

Sostenibilità: agrometeorologia, suolo e modelli in AgriCS

Simulazione di modelli in AgriCS *- parte 1 -*

Valentino Volpe



Pozzuolo del Friuli, 28 febbraio 2024

Analisi della sostenibilità in termini agronomici

Analisi di una rotazione colturale introducendo via via accorgimenti diversi: cover crops, apporto di sostanza organica, minima e non lavorazione

Parametri presi in considerazione:

Impronta del carbonio (CFP)

Impronta dell'acqua (WFP)

Bilancio energetico con particolare riferimento alla sostanza organica del suolo

Simulazione per acqua irrigua per colture alimentazione animale

Questa panoramica è ottenuta attraverso l'applicazione AZ di AgriCS

La fertilizzazione in AgriCS

Funzionamento dell'applicazione CN

Come accoppiare i fabbisogni delle piante e l'ottimizzazione del bilancio dei nutrienti

Apporti di sostanza organica: apporto di nutrienti e incremento della sostanza organica nel suolo

Fertirrigazione

La meteorologia come può aiutarci:

- i dati meteo*
- condizioni di campo per intervenire*

AgriCS simulazioni aziendali: come accedere

The screenshot shows the AgriCS web application interface. The browser address bar displays <https://agrics.regione.fvg.it/agricsweb/>. The header includes the logo for the REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA and the AgriCS logo. A user profile for Valentino Volpe is visible in the top right corner. A navigation menu on the left lists several options, with "Simulazioni aziendali" highlighted by a purple box. The main content area features three cards: "Irrigazione aziendale", "Fertilizzazione", and "Gestione aziendale". Each card has a corresponding image and a title. Blue arrows point from the labels below to the respective cards.

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

AgriCS

Valentino Volpe

Previsioni fitosanitarie

Simulazioni aziendali

Scenari Agrometeorologici

Dati di monitoraggio

Dati meteo

Bollettini

Materiale informativo

Irrigazione aziendale

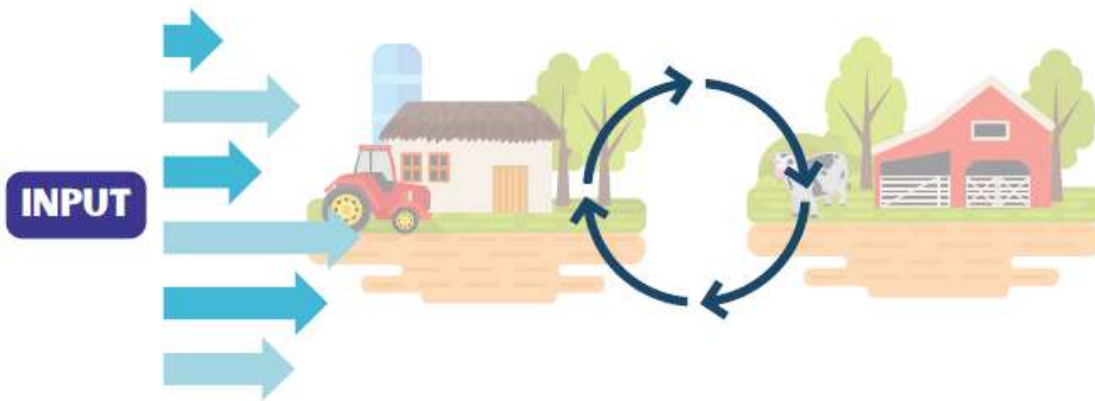
Fertilizzazione

Gestione aziendale



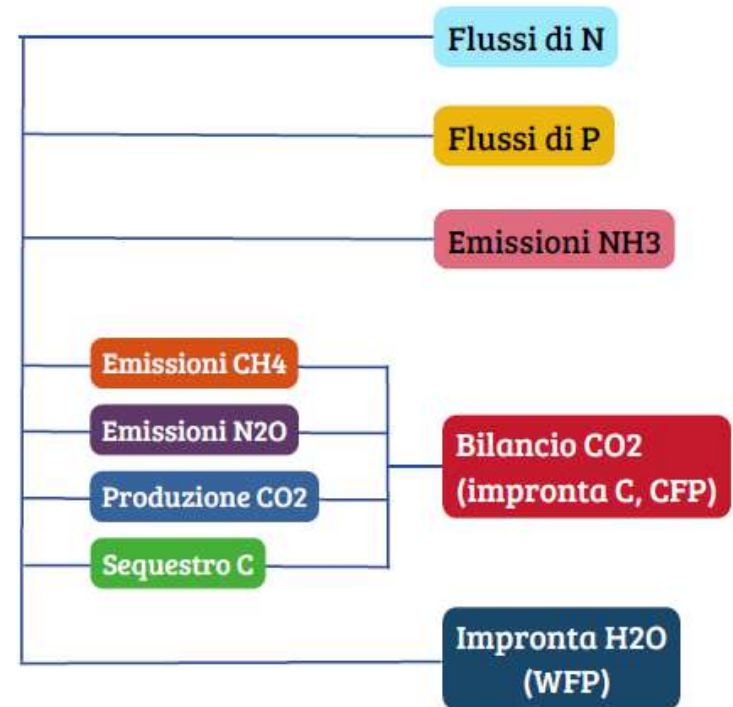


AZ: ispirato alle applicazione LCA per l'analisi dell'impronta ambientale ed energetica del processo aziendale



Flussi materiali e calcoli

CH4 GWP = 25 kg CO₂-eq/kg
N2O GWP = 298 kg CO₂eq/kg



AgriCS simulazioni: AZ, articolazione degli input del modello



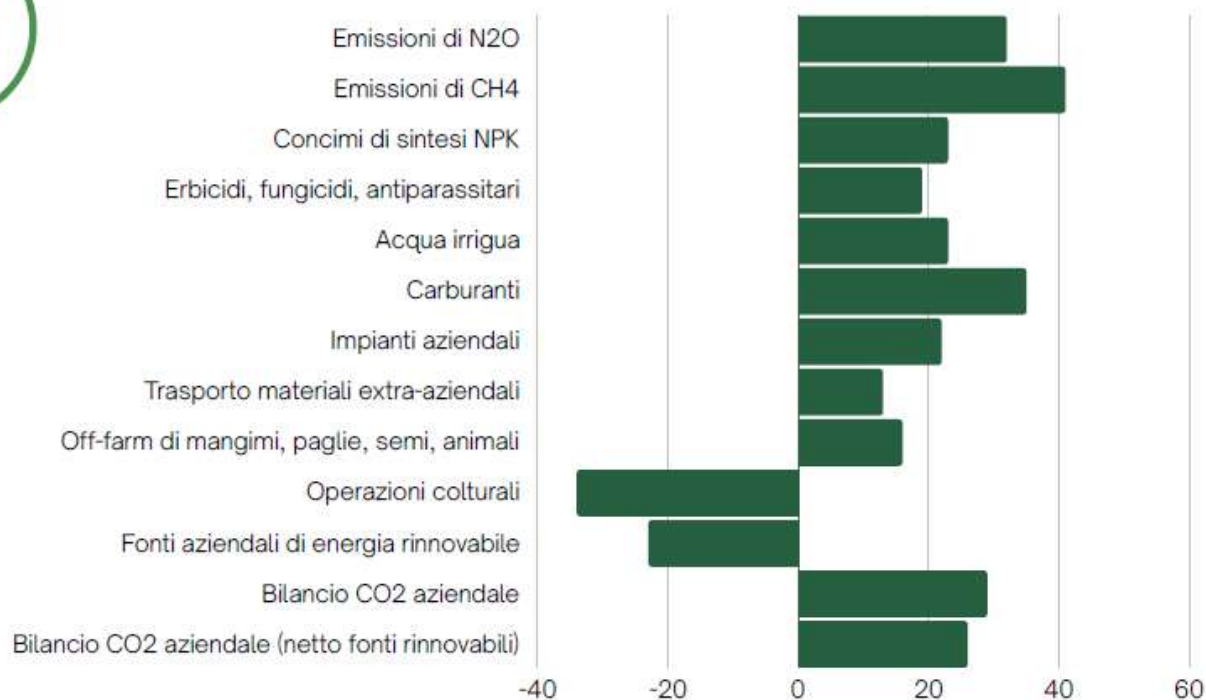
Bilancio Anidride Carbonica



Consente all'azienda di capire dove essa impatti di più a seconda del processo produttivo.

La grandezza di riferimento è la CO₂-eq.

Ripartizione del bilancio della CO₂ all'interno dei processi aziendali



Ripartizione bilancio della CO2 tra unità funzionali (i prodotti), allocazione economica o tra servizi ecosistemici

CFP

Impronta del carbonio



Permette di determinare gli impatti ambientali che le attività di origine antropica hanno sul *cambiamento climatico*.

E' una misura che esprime il **totale delle emissioni di gas ad effetto serra** in atmosfera espresse generalmente in tonnellate di **CO2 equivalente** associate direttamente o indirettamente ad un prodotto, ad un servizio o ad una organizzazione.



Latte bovino (senza allocazione)



Latte bovino (con allocazione)



Latte caprino (con allocazione)



Carne bovina in allevamento da carne



Carne bovina in allevamento da latte



Mais (con allocazione)

