



Regione Emilia-Romagna



servizio geologico  
sismico e dei suoli

**CARTA DELLA  
DOTAZIONE IN  
SOSTANZA ORGANICA  
DEI SUOLI DI PIANURA  
EMILIANO-ROMAGNOLA  
STRATO 0-30 cm**

scala 1:50.000

**NOTE ILLUSTRATIVE 2015 - 2<sup>a</sup> edizione**

a cura di:

**Francesca Staffilani, Paola Tarocco**

*Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

**Fabrizio Ungaro**

*CNR-IBIMET, Firenze*



CARTA DELLA DOTAZIONE IN SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA STRATO 0-30 cm.  
SCALA 1:50.000. SECONDA EDIZIONE



## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DEFINIZIONI.....</b>	<b>5</b>
2.1	Sostanza organica .....	5
2.2	Efficienza degli ammendanti organici .....	6
2.3	Funzione strutturale della materia organica.....	6
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA CARTA .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CONSULTAZIONE DELLA CARTA SUL WEB .....</b>	<b>11</b>
4.1	Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH .....	11
4.2	Consultazione sul sito CATALOGO DEI SUOLI REGIONALE .....	12
4.3	Scaricamento dati.....	13
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA UTILIZZATA .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>15</b>



CARTA DELLA DOTAZIONE IN SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA STRATO 0-30 cm.  
SCALA 1:50.000. SECONDA EDIZIONE



## 1 INTRODUZIONE

La “Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli della pianura emiliano-romagnola” descrive qualitativamente il contenuto di sostanza organica nei primi 30 cm di suolo, in funzione della classe tessiturale del suolo stesso.

Questa seconda edizione segue l'aggiornamento della carta del contenuto percentuale di carbonio organico e della tessitura dei suoli di pianura del 2015. Gli aggiornamenti sono resi possibili dalla continua attività di rilevamento che il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli e il Servizio Ricerca, Innovazione e Promozione del Sistema Agroalimentare promuovono grazie a fondi provenienti sia dell'Assessorato Ambiente che dall'Assessorato Agricoltura tramite il Piano di Sviluppo Rurale.

Questo elaborato vuole fornire informazioni utili per l'applicazione di tecniche agricole più razionali e sostenibili promosse dalla Regione Emilia-Romagna (RER) attraverso il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) al fine di ottenere prodotti di qualità garantita, nel rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo. La conoscenza della dotazione di sostanza organica dei terreni può contribuire al conseguimento di tali finalità, integrando così le norme e le indicazioni tecniche contenute nei disciplinari di produzione integrata (D.P.I.). Essa inoltre può orientare territorialmente l'adesione alle azioni dei programmi di sviluppo rurale volte all'incremento o quantomeno alla conservazione della sostanza organica e consentire successivamente la valutazione dell'efficacia dell'applicazione delle azioni.

I disciplinari di produzione integrata prevedono la pratica della fertilizzazione organica anche con l'obiettivo di favorire e proteggere la funzione strutturale della sostanza organica.

Se da un lato si vuole favorire il mantenimento e/o l'incremento del contenuto di sostanza organica nei suoli, dall'altro le stesse pratiche forniscono elementi nutritivi che vanno commisurati alle reali esigenze delle colture. In particolare è necessario contenere gli apporti di azoto per limitare il rischio di inquinamento delle acque in conseguenza dei fenomeni di lisciviazione. Come meglio riportato nei paragrafi successivi, i quantitativi massimi di ammendanti organici utilizzabili annualmente sono funzione della dotazione in sostanza organica del suolo.

## 2 DEFINIZIONI

### 2.1 Sostanza organica

La sostanza organica (SO) nel suolo rappresenta circa l'1-3 % della fase solida in peso e il 12-15% in volume; ciò significa che essa costituisce una grossa parte delle superfici attive del suolo e, quindi, ha un ruolo fondamentale sia per la nutrizione delle piante (mineralizzazione e rilascio degli elementi nutritivi, sostentamento dei microrganismi, trasporto di P e dei microelementi alle radici, formazione del complesso di scambio dei nutrienti) e sia per la struttura del terreno (aerazione, aumento della capacità di ritenzione idrica, limitazione nella formazione crosta superficiale, limitazione del compattamento e dell'erosione).

Data la complessità strutturale della sostanza o materia organica in laboratorio si preferisce eseguire la determinazione del contenuto di carbonio organico (espresso come percentuale in peso) che per convenzione può essere ricondotto al valore di sostanza organica (espressa come percentuale in peso) attraverso il fattore di Van Bemmelen (S.O. = 1,724 C.O. Jackson, 1965).

I valori analitici di CO alla base della elaborazione geo-statistica sono stati determinati con due metodi di laboratorio:

1. Walkley and Black modificato (D.M. 13/9/99 Metodo VII.3)
2. Analizzatore Elementare (D.M. 13/9/99 Metodo VII.1- ISO10694).

Nella presente analisi, a carattere esclusivamente regionale, i metodi VII.3 e VII.1. sono stati ritenuti confrontabili.

