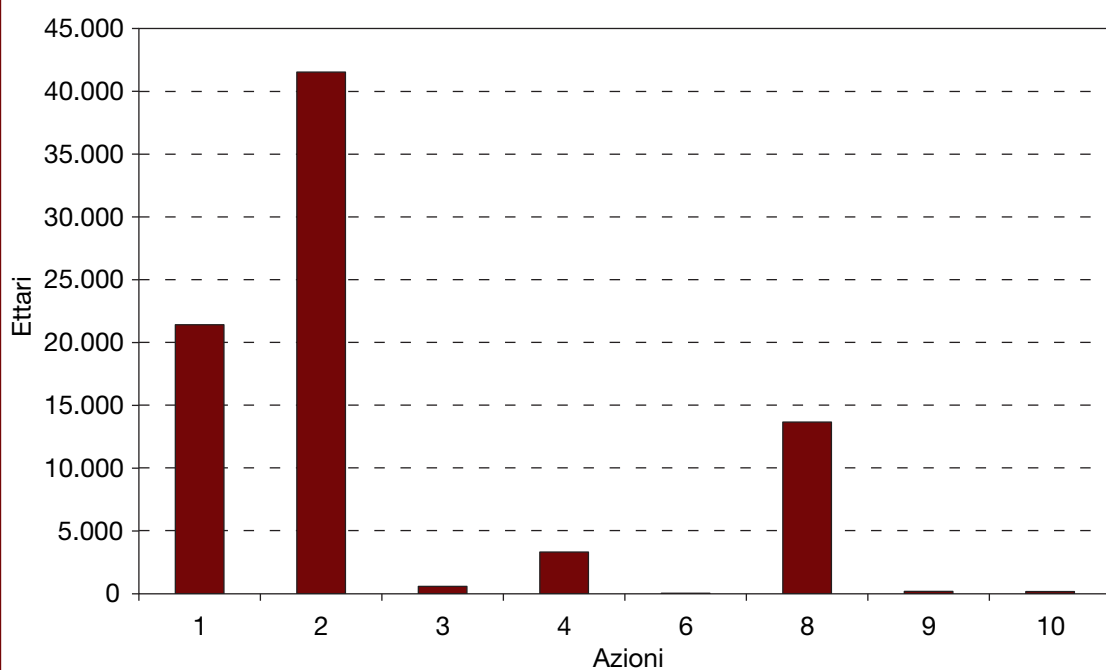
Azioni	Totale Superficie	
	ettari	%
1 – Produzione integrata	21.418	26,5
2 – Produzione biologica	41.530	51,3
3 – Copertura vegetale	592	0,7
4 – Sostanza organica	3.325	4,1
6 – Agrobiodiversità vegetale	46	0,1
8 – Regime sodivo	13.671	16,9
9 – Conservazione paesaggio	194	0,2
10 – Ritiro dei seminativi	180	0,2
Totale bando 2008 Misura 214	80.956	100,0

Fonte: Regione Emilia-Romagna

Tabella 8.6: Superfici sotto impegno, in ettari, interessate dalle Azioni finanziate dalla Misura 214 (Pagamenti agroambientali) del PSR 2007-2013 e dalle conferme annuali degli impegni assunti nel PSR 2000-2006

