



**Alessandro Ragazzoni**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari – UNIBO



**ECOMONDO**  
The green technology expo.

NOVEMBER  
5 – 8,  
2024

RIMINI  
EXPO CENTRE  
Italy



**Farming for Future. Il modello per accelerare la transizione agro-ecologica**

# Il trattamento del digestato per un'agricoltura sostenibile

## il caso della RISAIA DEL DUCA



**SAVECO®**

**Area Forum CIB pad. D5**

a cura di CIB – Consorzio Italiano Biogas

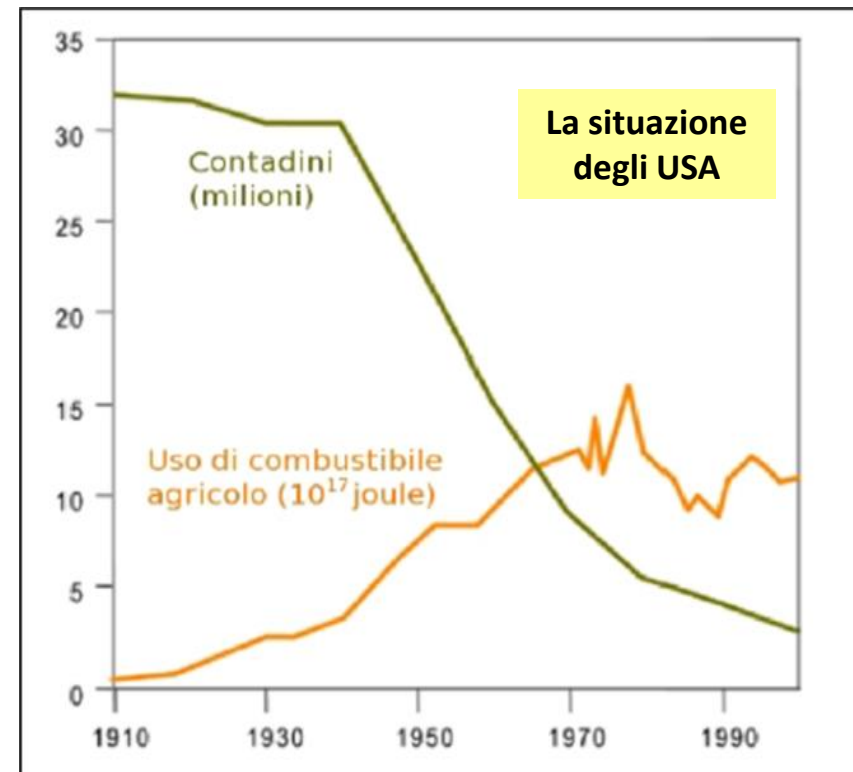
# L'evoluzione delle tecnologie in agricoltura

**Norman Ernest Borlaug**, agronomo e ambientalista, premio Nobel per la pace nel 1970, è stato definito il padre della **Rivoluzione verde**:

*«Il più grande avanzamento tecnologico, avvenuto nella seconda metà del secolo scorso, che ha dato un approccio innovativo alla produzione agricola».*

Negli ultimi 100 anni, una serie di innovazioni tecnologiche ha rivoluzionato il settore agricolo:

- (1) **la sintesi di fertilizzanti chimici azotati** (processo *Haber-Bosch*);
- (2) **la meccanizzazione agricola**;
- (3) **la ricerca genetica**;
- (4) **L'impiego di prodotti chimici per la difesa.**



# 1 I grandi «*dilemmi*»

A

L'agricoltura mondiale, nei prossimi trent'anni, dovrà aumentare le produzioni del **70%** per sfamare i **9 miliardi** di persone che ci saranno sul pianeta (fonte FAO)

B

L'agricoltura è il **terzo produttore di emissioni globali**, dopo la produzione di energia e calore da combustibili fossili e i trasporti (**10 MLD ton CO<sub>2</sub> eq/anno**)

C

Le risorse necessarie per sostenere questo sono: il **50% della *terra abitabile*** del pianeta e il **70% della domanda di acqua dolce** sono assorbiti dall'agricoltura.

## 2 Il valore delle *risorse naturali*

Noi siamo responsabili delle «impronte»  
sulle **risorse naturali**  
del Pianeta



