



PROGETTO
PRINT



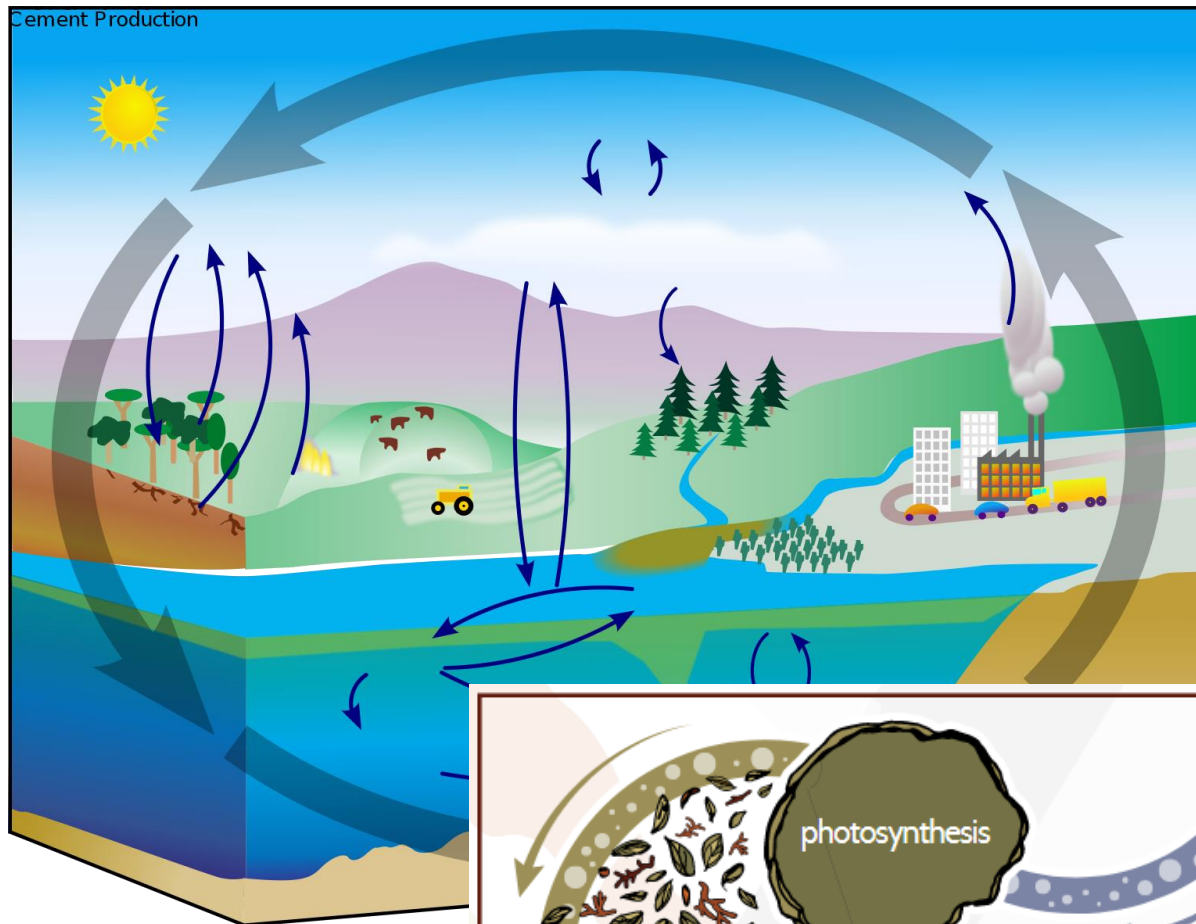
Giornata
Mondiale
del Suolo

Il valore del carbonio del suolo

Marco Acutis



Ciclo del carbonio



- Oceani $> 40000 \text{ t} \cdot 10^9$... ma non possiamo incidere
- Suoli $1850 \text{ t} \cdot 10^9$ abbiamo perso dal 30 al 50% del C da suoli agricoli
- Vegetazione $610 \text{ t} \cdot 10^9$ (= non è l'albero in quanto tale a sequestrare carbonio)