WFP

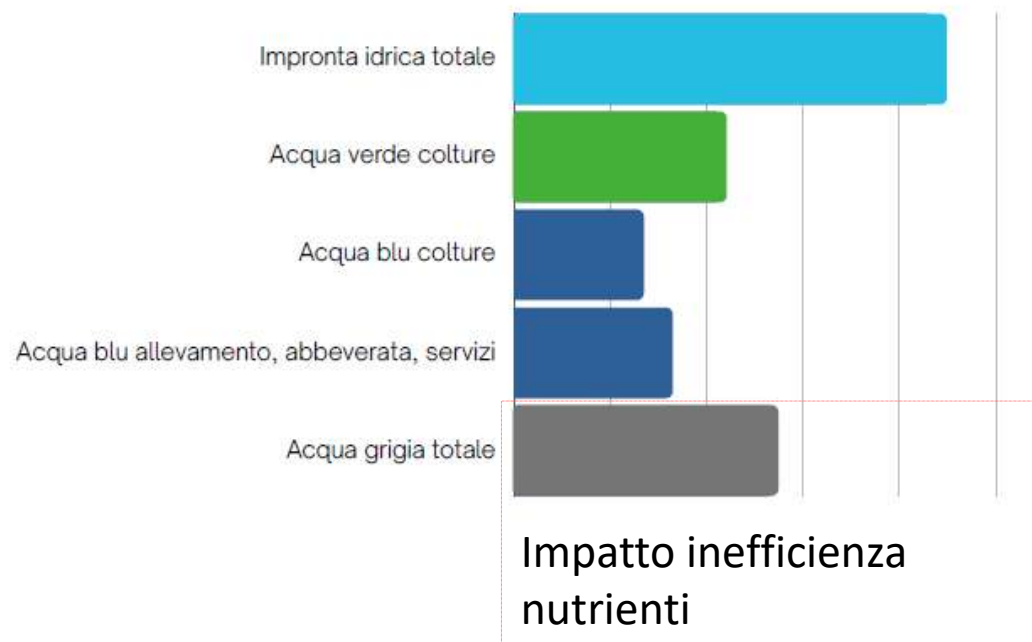


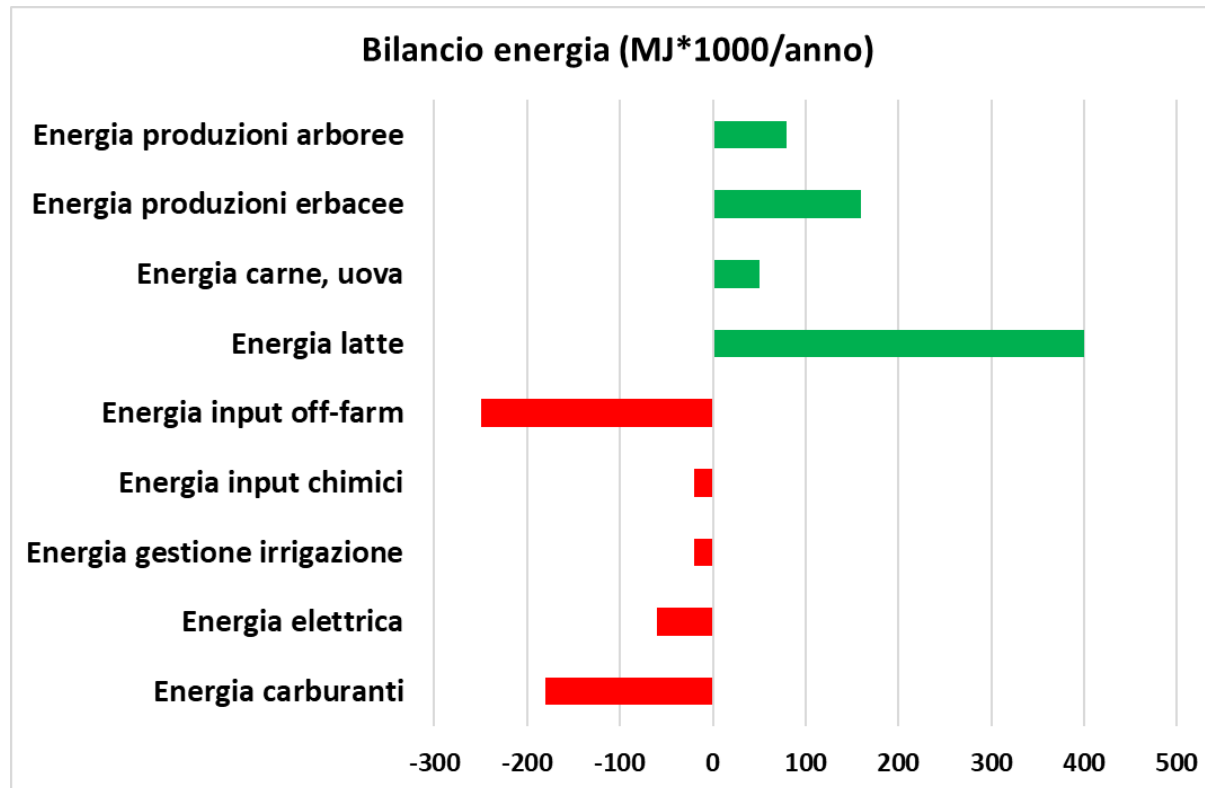
Impronta idrica dell'acqua

Volume di Acqua consumata per la realizzazione di un prodotto

Tre componenti:

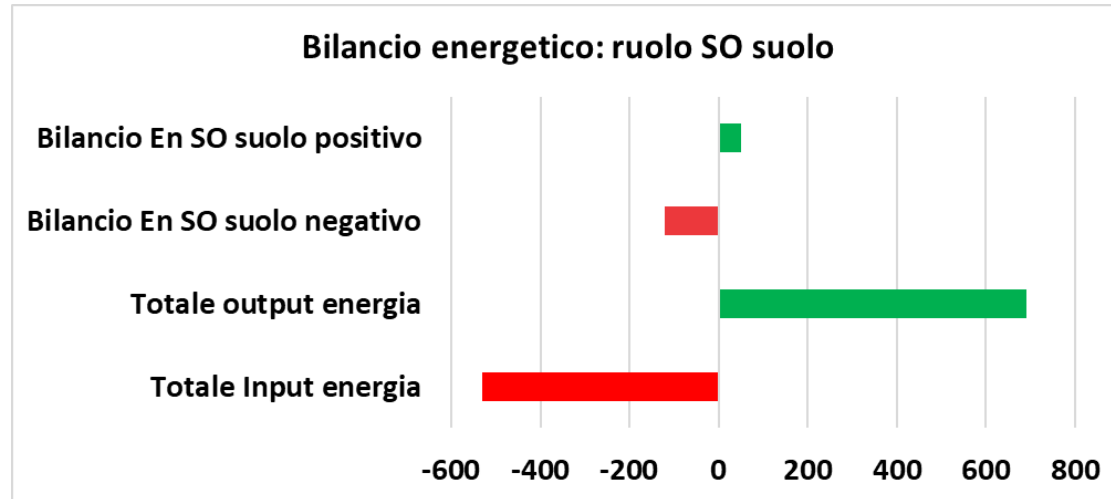
1. **ACQUA VERDE:** utilizzata nel processo di evapotraspirazione e derivata dalle piogge
2. **ACQUA BLU:** proveniente dai corpi idrici superficiali e sotterranei utilizzata per le irrigazioni e i processi aziendali
3. **ACQUA GRIGIA:** necessaria per diluire gli "inquinanti" e riportarne i valori entro i limiti accettabili rispetto a requisiti biologici e normativi





Efficienza energetica: (Totale Output energia)/(Totale Input energia)

Ma cosa succede se nel bilancio energetico aziendale entra in gioco la sostanza organica del suolo?



- quando Bilancio energetico della SO del suolo è **negativo**, diventa un **input** del processo

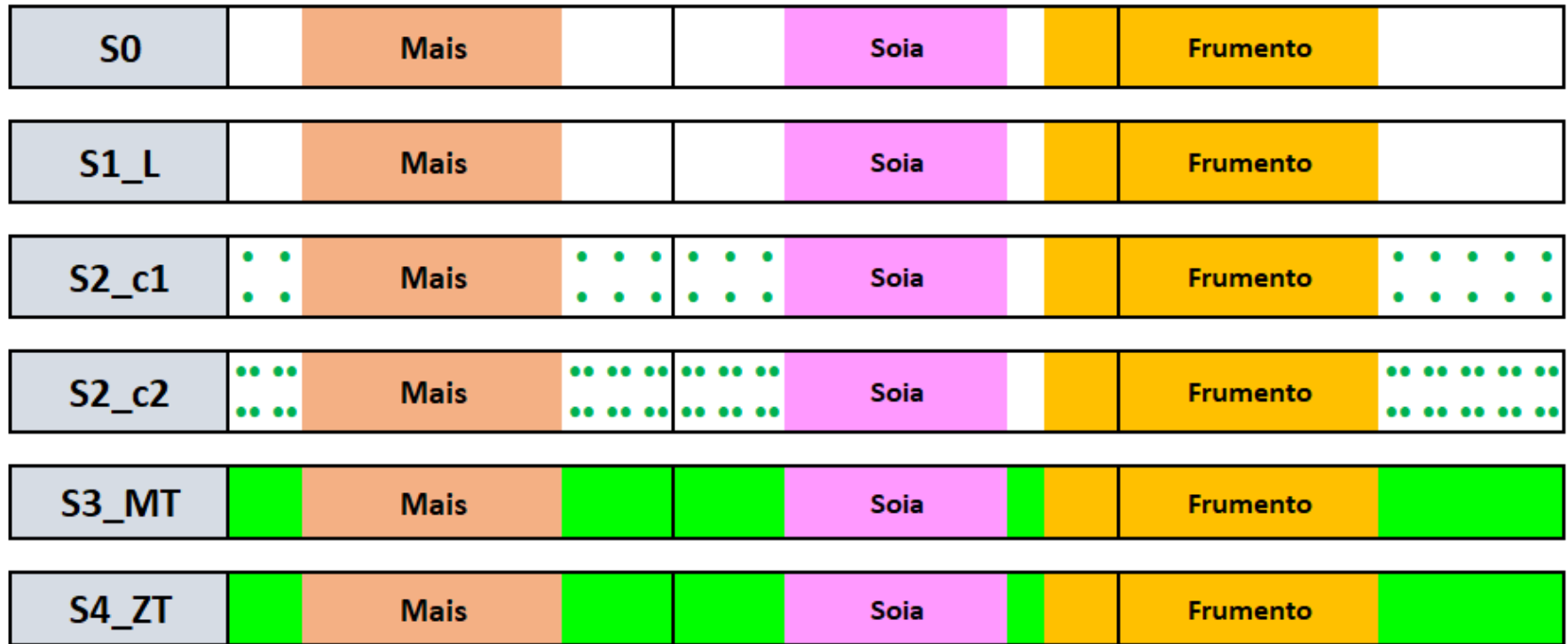
Efficienza energetica: $(\text{Totale Output energia}) / (\text{Totale Input energia} + \text{Bilancio SO})$

- quando Bilancio energetico della SO del suolo è **positivo**, diventa un **output** del processo

Efficienza energetica: $(\text{Totale Output energia} + \text{Bilancio SO}) / (\text{Totale Input energia})$

