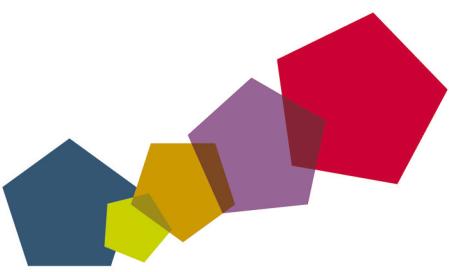


# PUG



## PIANO URBANISTICO GENERALE

Sindaco  
Gian Carlo Mazzarelli

Assessora a Urbanistica, Edilizia, Politiche Abitative, Aree Produttive  
Anna Maria Vandelli

Direttrice Generale  
Valeria Meloncelli

Dirigente del Settore Pianificazione e Gestione del territorio e RUP  
Maria Sergio

PUG | Approvazione | QC | Relazione

### B SISTEMA AMBIENTALE

**QC.B2.10**

**Quadro conoscitivo sul suolo -  
Contributo RER-Servizio Geologico, Sismico  
e dei Suoli**

ASSUNZIONE  
Delibera C.C. n° 86 del 29/12/2021

ADOZIONE  
Delibera C.C. n° 78 del 22/12/2022

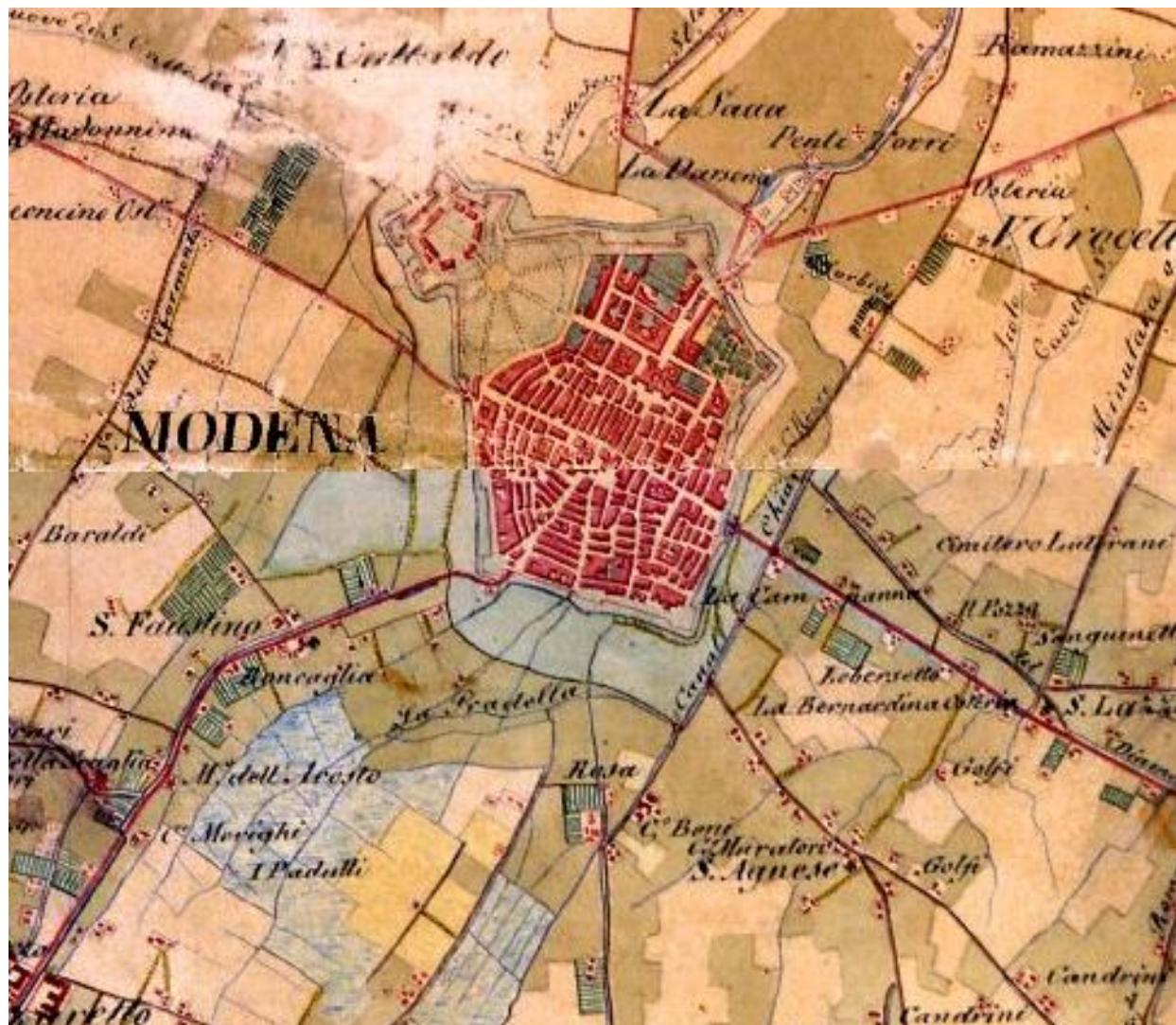
APPROVAZIONE  
Delibera C.C. n° 46 del 22/06/2023



Comune  
di Modena

## **QUADRO CONOSCITIVO SUL SUOLO**

## Comune di Modena (MO)



## Sommario

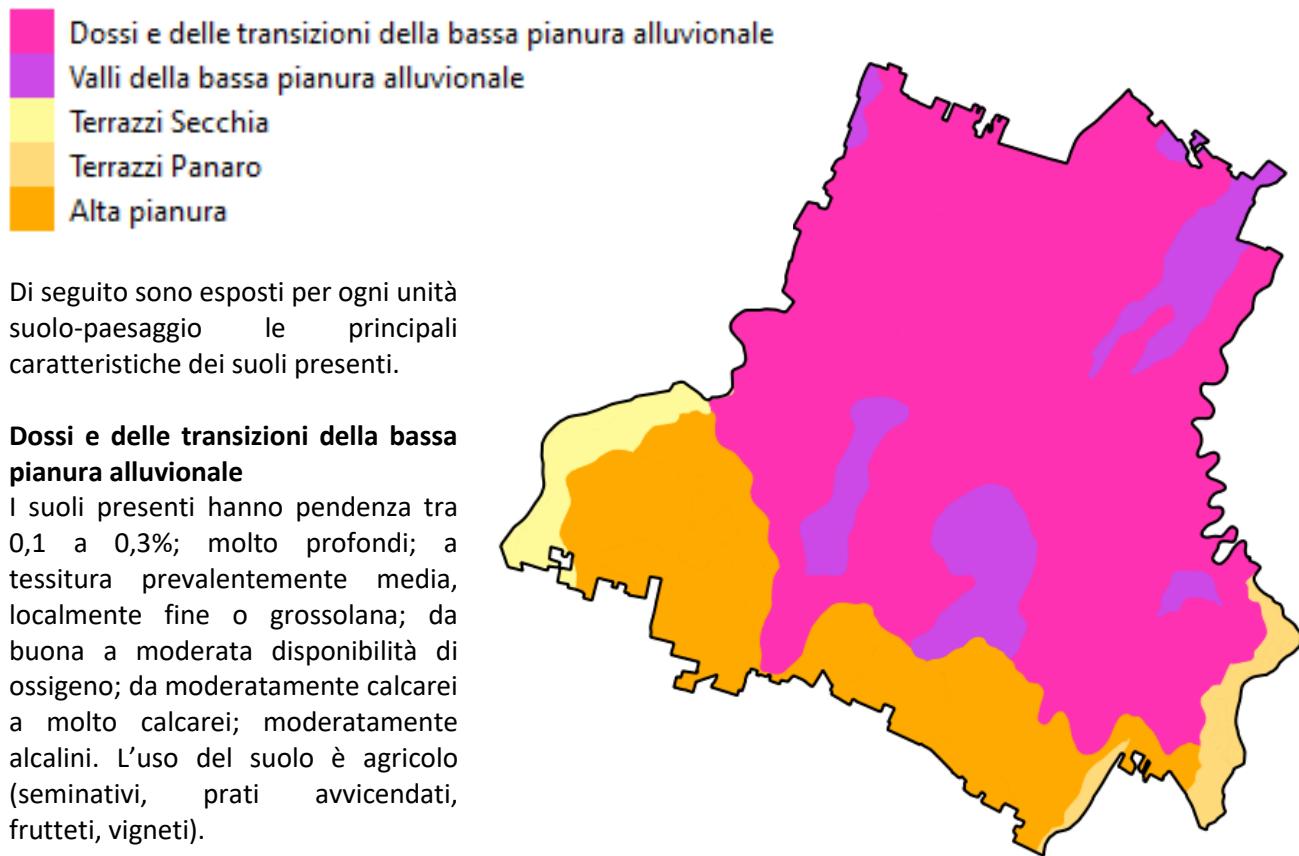
Inquadramento pedologico .....	2
Servizi Ecosistemici forniti dal suolo. Introduzione .....	4
Principali servizi ecosistemici dei suoli del comune di Modena.....	6
Indice di qualità sintetico IQ4 .....	12
Carta della capacità d'uso.....	13
Proprietà fisico-chimiche dei suoli .....	16
ALLEGATO 1. Descrizione delle classi di capacità d'uso .....	22
ALLEGATO 2. Struttura shapefile .....	26

## Inquadramento pedologico

Sono disponibili per il territorio del comune carte dei suoli di inquadramento generale (scala 1:500.000/1:250.000; versione aggiornata dell'edizione 1994) ed una carta di semi-dettaglio alla scala 1:50.000 (ediz. 2018)

### Carta dei suoli 1:500.000

Il territorio di Modena a questa scala<sup>1</sup> si differenzia nei seguenti ambienti (unità suolo-paesaggio):



Di seguito sono esposti per ogni unità suolo-paesaggio le principali caratteristiche dei suoli presenti.

#### Dossi e delle transizioni della bassa pianura alluvionale

I suoli presenti hanno pendenza tra 0,1 a 0,3%; molto profondi; a tessitura prevalentemente media, localmente fine o grossolana; da buona a moderata disponibilità di ossigeno; da moderatamente calcarei a molto calcarei; moderatamente alcalini. L'uso del suolo è agricolo (seminativi, prati avvicendati, frutteti, vigneti).

Fig. 1. Carta dei suoli in scala 1:500.000

#### Valli della bassa pianura alluvionale

I suoli presenti hanno pendenza tra 0,05 a 0,2%; molto profondi; a tessitura da moderatamente fine a molto fine; a moderata disponibilità di ossigeno; da moderatamente a molto calcarei, moderatamente alcalini. L'uso prevalente è agricolo (seminativi e prati).

#### Terrazzi Secchia e Panaro

I suoli presenti hanno pendenza che varia tipicamente da 0,1 a 1%; molto profondi; a tessitura media o grossolana; a buona disponibilità di ossigeno; molto calcarei; moderatamente alcalini. Possono essere, all'aumentare della profondità, da non ghiaiosi a molto ghiaiosi. L'uso del suolo è agricolo (seminativi, prati avvicendati).

#### Alta pianura

I suoli presenti hanno pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 5%; molto profondi; a tessitura media o fine, localmente grossolana; a buona o moderata disponibilità di ossigeno; da non o moderatamente calcarei in superficie, da non a fortemente calcarei in profondità; da debolmente a moderatamente alcalini. Possono

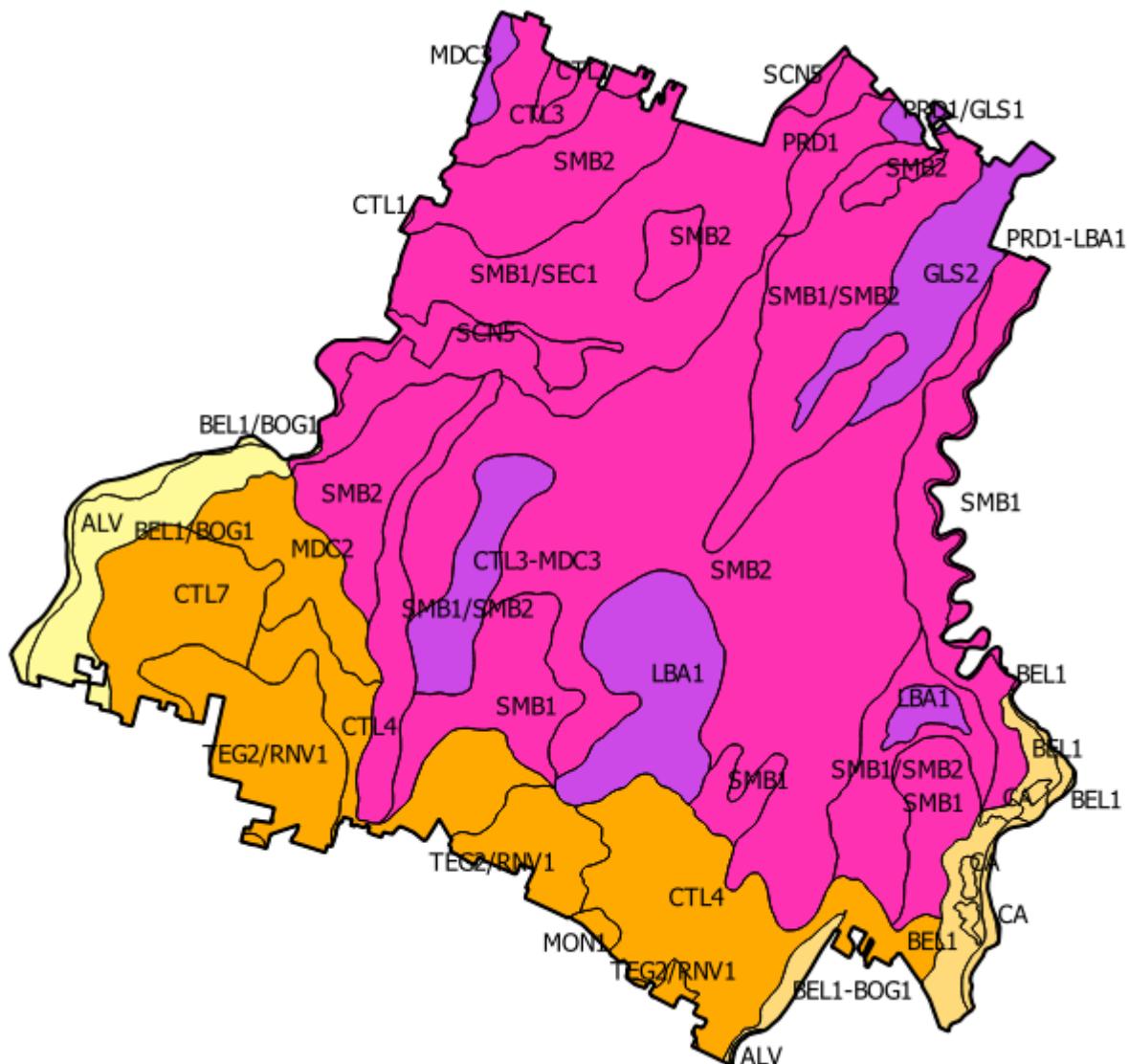
<sup>1</sup> Adattamento della nuova carta 1:500.000 per il territorio del comune

essere, all'aumentare della profondità, da non ghiaiosi a molto ghiaiosi. L'uso del suolo è agricolo (seminativi, prati avvicendati, vigneti, frutteti).