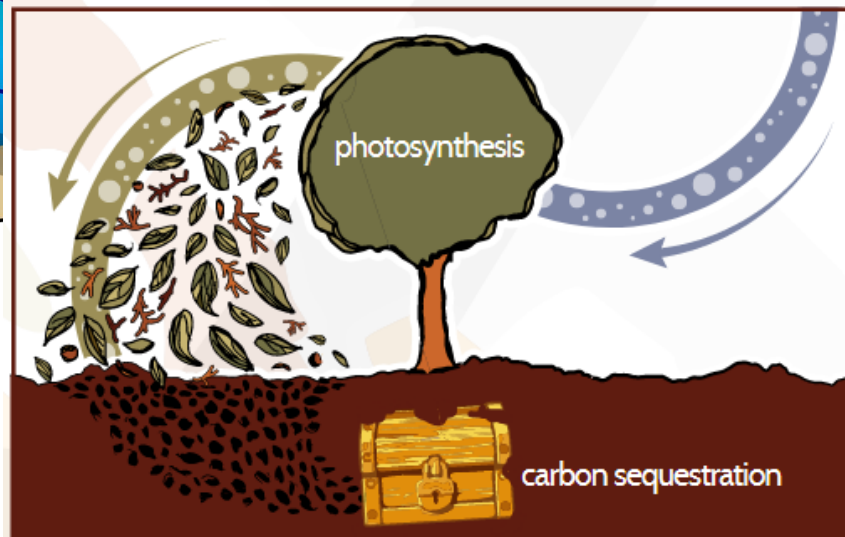
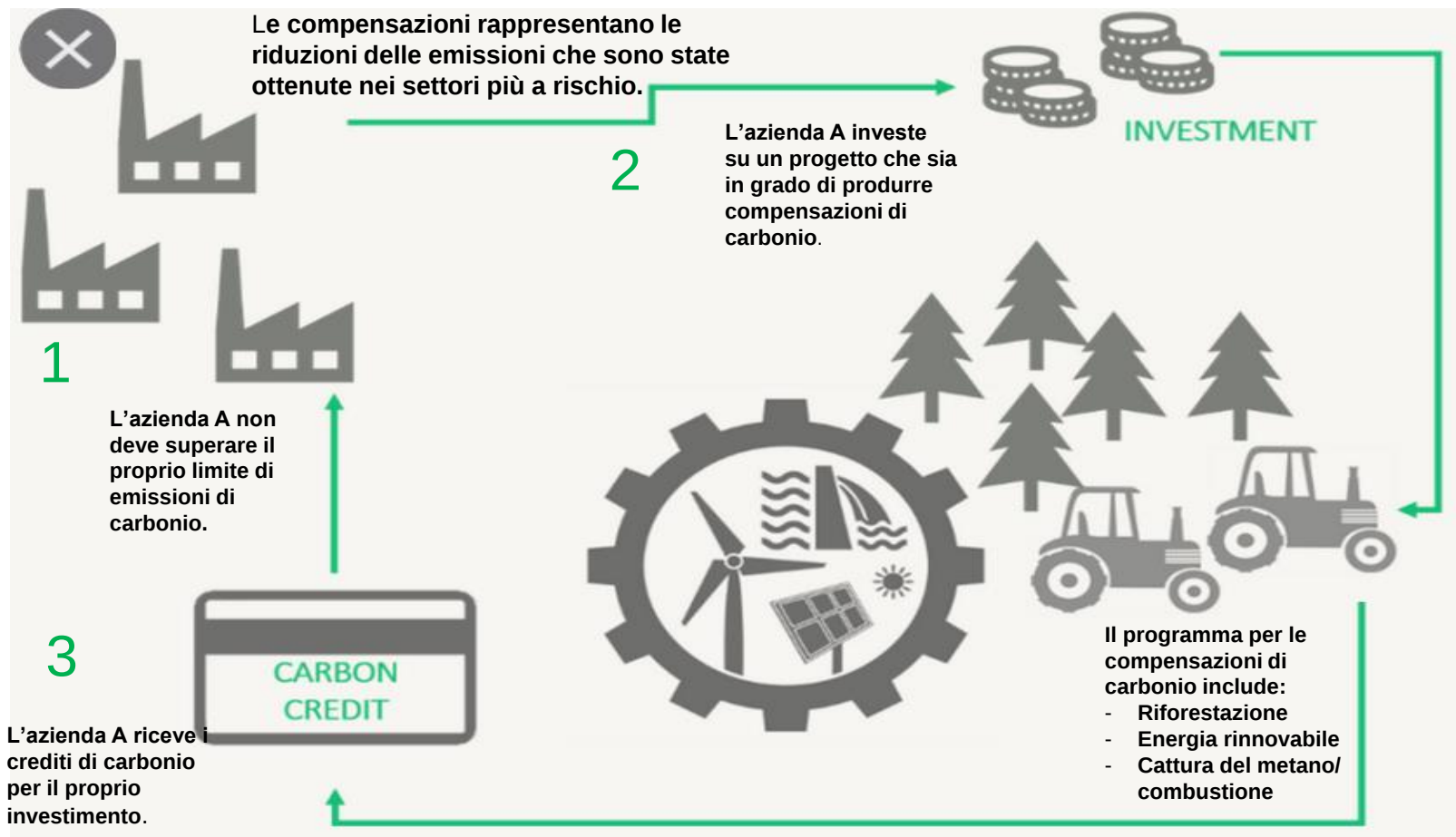


FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK

Come lavora il mercato del carbonio



Compensazione di carbonio: **Carbon offset**



- Dimostrare che il progetto deve essere reale e deve consentire di poter essere esaminato in qualsiasi momento.
- Il progetto realizzato abbia effettivamente ottenuto la compensazione di carbonio prefissata.
- Dimostrare che il progetto sia permanente, ovvero che duri nel tempo.
- Il progetto deve essere quantificato economicamente (1t di CO₂ = 1 credito di Carbonio) e monitorato nel tempo.

