



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Le nuove opportunità derivanti dal regolamento LULUCF dell'UE e dal mercato dei crediti di carbonio

Livia Vittori Antisari

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari

LE NUOVE SFIDE DELL'AGRICOLTURA: LO STOCCAGGIO DEL CARBONIO NEI SUOLI



Lunedì 30 maggio 2022
Sala Convegni, Regione Emilia-Romagna



Le nuove opportunità derivanti dal regolamento LULUCF dell'UE e dal mercato dei crediti di carbonio

Livia Vittori Antisari



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

«Credito di Carbonio» definizione e regole

- ❖ Il «**credito di carbonio**» è una vera e propria unità di carattere finanziario che rappresenta **la rimozione di una tonnellata di CO₂ equivalente dall'atmosfera**. Rappresenta il carbonio che è stato evitato, ridotto o sequestrato attraverso un progetto e che può essere acquistato come mezzo per compensare le emissioni.
- ❖ I crediti di carbonio rappresentano un strategia sostenibile orientata **alla promozione di progetti nazionali e internazionali di tutela ambientale e climatica**, con l'obiettivo di riduzione o assorbimento dei gas ad effetto serra, i gas responsabili del riscaldamento climatico globale. **Acquistare crediti di carbonio** permette alle Aziende che emettono GHGs, di contribuire economicamente alla realizzazione e allo sviluppo di uno o più progetti di tutela ambientale. **Questi progetti normalmente sono realizzati in Paesi in Via di Sviluppo, con valenze di promozione sociale e di autosufficienza economica per le popolazioni locali.**
- ❖ Il valore del credito di carbonio è cresciuto da 20 euro (2020) agli 80 euro del 2021 (Franzin, 2021).
- ❖ **COP26 di Glasgow (2021) concorda nel creare un mercato commerciale globale di compensazione di crediti di carbonio**
- ❖ **Oggi il mercato è in mano a privati, non ha regole condivise, garantisce poca trasparenza. E' considerato quindi poco appetibile e da qui la necessità di creare uno standard europeo per il mercato volontario del carbonio, in cui gli schemi per la carbon dioxide removal (CDR) abbiano standard condivisi e regole comuni.**



Protocollo di Kyoto, gli accordi per la neutralità climatica e LULUCF

- ❖ Il **Protocollo di Kyoto** è un accordo internazionale per contrastare il riscaldamento climatico, di natura volontaria, ed è stato sottoscritto l'11 dicembre 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3) ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005.
- ❖ Il Protocollo di Kyoto impegnava i Paesi sottoscrittori ad una **riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra rispetto ai propri livelli di emissione del 1990** (baseline), in percentuale diversa da Stato a Stato: per fare questo le Parti sono tenute a realizzare un sistema nazionale di monitoraggio delle emissioni ed assorbimenti di gas ad effetto serra (l' "**Inventario Nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas a effetto serra**") da aggiornare annualmente, insieme alla definizione delle misure per la riduzione delle emissioni stesse.
- ❖ Secondo la **Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici** (UNFCCC): "Nell'ambito del Protocollo di Kyoto alcune specifiche attività antropiche negli usi del suolo, nei cambiamenti degli usi del suolo e nella forestazione (**LULUCF**) che rimuovono i gas serra dall'atmosfera, conosciuti come *carbon sink*, quali **afforestazione, riforestazione e lotta alla deforestazione** possono essere utilizzati dai Paesi per compensare i propri obiettivi di emissione. **La deforestazione** sarà sottratta dalla quantità di emissioni che i Paesi possono emettere nell'ambito del loro periodo di impegno (del Protocollo di Kyoto)".