Il contenuto di SO dei suoli dipende da diversi fattori ambientali quali clima (temperature, umidità), tipo e condizione dei suoli, vegetazione e nei suoli agricoli dipende molto anche dall'uso e dal tipo di gestione. Spesso i terreni agricoli ne sono deficitari in quanto le intense lavorazioni favoriscono la mineralizzazione e gli scarsi apporti tramite i residui colturali non sono sufficienti a ripristinare la sostanza organica perduta.

Data la diversa capacità dei suoli di immagazzinare SO i D.P.I. propongono di valutarne il contenuto in funzione della classe tessiturale secondo il seguente schema:



GIUDIZIO	Dotazione di sostanza organica %			CLASSE DI DOTAZIONE PER SCHEDE STANDARD
	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FAS)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)	
Molto basso	<0,8	<1,0	<1,2	<b>Scarsa</b>
Basso	0,8-1,4	1,0-1,8	1,2-2,2	
Medio	1,5-2,0	1,9-2,5	2,3-3,0	<b>Normale</b>
elevato	>2,0	>2,5	>3,0	<b>Elevata</b>

Tabella 1. Schema di valutazione secondo D.P.I. - Norme Generali, 2015

## 2.2 Efficienza degli ammendanti organici

Ai fini dell'utilizzazione agronomica si considerano ammendanti quei fertilizzanti, come ad esempio il letame bovino maturo, in grado di migliorare le caratteristiche del terreno e che diversamente da altri effluenti zootecnici come i liquami e le polline rilasciano lentamente ed in misura parziale l'azoto in essi contenuto. Come caratteristiche minime di riferimento si può assumere che detti materiali debbano avere un contenuto di sostanza secca > al 20% ed un rapporto C/N maggiore di 11. Mediamente si considera che nell'anno di distribuzione circa il 40% dell'ammendante incorporato nel suolo subisca un processo di completa mineralizzazione.

## 2.3 Funzione strutturale della materia organica

L'apporto di ammendanti con lo scopo di mantenere e/o accrescere il contenuto di sostanza organica nei terreni è una pratica da favorire. D'altra parte apporti eccessivi effettuati con una logica di "smaltimento" aumentano il rischio di perdite di azoto e di inquinamento ambientale.

Sono pertanto fissati i quantitativi massimi utilizzabili annualmente in funzione del tenore di sostanza organica del terreno come riportati in Tabella 2.

Classe di dotazione in sostanza organica	Apporti massimi annuali (t s.s./ha)
Scarsa	13
Normale	11
Elevata	9

Tabella 2. Apporti massimi di ammendanti organici in funzione della dotazione del terreno in sostanza organica secondo D.P.I - Norme Generali, 2015



### 3 DESCRIZIONE DELLA CARTA

La “Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli della pianura emiliano-romagnola”, come più ampiamente descritto nel paragrafo METODOLOGIA UTILIZZATA, è il risultato di una elaborazione che a partire da valori puntuali di tessitura, argilla, limo e sabbia, e di sostanza organica tiene conto della distribuzione dei suoli in ragione anche dei diversi distretti agricoli regionali e quindi dei diversi usi del suolo e ordinamenti colturali che caratterizzano ciascun distretto. Questo fa sì che ne esca un quadro descrittivo che riflette non solo la distribuzione dei suoli ma anche le pratiche colturali che insistono sui suoli influenzandone il contenuto in sostanza organica.