SISTEMI DI SCAMBIO DI QUOTE DI EMISSIONI DELL'UE (EU ETS)



Dal 2005.

L'EU ETS è il primo sistema internazionale di scambio di quote di emissioni al mondo.

Opera in 31 paesi.

Limita le emissioni di oltre 11.000 installazioni che consumano energia pesante (centrali elettriche e impianti industriali) e Compagnie aeree che operano tra questi paesi

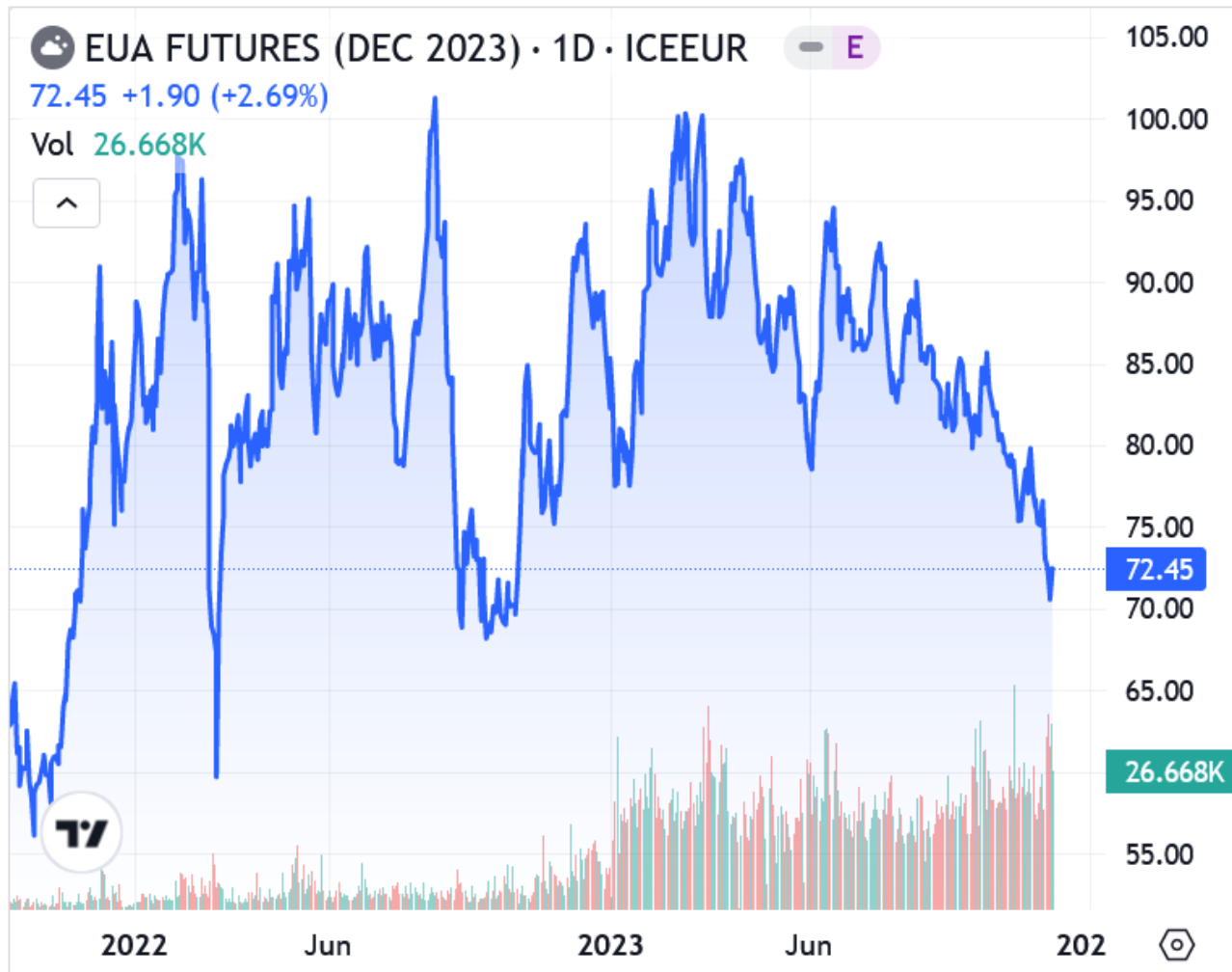
Copre circa il 45% delle emissioni di gas serra dell'UE

SETTORI VARI E GAS EMESSI

- Focus sulle emissioni che possono essere misurate, riportate e verificate con un alto livello di accuratezza. Queste sono:
 - Anidride carbonica (CO_2), proveniente da diverse fonti di calore e di energia.
 - Settori industriali ad alta intensità energetica, incluse:
raffinerie di petrolio, produzione di ferro, alluminio, metalli, cemento, calce, ceramica, pasta di legno, carta, cartone, acidi e altri prodotti chimici sfusi.
- Da non sottovalutare anche la produzione di Protossido di Azoto (N_2O) e la produzione di acido nitrico, adipico e del glicosale perfluorocarburi (PFC)

La partecipazione all'UE ETS è obbligatoria per tutte le aziende appartenenti a questi settori di produzione.