Simulazioni agronomiche proposte

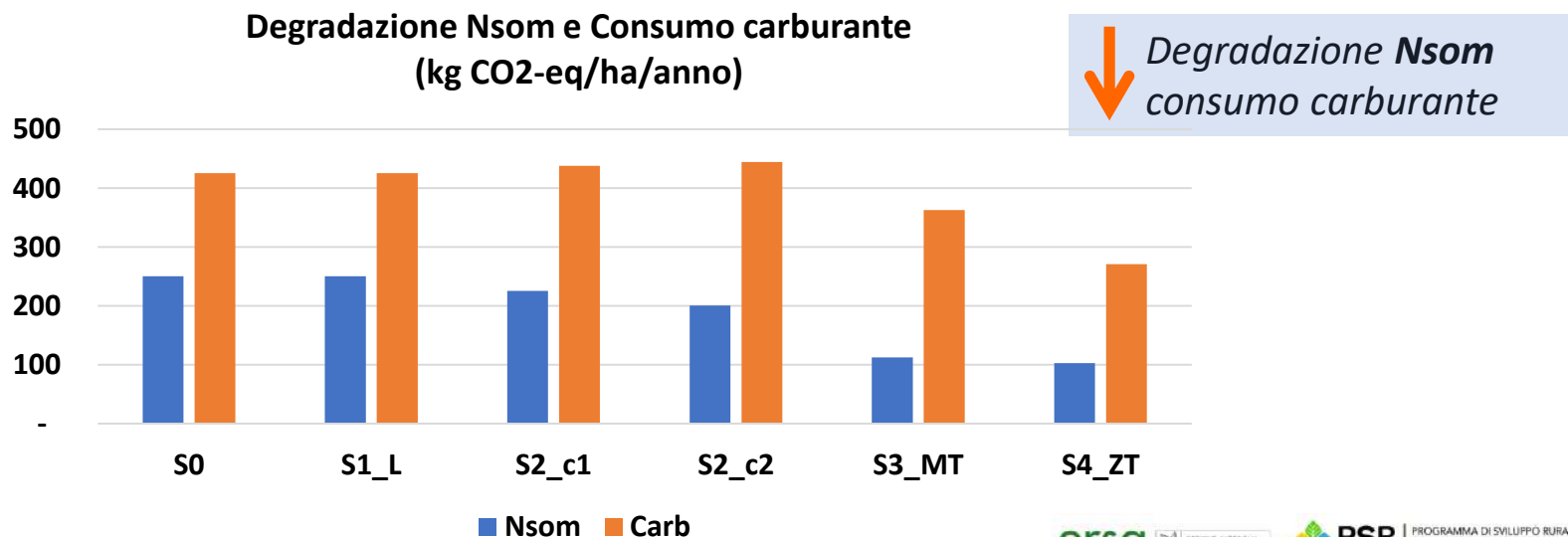
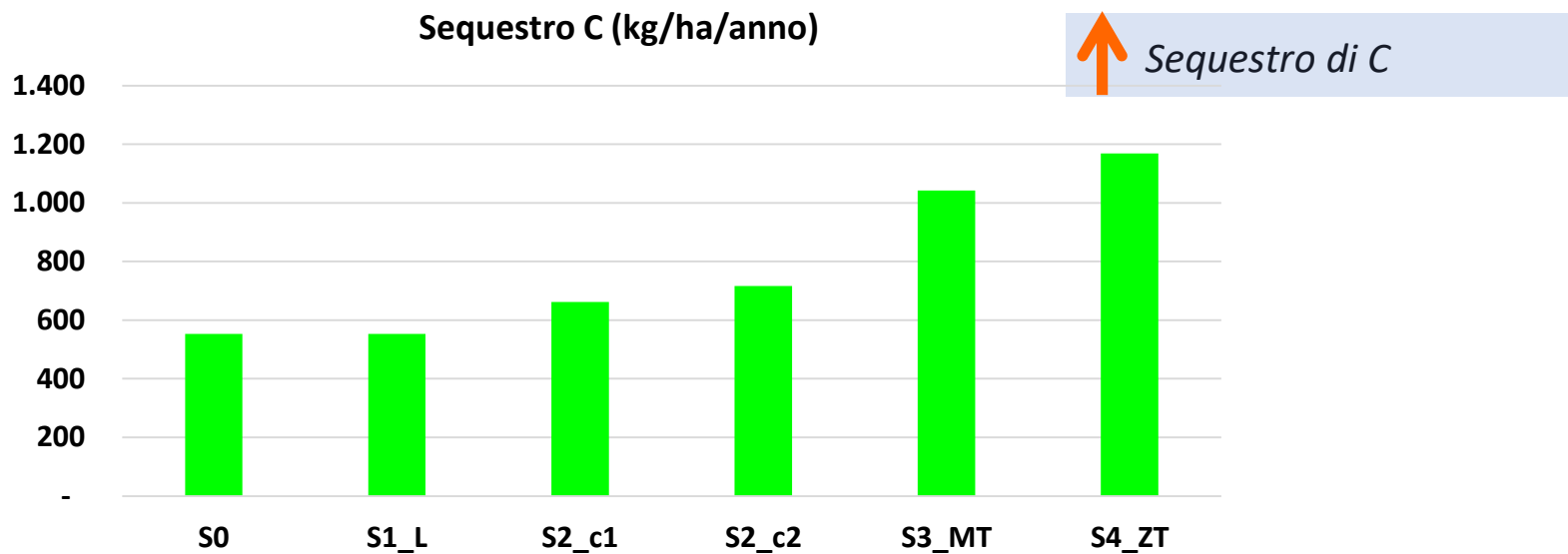
AgriCS simulazioni: confronto tra scelte agronomiche



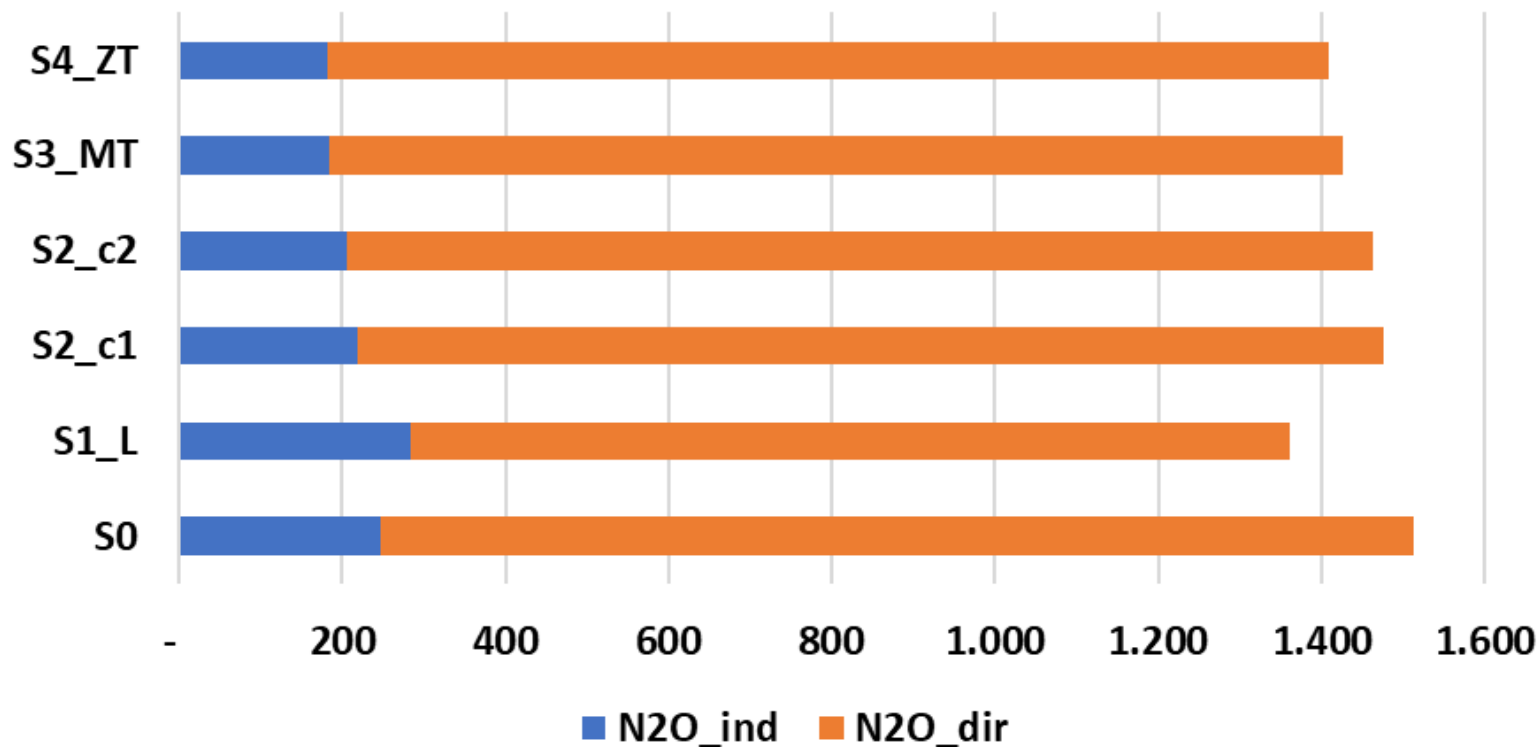
S1_L Letamazione
 S2_c1 25% Cover
 S2_c2 50% Cover
S3_MT Min-Tillage
 S4_ZT Zero-Tillage

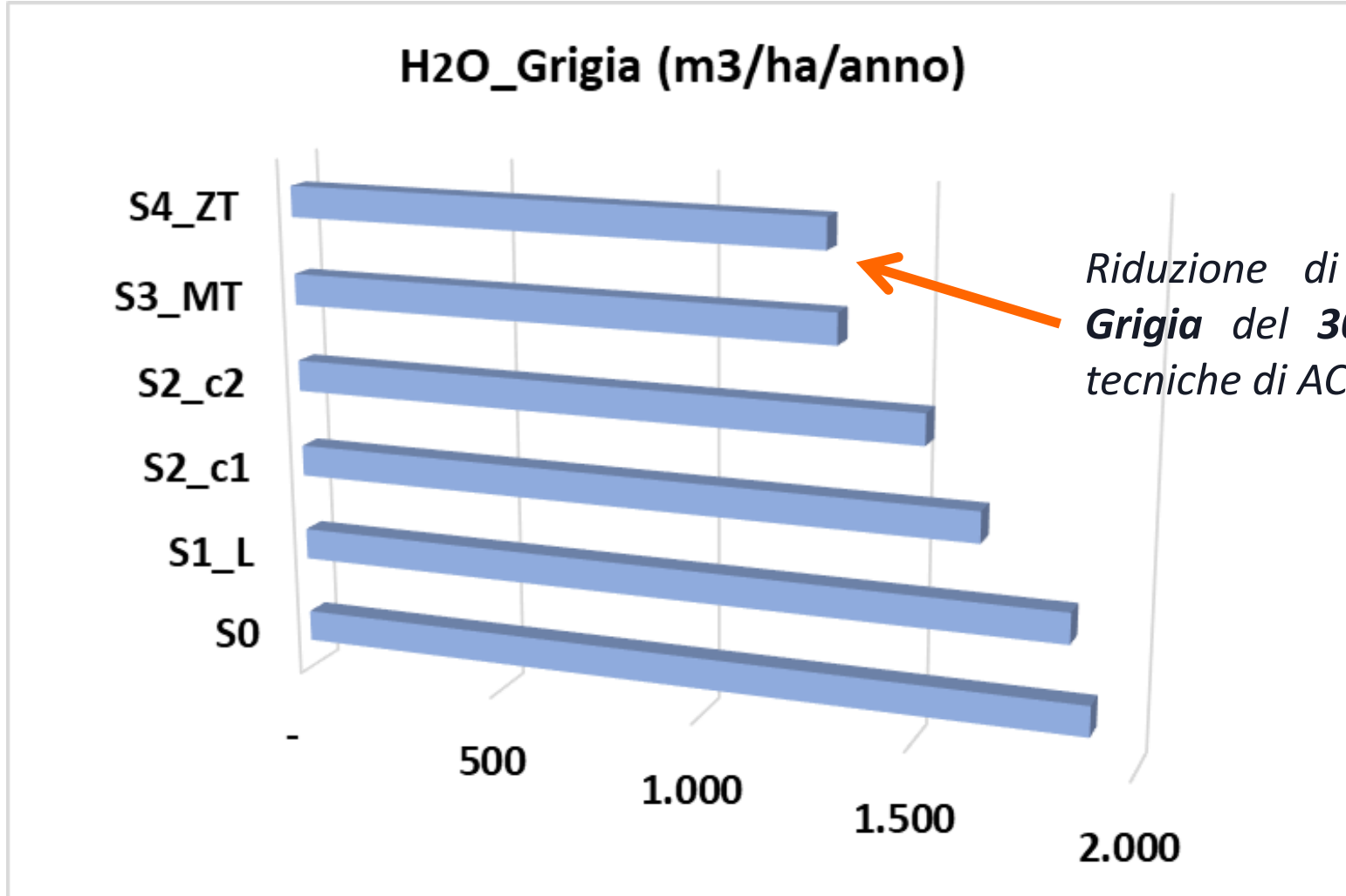
Suolo nudo
 25% Cover
 50% Cover
 100% Cover

AgriCS simulazioni: confronto tra scelte agronomiche, bilancio energia suolo



Tecniche agronomiche ed emissioni N2O dirette (dir) e indirette (ind). CO2-eq kg/ha/anno