**Carta dei suoli in scala 1:50.000**

Il comune di Modena inoltre è coperto interamente dalla carta dei suoli in scala 1:50.000, la quale è scaricabile dal portale regionale “**MinERva**<sup>2</sup>”, dal sito “**Cartografia dei suoli**<sup>3</sup>” e dal **Geocatalogo**<sup>4</sup>. Per le modalità di consultazione e scaricamento dei dati si consiglia di leggere le **note illustrate**<sup>5</sup>.

Nella carta 1:50.000 ogni unità suolo-paesaggio contiene diverse unità cartografiche con descrizione dettagliata delle caratteristiche dei suoli presenti, differenziata poligono per poligono.



**Fig. 2. Carta dei suoli in scala 1:50.000**

<sup>2</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>

<sup>3</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis-suoli>

<https://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>

<https://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>

## Servizi Ecosistemici forniti dal suolo. Introduzione

I Servizi Ecosistemici (MEA, 2005) rappresentano i processi attraverso i quali gli ecosistemi naturali sostengono e soddisfano i bisogni umani, il suolo, pur non essendo di per sé un ecosistema, è stato riconosciuto come una matrice che fornisce servizi ecosistemici (Dominati et al, 2010) essi sono suddivisi in 4 macro-categorie: Supporto, Regolazione, Approvvigionamento, Culturali (MEA, 2005, de Groot et al., 2002).

Nell'ambito del progetto SOS4LIFE ([www.sos4life.it](http://www.sos4life.it)) è stata prodotta una cartografia a scala regionale dei servizi ecosistemici per la quale, basandosi sulle categorie precedentemente descritte sono stati individuati sei servizi dei suoli rappresentati nella tabella sottostante, nella medesima tabella sono indicati anche i parametri dei suoli utilizzati per i calcoli:

Codice Servizio Ecosistemico.	Categoria	Funzioni del suolo su cui si basa	Parametri dei suoli utilizzati per il calcolo
BIO Habitat per organismi del suolo	Supporto	Riserva Biodiversità	Uso del suolo Densità apparente Carbonio organico
BUF Capacità protettiva	Regolazione	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	C organico Contenuto in argilla pH (0-30) Profondità media della falda superficiale
CST Stock di carbonio attuale	Regolazione	Riserva di Carbonio	C organico e densità apparente (0-30 cm)
PRO Fornitura di cibo	Approvvigionamento	Produzione di biomassa	Classe di capacità d'uso e integradi
WAR Infiltrazione dell'acqua	Regolazione	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	Conducibilità idrica satura Punto di ingresso all'aria
WAS Riserva idrica	Regolazione (Approvvigionamento)	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	Capacità di campo (-33 kPa) Profondità media della falda superficiale

**Tabella 1. Servizi ecosistemici, funzioni del suolo dati di input necessari per la stima. a)MEA 2005; b)Dominati et al. 2010; c)European Commission (EC), 2006.**

Si rimanda per la descrizione approfondita al documento “B1.2. Valutazione dei servizi ecosistemici e stima degli impatti economici e ambientali conseguenti al consumo e all'impermeabilizzazione dei suoli nei comuni di Forlì, Carpi e S. Lazzaro di Savena”<sup>6</sup>.

- █ 0.0 - 0.1 Ogni indicatore calcolato viene standardizzato come numeri nell'intervallo da 0 a 1:  
$$Xi \text{ 0-1} = (Xi-Xmin)/(Xmax-Xmin)$$
- █ 0.1 - 0.2 dove  $Xi \text{ 0-1}$  è il valore standardizzato [0-1],  $Xi$  è il valore attuale,  $Xmin$  e  $Xmax$  sono rispettivamente il massimo ed il minimo dell'indicatore osservati nel territorio considerato.
- █ 0.2 - 0.3 Il **valore massimo** osservato viene posto uguale a **1**, ed il valore **0** indica il **minimo relativo** nell'area considerata.
- █ 0.3 - 0.4 I risultati sono profondamente influenzati dal grado di variabilità osservato nelle proprietà del suolo misurate e stimate, le cui gamme sono dipendenti dalla scala e diverse per ogni variabile.
- █ 0.4 - 0.5 Gli indicatori sono stati normalizzati nell'intervallo 0-1 sull'intera popolazione regionale (parte di pianura). Operando il taglio sul comune/provincia/area vasta, gli indicatori possono essere normalizzati sulla popolazione di interesse.
- █ 0.5 - 0.6
- █ 0.6 - 0.7
- █ 0.7 - 0.8
- █ 0.8 - 0.9 Attraverso una elaborazione geostatistica sono state prodotte per tutta la pianura emiliano-romagnola 6 carte, una per ogni servizio ecosistemico prodotto, costituite da Elementi Quadrati Finiti di 500m di lato, con lo scopo di supportare le scelte della pianificazione urbanistica.
- █ 0.9 - 1.0 L'obiettivo è di contribuire al raggiungimento della piena consapevolezza che il suolo non è solo una superficie ma un corpo naturale tridimensionale e che questa tridimensionalità fa sì che impermeabilizzandolo si perdano alcune funzioni essenziali per tutta la comunità.

Nel presente documento si illustra la versione “riscalata” a livello comunale della carta già esistente così come è stato fatto per altri comuni e province della Regione.

Nell'ambito del medesimo progetto sono state create le “Linee guida per la definizione dei servizi ecosistemici<sup>7</sup>” che prevedono la possibilità di fare un percorso personalizzato attraverso il rilevamento, la raccolta e la elaborazione dei dati da parte del Comune, così come è stato fatto per il comune di Carpi (MO) nell'ambito del LIFE. Questo percorso è chiaramente costoso, e nell'ottica della Legge Regionale urbanistica si offre l'opportunità di fornire a tutti i Comuni questo strato conoscitivo.

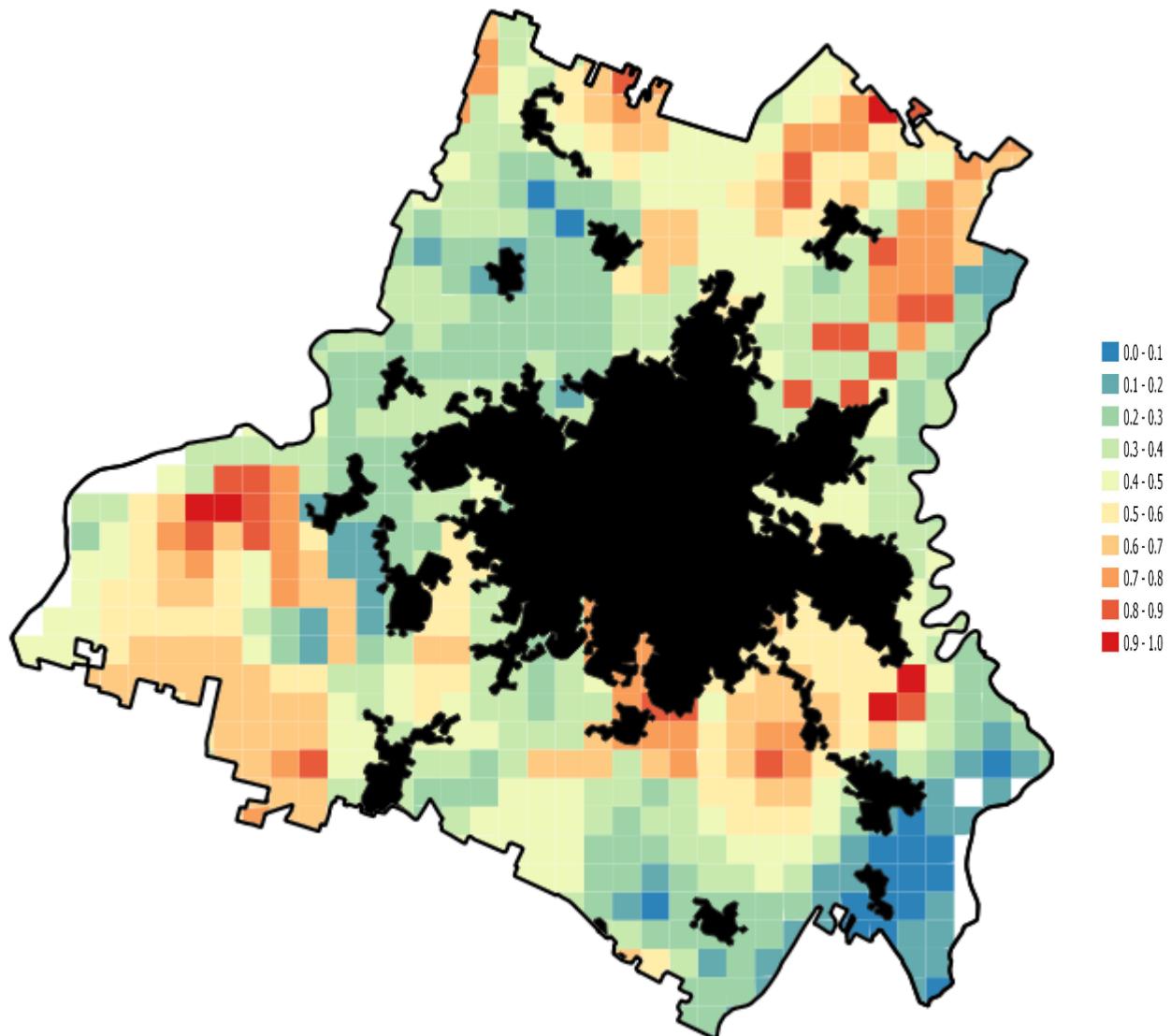
Di seguito vengono illustrati i risultati sia per ognuno dei diversi servizi elencati in precedenza sia con una carta riassuntiva con la proposta di un **indice di qualità complessivo** che potrebbe essere inserito come indicatore all'interno della VALSAT. Allo stato attuale la cartografia è disponibile solo per la parte di pianura mentre si spera di poter ultimare la parte montana entro un paio di anni: per la parte montana si consiglia di valutare quali servizi ecosistemici si vogliono valutare e di utilizzare altre coperture dei suoli come quelle proposte di seguito.