European Carbon Credit Market



EU ETS – is the European carbon credit contract which is exchange traded. It is a Futures contract for the purposes of trading and delivering EUAs (European Union Allowance – the official name for the region’s emission allowances). One EUA allows the holder to emit one ton of CO₂ or CO₂ equivalent greenhouse gas.

Nature Based Carbon Offset



N-GEO futures contracts are comprised of Nature-Based offsets projects from the Verra registry – projects that fall under the Agriculture, Forestry, or Other Land Use (AFOLU) categories. Nature-based solutions can provide valuable contributions to biodiversity, but it's also often considered more difficult to accurately verify the amount of carbon actually offset in nature-based projects.

IL MERCATO VOLONTARIO IN EUROPA

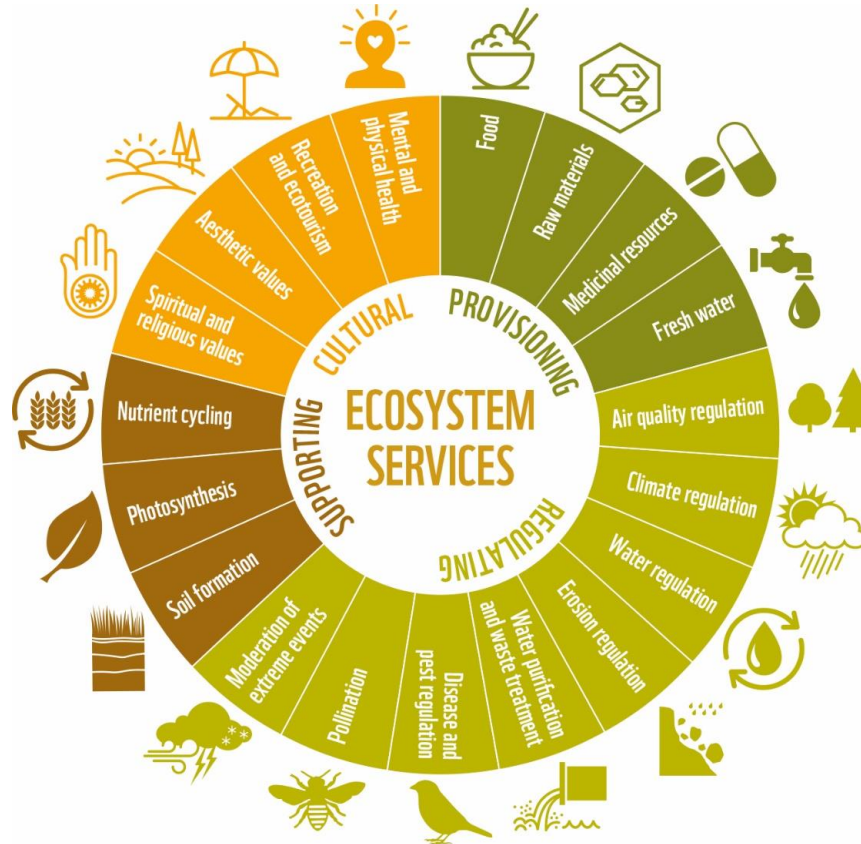
- La dimensione totale del mercato volontario del carbonio è molto piccola.
- I crediti originali del mercato volontario del carbonio, sono chiamati **RIDUZIONI VOLONTARIE delle EMISSIONI (VER)**.
- Attualmente i VER sono utilizzati principalmente da aziende che stanno cercando di compensare volontariamente le emissioni generate durante le loro attività commerciali, al fine di dimostrare più responsabilità sociale e stabilire un'immagine aziendale più sana e verde.
- Un numero crescente di aziende sta investendo in progetti VER. Per ridurre la propria impronta di carbonio e raggiungere lo stato di "EMISSIONI ZERO"

(quasi) Tutte le produzioni e i servizi agroecosistemici sono legati al suolo

- **Mezzo indispensabile non solo per la crescita delle colture, ma anche per fornire servizi ecosistemici**
- Serbatoio di risorse chimiche fisiche e biologiche
- Non solo elementi nutritivi ma anche acqua, aria, abitabilità per gli apparati radicali, esseri viventi
- Difficile da indagare, non si vede, ha un'alta variabilità spaziale e spesso anche temporale.
- Lo conosciamo ancora poco (basti pensare che si ritiene di conoscere solo l'1% delle specie che lo abitano)

Servizi Ecosistemici (SE):

- Sono i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.