*Riduzione di **Acqua Grigia** del **30%** con tecniche di AC*

$$Acqua_{GRIGIA} = ((N_{Load} / (cN_{NO_3}^{Max} - cN_{NO_3}^{Nat})) / 10^6) / 10^3$$
$$N_{Load} = (N_{SOM} + N_{Sy} + N_{Efl} + N_{Og} + N_{Ps} + N_{Ag} + N_{Bg}) * k_{LeRo}$$
$$N_{Load} = N_{apportato} * (1 - k_{rdSR} - k_{rdCV}) * k_{LeRo}$$

Effetto lento rilascio

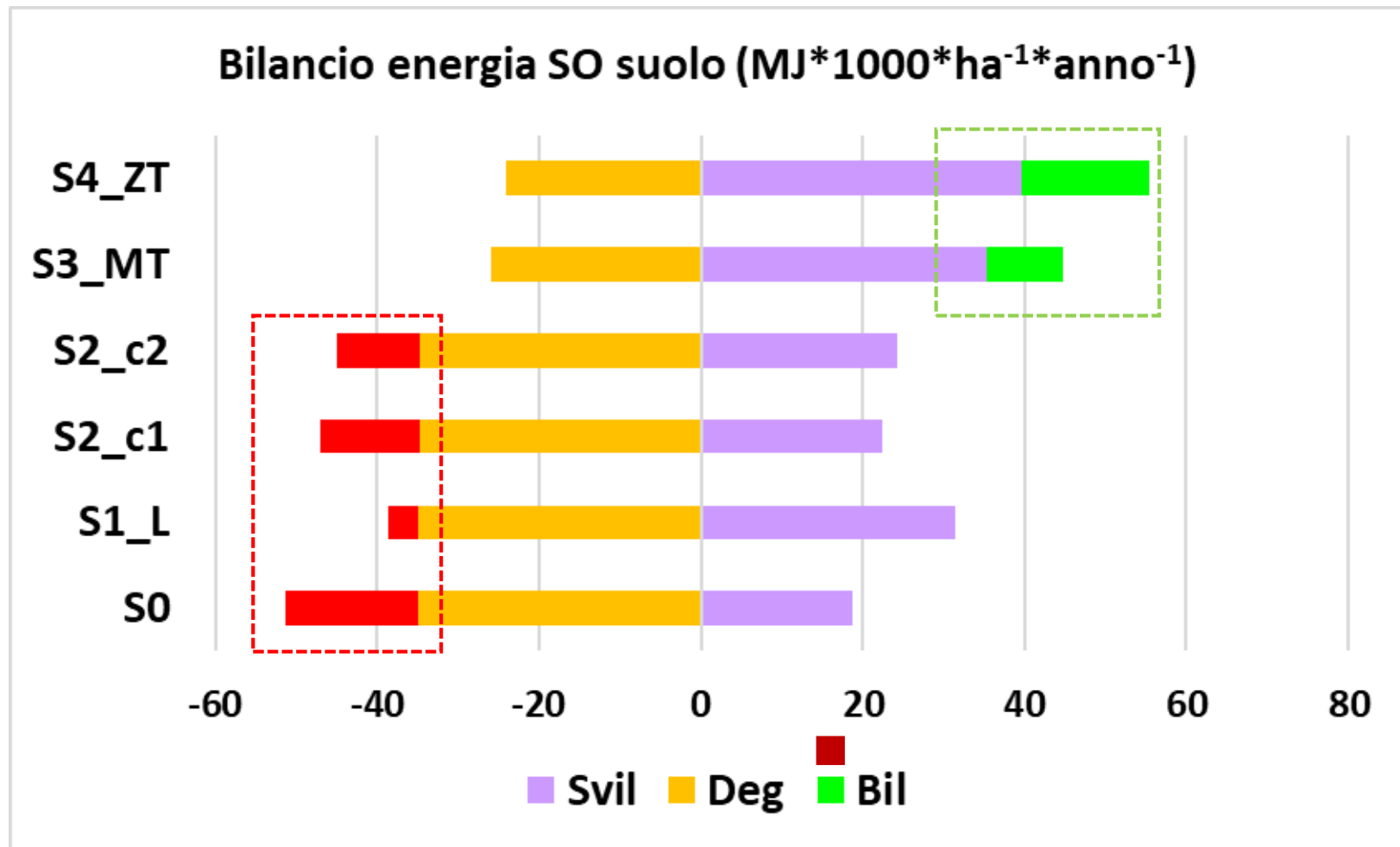
Effetto cover crops

Le equazione adottata in AZ determina una riduzione del **40% di leaching e run-off** per ogni ha di SAU investita a cover, con un effetto del **0.70** per le **leguminose** ed **1.00** per le **non leguminose**

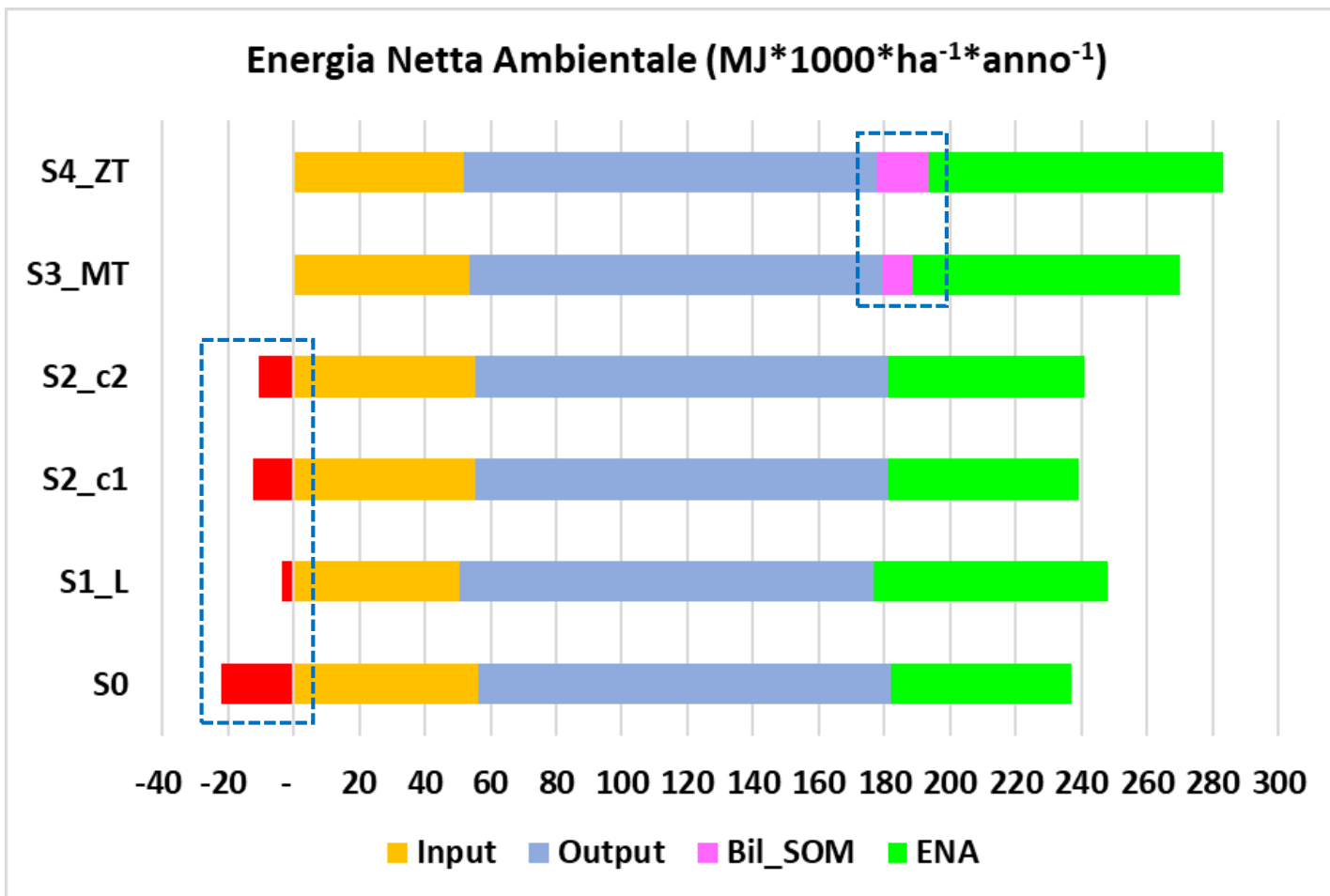
AgriCS simulazioni: gestione agronomica, leaching e run off

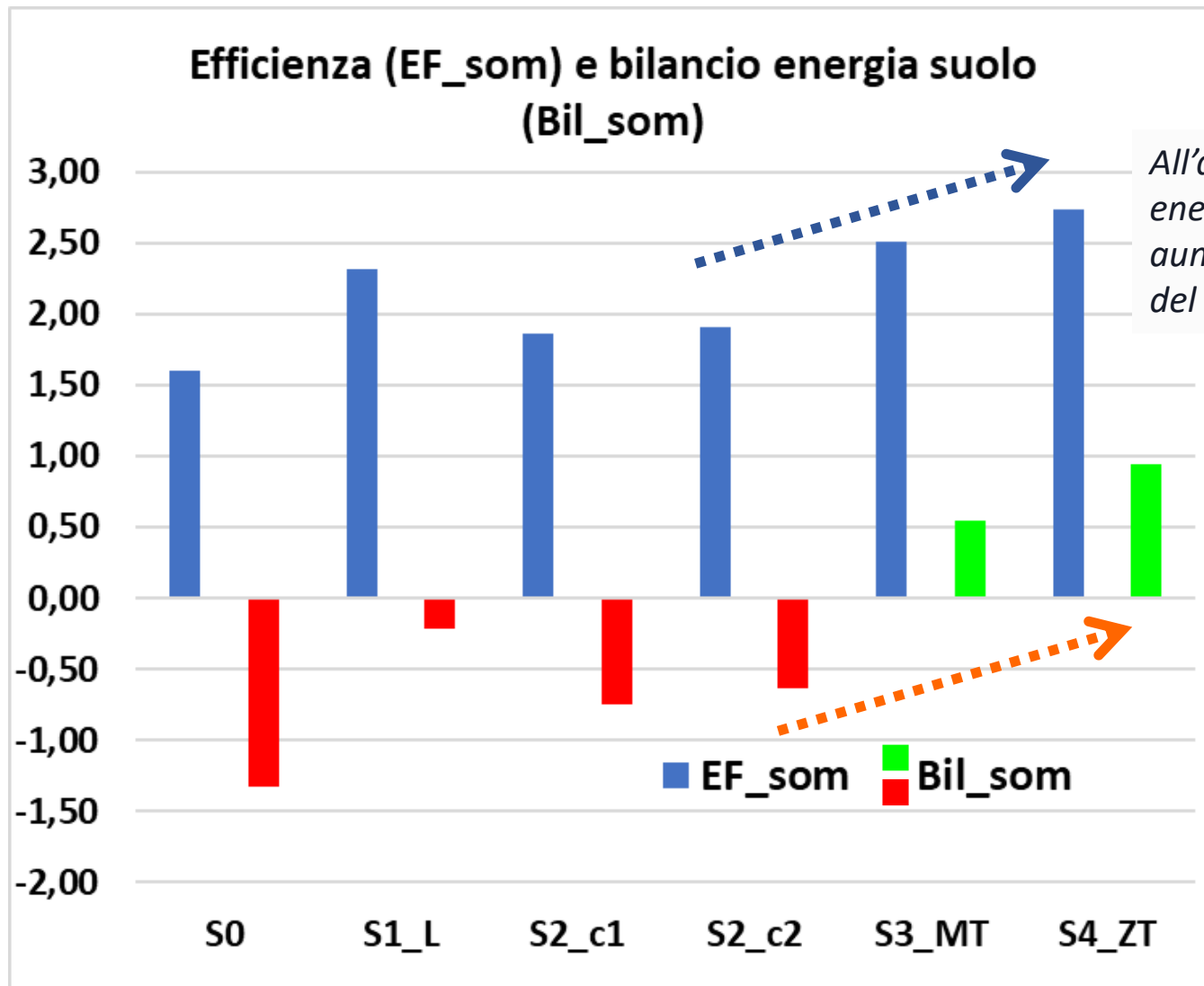
Matrice per calcolo di k_{LeRo} Leaching-Run off
(Franke et al. 2013)