<sup>6</sup> <http://www.sos4life.it/documenti/>

<sup>7</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/pdf/sos4life-b1-3-linee-guida-per-la-valutazione-servizi-ecosistemici-dei-suoli.pdf/@@download/file/SOS4LIFE-B1.3-Linee%20guida%20per%20la%20valutazione%20servizi%20ecosistemici%20dei%20suoli.pdf>

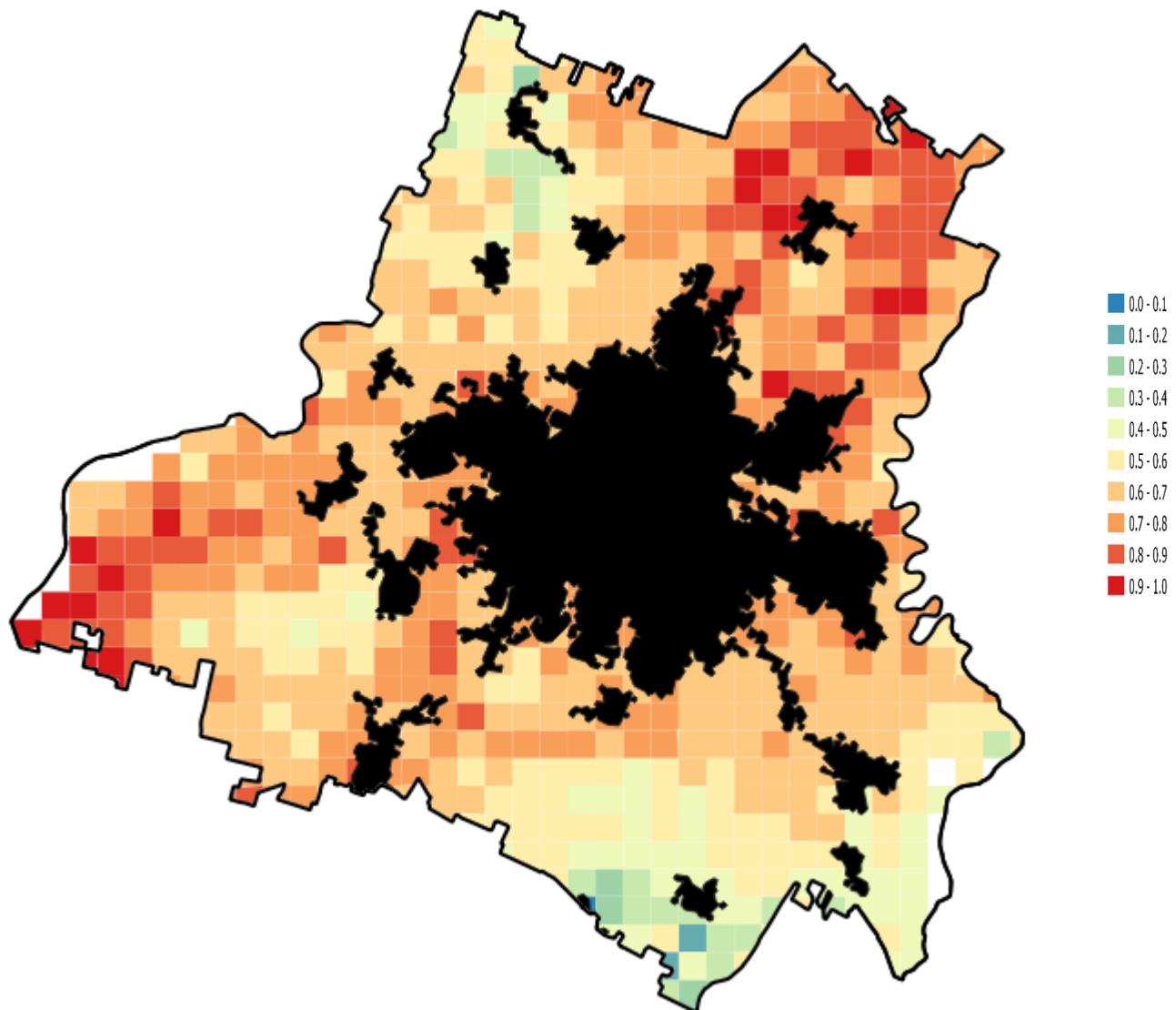
## Principali servizi ecosistemici dei suoli del comune di Modena

La carta dei servizi ecosistemici dei suoli copre l'intera superficie comunale.



**Fig. 3. BUF. Capacità protettiva**

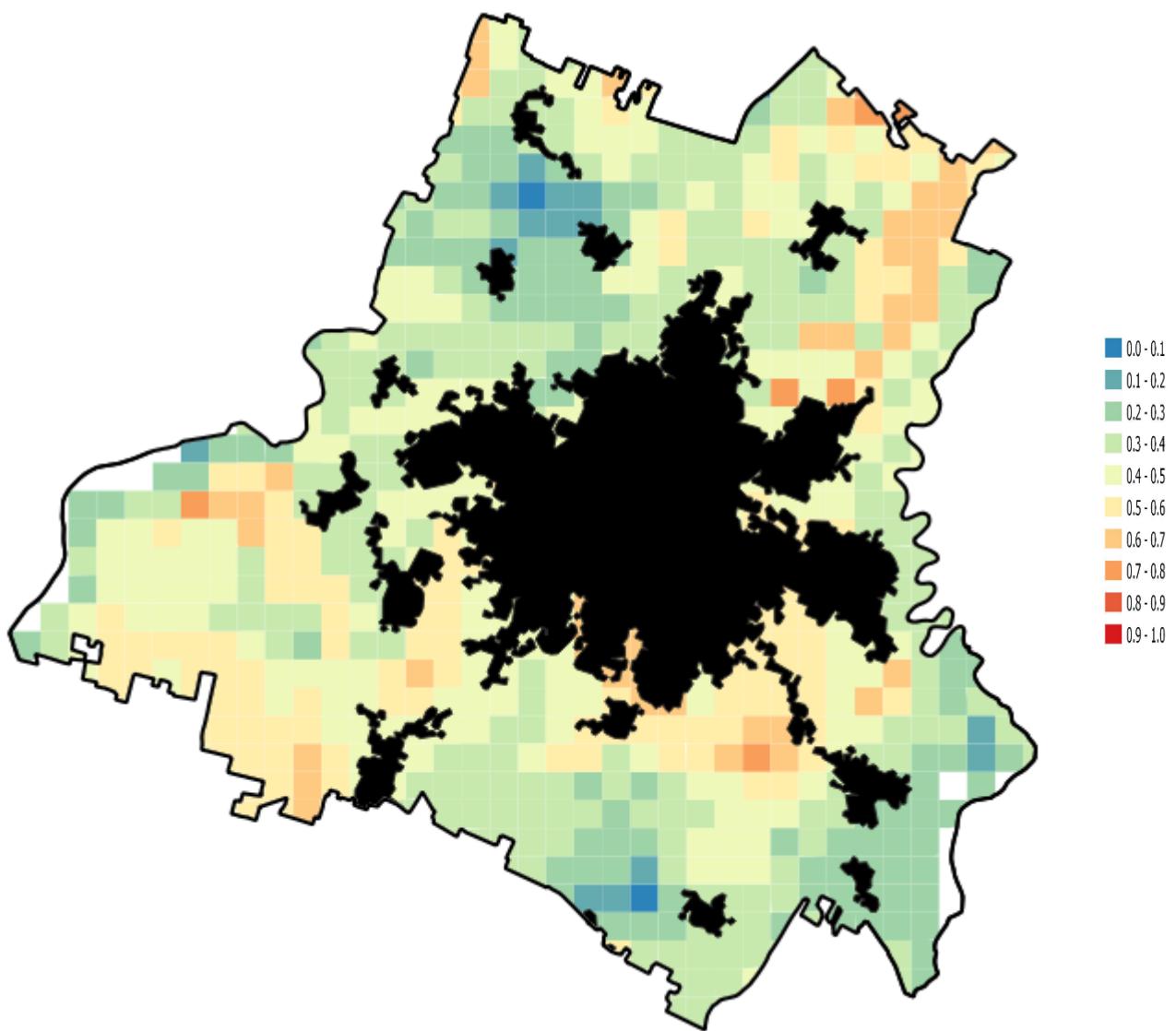
I suoli del comune di Modena hanno una **capacità di attenuazione naturale** (effetto tampone) molto influenzata dalla tessitura dei suoli presenti e dalla presenza di scheletro, visto che il pH è sempre  $>6.5$ . Varia da **moderatamente alta a molto alta** nella parte centro-meridionale, dovuto alle tessiture dei suoli presenti che sono caratterizzate da alti contenuti di argilla e limo e settentrionale. Risulta **moderata** nell'unità delle transizioni della pianura alluvionale nella parte centrale, per la presenza di suoli a tessitura da media a moderatamente fine. Nella fascia dei dossi (corsi e paleocorsi del Secchia a Ovest-Nord-Ovest, corso attuale del Panaro a Sud-Est) e dei terrazzi recenti la presenza di suoli a tessitura da media a molto grossolana e una sporadica presenza di scheletro invece determina una capacità di attenuazione da **bassa a molto bassa**.



**Fig. 4. CST. Stock di carbonio organico attuale**

Per quanto riguarda lo **stock di carbonio organico** (0-100 cm) detenuto dai suoli del comune di Modena, questo si attesta prevalentemente su valori **medio- bassi** nella parte sud-orientale, mentre sono **medio alti** fino a **molto alti** nel resto della superficie comunale.

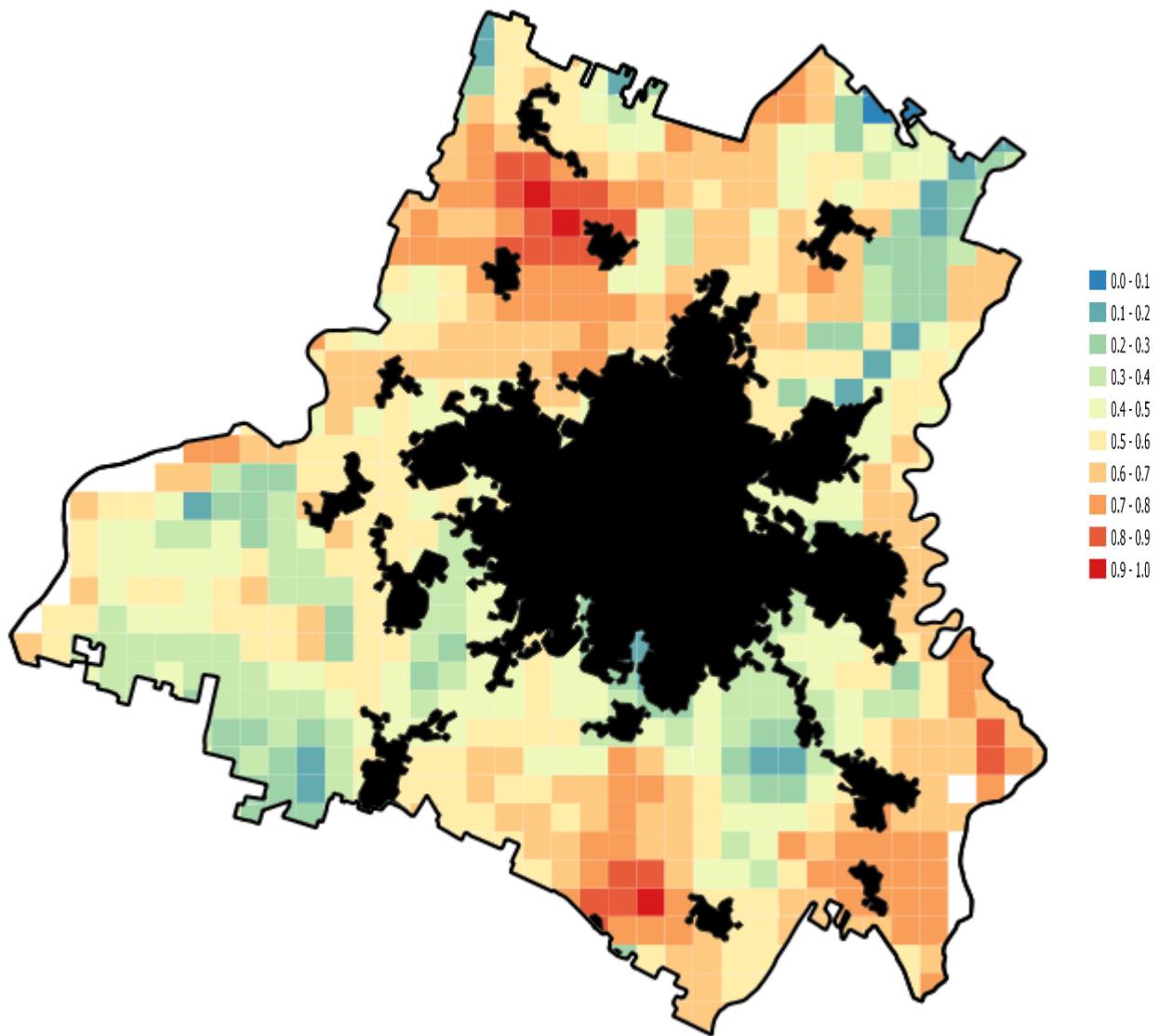
La variabilità dello stock di carbonio dipende dal contenuto percentuale di carbonio (vedi allegato 2) che a sua volta è fortemente dipendente dall'uso del suolo (seminativi e arboree non inerbite contengono meno carbonio di prati e arboree inerbite), dalla sua gestione (concimazione organica o minerale) e dalla tessitura (suoli argillosi trattengono di più il carbonio organico), nonché dalla densità apparente, di solito maggiore nei suoli limosi. In generale la densità apparente dei suoli della pianura emiliano-romagnola è più alta rispetto a quella riportata in letteratura a parità di tessitura.



**Fig. 3 WAS. Riserva di acqua**

La capacità di **immagazzinamento di acqua** dei suoli è una funzione opposta alla WAR: meno il suolo è infiltrabile maggiore è la sua capacità di trattenere acqua. Di conseguenza i suoli più argillosi e/o limosi sono quelli più inclini ad agire come serbatoio, mentre i suoli più grossolani esplicano questa funzione in maniera minore.