Contabilità degli stock di C in relazione al Protocollo di Kyoto

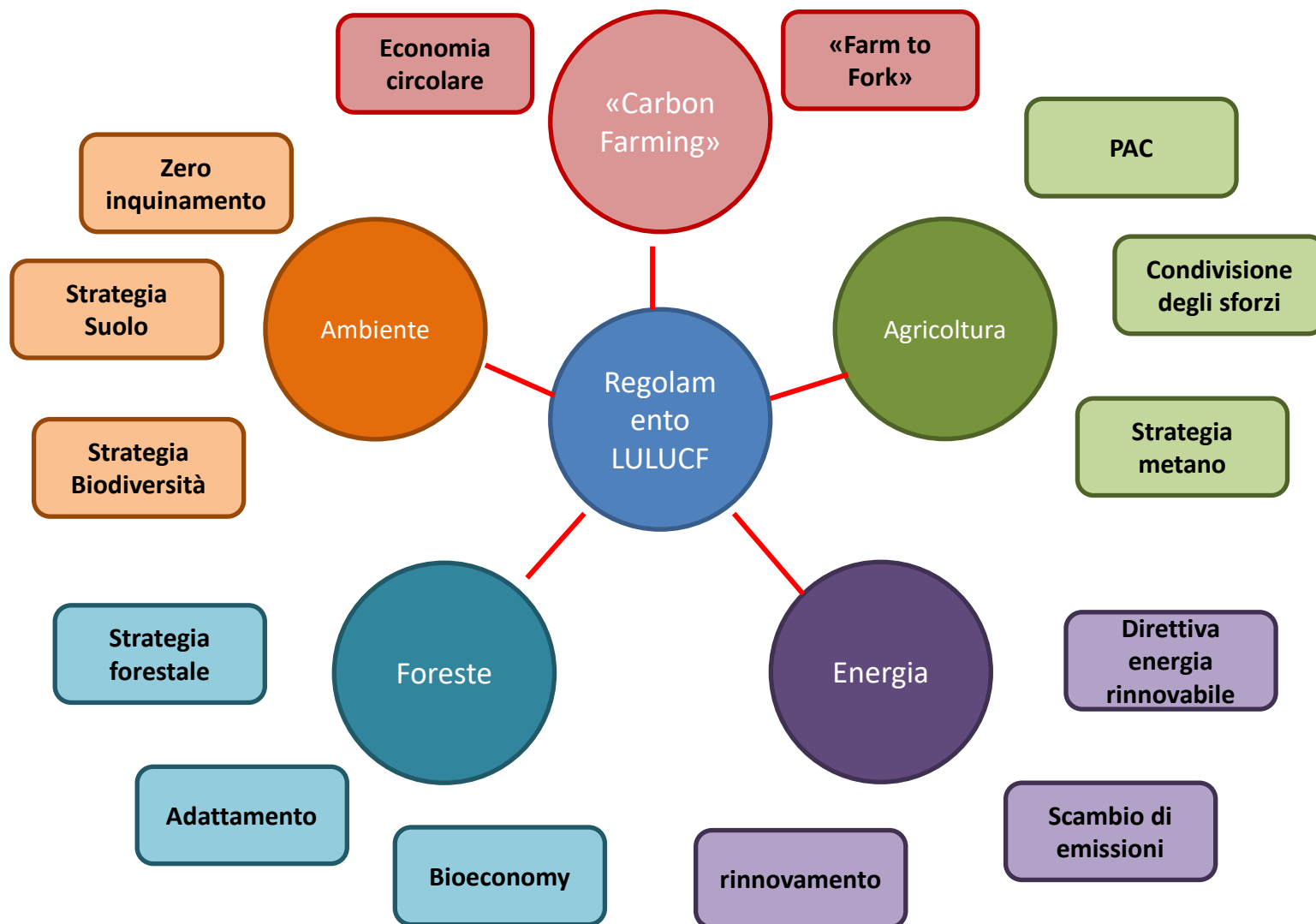
La decisione 529/2013/EU fissa le norme di contabilizzazione relative alle emissioni e agli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti da attività di uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e silvicoltura, **LULUCF(Land Use, Land Use Change and Forestry)**, evidenziando come l'immobilizzazione del carbonio sia da ascrivere soprattutto al suolo per mantenere gli stock esistenti e per il loro incremento.

LUCAS (Land Use and Coverage Area frame Survey) mette in evidenza le concentrazioni molto basse di C organico nei suoli coltivati 17.8 g/kg rispetto alle praterie e vegetazioni naturali da 44.3 a 77.5 g/kg, evidenziando la stima che circa il 75% dei suoli coltivati della UE presenti concentrazioni in C organico inferiori al 2%. Diverse linee guida sono pubblicate per mantenere e conservare il C organico nel suolo, alcune sono anche misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

La **Strategia Forestale dell'Italia** (GU febbraio 2022) dà largo spazio al regolamento comunitario **LULUCF (Reg EU 842/2018)**, che sottolinea sia il ruolo delle foreste e dei suoli forestali per il sequestro e l'immagazzinamento di C sia il ruolo del legno e dei suoi derivati quale risorsa rinnovabile per lo stoccaggio di C in alcuni prodotti e per la sostituzione di fonti fossili.



LULUCF e sinergie socio-politiche



L'attuale regolamento dell'UE per l'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura (LULUCF) risale al 2018.

È stato adottato nell'ambito del quadro politico per l'energia e il clima 2021-2030 che, all'epoca, mirava ad attuare l'obiettivo di riduzione delle emissioni dell'UE di almeno il -40% entro il 2030.

Il settore LULUCF è connesso a tutti gli ecosistemi e le attività economiche che dipendono dal suolo e dai servizi che essa fornisce.

Pertanto, il regolamento LULUCF presenta sinergie con molte altre iniziative politiche dell'UE che riguardano le attività legate al territorio.



Le attività del Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)

Secondo le specifiche indicazioni del Protocollo di Kyoto in merito alla mitigazione climatica (operativamente realizzata soprattutto da soggetti privati) viene realizzata sia attraverso misure di prevenzione e riduzione delle emissioni di gas serra, sia attraverso attività per la promozione dell'assorbimento forestale compensativo di CO₂ secondo le indicazioni delle **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (GPC for LULUCF) dell'IPCC**: le superfici forestali nazionali operano infatti come «carbon sink», assorbendo ed immobilizzando il carbonio in stock di biomassa e in forma di carbonio organico nel suolo.