	Leaching e Run-off potenziale	Molto Basso	Basso	Alto	Molto Alto
	Punteggio (s)	0.00	0.33	0.67	1.00
	Peso (w)				
N atmosferico (g N/m ² /y)	10	<0.5	>0.5	<1.5	>1.5
Tessitura (per Leaching)	15	Argilla	Limo	Franco	Sabbia
Tessitura (per Run-off)	10	Sabbia	Franco	Limo	Argilla
Drenaggio nat. (per Leaching)	10	Poco	Medio	Buono	Eccesso
Drenaggio nat. (per Run-off)	5	Eccesso	Buono	Medio	Poco
Precipitazioni (mm)	15	0-600	600 - 1200	1200 - 1800	>1800
Fissazione N (kg/ha)	10	0	>0	<60	>60
Quantità applicata	10	●	●●	●●●●	●●●●●●
Assorbimento pianta	5	↑↑↑	↑↑	↓	↓↓↓
Gestione concimazione	10	Ottima	Buona	Media	Scarsa



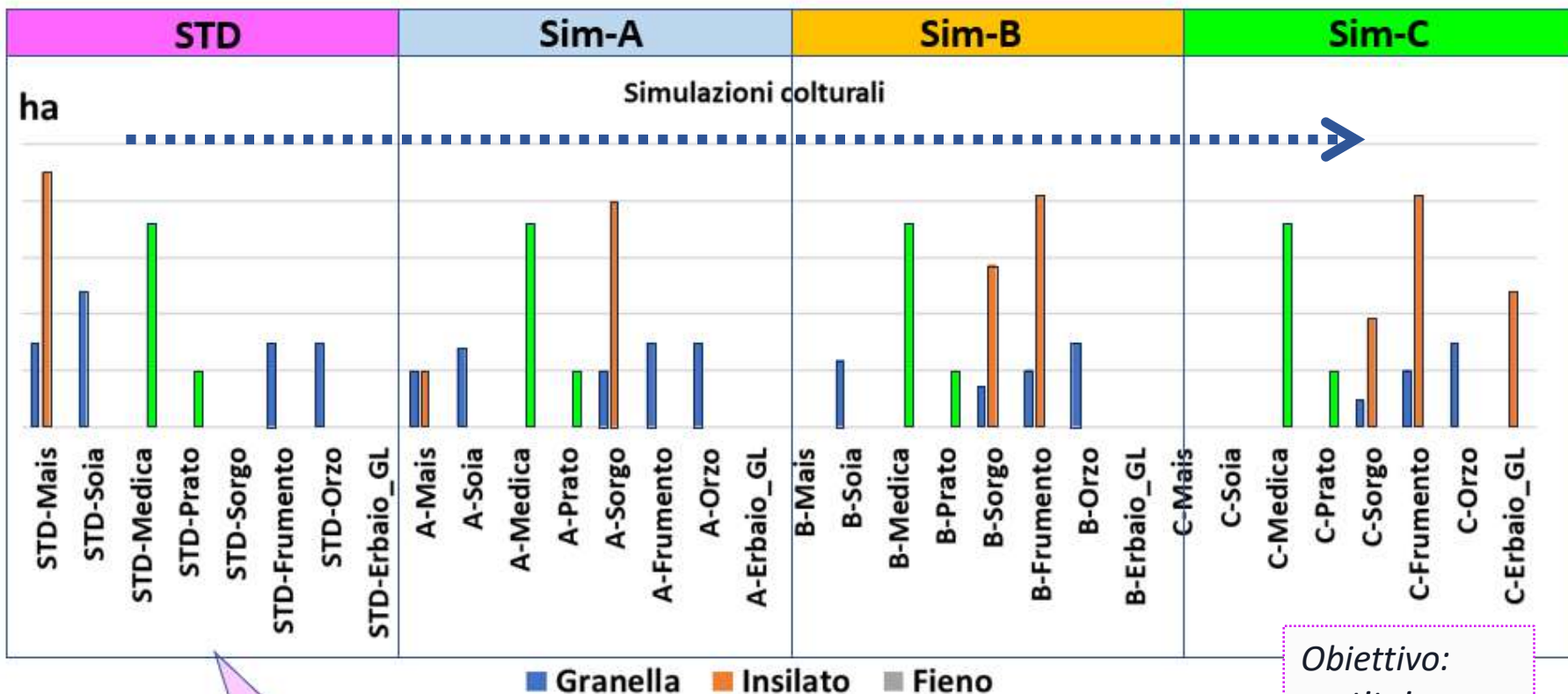
$$ENA = \text{Tot Output energetico} + \text{Bilancio energetico suolo} - \text{Tot Input energetico}$$





All'aumento del bilancio energetico del suolo aumenta anche l'efficienza del processo