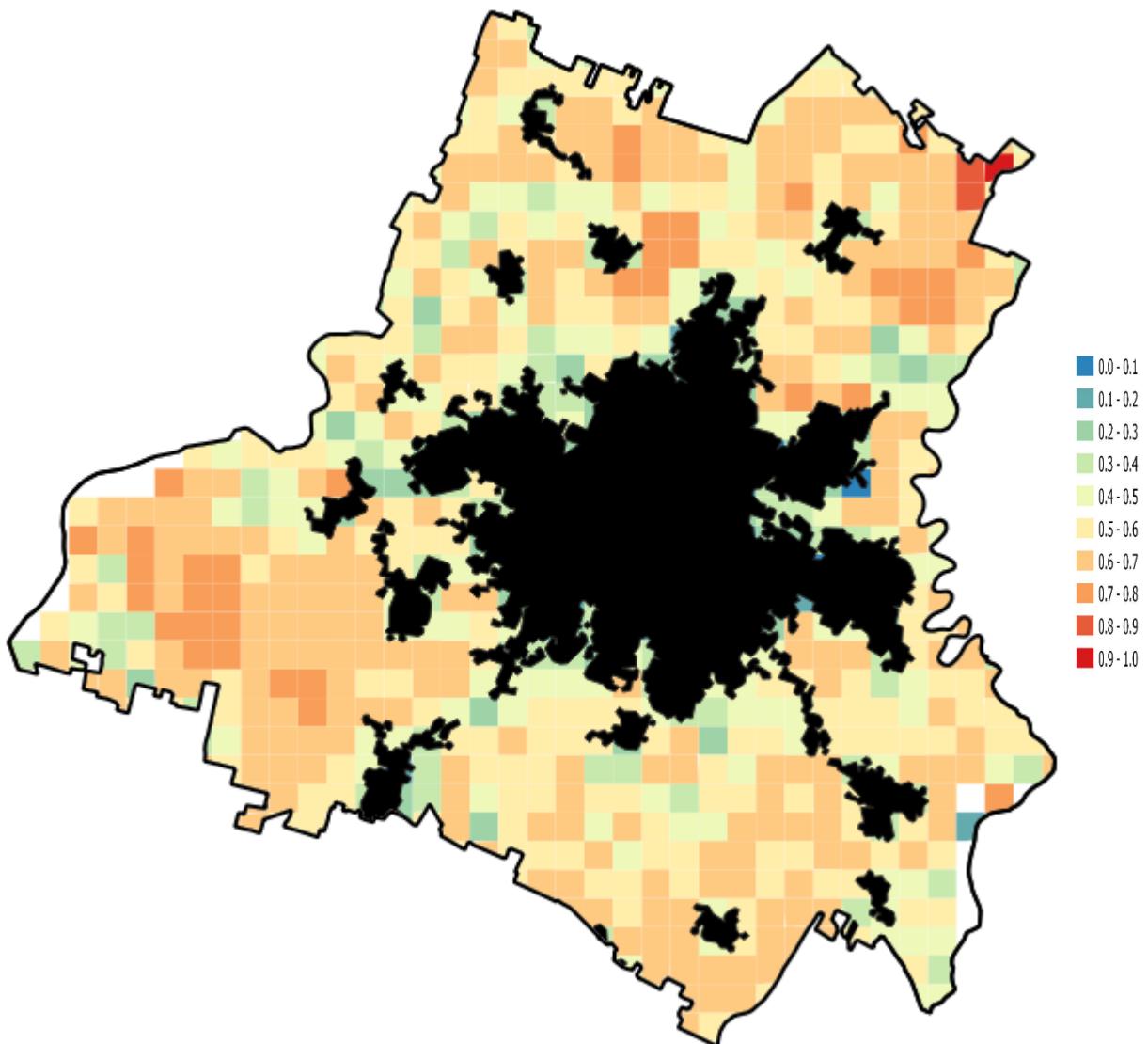
Nei suoli del comune di Modena La capacità di immagazzinamento di acqua dei suoli è prevalentemente da **moderata a bassa** nella zona dei dossi a tessitura più grossolana (a Ovest-Nord-Ovest e a Sud-Est) e in quella dei terrazzi, **moderata** nella parte centrale (transizioni della bassa pianura alluvionale) e sud-occidentale dell'alta pianura. I suoli che trattengono più acqua sono invece i suoli argillosi che si ritrovano nelle zone delle valli nella parte Nord-orientale e centro-meridionale.



**Fig. 4 WAR. Infiltrazione profonda di acqua**

La **capacità d'infiltrazione profonda** dell'acqua nei suoli del comune di Modena varia **da molto bassa a molto alta** ed è speculare a WAS.

I suoli più permeabili si trovano nella fascia dei dossi della bassa pianura, sui terrazzi recenti di Secchia e Panaro e nella parte di alta pianura a tessitura media (zona sud-orientale); quelli meno permeabili si trovano nelle valli della bassa pianura e nell'alta pianura caratterizzata da suoli con tessiture più fini (zona sud-occidentale del comune).



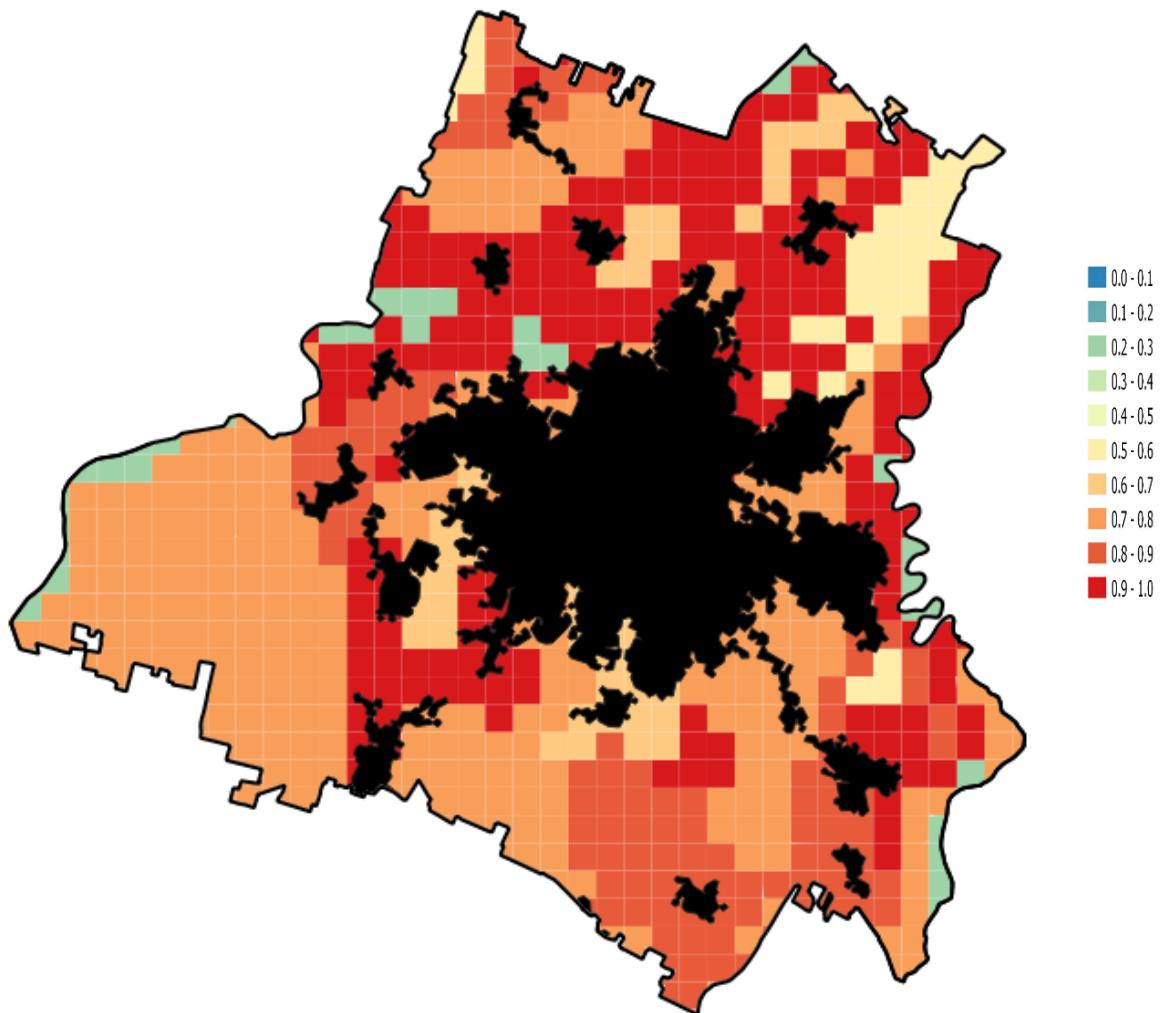
**Fig. 7. BIO. Habitat per gli organismi del suolo**

La **qualità biologica dei suoli**<sup>8</sup> della pianura del comune di Modena rispecchia i principali usi agricoli. E' stato utilizzato l'indice QBS-ar (Parisi, 2001) come indicatore di qualità biologica il quale raggiunge i valori più alti nei boschi, prati stabili e nei vigneti/frutteti inerbiti, mentre i valori più bassi si riscontrano nei seminativi annuali (dovuto alle arature) e nei parchi urbani (a causa della compattazione dovuta al calpestio).

Vista la netta prevalenza dei seminativi qui a livello regionale la qualità biologica è bassa o molto bassa; a scala di comune risulta invece da **moderata ad alta** nella fascia periurbana, **molto bassa** nelle zone urbane. I valori maggiori si riscontrano in corrispondenza di arboree inerbite (in particolare vigneti).

---

<sup>8</sup> <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/proprieta-e-qualita-dei-suoli/qualita-biologica-dei-suoli>



**Fig. 8. PRO. Produzione agricola e forestale potenziale**

Il fattore PRO è ricavato dalla carta di capacità d'uso che è disponibile per tutta la superficie comunale. I suoli del comune di Modena ricadono dalla I alla III classe di capacità d'uso e sono di conseguenza **molto fertili e adatti ad una vasta gamma di colture.**

I suoli migliori (I classe) si trovano dossi (corsi attuali e paleocorsi) del Secchia, Panaro e Tiepido; presentano leggere limitazioni (II classe) i suoli delle transizioni della pianura alluvionale, dell'alta pianura e dei terrazzi di Secchia e Panaro; quelli con maggiori limitazioni alle produzioni agricole e forestali sono i suoli argillosi delle valli alluvionali (III classe).

In generale i suoli del comune di Modena sono di ottima qualità ai fini della produzione agricola.

## Indice di qualità sintetico IQ4

Nell'ambito del progetto SOS4LIFE, su richiesta dei comuni partner, è stato anche calcolato un indice sintetico (IQ4) che considera la **polifunzionalità dei suoli**. Si ottiene mediante la somma dei servizi PRO, WAR, BUF e CST, che sono considerati degli indici robusti e poco autocorrelati. L'indice IQ4 viene classato in 5 classi di qualità definite dalla distribuzione dell'IQ4 nell'area considerata:

	1	• Classe 1      >80° percentile della distribuzione,
	2	• Classe 2      <80° e > 60°,
	3	• Classe 3      <60° e > 40°,
	4	• Classe 4      <40° e > 20°,
	5	• Classe 5      <20° percentile della distribuzione

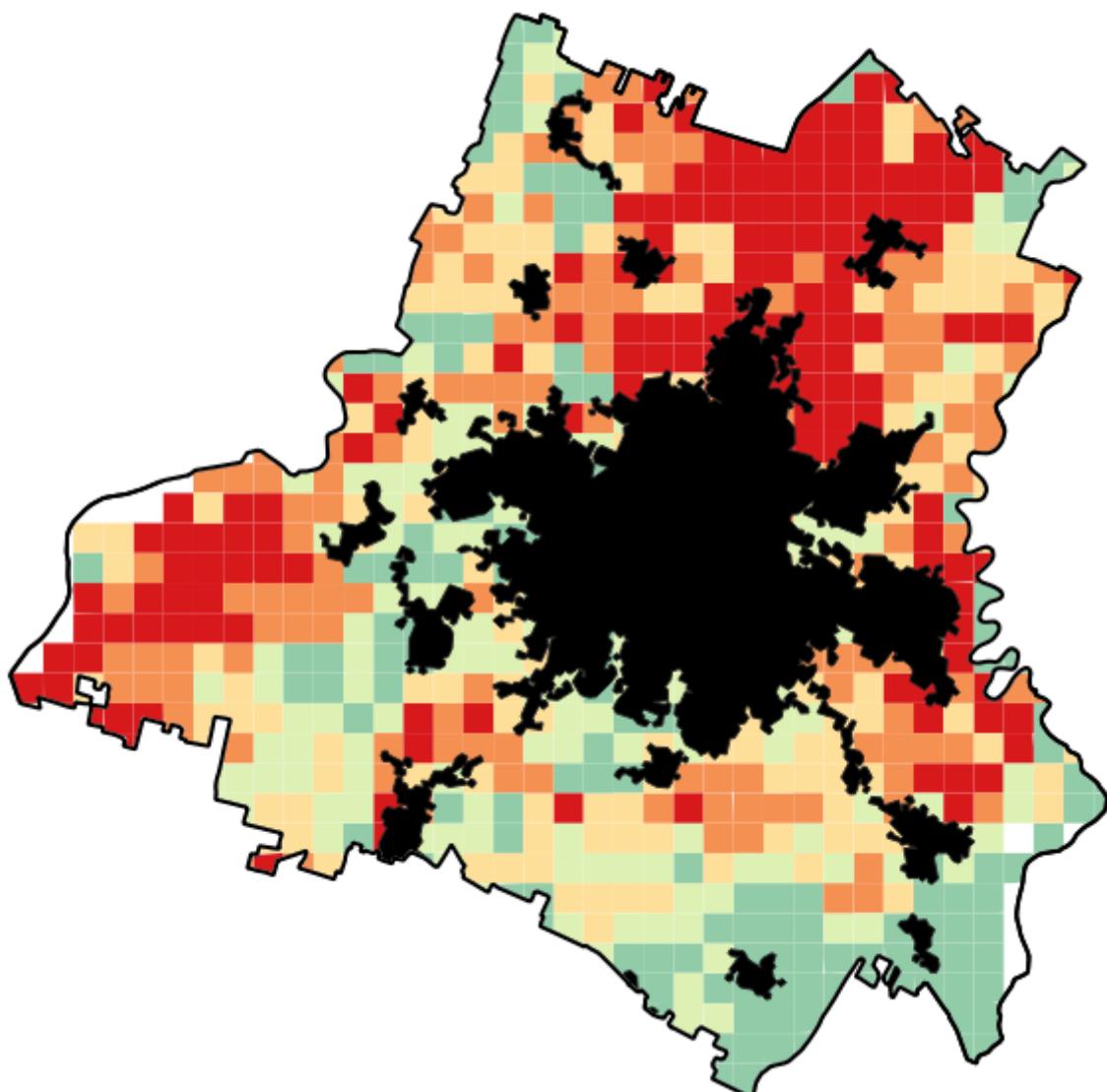


Fig. 9. Indice sintetico di qualità dei suoli del comune di Modena

## Carta della capacità d'uso

La "Carta della capacità d'uso dei suoli a fini agricoli e forestali" è un documento di valutazione della capacità dei suoli di produrre normali colture e specie forestali per lunghi periodi di tempo, senza che si manifestino fenomeni di degradazione del suolo.

