

Stock e potenziale di stoccaggio del carbonio nei suoli della pianura padana e metodi di stima a diverse scale.

Stefano Brenna (ERSAF)

Marco Acutis (UNIMI)

Calogero Schillaci (UNIMI)

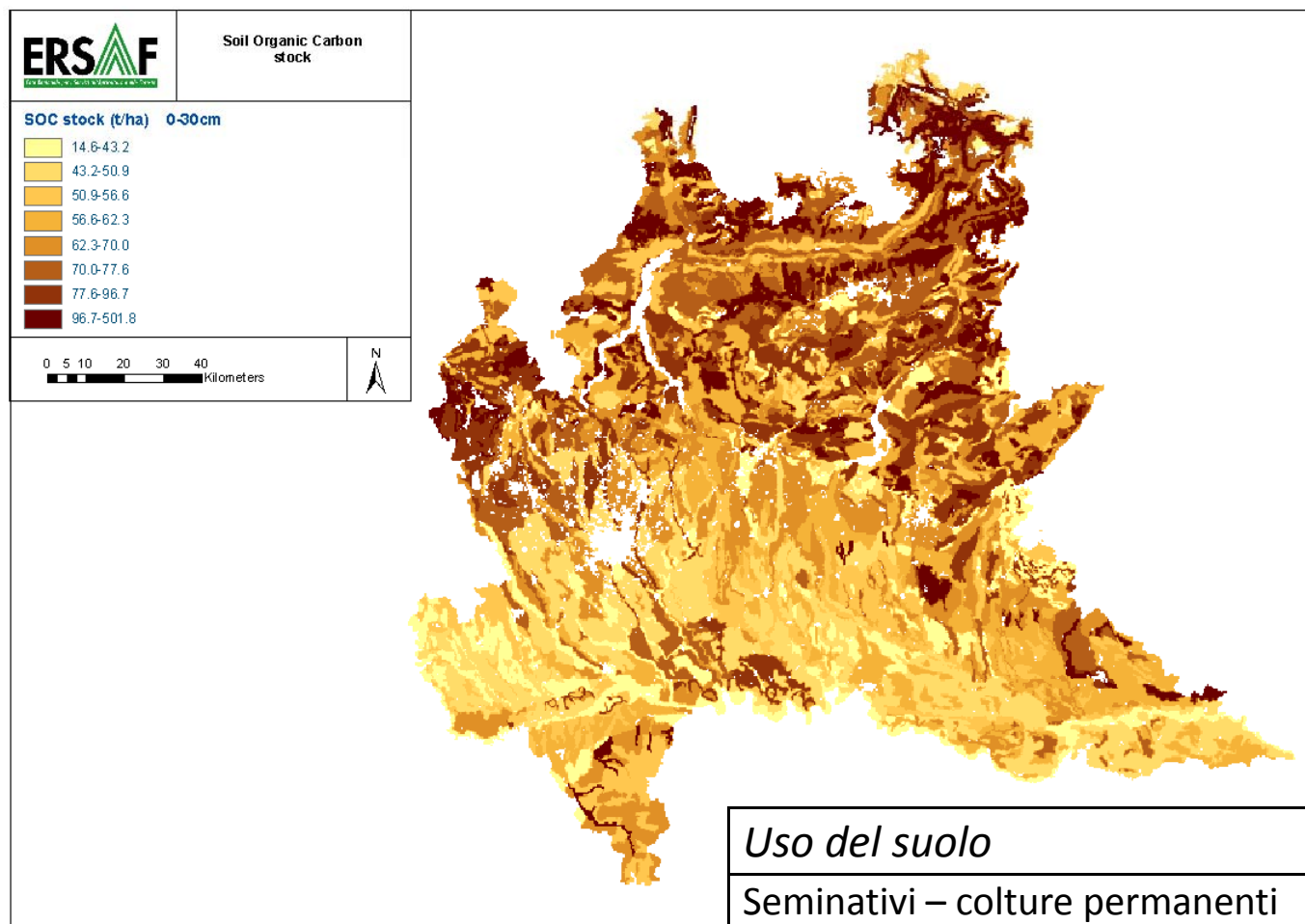
Alessia Perego (UNIMI)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