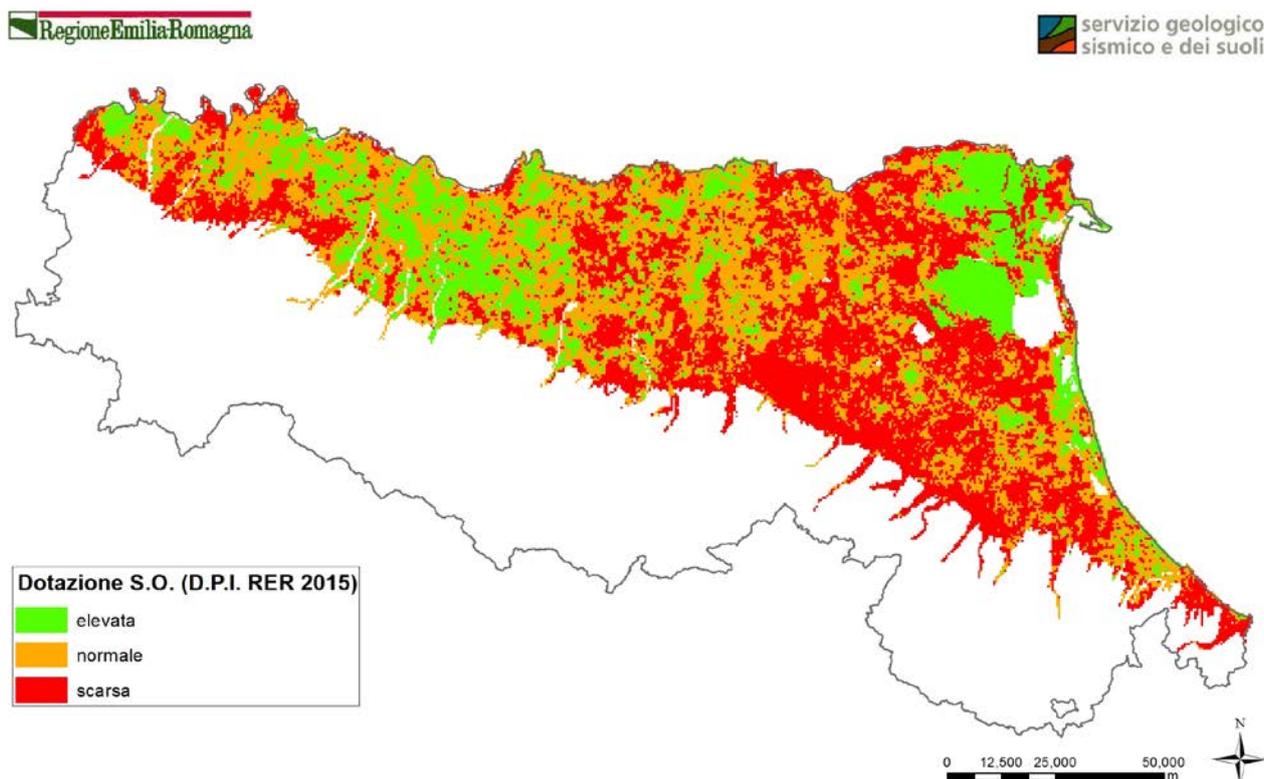


Figura 1. Carta della dotazione in sostanza organica secondo classi da D.P.I - Norme Generali, 2015

Lo schema di giudizio sulla dotazione di SO (Tabella 1) contenuto nei disciplinari di produzione integrata è calibrata sulla realtà regionale. Si fonda sul presupposto che la capacità di accumulare sostanza organica è suolo-specifica, ossia dipende non solo da fattori climatici e di gestione agronomica del suolo ma anche dalle caratteristiche chimico-fisiche del suolo stesso tra cui appunto la composizione granulometrica ossia il contenuto di argilla, limo e sabbia. Generalmente i suoli sabbiosi hanno una minore capacità di accumulo rispetto ai suoli argillosi, un contenuto di SO superiore a 1.5% nei suoli grossolani viene giudicato già un contenuto medio, diversamente nei suoli argillosi lo stesso giudizio prevede contenuti di SO almeno del 2.3%.



CARTA DELLA DOTAZIONE IN SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA STRATO 0-30 cm.  
SCALA 1:50.000. SECONDA EDIZIONE

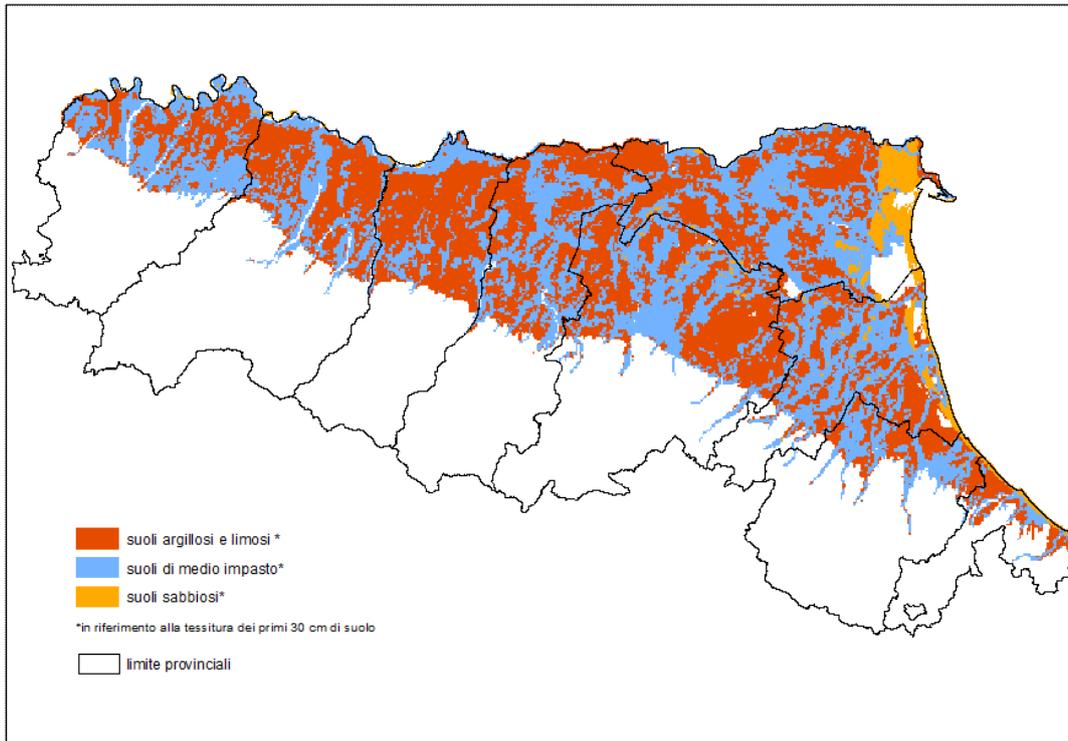


Figura 2. Distribuzione dei suoli secondo la classe tessiturale dell'orizzonte superficiale come da schema di valutazione secondo D.P.I. - Norme Generali, 2015

