

Carbon farming: Strategie gestionali per l'incremento del sequestro del carbonio nei suoli agrari e la mitigazione delle emissioni di gas serra

Stato dell'arte della ricerca e quadro normativo

Giovanni Dara Guccione, Irene Criscuoli, Andrea Martelli
CREA Centro di ricerca Politiche e Bio-economia

Mediterranean Agricultural, Food and Forest systems (SAAFM), Università di Palermo
Ph.D Students Seminars

14 marzo 2025, Aula Magna G.P. Ballatore, Dipartimento SAAF



EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Il Centro di ricerca Politiche e Bio-economia del CREA

- 89 progetti di ricerca attivi, 49 dei quali dedicati al tema *Sostenibilità e bio-economia* (acqua, suolo, biodiversità, foreste, cambiamenti climatici, biologico e agroecologia)
- Circa 40 ricercatori e tecnologi impegnati nella ricerca su queste tematiche sin dagli anni 90 del Reg. 2092/91 e della Riforma Mac Sharry



Il ruolo dell'agricoltura nella mitigazione del cambiamento climatico.

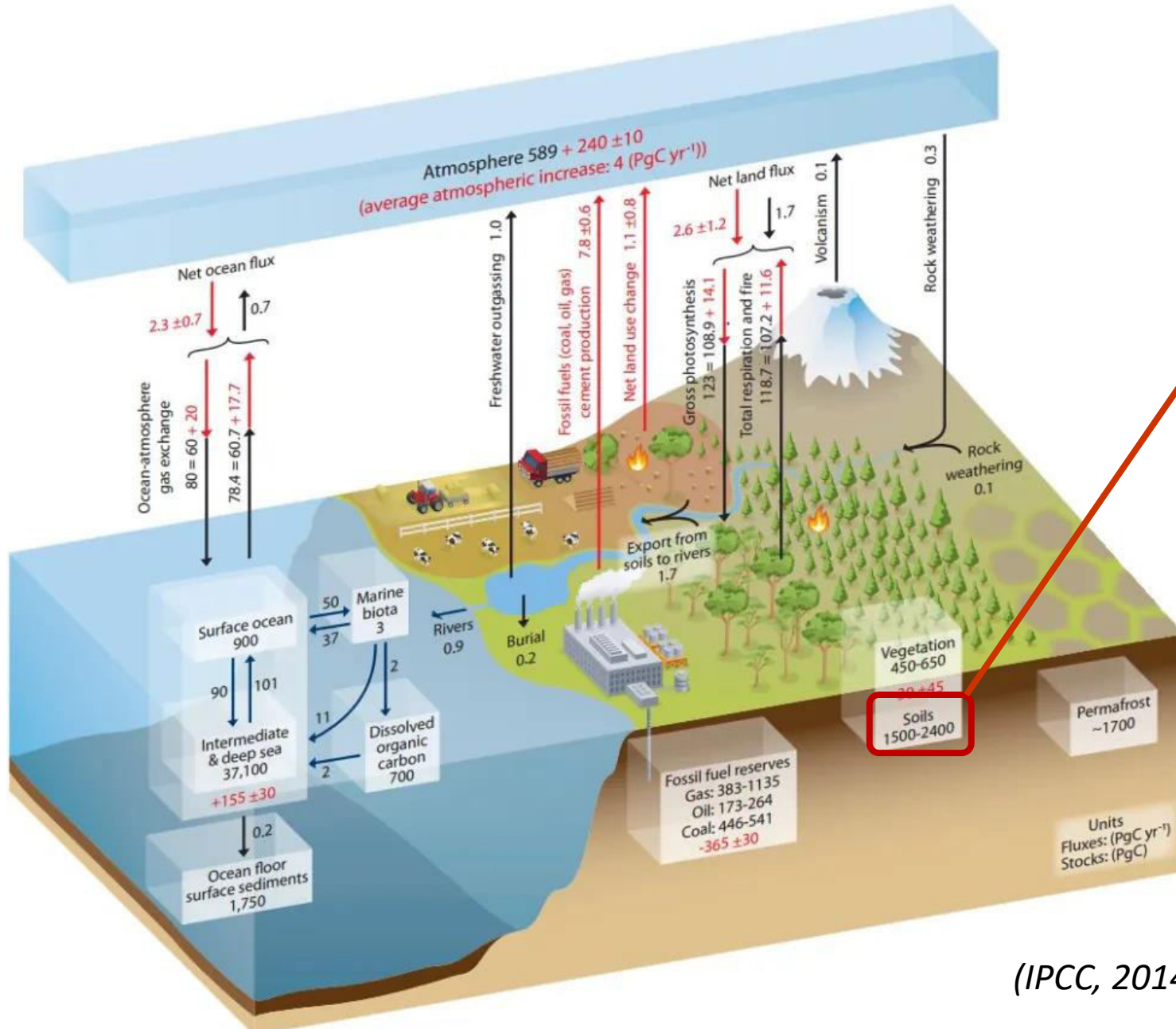


EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Il carbonio nei suoli e il cambiamento climatico



Nel suolo 1500 – 2400 PgC
«SOC»

Mitigazione del
cambiamento climatico:

- Almeno = SOC
- Possibilmente + SOC

+ 4‰ SOC

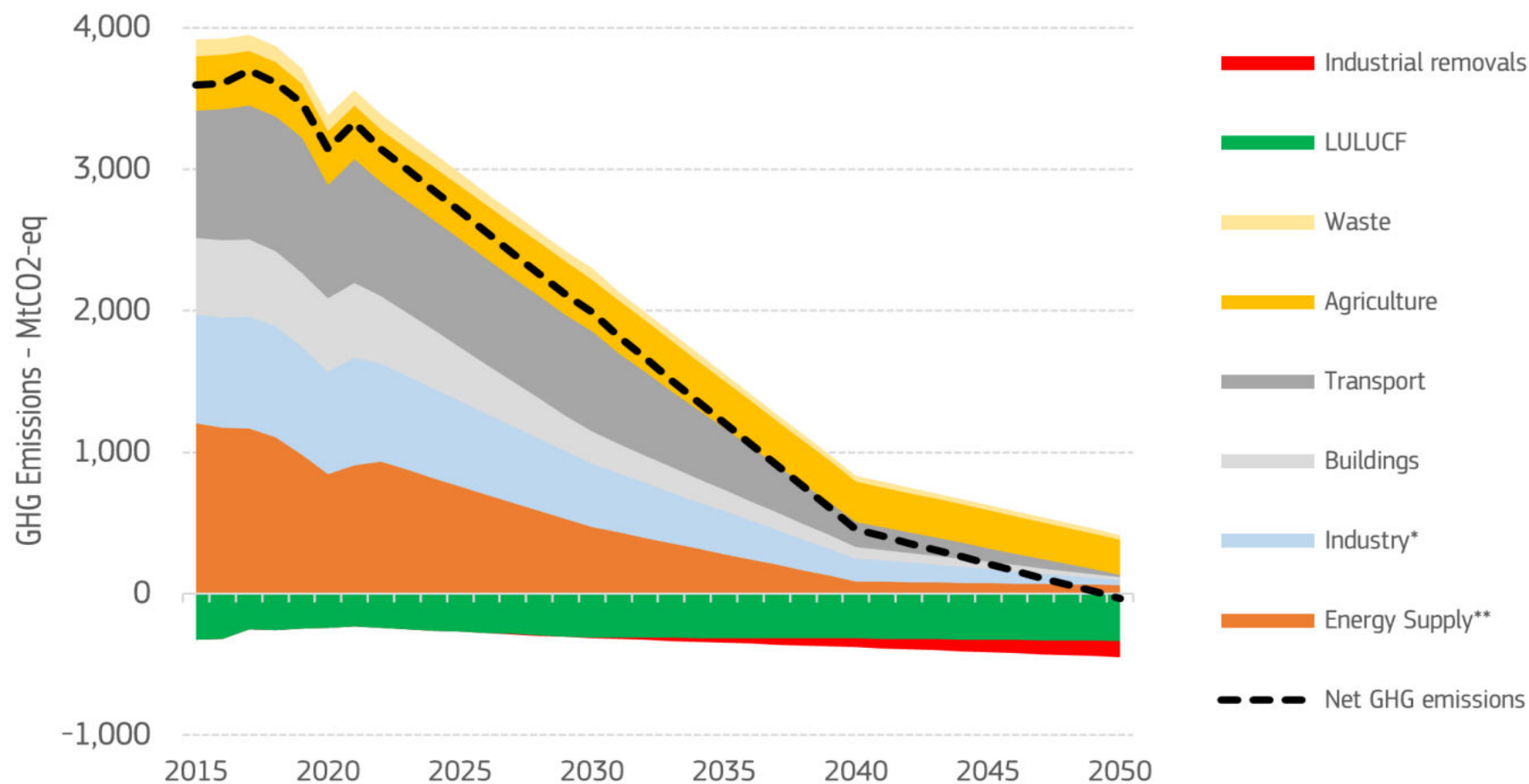
→ compensa l'aumento
della CO₂ in atmosfera
+ qualità del suolo →
sicurezza alimentare
+ adattamento ai
cambiamenti climatici

(IPCC, 2014)

(Rumpel et al., 2020)

Il SOC e il cambiamento climatico nella politica

Historical and projected sectoral greenhouse gas emissions in the period 2015-2050



*Excluding non-BECCS industrial removals

**Including bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)

(EC, 2024)

Obiettivi UE:

- proposta 2040: -90% emissioni nette GHG risp. 1990
- 2050: neutralità climatica

- RIDUZIONE EMISSIONI
- ASSORBIMENTI IN LULUCF: CARBON FARMING -310 mtCO₂e entro il 2030

Definizione di carbon farming: principi e obiettivi.

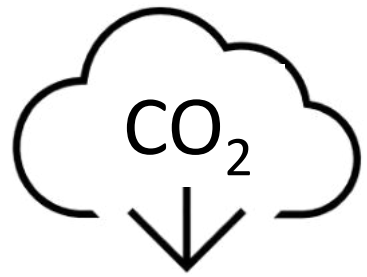


EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Assorbimenti di carbonio nel suolo e crediti di carbonio



+

STOCK DI CARBONIO
NEL SUOLO



Carbon farming

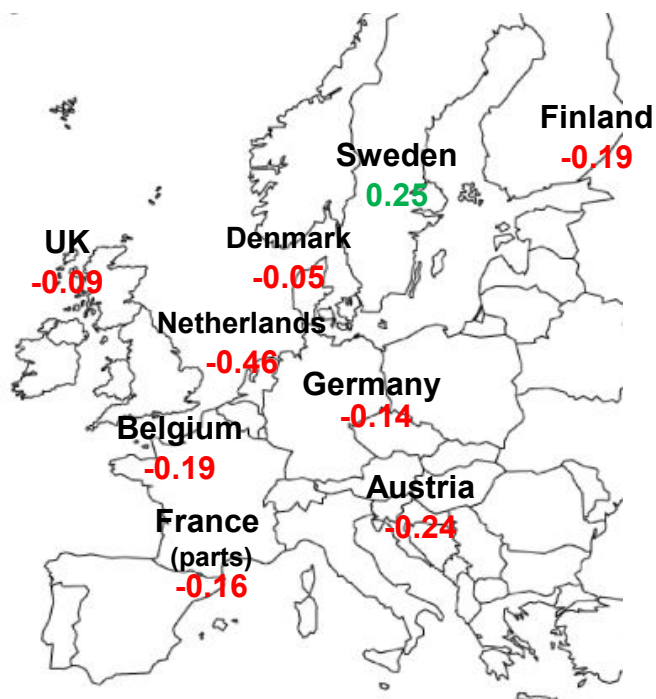


INCENTIVO
Crediti di carbonio

Certificati scambiabili sul mercato volontario del carbonio = 1 t CO₂eq
Maturati dopo dimostrazione dell'avvenuto assorbimento secondo metodologie di quantificazione approvate

Assorbimento di C o riduzione delle perdite di C?

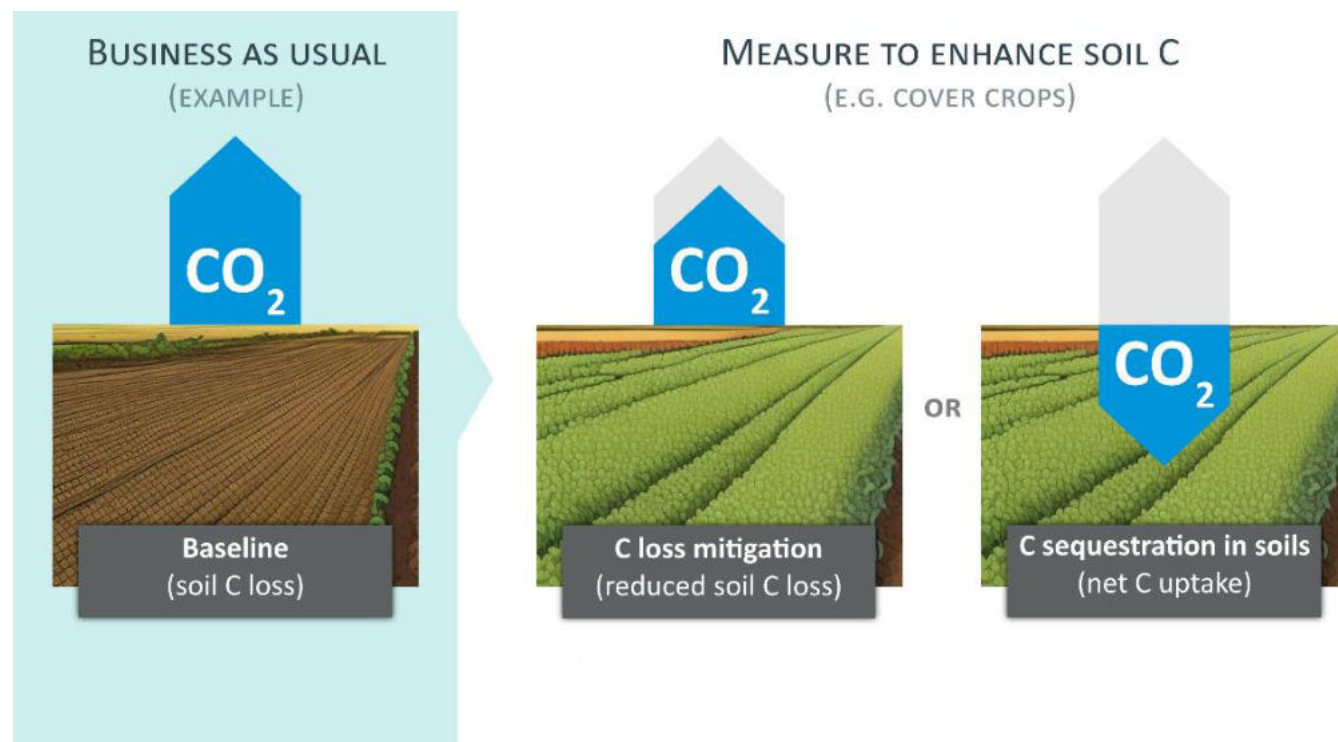
Variazione di SOC nei terreni agrari
(t C/ha anno, valore misurato)



Fonte: Heikkinen et al. 2013, Poeplau et al. 2015, Taghizadeh-Toosi et al. 2014, Lettens et al. 2005, Knotters et al. 2022, Dersch and Böhm 1997, Höper 2021, Antoni et al., 2008, Don 2024.

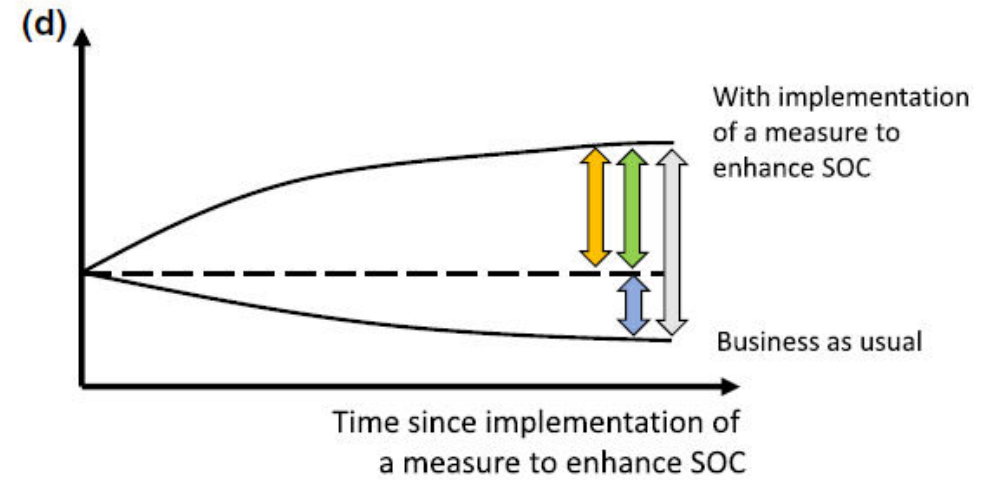
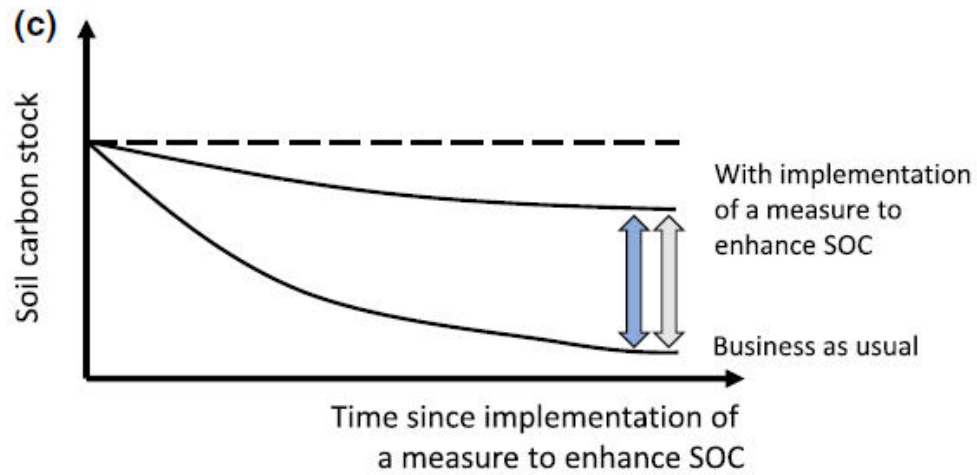
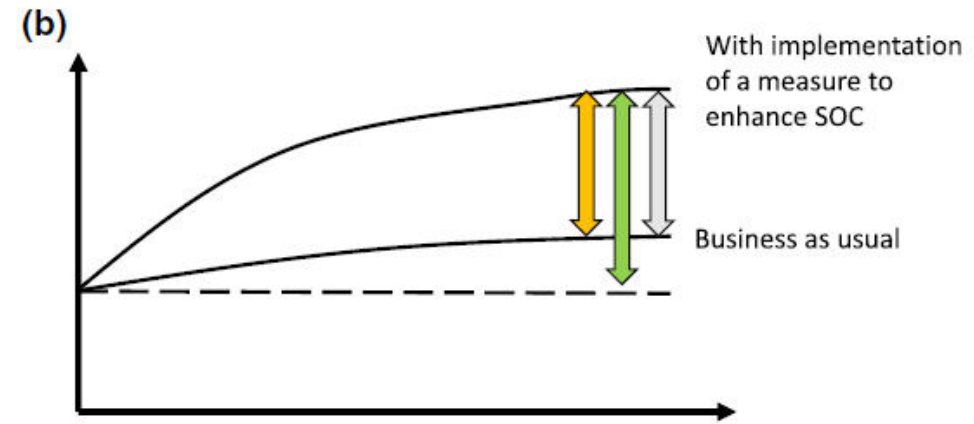
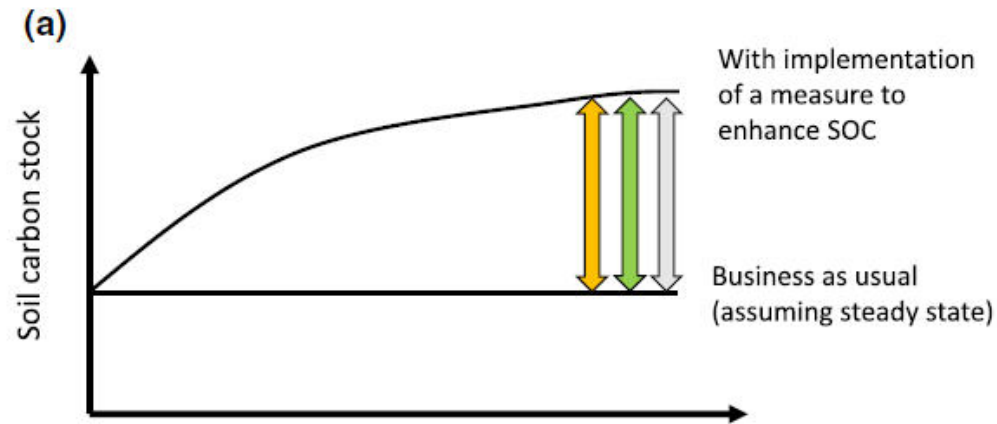
-7.4 mln tC/anno da suoli agrari in EU:

- Deterioramento suoli
- Gestione non sostenibile (EC, 2021)



(Don et al. 2023, GCB)

Scenari di baseline



↑ = C sequestration of a measure

↑ = Total C sequestration

↑ = SOC loss mitigation of a measure

↑ = SOC change of a measure

Politiche europee e nazionali legate al carbon farming.



EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Il SOC e il cambiamento climatico nella politica

2° anno EJP SOIL

Strategia
dell'UE per
il suolo per
il 2030
(17.11.21)

3° anno EJP SOIL

Proposta di
regolamento per
la certificazione
degli
assorbimenti di
carbonio in UE
(30.11.22)

4° anno EJP SOIL

Proposta di
direttiva
europea per il
monitoraggio
e la resilienza
del suolo
(5.7.23)

Legge italiana
n°41 art. 42
per registro dei
crediti di
carbonio e
linee guida per
certificazione
(21.4.23)

5° anno EJP SOIL

Accordo alla
Cop29 di Baku su
mercato globale
volontario crediti
di carbonio
(23.11.24)

Contesto europeo

→ verso un mercato volontario unico degli assorbimenti di carbonio

NOVEMBRE 2022

NOVEMBRE 2023



EUROPEAN
COMMISSION

Brussels, 30.11.2022
COM(2022) 672 final
2022/0394 (COD)

Proposal for a

REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

establishing a Union certification framework for carbon removals

{SEC(2022) 423 final} - {SWD(2022) 377 final} - {SWD(2022) 378 final}

- Consultazione pubblica (Marzo 2023 – 210 pareri)
- Sondaggio tecnico (Maggio 2023)
- Gruppo esperti (>70 membri)



Council of the
European Union

Interinstitutional File:
2022/0394(COD)

Brussels, 17 November 2023
(OR. en)

15629/23

CLIMA 567
ENV 1327
AGRI 718
FORETS 184
ENER 627
IND 610
COMPET 1134
CODEC 2182

NOTE

From: General Secretariat of the Council
To: Delegations
No. prev. doc.: 15115/23
No. Cion doc.: 15557/22 + ADD 1 + ADD 2
Subject: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Union certification framework for carbon removals
- Mandate for negotiations with the European Parliament

European Parliament
2019-2024



Plenary sitting

3.11.2023

A9-0329/2023

***I REPORT

on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Union certification framework for carbon removals (COM(2022)0672 – C9-0399/2022 – 2022/0394(COD))

Committee on the Environment, Public Health and Food Safety

Rapporteur: Lidia Pereira

FEBBRAIO 2024

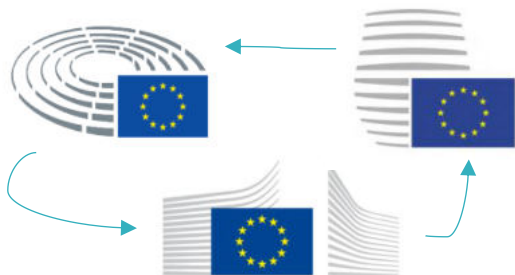
APRILE 2024

? 2024

2025

2026 ?

negoziato interistituzionale
(Trilogo)



European Parliament
2019-2024



TEXTS ADOPTED

P9_TA(2024)0195

Union certification framework for carbon removals

European Parliament legislative resolution of 10 April 2024 on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Union certification framework for carbon removals (COM(2022)0672 – C9-0399/2022 – 2022/0394(COD))

(Ordinary legislative procedure: first reading)

Adozione dal
Consiglio UE?



Atti delegati

metodologie
quantificazione
e certificazione
carbon credits

Prime
certificazioni

Contesto italiano

SERIE GENERALE

*Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma*

Anno 164° - Numero 94

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA



PARTE PRIMA

Roma - Venerdì, 21 aprile 2023

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

LEGGE 21 aprile 2023, n. 41.

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 febbraio 2023, n. 13, recante disposizioni urgenti per l'attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e del Piano nazionale degli investimenti complementari al PNRR (PNC), nonché per l'attuazione delle politiche di coesione e della politica agricola comune. Disposizioni concernenti l'esercizio di deleghe legislative.

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato;

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

PROMULGA

la seguente legge:

Art. 1.

1. Il decreto-legge 24 febbraio 2023, n. 13, recante disposizioni urgenti per l'attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e del Piano nazionale degli investimenti complementari al PNRR (PNC), nonché per l'attuazione delle politiche di coesione e della politica agricola comune, è convertito in legge con le modificazioni riportate in allegato alla presente legge.

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2023/04/21/23A02439/sg>

Contesto italiano

Art. 45

*2 -quater . Al fine di valorizzare le pratiche di gestione agricole e forestali sostenibili, in grado di migliorare le capacità di assorbimento del carbonio atmosferico e aggiuntive rispetto a quelle prescritte dalla normativa europea e nazionale in materia di conduzione delle superfici agricole e forestali, è istituito, presso il **Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)**, il **Registro pubblico dei crediti di carbonio generati su base volontaria dal settore agroforestale nazionale**, di seguito denominato "Registro". I crediti di cui al presente comma sono utilizzabili nell'ambito di un mercato volontario nazionale [...]*

*2 -septies . **Con decreto del Ministro dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, di concerto con il Ministro dell'ambiente** e della sicurezza energetica, previa intesa in sede di Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, **entro centottanta giorni** dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto, sono **adottate le linee guida** volte a individuare i criteri per l'attuazione dei commi 2 -quater e 2 -quinqües e a definire le modalità di certificazione dei crediti e di gestione del Registro nell'ambito del Sistema informativo agricolo nazionale (SIAN), in coerenza con le informazioni territoriali e produttive presenti nei fascicoli aziendali censiti nel Sistema. Entro ulteriori sessanta giorni dalla data di entrata in vigore del decreto di cui al presente comma, con decreto del Ministro dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste sono definite le modalità di iscrizione, aggiornamento e controllo dei crediti registrati.*

Efficacia delle pratiche di Carbon farming



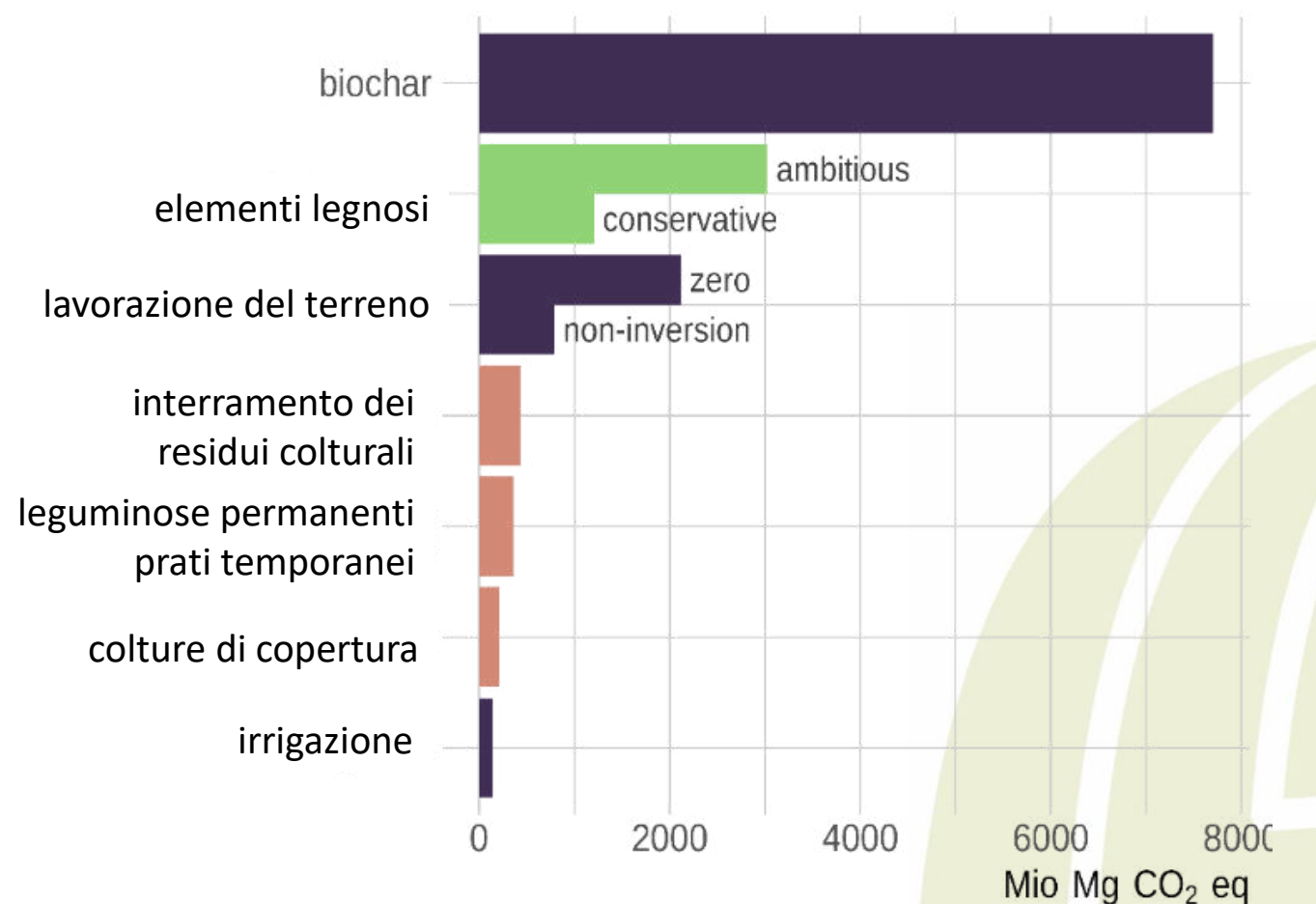
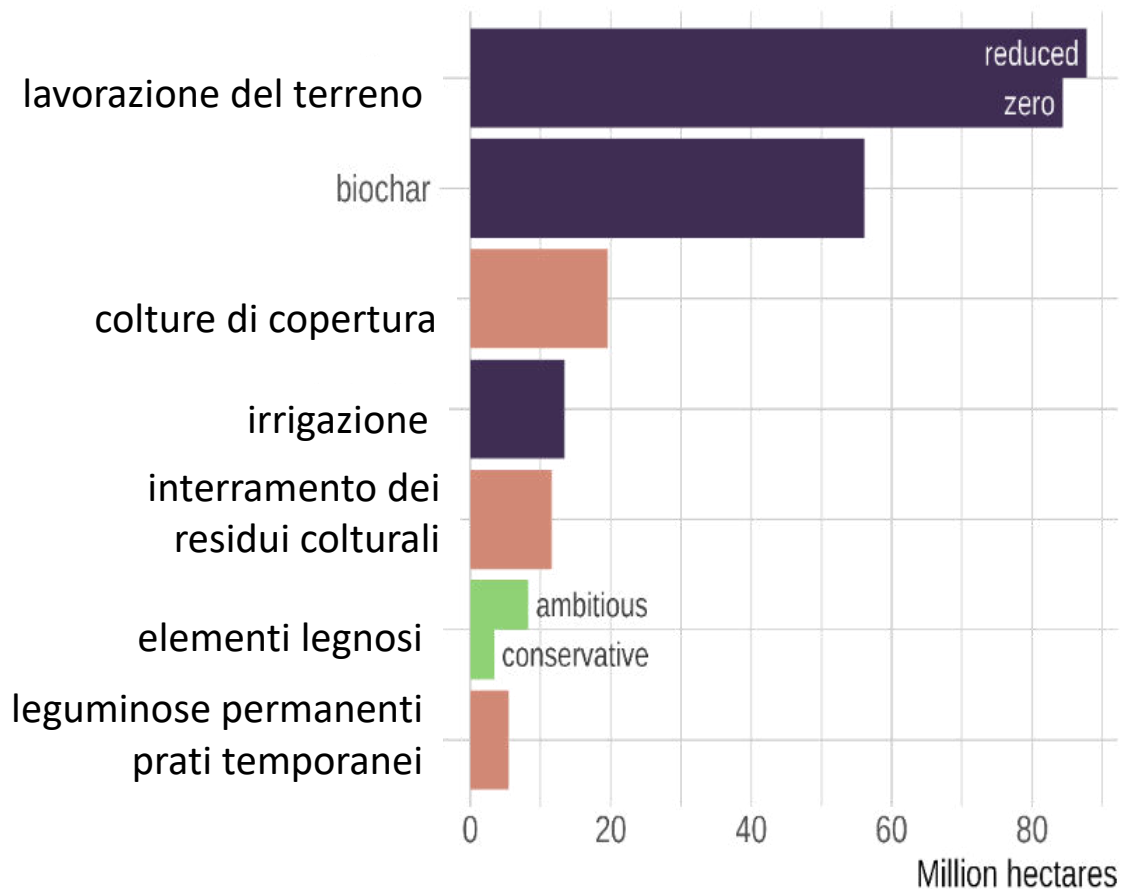
EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Potenziale di assorbimento del SOC per pratica agricola

Pratiche validate in esperimenti di campo di lungo periodo in EU (1394 publications)



Fattibilità delle pratiche agricole

Es. Biochar:

- NECESSARI:
- 2.8 miliardi t biochar
 - da 12.6 miliardi t di biomassa (s.s.)
- DISPONIBILI (certificato EBC):
- 0.064 **milioni** t biochar
 - 0.26 **milioni** t biomassa
(Hagemann et al., 2024)

**43.750 anni per produrre il biochar
necessario alla superficie potenziale**

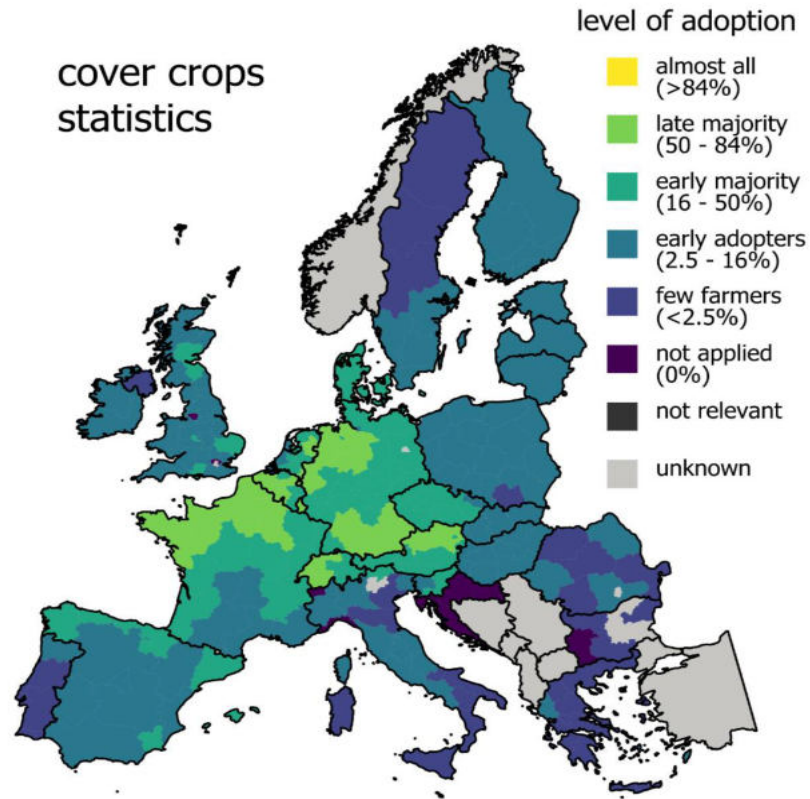
NECESSITA' DI
MOLTA
BIOMASSA

NECESSITA' DI
MOLTI
IMPIANTI

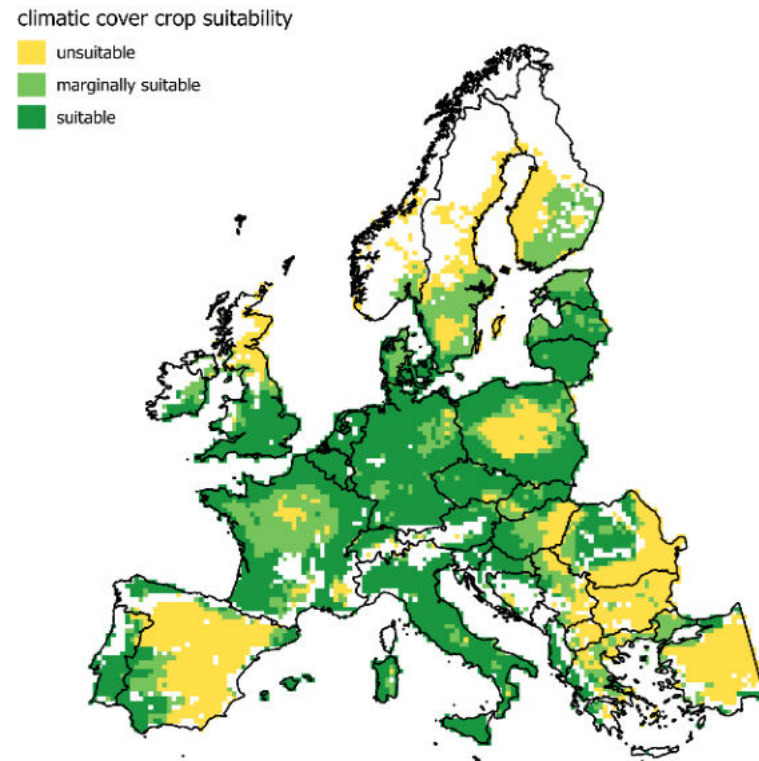
COMPETIZIONE!!

NECESSITA' DI
UTILIZZO DEGLI
AGRICOLTORI

Limiti bio-fisici all'implementazione delle pratiche agricole



(EUROSTAT, 2022 - data for 2016)



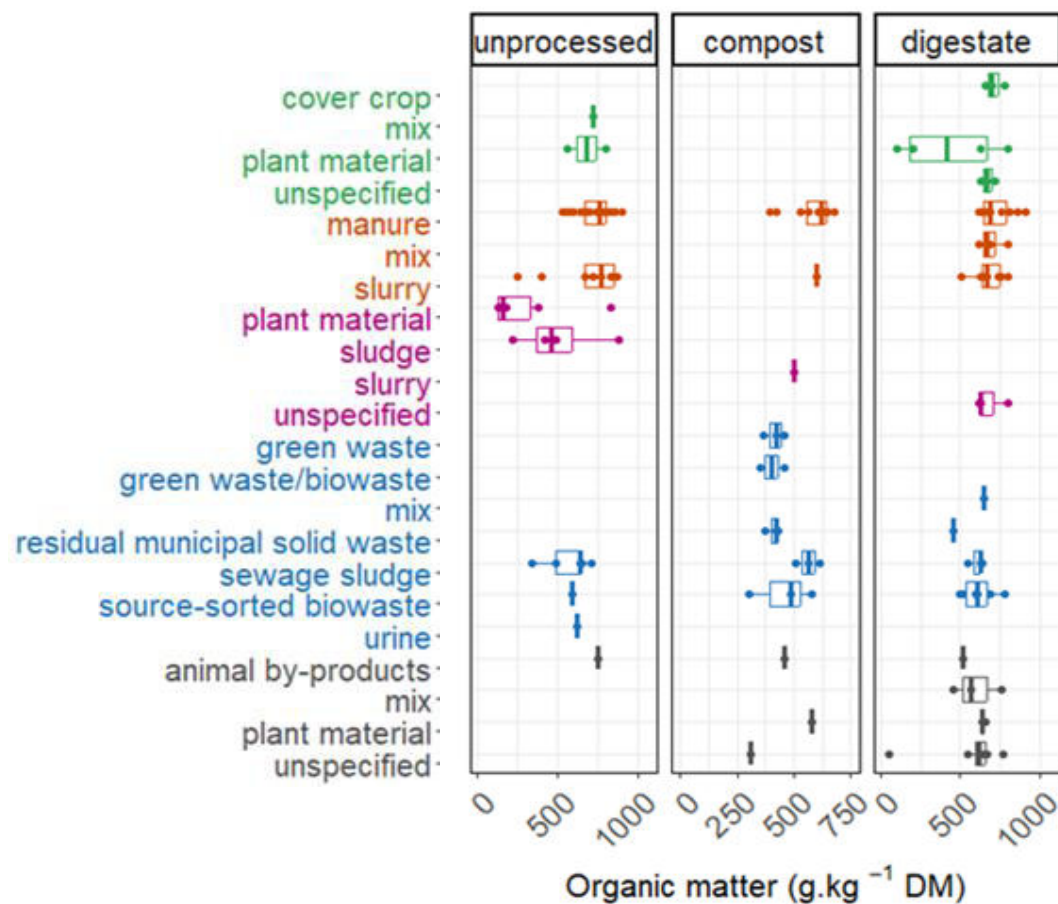
(Heller et al., 2024. EJSS)

modellizzato sulla base di:

- Temperatura,
- Precipitazioni,
- Pendenza,
- Tipo di suolo
- Ecc...