Per essere ammissibili alla contabilità di C nazionale le attività LULUCF devono essere:

Svolte obbligatoriamente dopo il 1990

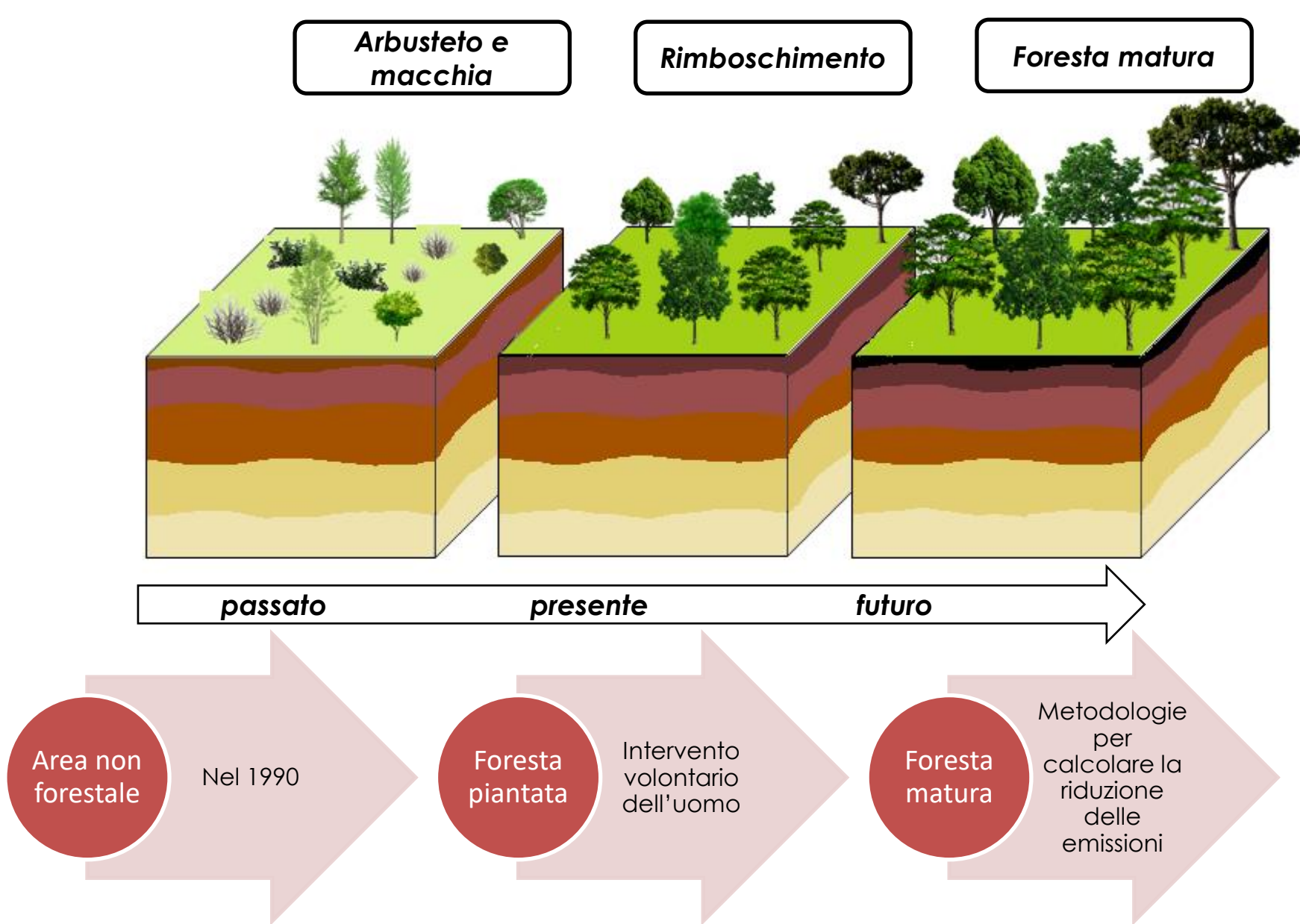
Intenzionali:
Realizzate volontariamente con interventi umani

Addizionali:
Con riduzione delle emissioni rispetto alla situazione iniziale

Valutabili quantitativamente:
Mediante misure, stime e metodologie ufficiali



Rimboschimento dopo il 1990



Esempio di una attività LULUCF che può essere rendicontata:

- 1) Prima del 1990
- 2) Rimboschimento volontario dell'uomo



Quali metodologie?



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Le buone pratiche guida per lo svolgimento delle attività LULUCF

Secondo le "GPG for LULUCF" le **variazioni negli stock di carbonio vengono calcolate in 5 serbatoi di carbonio**, quali: biomassa epigea, biomassa ipogea, lettiera, necromassa, suolo



La biomassa epigea (above-ground biomass), costituita dall'insieme dei tessuti che costituiscono le parti aeree degli organismi vegetali viventi (fusti, rami e ceppaie, inclusa la corteccia, foglie, semi e frutti)

La biomassa ipogea (below-ground biomass), costituita dagli apparati radicali di organismi vegetali viventi.