AgriCS simulazioni: piano colturale per alimentazione animale

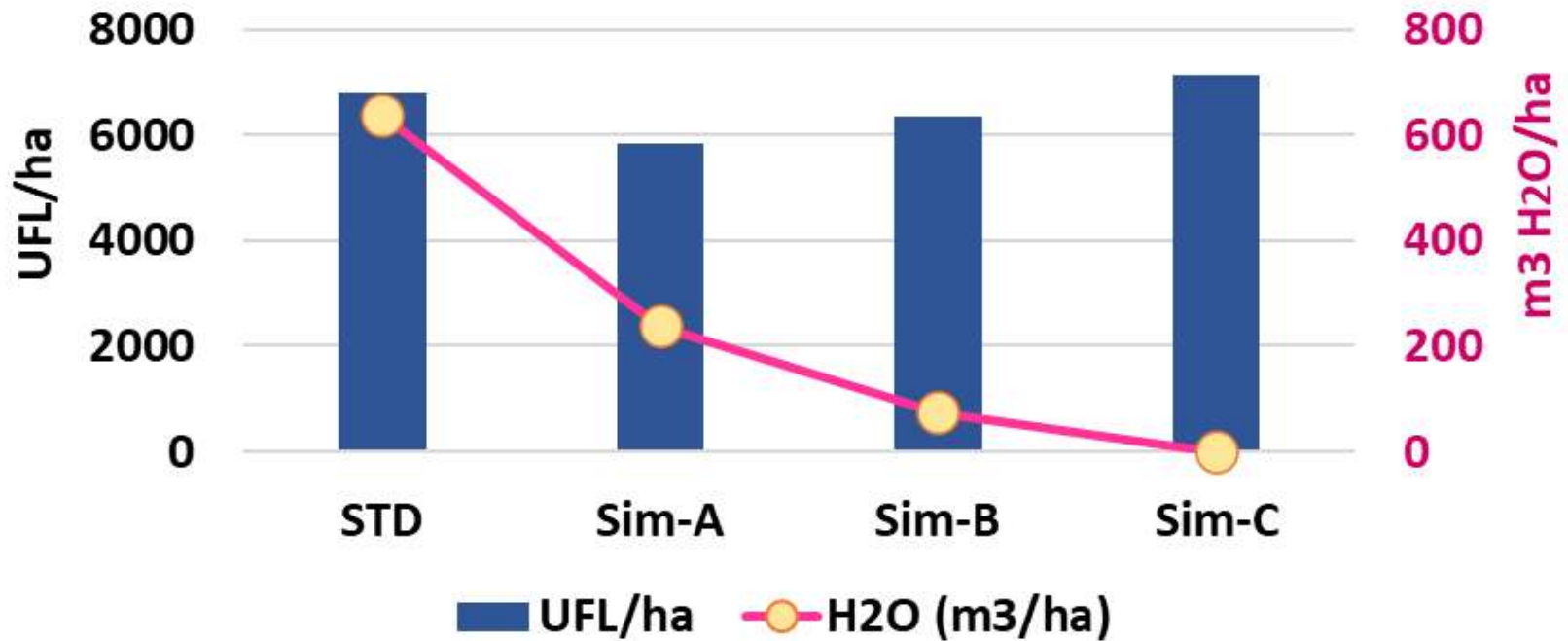


SAU: 80 ha
Quattro scenari:
STD, S-A, S-B, S-C

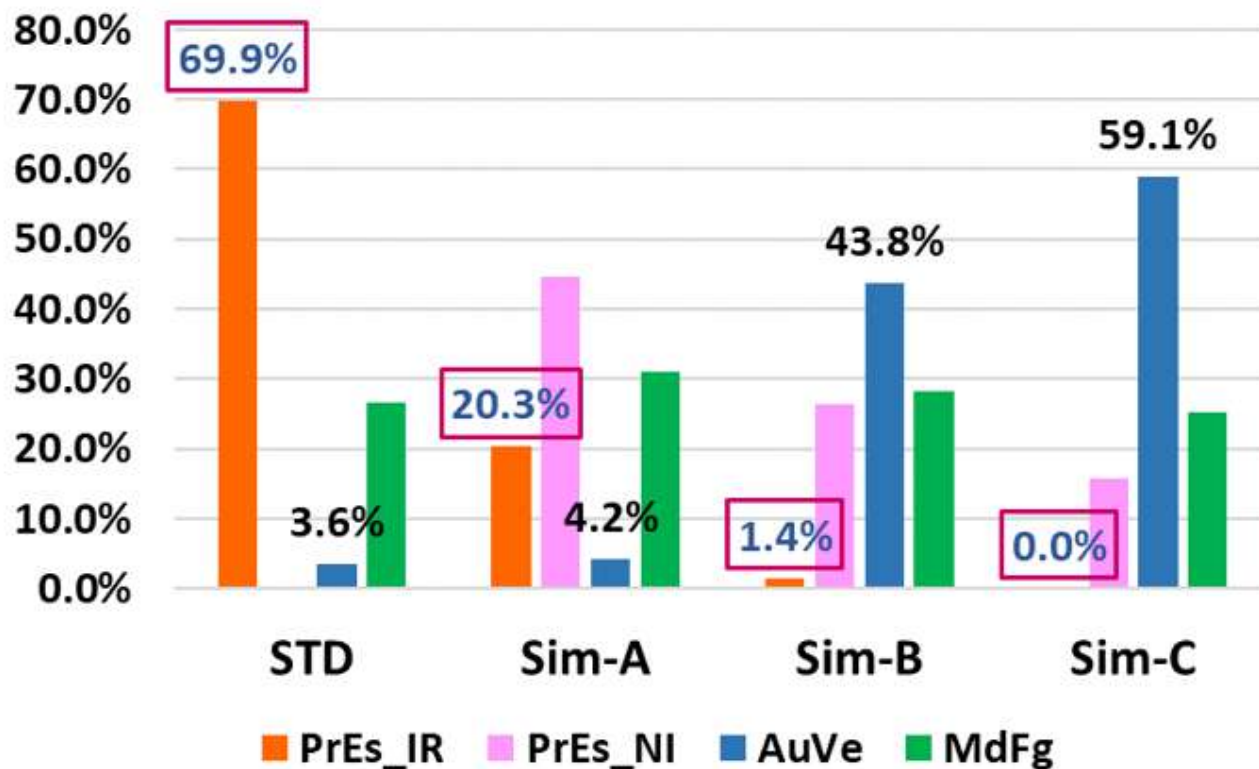
85 bovine da latte
86 bovine rimonta

Obiettivo:
 sostituire
 Mais con
 colture con
 minori
 esigenze
 irrigue

UFL/ha SAU e Acqua irrigua/ha



Proporzione agronomica delle UFL prodotte

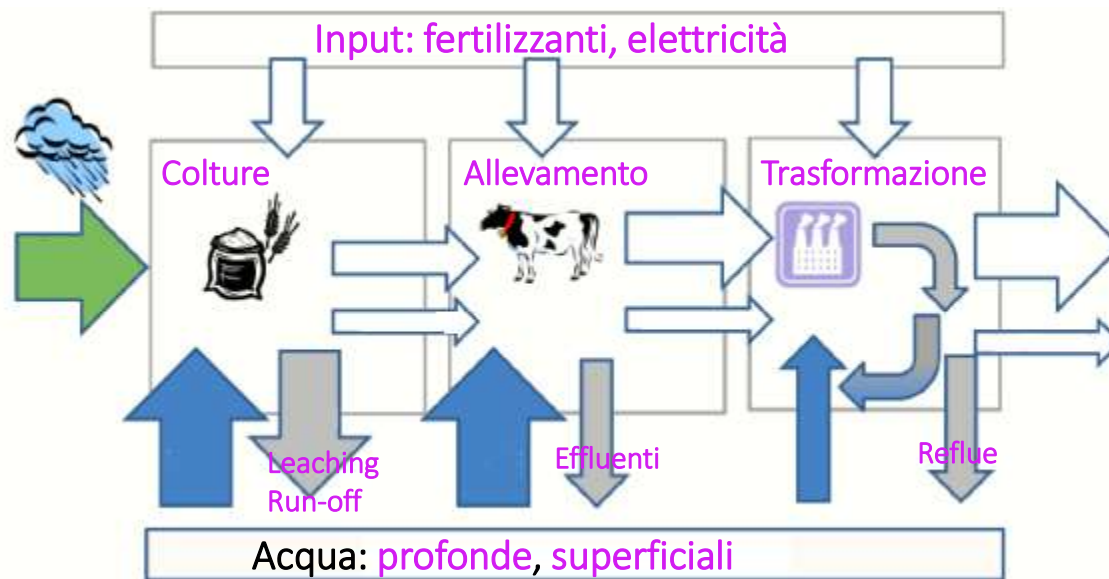


- PrimavEstive Irrigue
- PrimavEstive Rel Irrigue
- AutunnoVernine
- MedicaPrati

Piano colturale	Rischio climatico approvvigionamento	
	SI	NO
STD	70	3.6
Sim-A	20	4.2
Sim-B	1	43.8
Sim-C	0	59.1

Componente	Piano colturale			
	STD	SIM_A	SIM_B	SIM_C
Bilancio CO2-eq (kg/anno)	1,340,649	1,288,140	1,252,308	1,299,002
CO2-eq da emissioni N2O	14.7%	14.0%	13.0%	12.5%
CO2-eq da NPK	4.2%	4.1%	3.0%	3.2%
CO2-eq Carburanti	2.9%	2.5%	2.0%	2.3%
CO2-eq Carburanti Acqua irrigua	1.0%	0.4%	0.1%	0.0%
CO2-eq Input esterni	20.7%	21.5%	22.0%	25.0%

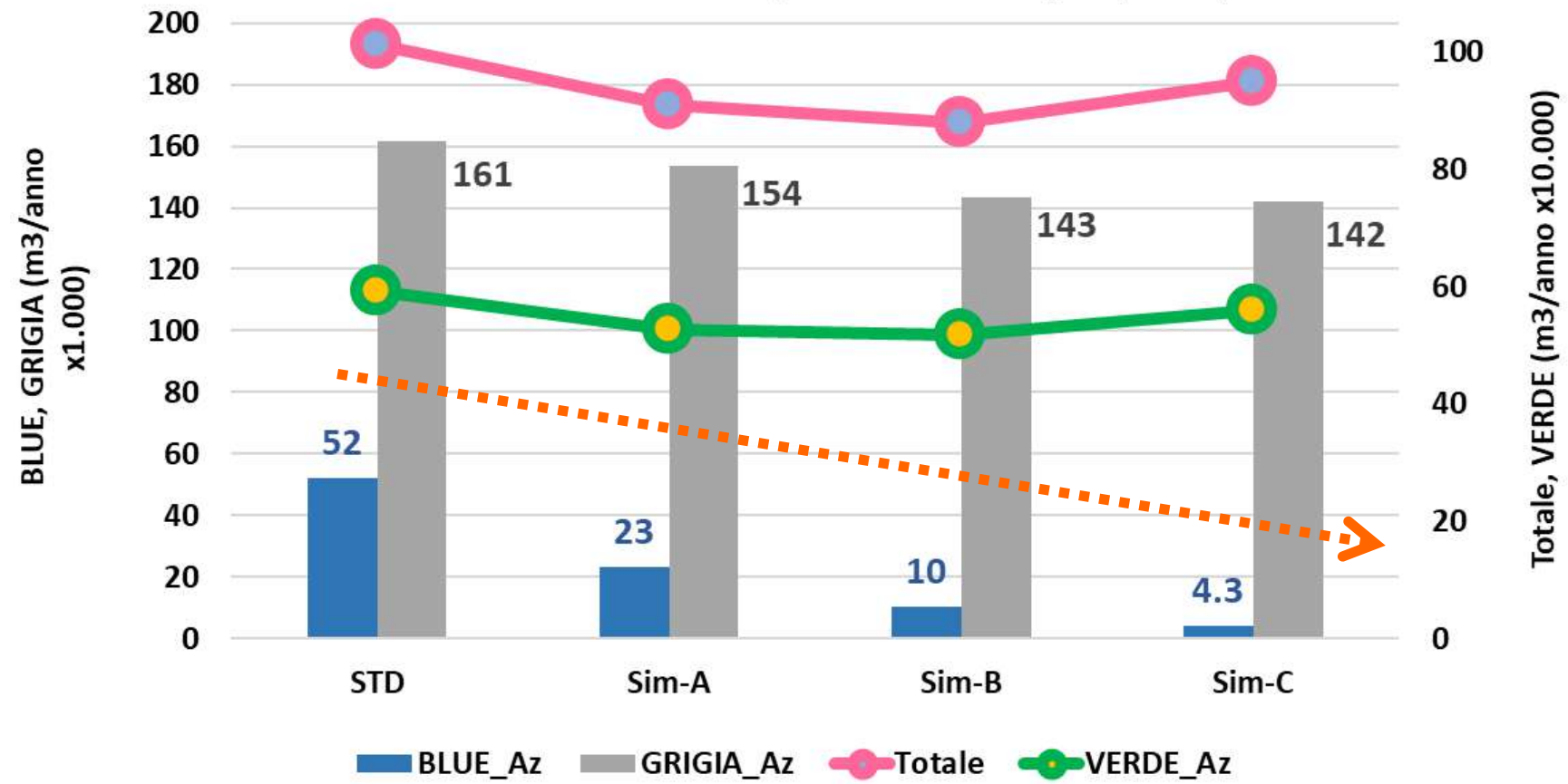
Indicatore	Piano colturale			
	STD	SIM_A	SIM_B	SIM_C
Impronta C adj (kg CO2-eq/kg latte)	1.370	1.316	1.280	1.278
Impronta C (kg CO2-eq/m2 SAU)	1.676	1.610	1.565	1.624
m3 Acqua irrigua/anno	48.000	19.000	6.000	0.000



Fonte: Hess et al. (2012). The water footprint of Irish meat and dairy products

Componente	ACQUA VERDE	ACQUA BLUE	ACQUA GRIGIA
Dieta animali	✓	✓	✓
Trasformazione mangime		✓	
Abbeverata		✓	
Pulizia		✓	
Effluenti			✓

Impronta dell'acqua (WFP)



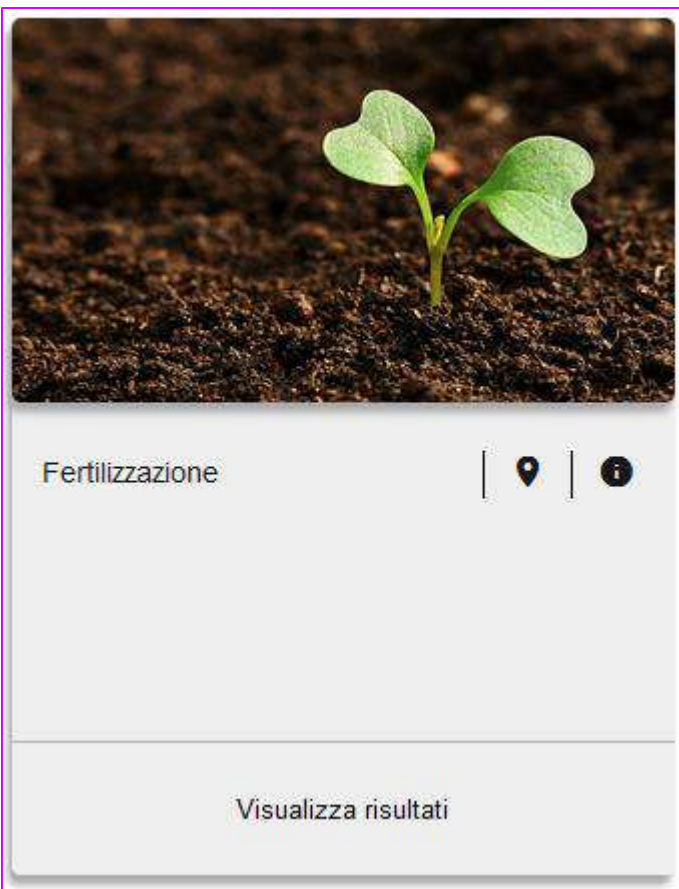
Sostenibilità: agrometeorologia, suolo e modelli in AgriCS

Simulazione di modelli in AgriCS *- parte 2 -*

Valentino Volpe



Pozzuolo del Friuli, 28 febbraio 2024



Basi del modello CN

- . Funzione di crescita della pianta basata sui GDD
- . Funzione di crescita limitata dal deficit idrico
- . Crescita colturale e contenuto di N nei vari organi durante le varie fasi vegetative

AgrICs simulazioni: CN, sviluppo pianta, clima, stress e assorbimento nutrienti



Stazioni virtuali di AgrICs o aziendali per calcolare i GDD e fornire i dati per il bilancio idrico (insieme ai dati su irrigazione)