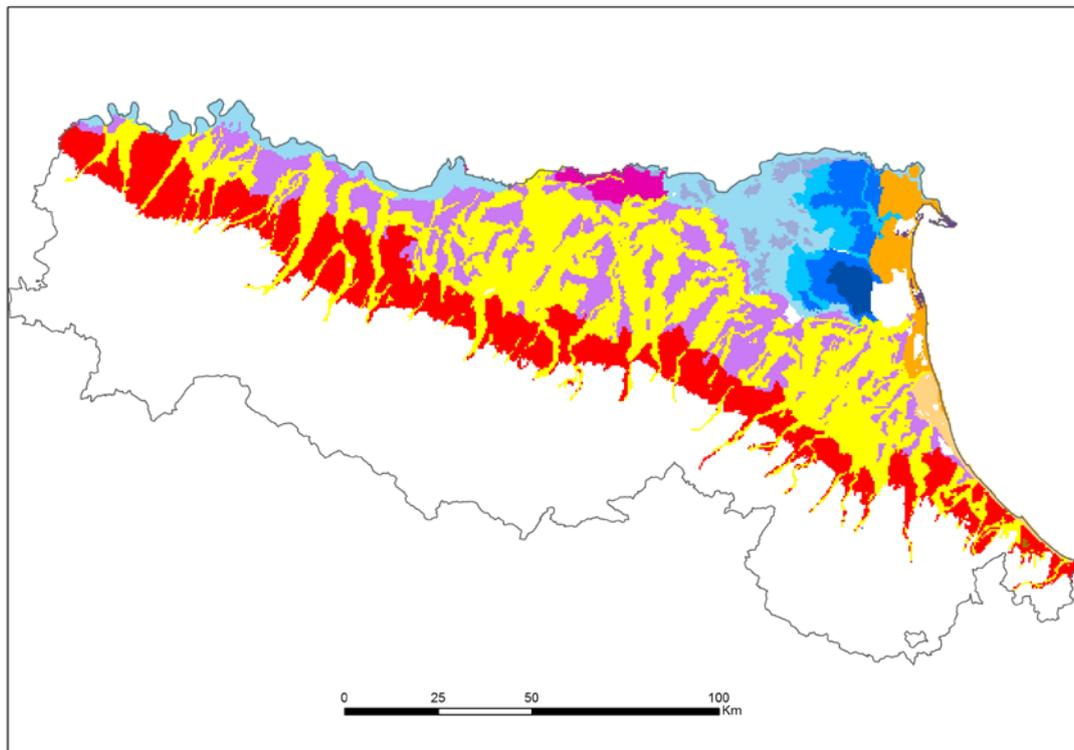


Figura 3. Unità pedo-ambientali della pianura emiliano-romagnola, da carta dei suoli 1:50.000 ed. 2014



## Unità pedo-ambientali

	ADP - Aree morfologicamente depresse della bassa pianura alluvionale padano-appenninica
	ADA - Aree morfologicamente depresse della piana alluvionale appenninica
	ADD - Aree morfologicamente depresse della piana deltizia superiore
	PM - Piana a meandri del Po e dossi della piana deltizia superiore
	AT - Aree di transizione tra le valli salmastre di recente bonifica e la piana deltizia superiore
	VSB - Valli salmastre bonificate (Histosuoli subordinati)
	BM - Bonifica del Mezzano (Histosuoli dominanti)
	VSC - Valli salmastre della piana costiera
	PCM - Piana costiera meridionale (Sud di Ravenna)
	PCS - Piana costiera settentrionale (Nord di Ravenna)
	DCT - Dossi, conoidi e terrazzi recenti della piana alluvionale appenninica
	APM - Alta pianura e margine appenninico

Figura 4. Legenda delle Unità pedo-ambientali

I **suoli sabbiosi** sono diffusi essenzialmente nella piana costiera (figura 2 e 3), hanno valori medi di SO di circa 1.8% (tabella 3) e si distribuiscono per il 36% nella classe di dotazione elevata con un contenuto medio di SO di 2.7% e per il 35 % nella classe scarsa con un contenuto medio dell'1%; la classe normale ha invece un contenuto medio del 1.7%.

I **suoli di medio impasto** (figura 2 e 3) caratterizzano principalmente i dossi, le conoidi e i terrazzi recenti della pianura appenninica e la piana a meandri e i dossi della piana deltizia superiore; sono invece secondari rispetto ai suoli argillosi nell'alta pianura e nel margine appenninico. I suoli di medio impasto hanno valore medio di SO di 1.95% (tabella 3). La classe di dotazione più diffusa è la scarsa (43%) con un contenuto medio di SO di 1.45, mentre il 42% è in classe normale con un contenuto medio di 2.09. La classe elevata per il restante territorio ha valori medi di SO del 2.9%.