ERSAF
ENTE REGIONALE PER I SERVIZI
ALL'AGRICOLTURA E ALLE FORESTE

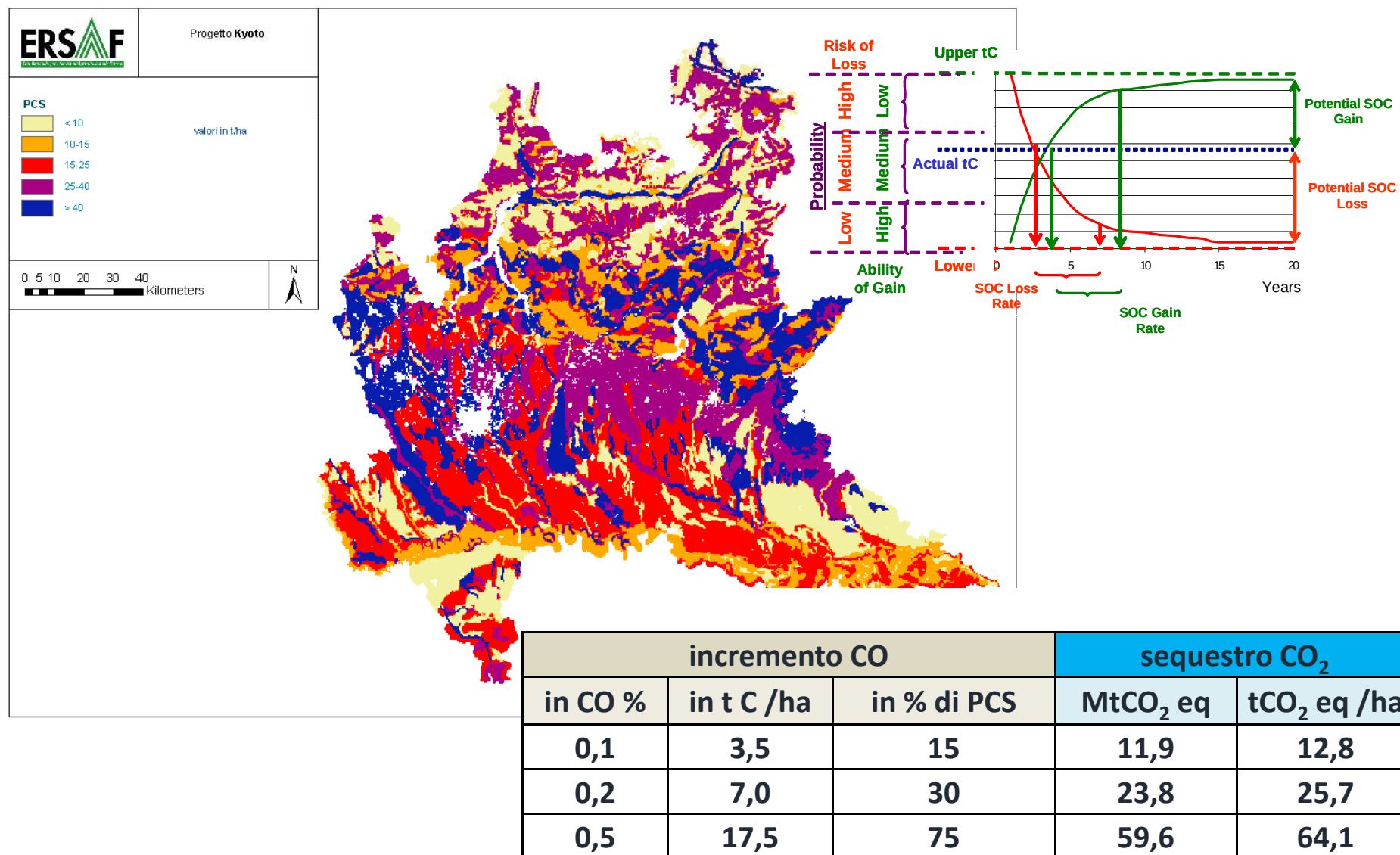
LO STOCK DI CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI DELLA LOMBARDIA



- **123,8 milioni di tonnellate nei primi 30 cm**
- **278,7 milioni di tonnellate nei primi 200 cm**

<i>Uso del suolo</i>	<i>Stock CO 0-30 cm (t/ha)</i>
Seminativi – colture permanenti	56,0
Prati stabili	68,7
Boschi di latifoglie e misti	75,6
Boschi di conifere	85,5
Praterie naturali d'alta quota	80,2

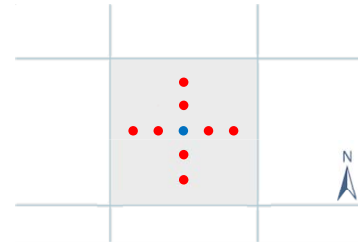
IL POTENZIALE DI STOCCAGGIO DI CARBONIO NEI SUOLI AGRICOLI DELLA LOMBARDIA (1)



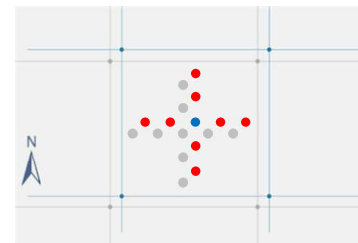
VARIABILITA'/INCERTEZZA – SCHEMI DI CAMPIONAMENTO



1st sampling



2nd sampling



da metodo AFRSS-Area
Frame Randomised Soil
Sampling (Stolbovoy et al.
2006)

- siti agricoltura convenzionale
- siti agricoltura conservativa e
siti aree naturali/forestali

Fonte: progetto Soilqualimon, 2010

profondità (cm)		lettiera	minerale	strati	densità apparente
OL-OF		●			
0				●	● ●
10			● ●	●	● ●
20				●	● ●
30				●	● ●

VARIAZIONI DI SOC STOCK PER VARIAZIONI DI USO DEL SUOLO (t ha⁻¹) IN LOMBARDIA

DA											
seminativi	0.0	-6.8	8.8	6.4	29.5	17.4	-0.7	-2.5	13.0	22.5	-53.2
colture permanenti	6.8	0.0	15.5	13.2	36.3	24.1	6.0	4.3	19.8	29.3	-46.4
prati stabili	-8.8	-15.5	0.0	-2.3	20.8	8.6	-9.5	-11.2	4.3	13.8	-62.0
boschi di latifoglie	-6.4	-13.2	2.3	0.0	23.1	10.9	-7.2	-8.9	6.6	16.1	-59.6
boschi di conifere	-29.5	-36.3	-20.8	-23.1	0.0	-12.1	-30.2	-32.0	-16.5	-7.0	-82.7
boschi misti conifere / latifoglie	-17.4	-24.1	-8.6	-10.9	12.1	0.0	-18.1	-19.8	-4.3	5.2	-70.6
rimboschimenti recenti	0.7	-6.0	9.5	7.2	30.2	18.1	0.0	-1.7	13.8	23.3	-52.5
cespuglieti+ arbusteti aree in evoluzione	2.5	-4.3	11.2	8.9	32.0	19.8	1.7	0.0	15.5	25.0	-50.7
vegetazione rada ed assente	-13.0	-19.8	-4.3	-6.6	16.5	4.3	-13.8	-15.5	0.0	9.5	-66.2
aree umide	-22.5	-29.3	-13.8	-16.1	7.0	-5.2	-23.3	-25.0	-9.5	0.0	-75.7
urbano	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	0.0
A	seminativi	colture permanenti	prati stabili	boschi di latifoglie	boschi di conifere	boschi misti conifere / latifoglie	rimboschim enti recenti	cespuglieti + arbusteti aree in evoluzione	vegetazion e rada ed assente	aree umide	urbano