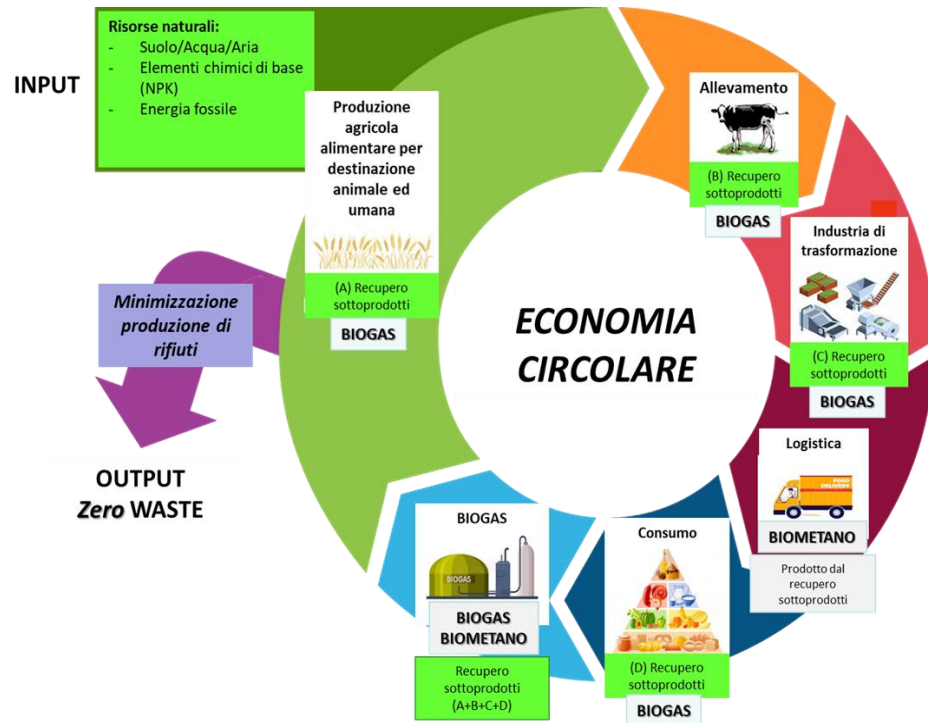
+ PREZZO = **EURO/KG**

+ SUOLO = **MQ/KG**

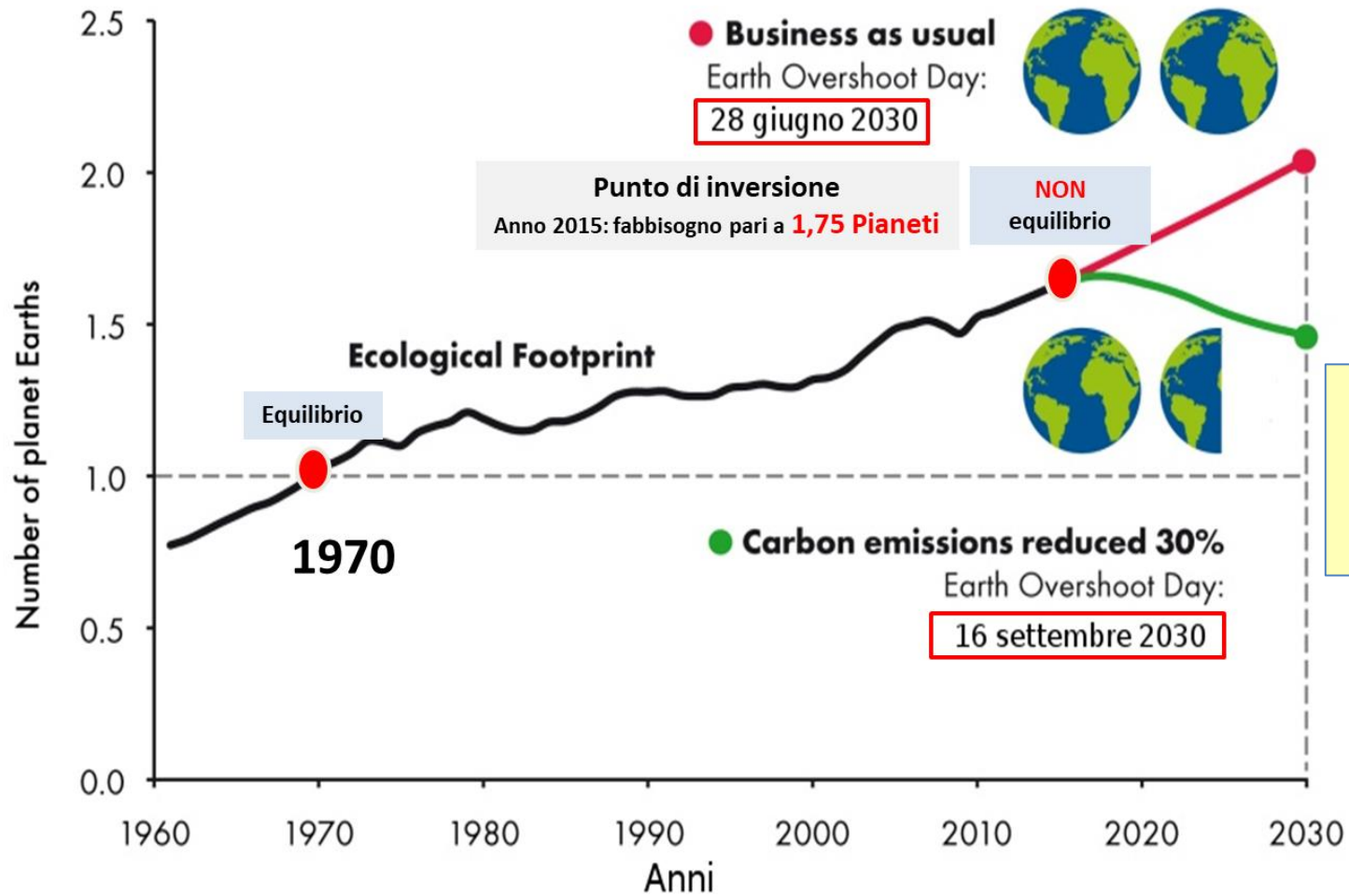
+ ACQUA = **Litri H2O/KG**

+ EMISSIONI INQUINANTI = **CO2/KG**

= **Valore economico totale (VET)**



# 3 L'impronta del SUOLO - Soil Footprint



**Esempio di consumo di suolo per alimenti**

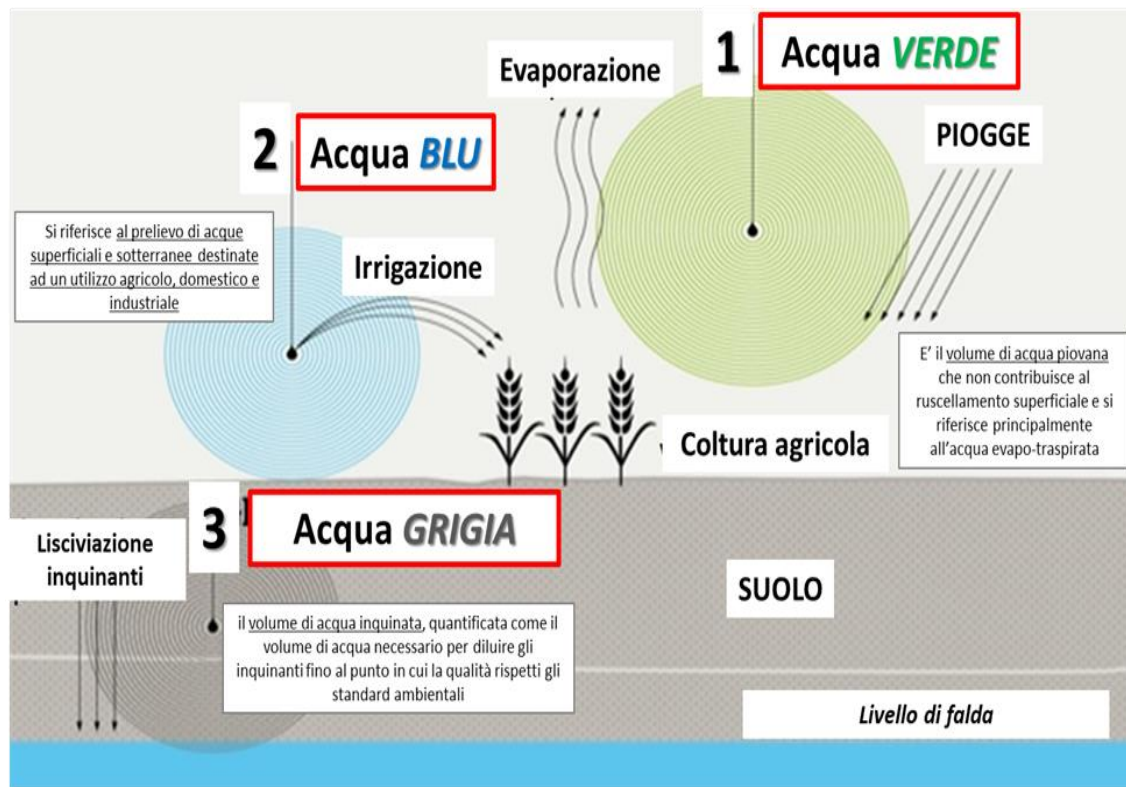
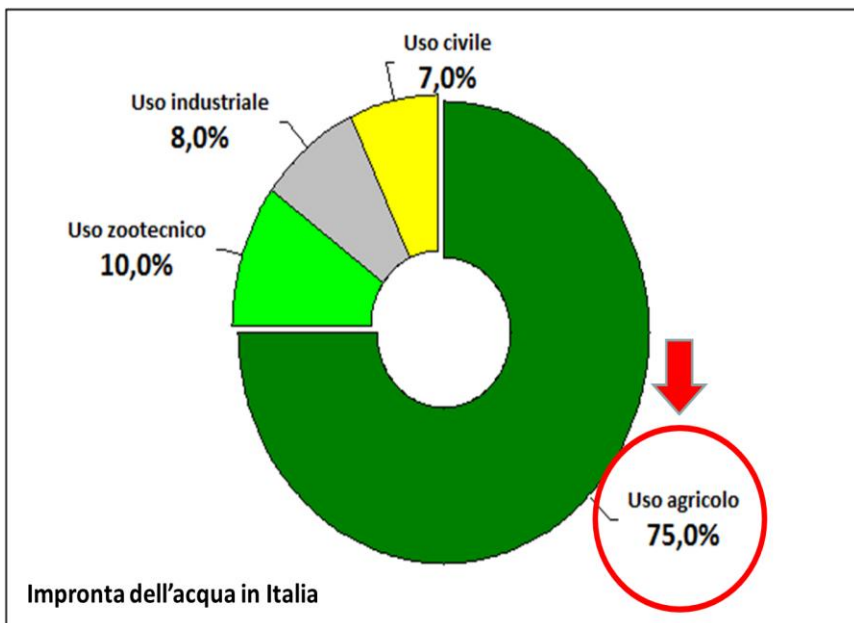
**1 kg di pane = 9,7 m<sup>2</sup>**

**1 kg di carne = 140 m<sup>2</sup>**

**1 kg di vegetali = 2,6 m<sup>2</sup>**

# 4

## L'impronta dell'ACQUA



Nel 2011 Hoekstra et al. introdussero la suddivisione in tre frazioni dell'acqua per produrre un bene:

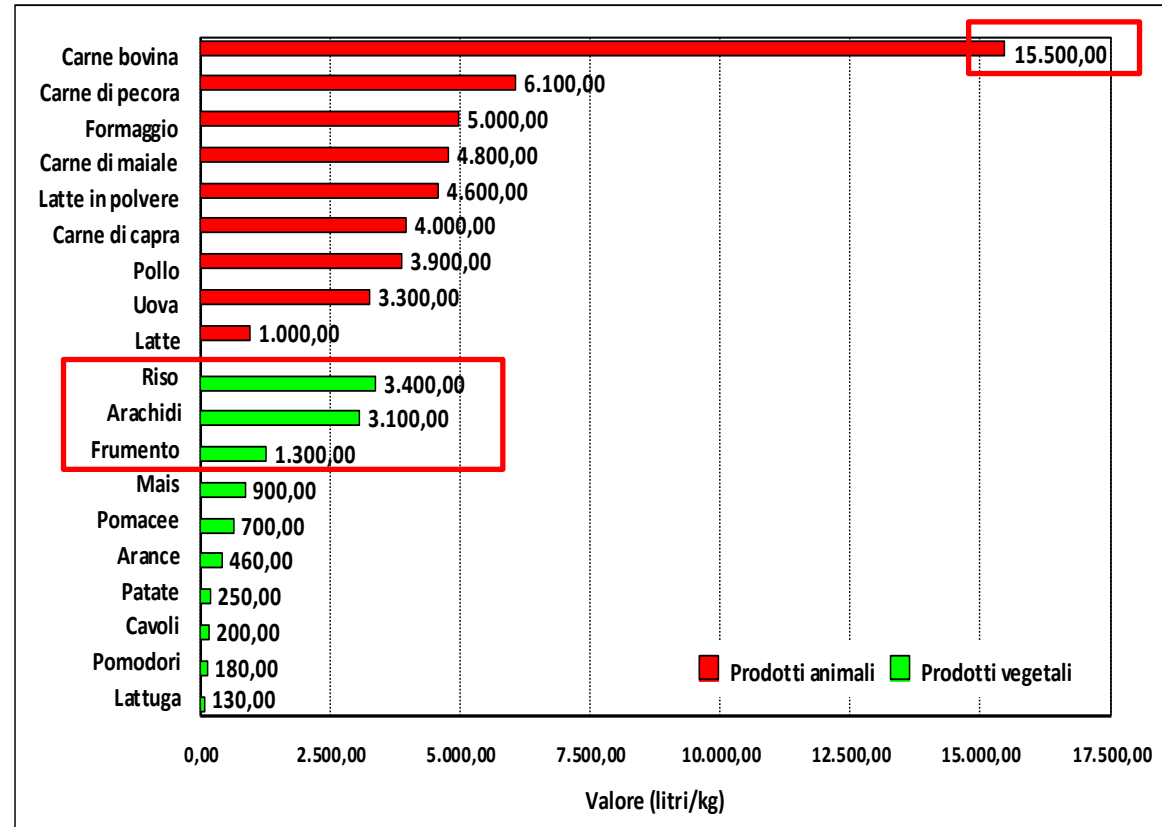
- La **verde**, dovuta all'acqua piovana ed al ciclo naturale;
- La **blu**, acqua delle falde e dei bacini idrogeologici;
- La **grigia**, necessaria a dilavare le molecole inquinanti.