I **suoli argillosi** (figura 2 e 3) caratterizzano principalmente le valli della pianura appenninica mentre condividono con i suoli di medio impasto gli ambienti di alta pianura e del margine appenninico e i dossi, le conoidi e i terrazzi recenti. In questi ambienti il valore medio di SO di questi suoli è di 2.4% (tabella 3). Il 45% dei suoli di questi ambienti sono argillosi con una dotazione di SO normale con un contenuto medio del 2.5%, il 39% hanno una dotazione scarsa con un contenuto medio di SO di 1.8% e il restante ha una dotazione alta con una media di 3.4% di SO. La classe elevata, pur avendo una certa diffusione a Reggio Emilia e Parma, non è comunque mai prevalente e questo a conferma dell'alto potenziale di accumulo che i suoli argillosi dei nostri ambienti ancora hanno.

Nota a parte meritano i **suoli organici** nel Ferrarese delle valli del Mezzano (BM nella figura 3 e 4) e delle valli di più antica bonifica intorno a Jolanda di Savoia (VSB nella figura 3 e 4). Questi infatti si sono sviluppati su depositi torbosi di aree in passato palustri ed hanno un naturale elevato contenuto di SO già in superficie con un valore medio del 21% nelle valli del Mezzano e del 7% nelle valli di Jolanda di Savoia, rientrando appieno nella classe di dotazione elevata (tabella 3).

Se si osserva la **distribuzione delle classi di dotazione** nel complesso della pianura si evidenziano tendenze diverse in funzione dei **distretti agricoli** (tabella 4). La classe di dotazione elevata ha una certa diffusione con il 37% e 34% nei distretti di Reggio Emilia e Parma anche se non è mai la prevalente; la classe normale è invece prevalente a Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Modena, mentre nei restanti distretti la classe più diffusa è invece la scarsa. Questa distribuzione riflette il diverso indirizzi produttivo di questi ambienti: Reggio Emilia e a seguire Parma e Modena sono infatti caratterizzati dalla diffusione di colture foraggere legate alle produzioni zootecniche e casearie che ancora oggi sono diffuse nel territorio; diversamente avviene nei restanti distretti dove prevalgono i seminativi intensivi e le colture arboree. Ferrara ha il 31% del territorio in classe elevata in virtù della presenza di suoli organici nelle valli bonificate, al di fuori delle quali però predomina la classe scarsa.



	Terreni sabbiosi	Terreni medio impasto	Terreni argillosi e limosi	Terreni organici Valle Mezzano	Terreni valli di Jolanda di Savoia
Contenuto medio di SO	1.88%	1.95%	2.4%	21.3%	7.4%
CLASSE di dotazione prevalente	elevata	scarsa	normale	elevata	elevata

Tabella 3. Contenuto medio % di SO e classe di dotazione prevalente per tipi di terreno (dati elaborati a partire dalla Carta della dotazione di sostanza organica, 2015)

Distretti agricoli di pianura	Contenuto di SO in %				Diffusione % delle classi di dotazione		
	Media	Minimo	Massimo	DevSt	ELEVATA	NORMALE	SCARSA
BOLOGNA	1.95	0.39	4.40	0.51	4.62	37.84	57.54
FERRARA	3.90	0.20	49.83	4.99	31.05	32.44	36.50
FORLI'-CESENA	1.88	0.47	3.70	0.46	3.66	35.41	60.92
MODENA	2.18	0.45	6.40	0.57	13.28	49.63	37.10
PARMA	2.59	0.40	7.05	0.66	34.32	50.07	15.61
PIACENZA	2.16	0.24	5.38	0.62	15.34	47.52	37.14
RAVENNA	2.02	0.28	6.37	0.56	11.22	38.90	49.88
REGGIO EMILIA	2.73	0.57	7.09	0.67	37.18	49.69	13.13
RIMINI	1.95	0.29	4.60	0.58	8.67	38.96	52.36
<b>Totale pianura</b>	<b>2.57</b>	<b>0.20</b>	<b>49.83</b>	<b>2.49</b>	<b>19.60</b>	<b>41.50</b>	<b>38.90</b>

Tabella 4. Valori statistici di SO% e diffusione delle classi di dotazione per distretti agricoli di pianura (dati elaborati a partire dalla Carta della dotazione di sostanza organica, 2015). Sono colorate le classi prevalenti per ogni distretto.



## 4 CONSULTAZIONE DELLA CARTA SUL WEB

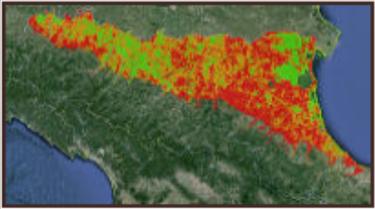
### 4.1 Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH

La carta della dotazione di sostanza organica è consultabile sul sito [I suoli dell'Emilia-Romagna<sup>1</sup>](http://suoli.regione.emilia-romagna.it), definito brevemente CARTPEDO, nella sezione **Carte applicative**.