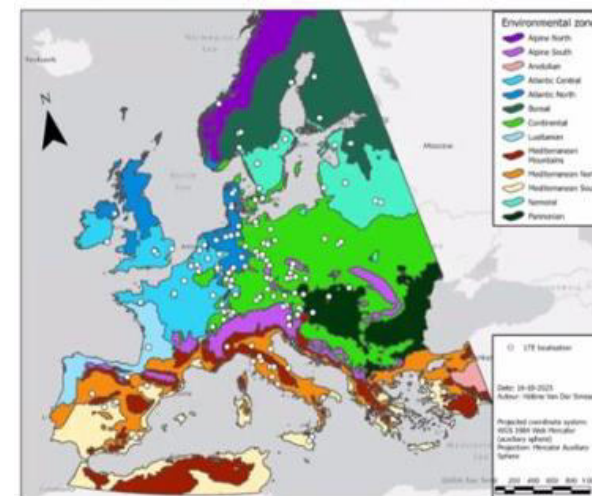
Distribuzione di materiale organico e SOC

Alta diversità di materiale organico in Europa



(Michaud et al., in preparation)

Sulla base di 210 studi di lungo periodo in Europa



- Immagazzinamento del carbonio
- Biodiversità del suolo
- Fertilità
- Proprietà fisiche del suolo

IMPATTO SEMPRE
POSITIVO

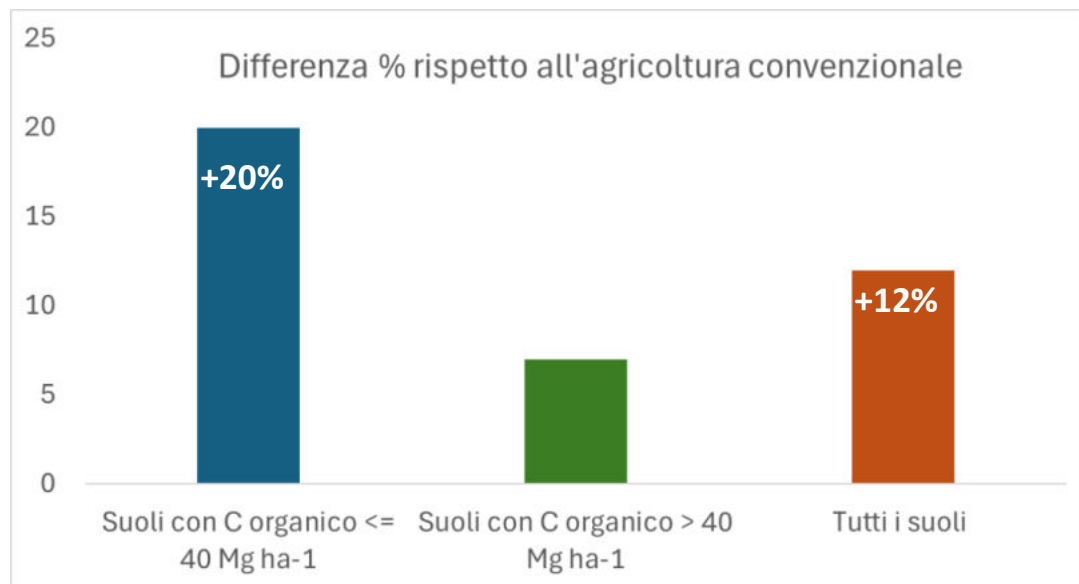
(Caradec et al., in preparation
Van Der Smitten et al, pre-print)

Agricoltura conservativa e SOC

PRATICHE

- non lavorare il suolo
- lasciare i residui colturali in campo
- includere quante più possibile colture nella rotazione

METANALISI GLOBALE di 47 studi.



(Tadiello et al., 2023)

COSA INFLUENZA L'ACCUMULO DI SOC

- SOC iniziale
- contenuto di argilla
- clima (temperatura e precipitazioni)
- latitudine
- durata della sperimentazione.

Agricoltura conservativa: +0,48 ton/ha/anno

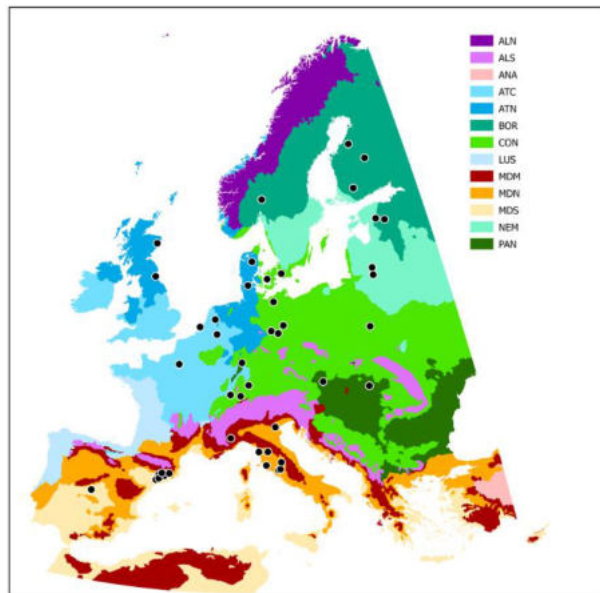
Area mediterranea altamente vulnerabile al rischio di desertificazione nel prossimo futuro

Agricoltura biologica e SOC

PRATICHE

- No concimazione minerale
- No pesticidi, fungicidi o erbicidi convenzionali
- Includere quante più colture possibili nella rotazione
- Consociazioni, colture in secondo raccolto

METANALISI EUROPEA di 47 siti sperimentali (46 studi).



(Forafellner et al., 2024, in preparation)

IMPATTO SU SOC

- **+11%** rispetto ad agricoltura convenzionale con l'applicazione di soli fertilizzanti minerali.
- **No effetto** rispetto ad agricoltura convenzionale con fertilizzanti minerali + organici.
- Profonda influenza di:
 - **precipitazioni** medie annuali,
 - **pH**
 - contenuto di **argilla**
- Maggiore incremento di SOC se maggiore **durata** della rotazione.

Le pratiche agroecologiche, SOC e biodiversità

COMBINAZIONE DI PRATICHE

- riduzione della lavorazione del suolo
- maggiore diversità delle specie vegetali in campo
- fertilizzazione organica / compost / bioinoculanti fungini

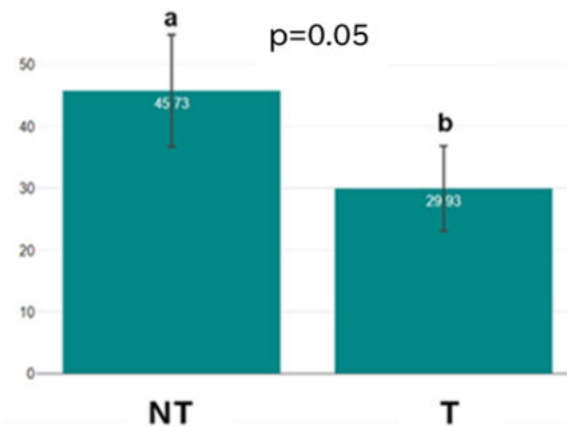


9 siti sperimentali:

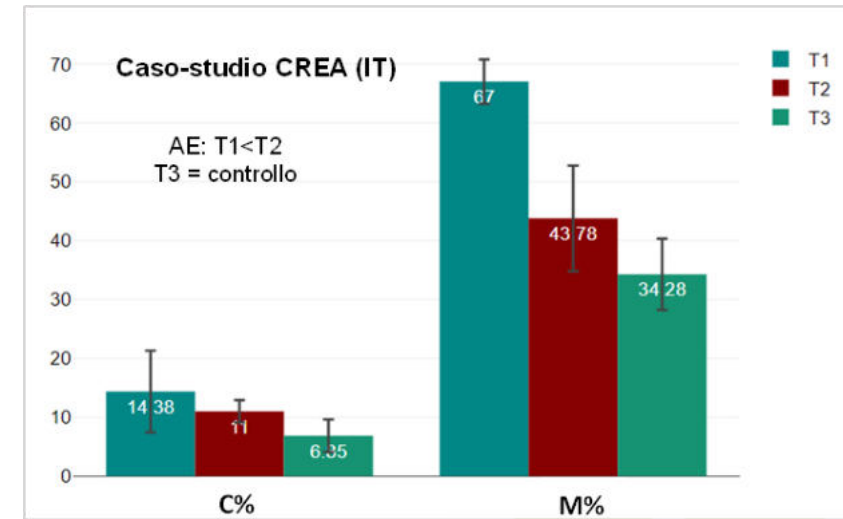
- 7 lungo periodo
- 2 nuovi



Micorrizazione %



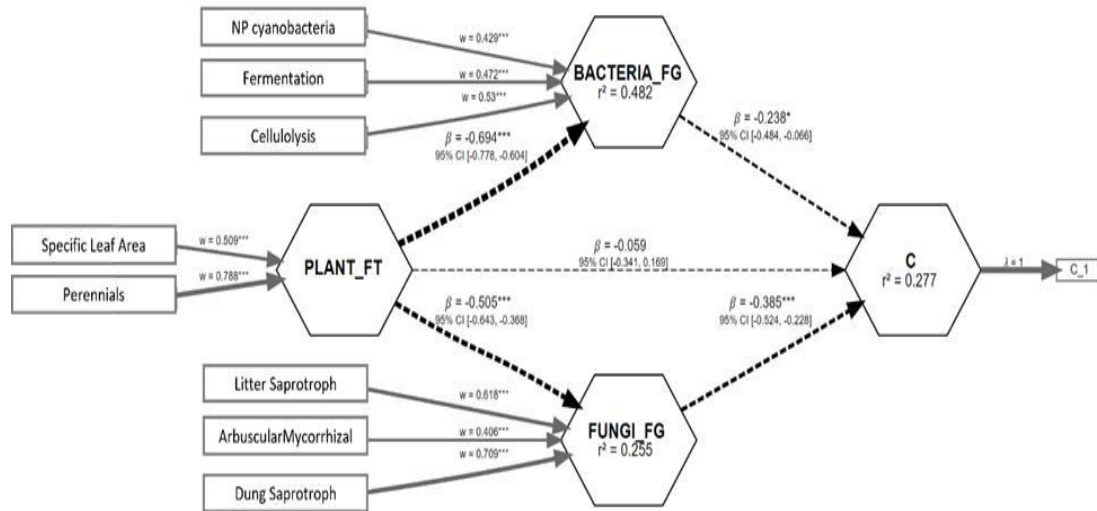
L'assenza di aratura favorisce la micorrizazione radicale in campo (*Trinchera & Warren Raffa, 2023*)



- > **pratiche agroecologiche** (T1 e T2, flora spontanea e colture di copertura) →
- > **micorrizzazione** radicale →
- > **C%** nei macroaggregati fini del suolo

Le pratiche agroecologiche, SOC e biodiversità

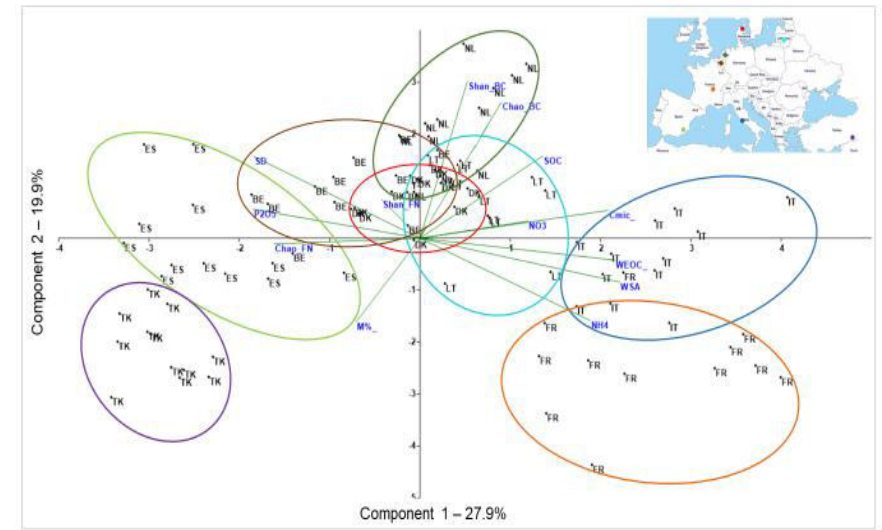
Modello di accumulo di C nel suolo



(Warren Raffa et al., in sottomissione)

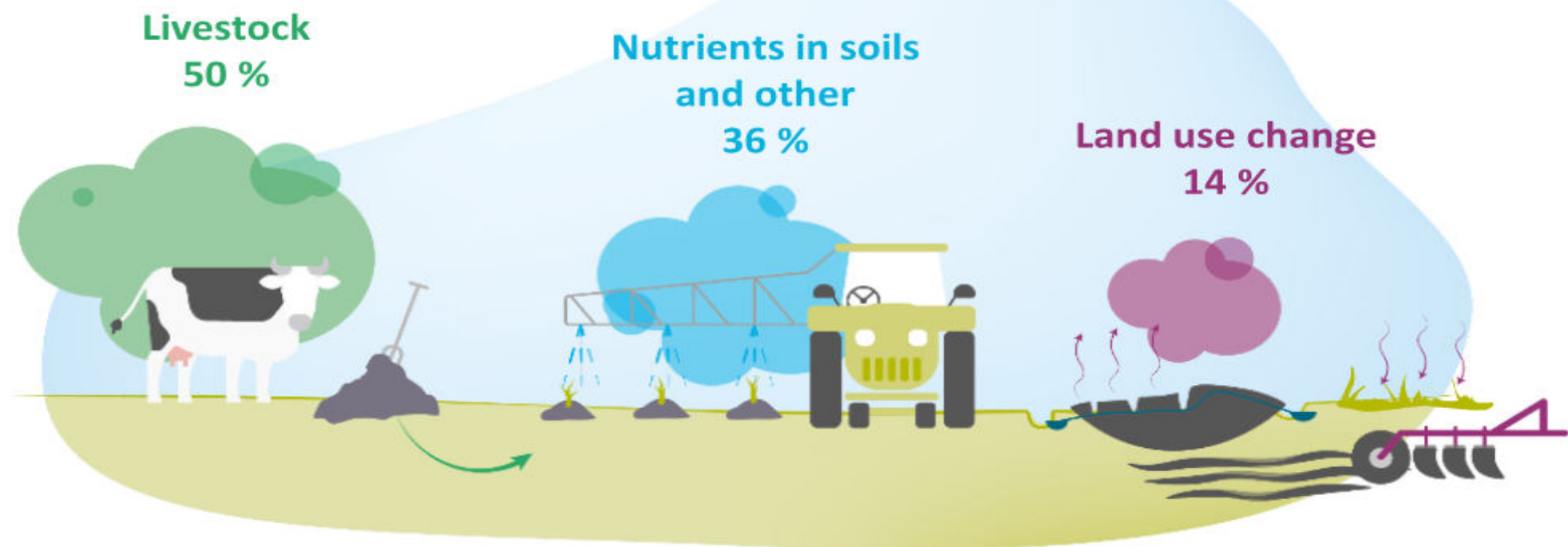
Gli **indicatori** testati altamente influenzati da **regioni pedoclimatiche**, indipendentemente dalle pratiche applicate.

Gestione agroecologica va adattata alle caratteristiche dell'agrosistema regionale.



Trinchera et al. (in sottomissione)

Zootecnia



Mainly methane (CH_4) from

- feed digestion by cattle and sheep
- storage of cattle and pig manure

Mainly nitrous oxide (N_2O) from

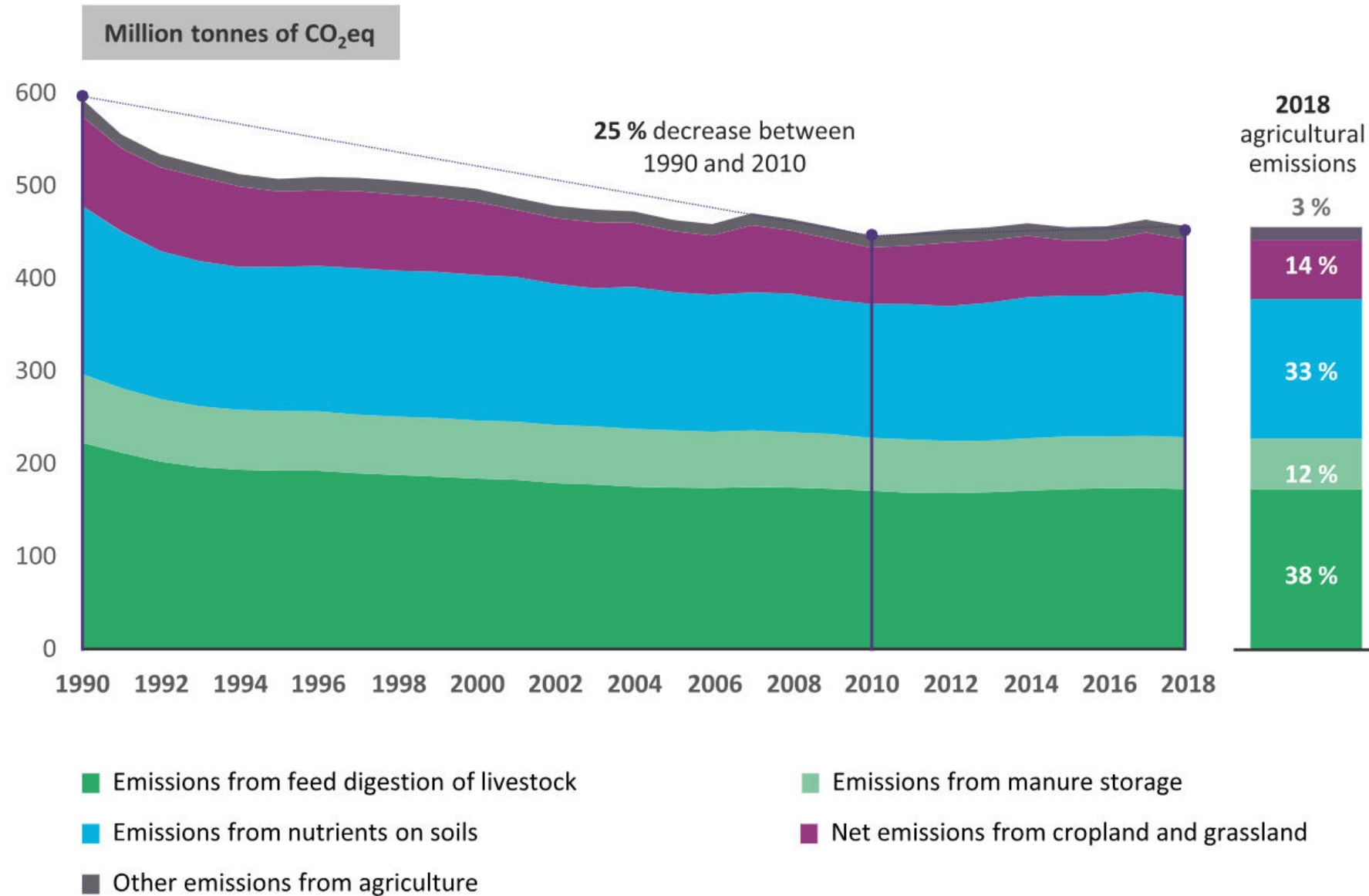
- application of chemical fertiliser
- manure applied by farmers or deposited by grazing cattle

Mainly carbon dioxide (CO_2) from

- cultivation of drained organic soils (peatland)
- carbon sequestration on grassland and cropland



Zootecnia



Source: ECA based on EU-27 greenhouse gas inventories 1990-2018 (EEA greenhouse gas data viewer).