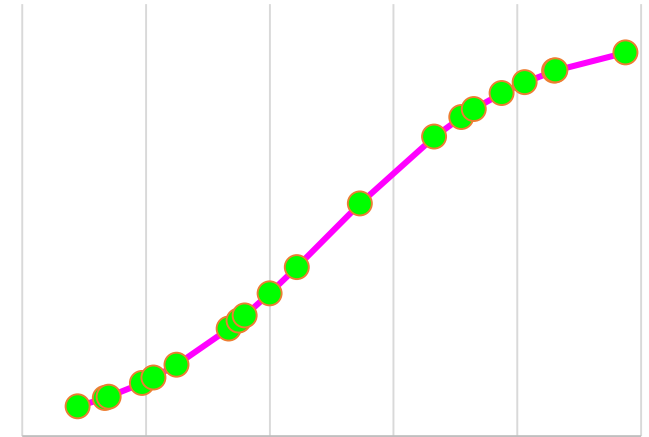
← Simulazioni aziendali



1

Sost. Secca (kg/pianta)

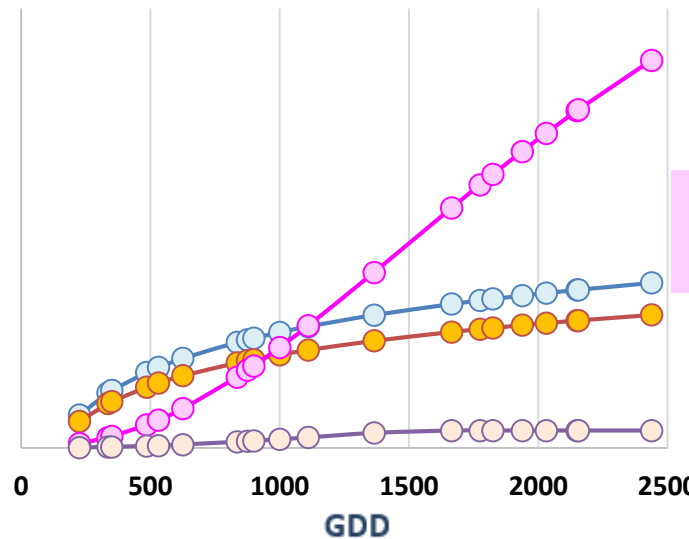
Sostanza secca e GDD (somma organi pianta, Melo)



Assorbimento di N (Melo)

Leaves_N Pruned_N Fruits_N FineRoots_N

Assorbimento N (kg/pianta)



Assorbimento di N e altri nutrienti nelle varie fasi

4

3

2

Obiettivi del modello CN

- Seguire le fasi colturali di assorbimento dei nutrienti
- Limitare le perdite di nutrienti dal sistema pianta-suolo
- Limitare perdite di sostanza organica
- Limitare le perdite nell'ambiente

$$N_{av} = N_{Input} + (N_{SOM} + N_{mnr}) - N_{Upt} - N_{LeRo}$$

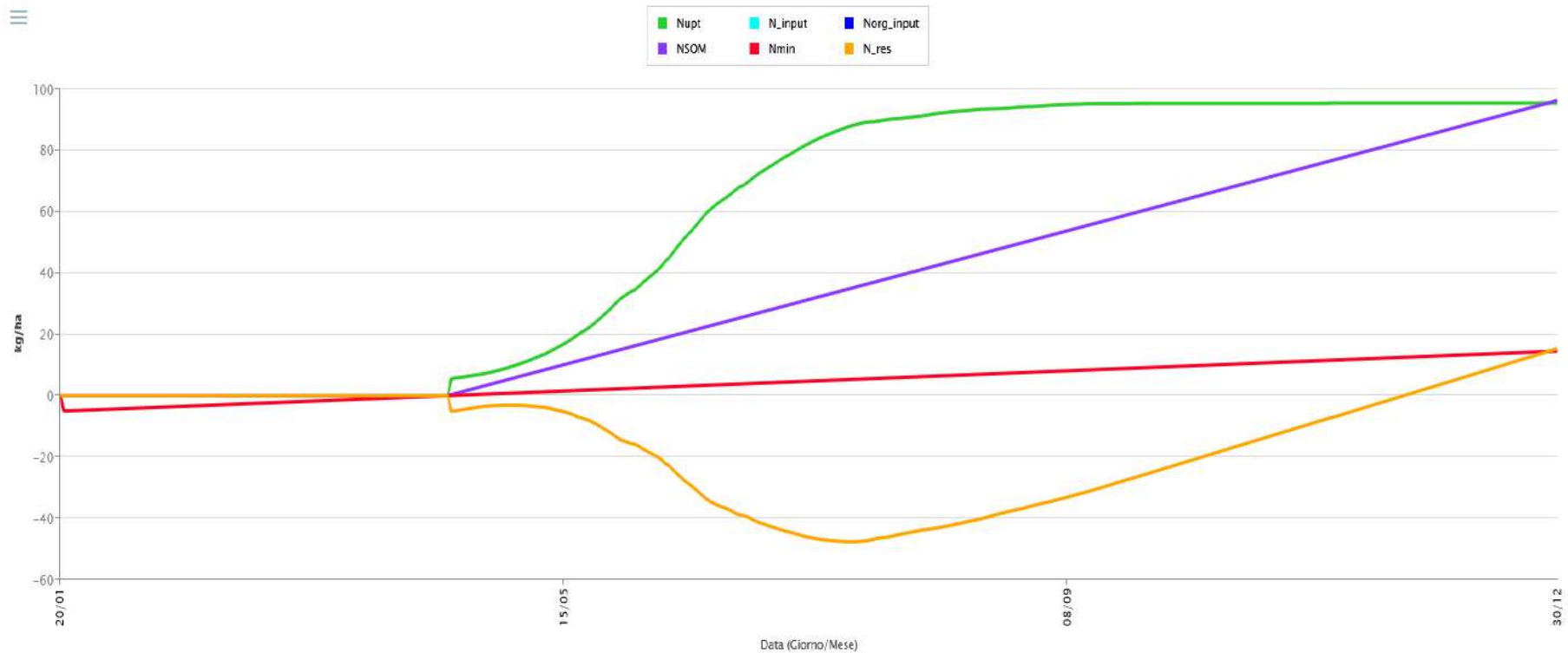
- N_{Input} : Input N minerale, Input N organico
- N_{SOM} : N dalla sostanza organica suolo
- N_{mnr} : N mineralizzato dalla sostanza organica suolo
- N_{Upt} : N assorbito dalla pianta
- N_{LeRo} : N perso per *leaching* e *run-off*

$$N_{av} = N_{Input} + (N_{SOM} + N_{mnr}) - N_{Upt} - N_{LeRo}$$

Dati compresi tra il 20/01/2024 e il 29/12/2024

Note sull'utilizzazione: risultati a carattere sperimentale in corso di validazione

Azoto



AgriCS simulazioni: CN, strumenti a disposizione, **concimi a lenta cessione**

Concimazione giornaliera

Data (gg/mm) _____ Tipologia di concime

Dati fertilizzante inorganico

Fertiliz. inorganico disponibile (kg/ha)

Fertiliz. inorganico (% di P totale)

Dati fertilizzante organico

Tipo reintegro sost. organica

Concime organico in campo (kg/ha)

Concime organico in campo (% di N totale)

La dose di N somministrata viene frazionata secondo la funzione di rilascio desiderata

Concimazione giornaliera

Data (gg/mm) Tipologia di concime

Dati fertilizzante inorganico

Fertiliz. inorganico disponibile (kg/ha)

Fertiliz. inorganico (% di P totale)

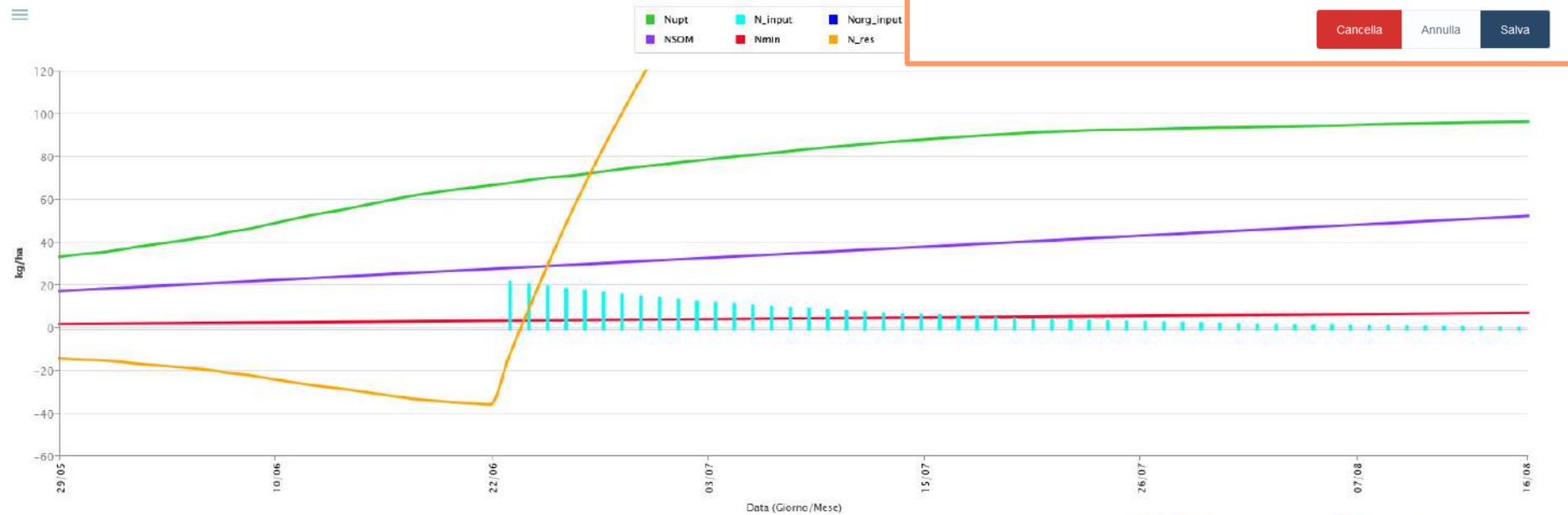
Dati fertilizzante organico

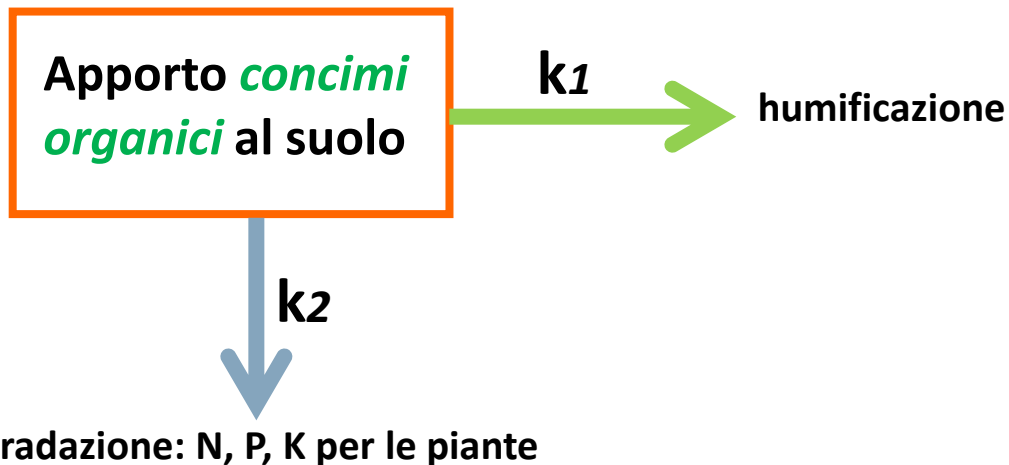
Tipo reintegro sost. organica

Concime organico in campo (kg/ha)