**2.6 Dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm (2a edizione)** new

Scala 1:50.000

La carta della dotazione in sostanza organica descrive qualitativamente il contenuto di sostanza organica nei primi 30 cm di suolo secondo lo schema di valutazione contenuto nei Disciplinari di Produzione Integrata (D.P.I. 2015) della Regione Emilia-Romagna. Questa informazione è utile per applicare tecniche agricole più razionali e sostenibili al fine di ottenere prodotti di qualità garantita, nel rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo. La conoscenza della dotazione di sostanza organica dei terreni contribuisce al conseguimento di tale finalità, integrando così le norme e le indicazioni tecniche contenute nei D.P.I. Essa inoltre può orientare localmente l'adesione alle azioni dei Programmi di Sviluppo Rurale volte all'incremento o alla conservazione della sostanza organica e consentire successivamente la valutazione dell'efficacia dell'applicazione di tali azioni.



- apri la [Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm \(2a edizione\)](#) in Google Earth
- apri la [Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm \(2a edizione\)](#) con il Plugin di Google Earth
- apri le note illustrative della [Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm \(2a edizione\)](#)
- visualizza i [metadati della Carta della dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm \(2a edizione\)](#)

Figura 5. Interfaccia iniziale della carta nel sito I suoli dell'Emilia-Romagna

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

Attivando il link [Carta della dotazione di sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm \(2° edizione\)](#) si apre la carta su base Google Earth.

La rappresentazione del territorio avviene attraverso una struttura a maglia costituita da celle con lato di **500 m**.

Il valore attribuito a ciascuna cella descrive in termini qualitativi, CLASSE o GIUDIZIO, la dotazione in sostanza organica dei suoli in funzione della loro classe tessiturale secondo lo schema della tabella 1 (da D.P.I., 2015). Il valore si riferisce ai primi 30 cm di suolo con una scala di dettaglio di 1:50.000.

Il dato assente è stato assegnato agli alvei di piena ordinaria e ai corpi d'acqua.

**I suoli dell'Emilia-Romagna**

*Dotazione in sostanza organica dei suoli di pianura tra 0-30 cm. Seconda edizione*  
Livello di dettaglio 1:50.000

Classe di dotazione [\*]  
Scarsa

Legenda

Classe di dotazione [*]	Sostanza Organica (%)		
	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FSA)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)
Scarsa	<0,8	<1,0	<1,2
	0,8-1,4	1,0-1,8	1,2-2,2
Normale	1,5-2,0	1,9-2,5	2,3-3,0
Elevata	>2,0	>2,5	>3,0

[\*] Secondo schema di valutazione D.P.I. RER 2015

Anno di aggiornamento  
2015

[Apri note illustrative](#)



Figura 6. Interfaccia di consultazione delle singole celle

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



CARTA DELLA DOTAZIONE IN SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA STRATO 0-30 cm.  
SCALA 1:50.000. SECONDA EDIZIONE

## 4.2 Consultazione sul sito CATALOGO DEI SUOLI REGIONALE

La carta della dotazione in **sostanza organica** è consultabile anche sul sito [Catalogo dei suoli dell'Emilia-Romagna](https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/)<sup>2</sup>.