La necromassa (deadwood), rappresentata dai residui vegetali legnosi più grossolani

La lettiera (litter), costituita dai residui più fini (foglie, fiori ed infiorescenze, frutti ed infruttescenze, rametti ecc), non ancora decomposti

Il suolo (soil), che comprende il carbonio organico presente negli strati organici e minerali, incluse le radici più fini, fino ad una profondità convenzionale di 30 cm degli orizzonti organo-minerali





GPG per lo svolgimento delle attività LULUCF: il calcolo dello stock di C nel suolo

- ❖ il contenuto di carbonio organico dei suoli delle foreste (fino a 1 m di profondità) varia tra meno di 100 a quasi 200 Mg C ha⁻¹, con grandi deviazioni standard dovute alla forte variabilità territoriale e verticale di orizzontazione.
- ❖ la SOM del suolo forestale tende a concentrarsi negli orizzonti superiori del suolo, con circa la metà del carbonio organico del suolo dei primi 100 cm di suolo minerale che si trova nell'*EPIPEDON* di 30 cm ed è quello più chimicamente decomponibile e il più direttamente esposto alle perturbazioni naturali e antropiche.
- ❖ lo stato attuale delle conoscenze sui suoli forestali gestiti non consente la derivazione di parametri di stock di carbonio nel suolo (**SOC_{i,j}**), ed in particolare lo stock di C dello stato iniziale (**i**) e rapportato a quello odierno (**j**), in un periodo di tempo (**T_{i,j}**) (solitamente 20 anni). Ci si avvale di valori predefiniti per «SOC_{ref}», sotto vegetazione autoctona, per una profondità di 0-30 cm-



Le buone pratiche guida per lo svolgimento delle attività LULUCF: Il valore di riferimento dello stock di C

Livello 1. I valori predefiniti per **SOCref**, il contenuto di carbonio organico (Mg C ha^{-1}) dei suoli forestali minerali sotto vegetazione autoctona, per una profondità di 0-30 cm, sono forniti dalle Linee Guida delle Buone Pratiche (GPG) LULUCF

Livello 2. i Paesi forniscono i propri valori di **SOCref**, compilati da studi pubblicati o indagini rappresentative delle principali foreste autoctone e tipi di suolo. Tali valori sono tipicamente ottenuti attraverso lo sviluppo e/o la compilazione di database di profili pedologici di grandi dimensioni.

		Suoli con alta attività delle argille 1	Suoli con bassa attività delle argille 2	Suoli sabbiosi 3	Suoli spodici 4	Suoli vulcanici 5	Suoli idromorfi Wetland 6
Clima	Secco	50	33	34		20	
	Umido	95	85	71	115	130	87

1. Suoli con minerali argillosi ad alta attività delle argille, da leggermente a moderatamente alterati, dominati da fillosilicati 2:1. Nella classificazione **IWRB** include i *Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Pholozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols*, in quella **USDA** i *Mollisols, Vertisols, Alfisols, Aridosols, Inceptisols*

2. Suoli con minerali argillosi a bassa attività delle argille, molto alterati, dominati da fillosilicati 1:1, ferro amorfo e ossidi di alluminio. Inella classificazione **WRB** include gli *Acrisols, Lixisols, Nitrosols, Ferralsols, Durisols*, in quella **USDA** i *Vertisols, Oxisols, Acidic Alfisols*

3. Suoli con sabbia > 70% ed argilla < 8%, sulla base di analisi strutturali standard. Nella classificazione **WRB** include gli *Arenosols*, in quella **USDA** gli *Psamments*.

4. Suoli interessati da processo di podzolizzazione. Nella classificazione **WRB** include i *Podzols*, in quella **USDA** gli *Spodosols*.