La carta crea la premessa per una corretta scelta di pianificazione e gestione territoriale, più vicina all'equilibrio naturale dell'ambiente e quindi meno bisognosa di interventi da parte dell'uomo (minori costi) e dotata della maggior efficacia produttiva possibile.

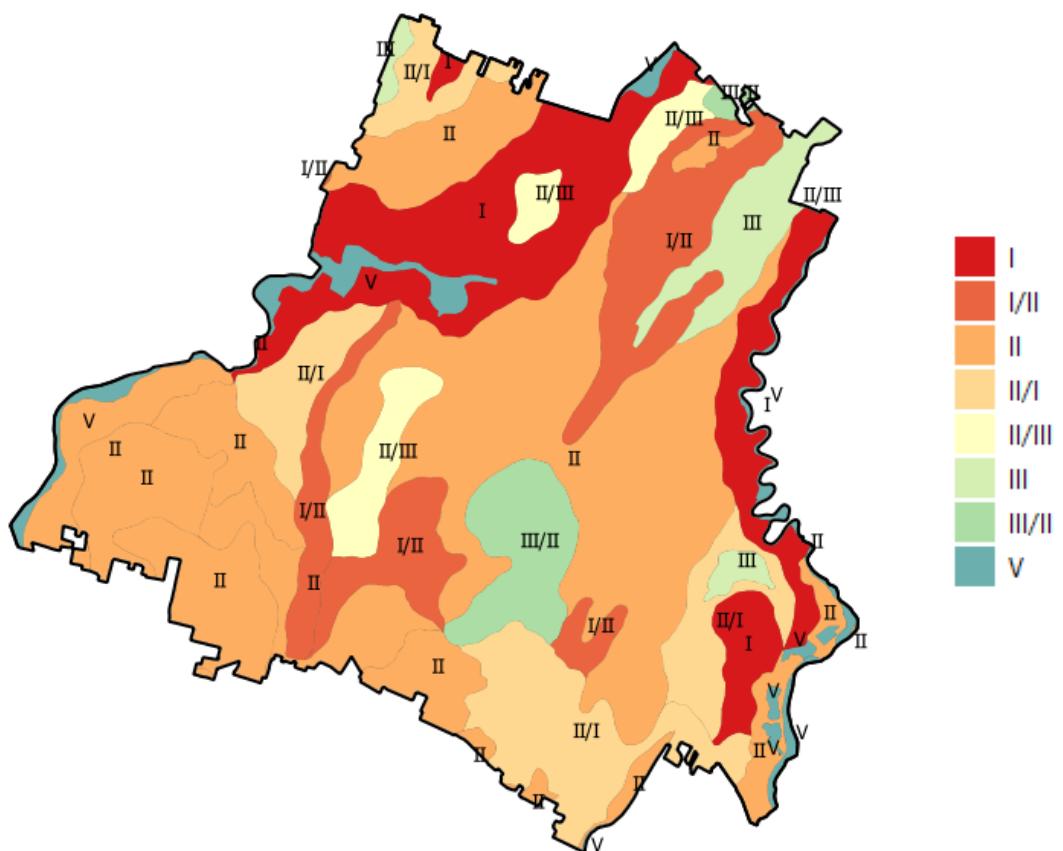
Lo schema di valutazione (Regione Emilia-Romagna, 2000, sulla base lo schema di classificazione Land Capability Classification dell'U.S.D.A. (U.S., Klingebiel and Montgomery, 1961) è articolato in otto classi sulla base dei seguenti parametri:

Classe	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale e/o rocciosità	Fertilità	Salinità	Disponibilità di ossigeno	Rischio di inondazione	Pendenza	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Rischio di deficit idrico	Interferenza climatica
I	>100	facile	<0,1% e assente	buona	<=2 primi 100 cm	buona	nessuno	<10%	assente	assente	assente	nessuna o molto lieve
II	>50	moderata	0,1-3% e assente	parz. buona	2-4 (primi 50 cm) e/o 4-8 (tra 50 e 100 cm)	moderata	raro e <=2gg	<10%	basso	basso	lieve	lieve
III	>50	difficile	4-15% e <2%	moderata	4-8 (primi 50 cm) e/o >8 (tra 50 e 100 cm)	imperfetta	raro e da 2 a 7 gg od occasional e e <=2gg	<35%	basso	moderato	moderato	Moderata (200-700m)
IV	>25	m. difficile	4-15% e/o 2-10%	bassa	>8 primi 100 cm	scarsa	occasional e e >2gg	<35%	moderato	alto	forte	da nessuna a moderata
V	>25	qualsiasi	<16% e/o <11%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	frequente	<10%	assente	assente	da assente a forte	da nessuna a moderata
VI	>25	qualsiasi	16-50% e/o <25%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	<70%	elevato	molto alto	Molto forte	Forte (700-1700 m)
VII	>25	qualsiasi	16-50% e/o 25-50%	m. bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	≥ 70%	molto elevato	qualsiasi	molto forte	Molto forte (>1700m)
VIII	<=25	qualsiasi	>50% e/o >50%	qualsiasi	qualsiasi	Molto scarsa	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi

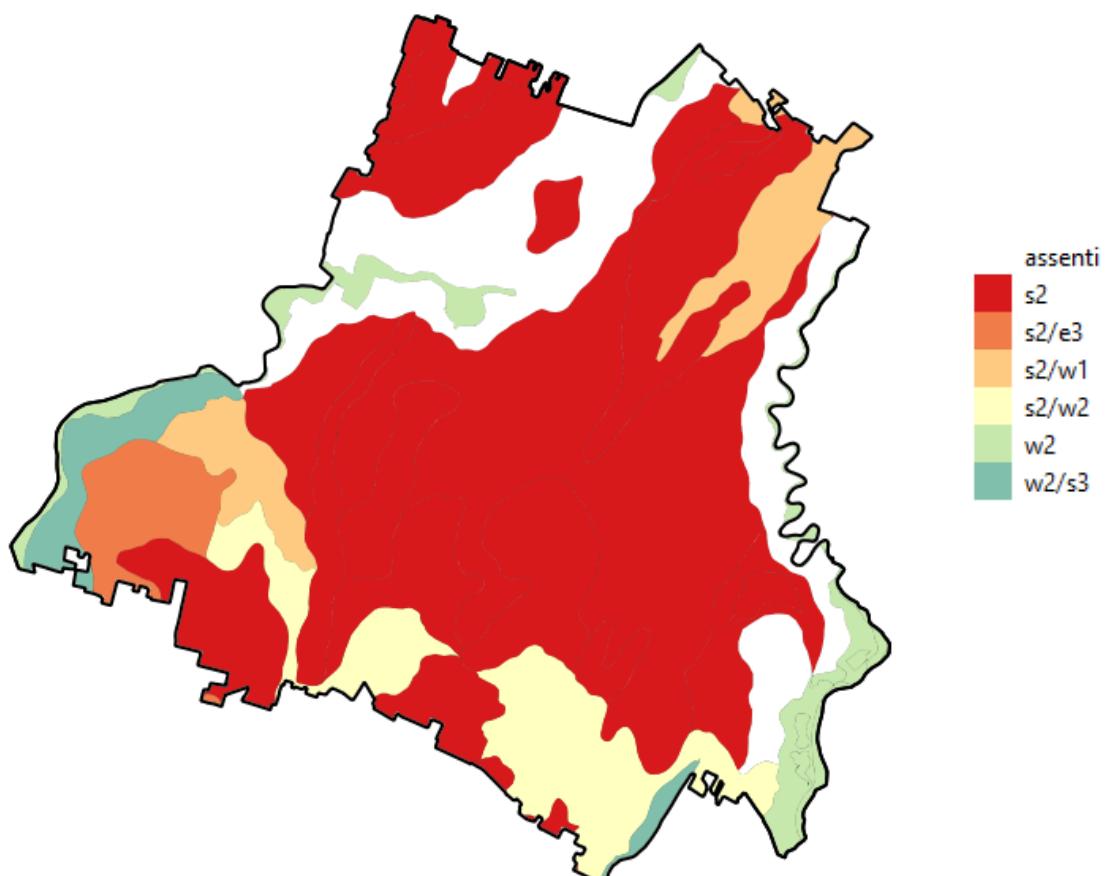
La metodologia seguita è stata quella di attribuire ad ogni suolo presente nel comune, indipendentemente dalla sua diffusione, la classe di capacità d'uso con le limitazioni che concorrono a collocare il suolo nella classe. Queste limitazioni sono state simbolizzate con le seguenti sigle:

Tipo di limitazioni			
<b>s: caratteri del suolo</b> <b>s1- profondità utile per le radici</b> <b>s2- lavorabilità</b> <b>s3- pietrosità superficiale</b> <b>s4- rocciosità</b> <b>s5- fertilità</b> <b>s6- salinità</b>	<b>w: eccesso idrico</b> <b>w1- disponibilità ossigeno per le radici delle piante</b> <b>w2- rischio di inondazione</b>	<b>e: rischio di erosione</b> <b>e1- inclinazione del pendio</b> <b>e2- rischio di franosità</b> <b>e3- rischio di erosione</b>	<b>c: clima</b> <b>c1- rischio di deficit idrico</b> <b>c2- interferenza climatica</b>

Nell'allegato a pag. 13 la descrizione puntuale delle singole classi.



**Fig. 10 Classi di capacità d'uso**



**Fig. 11. Tipo di limitazioni**

I suoli presenti nel comune di Modena variano dalla I alla III classe di capacità d'uso. La V classe si riscontra solo nelle aree goleinali e sui terrazzi del Secchia e Panaro più vicini all'alveo.

Nella fascia dei dossi (corsi attuali del Secchia e Panaro) non ci sono limitazioni: i suoli presenti sono ottimi e adatti ad ogni tipo di coltura.

Nei paleocorsi del Secchia e nelle transizioni della bassa pianura ci sono modeste limitazioni per lavorabilità dovuto alla presenza di tessiture leggermente più fini. I suoli appartengono alla II classe di capacità d'uso. Appartengono a questa classe anche i suoli dell'alta pianura, dove alla lavorabilità si possono aggiungere problemi di disponibilità di ossigeno per le radici delle piante o rischio d'inondazione (legato alla presenza di modesti rii che solcano queste superfici).

Nella zona delle valli della bassa pianura i suoli appartengono alla III classe per più severi problemi di lavorabilità e secondariamente per moderata disponibilità di ossigeno per le radici delle piante.

Nell'area goleale del Secchia e nei terrazzi del Secchia e Panaro più vicini all'alveo la principale limitazione è il rischio d'inondazione.

## Proprietà fisico-chimiche dei suoli

Quasi tutte le carte presentate sono scaricabili da **MinERva**<sup>9</sup> e dal **Geocatalogo**<sup>10</sup>. Fanno eccezione il pH e la tessitura 0—100 cm, che possono essere richieste direttamente al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