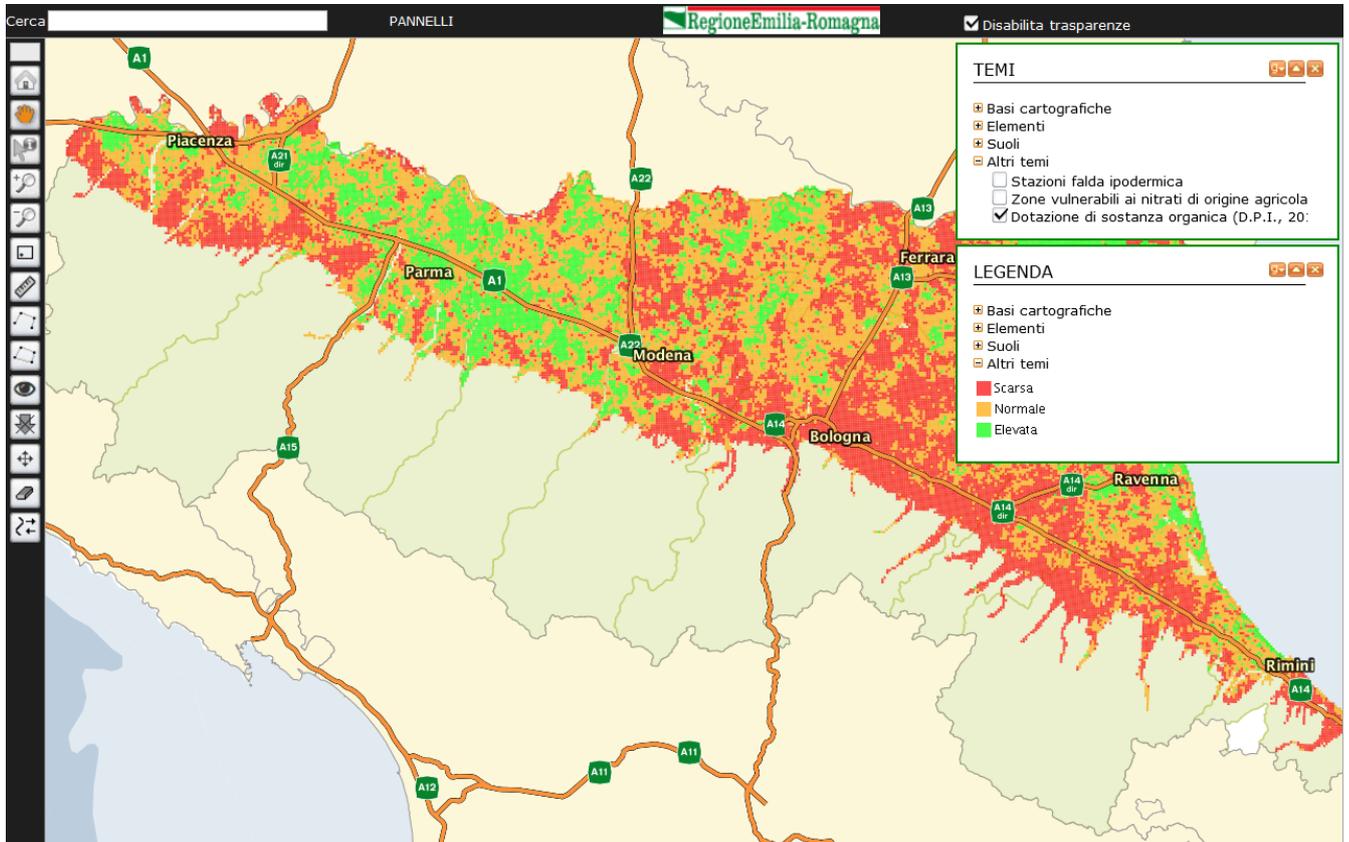


Figura 7. Home page del sito Catalogo dei suoli con la rappresentazione della Carta della Dotazione di Sostanza Organica

<sup>2</sup> <https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/>



### 4.3 Scaricamento dati

Lo shapefile della carta del contenuto di argilla si scarica dal sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/> dalla sezione Suoli- Carte applicative.

The screenshot displays the 'Catalogo dei Dati Geografici' web application. The main map shows the Emilia-Romagna region with a topographic overlay. The left sidebar contains a tree view of data categories, with 'Suoli' expanded to show 'Carte applicative'. The right sidebar shows 'Cartografie Catalogo SGSS' and 'Cartografie di base'. A tooltip over the map indicates that the selected layer is 'Dotazione sostanza org. 0-30 pianura 2°ed.' and provides instructions on how to download the data as a shapefile.

Figura 8. Interfaccia di scaricamento dei dati geografici



## 5 METODOLOGIA UTILIZZATA

La carta di dotazione della sostanza organica è stata realizzata mediante l'incrocio di due tematismi:

1. la Carta della tessitura di pianura 0-30 cm (2015);
2. la Carta del contenuto % di Carbonio Organico di pianura 0-30 cm seconda edizione (2015).

La base cartografica di riferimento è costituita dalla Carta dei suoli di pianura 1:50.000 edizione 2014, prodotta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. La Carta dei suoli descrive il territorio di pianura attraverso poligoni (o delineazioni) che rappresentano una porzione di territorio omogenea per i tipi di suoli in essa presenti. Le informazioni cartografiche sono state integrate da un numero cospicuo di dati analitici (data set per l'intervallo 0-30 cm: **14.240** osservazioni per il carbonio organico e **26.794** per la tessitura) la cui origine si può suddividere in:

1. prelievi effettuati nell'ambito delle attività di assistenza tecnica per l'agricoltura (Servizio ricerca, innovazione e promozione del sistema agroalimentare dell' Assessorato Agricoltura); osservazioni pedologiche raccolte dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli;
2. dati LUCAS raccolti da ESDAC<sup>3</sup>

I dati sono poi stati elaborati in base a criteri statistici e geostatistici con la seguente metodologia:

- raggruppamento di tutti i suoli di pianura in gruppi e sottogruppi funzionali, ossia associazioni di suoli affini per famiglia tessiturale e disponibilità di ossigeno;
- calcolo delle statistiche descrittive dei valori di carbonio organico, sabbia, limo e argilla contenuti nel data set (media, minimo, massimo, deviazione standard, intervalli di confidenza, errore standard, mediana, quartili, 1° e 9° decile) per ciascun "gruppo" funzionale e "sottogruppo". Le statistiche sono state calcolate per cluster di comuni nel caso del Carbonio organico e per raggruppamenti di bacini idrografici nel caso delle tessiture;
- definizione del valore medio di riferimento. Le combinazioni "sottogruppo funzionale-cluster" e sottogruppo funzionale-bacino sono state utilizzate per definire un valore medio di ogni parametro da attribuire alle delineazioni della carta dei suoli di pianura 1:50.000. Nel caso di delineazioni miste, ossia con suoli ricondotti a gruppi funzionali differenti, sono stati calcolati valori medi ponderati sulla percentuale di occorrenza di ogni suolo all'interno della delineazione.
- calcolo della differenza tra i valori puntuali di carbonio organico, sabbia, limo e argilla presenti nelle delineazioni e il valore medio attribuito alla delineazione dove i punti stessi ricadono. Tale differenza, detta residuo, è stata oggetto di analisi geostatistica. L'analisi geostatistica ha come riferimento raster la griglia regionale<sup>4</sup> con dimensione della cella di 500 m x 500 m. La stessa griglia viene utilizzata come base per la restituzione degli elaborati. Il valore assegnato a ciascuna cella è dunque il valore medio della delineazione in cui ricade il centroide della cella stessa, corretto con il valore assegnato attraverso l'analisi geostatistica dei residui. La metodologia applicata è una delle possibili varianti del Geostatistic-Scorpan Kriging (McBratney et al. 2003, Ungaro et al 2010).