Come misurare gli assorbimenti di C per i crediti di carbonio



EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Misurare e certificare gli assorbimenti di SOC per i crediti di carbonio

PAESE	ORGANIZZAZIONE/ PROGRAMMA	METODOLOGIA	METODI MISURA DEL CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI			
			MODELLI	VALORI DI DEFAULT	REMOTE SENSING	CAMPIONAMENTO DEL SUOLO
		Avoided conversion of grasslands and shrublands to crop production 2.0	✓ e.g. DAYCENT	X	X	✓ Alternativa ai modelli
		Soil Enrichment Protocol v 1.1	✓ + campionamento	X	X	✓ t0+t5,t10... + modelli
		Avoided grassland conversion protocol 2.1	X	✓	X	X
		VM0042 Methodology for Improved Agricultural Land Management v 1.0	✓ opzionale	X	✓ opzionale	✓ obbligatorio
		Nori Croplands Methodology, v 1.3	✓ Tier-3 DAYCENT	X	X	X
		Quantification Protocol For Conservation Cropping Version: 1.0	✓ Modelli empirici basati su fattori di default	✓	X	X
		Methodology Determination 2021	✓ opzionale	X	X	✓ obbligatorio
		Proposal of regulation for the certification of carbon removals	?	? menzionato	? incoraggiato	?

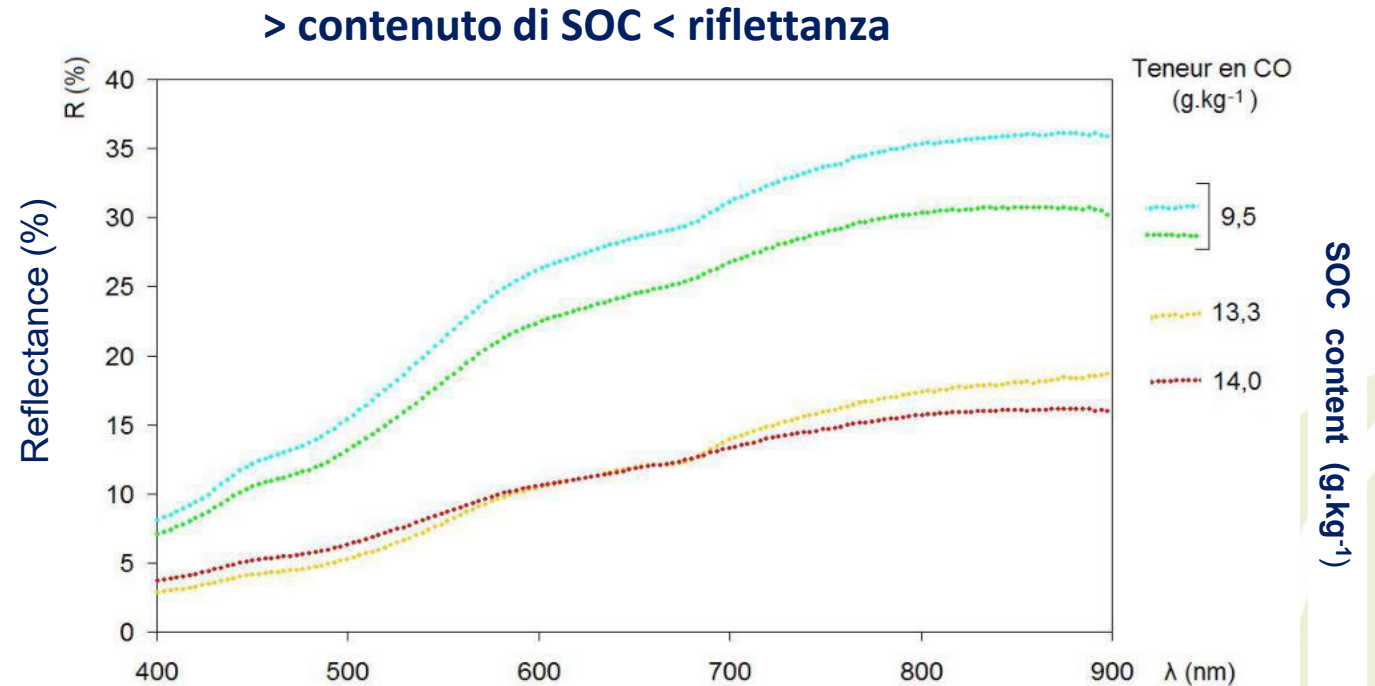
Remote sensing per la stima degli assorbimenti di carbonio nel suolo

VANTAGGI

- Dati pubblici e gratuiti in UE (programma Copernicus ESA):
 - Sentinel 2 (sensori ottici passivi)
- Ogni 5 giorni
- Risoluzione geometrica: 10x10 m
- Omogenei a scala europea

COMPLESSITA'

- I dati satellitari (riflettanza, Sentinel 2) possono essere utilizzati per stimare il SOC sulla base di modelli spettrali:
 - calibrati con dati di misure a terra ed in laboratorio.
- Fattori di disturbo nel segnale per SOC:
 - Vegetazione → necessario suolo nudo!
 - Umidità del suolo → derivato da Sentinel 1
 - Tessitura
- Dati superficiali (3 – 4 cm di profondità nel suolo)



SOC content (g.kg⁻¹)

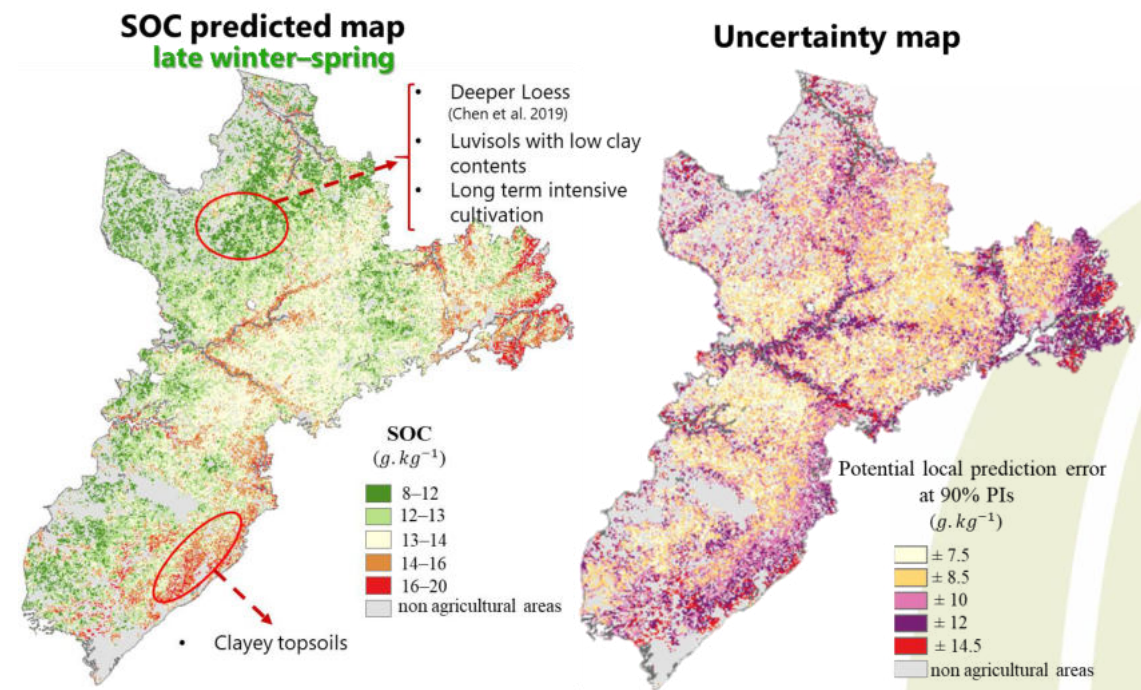
Remote sensing per la stima degli assorbimenti di carbonio nel suolo

IMPIEGO NEL CONTESTO DEL CARBON FARMING

- Piccoli cambiamenti nel SOC durante la breve durata dei progetti di carbon farming → monitoraggio con remote sensing non idoneo
- Trend nel SOC apprezzabili solo nel lungo termine
- Utile per monitorare uso e gestione del suolo (vegetazione, lavorazioni).

SUGGERIMENTI

- mosaici di serie temporali → aumento della superficie con suolo nudo
- Trasparenza su accuratezza stime
- Validazione dei modelli a terra



Sentinel-2 and Sentinel-1 Bare Soil Temporal Mosaics of 6-Year Periods for Soil Organic Carbon Content Mapping in Central France
(Vaudour et al. 2022, Remote sens.)

Le maggiori sfide del Carbon farming

Trovare un buon compromesso fra:

- efficacia nella lotta al cambiamento climatico
- fattibilità tecnica da parte degli agricoltori
- sostenibilità economica.

PAGAMENTO
BASATO SUI
RISULTATI

Vs.

PAGAMENTO
BASATO SULLE
AZIONI

Assessment criterion	Managing peatlands	Agroforestry	Maintain and enhance SOC on mineral soils	Livestock and manure management	Nutrient management on croplands and grasslands
Carbon farming actions	Peatland rewetting / maintenance / management	Creation, restoration, and management of woody features in the landscape	Cropland and grassland management	Technologies to reduce enteric methane, manure management, increased herd and feed efficiency	Improved nutrient planning, timing and application of fertilisers; reduction in fertilisers
Total EU mitigation potential (Mt CO ₂ -e/yr)	51 - 54 Mt CO ₂ -e/yr	8 - 235 Mt CO ₂ -e/yr	9 - 70 Mt CO ₂ -e/yr	14 - 66 Mt CO ₂ -e/yr	19 Mt CO ₂ -e/yr
Per hectare mitigation potential (t CO ₂ -e/ha/yr)	3.5 - 29	0.03 - 27	0.5 - 7	Not available	Not available

McDonald et al., 2021, Carbon farming - Making agriculture fit for 2030, Study for the committee on Environment, Public Health and Food Safety (ENVI), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg.

Variabilità in base a:

- condizioni pedoclimatiche, tipo di colture, idoneità macchinari, combinazione di pratiche

Mercati del carbonio: funzionamento, opportunità per gli agricoltori e sfide.



EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695

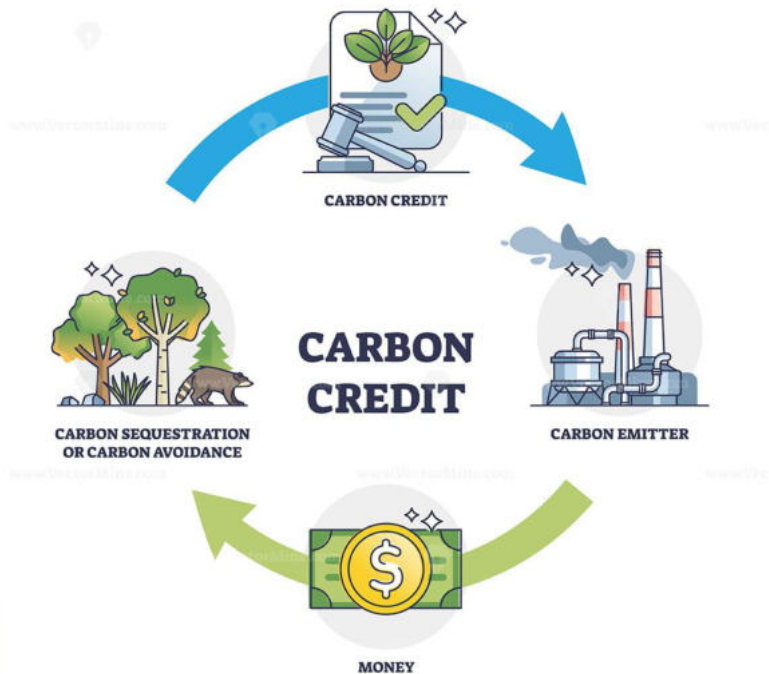


Che cosa sono i crediti di carbonio?

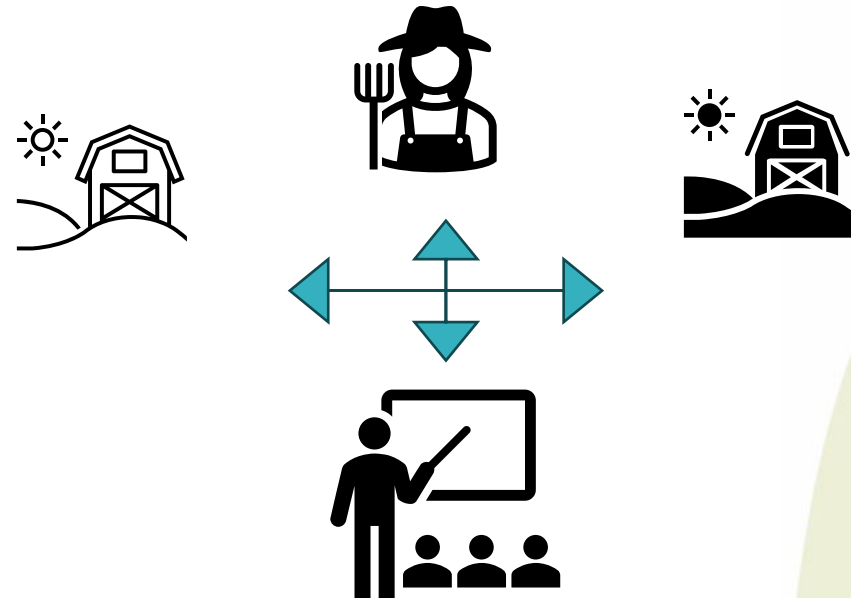


Certificato negoziabile

- ✓ 1 ton CO₂ stoccata o catturata e non rilasciata nell'atmosfera.
- ✓ Unità di carbonio scambiata sui mercati.



Aziende agricole

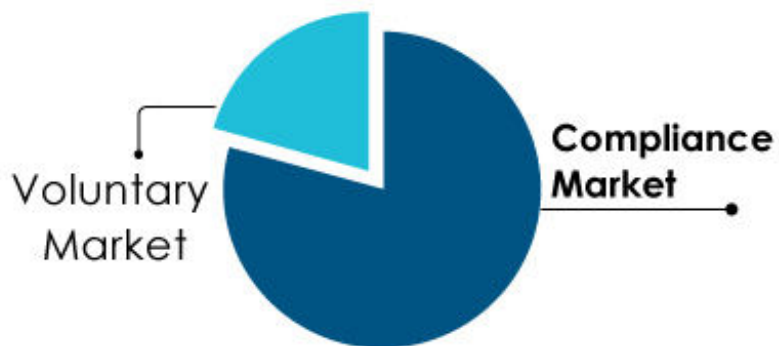


Supporto di consulenti specializzati

Che tipologia di mercati di carbonio esistono?

Global Carbon Credit Market

By Type



Mercato volontario

- ✓ Acquisto crediti per compensare volontariamente le proprie emissioni.
- ✓ Voluntary emissions reduction (VER) e sono certificati da aziende private.
- ✓ Un sistema di certificazione armonizzato sarà presto istituito nell'Unione Europea.

Mercato regolamentato

- ✓ Crediti utilizzati da aziende e governi per compensare le loro emissioni.
- ✓ Monitorati e verificati da organismi governativi



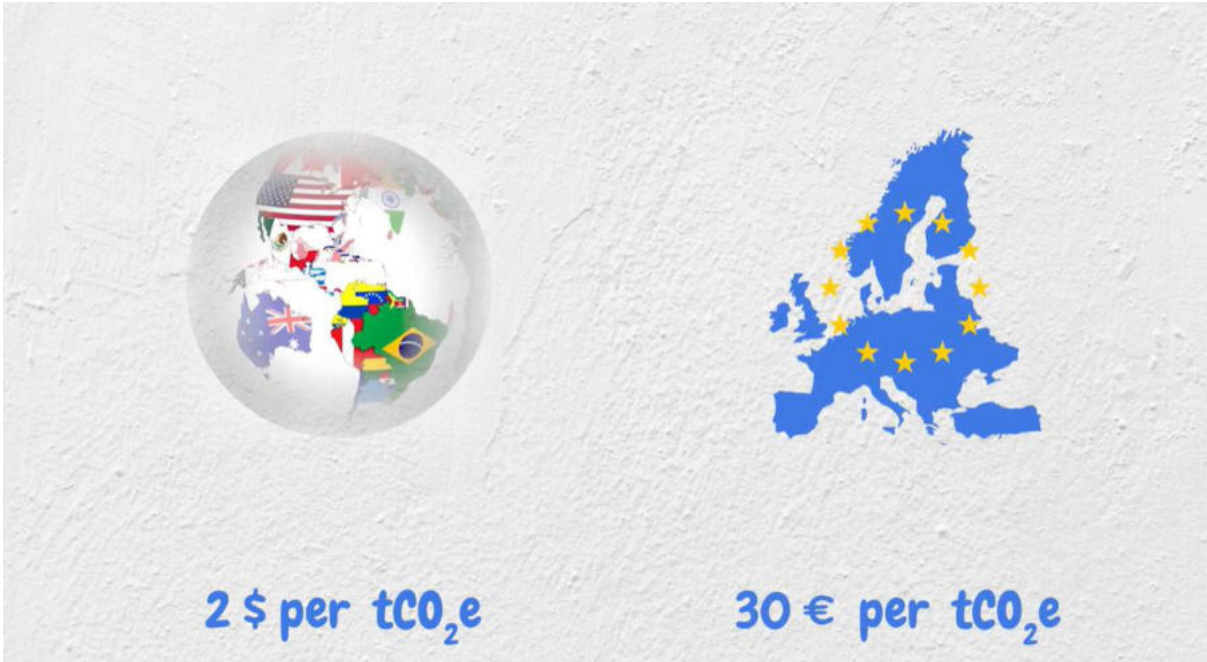
A che prezzo vengono venduti i crediti di carbonio?

Prezzo dei crediti di carbonio: dipende dalle condizioni di scambio

Live Carbon Prices Today

 CARBON CREDITS .com	Last	Change	YTD
Live Carbon Prices			
COMPLIANCE MARKETS			
European Union	€69.06	+1.13%	-8.15%
UK	\$40.98	+6.17%	+12.64%
Australia (AUD)	\$33.25	-	-8.28%
New Zealand (NZD)	\$61.90	-	-0.96%
South Korea	\$6.31	-0.11%	-3.58%
China	¥86.60	-1.72%	-11.17%
VOLUNTARY MARKETS			
Aviation Industry Offset	\$0.17	-	+30.77%
Nature Based Offset	\$0.49	-2.00%	-15.52%
Tech Based Offset	\$0.35	-	-

Il prezzo medio internazionale ha raggiunto i 16 \$/t nel gennaio 2022



Prezzi di Gennaio 2024



Innovazione in pratica

Indici, inventari, linee guida e strumenti:

Roadmap for carbon farming schemes

Road4Schemes



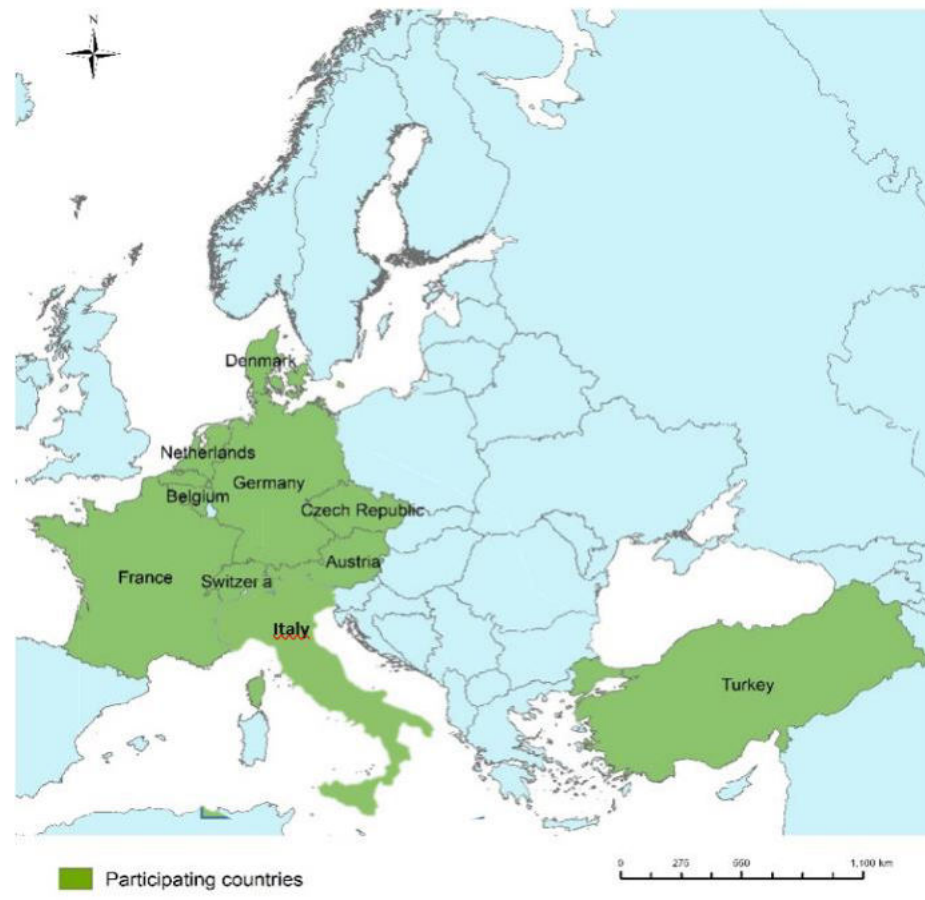
EJP SOIL
European Joint Programme

EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



Road4schemes

Partner e obiettivi



Obiettivi

1. Valutare i punti di forza e di debolezza degli schemi di carbon farming (CF)
2. Valutare la percezione degli stakeholder
3. Delineare una tabella di marcia per l'implementazione a livello locale e regionale di schemi di CF
4. Inventario sui sistemi di certificazione esistenti per la rimozione del carbonio in Europa e, in misura minore, a livello globale.