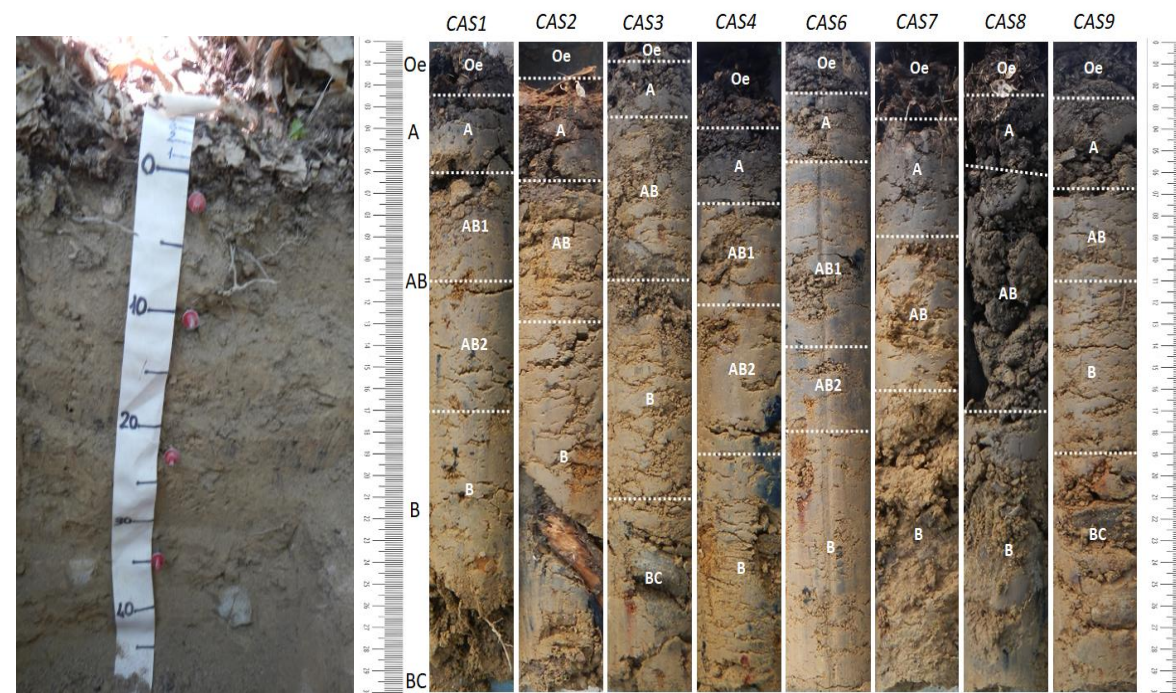
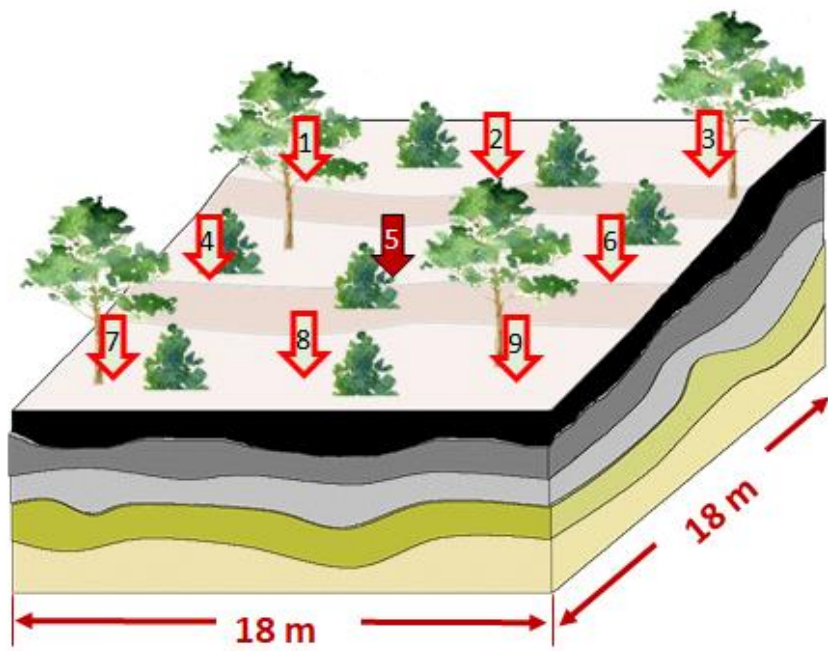
5. Suoli originatisi su ceneri vulcaniche con mineralogia allofanica. Nella classificazione **WRB** include gli *Andosols*, in quella **USDA** gli *Andisols*.

6. Suoli con drenaggio limitato causa forte idromorfia ed in condizioni anaerobiche. Nella classificazione **WRB** include i *Gleysols*, in quella **USDA** gli *Aquents*.

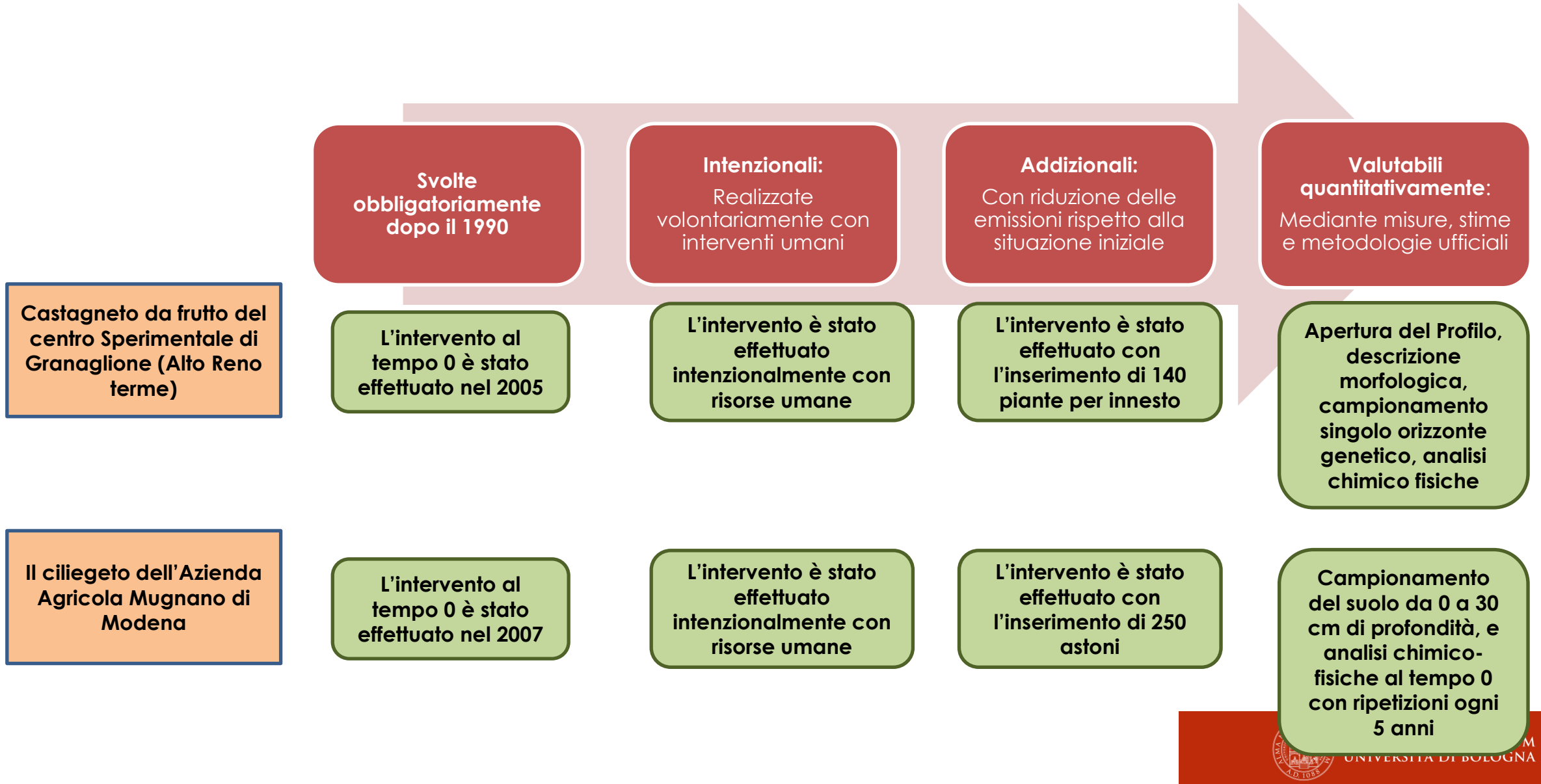
GPG per lo svolgimento delle attività LULUCF: il calcolo dello stock di C nel suolo