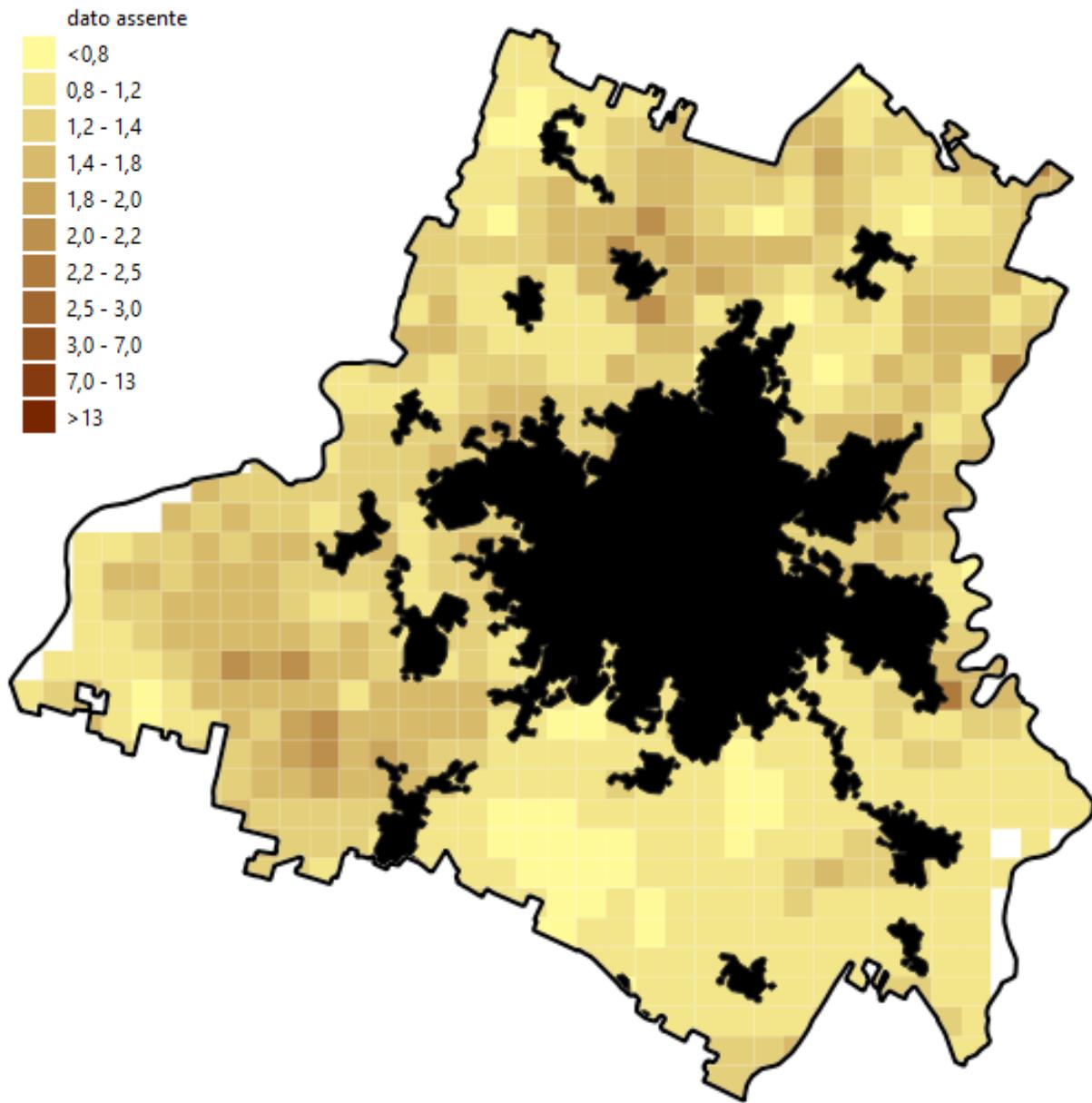


Fig. 12. Carta del carbonio organico % profondità 0-30 cm

<sup>9</sup> <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>

<sup>10</sup> <https://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>

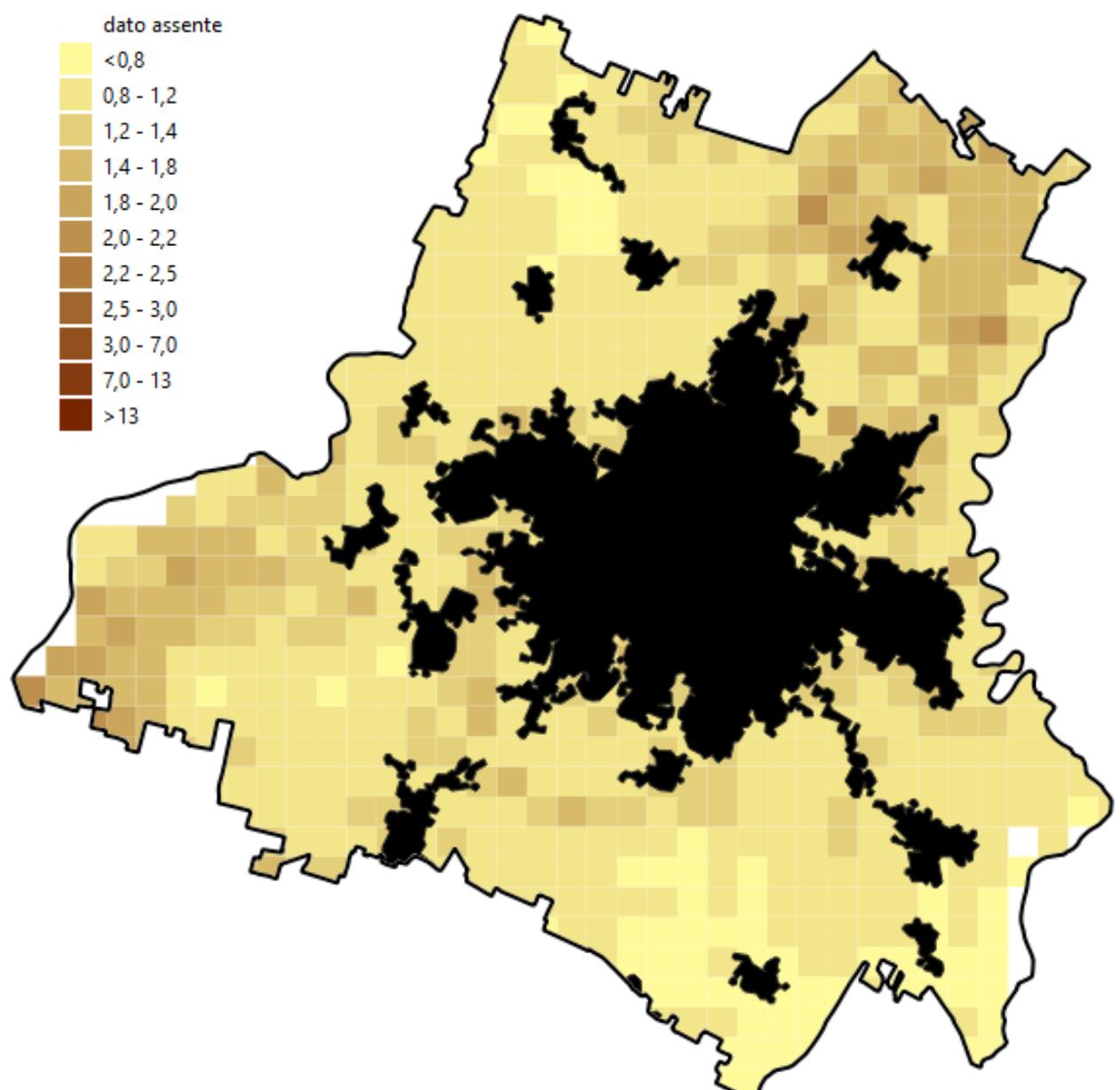


Fig. 13. Carta del carbonio organico % profondità 0-100 cm

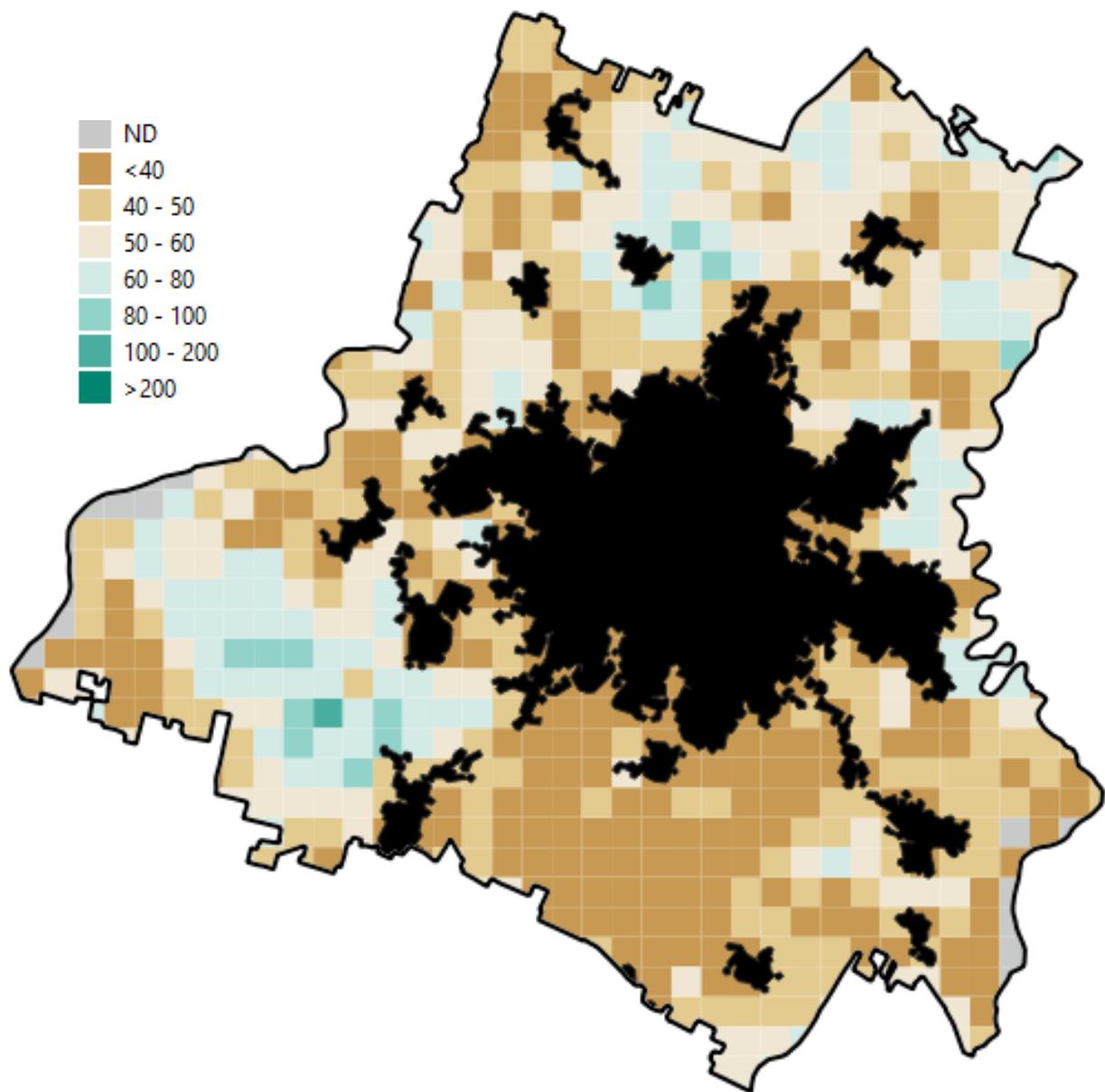
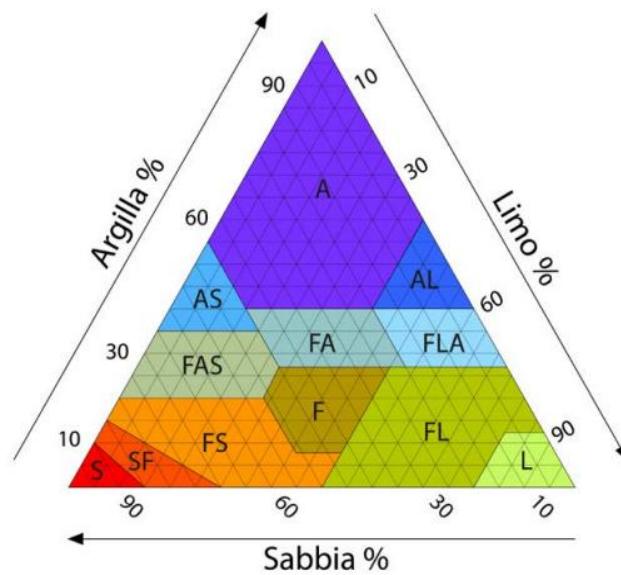
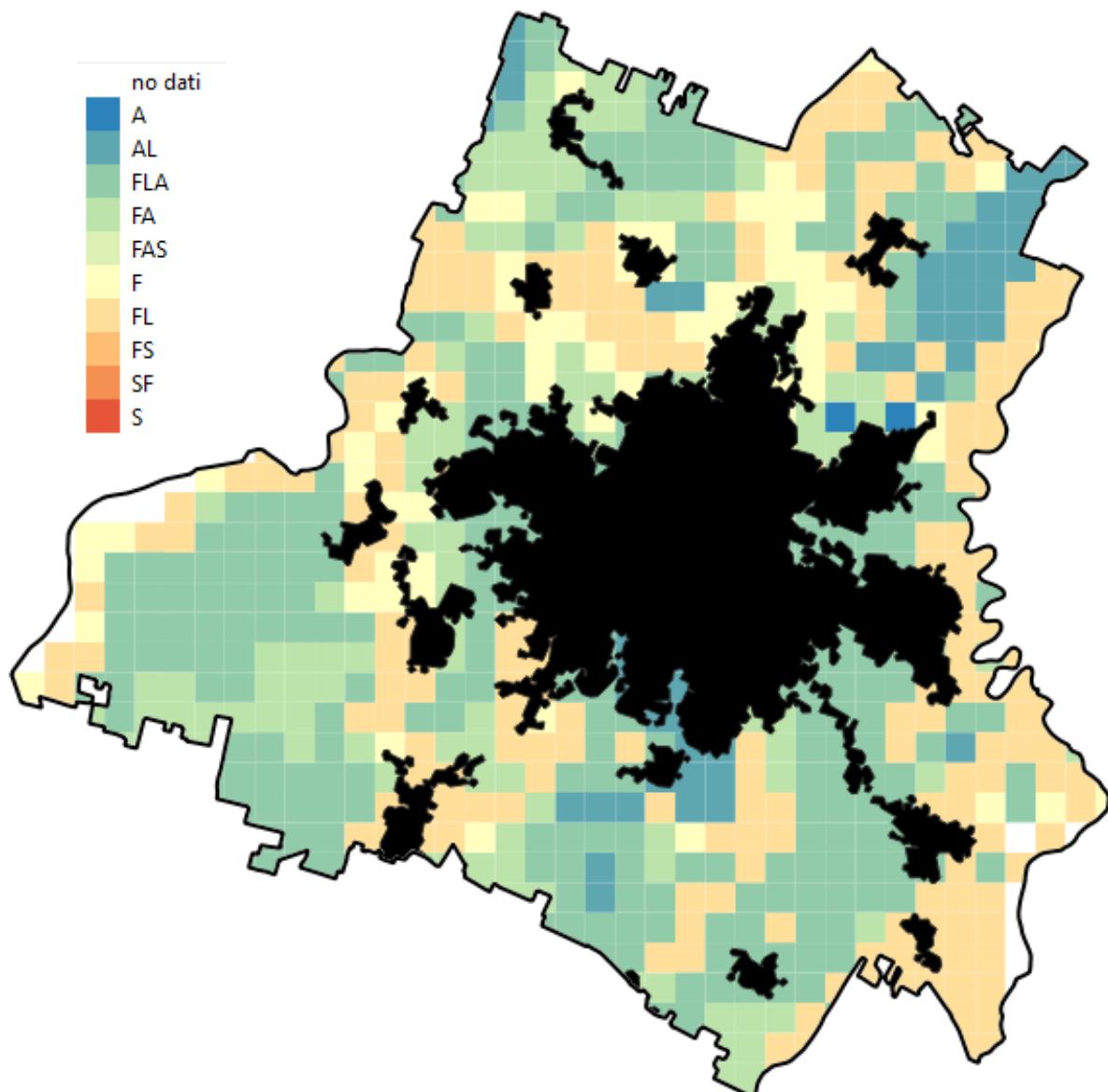