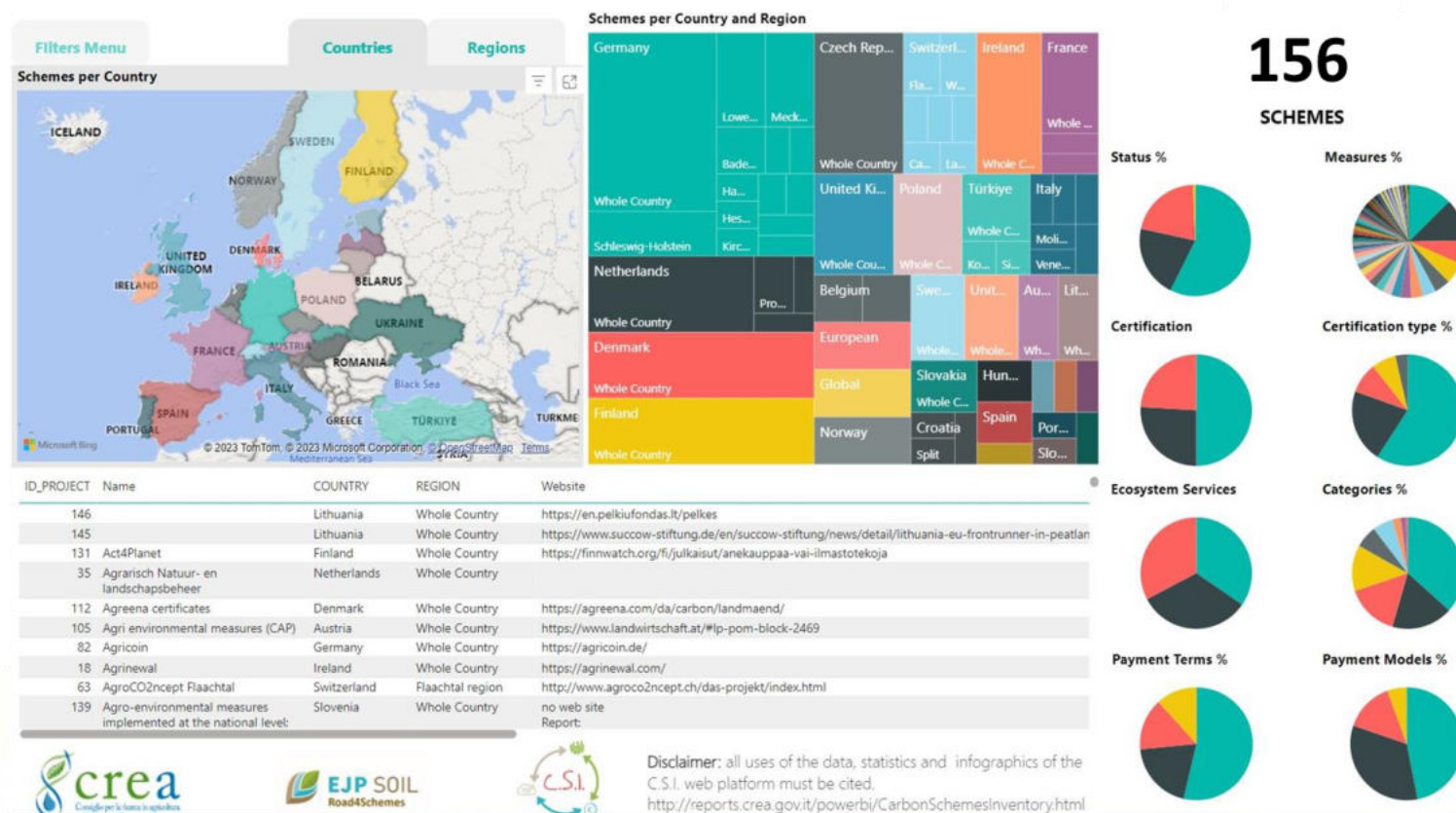
Quadro politico europeo

In attesa di un quadro europeo comune



C'è necessità di fare ordine tra le iniziative già esistenti

<http://reports.crea.gov.it/powerbi/CarbonSchemesInventory.html>



Sviluppo Web application
sugli schemi di C Farming
presenti in Europa e nel
mondo



Disclaimer: all uses of the data, statistics and infographics of the C.S.I. web platform must be cited.
<http://reports.crea.gov.it/powerbi/CarbonSchemesInventory.html>

Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

Reset Filters
X

STATUS
Tutte

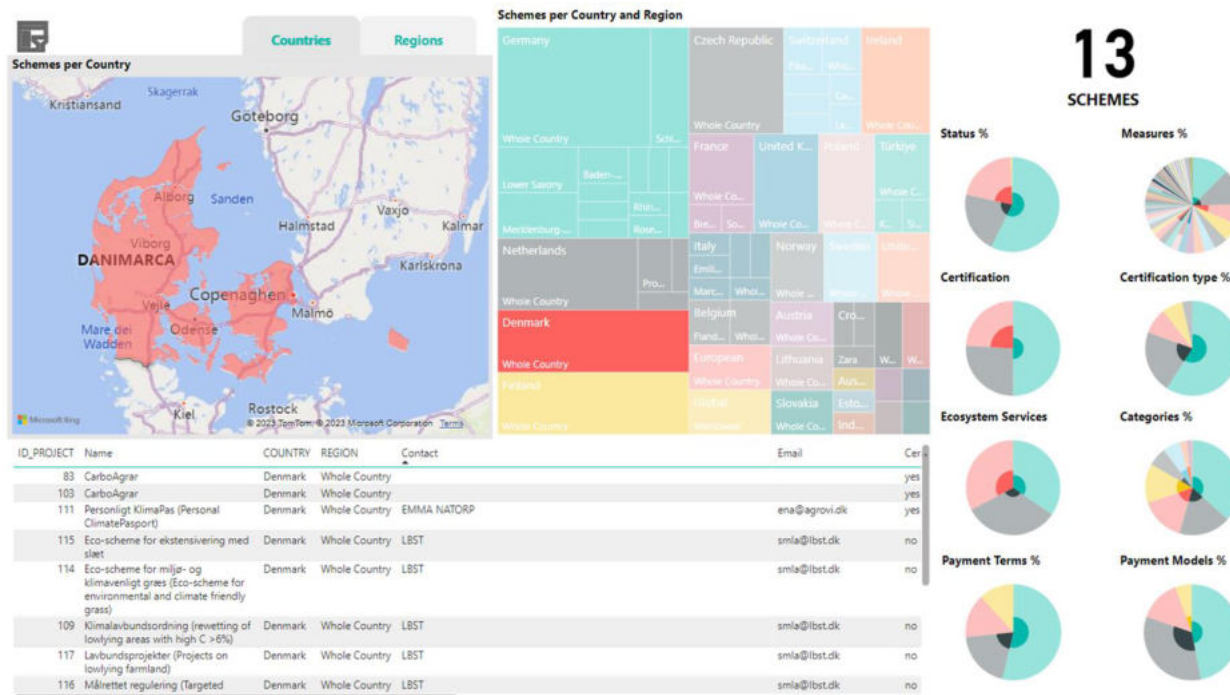
CERTIFICATION TYPE
Tutte

SCOPE OF ACTION
Tutte

MEASURE
Tutte

PAYMENT TERMS
Tutte

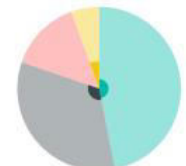
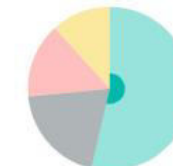
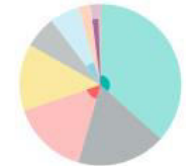
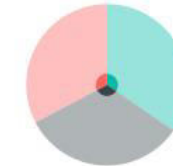
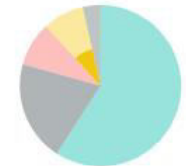
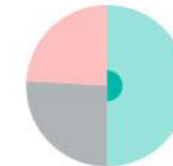
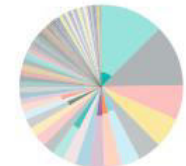
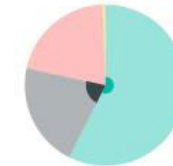
PAYMENT MODEL
Tutte



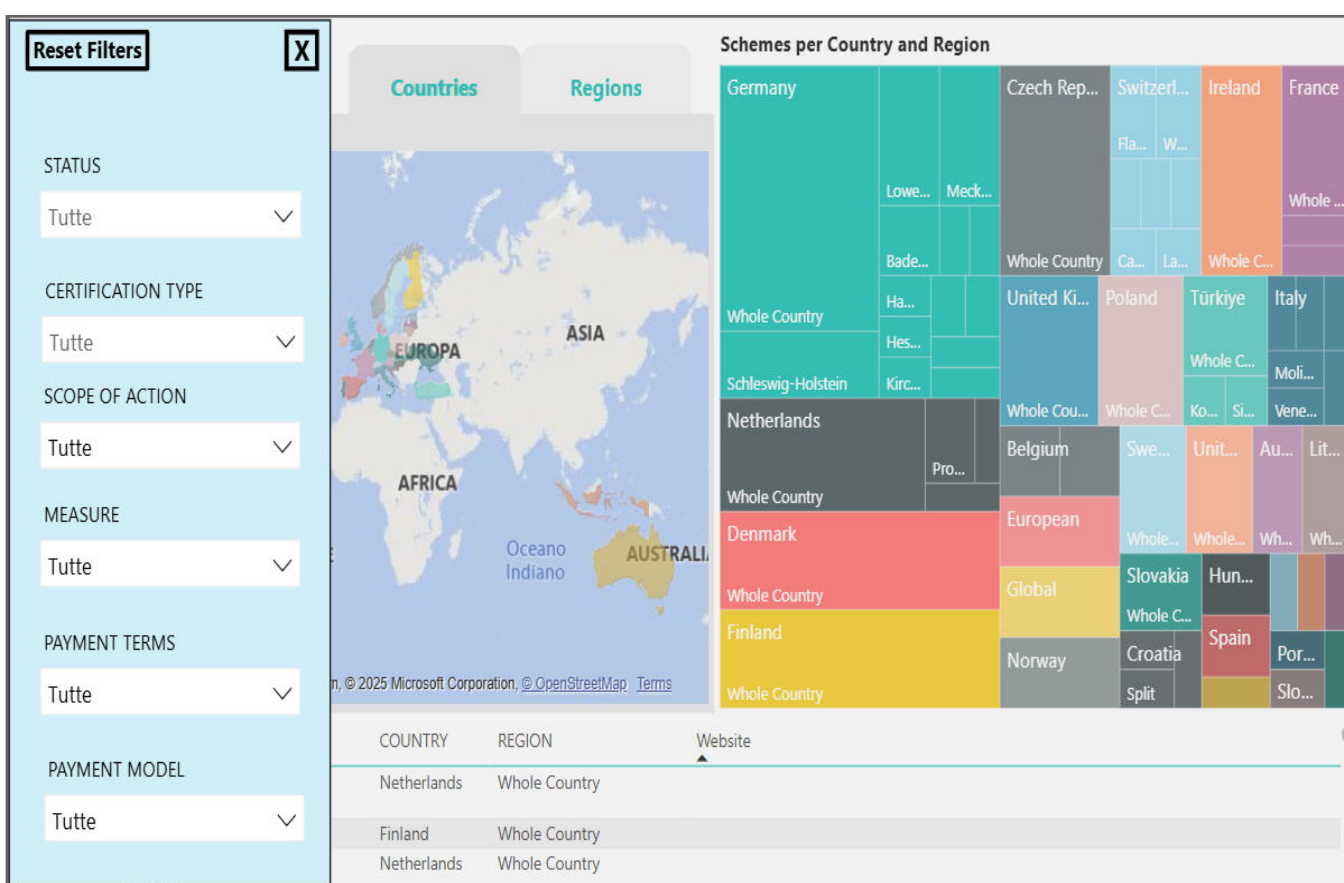
Obiettivi principali:

- ✓ Facilitare l'accesso alle informazioni
- ✓ Supportare l'interazione degli utenti:
 - Istituzioni politiche
 - Sviluppatori di progetti
 - Organismi di certificazione
- ✓ Tool open source supportato in più lingue

+ VCS (Verified Carbon Standard) by Verra



Disclaimer: all uses of the data, statistics and infographics of the C.S.I. web platform must be cited.
<http://reports.crea.gov.it/powerbi/CarbonSchemesInventory.html>



This screenshot shows the detailed filter interface of the EJP SOIL application. It is organized into four main sections: STATUS, CATEGORY, MEASURE, and PAYMENT MODEL. Each section contains a list of checkboxes for selecting specific filters.

- STATUS:** Includes options like 'concept phase', 'failed', 'Implemented', and 'null'.
- CATEGORY:** Includes options like '(Blank)', 'Agroforestry', 'Biochar', 'Complete farm schemes', 'Forestry', 'Mineral arable farming', 'Mineral grassland', 'null', and 'Peatland'.
- MEASURE:** Includes options like '(Blank)', 'afforestation', 'agricultural activities', 'agroforestry', 'arable farming', 'arboriculture', 'biochar', 'buffer strips', 'catch crops', and 'closed drainage system'.
- PAYMENT MODEL:** Includes options like 'null', 'Private', 'Private/public', and 'Public'.

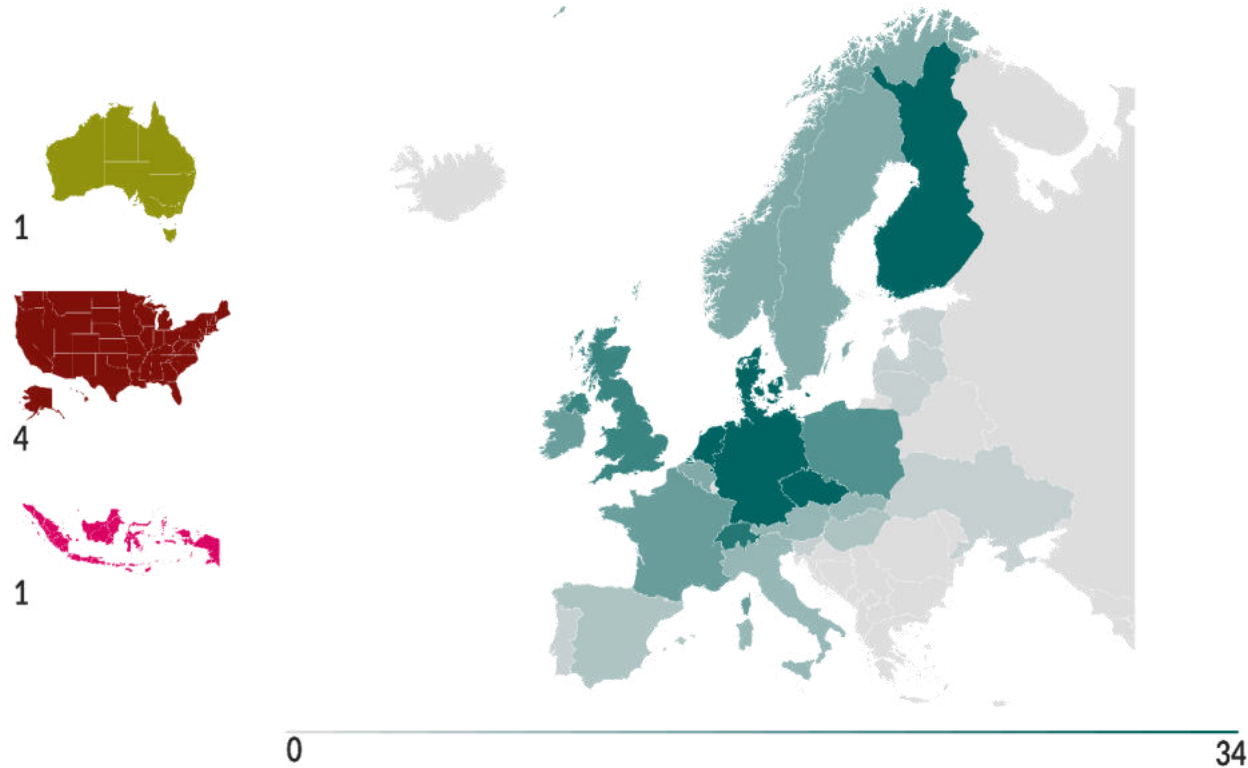
Below the main filter sections, there are additional dropdowns for 'CERTIFICATION TYPE' (with options like 'Certificate', 'Credits', 'Label', 'null', 'Official document') and 'PAYMENT TERMS' (with options like 'Action based', 'Hybrid', 'null', 'Result based').

C.S.I. : funzionalità di ricerca filtrata

✓ Gli utenti possono selezionare modelli e combinare diverse opzioni di filtro in base a:

- **posizione geografica,**
- **termini di pagamento** (basati sull'azione, basati sul risultato o ibridi),
- **stato dello schema** (se è in fase di concezione, è stato interrotto o è implementato),
- **tipo di pagamento** (da parte di attori privati, pubblici o misti),
- **rilascio di una qualche forma di certificazione**
- **ambito di intervento** (agroforestale, biochar, schemi agricoli completi, forestazione, terre coltivate, prati o torbiere),
- **tipo di misure agroforestali ammissibili**

Carbon Schemes Inventory (C.S.I)



Distribuzione Geografica e Quantificazione degli Schemi di Carbon Farming

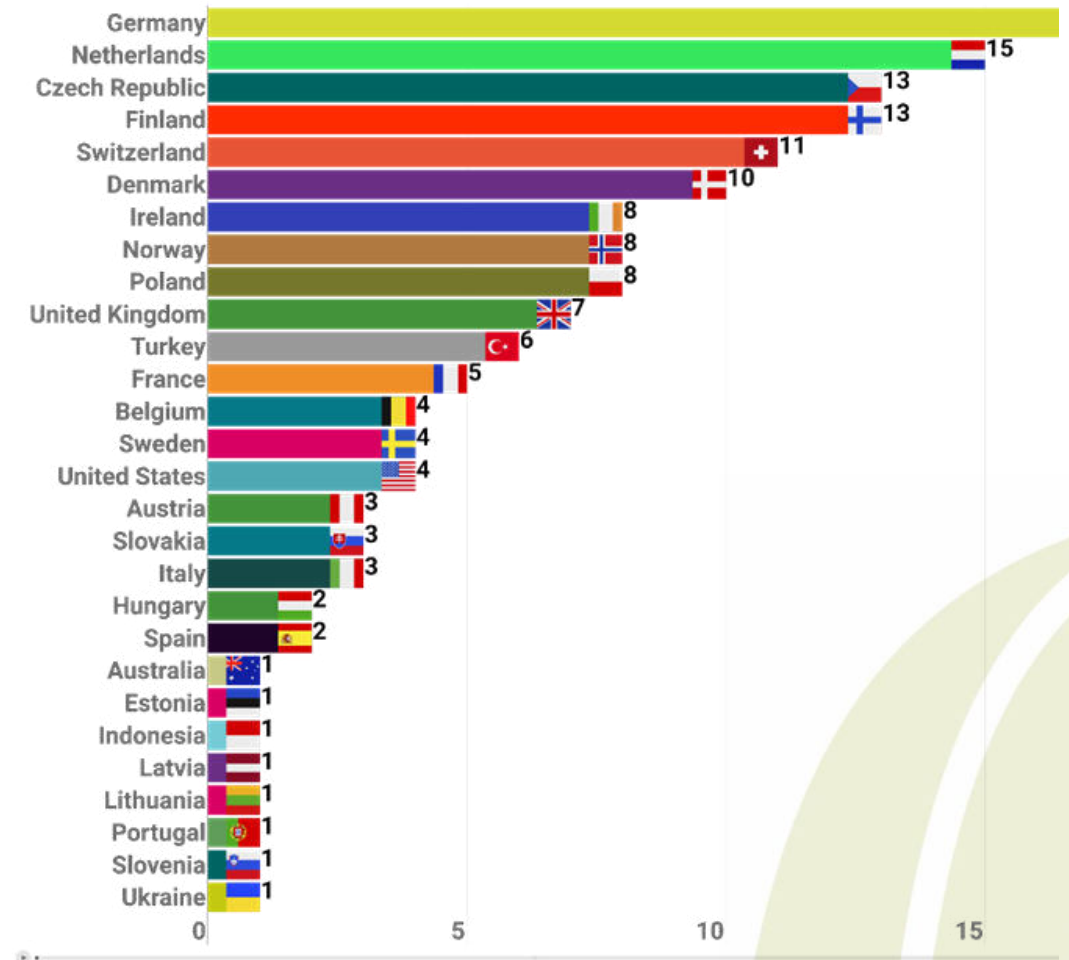
La piattaforma **C.S.I.** raccoglie dati su **156 schemi di carbon farming** in Europa e in tre paesi extra-UE.