Settori	Acqua VERDE (milioni m3/anno)	Acqua BLU (000m3/anno)	Acqua GRIGIA (milioni m3/anno)	TOTALE (milioni m3/anno)
Settore AGRICOLO	<b>98.962,00</b>	<b>9.255,00</b>	<b>10.156,00</b>	<b>118.373,00</b>
Settore INDUSTRIALE	0,00	1.024,00	8.370,00	9.394,00
Settore DOMESTICO	0,00	807,00	3.892,00	4.699,00
<b>TOTALE</b>	<b>98.962,00</b>	<b>11.086,00</b>	<b>22.418,00</b>	<b>132.466,00</b>

Fonte: Mekonnen e Hoekstra, 2011

L'agricoltura consuma prevalentemente **acqua verde**:  
 $98.962/118.373 \text{ mil.m}_3\text{anno} =$   
**84%**



Fonte: ns elaborazione da Hoekstra, Chapagain, Globalization of Water, 2008

Più del 90% dell'acqua necessaria a produrre carne è di tipo **verde** e **solo il 4-5%** di acqua **blu** (Heinke et alii 2020).

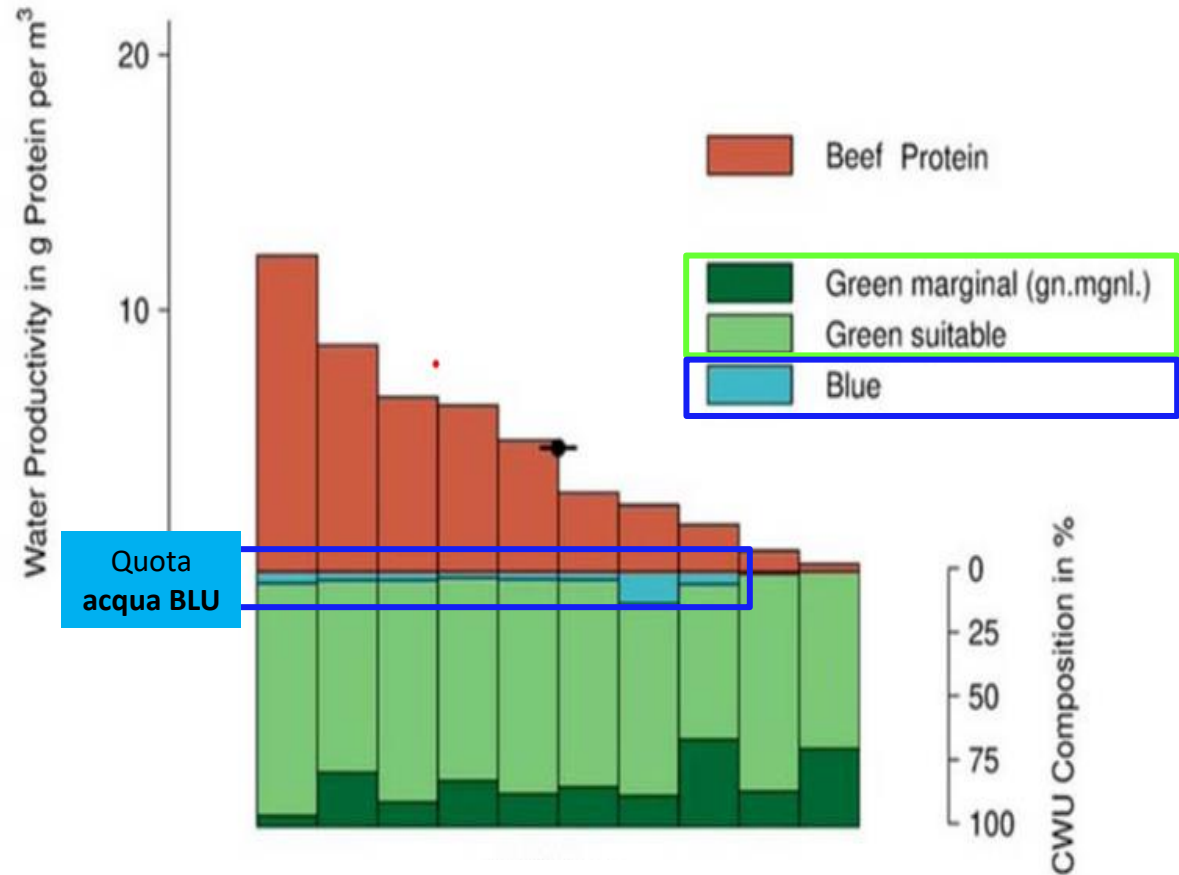
I valori sono relativi a 10 sistemi diversi di produzione di carne.

Per una porzione di carne di 80 grammi si consumano, pertanto, meno di 100 litri di acqua blu

Pertanto, l'impatto su un 1 kg non è più 15.500 litri ma

80 gr : 100 litri = 1.000 gr : **1.250 litri**

(quindi 10 volte in meno)



**CASI STUDIO**

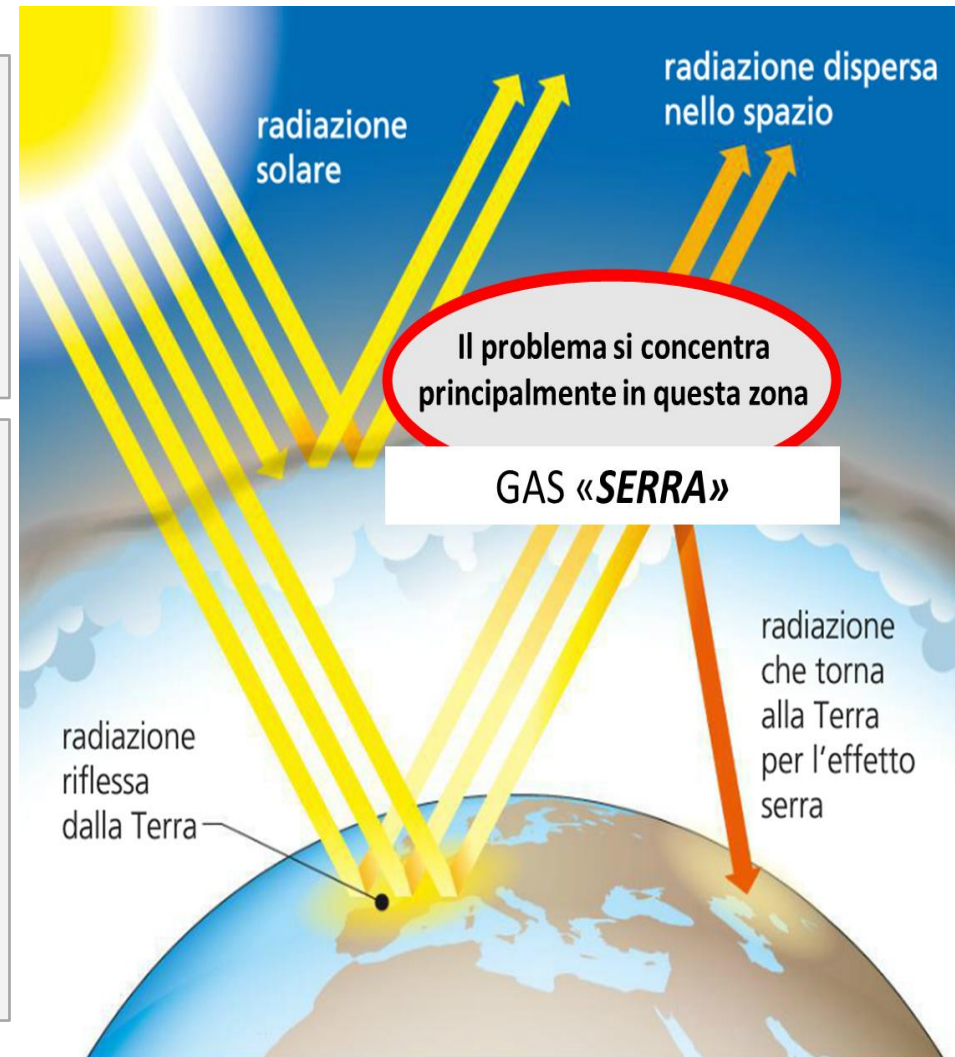


## 4 L'impronta del CARBONIO - Carbon footprint

L'effetto serra è fondamentale per la vita sulla terra: se la nostra atmosfera non contenesse i **gas serra**, la temperatura media del pianeta sarebbe -18 gradi centigradi, rispetto ai +15 attuali.

Nell'atmosfera sono presenti dei gas, come **CO<sub>2</sub>**, **metano**, **ozono** (noti anche come "**gas serra**") che filtrano i raggi solari in ingresso e ne trattengono le radiazioni.

L'alterazione della composizione delle **quote percentuali dei gas da parte delle azioni dell'uomo**, ha alterato la loro attività, aumentando il riscaldamento globale.