Fonte: progetto AgriCO2Itura, 2013

GESTIONE CONSERVATIVA vs GESTIONE CONVENZIONALE



Strato superficiale: 0-30 cm

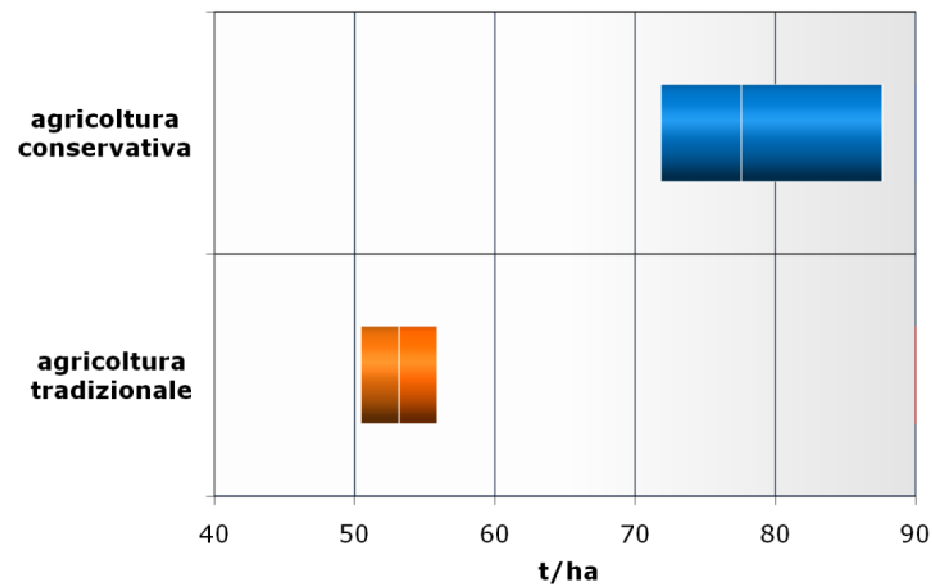
Metodo di analisi CO: Walkley-Black

Caratteristiche del suolo

Suoli Argillosi

(Vertisols – Vertic cambisols)

- argilla (%) 56.4
- pH (H₂O) 8.4
- CaCO₃ tot. (%) 13.1



Stock di Carbonio nei suoli

sito	CO %	stock CO t/ha
tradizionale	1.2	53
semina diretta	1.7	78

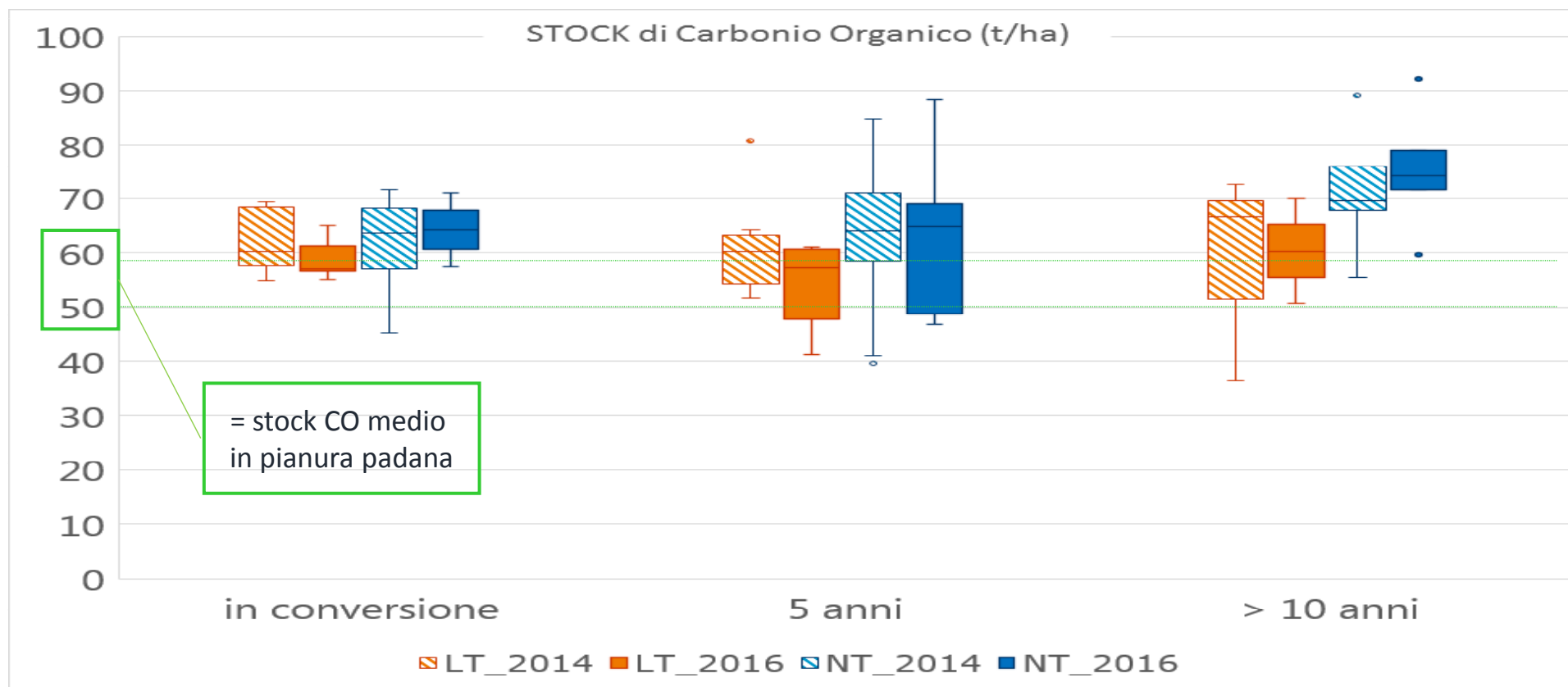
valori riferiti a 30 cm di spessore

metodo analisi CO = Walkley-Black

Fonte: progetto AgriCO2ltura, 2013

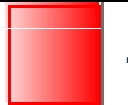
$$\text{Stock CO} = \sum_i \text{Strati} \text{ CO}_i \cdot \text{BD}_i \cdot \text{spes.}_i \cdot (1 - \text{sK}_i) \quad (\text{Batjes N.H., 1996})$$

i = strato di suolo - CO_i = contenuto in carbonio organico - BD_i = densità apparente - spes. = spessore - sK = frazione di scheletro