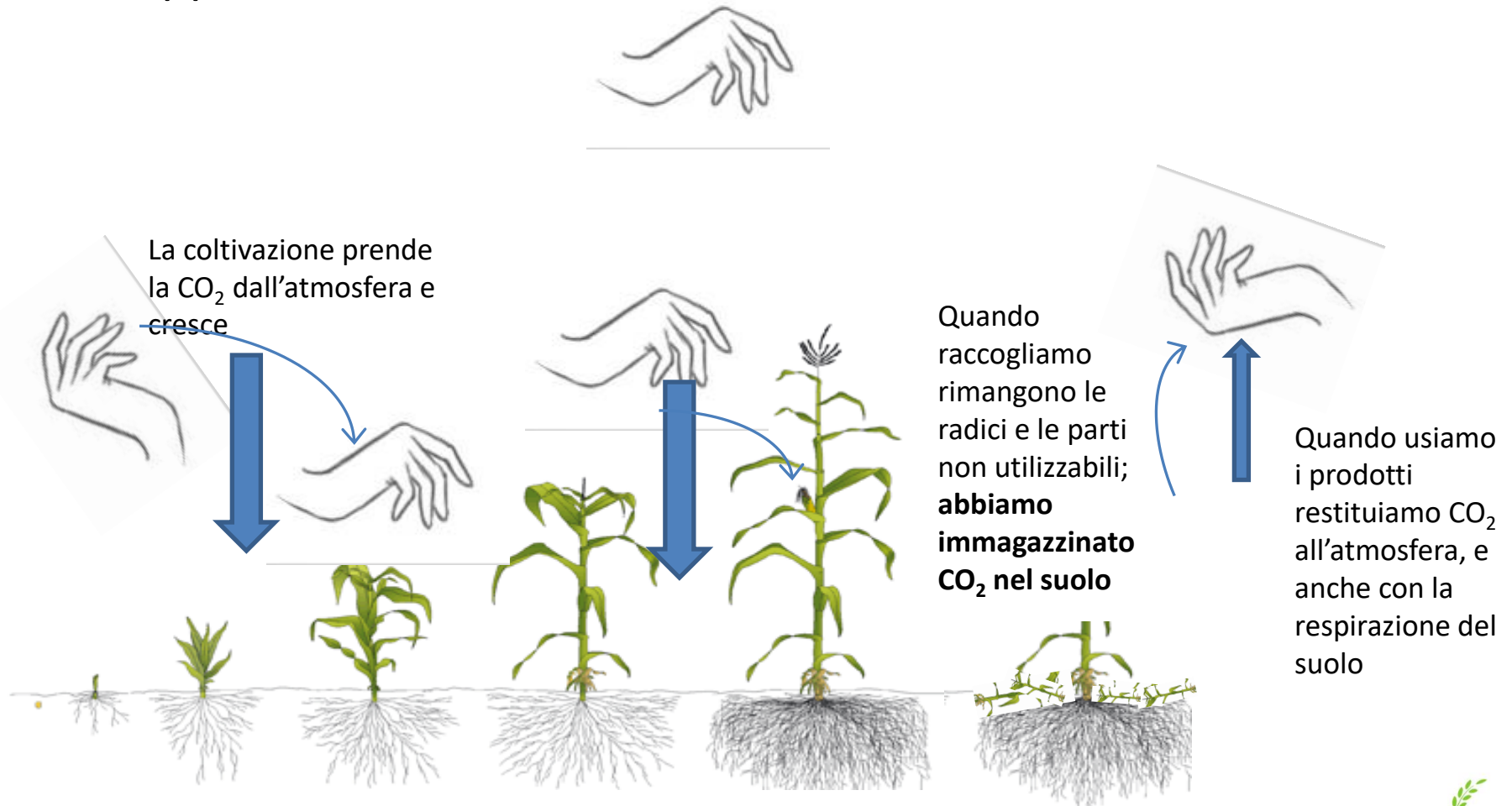


- I SE sono divisi in 4 categorie



La mitigazione del climate change

Con la fertilizzazione organica e con le cover crops
apportiamo carbonio al suolo



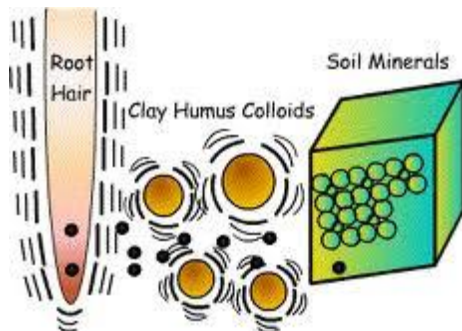
Effetti sulle caratteristiche chimiche

La sostanza organica (ed in particolare quella stabile):

- E' fonte di elementi nutritivi mineralizzandosi;
- aumenta la capacità di scambio cationico del terreno e offre qualche capacità di trattenere gli anioni (possibile riduzione delle perdite di nitrato) per la sua notevole carica elettrica;
- Esercita un'azione sulla disponibilità di ioni grazie alle proprietà chelanti dei gruppi funzionali;