Copertura geografica:

- UE:** Austria, Belgio, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Spagna e altri.
- Extra-UE:** Norvegia, Svizzera, Regno Unito, Turchia, Ucraina.
- Globale:** Australia, USA, Indonesia.

Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

- **Classificazione per Numero di Schemi**
- La **figura** confronta i paesi in base al numero di schemi inventariati nel progetto **Road4Schemes**.
-  **Top Paesi per Numero di Schemi:**
 - 1 **Germania** – 34 schemi
 - 2 **Paesi Bassi** – 15 schemi
 - 3 **Finlandia e Repubblica Ceca** – 13 schemi ciascuno



Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

Categorie di Schemi di Carbon Farming in Europa

I **156 schemi di CF** tre categorie principali:

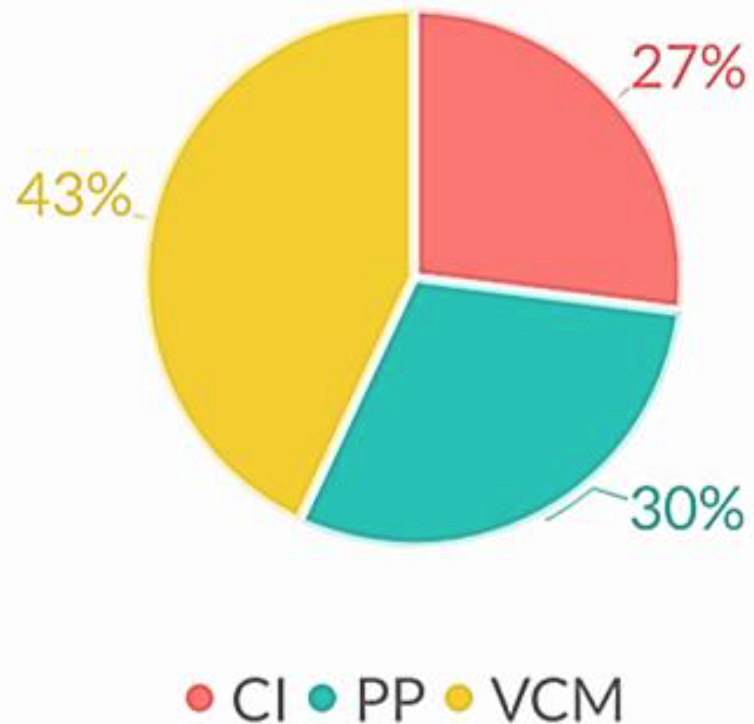
 **Pagamenti Pubblici (PP)** – Finanziati da enti locali per sostenere gli agricoltori (30%)

 **Mercato Volontario del Carbonio (VCM)** – I soggetti inquinanti acquistano crediti di rimozione del carbonio (43%)

 **Iniziative Aziendali (CI)** – Progetti finanziati dai consumatori per la rimozione del carbonio (27%)

 **Schemi misti** combinano strumenti di mercato e co-finanziamenti.

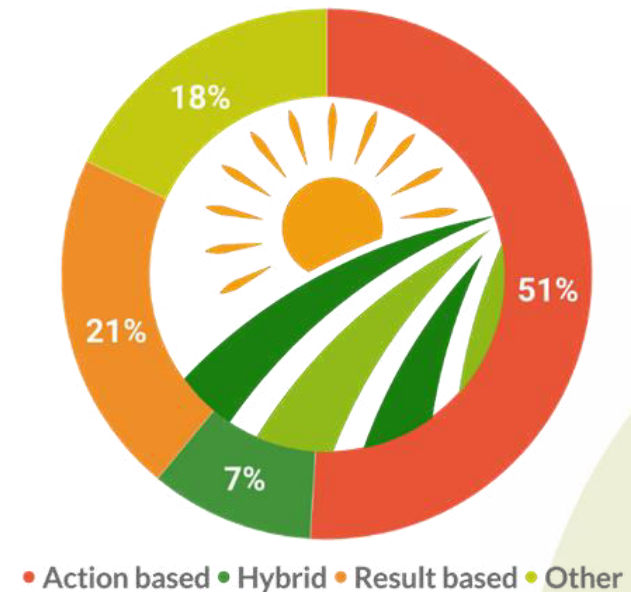
 **VCM = 43% degli schemi europei**



• Tipologie di Pagamento

- I **termini di pagamento** sono un elemento chiave per caratterizzare gli schemi di carbon farming e si suddividono in quattro categorie:
-  **Basati sull'Azione** – 51% → Pagamento per l'implementazione di pratiche specifiche.
-  **Basati sul Risultato** – 21% → Pagamento legato agli effetti ambientali ottenuti.
-  **Ibridi** – 7% → Combinano pagamenti basati su azioni e risultati.
-  **Altro** – 18% → Include strutture di pagamento alternative.
-  Il modello più diffuso è il pagamento basato sull'azione (51%).

Payment terms



Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

• Modelli di finanziamento

 **Privato** – 46% → Finanziato da enti privati, segnalando un forte interesse del settore.

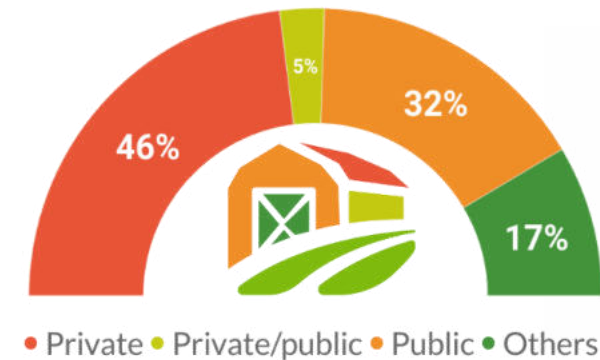
 **Pubblico** – 32% → Sostenuto da fondi governativi o autorità locali.

 **Misto (Privato/Pubblico)** – 17% → Combinazione di finanziamenti pubblici e privati.

 **Altro** – 5% → Modelli di pagamento alternativi o meno comuni.

•  **Il modello privato è il più diffuso (46%)**, evidenziando il ruolo chiave degli investimenti privati nell'agricoltura sostenibile.

Payment models



Uso del Suolo nei Schemi di Carbon Farming

- categorie di uso del suolo

🌾 **Colture e/o Prati** – 51% → Integrazione delle pratiche di carbon farming nell'agricoltura tradizionale.

🌳 **Agroforestazione, Foreste e Schemi Aziendali** – 7% ciascuno → Uso combinato di specie legnose con colture o allevamenti per aumentare il sequestro di carbonio.

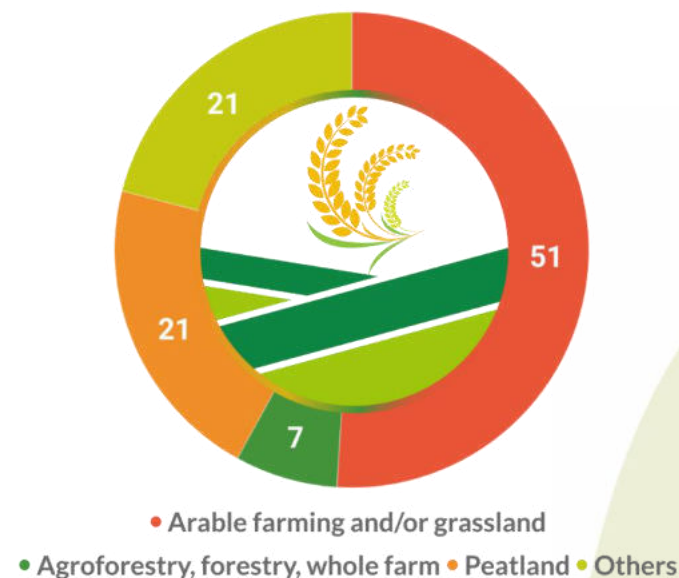
🍃 **Torbiere** – 21% → Conservazione di ecosistemi ricchi di carbonio per evitare perdite e mitigare il clima.

📌 **Altro** – 21% → Include altre pratiche di uso del suolo meno comuni.

- 📈 **L'agricoltura e i prati (51%) sono le categorie più rappresentate**, seguite dalle torbiere (21%),

Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

Land-use



🔄 **Sistemi agricoli combinati** – 20% → Integrazione di più tecniche per migliorare il sequestro di carbonio.

🌱 **Gestione dei prati** – 11% → Miglioramento delle aree erbose per aumentare lo stoccaggio del carbonio.

🌿 **Agricoltura biologica o rigenerativa** – 7% → Tecniche sostenibili per la salute del suolo e il sequestro del carbonio.

🌳 **Riforestazione e rewetting** – 5% → Creazione di foreste e ripristino delle zone umide per conservare il carbonio.

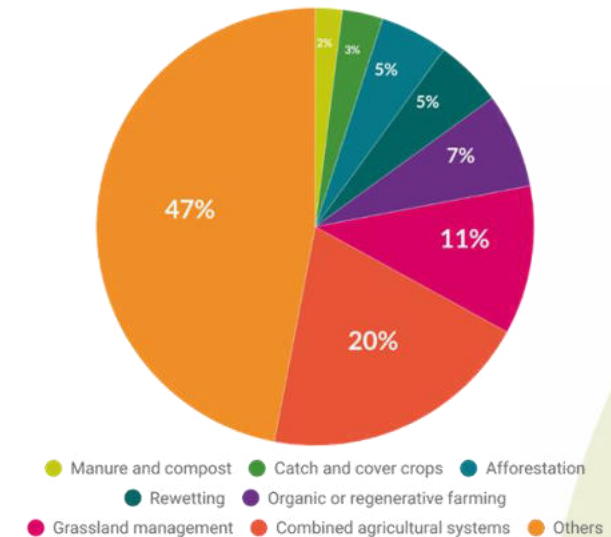
🌾 **Colture di copertura e intercalari** – 3% ciascuna → Protezione del suolo dall'erosione e aumento dell'apporto di carbonio.

💩 **Gestione di letame e compost** – 2% → Tra le pratiche meno adottate.

- 📊 **Le misure più comuni sono quelle miste (47%) e i sistemi combinati (20%)**, evidenziando un approccio diversificato alla rimozione del carbonio.

Carbon Schemes Inventory (C.S.I)

Agricultural Measures



5 schemi di CF nel mondo



Australian Government



Supplement to the Carbon Credits (Carbon Farming Initiative – Estimation of Soil Organic Carbon Sequestration using Measurement and Models) Methodology Determination 2021



Rabo Carbon Bank



CLIMATE
ACTION
RESERVE



- **Criticità Attuali**
- Mancanza di trasparenza e standard di alta qualità.
- Rischio di greenwashing senza adeguati controlli.
- **Criteri Essenziali per la Qualità**
- Misurazione precisa delle emissioni ridotte.
- Stabilità a lungo termine degli stock di carbonio.
- Addizionalità rispetto a scenari standard.
- Co-benefici per biodiversità e comunità locali.
- **Soluzioni Necessarie**
- Regole comuni internazionali per la contabilizzazione dei crediti.
- Registro unico globale per evitare la doppia contabilizzazione.

Le aziende devono **prioritariamente ridurre le proprie emissioni**, ma nella **fase di transizione**, il **carbon farming** può essere una strategia valida per compensare l'impatto ambientale.

Efficacia complessiva della mitigazione dei cambiamenti climatici, oltre alla CO₂



EJP SOIL
European Joint Programme

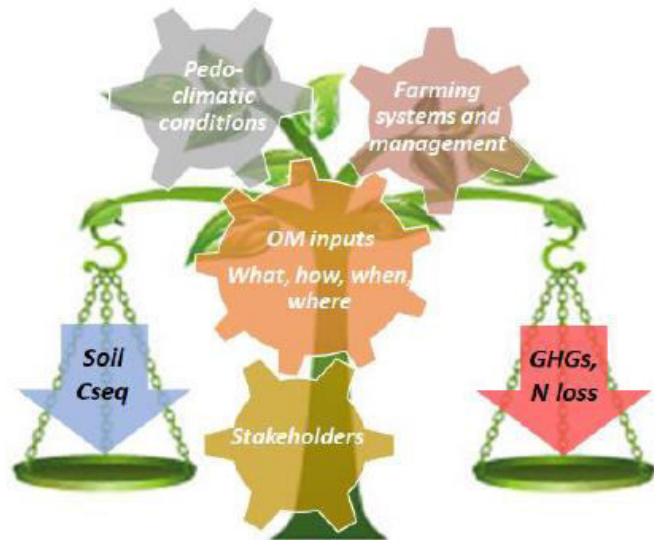
EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



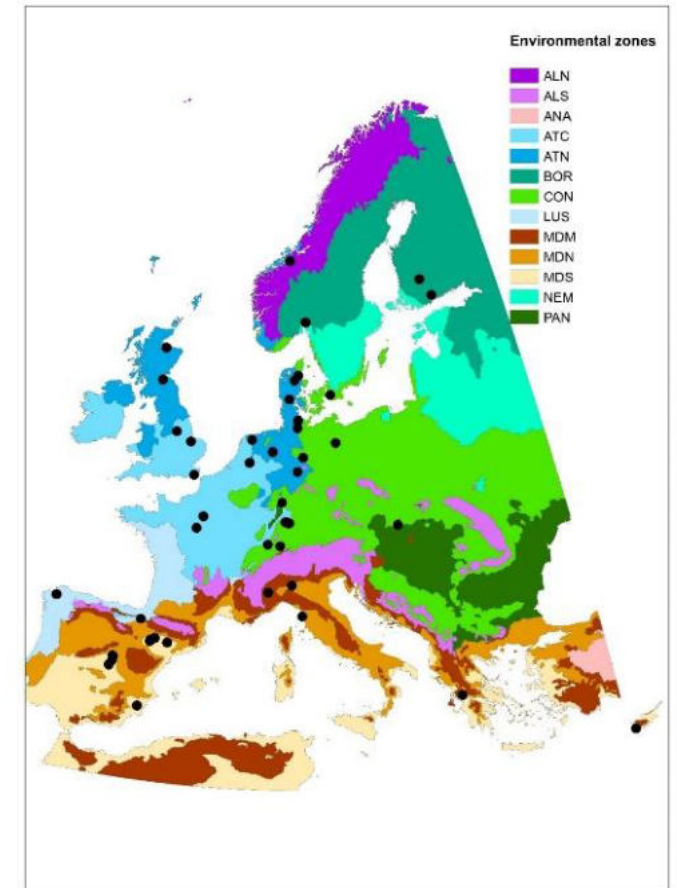
The SOMMIT project: risultati principali and trade-off index



Gestione sostenibile della materia organica del suolo per mitigare i trade-off tra il sequestro di C e le perdite di protossido d'azoto, metano e nitrati.



- risultati di oltre **50 esperimenti sul campo** condotti in 15 Paesi europei.
- effetti di **sette tipi di OM** applicati insieme o in combinazione con il fertilizzante minerale N.
- Le emissioni cumulative di N₂O monitorate per periodi da **30 a 1.070 giorni**
- **Diversi seminativi**, soprattutto cereali, coltivati in monocoltura o in rotazione su terreni minerali.

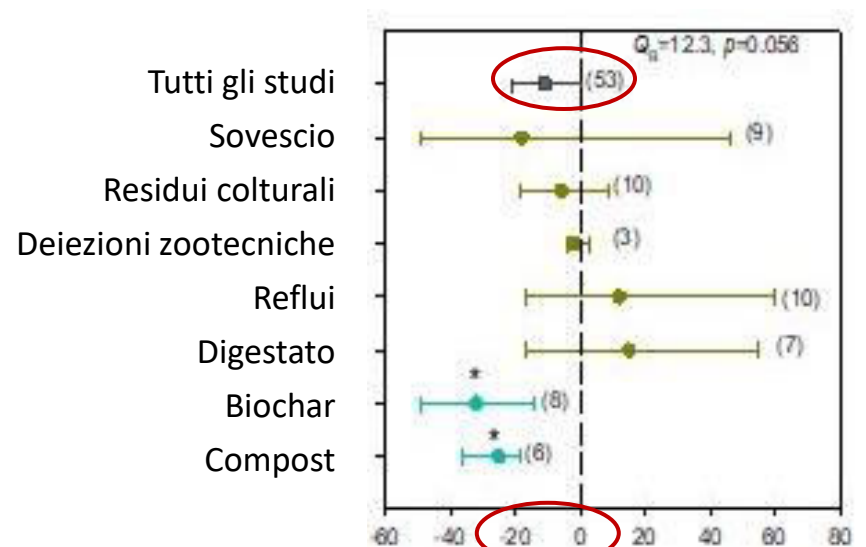


Mitigazione delle emissioni di gas serra dal suolo

- Per garantire efficacia complessiva contro cambiamenti climatici →
EMISSIONI NETTE NEGATIVE:
 - Sulle stesse parcelle considerare emissioni anche di N_2O , CH_4 (*trade-off*)
 - Evitare rilocalizzazione (*leakage effect*) su altre parcelle

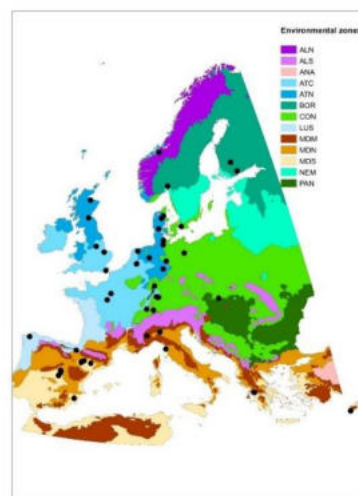
Effetto **COMPOSTI ORGANICI** rispetto alla fertilizzazione minerale

Meta-analisi con più di 50 studi in 15 nazioni Europee



% di variazione delle emissioni di N_2O
rispetto alla fertilizzazione minerale

(Valkama et al. 2024 EJSS)



-10% in media

Compost: -25%

Biochar: -33%

Effetto variabile in base a:

✓ climate

✓ suolo (pH e tessitura)

Altri composti organici:

• No effetto significativo, ma:

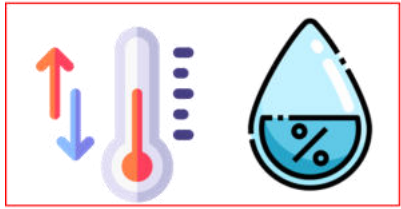
✓ -16% (OM da solo)

✓ +14% (OM + N minerale)

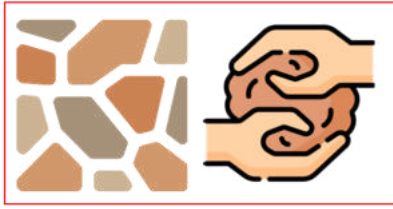
STUDIO ESEGUITO PER MOLTE PRATICHE DI CARBON FARMING →

L'effetto positivo su SOC è ridotto da aumentate N_2O
ma mai annullato o superato