# AGRICOLTURA

I dati sono relativi ad un progetto europeo **AgriClimateChange (2013)** che si è svolto contemporaneamente in 4 Paesi europei (Francia, Germania, Italia e Spagna)

Tecnica agronomica	Superficie (ettari)	Resa (ton/ettaro)	Gasolio (lit/ettaro)	Pesticidi (kg/ettaro)	Azoto minerale (kg/ettaro)
- media/medium	126,92	3,20	121,00	1,50	92,00
- minima/min	26,50	1,30	44,00	0,00	0,00
- massima/max	520,00	5,20	221,00	5,00	160,00

E' importante valutare la concentrazione unitaria di azoto minerale e di GES per unità di prodotto

Tecnica agronomica	Azoto minerale (kg/ton)	Greenhouse gas (tCO2e/ettaro)	Greenhouse gas (tCO2e/ton)
- media/medium	28,75	1,90	0,66
- minima/min	0,00	0,66	0,27
- massima/max	30,77	3,29	1,57

Effetto limitato

Effetto di riduzione significativa

## Emissioni effetto serra in allevamenti di bovini da latte

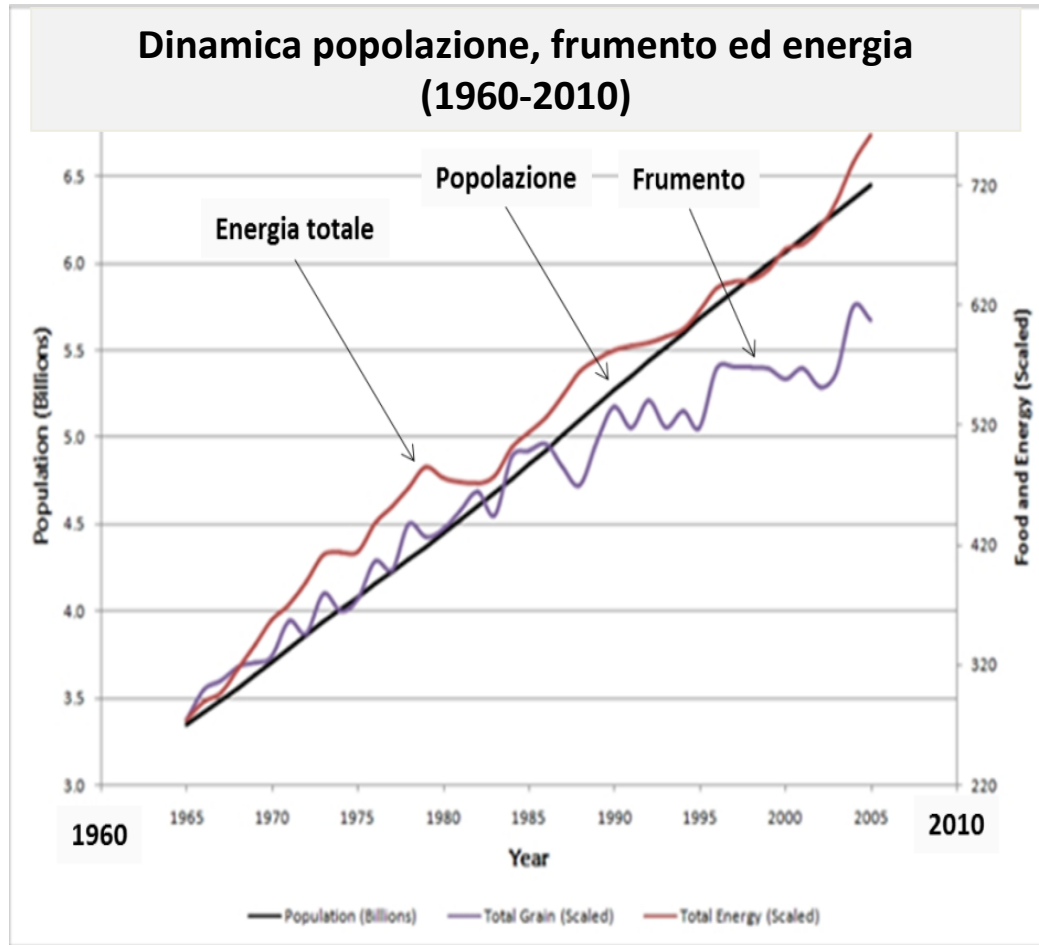
Tecnica di allevamento	Bovine (numero)	Produzione latte (lit/anno)	Greenhouse gas (tCO <sub>2</sub> e/ettaro)	Greenhouse gas (tCO <sub>2</sub> e/1.000 lit)
- media/medium	51,00	5.941,00	5,00	1,46
- minima/min	20,00	2.000,00	1,96	0,80
- massima/max	141,00	8.135,00	9,80	2,96

## Emissioni effetto serra in allevamenti di bovini da carne

Tecnica di allevamento	Carne viva totale (kg)	Greenhouse gas (tCO <sub>2</sub> e/ettaro)	Greenhouse gas (tCO <sub>2</sub> e/1.000 kg)
- media/medium	145.040,00	7,24	21,25
- minima/min	3.940,00	2,20	10,76
- massima/max	44.000,00	20,22	40,57

I dati sono relativi ad un progetto europeo **AgriClimateChange (2013)** che si è svolto in 4 Paesi europei (Francia, Germania, Italia e Spagna)

# 5 L'impronta dell'ENERGIA



Fonte: [HTTP://WWW.PAULCHEFURKA.CA/POPULATIONFOODENERGY.HTML](http://www.paulchefurka.ca/populationfoodenergy.html)

**1 caloria  
alimentare**



**Consumo energia fase «agricola»**

**1,6 calorie**

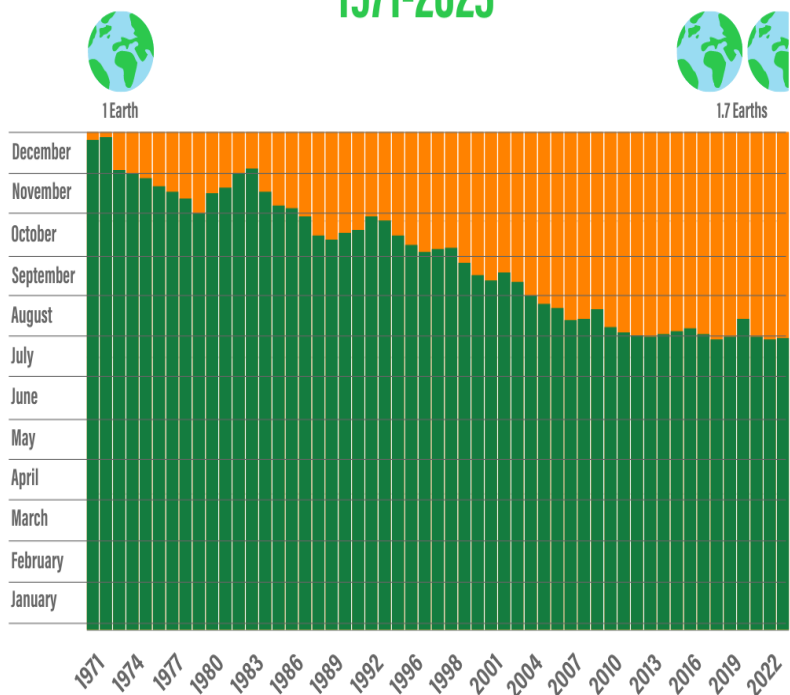
**Consumo energia fase «extra agricola»**

**5,8 calorie**

**+ 6,4  
calorie**

# 6 OVERSHOOT DAY

## Earth Overshoot Day 1971-2023



Source: National Footprint and Biocapacity  
Accounts 2023 Edition, data.footprintnetwork.org



Anno **2024**

**Mondo: 1 agosto**

**UE: 3 maggio**

**Italia: 19 maggio**

**Peggior:**

**Qatar: 11 febbraio**

In **50 anni** abbiamo perso 5 mesi!  
Nel 1970 consumavamo quello che il  
Pianeta ci forniva!  
**Il nostro Pianeta si è evoluto in 4,54  
miliardi di anni**

# 7

## Le politiche e le strategie europee per il clima e l'agricoltura

1



2



3



4



Obiettivi del  
***Green Deal***  
associati al settore  
agricolo



**Ridurre del 50% l'uso di pesticidi chimici** e il rischio ad essi associato



**Ridurre del 50% le vendite di antibiotici** per la zootecnia e l'acquacoltura



**Ridurre del 50% la perdita di nutrienti**, tutelando la fertilità del suolo e riducendo l'uso dei fertilizzanti



**Raggiungere il 25% di superficie agricola impiegata per l'agricoltura biologica**



**Completare l'accesso a Internet veloce** a banda larga nelle aree rurali



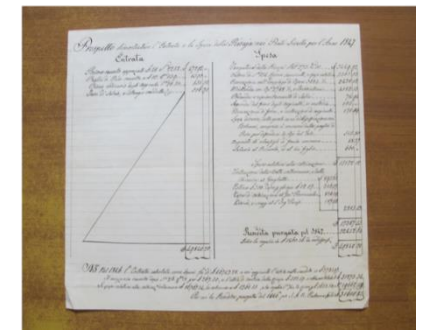
**Aumentare la superficie per la biodiversità**

# 8 Il progetto «circolare» di Risaia del Duca

L'azienda agricola *Risaia del Duca*, voluta da *Vainer Marchesini*, presidente di Wamgroup, nasce nel **2018** con l'idea di applicare le più recenti indicazioni dell'Unione europea per quanto riguarda la **qualità delle produzioni alimentari, la tutela dell'ambiente, la ricerca scientifica ed applicata e la formazione dei giovani per il settore agro-zootecnico.**

Il nome *Risaia del Duca*, volutamente mantenuto tale, deriva dall'antica proprietà della famiglia ducale di Modena. Nel 1834 tentò la coltivazione del **riso** proprio nella parte orientale della Reale Tenuta (l'attuale azienda agricola in esame) per cui vennero destinate circa 60 ettari a questa coltivazione.