Effetti sulle caratteristiche chimiche

- acidifica il terreno, e aumenta il potere tampone
- agisce assieme alle argille sul trasferimento degli elementi nutritivi, agevolando lo scambio di ioni idrogeno con ioni minerali (figura)
- Rende inattive sostanze organiche ed inorganiche o ne rallenta l'azione perché le lega e trattiene, riducendone sia l'effetto (es. riduzione della tossicità degli ioni Al ed Mn nei terreni acidi, riduzione dell'azione di erbicidi e fitofarmaci, riduzione della tossicità degli inquinanti) sia il dilavamento, e ne favorisce il lento rilascio.



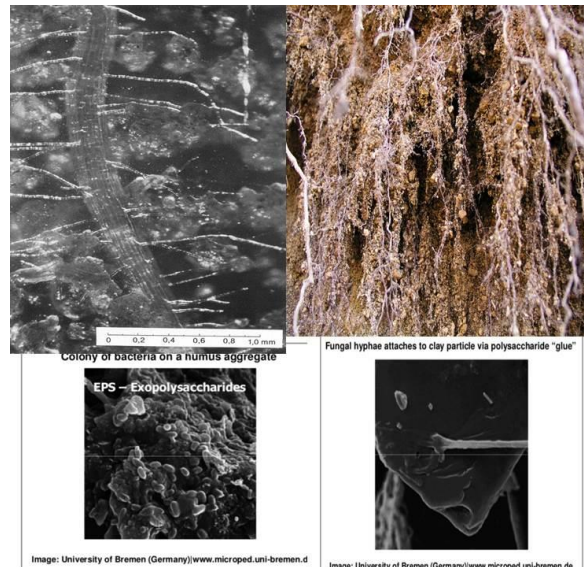
ruolo dei colloidi organo-minerali come intermediari nel trasferimento degli elementi nutritivi

Effetti sulle caratteristiche fisiche

effetto di stabilizzazione della struttura che può compensare in tutto o in parte i difetti legati alla tessitura. Migliora quindi:

- porosità,
- capacità di ritenzione dell'acqua,
- stabilità degli aggregati,
- erodibilità,
- tenacità,
- adesività

I meccanismi attraverso i quali la sostanza organica stabilizza la struttura sono basati sulle forti interazioni fra sostanza organica e minerali del suolo e fra organismi e minerali.



colle biologiche: alto a sin: radice con essudati nella rizosfera. Alto a dx: particelle di suolo che aderiscono alle radici grazie agli essudati. Basso a sin: colle polisaccaridiche basso a dx: ifa fungina che aderisce alla superficie del minerale argilloso grazie alla colla biologica.

Effetti sulle caratteristiche biologiche

I produttori primari forniscono substrato energetico e sostanze con effetti diversi (stimolanti, attrattive, repulsive) per altri organismi, dando origine ad una catena trofica ipogea che cambia la composizione biologica del suolo attraendo e sostenendo organismi consumatori e decompositori che a loro volta intrattengono complesse relazioni di attrazione, repulsione, predazione, competizione, associazione o simbiosi fra loro nella rizosfera.

Il tipo di substrato organico apportato al terreno, assieme alle condizioni termiche, idriche e di aerazione seleziona i gruppi microbici deputati alla decomposizione, e ne orienta i processi verso la umificazione, la mineralizzazione o l'accumulo di sostanze intermedie parzialmente decomposte, che secondo alcune teorie possono determinare una forma di tossicità del suolo nei confronti di alcune specie, legata ai fenomeni di stanchezza del terreno. L'apporto di sostanza organica equilibrata per composizione chimica, in particolare di origini diverse, può superare questo blocco nel metabolismo del suolo.

IL MERCATO VOLONTARIO

Nori makes it easy for farmers to get paid for storing carbon in soil.

When you buy carbon removals in the Nori Marketplace, you are not only negating your carbon footprint, you are helping start an entire market for carbon removal! Here's how it works...

1



Farmers remove carbon.

By using sustainable farming practices, farmers remove carbon from the atmosphere and store it in their soil.

2



Verifiers quantify removals.

Carbon removals are quantified and verified by an independent third party before being listed in the marketplace.

Interested in being a verifier?

APPLY

3



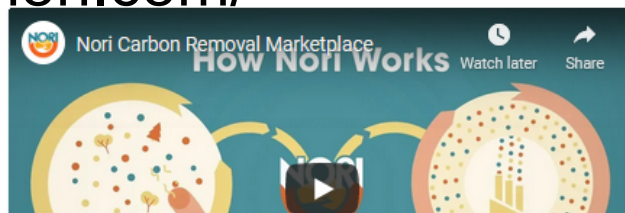
You pay for removals.

You pay the farmer for ownership of their carbon removals, and receive a certificate from Nori to prove it.

Interested in buying for your business?