Caso studio italiano: dashboard interattiva



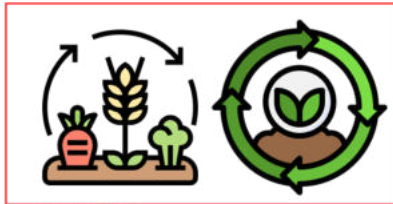
TEMPERATURE REGIME
MOISTURE REGIME



SOIL CLASS
SOIL TEXTURE



IRRIGATION
SOIL TILLAGE



CROPS
RESIDUES MANAGEMENT



MINERAL FERTILIZATION
ORGANIC FERTILIZATION

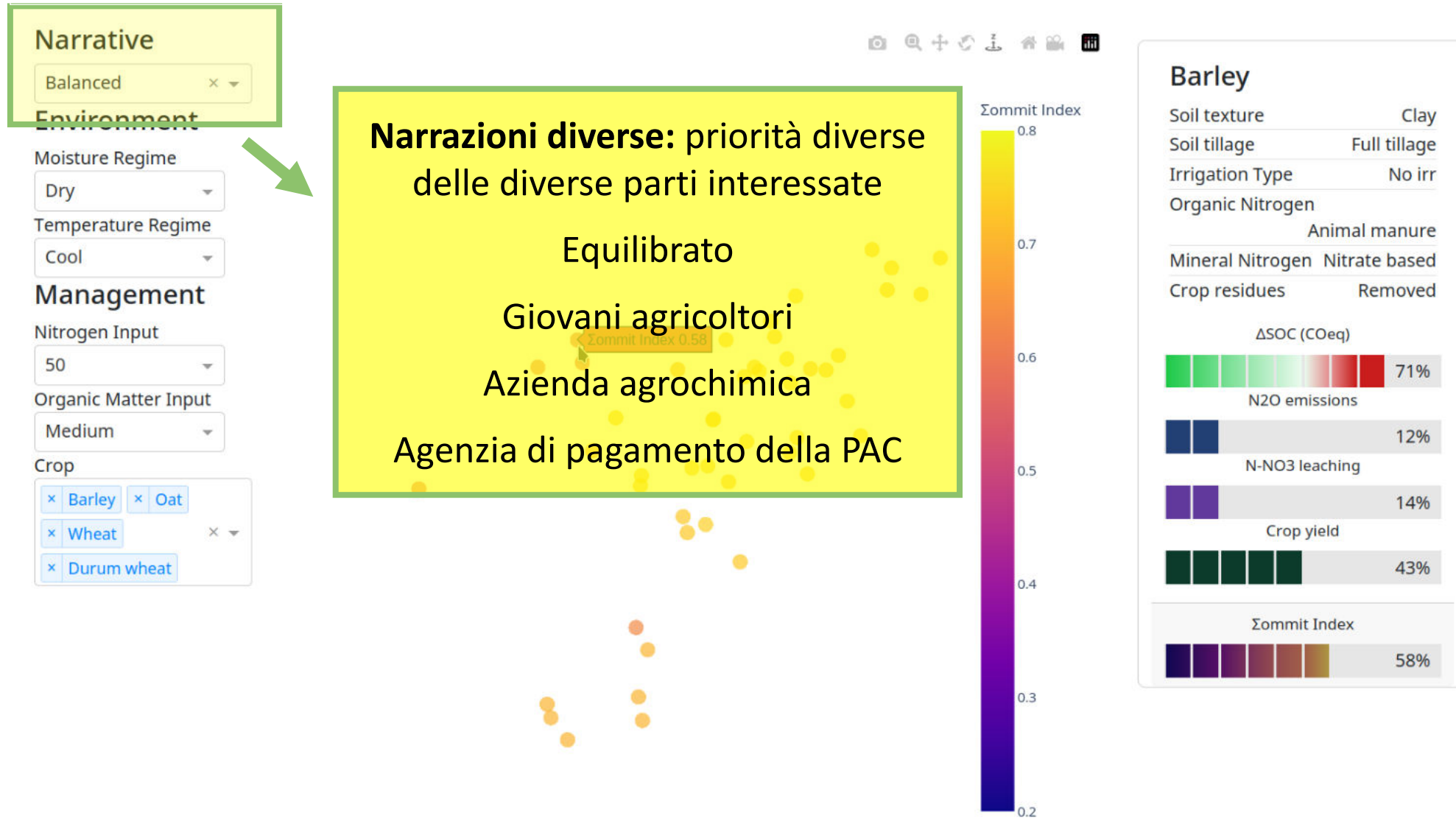
The Σommit Trade-offs analysis: dashboard interattiva per esplorare il set di dati rilasciato in Calone, R., Fiore, A., Pellis, G., Mongiano, G., & Bregaglio, S. (2023)

Il dataset: generato da circa due milioni di casi di scenario agronomici italiani

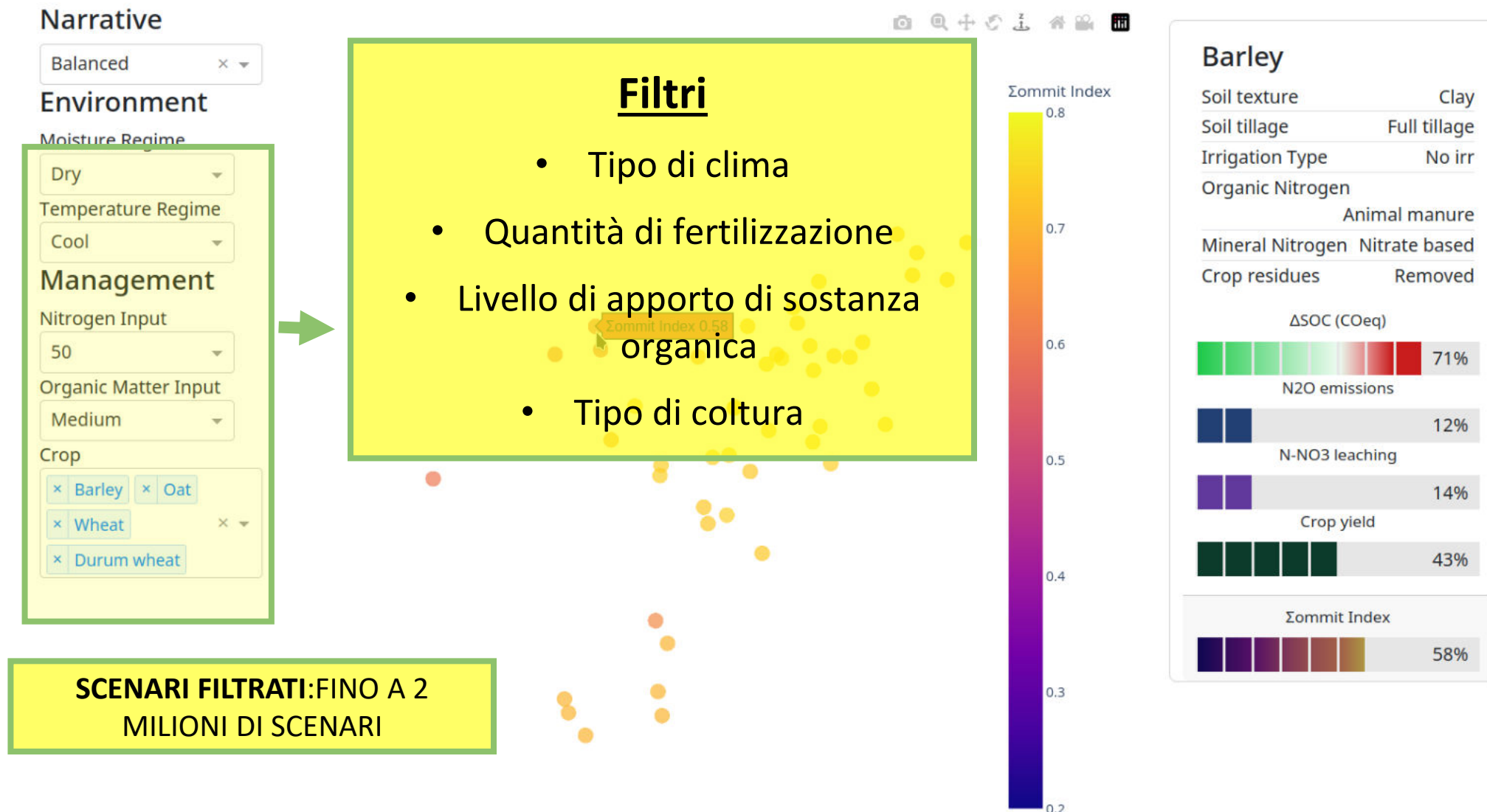
Obiettivi principali:

- ✓ eseguire analisi costi-benefici in relazione alle componenti di trade-off
- ✓ Utilizzo anche per utenti non esperti
- ✓ Comprensione variabilità relativa delle componenti ambientali
- ✓ Gestione e Trade-off tra diversi scenari agronomici

Caso studio italiano: dashboard interattiva



Caso studio italiano: dashboard interattiva



Caso studio italiano: dashboard interattiva

Narrative

Balanced

Environment

Moisture Regime

Dry

Temperature Regime

Cool

Management

Nitrogen Input

50

Organic Matter Input

Medium

Crop

Barley

Wheat

Durum wheat

Ripartizione dettagliata degli scenari:

- Tipo di suolo
- lavorazione del terreno
- Irrigazione
- Tipo di fertilizzazione N
- Residui colturali

Variazioni relative delle 4 componenti di trade-off e dell'indice SOMMIT

dall'interazione di diverse pratiche di gestione in diverse condizioni ambientali



Sommit Index

0.8

0.7

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

Barley

Soil texture Clay

Soil tillage Full tillage

Irrigation Type No irr

Organic Nitrogen

Animal manure

Mineral Nitrogen Nitrate based

Crop residues Removed

Δ SOC (COeq)



N2O emissions



N-NO3 leaching



Crop yield



Sommit Index



Colore

Scur → valore basso indice → *bad score*

Chiar → valore alto indice → *good score*

Altre politiche, al di là dei crediti di carbonio



EJP SOIL
European Joint Programme

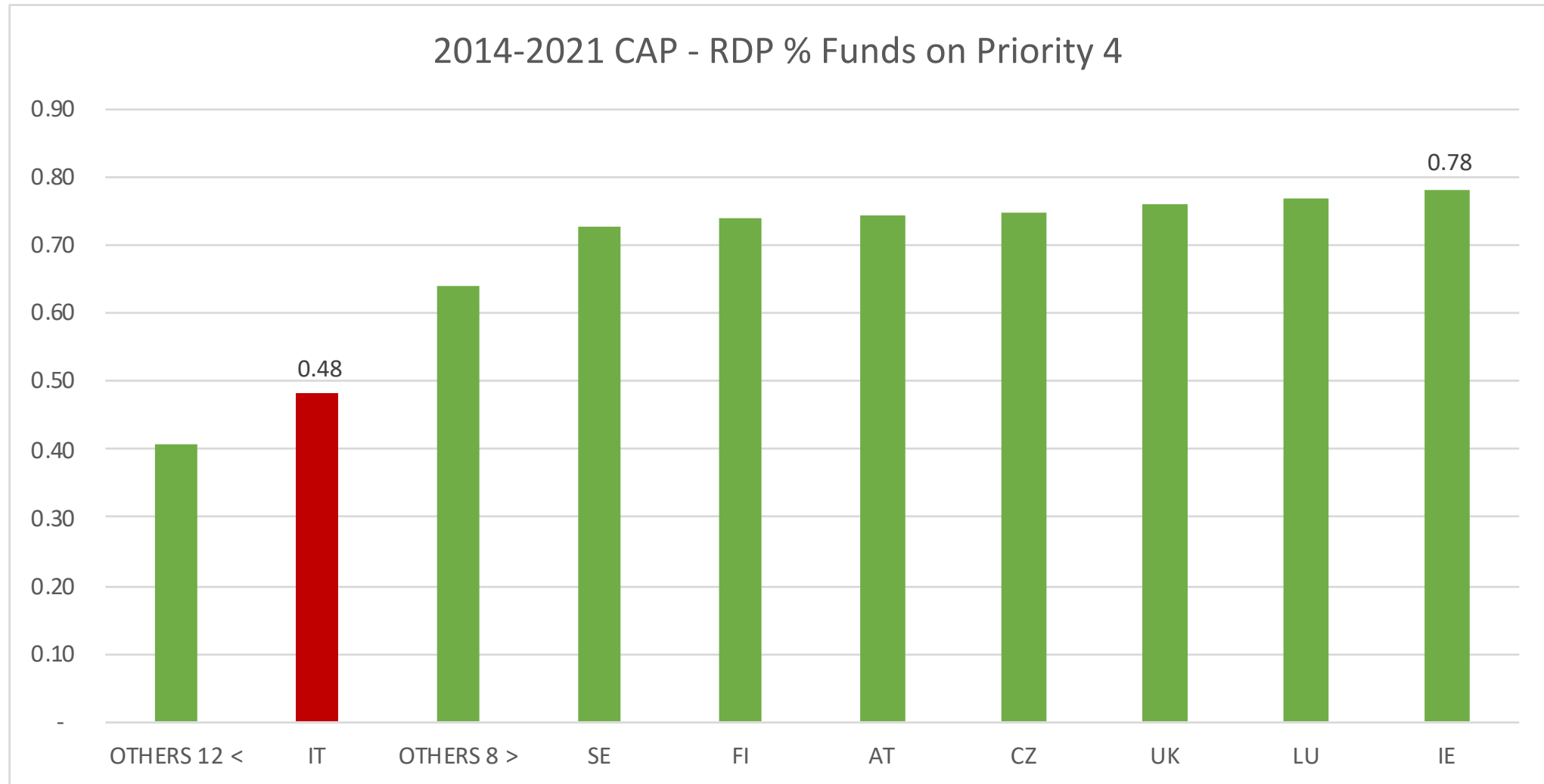
EJP SOIL has received
funding from the European
Union's Horizon 2020
research and innovation
programme: Grant
agreement No 862695



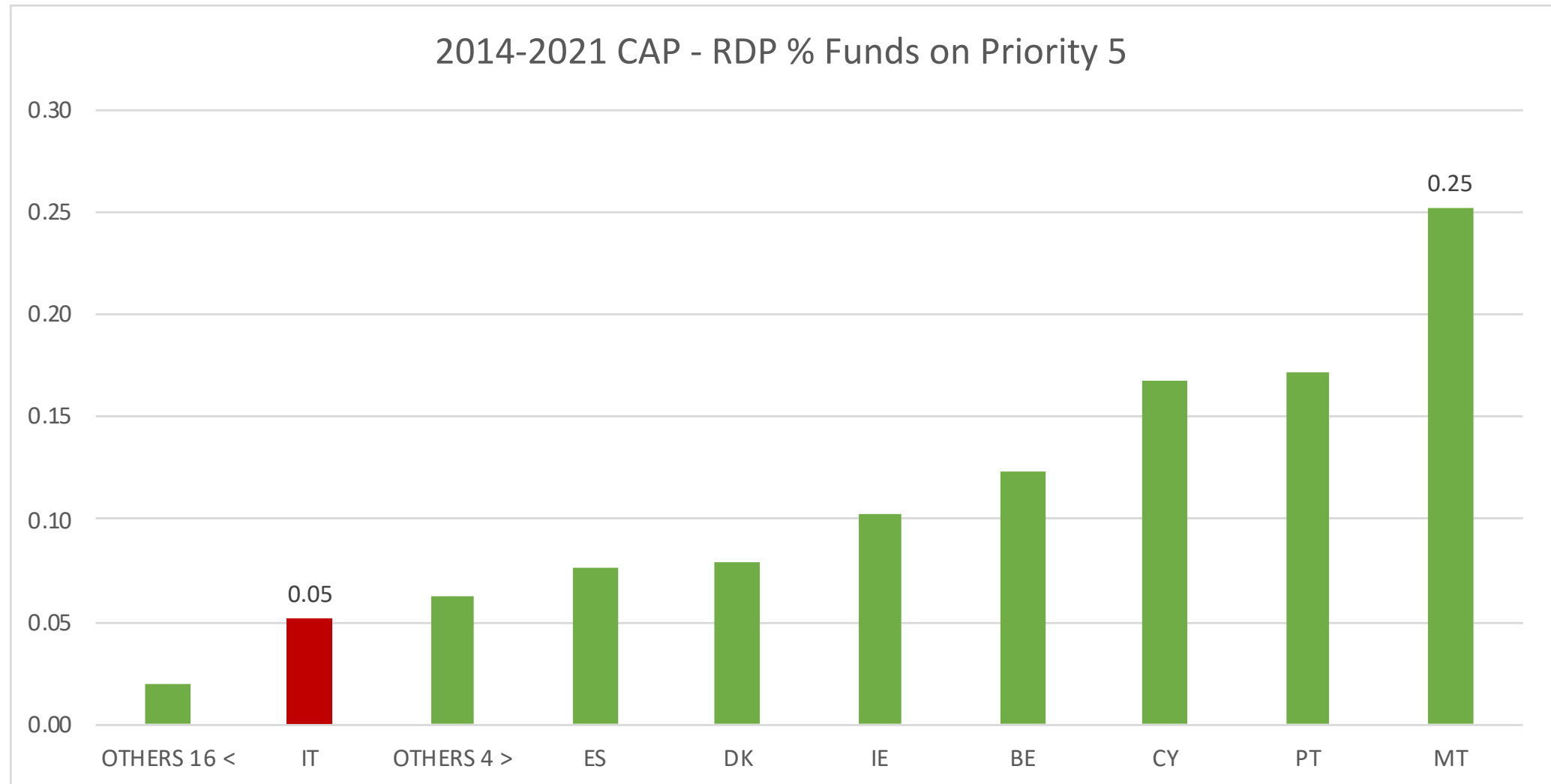
Politiche ambientali UE

- Le politiche agricole dell'Unione Europea (UE) perseguono finalità perfettamente in linea con l'obiettivo *Ottenere sistemi agricoli e alimentari più produttivi, resistenti e sostenibili*
- 387 miliardi nel periodo 2023-2027 per tutti gli Stati Membri
- 37 mld di euro per l'Italia (circa il 10% del budget complessivo)

L'attenzione alla mitigazione del cambiamento climatico nelle strategie finanziarie degli Stati UE



L'attenzione alla mitigazione del cambiamento climatico nelle strategie finanziarie degli Stati UE





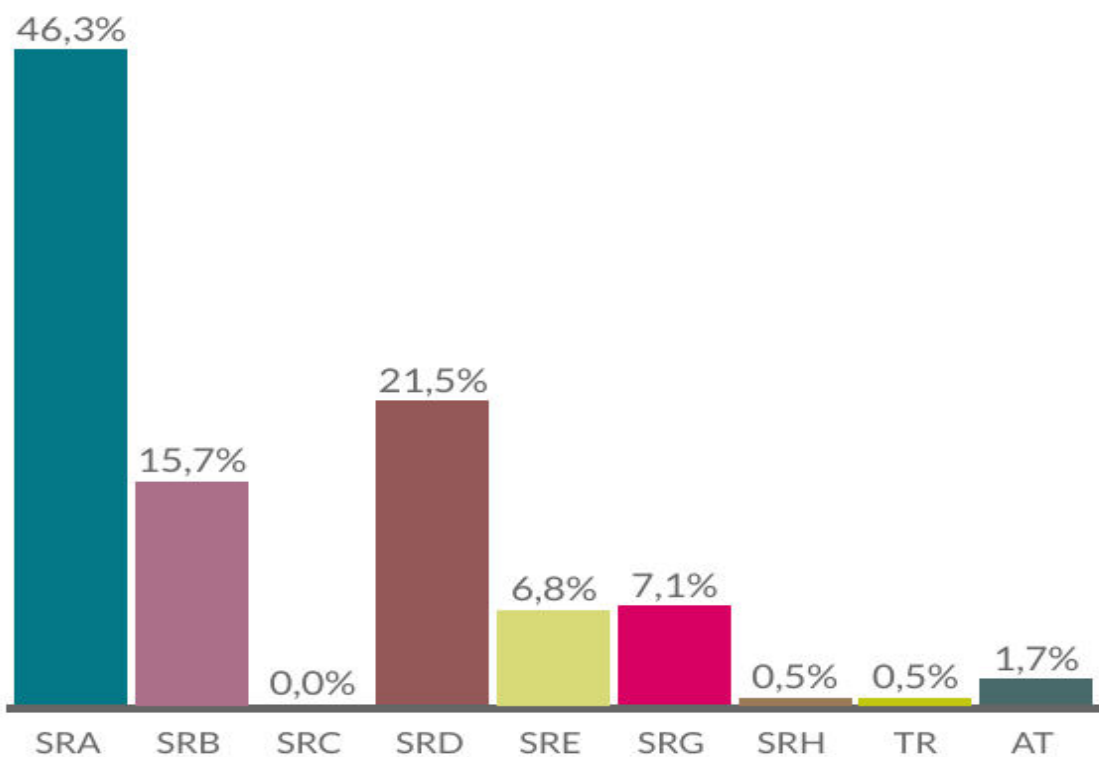
SVILUPPO RURALE (2023-2027)

SPESA PUBBLICA TOTALE

€ 1.474,6 MLD



Interventi - Spesa pubblica totale	Meuro
SRA - Impegni in materia di ambiente e di clima	683,1
SRB - Indennità vincoli naturali	231,5
SRC - Indennità per svantaggi requisiti obbligatori	0
SRD - Investimenti	316,4
SRE - Giovani	100
SRG - Cooperazione	104
SRH - AKIS	7,6
TR - Spese in transizione	7
AT - Assistenza Tecnica	25
Totale	1.474,6