Fonte: progetto Life HELPSOIL, 2017

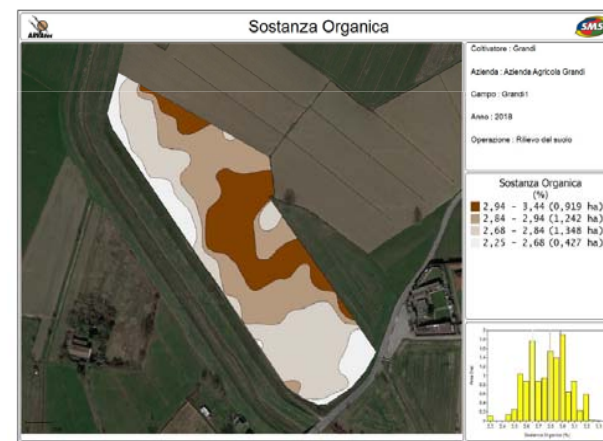
IL POTENZIALE DI STOCCAGGIO DI CARBONIO NEI SUOLI AGRICOLI DELLA LOMBARDIA (2)

Incremento medio annuo Carbonio nel suolo (t ha ⁻¹) Modello di simulazione ARMOSA (Università di Milano - ERSAF, 2017)				
	scenario clima CORRENTE		scenario clima FUTURO (IPCC, rcp 4.5)	
gestione	Rotazione 1	Rotazione 2	Rotazione 1	Rotazione 2
Convenzionale	 -0,46	 -0,29	 -0,36	 -0,20
No Tillage	 0,04	 0,36	 0,09	 0,50
➤ Rotazione 1 = mais, frumento, soia ➤ Rotazione 2 = mais, cover crop invernale , soia, frumento, panico , cover invernale				

Fonte: progetto Life HELPSOIL, 2017

GLI ULTIMI SVILUPPI (dal 2017 a oggi)

Prove di Soil Proximal Sensing



Elaborazione di una proposta di progetto (Progetto SOC) finalizzato alla definizione di una **metodologia di accounting regionale (Tier 3)** per la stima degli **stock di carbonio** e dei cambiamenti di stock nei suoli agricoli.

Allestimento di una rete di monitoraggio di SOC e altri indicatori di qualità del suolo a supporto delle politiche agro-climatico-ambientali (PAC/PSR 2021-2027)

METODI DI STIMA DELLO STOCK DI CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI AGRICOLI (CASO STUDIO SICILIA)

Tra i vari modelli di stima del Carbonio organico del suolo uno dei più usati per la mappatura è il Boosted regression trees, Modello usato per la mappare lo Stock di carbonio del topsoil in Sicilia usando predittori topografici e climatici.

Il modello BRT consiste nella **f** del modello **SCORPAN**

Soil= **f** (Climate * Organisms * Relief * Parent material * Age or time * N spatial or geografic position)

IL modello SCORPAN è stato derivato dall'equazione di Jenny's (1941) dove i cinque fattori CLORPT formano l'equazione di stati per la formazione del suolo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

DATI UTILI PER LA CALIBRAZIONE DI MODELLI PREDITTIVI A SCALA REGIONALE DI SOC

Indici Topografici derivati dalla Terrain analysis sono tra i predittori più frequentemente usati nella modellazione del carbonio organico del suolo

- Shuttle Radar Topography Mission SRTM 30m digital elevation model (Sept. 2014, 1-arcsec spatial resolution) for the **morphometric spatial predictors**. Eleven terrain attributes:

- 1) slope,
- 2) catchment area,
- 3) aspect,
- 4) plan curvature,
- 5) profile curvature,
- 6) length-slope factor,
- 7) channel network base level,
- 8) convergence index,
- 9) valley depth,
- 10) topographic wetness index,
- 11) landform classification.

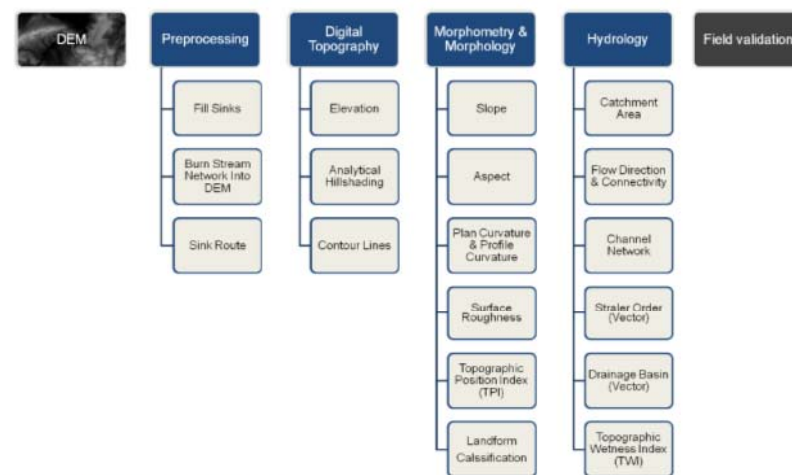
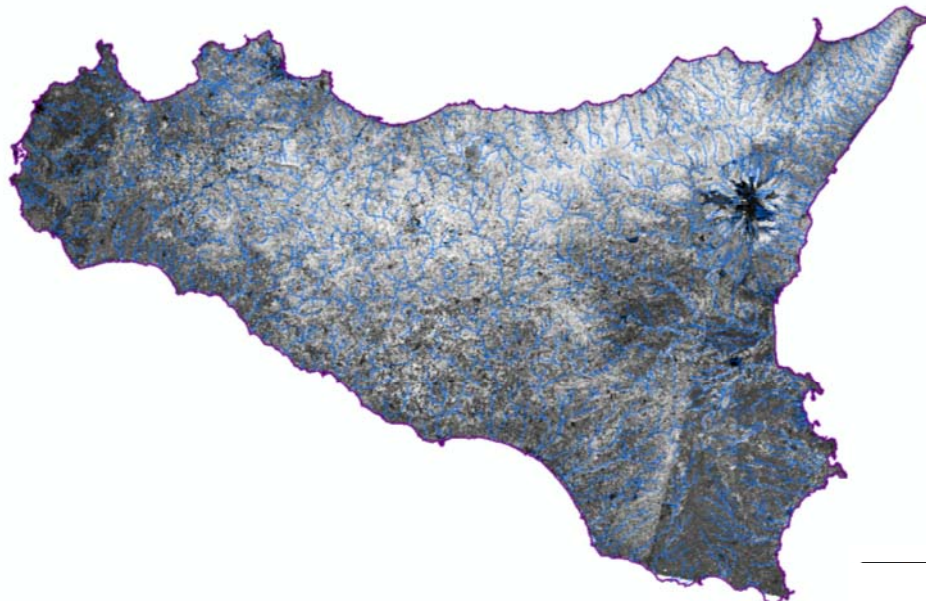