LEARN MORE

<https://nori.com/>



Reversing climate change requires removing carbon.

We're all doing the best we can to do our part when it comes to the environment. You can walk to work, fly less, eat local, buy solar panels, and

Carbon farming*

- **Parole chiave:** MRV

- Monitoraggio
- comunicazione (reporting)
- verifica



- contributo **basato sui risultati** delle attività di carbon farming.
- EU svilupperà un quadro normativo per monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti di carbonio in agricoltura.
- pagamenti basati sui risultati: sulla base di quanto misurato nell'azienda, indipendentemente dalle precise pratiche agricole applicate.

*COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021) Technical Guidance Handbook - setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU Report to the European Commission, DG Climate Action, under Contract No. CLIMA/C.3/ETU/2018/007. COWI, Kongens Lyngby.

Vantaggi di uno schema basato sui risultati per il carbon farming

- flessibilità per l'agricoltore – incoraggiamento all'adattabilità, all'innovazione e all'imprenditorialità
- un legame più chiaro tra i pagamenti e l'impatto delle emissioni di carbonio per gli acquirenti: maggiore credibilità/attrattiva e potenziale di maggiore addizionalità;
- gli impatti sul carbonio sono un obiettivo e non un effetto collaterale dell'agricoltura sostenibile – potenzialmente un'efficacia più elevata;
- Valorizzazione di campi o aree con produttività sub-ottimale.
- ruolo educativo per gli agricoltori e la società in generale.

Criticità di uno schema basato sui risultati per il carbon farming

- potenziali maggiori rischi finanziari/incertezza per gli agricoltori;
- Qualità del monitoraggio, della comunicazione e verifica dei risultati della mitigazione dei cambiamenti climatici (costi, grado di affidabilità/robustezza);
- Garanzia di addizionalità e di permanenza nel tempo degli effetti;
- il tempo necessario per quantificare le modifiche con misurazioni affidabili (almeno 5 anni)
- una maggiore flessibilità accorda agli agricoltori significa anche che è necessario integrare un forte sostegno consultivo nella progettazione dei sistemi; tuttavia, la capacità o le risorse per questo potrebbero mancare.
- Esiste già un numero considerevole di programmi basati sui risultati per conservare la biodiversità sui terreni coltivati, ma l'agricoltura del carbonio basata sui risultati è un approccio **COMPLETAMENTE NUOVO** in Europa.



Come fare per incrementare la sostanza organica del suolo ?

Metodi ordinari	Pratiche di gestione raccomandate (RMP)
Combustione delle biomasse e rimozione dei residui colturali	Recupero dei residui come paccame di superficie
Lavorazioni convenzionali (in particolare aratura)	Minima lavorazione, no till e pacciamatura
Maggese	Cover crops
Monocoltura continua	Rotazione ad elevata diversità
Agricoltura di sussistenza a bassi input	Gestione mirata degli input
Utilizzo intenso di fertilizzanti	Gestione integrata dei nutrienti con fertilizzanti organici
Agricoltura intensiva	Integrazione del pascolo o di prative poliennali negli ordinamenti colturali
Irrigazione superficiale	Irrigazione a goccia o sub irrigazione
Utilizzo indiscriminato di fitofarmaci	Gestione integrata delle infestanti
Coltivazione terreni marginali	Programmi conservativi. Recupero di suoli degradati mediante land - use change

Come fare per incrementare la sostanza organica del suolo ?

- Sostituire il più possibile i concimi minerali con quelli organici (ampia sperimentazione della Regione Lombardia, digastato=concime chimico)
- la semina su sodo (zero tillage o sod seeding) e la minima lavorazione (minimum tillage):
- l'adozione di colture di copertura (cover crops), il mantenimento in campo di residui colturali
- la pratica di associazioni e rotazioni colturali diversificate
- **La sperimentazione e la pratica hanno mostrato rese inalterate, impatto ambientale ridotto, crescita della biodiversità e vantaggi economici per l'agricoltore**

Soluzioni: Agricoltura conservativa, di precisione, biologica



- Minimo “disturbo” del suolo
- Copertura permanente del suolo
- Rotazioni (e consociazioni)
- Razionalizzazione dell’uso delle risorse diversificando entro campo