Esempio di «conto economico» dell'attività di risicoltura: anno 1847







Produzione cereali e foraggi per la mandria

Circa 85 ettari di terreni a seminativo

**Allevamento Bovine latte**

45 bovine da latte  
30/35 capi in rimonta

Latte (5-10%)

Latte (90-95%)  
Parmigiano-Reggiano

Effluenti zootecnici

Energia termica/elettrica

Digestato

Frazione liquida

Frazione solida

Ammendante organico solido

Separatore

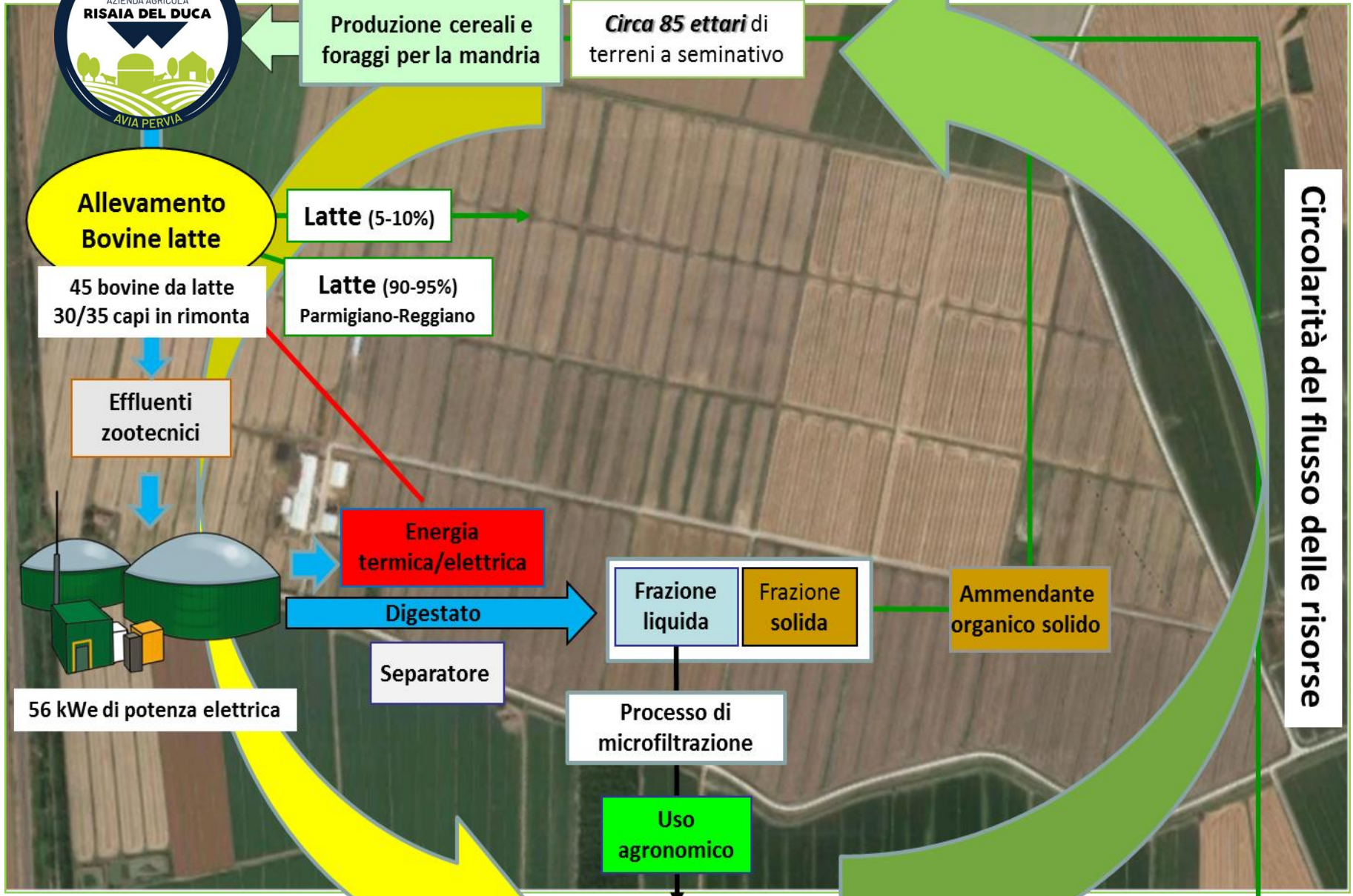
Processo di microfiltrazione

Uso agronomico

56 kWe di potenza elettrica

Fase liquida per irrigazione

Circularità del flusso delle risorse



# AZIENDA AGRICOLA Risaia del Duca



## Attività dell'Accademia

1

**RICERCA scientifica**  
in ambito agricolo e zootecnico

UNIBO



UNIFE



2

**DIDATTICA**  
Collaborazione con:

- Istituti agrari per percorsi formativi
- Università



3

**FORMAZIONE IMPRENDITORIALE**



4

**DIVULGAZIONE**

- Pubblicazioni in Riviste scientifiche
- Workshop e seminari in azienda
- Partecipazione a Convegni
- Organizzazione di FORUM tra ricercatori