Per ulteriori approfondimenti sulla metodologia di costruzione delle carte del contenuto % di carbonio organico e della tessitura consultare Rapporto 2.1 Ottobre 2015 di CNR-IBIMET.

<sup>3</sup> JOINT RESEARCH CENTRE. European Soil Data Centre

<sup>4</sup> Il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli ha costruito a livello regionale ai fini delle analisi geografiche e della modellizzazione, una griglia multiscala con celle di dimensione di 100 m aggregabili ad 500 m. La griglia è stata costruita con riferimento a quanto indicato dal progetto MEUSIS del JRC-European Commission.



## 6 BIBLIOGRAFIA

6° Censimento dell'agricoltura (2010) <http://www.istat.it/it/emilia-romagna>

COM 2006/231 definitivo. Strategia tematica per la protezione del suolo.  
[http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com\\_2006\\_0231\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0231_it.pdf).

COM 2006/232 definitivo. Direttiva del parlamento europeo e del che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE. [http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com\\_2006\\_0232\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0232_it.pdf).

Giustolisi, O., Savic, D. A., 2006 A symbolic data-driven technique based on evolutionary polynomial regression. *Journal of Hydroinformatics*, 8 (3), 207–222

McBratney, A.B., Mendonça Santos, M.L., Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117, 3-52.

MacQueen J. B. (1967): "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations, Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability", Berkeley, University of California Press, 1:281-297

MEUSIS <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/projects/Meusis/main.html>

Pebesma, E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences*, 30: 683-691.

Regione Emilia-Romagna. Carta del contenuto percentuale di Carbonio Organico nei suoli della pianura emiliano-romagnola strato 0-30 cm. Seconda edizione. 2015 [http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/NOTE\\_ILLUSTRATIVE\\_CO\\_pianura.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/NOTE_ILLUSTRATIVE_CO_pianura.pdf)

Regione Emilia-Romagna. Carta della tessitura dei suoli della pianura emiliano-romagnola strato 0-30 cm. 2015 [http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/tessitura\\_pianura.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/tessitura_pianura.pdf)

Regione Emilia-Romagna, CRPV. Disciplina di produzione integrata. Norme generali. Ediz. 2015 pag. 58  
[http://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/doc/disciplinari/produzione-integrata/Collezione-dpi/dpi\\_2015/norme-1/norme-general-2015/at\\_download/file/Norme%20generali-2015%20.pdf](http://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/doc/disciplinari/produzione-integrata/Collezione-dpi/dpi_2015/norme-1/norme-general-2015/at_download/file/Norme%20generali-2015%20.pdf)

Regione Emilia-Romagna. Campioni analisi terreni (SACT) della regione Emilia-Romagna (2014)  
[http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/ANALISI\\_TERRENI\\_SACT.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/ANALISI_TERRENI_SACT.pdf)

Regione Emilia-Romagna. Carta dei suoli della pianura e di parte della collina emiliano-romagnola in scala 1:50.000. Edizione 2015. (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis-suoli>)

R version 3.2.0, 2015. The R Foundation for Statistical Computing, <https://www.r-project.org/>

RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>; versione 0.98.1103.

Tóth, G., Jones, A., Montanarella, L. (eds.) 2013. LUCAS Topsoil Survey. Methodology, data and results. JRC Technical Reports. Luxembourg. Publications Office of the European Union, EUR26102 – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831-9424 (online); ISBN 978-92-79-32542-7; doi: 10.2788/97922"

Ungaro F., Staffilani F., Tarocco P, 2010. Assessing and mapping topsoil organic carbon stock at regional scale: a Scorpan Kriging approach conditional on soil map delineations and land use Land Degrad. Develop. DOI: 10.1002/ldr.998

Ungaro F., Calzolari C. Carta del contenuto percentuale e dello stock di carbonio delle frazioni granulometriche e della salinità dei suoli della pianura emiliano-romagnola (0-30 cm). Rapp. 2.1 Ott. 2015



CARTA DELLA DOTAZIONE IN SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA STRATO 0-30 cm.  
SCALA 1:50.000. SECONDA EDIZIONE

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/archivio\\_pdf/suoli/Rapporto\\_2\\_1\\_ottobre\\_2015.pdf/at\\_download/file/Rapporto\\_2\\_1\\_ottobre\\_2015.pdf](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/archivio_pdf/suoli/Rapporto_2_1_ottobre_2015.pdf/at_download/file/Rapporto_2_1_ottobre_2015.pdf)