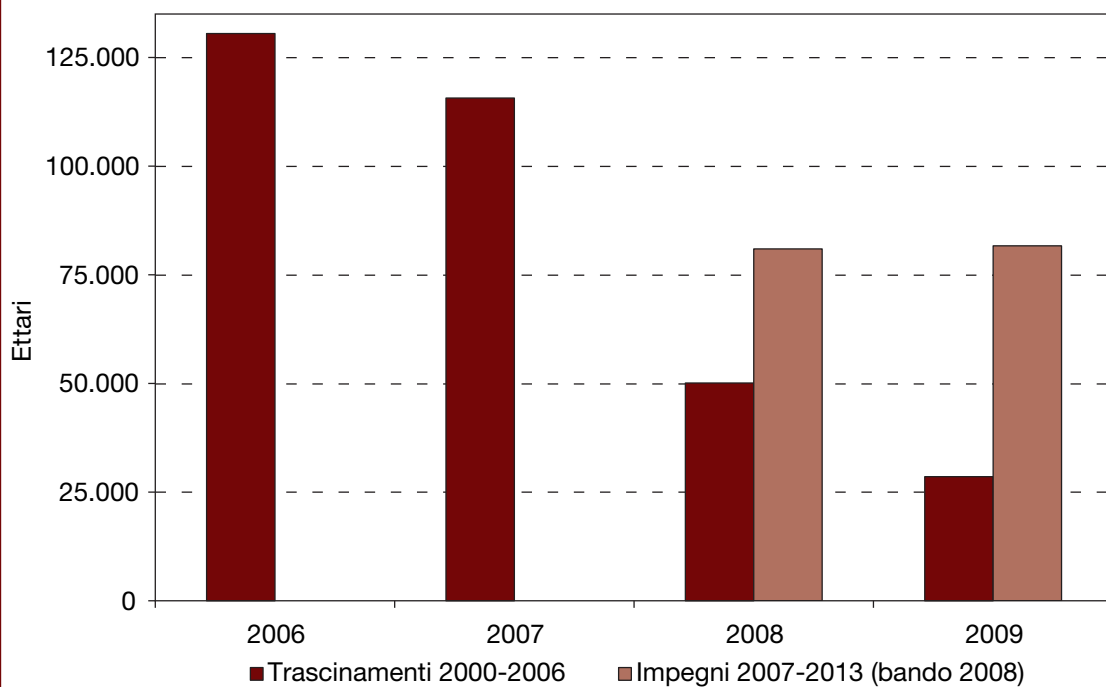
Azione	Superficie impegnata	
	totale	di cui trascinamenti
1 – Produzione integrata	22.859,5	-
2 – Produzione biologica	47.143,8	6.199,1
3 – Copertura vegetale	569,5	-
4 – Sostanza organica	3.548,4	-
6 – Agrobiodiversità vegetale	48,7	5,4
8 – Regime sodivo	23.792,2	10.440,7
9 – Conservazione paesaggio	4.319,2	4.149,5
10 – Ritiro dei seminativi	5.934,3	5.753,7
Totale misura	110.221,5	28.554,3

Fonte: Regione Emilia-Romagna



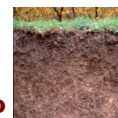
Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.38: Superficie agricola regionale, in ettari, interessata dalle Azioni della Misura 214 (Pagamenti agroambientali) del PSR 2007-2013



Fonte: Regione Emilia-Romagna

Figura 8.39: Andamento delle superfici impegnate per conferme annuali degli impegni assunti nel PSR 2000-2006 e nuovi impegni 2007-2013



Commento ai dati

L'avvio del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 per la Misura 214 "Pagamenti agroambientali" è avvenuto con l'apertura del primo bando nel corso del 2008. Nel nuovo PSR le diverse azioni sono paragonabili alla precedente programmazione (2000-2006) dal punto di vista degli obiettivi e delle realizzazioni effettuate, tranne l'azione 6 "Riequilibrio ambientale degli allevamenti" che non è stata riproposta (tabella 8.5). Le domande ammesse a finanziamento nel 2008 (aggiornamento dati al 2009) sono state 4.326, per una superficie complessiva di 80.956 ha (tabella 8.5), con l'azione 2 "Produzione biologica" che ha interessato oltre il 51% (41.500 ha), l'azione 1 "Produzione integrata" concessa su 21.100 ha (26%) e l'azione 8 "Regime sodivo" su quasi 13.700 ha (17%). Altre azioni, in particolare la 9 "Conservazione paesaggio" e la 10 "Ritiro dei seminativi", hanno subito un ridimensionamento rispetto al precedente piano, con incidenza inferiore all'1% (374 ha in totale), mentre l'azione 4 "Sostanza organica" è stata ammessa su 3.325 ha (4%) con un deciso incremento.