Il contenuto di carbonio per unità di superficie (o **stock di carbonio**) deve essere riportato in tonnellate C ha⁻¹ per una determinata profondità o strato del suolo (ad esempio fino a 100 cm o per lo strato da 0-30 cm).

$$SOC = \sum_{orizzonti=1}^{orizzonti=n} SOC_{orizzonti} = \sum_{hor=1}^{hor=n} [SOC] \times BD \times profondità \times (1 - sk) \times 10$$



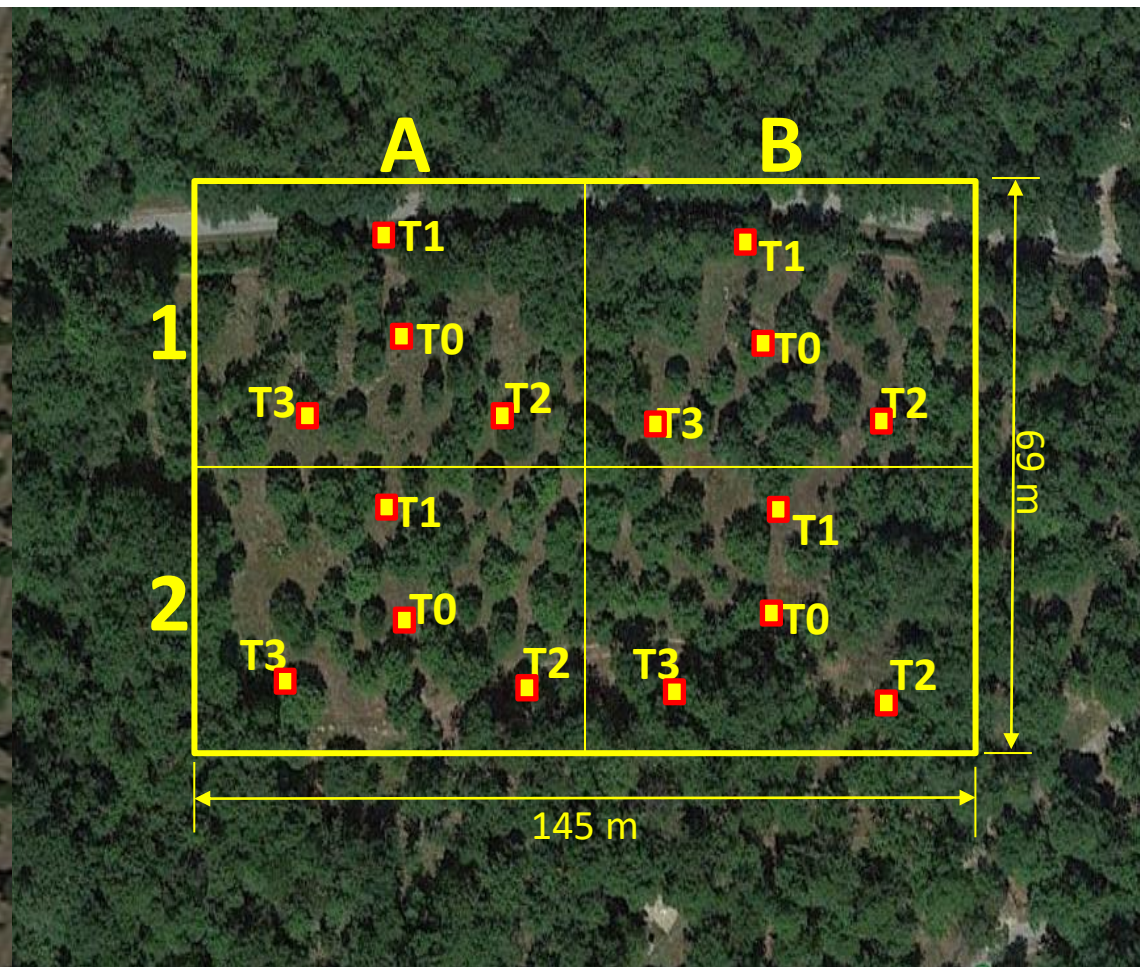
Casi studio applicazione attività LULUCF