Figure 3: Workflow in SAGA GIS.



DATI UTILI PER LA CALIBRAZIONE DI MODELLI PREDITTIVI A SCALA REGIONALE DI SOC

- Per avere a disposizione indici di vegetazione a partire dal 1979 si possono generare diversi **Predittori** derivati dal **Telerilevamento** nello spedidico dalla missione LANDSAT 5, Le bande spettrali singole sono state utilizzate in aggiunta all'NDVI the Normalized Difference Vegetation Index



Landsat ETM7+ NDVI mosaic anno 2000

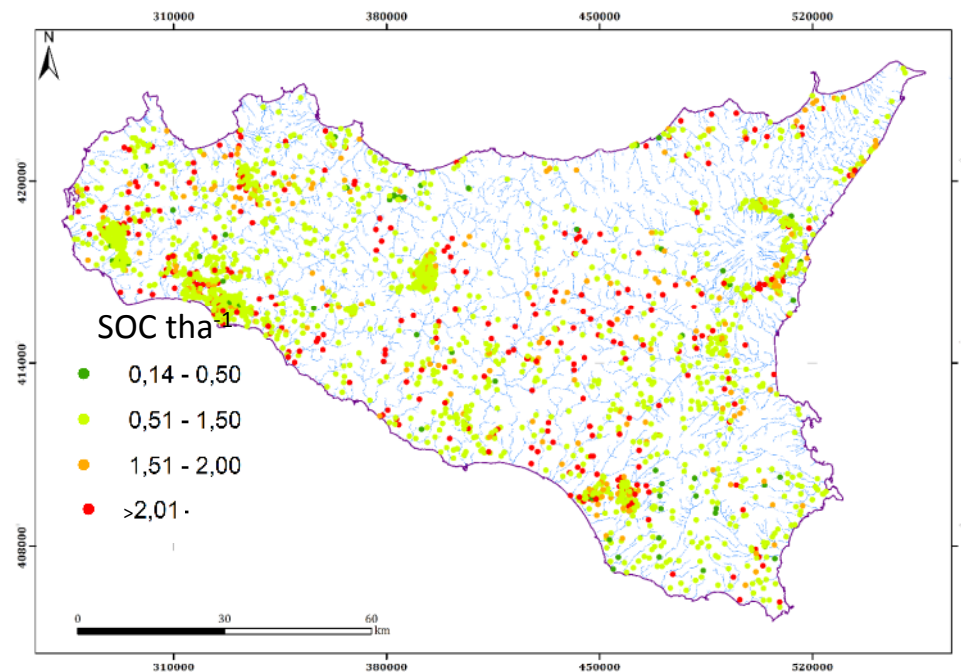
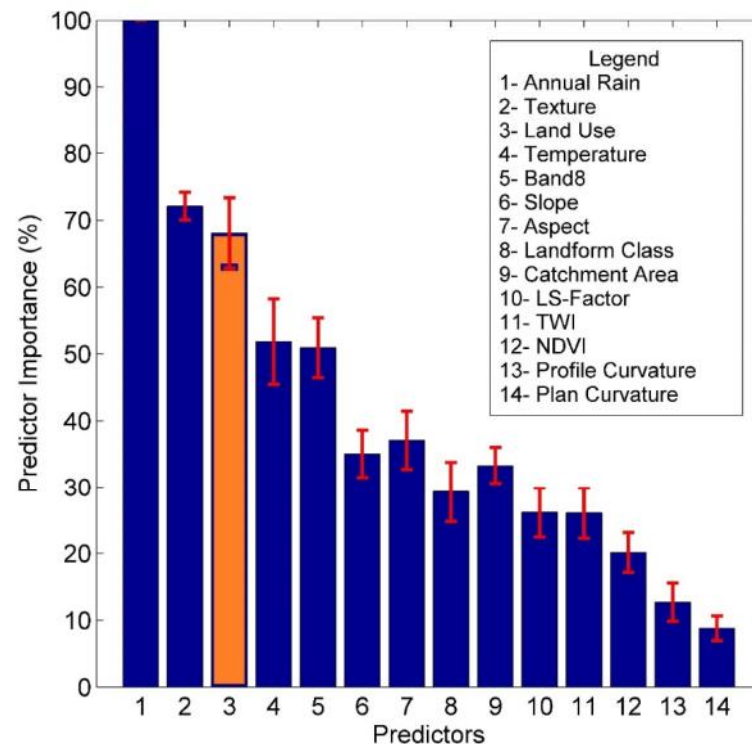