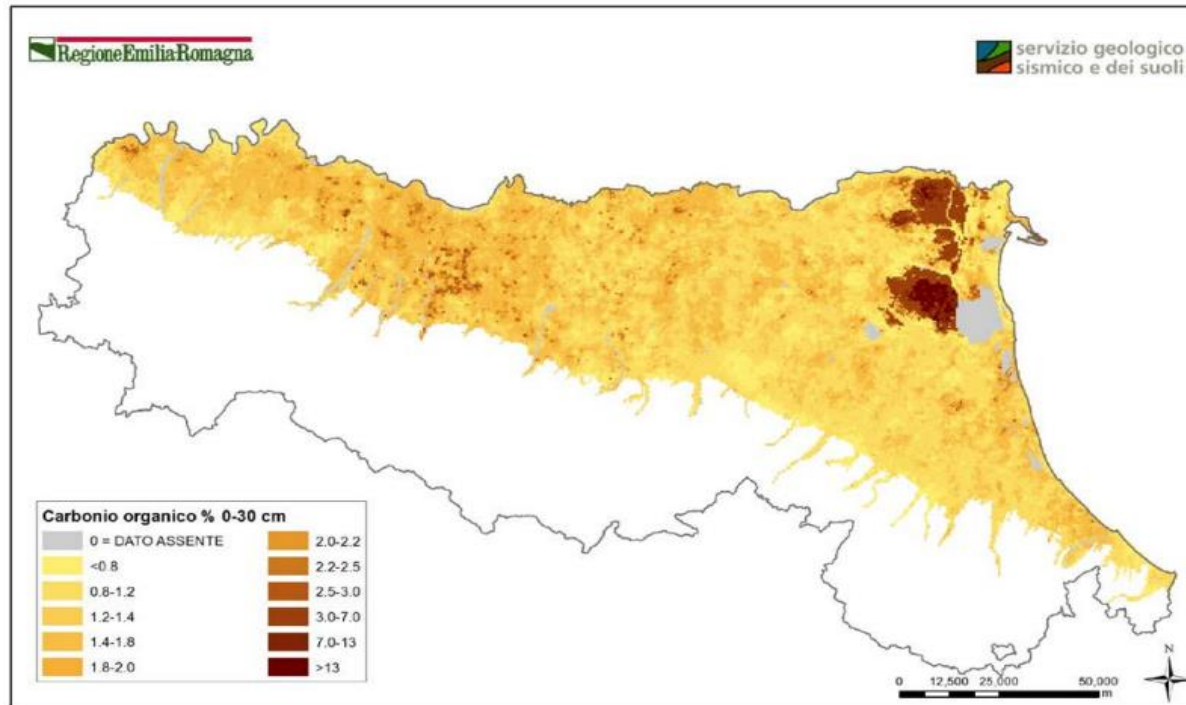


# Il trattamento del digestato per un'agricoltura sostenibile

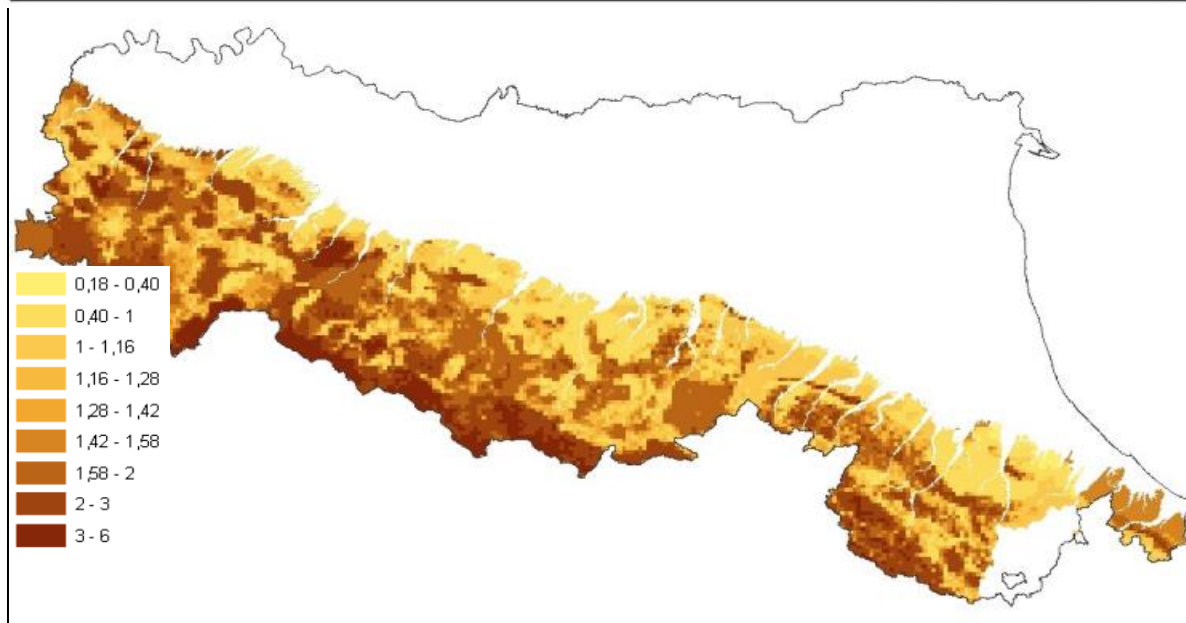
## Obiettivi ed opportunità

1. Carenza di sostanza organica nei terreni delle aziende ubicate in aree non zootecniche, e conseguente peggioramento della qualità dei suoli agricoli.
2. Abbondanza di sostanza organica da effluenti di allevamento in aziende zootecniche, e necessità di oculato collocamento per soddisfare le normative ambientali.
3. Elevato costo dei concimi chimici, che si traduce in opportunità di impiego delle matrici organiche presenti in azienda (letame, digestato, altri effluenti) come fertilizzanti.
4. Miglioramento degli effetti degli effluenti sul terreno e sulle colture, da perseguire attraverso tecniche di gestione (es., separazione frazione solida/liquida) e arricchimento (ad esempio, aggiunta di zeolite caricata).

# Carbonio organico nei terreni in Emilia-Romagna



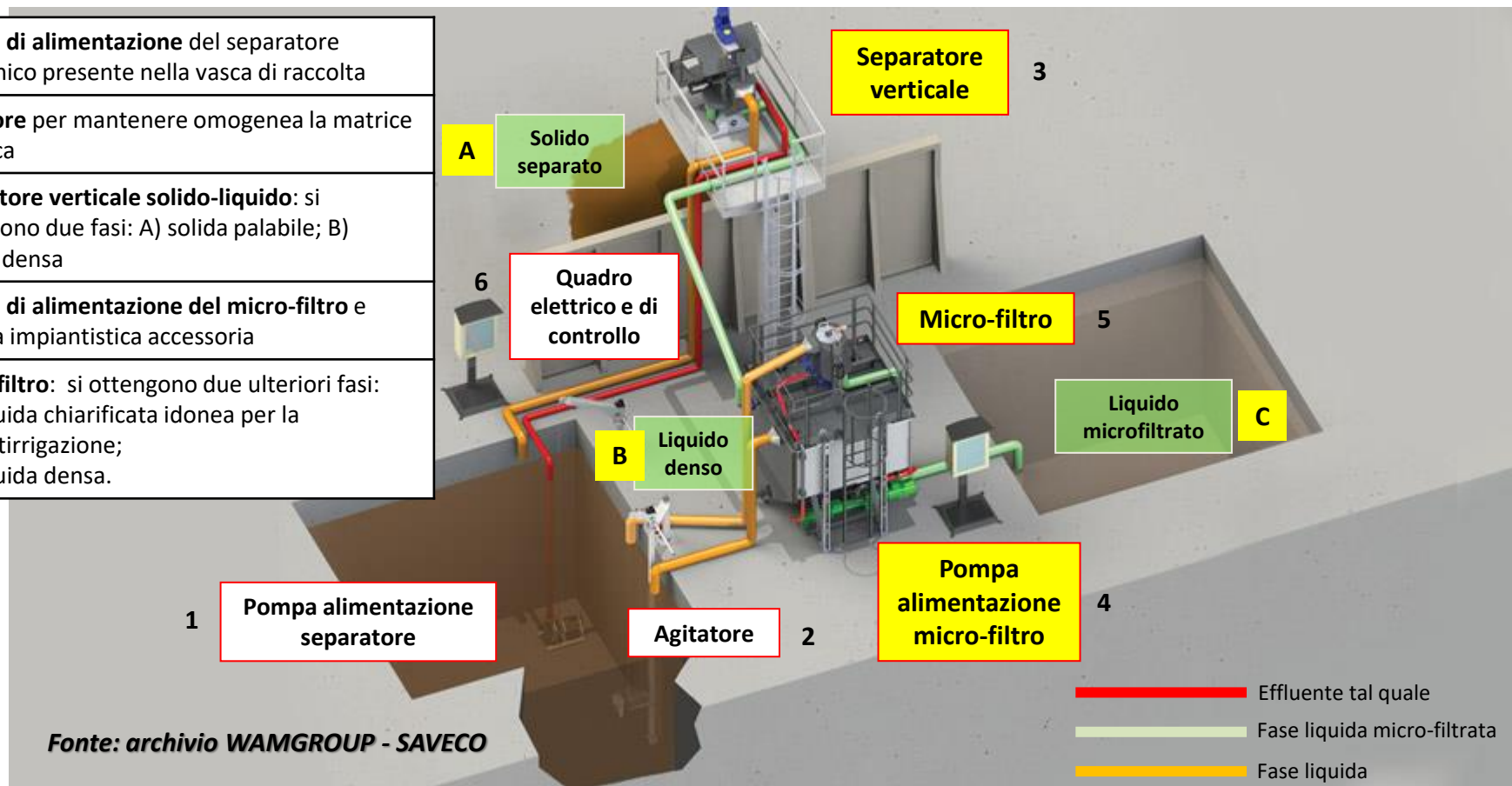
In pianura, diversi terreni hanno  
 $C < 1,2\%$  (= S.O. < 2%)



In collina e montagna, la situazione  
migliora all'aumentare della quota,  
in suoli per lo più non coltivati

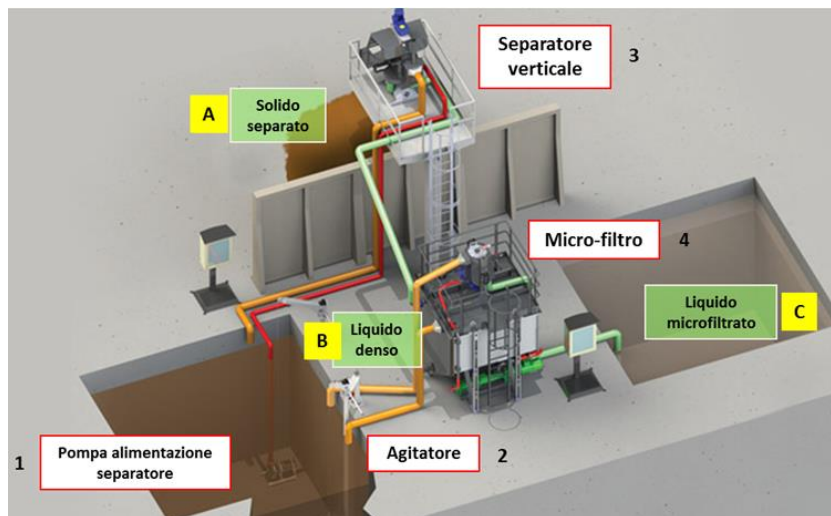
# FOCUS: Processo di trattamento degli effluenti organici e fertirrigazione

1	<b>Pompa di alimentazione</b> del separatore meccanico presente nella vasca di raccolta
2	<b>Agitatore</b> per mantenere omogenea la matrice organica
3	<b>Separatore verticale solido-liquido</b> : si producono due fasi: A) solida palabile; B) liquida densa
4	<b>Pompa di alimentazione del micro-filtro</b> e relativa impiantistica accessoriata
5	<b>Micro-filtro</b> : si ottengono due ulteriori fasi: A) liquida chiarificata idonea per la fertirrigazione; B) liquida densa.