Modello di campionamento



Sito: Azienda Agricola Mugnano (Modena)

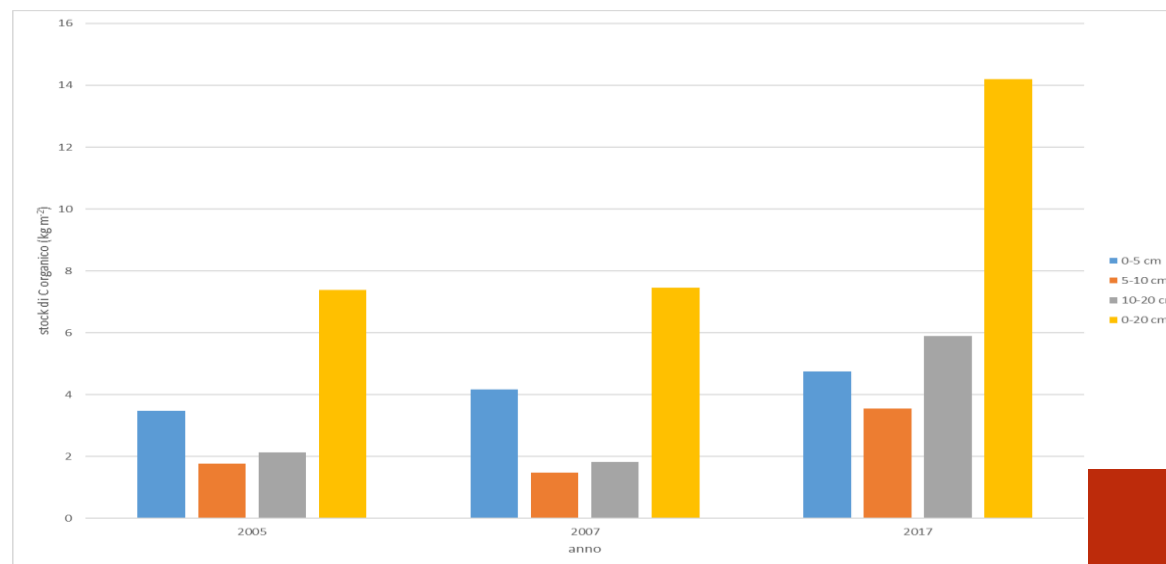


Sito: Castagneto didattico-sperimentale
in località Varano di Granaglione (Alto
Reno Terme)

Determinazione dello stock di carbonio organico su profili di suolo comprendenti gli orizzonti organici Oe ed Oa, esclusi gli orizzonti Oi



Tempo	Anno	Profondità cm	Spessore m	Orizzonti Oe & Oa	Carbonio organico totale C _{org}		Densità apparente Mg m ⁻³	C _{org} Stock (media) Mg ha ⁻¹	C _{org} Stock (max) Mg ha ⁻¹	C _{org} Stock (min)
					g kg ⁻¹	Kg kg ⁻¹				
T0	2005	0-30	0,30	si	63,5±9,8	0,064±0,010	1,007	191,8	194,9	188,8
T0	2005	0-30	0,30	no	29,5±3,4	0,030±0,003	1,007	89,1	96,7	78,8
T1	2010	0-30	0,30	si	72,5±10,2	0,073±0,010	0,997	216,8	246,8	186,9
T1	2010	0-30	0,30	no	45,1±5,0	0,045±0,005	0,997	131,7	136,4	133,4
T2	2015	0-30	0,30	si	78,6±13,0	0,078±0,013	0,971	229,0	259,8	191,1
T2	2015	0-30	0,30	no	45,2±11,6	0,045±0,012	0,971	134,9	165,5	99,0
T3	2020	0-30	0,30	si	79,5±11,4	0,080±0,011	1,001	238,7	268,8	204,5
T3	2020	0-30	0,30	no	50,1±11,3	0,050±0,011	1,001	150,5	184,4	120,1