Gli impegni poliennali assunti con i bandi aperti nella programmazione 2000-2006 tendono a esaurirsi nell'attuale periodo in seguito alla scadenza degli impegni stessi, per la maggior parte quinquennali: nella figura 8.38 è riportata la tendenza delle superfici complessive del periodo. Nel periodo 2007-2013 è stata pagata l'annualità 2006, non liquidata nella programmazione precedente, con oltre 130.000 ettari. Nel 2007 sono stati liquidati contributi per un totale di 118.000 ettari, nel 2008 le superfici si sono attestate su 50.100 ha, infine nel 2009 hanno raggiunto quasi 27.000 ettari (figura 8.39).

La situazione complessiva per azione per l'anno 2009 (tabella 8.6), ottenuta sommando gli impegni attivi nei due periodi, dà un totale di superfici sotto impegno che condiziona positivamente la qualità del suolo pari a 110.221 ha. Rimane la prevalenza della produzione biologica con oltre 47.000 ha, di cui 6.200 sono relativi agli impegni del bando 2006.



SCHEMA INDICATORE

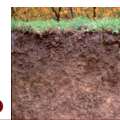
NOME DELL'INDICATORE	<i>Localizzazione dei siti inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna</i>	DPSIR	<i>R/S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Adimensionale</i>	Fonte	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DM 471/99 DLgs 152/06</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

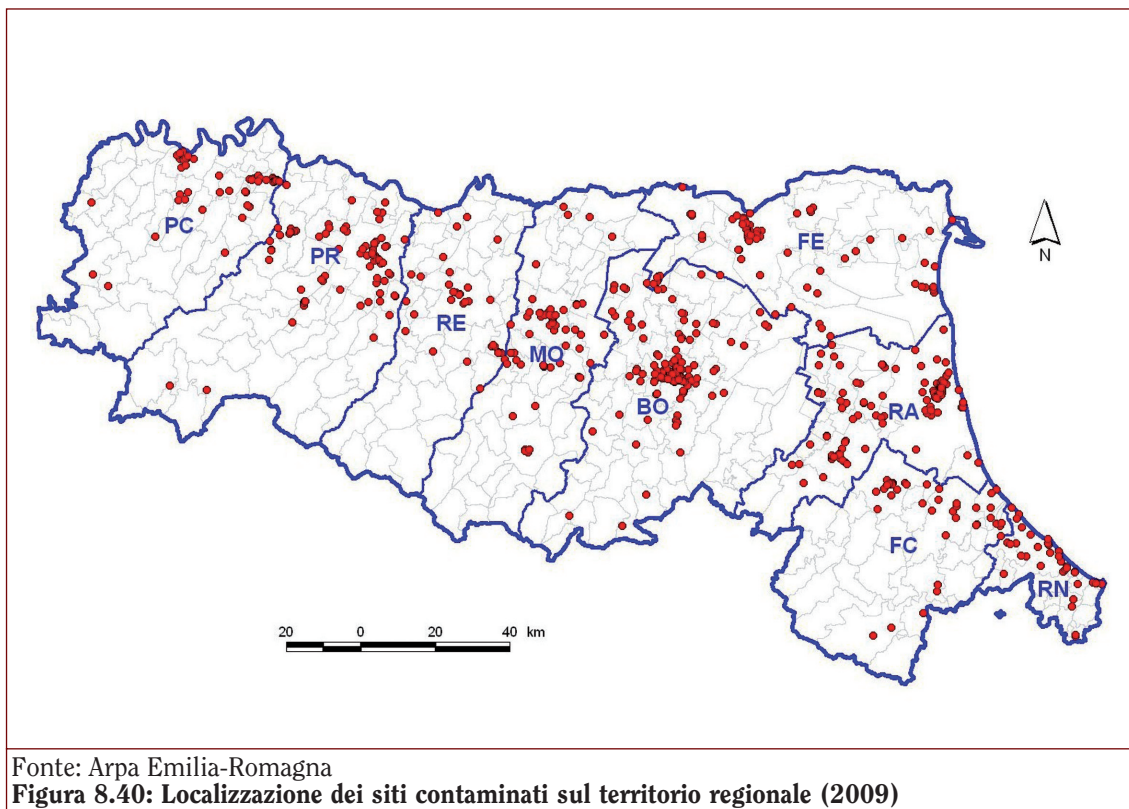
Indica la localizzazione dei siti contaminati (definiti dall'art. 2 del DM 471/99, ora abrogato dall'entrata in vigore del DLgs 152/06, e dall'art. 240 del DLgs 152/06) sul territorio della regione Emilia-Romagna. I siti riportati in figura 8.40 sono quelli inseriti nella banca dati dei siti contaminati di Arpa Emilia-Romagna.