## Processo completo di trattamento del digestato



## A Separatore solido-liquido



**SEPARAZIONE SOLIDO-LIQUIDO**

*Frazione liquida chiarificata*

● 10% >100  $\mu\text{m}$

● 20% > 50  $\mu\text{m}$



## B Micro-filtro



**MICROFILTRAZIONE**

*Frazione liquida microfiltrata*

● 0,4% >100  $\mu\text{m}$

● 2,7% > 50  $\mu\text{m}$



Granulometria della parte solida nella frazione liquida prima e dopo la microfiltrazione (SEPCOM MFT con vaglio 50  $\mu\text{m}$ \*)

\* Vaglio filtrante fino a 15  $\mu\text{m}$  (0,015 mm)

## ESEMPI DI FERTIRRIGAZIONE CON DIGESTATO: Best Available Techniques (BAT)



**Impianto di fertirrigazione:**  
utilizzo del digestato diluito con acqua



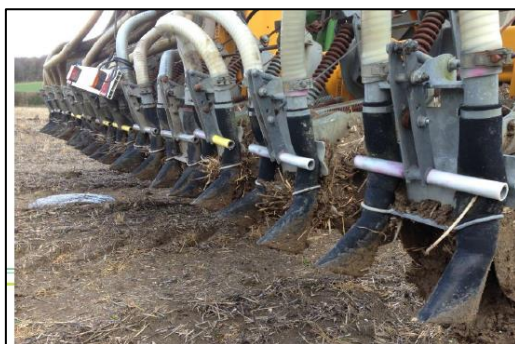
**Distribuzione in manichette anche interrate**  
(30 cm profondità) → sub-irrigazione



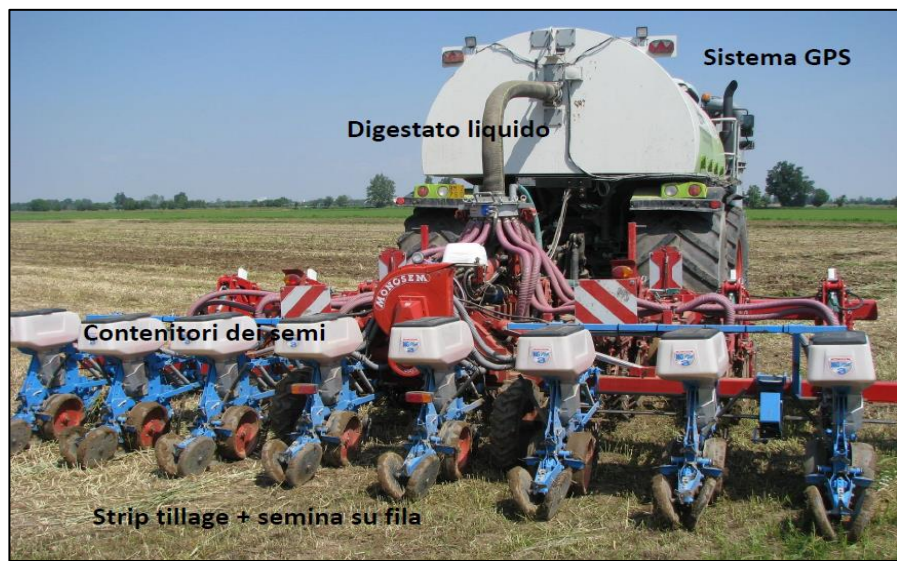




**Distribuzione di acqua e digestato con ali traslanti (ranger)**



**Spandimento in bande con trailing shoe (iniezione poco profonda)**



**Macchine innovative:** contemporanea semina e distribuzione del digestato

# Il progetto in corso (2022-2025)

RISAIA DEL DUCA



**Attività di ricerca** con parcelle a pieno campo su ampie superfici (totale **9.44 ha**).

## Tre tipi di fertilizzazione

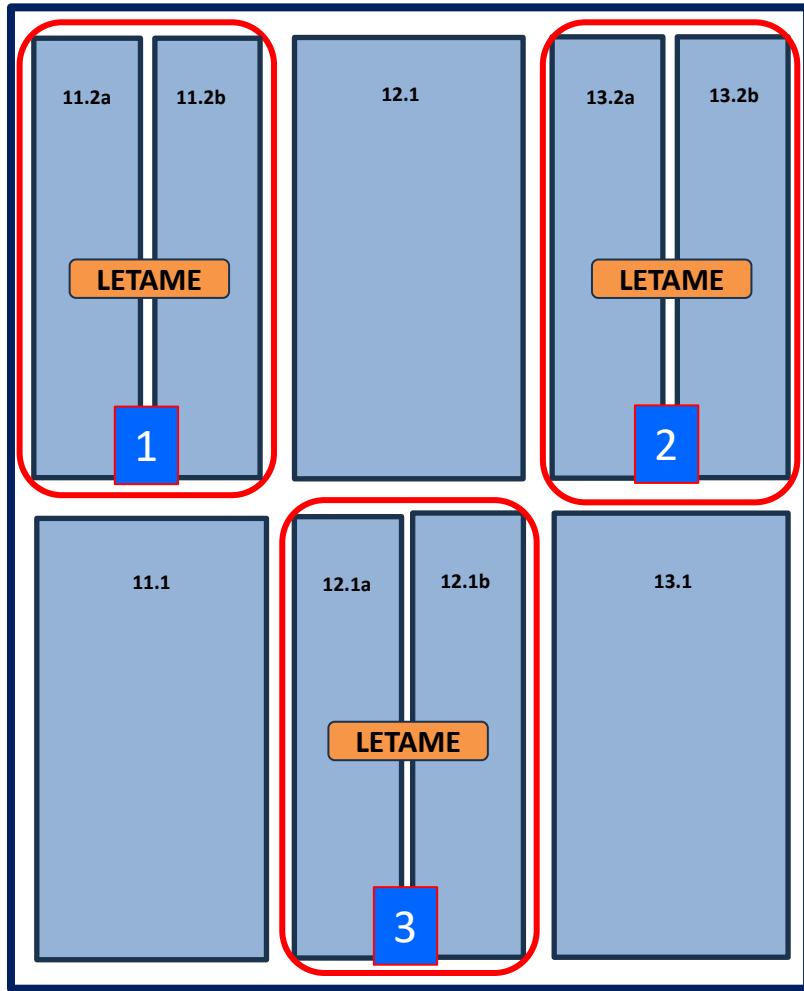
- **Minerale**, con dosi N-P-K in base al Disciplinare di Produzione Integrata della Regione E.-R.;
- **Letame/digestato** frazione solida, con integrazione minerale;
- **Letame/digestato** fraz. solida + **zeolite caricata**, con integrazione minerale.

## Aspetti analizzati nel corso del triennio

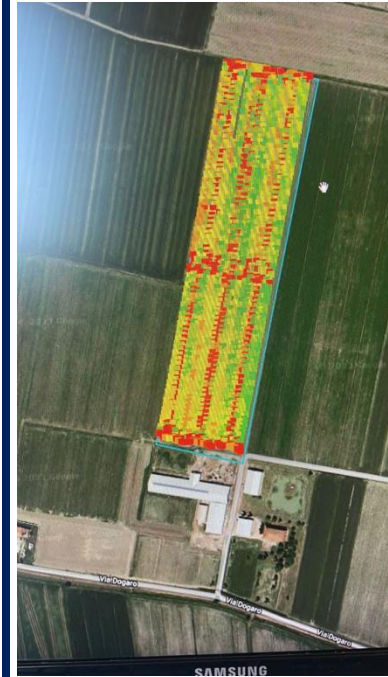
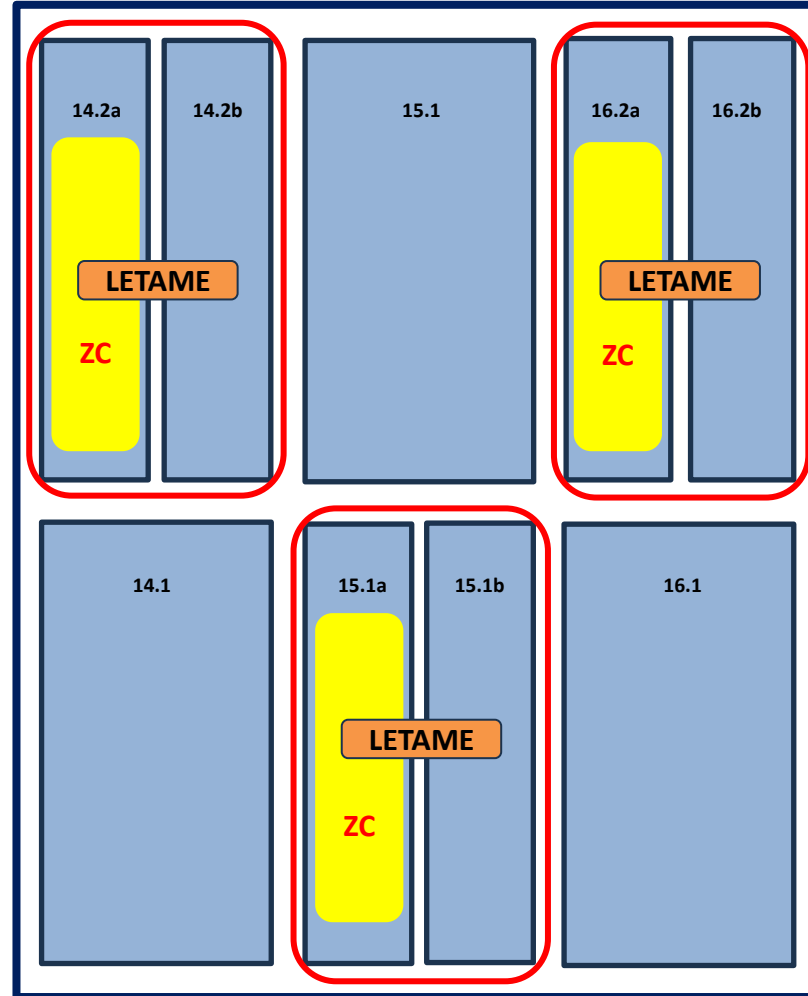
- Comportamento in campo e **produzione** quanti-qualitativa;
- **Qualità** chimico-fisico-biologica **dei terreni**;
- **Redditività** delle tecniche a confronto.