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

CAPACITA' PREDITTIVA E IMPORTANZA DELLE VARIABILI

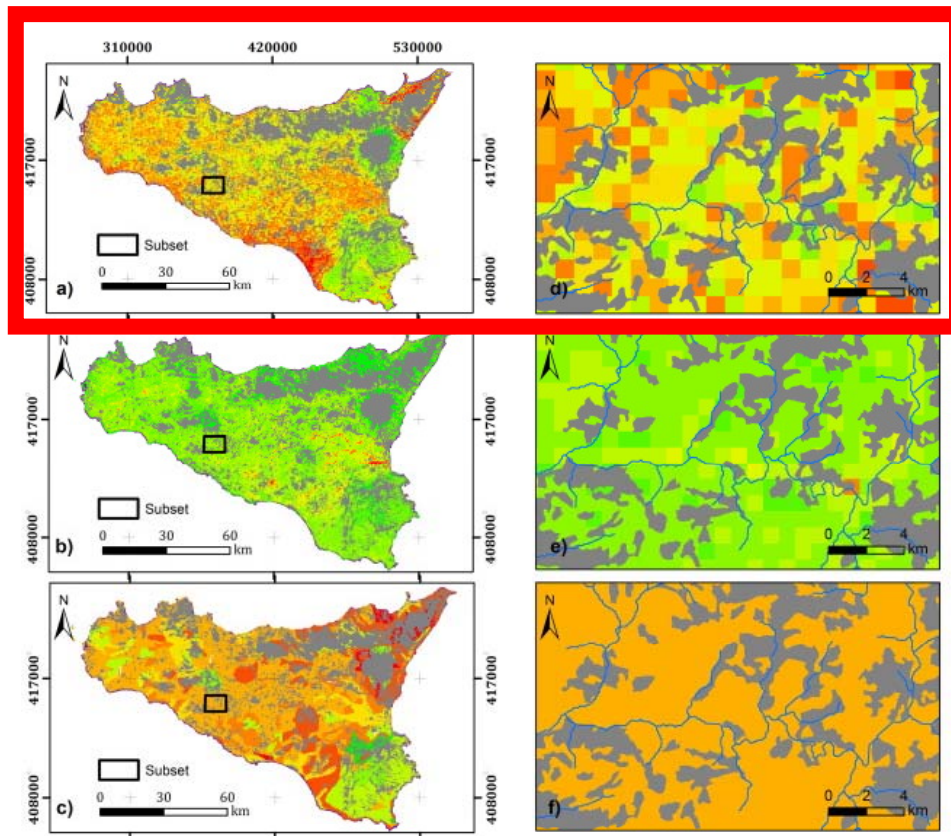
MODELLO Boosted Regression Tree (Elith et al., 2008)

- $R^2 = 0.470$
- La barra arancione mostra l'importanza del land use
- 71.4% dei punti predetti rientra nel range $\pm 50\%$ rispetto ai dati osservati (punti verdi)



DATI UTILI COMPARAZIONE DEI RISULTATI IN TERMINI DI MAPPE PER LA VALIDAZIONE DEI MODELLI PREDITTIVI A SCALA REGIONALE DI SOC

La comparazione dei risultati ottenuti è stata comparata con mappature considerate come riferimento europei e globali



La mappa dello stock del carbonio organico BRT (a, d), il modello proposto in Schillaci et al 2017a, e ISRIC (b, e), del [progetto soilmaps.com](https://soilmaps.com) (c,f), JRC 2012

Nelle aree a land use agricoli della regione oggetto di studio, la Sicilia.



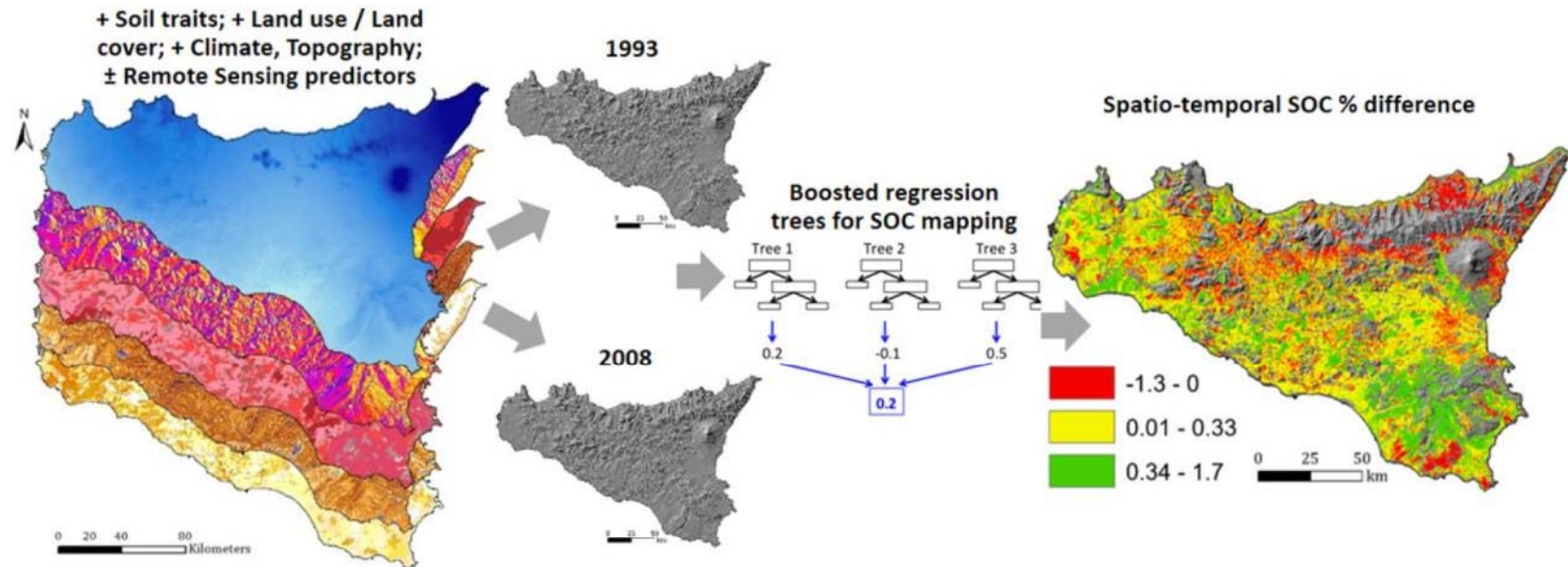
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