Fig. 14. Stock carbonio organico (Mg/ha) profondità 0-30 cm



**Fig. 15. Triangolo tessiture USDA**



**Fig. 16. Carta della tessitura (classi USDA) profondità 0-30 cm**

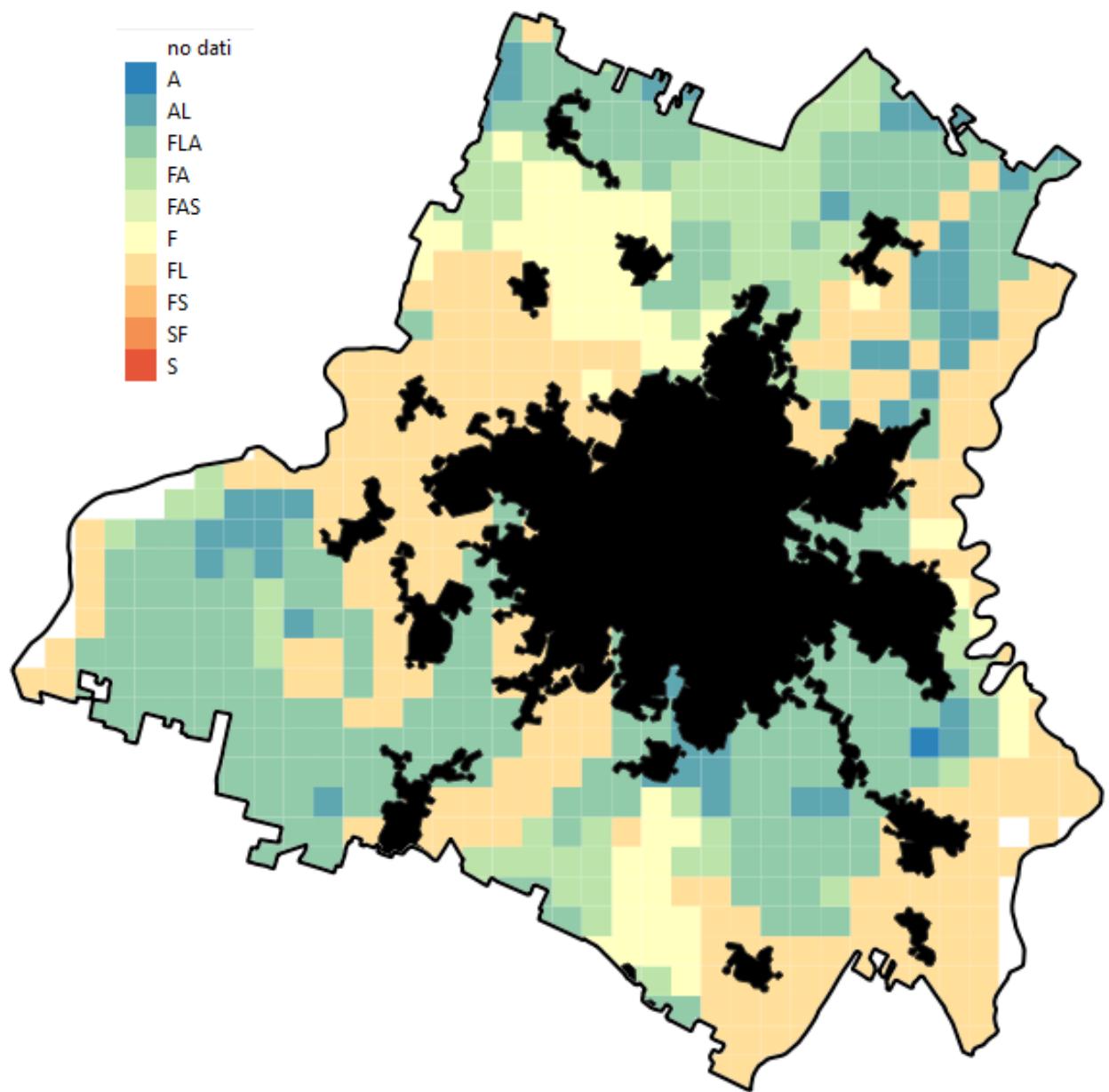


Fig. 17. Carta della tessitura (classi USDA) profondità 0-100 cm

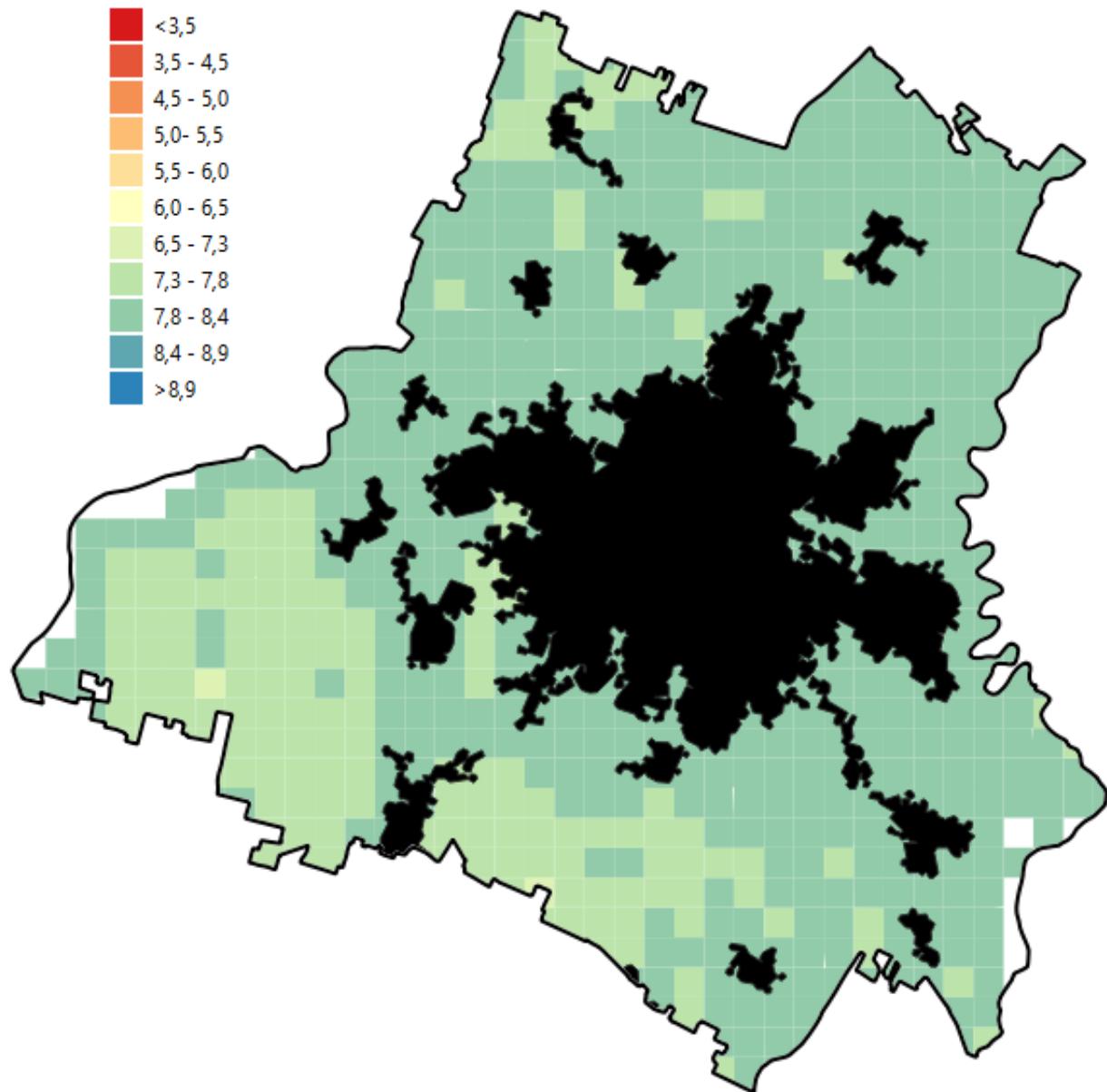


Fig. 18. Carta del pH in acqua 1:2,5 profondità 0-30 cm

## **ALLEGATO 1. Descrizione delle classi di capacità d'uso**

### **I<sup>a</sup> Classe**

I suoli in I<sup>a</sup> Classe hanno poche limitazioni che ne restringono l'uso.

I suoli in questa classe sono idonei ad un'ampia gamma di colture e possono essere destinati senza problemi a colture agrarie, prati, pascoli, e ad ospitare coperture boschive o habitat naturali. Sono quasi pianeggianti o appena dolcemente inclinati e il rischio di erosione idrica o eolica è basso. Hanno buona capacità di ritenzione idrica e sono abbastanza forniti di nutrienti oppure rispondono prontamente agli apporti di fertilizzanti.

I suoli in I<sup>a</sup> Classe non sono soggetti a inondazioni dannose. Sono produttivi e idonei a coltivazioni intensive. Il clima locale deve essere favorevole alla crescita di molte delle comuni colture di campo.

Nelle aree servite da irrigazione, i suoli possono essere collocati nella I<sup>a</sup> Classe se le limitazioni del clima arido sono state rimosse con impianti irrigui relativamente fissi. Questi suoli irrigui (o suoli potenzialmente irrigabili) sono quasi piani, hanno un notevole spessore radicabile, hanno permeabilità e capacità di ritenzione idrica favorevoli, e sono facilmente mantenuti in buone condizioni strutturali. Possono richiedere interventi migliorativi iniziali, quali il livellamento, l'allontanamento di sali leggermente eccedenti, l'abbassamento della falda stagionale. Qualora le limitazioni dovute ai sali, alla falda, al rischio di inondazione o di erosione ricorrono frequentemente, i suoli sono considerati come soggetti a limitazioni naturali permanenti e non sono inclusi nella I<sup>a</sup> Classe.

Suoli che sono umidi e hanno un subsoil con permeabilità lenta non sono collocati nella I<sup>a</sup> Classe. Qualche tipo di suolo della I<sup>a</sup> Classe può essere sottoposto a drenaggio artificiale come misura di miglioramento per aumentare le produzioni e facilitare le operazioni.

I suoli della I<sup>a</sup> Classe che sono coltivati richiedono pratiche di gestione ordinarie per mantenere sia fertilità che struttura del suolo. Tali pratiche possono includere l'uso di fertilizzanti e calce, sovesci e cover-crops, interramento di residui culturali e concimi animali e rotazioni.

### **II<sup>a</sup> Classe**

I suoli in II<sup>a</sup> Classe hanno qualche limitazione che riduce la scelta di piante o richiede moderate pratiche di conservazione.

I suoli nella II<sup>a</sup> Classe richiedono un accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione, per prevenire deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. Le limitazioni sono poche e le pratiche sono facili da attuare. I suoli possono essere utilizzati per piante coltivate, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

Le limitazioni dei suoli di II<sup>a</sup> Classe possono includere (singolarmente o in combinazione) (1) gli effetti di lievi pendenze, (2) moderata suscettibilità a erosione idrica o eolica o moderati effetti sfavorevoli di passata erosione, (3) profondità del suolo inferiore a quella ideale, (4) struttura e lavorabilità del suolo leggermente sfavorevole, (5) salinità o sodicità da lieve a moderata facilmente correggibile ma anche che si ripresenta facilmente, (6) occasionali inondazioni dannose, (7) umidità regolabile con drenaggi ma presente permanentemente come moderata limitazione, (8) leggere limitazioni climatiche all'uso ed alla gestione del suolo.

I suoli di questa classe danno all'agricoltore una minor libertà nella scelta delle colture o nelle pratiche di gestione rispetto ai suoli della I<sup>a</sup> Classe. Essi possono anche richiedere speciali sistemi di coltura per la conservazione del suolo, pratiche di conservazione del suolo, sistemi di controllo dell'acqua o metodi di dissodamento, quando utilizzati, per colture coltivate. Ad esempio, suoli profondi di questa classe con leggera pendenza soggetti a moderata erosione quando coltivati possono richiedere terrazzamenti, semina a strisce, lavorazioni "a girapoggio", rotazioni culturali includenti foraggere e leguminose, fossi inerbiti, sovesci o cover-crops, pacciamatura con stoppie, fertilizzazioni, letamazioni e calcitazioni. La giusta combinazione di pratiche varia da un luogo all'altro, in base alle caratteristiche del suolo, secondo il clima locale e i sistemi agricoli.