Crediti di carbonio



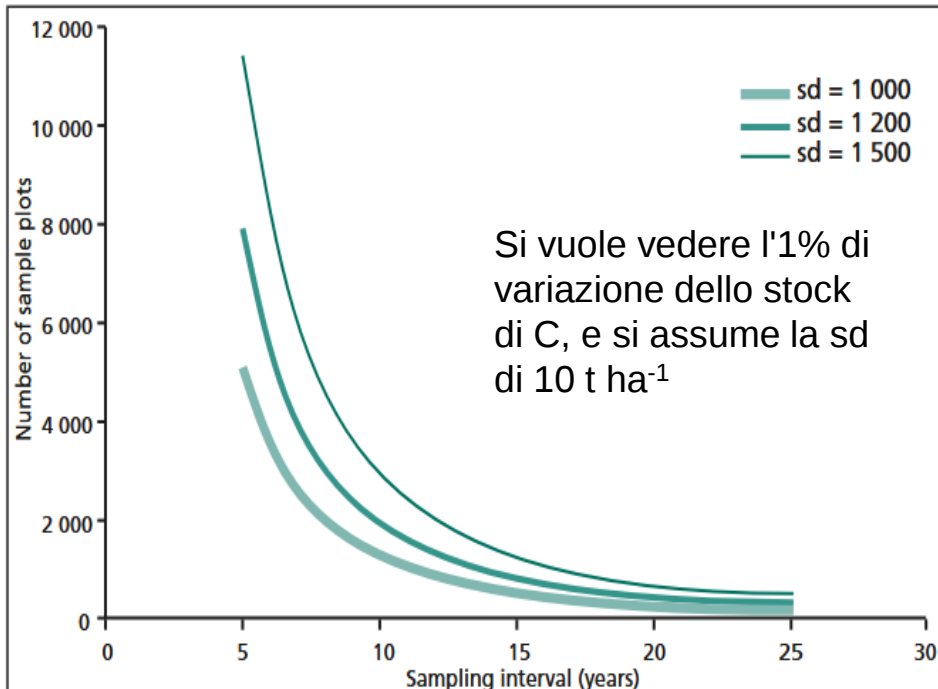
Modellizzazione del Carbonio nel suolo e delle rese

Il monitoraggio dei risultati

- La grande sfida che abbiamo è quella del monitoraggio dei risultati che ha limitato l'applicazione del carbon market all'agricoltura.
- Dobbiamo calcolare gli stock di C quindi:
 - Non solo contenuto % di C organico, ma anche massa volumica apparente

FIGURE 1

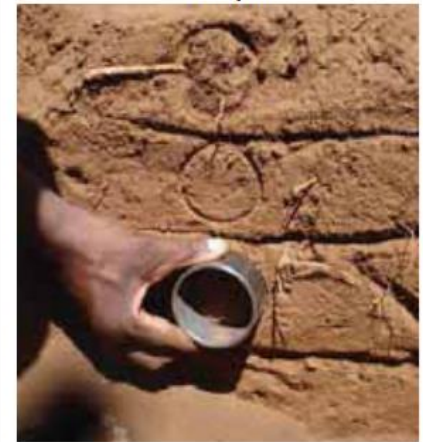
Sample size required with different sampling intervals calculated on the assumption that the change to be detected is 11 g C m^{-2} per year. Standard deviation (sd) of measured carbon stock was assumed to be $1\,000 \text{ g C m}^{-2}$. Larger values ($1\,250$ and $1\,500 \text{ g C m}^{-2}$) were applied to show the sensitivity of the results to this assumption



Source: Mäkipää et al., 2008

FIGURE 9A

The locations (in 0–10, 10–20 and 20–30 cm soil layers) of the volumetric samples are marked on the wall of the soil pit



Mantova

	CO ₂ stoccata nel suolo t ha ⁻¹ anno ⁻¹	CO ₂ emessa* t ha ⁻¹ anno ⁻¹	Bilancio della CO ₂ t ha ⁻¹ anno ⁻¹	Bilancio della CO ₂ rispetto a baseline t ha ⁻¹ anno ⁻¹	Auto compensate (a ha) assolute **	Auto compensate rispetto a baseline **
baseline Mais fert.chimica	-2.9	-6.2	-9.1	-	-5.5	-
Mais Liquame + chimica	-2.6	-6.3	-8.9	0.2	-5.4	0.1
Mais solo digestato tq	1.2	-6.4	-5.2	3.9	-3.2	2.4
Mais digestato + cover	3.4	-6.6	-3.2	5.9	-2.4	3.1

* emessa da combustibili fertilizzanti ecc

** n di auto considerando 150 g CO₂ km⁻¹ e 11000 km di percorrenza annuale

Conclusioni: cosa fare?

- **Introduzione di cover crops e lavorazioni ridotte:** forse la scelta più semplice e rapida.
- **Conservativo:** ridotti gap produttivi e rilevanti risparmi di costi. Ottimo per il clima e il suolo. Richiede conoscenze e formazione per avere successo.
- **Biologico:** offre un sistema a basso impatto, alta qualità globale ma al momento con un gap produttivo in aree a alta produttività. A scala europea potrebbero esserci aree a basso gap, la tecnologia ridurrà il gap. Attenzione a conservazione e distribuzione. Grande brand, attrattivo. **Attenzione** esiste un Bio "scientifico" ma se invece è "facciamo come faceva mio nonno" è un fallimento sicuro

CONCLUSIONI

- **abbiamo in mano una grandissima possibilità per migliorare redditività, sostenibilità, ambiente e agire attivamente nella mitigazione del climate change. (ed è questo che vuole la società civile!)**