RISULTATI SALIENTI DELLA MAPPATURA A SCALA REGIONALE DI SOC

- Lo stock di carbonio organico è stato stimato usando una tecnica di mappatura digitale del suolo DSM e ha raggiunto prestazioni rilevanti ($R^2=0.47$)
- I predittori **Climatici (Worldclim1), Topografici (ottenuti da SRTM 30 m) e uso del suolo (CORINE 2000)** hanno permesso di migliorare le prestazioni precedentemente ottenute in altre ricerche.
- Le bande pancromatiche di **Landsat ETM + 7** hanno influito più dell'NDVI medio di un mese secco nella modellazione.



EFFETTO DELL'USO DEL SUOLO, TOPOGRAFIA E INDICI CLIMATICI PER MODELLI PREDITTIVI A Scala REGIONALE DI SOC

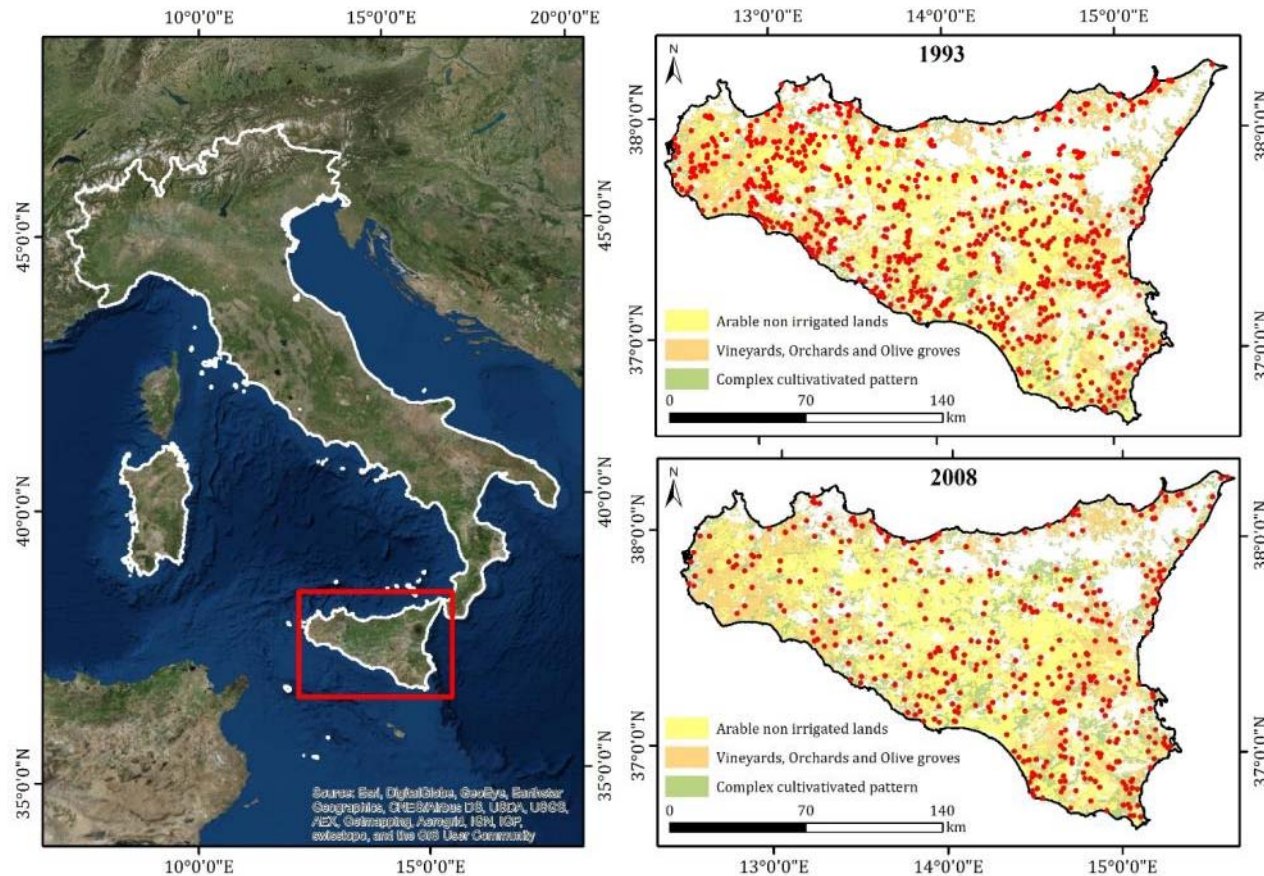


Abstract grafico del paper
Schillaci et al 2017a Science of the Total Environment