### **III<sup>a</sup> Classe**

I suoli in III<sup>a</sup> Classe hanno severe limitazioni che riducono la scelta di piante e/o richiedono speciali pratiche di conservazione.

I suoli in III<sup>a</sup> Classe hanno più restrizioni di quelli in II<sup>a</sup> Classe e quando sono utilizzati per specie coltivate le pratiche di conservazione sono abitualmente più difficili da applicare e da mantenere. Essi possono essere utilizzati per specie coltivate, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

Le limitazioni dei suoli in III<sup>a</sup> Classe restringono i quantitativi di prodotto, il periodo di semina, lavorazione e raccolto, la scelta delle colture o alcune combinazioni di queste limitazioni. Le limitazioni possono risultare dagli effetti di uno o più dei seguenti elementi: (1) pendenze moderatamente ripide; (2) elevata suscettibilità all'erosione idrica o eolica o severi effetti negativi di passata erosione; (3) inondazioni frequenti accompagnate da qualche danno alle colture; (4) permeabilità molto lenta nel subsoil; (5) umidità o durevole saturazione idrica dopo drenaggio; (6) presenza a bassa profondità di roccia, duripan, fragipan o claypan che limita lo strato radicabile e l'immagazzinamento di acqua; (7) bassa capacità di mantenimento dell'umidità; (8) bassa fertilità, non facilmente correggibile; (9) moderata salinità o sodicità, o (10) moderate limitazioni climatiche.

Quando coltivati, molti suoli della III<sup>a</sup> Classe quasi piani con permeabilità lenta in condizioni umide richiedono drenaggio e sistemi culturali che mantengano o migliorino la struttura e gli effetti delle lavorazioni del suolo. Per prevenire il ristagno idrico e migliorare la permeabilità è comunemente necessario apportare materiale organico al suolo ed evitare le lavorazioni in condizioni di umidità. In alcune aree servite da irrigazione, parte dei suoli in III<sup>a</sup> Classe hanno un uso limitato a causa della falda poco profonda, della permeabilità lenta e del rischio di accumulo di sale o sodio. Ogni particolare tipo di suolo della III<sup>a</sup> Classe ha una o più combinazioni alternative di uso e di pratiche richieste per un utilizzo "sicuro", ma il numero di alternative possibili per un agricoltore medio è minore rispetto a quelle per un suolo di II<sup>a</sup> Classe.

### **IV<sup>a</sup> Classe**

I suoli in IV<sup>a</sup> Classe hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle piante e/o richiedono una gestione molto accurata.

Le restrizioni nell'uso per i suoli di IV<sup>a</sup> Classe sono maggiori di quelle della III<sup>a</sup> Classe e la scelta delle piante è più limitata. Quando questi suoli sono coltivati, è richiesta una gestione più accurata e le pratiche di conservazione sono più difficili da applicare e da mantenere. I suoli della IV<sup>a</sup> Classe possono essere usati per colture, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

I suoli della IV<sup>a</sup> Classe possono adattarsi bene solo a due o tre delle colture comuni oppure il raccolto prodotto può essere basso rispetto agli input per un lungo periodo di tempo. L'uso per piante coltivate è limitato per effetto di uno o più aspetti permanenti quali (1) pendenze ripide; (2) severa suscettibilità all'erosione idrica ed eolica; (3) severi effetti di erosione passata; (4) suoli sottili; (5) bassa capacità di trattenere l'umidità; (6) frequenti inondazioni accompagnate da severi danni alle colture; (7) umidità eccessiva con frequenti rischi di saturazione idrica dopo drenaggio; (8) severa salinità o sodicità; (9) clima moderatamente avverso.

Molti suoli pendenti in IV<sup>a</sup> Classe in aree umide sono utilizzati per coltivazioni occasionali e non frequenti. Alcuni suoli della IV<sup>a</sup> Classe mal drenati e pressoché piani non sono soggetti a erosione ma sono poco adatti per colture intercalari a causa del tempo necessario al suolo per asciugarsi completamente in primavera e per la bassa produttività per piante coltivate. Alcuni suoli della IV<sup>a</sup> Classe sono adatti ad una o più specie particolari, come frutticole, alberi ornamentali e arbusti, ma questa idoneità da sola non è sufficiente per metterli in IV<sup>a</sup> Classe.

Nelle aree sub-umide e semiaride, i suoli di IV<sup>a</sup> Classe con piante coltivate, adatte a questi ambienti, possono produrre: buoni raccolti negli anni con precipitazioni superiori alla media, raccolti scarsi negli anni con precipitazioni nella media e fallimenti nelle annate con precipitazioni inferiori alla media. Nelle annate con precipitazioni inferiori alla media il suolo deve essere salvaguardato anche se l'aspettativa di prodotto vendibile è bassa o nulla. Sono richiesti pratiche e trattamenti particolari per prevenire le perdite di suolo, per conservarne l'umidità e mantenerne la produttività. Talvolta è necessario trapiantare la coltura o

effettuare lavorazioni di emergenza allo scopo principale di conservare il suolo in annate con precipitazioni basse. Queste pratiche devono essere adottate più frequentemente o più intensamente che nei suoli di III<sup>a</sup> Classe.

#### V<sup>a</sup> Classe

I suoli in V<sup>a</sup> Classe hanno rischi di erosione assenti o lievi ma hanno altre limitazioni impossibili da rimuovere che restringono l'uso principalmente a pascolo, prateria, bosco, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

I suoli in V<sup>a</sup> Classe hanno limitazioni che restringono i tipi di piante che possono essere coltivate e che impediscono le normali lavorazioni per le colture. Essi sono pressoché piani ma alcuni sono umidi, sono spesso sommersi da corsi d'acqua, sono pietrosi, hanno limitazioni climatiche o hanno qualche combinazione di queste limitazioni. Esempi di suoli di V<sup>a</sup> Classe sono (1) suoli di aree basse soggetti a frequenti inondazioni che impediscono la normale produzione delle colture, (2) suoli pressoché piani con un periodo utile per la crescita delle piante che ostacola la normale produzione delle colture, (3) suoli piani o quasi piani pietrosi o rocciosi, (4) aree con acqua stagnante dove il drenaggio per le colture non è praticabile ma in cui i suoli sono utilizzabili per foraggere o arboree. A causa di queste limitazioni la coltivazione delle colture più comuni non è possibile; i pascoli però possono essere migliorati e si possono attendere profitti in caso di gestione adeguata.

#### VI<sup>a</sup> Classe

I suoli in VI<sup>a</sup> Classe hanno severe limitazioni che li rendono generalmente inutilizzabili per la coltivazione e limitano il loro uso principalmente al pascolo o prateria, boschi o riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Le condizioni fisiche dei suoli in VI<sup>a</sup> Classe sono tali per cui è consigliabile effettuare miglioramenti dei pascoli e delle praterie, se necessari, quali semine, calcitazioni, fertilizzazioni e regimazioni delle acque tramite fossi perimetrali, fossi drenanti, fossi trasversali o diffusori d'acqua (water spreader). I suoli in VI<sup>a</sup> Classe hanno limitazioni durevoli che non possono essere corrette, quali (1) pendenze ripide, (2) severi rischi di erosione, (3) effetti della passata erosione, (4) pietrosità, (5) strato radicabile sottile, (6) eccessiva umidità o inondabilità, (7) bassa capacità di trattenimento dell'umidità, (8) salinità o sodicità o (9) clima rigido. A causa di una o più di queste limitazioni questi suoli generalmente non sono usati per piante coltivate. Essi però possono essere usati per pascolo, prateria, bosco, riparo per gli animali o per qualche combinazione di questi.

Alcuni suoli della VI<sup>a</sup> Classe possono essere utilizzati senza rischi per le colture comuni purchè venga adottata una gestione intensiva. Alcuni suoli appartenenti a questa classe sono inoltre adatti a colture particolari come frutti inerbiti, blueberries o simili, che necessitano di condizioni diverse da quelle richieste dalle colture tradizionali. In base ai caratteri del suolo ed al clima locale, i suoli possono essere molto o poco adatti all'utilizzo a bosco.

#### VII<sup>a</sup> Classe

I suoli in VII<sup>a</sup> Classe hanno limitazioni molto severe che li rendono inutilizzabili per la coltivazione e restringono il loro uso principalmente al pascolo, al bosco o alla vegetazione spontanea.

Le condizioni fisiche nei suoli di VII<sup>a</sup> Classe sono tali per cui è sconsigliabile attuare miglioramenti dei pascoli o delle praterie quali semine, calcitazioni, fertilizzazioni, regimazione delle acque con fossi perimetrali, canali di scolo, fossi trasversali o diffusori d'acqua. Le restrizioni del suolo sono più severe di quelle della VI<sup>a</sup> Classe a causa di una o più limitazioni durevoli che non possono essere corrette, quali (1) pendenze molto ripide, (2) erosione, (3) suoli sottili, (4) pietre, (5) suoli umidi, (6) sali o sodio, (7) clima sfavorevole o (8) altre limitazioni che li rendono inutilizzabili per le colture più comuni. Essi possono essere utilizzati senza problemi per pascoli, boschi o riparo e nutrimento per la fauna selvatica o per alcune combinazioni di questi con una adeguata gestione.

In base alle caratteristiche dei suoli ed al clima locale i suoli di questa classe possono essere molto o poco adatti all'utilizzo a bosco. Essi non sono adatti a nessuna delle colture comunemente coltivate; in casi particolari, alcuni suoli di questa classe possono essere utilizzati per colture particolari con pratiche di

gestione particolari. Alcune zone di VII<sup>a</sup> Classe possono necessitare di semine o piantagioni per proteggere il suolo e prevenire danni ad aree adiacenti.

#### **VIII<sup>a</sup> Classe**

Suoli ed aree in VIII<sup>a</sup> Classe hanno limitazioni che ne precludono l'uso per produzioni vendibili e restringono il loro uso alla ricreazione, vegetazione naturale, approvvigionamento idrico o per scopi estetici.

Per suoli ed aree in VIII<sup>a</sup> Classe non si devono attendere profitti significativi dall'uso a colture, foraggi, piante arboree benché siano possibili profitti da uso a vegetazione spontanea, protezione dall'erosione idrica o ricreazione.

Le limitazioni, che non possono essere corrette, possono risultare dagli effetti di (1) erosione o rischio di erosione, (2) clima rigido, (3) suolo umido, (4) pietre, (5) bassa capacità di trattenere l'umidità e (6) salinità o sodicità.

Calanchi, rocce affioranti, spiagge sabbiose, alvei fluviali, zone limitrofe ad aree estrattive ed altre aree sterili sono incluse nella VIII<sup>a</sup> Classe. Può essere necessario salvaguardare e gestire la crescita delle piante in suoli ed aree della VIII<sup>a</sup> Classe in modo da proteggere altri suoli di maggiore interesse, per proteggere le acque, per la fauna e la flora selvatiche o per ragioni estetiche.

## ALLEGATO 2. Struttura shapefile

### Struttura dello shapefile dei servizi ecosistemici

nome campo	descrizione
<b>ID500</b>	Identificatore cella grid 500 x 500m
<b>CAPUSO</b>	Classe capacità d'uso
<b>XID_DEL</b>	Identificativo della delineazione carta dei suoli
<b>UC_50</b>	Unità cartografica carta dei suoli 1:50.000
<b>GRID_SUO_1</b>	% di suolo libero (da ISPRA 2016)
<b>BUF</b>	BUF a livello regionale (indicizzato 0-1)
<b>WAS</b>	WAS a livello regionale (indicizzato 0-1)
<b>WAR</b>	WAR a livello regionale (indicizzato 0-1)
<b>CST</b>	CST a livello regionale (indicizzato 0-1)
<b>BIO</b>	BIO a livello regionale (indicizzato 0-1)
<b>PRO_Index</b>	PRO Capacità d'uso (indicizzato 0-1)
<b>IQ4</b>	INDICE IQ4 a livello regionale
<b>IQ4_classe</b>	INDICE IQ4 classato a livello regionale
<b>BUF_norm</b>	BUF a livello comunale(indicizzato 0-1)
<b>WAS_norm</b>	WAS a livello comunale(indicizzato 0-1)
<b>WAR_norm</b>	WAR a livello comunale(indicizzato 0-1)
<b>CST_norm</b>	CST a livello comunale(indicizzato 0-1)
<b>BIO_norm</b>	BIO a livello comunale(indicizzato 0-1)
<b>IQ4_norm</b>	INDICE IQ4 a livello comunale
<b>IQ4_CL_nor</b>	INDICE IQ4 classato a livello comunale

### Struttura shapefile capacità d'uso/carte dei suoli 500k/50k

nome campo	descrizione
<b>XID_DELIN</b>	Identificatore delineazione carta suoli 50k
<b>UC_50</b>	Unità cartografica carta suoli 50k
<b>CLASSE_C_1</b>	Classe capacità d'uso (n. arabo)
<b>CLASSE</b>	Classe capacità d'uso (n. romano)
<b>limitaz1_f</b>	Limitazione principale
<b>limitaz2_f</b>	Limitazione secondaria
<b>limitaz3_f</b>	Limitazione terziaria
<b>lim_all</b>	Tutte le limitazioni (unica stringa)
<b>Ambiente</b>	Unità suolo-paesaggio scala 500k
<b>Amb_des</b>	Nome unità suolo-paesaggio scala 500k