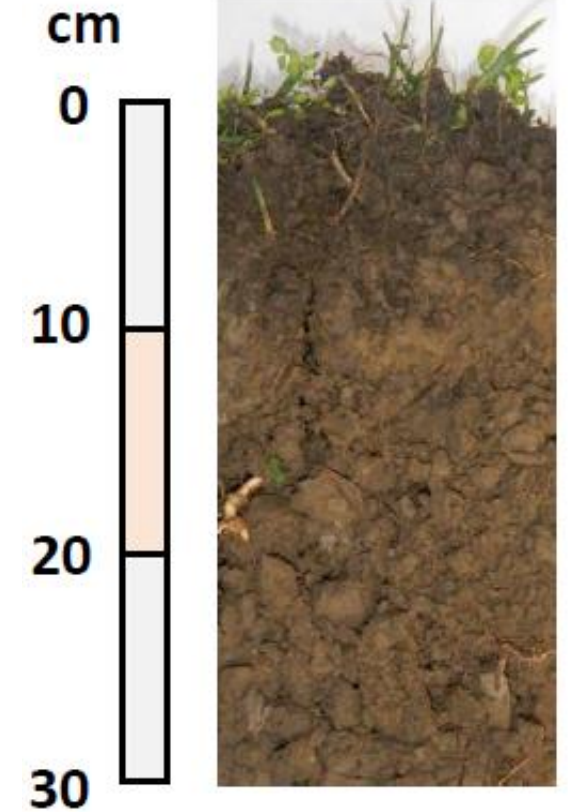
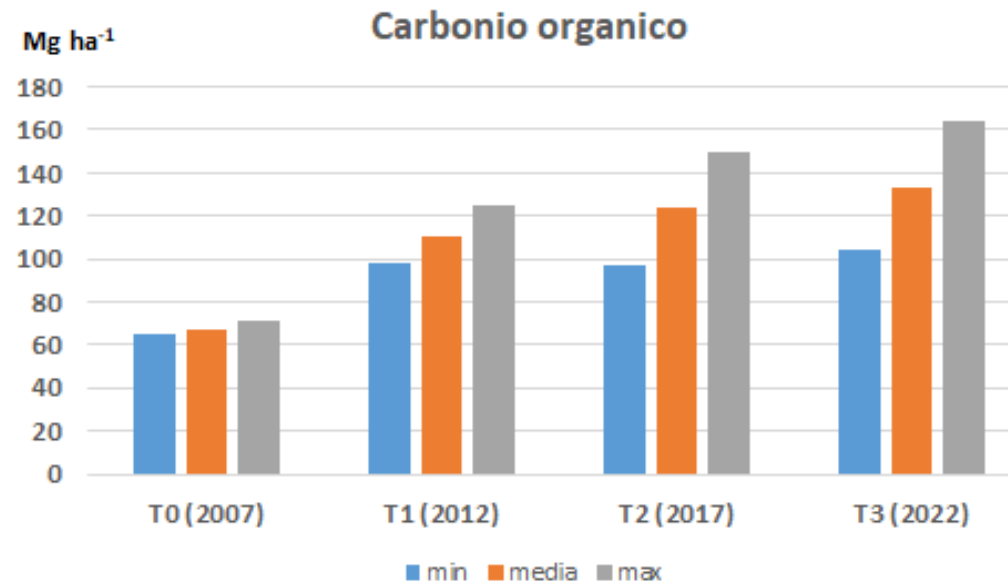


Calcolo dello stock di C in azienda agraria

Tempo	Anno	Profondità cm	Spessore m	Carbonio organico totale Corg		Densità apparente Mg m ⁻³	Corg stock (media) Mg ha ⁻¹	Corg stock (max) Mg ha ⁻¹	Corg stock (min) Mg ha ⁻¹
				g kg ⁻¹	kg kg ⁻¹				
T0	2007	0-30	0,30	20,6±1,4	0,021±0,001	1,083	67,4	71,5	65,0
T1	2012	0-30	0,30	33,8±3,7	0,034±0,004	1,092	110,5	124,5	98,3
T2	2017	0-30	0,30	38,3±8,1	0,038±0,008	1,081	124,1	149,2	97,3
T3	2022	0-30	0,30	40,7±8,9	0,041±0,009	1,091	133,3	163,6	104,7

Nell'arco di 15 anni si evidenzia nel ciliegeto un incremento medio di carbonio organico stoccato nei primi 30 cm di suolo pari a 65,9 Mg ha⁻¹ (min 39,7 – max 92,1).

Un incremento importante da attribuire al progressivo crescere delle piante e del concomitante aumento dell'apporto fogliare al suolo, allo sviluppo dell'apparato radicale, all'incremento dell'attività microbiologica e alla protezione dell'inerbimento superficiale permanente contro fenomeni erosivi e di aggressività delle piogge.



Punti di forza

- Sistema che si sta diffondendo velocemente e che ha presa nelle aziende
- Politiche economico- sociali per «carbon farming» delle aziende agrarie che promuovano le tecniche di conservazione dei suoli

Opportunità

- L'ecosistema suolo diventa parte integrante degli ecosistemi agrari e forestali.
- Attuazione delle politiche di conservazione del suolo per raggiungere la neutralità climatica
- Attuare un monitoraggio e armonizzare i metadati della risorsa suolo per aggiornare i dati dello STOCK C referente.
- Creare un registro con un Organismo che possa vigilare sui progetti presentati
- Favorire la gestione delle foreste delle aree interne

Punti di debolezza

- Metodologie complesse di campionamento, legate alla variabilità spaziale del sito e nella orizzontazione dei suoli (variabilità verticale) per una corretta valutazione dello stock di C, necessità di persone formate per il campionamento
- Mancanza dei bilanci tra gli input e output nei 5 «serbatoi» nel sistema pianta – suolo e la respirazione eterotrofa del suolo nell'ambiente pedoclimatico di riferimento

Minacce

- Diffusione di pratiche non sostenibili con la loro valutazione a 20 anni di distanza
- Abbandono dei boschi/foreste delle aree interne per creare aree di foreste urbane
- Mancanza fino ad ora di vigilanza nei diversi processi di attuazione e univocità della certificazione





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Livia Vittori Antisari

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari

livia.vittori@unibo.it

www.unibo.it