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

DATABASE LEGACY DELLE PROPRIETA' DEL SUOLO

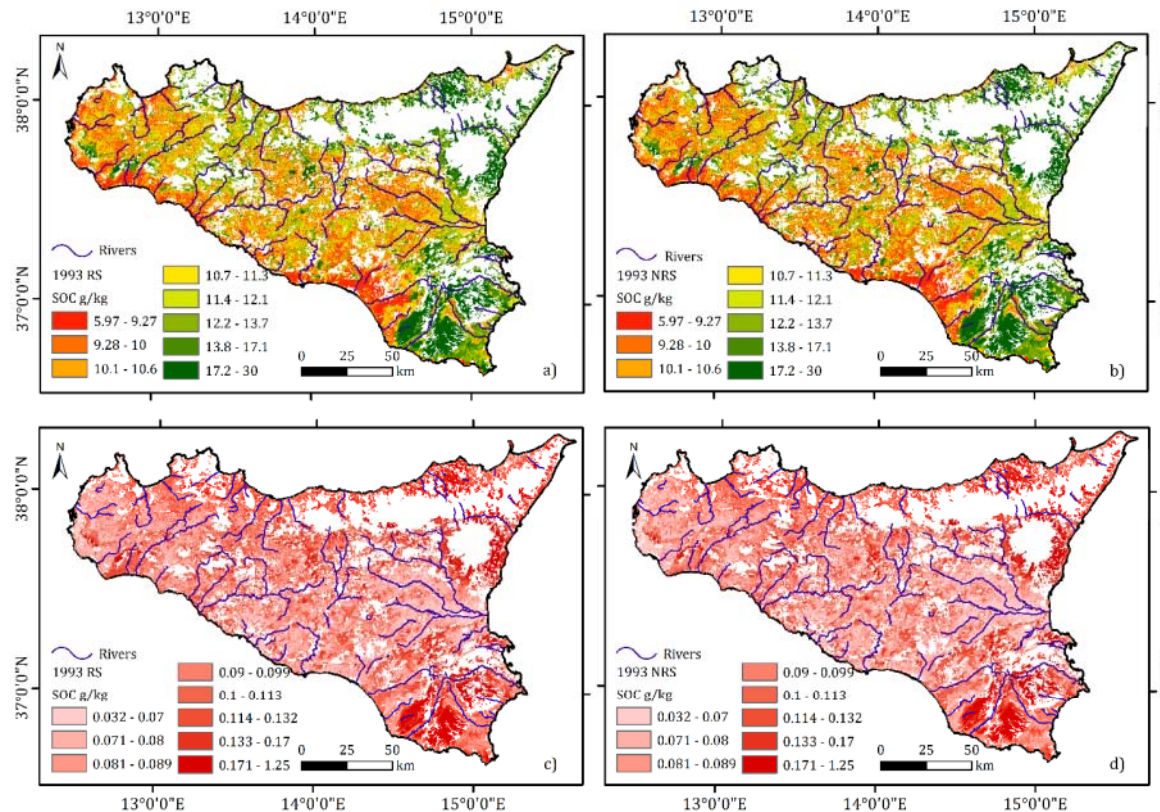


Siti di campionamento nel 1993 and 2008 nell'area di studio (Sicilia). Tre raggruppamenti di uso del suolo: ARA Arativi, VFO Vigneti e frutteti, CCP Sistemi di coltivazione misti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

MAPPA DEL SOC PREDETTO E RELATIVA INCERTEZZA DEL MODELLO

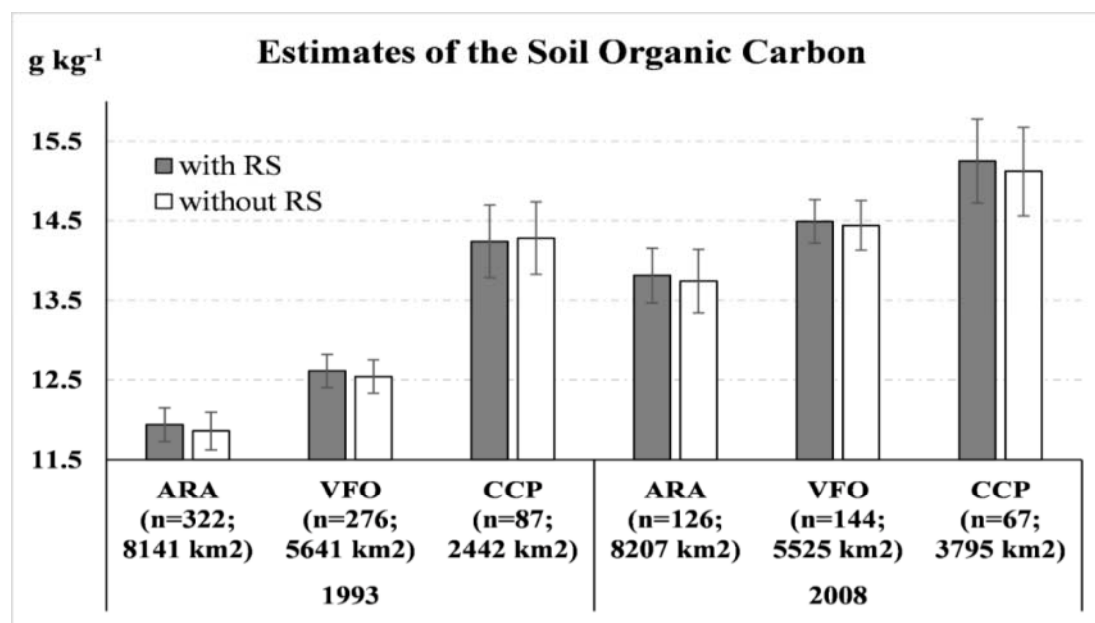


Mappatura a 100 metri di risoluzione spaziale del SOC espresso in g C kg^{-1} , a, b) mappe dell'incertezza calcolate sulla variabilità del modello (c, d) Boosted Regression Trees calibrato sui dati del 1993 con i dati telerilevati (a, c) e senza i dati telerilevati (b, d) usati come predittori.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

STIME DELLA CONCENTRAZIONE DEL SOC



Stime della concentrazione di SOC in ogni gruppo di land cover modellato con e senza predittori telerilevati.

ARA Arativi, **VFO** Vigneti e frutteti, is for vineyards; **CCP** Sistemi di coltivazione misti ± standard error,



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

RISULTATI SALIENTI

- **Modellazione della concentrazione di SOC in due periodi a 15 anni di distanza con una procedura di mappatura digitale del suolo**
- **Tessitura e uso del suolo sono i drivers principali della concentrazione di SOC nei topsoil mediterranei.**
- Gli indici **Topografici** sono più importanti degli indici Climatici per stimare la concentrazione di SOC .
- I predittori derivati da Telerilevamento hanno ridotto l'incertezza delle stime