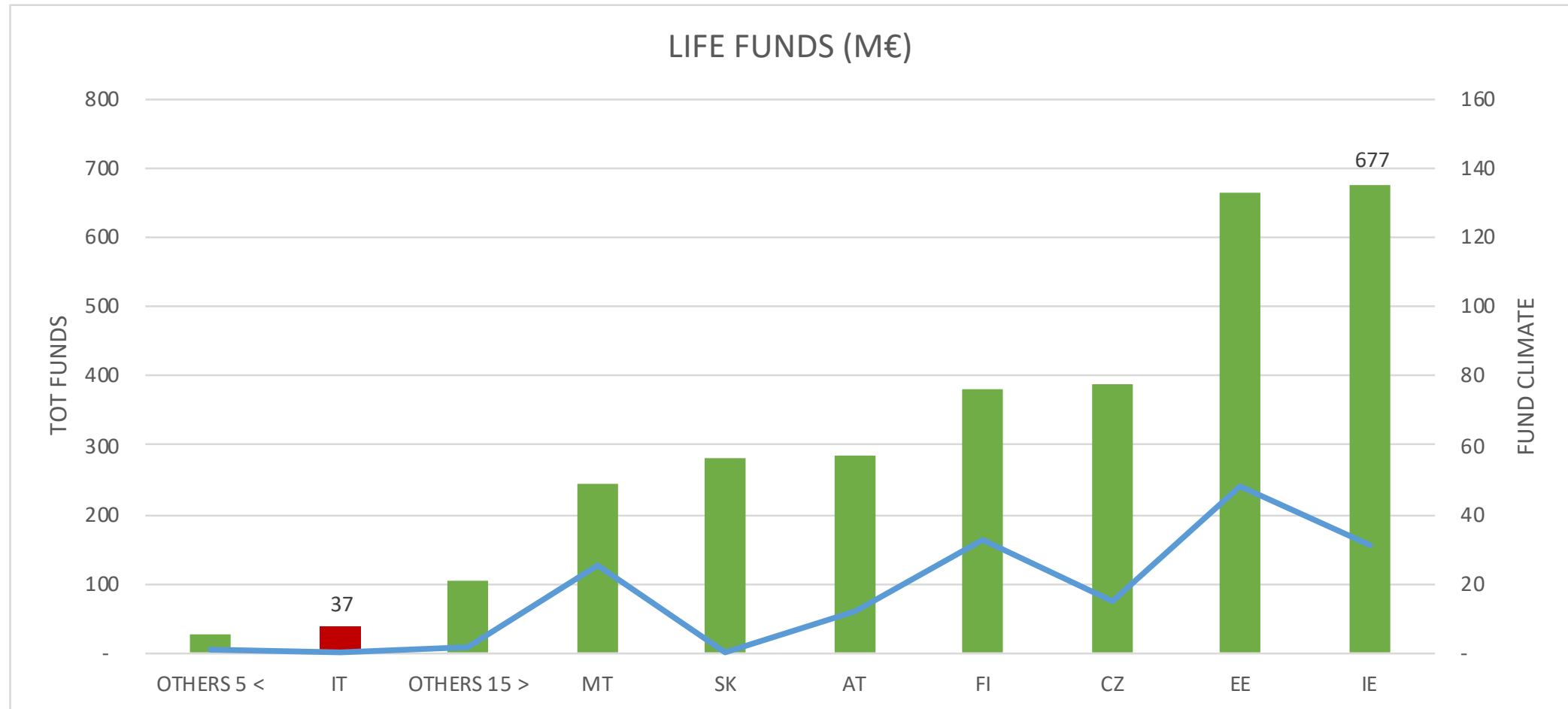


Eco-schemi

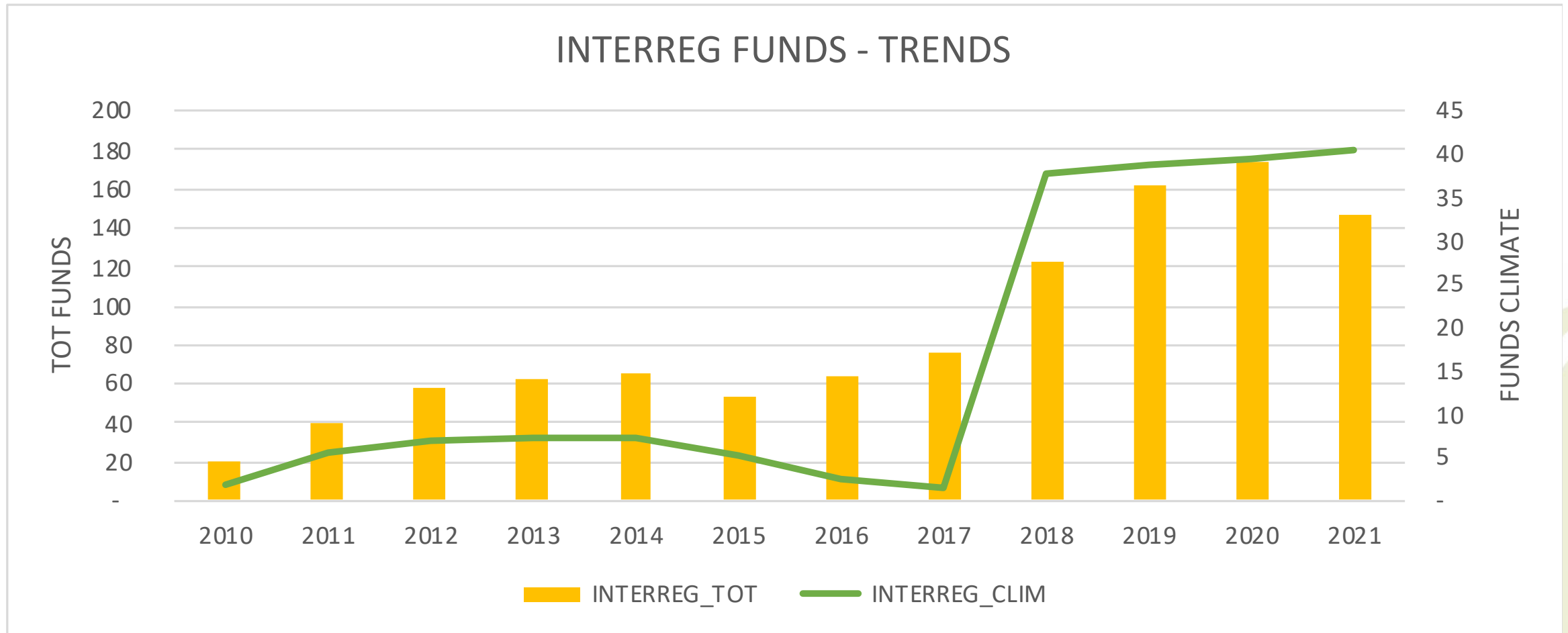
Elemento di novità introdotto nella programmazione 2023-2027 con lo scopo di offrire agli agricoltori, anche nell'ambito del Primo Pilastro, la possibilità di assumere impegni più ambiziosi in materia di ambiente, clima e benessere degli animali.

- Miglioramento del benessere animale attraverso la riduzione dell'utilizzo di antibiotici (livello 1) e l'adesione al sistema di qualità nazionale per il benessere animale prevedendo l'introduzione di sistemi di allevamento pascolivi o semibradi (livello 2) (**ECO1**);
- Inerbimento e gestione delle colture arboree permanenti, con connessi impegni per la gestione del suolo, e di limitazione dell'uso di diserbanti e fitosanitari (**ECO 2**);
- Salvaguardia degli olivi di particolare valore paesaggistico e storico, sui quali sono rispettati gli impegni specifici relativi alla potatura almeno biennale delle chiome e a divieto di bruciatura in loco dei residui di potatura (**ECO3**);
- Avvicendamento dei sistemi foraggeri estensivi con impegni relativi alla coltivazione di leguminose da granella o foraggio o di altre colture foraggere o da rinnovo e di non uso di prodotti fitosanitari e di diserbanti chimici (**ECO 4**);
- Tutela degli impollinatori, attraverso impegni relativi alla coltivazione di colture a perdere di interesse mellifero e l'impegno di non uso di diserbanti e fitosanitari (**ECO 5**).

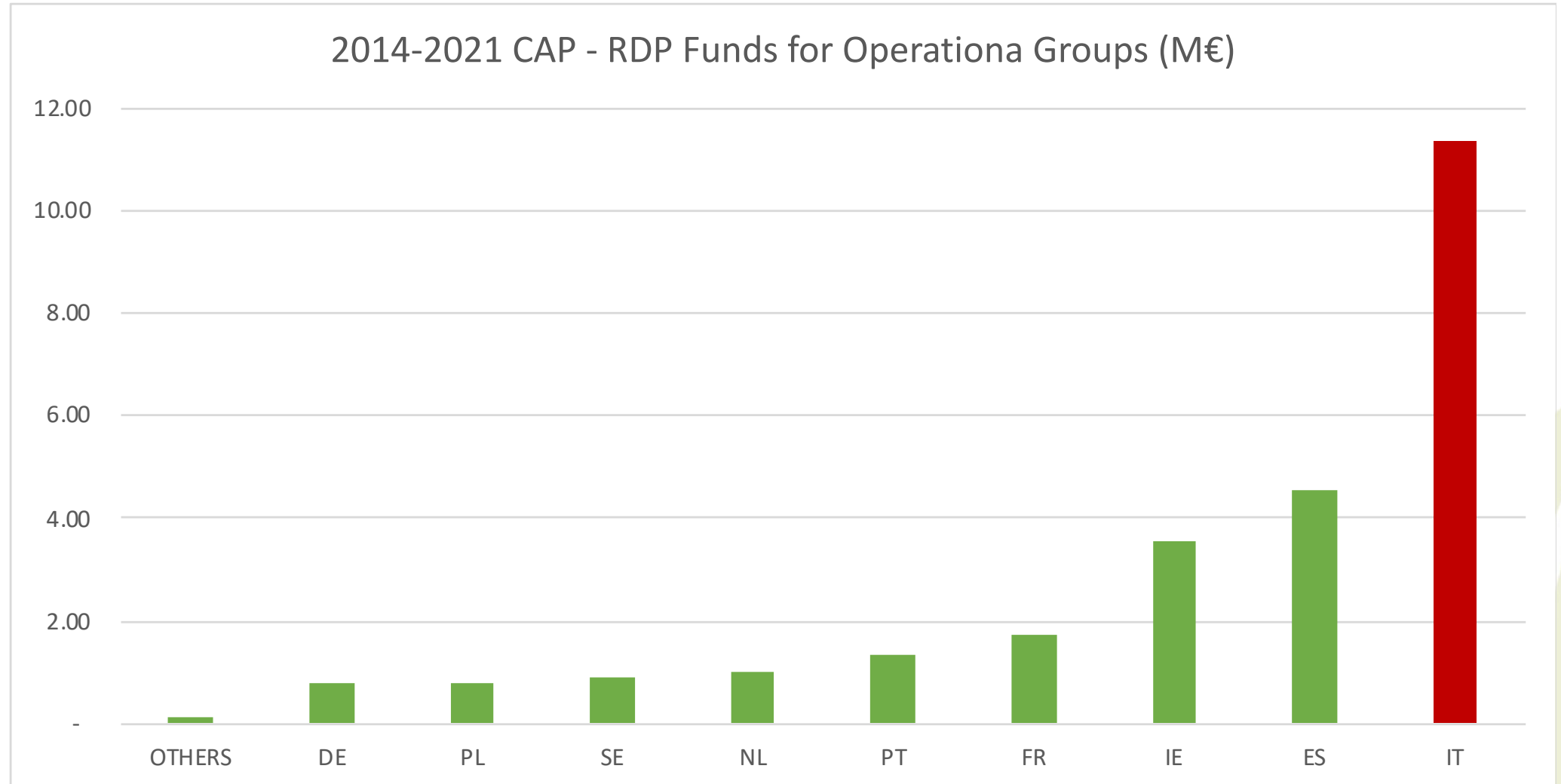
L'attenzione alla mitigazione del cambiamento climatico nelle strategie finanziarie degli Stati UE



L'attenzione alla mitigazione del cambiamento climatico nelle strategie finanziarie degli Stati UE



L'attenzione alla mitigazione del cambiamento climatico nelle strategie finanziarie degli Stati UE



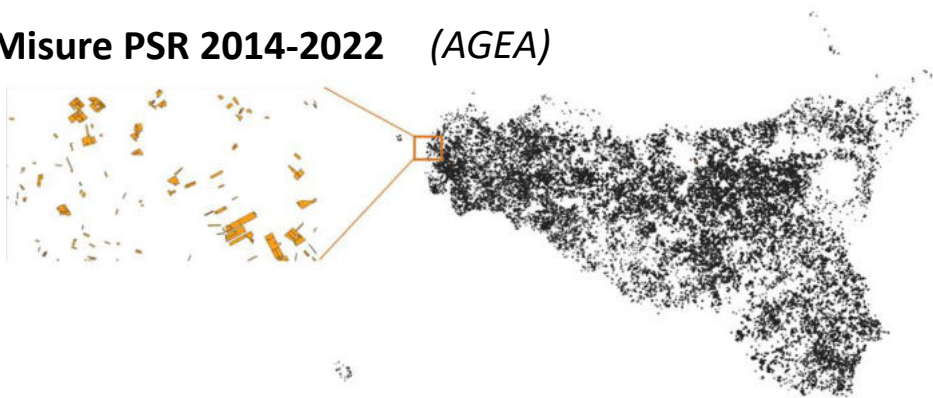
G.O. italiani per lo sviluppo di un sistema di crediti di carbonio

Titolo	Obiettivi del progetto	Total budget	Starting date	End date
<i>Calculation of carbon capture and storage and Forest Certification/ Method of Carbon conservation and storage in the Marche forest sector</i>	The aim of the project is to reach a Sustainable Forest Management of the assets managed by the G.O. according to the Pefc Certification procedures. The planning, certified, will provide R. Marche with a useful planning tool and to the public managers and forest owners the possibility of issuing CO ₂ certificates in the voluntary market. The objectives are investments in forests managed also through the exchange of certificates and the employment of forest workers in a continuous and professional manner. The existing PGFs on the woodland object of the project are then adapted to maximize the ecosystem services.	289.570	2019	2021
<i>LCA of olive-oil and winegrowing chains, by associating zootechnical species in olive groves, to increase the environmental and economic sustainability</i>	Creation of an eco-sustainable chain of local companies in the olive-oil, wine, livestock and forest sectors, using the LCA approach, in order to allow all the firms participating to the project to have all the necessary fundamentals for the certification of the environmental footprint of their products, quantifying the environmental removals during the production processes; evaluating the carbon credits generated by the carbon storage of the plants, with consequent possibility of inclusion of companies in the voluntary carbon credit market.	591.673	2018	2020
		881.243		

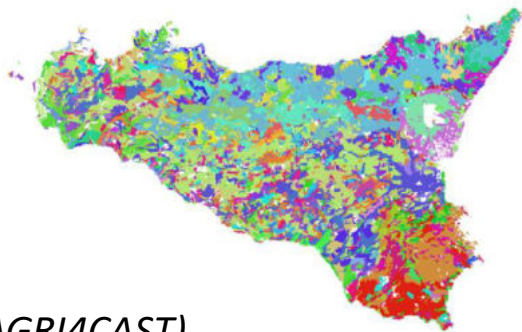
<https://www.innovarurale.it>

Impatto della PAC su SOC in Sicilia

Misure PSR 2014-2022 (AGEA)



Carta del suolo (CREA)



Clima (AGRI4CAST)

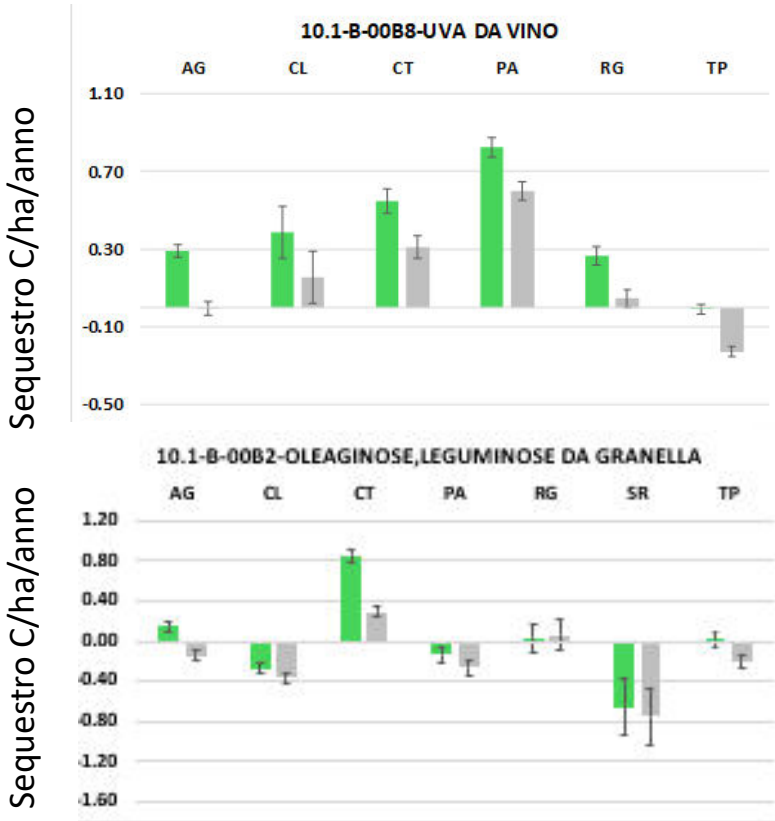


Produzioni (ISTAT)

	Agrigento	Caltanissetta	Catania	Enna	Messina	Palermo	Ragusa	Siracusa	Trapani
Type of crop	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)	Yield (q/ha)
Grapevine	73.82	78.72	78.72	67.86	88.10	125.50	78.72	82.13	57.81
Olive trees	15.32	22.50	32.93	39.57	14.95	22.30	32.69	20.01	23.89
Citrus orchards	186.25	185.58	176.75	280.12	155.11	157.30	300.88	212.32	100.49
Fruit orchards	178.43	164.05	237.37	152.55	164.71	164.05	231.36	125.29	98.51
Almond, Nuts, Pistachio trees	13.50	13.75	10.83	16.59	7.58	28.19	17.01	28.84	42.36

Crops	Agrigento	Caltanissetta	Catania	Enna	Messina	Palermo	Ragusa	Siracusa	Trapani
Winter wheat	27.6	27.5	28.6	28.8	27.3	27.2	32.3	27.2	22.9
Oat	104.4	48.5	15.0	48.5	157.5	29.4	101.6	100.2	20.5
Fava bean	67.6	30.7	28.3	33.3	77.3	126.5	29.0	90.6	21.5
Barley grass	104.4	48.5	0.0	0.0	157.5	0.0	0.0	100.2	0.0
Waxy Barley	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.6	73.6	0.0
Legume (whole)	108.3	47.0	202.8	16.5	209.0	54.9	23.4	46.4	77.3
Sulla clover	108.3	47.0	202.8	16.5	209.0	54.9	0.0	46.4	77.3
Open field fresh fava bean	67.6	30.7	28.3	33.3	77.3	126.5	29.0	90.6	21.5
Tomato in open field	180.0	136.2	233.3	156.7	213.8	121.9	446.9	342.6	100.0
Fresh tomato in open field	180.0	136.2	233.3	156.7	213.8	121.9	446.9	342.6	100.0

Modello RothC10_N (CREA)



Conclusioni

- La **mitigazione della perdita** di SOC è la preconditione per il sequestro di SOC
- La somma del sequestro di C potenziale = **3 % delle emissioni totali GHG EU+**
- Maggiori risultati se **combinazione di pratiche** e adattamento a **condizioni pedo-climatiche locali**
- **Remote sensing**: non adatto a monitorare le **piccole variazioni di SOC** da carbon farming, ma utile per monitorare cambi di uso e di gestione del suolo
- Gli agricoltori preferiscono sistemi di incentivo basati sull'**azione**
- Al di là dei carbon credits anche la **PAC** sostiene pratiche efficaci di carbon farming: maggiore efficacia se regionalizzazione misure.

Grazie per l'attenzione!!



giovanni.daraguccione@crea.gov.it



irene.criscuoli@crea.gov.it



andrea.martelli@crea.gov.it

An introduction to soil Carbon credits



<https://www.youtube.com/watch?v=EqittdhJlXU>

Conclusioni

- ❑ I **risultati** rappresentano una risorsa preziosa per affrontare le sfide legate alla **salute del suolo, alla gestione della materia organica e alla fertilità dei terreni agricoli.**
- ❑ la chiave per massimizzare l'impatto di tali risultati risiede nella loro traduzione in strumenti pratici e accessibili
- ❑ Armonizzare risultati, metodologie **per il monitoraggio del suolo e database condivisi**



Traduzione della ricerca in strumenti innovativi

- 1.Tool interattivi
- 2.Mappe tematiche
- 3.Linee guida e Cookbook
- 4.Accesso aperto ai dati