# Suddivisione appezzamenti

## Frumento tenero



## Mais da granella



### Legenda:

ZC = da 5 a 10 kg/m<sup>2</sup> di zeolite caricata

# Le dosi di fertilizzanti impiegate

Dosi di **NPK (kg/ha)** calcolate con il software nei diversi trattamenti

Coltura	Fertilizzazione	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N organico
Mais 2023	Minerale	215	138	0	-
«	Organica + minerale <sup>1</sup>	216	125	247	<b>52%</b>
Frumento 2024	Minerale	183	99	0	-
«	Organica + minerale	183	107	44	<b>16%</b>
Mais 2024	Minerale	108	99	0	-
«	Organica + minerale	103	9	50	<b>33%</b>
«	Organica + minerale + <b>ZC</b> <sup>2</sup>	111	12	163	<b>38%</b>

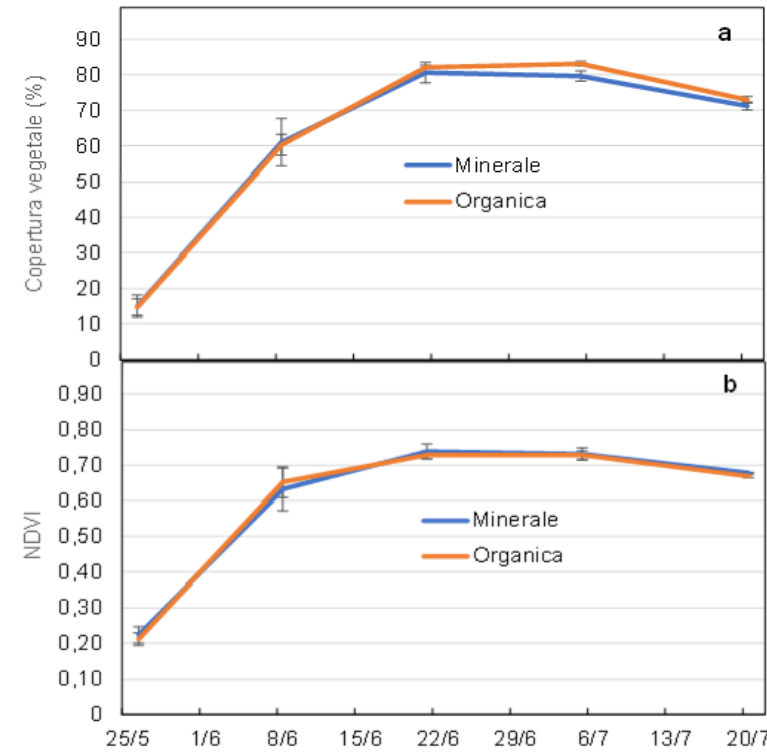
<sup>1</sup> Nel 2023, distribuiti effettivamente 157, 117 e 158 kg/ha dei tre nutrienti

<sup>2</sup> ZC = zeolite caricata (impiegata solo su mais 2024)

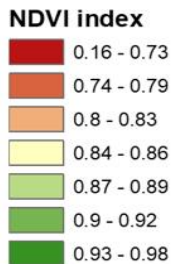
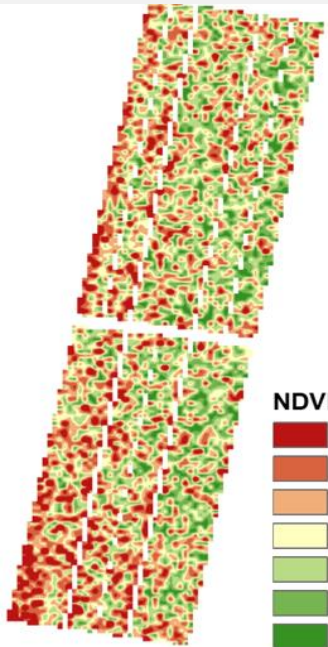
# Risultati – Mais 2024

## Canopeo®

Grado di copertura fogliare del terreno con l'app Canopeo®

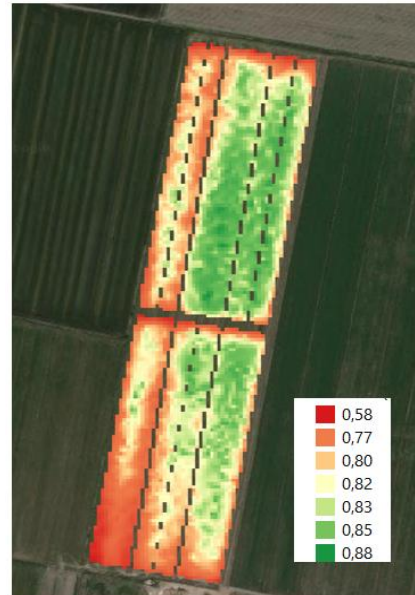


## NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



← NDVI da drone (26/7)

e da satellite (15/6) →

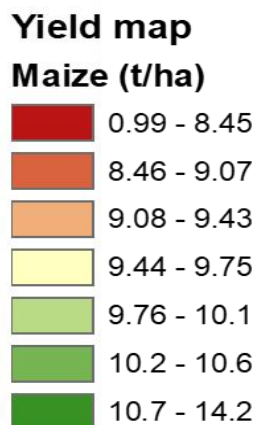
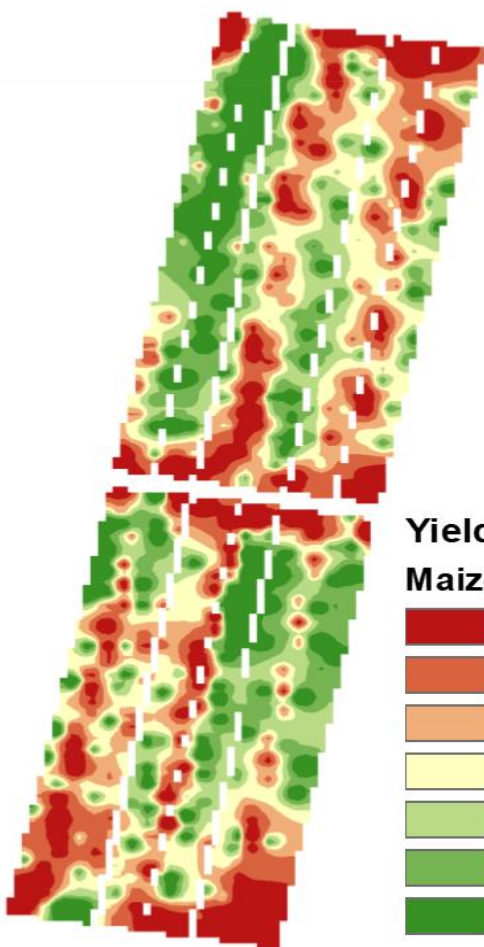


Riflettanza fogliare (NDVI) con il lettore GreenSeeker®

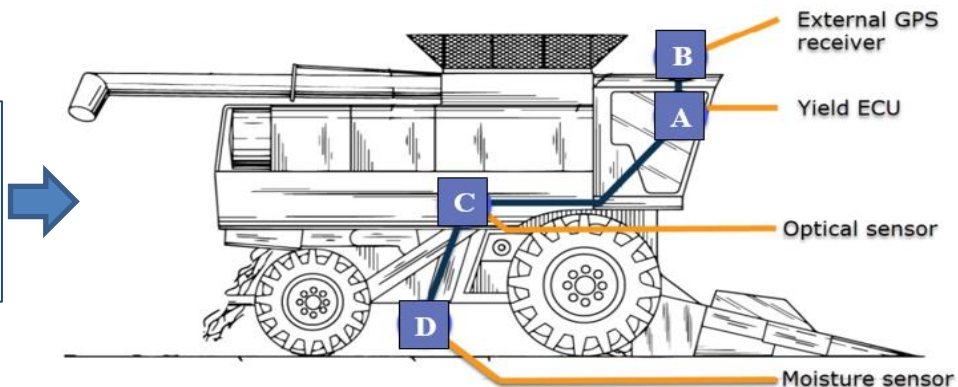


# Risultati – Mais 2024

## Produzioni finali



Mappa di produzione da mietitrebbia dotata di sensori di resa e umidità geo-riferite



## Produzione quanti-qualitativa media nelle aree a diversa modalità di fertilizzazione

Fertilizzazione	Granella (t/ha)	Proteine (% s.s.)
Minerale	9,4	7,1
Organica + minerale	9,7	6,6 (*)
Significanza statistica	non significativo	significativo

(\*) Il valore peggiorativo è dovuto principalmente ad un apporto di azoto organico da digestato liquido non ottimale

# Conclusioni

1. Per quanto riguarda gli **aspetti agronomici**, la ricerca avviata appare **promettente** per la possibilità di delineare un percorso di significativa riduzione della dipendenza da concimi chimici di provenienza extra-aziendale.
2. Il sistema sperimentale sta gradualmente entrando a regime: **l'apporto di zeolite** caricata nelle parcelle destinate a riceverla **sarà completato in autunno 2025.**
3. Pertanto, **i risultati del triennio 2023-2025** costituiscono una fase di avvicinamento **alle condizioni di stabilità** tra i confronti sperimentali, proprie degli anni successivi.
4. Il **ricorso a diversi strumenti di analisi operanti in diversi ambiti scientifici** (agronomico, chimico, economico, ecc.) dovrebbe permettere una più completa disamina dei pro e dei contro dei prodotti e delle tecniche proposte.