Scopo dell'indicatore

L'indicatore fornisce informazioni sulla distribuzione dei siti contaminati sul territorio regionale.



Grafici e tabelle



Commento ai dati

La maggior parte dei siti contaminati è localizzata nella provincia di Bologna e nella provincia di Ravenna. La situazione è indicativa in quanto si tratta delle province in cui, anche storicamente, si ha un maggiore insediamento industriale, con presenza di industrie chimiche, meccaniche, della raffinazione e trasformazione degli idrocarburi, etc. Infatti i siti sono localizzati intorno ai poli industriali più rilevanti (Ravenna, Ferrara) e nell'intorno di zone industriali vicine alle grandi città (Bologna). La presenza di siti è concentrata prevalentemente lungo le principali vie di comunicazione e nel territorio di pianura, in cui sono appunto insediate la maggior parte delle attività.



Sintesi finale

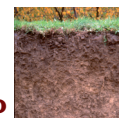
- 😊 Minore utilizzo di prodotti di sintesi, in particolare dei fitofarmaci, e ricorso a strategie agronomiche più connesse con la tutela del suolo (anche in relazione alle misure agroambientali e ai finanziamenti europei); carichi azotati unitari provenienti da allevamenti significativamente al di sotto dei limiti di legge (170 kg/ha) in tutte le province. Assenza di processi di acidificazione e alcalinizzazione dei suoli.
- 😐 Tendenza alla riduzione di fertilizzanti per concimi azotati, fosfatici e potassici, viceversa aumento nell'uso dei correttivi e dagli ammendanti. Stazionaria o in leggera diminuzione la consistenza zootecnica, che conserva la storica localizzazione geografica. Sono presenti situazioni critiche localizzate relativamente a contenuto di carbonio organico, rischio di erosione idrica e contenuto in metalli pesanti.
- 😞 Diffusione dell'uso dei fanghi di depurazione in agricoltura, potenziali fonti di inquinamento del suolo; contaminazione del suolo per attività antropiche; perdita di suolo per urbanizzazione e conseguente aumento del grado di impermeabilizzazione dello stesso.

Messaggio chiave

- 😐 Le scelte di pianificazione del territorio e le modalità di gestione del suolo condizionano la qualità dei suoli regionali. L'orientamento della Commissione europea di promuovere con una Direttiva specifica, in corso di approvazione, la protezione del suolo e attivare concrete azioni di contrasto ai processi di degradazione in atto evidenzia l'opportunità di attivare, anche a livello regionale, una strategia comune tra i diversi settori produttivi per un uso sostenibile della risorsa. Nel settore agricolo i Regolamenti (CE) 1783/03 e 1698/05 hanno determinato la formulazione dell'attuale Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013, in cui specifiche misure agroambientali svolgono azioni dirette o indirette di miglioramento e/o di protezione del suolo. Sono auspicabili analoga attenzione e iniziative nei settori della pianificazione urbanistica, industriale, energetica e turistica della regione. Un ruolo importante per la tutela della risorsa è quello svolto dagli Enti pubblici (Arpa, Province) in termini di ispezioni, indagini e monitoraggi rispetto al numero crescente di siti con suoli contaminati.

Bibliografia

1. Arpa-Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (2002) SINA Analisi e Progettazione delle reti di monitoraggio ambientale a scala regionale e subregionale – *“Proposta di organizzazione di una rete di monitoraggio dei suoli”*
2. Arpa-Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (2010) *“Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna”* Edizione 2009.
3. ARPAV (2008) *“Rapporto sugli indicatori ambientali del Veneto”*.
4. Belvederi G. et al. *“Il nuovo database dell'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna”* Atti XIV^a Conferenza Nazionale ASITA - Brescia 9-12 novembre 2010
5. Campiani E., Corticelli S., Garberi M.L., Gavagni A., Guandalini B. (2006) *“Uso del suolo 2003”*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Sistemi informativi Geografici
6. COM 2006/231 definitivo. *“Strategia tematica per la protezione del suolo”*.
http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0231_it.pdf
7. Corticelli S., Guermandi M., Mariani M.C. (2008) *“Due indici per valutare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo”* Atti della XII^a Conferenza nazionale ASITA, L'Aquila.
8. Filippi N., Sbarbati L. (1994) *“I suoli dell'Emilia Romagna. Note illustrative e carta 1:250.000”*. Selca, Firenze
9. Förstner U. & Müller G. (1981) *“Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: geochemical background, man's influence and environmental impact”* *Geojournal* 5, 417-432.



10. Franzini M, Leoni L, Saitta M (1975) "Revisione di una metodologia analitica per fluorescenza-X basata sulla correzione completa degli effetti di matrice". *Rend Soc It Min Petr* 31, 365-378.
11. ISO19258 (2005) "Soil quality - Guidance on the determination of background values" ISO/TC 190/SC 7- 19258
12. STAT (2008) "Struttura e produzioni delle aziende agricole", Anno 2007
13. Nassisi A., Baffi C., (2004) "Use of geostatistics to estimate some indicators of soil quality in the province of Piacenza (Italy)". EUROSOIL 2004 Freiburg (D) 04-12 settembre 2004 – book of abstracts; pg 143-144;
14. NRCS-USA (2008) "National Soil Survey Handbook".
15. Regione Emilia-Romagna-Direzione Agricoltura (2009) "Relazione sullo stato di attuazione del Programma Regionale di Sviluppo Rurale, annualità 2008".
16. Regione Emilia-Romagna-SGSS (2002) "Normativa Tecnica Generale" (documentazione interna)
17. Regione Emilia-Romagna-SGSS (2005) "Carta dei Suoli della pianura a scala 1:50.000 - versione digitale 2005"
18. Regione Emilia-Romagna -SGSS (2010) Cartografie tematiche in:
<http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>
19. Regione Emilia-Romagna-SGSS (2010) Carte pedo-geochimiche in:
http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/cartografia/sito_cartografia/web_gis_cartografia_suoli.htm
20. Regione Veneto (2010) Delibera di Giunta n.464 "Protocollo operativo per l'esecuzione di indagini mirate alla determinazione delle concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso – D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Parte IV"
21. Sammartino I., Amorosi A., Guermandi M. & Marchi N. (2007) "The Pedogeochemical Map of Parma alluvial plain: contribution of soil studies to geochemical mapping", *GeoActa*, 6, 11-23.
22. Ungaro F., C. Calzolari, Tarocco P., Giapponesi A., Sarno G. (2002) "Soil organic matter in the soils of Emilia-Romagna plain (Northern Italy): knowledge and management policies". Ottawa OECD Expert Meeting on Organic Carbon Indicators for Agricultural Land, Canada, CNR-Regione.
23. Ungaro F., Staffilani F., Tarocco P. (2010) "Assessing and mapping topsoil organic carbon stock at regional scale (Emilia-Romagna, Italy): a scorpan kriging approach conditional on soil map delineations and land use". *Land Degradation & Development* DOI: 10.1002/ldr.998
24. Zucchini A. (2002) "Come cambia l'agricoltura in Emilia-Romagna: Agricoltura e territorio" in Dossier Censimento, rivista AGRICOLTURA, anno 30°, n. 9.