Concime organico in campo (% di N totale)

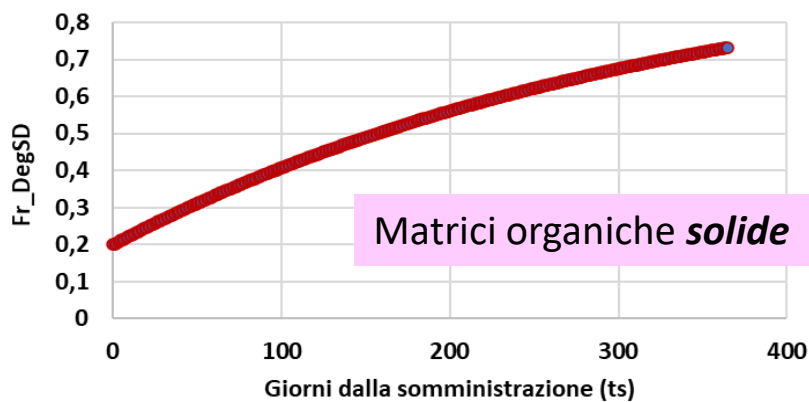
Azoto



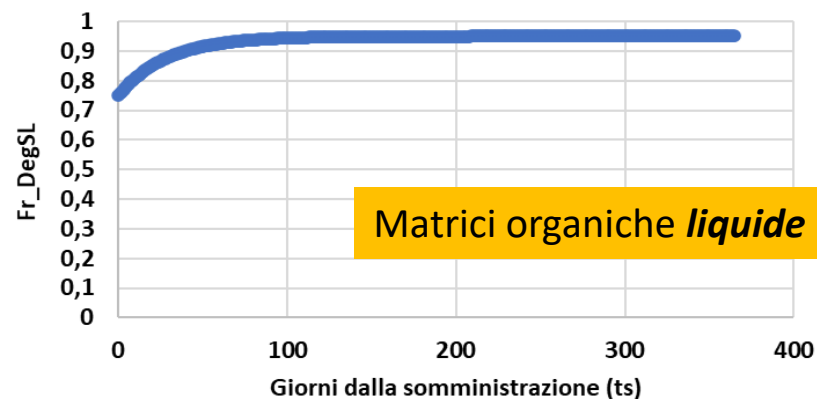


In CN due diverse tipi di funzioni di degradazione: matrici **solide (SD)** e matrici **liquide (SL)**

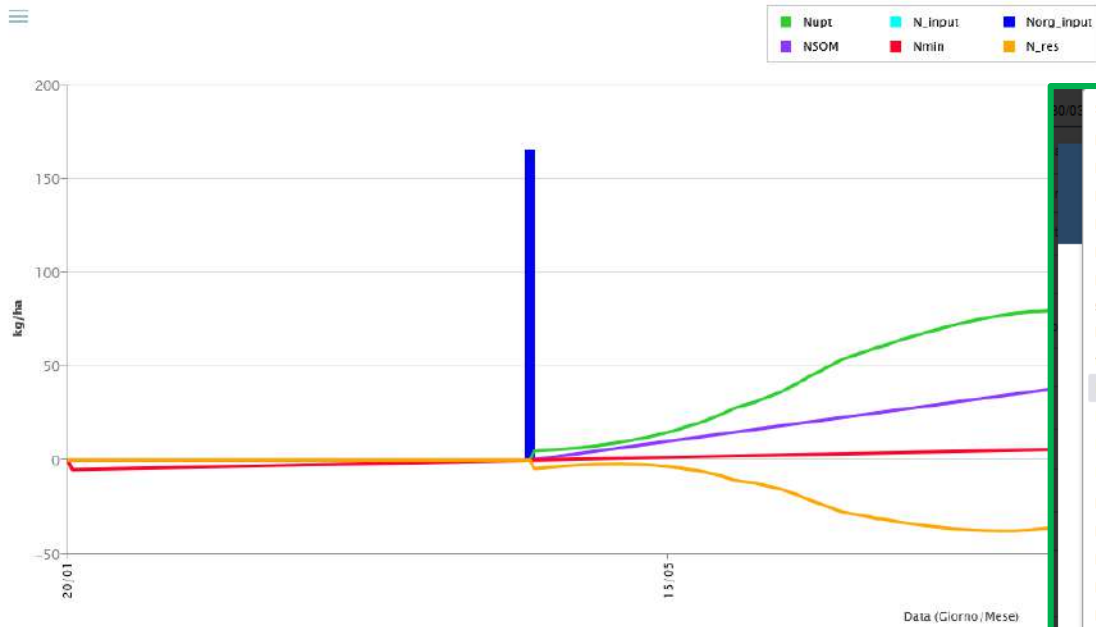
Degradazione della SD apportata nel tempo



Degradazione della SL apportata nel tempo



Azoto



Seleziona una voce

- paglia avena
- paglia grano
- paglia orzo
- paglia segale
- piante girasole
- piante sorgo secco
- sanse olive
- bucce pomodoro
- farina vinaccioli
- letame bovino
- letame equino
- letame suino
- letame ovino
- pollina ovaiole fresca
- pollina ovaiole secca
- pollina polli fresca
- pollina fr. ovaiole leggere
- pollina fr. polli carne
- pollina fr. pollastre

farina vinaccioli

Concime organico in campo (kg/ha) 0.0

Concime organico in campo (% di N totale) 0.0

Fertiliz. inorganico (% di N totale) 0.0

Fertiliz. inorganico (% di K totale) 0.0

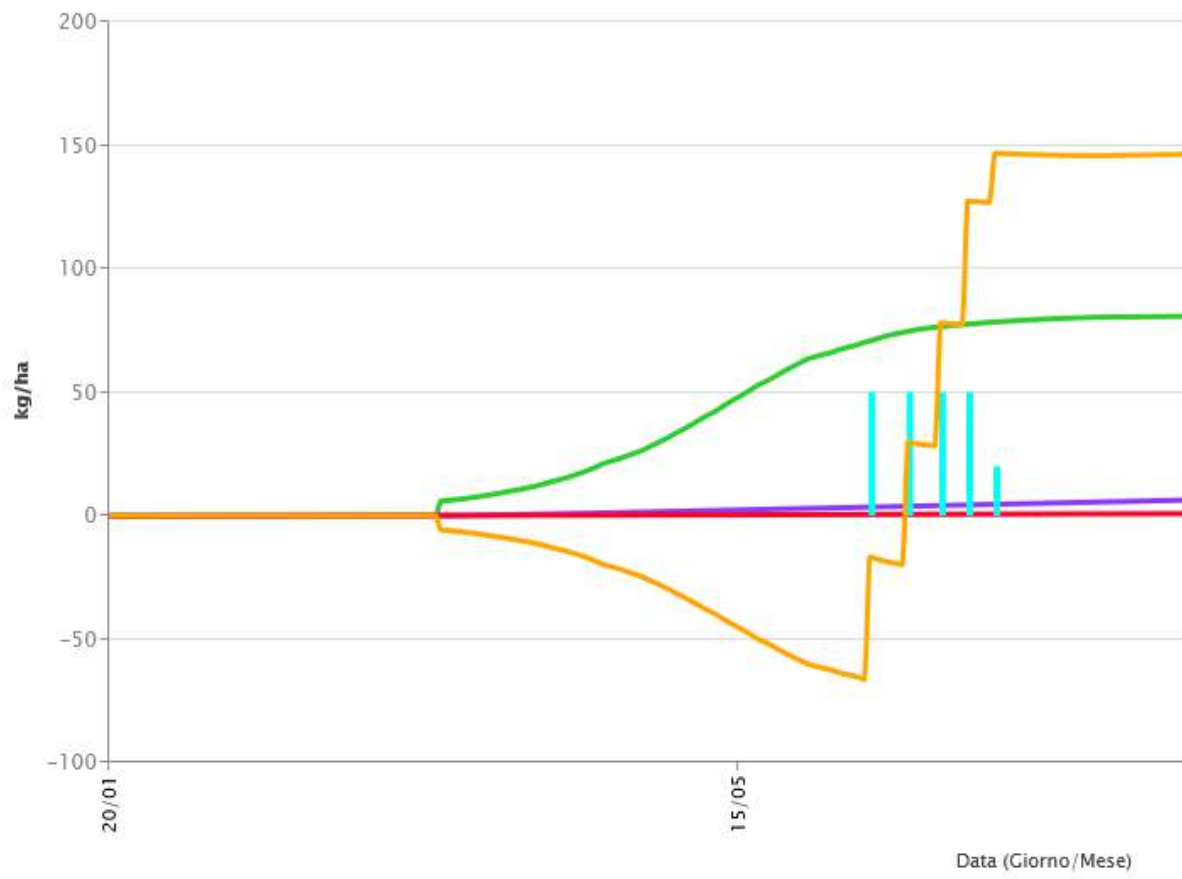
Q.tà reintegro sost. organica (kg/ha) 0.0

Buttons: Annulla, Salva

Somministrazione di un concime organico prima della semina

5 interventi di fertirrigazione a partire dal 08.06
(quantità esemplificative)

Azoto



	A	B	C	D	E	F
	data (gg/mm/aaaa)	irrigazione nelle 24 ore (mm)	q.ta di fertilizzante inorganico prontamente disponibile (kg/ha)	q.ta di azoto fornita tramite fertilizzazione inorganica (kg/ha)	q.ta di fosforo fornito tramite fertilizzazione inorganica (kg/ha)	q.ta di potassio fornito tramite fertilizzazione inorganica (kg/ha)
1						
201	18/07/2024					
202	19/07/2024					
203	20/07/2024					
204	21/07/2024					
205	22/07/2024					
206	23/07/2024					
207	24/07/2024					
208	25/07/2024					
209	26/07/2024					
210	27/07/2024					
211	28/07/2024					

Template_interventi_irriguifert

Data (Giorno/Mese)

Obiettivi del modello di simulazione CN

- Limitare le perdite di nutrienti dal sistema pianta-suolo
- Limitare perdite di sostanza organica
- Limitare le perdite nell'ambiente
- Seguire le fasi colturali di assorbimento dei nutrienti

Leaching e Run-off potenziale		Molto Basso	Basso	Alto	Molto Alto
Punteggio (s)		0.00	0.33	0.67	1.00
Peso (w)					
Quantità applicata	x	●	●●	●●●●	●●●●●●
Assorbimento pianta	y	↑↑↑	↑↑	↓	↓↓↓
Gestione concimazione	z	Ottima	Buona	Media	Scarsa

$$Acqua_{GRIGIA} = ((N_{Load} / (cN_{NO_3} Max - cN_{NO_3} Nat)) / 10^6) / 10^3$$

$$N_{Load} = (N_{SOM} + N_{Sy} + N_{Efl} + N_{Og} + N_{Ps} + N_{Ag} + N_{Bg}) * k_{LeRo}$$

$$N_{Load} = k_{LeRo} * N_{apportato}$$

$$k_{LeRo} = \sum_i (s_i * w_i) / \sum_i (w_i)$$

k_{LeRo}

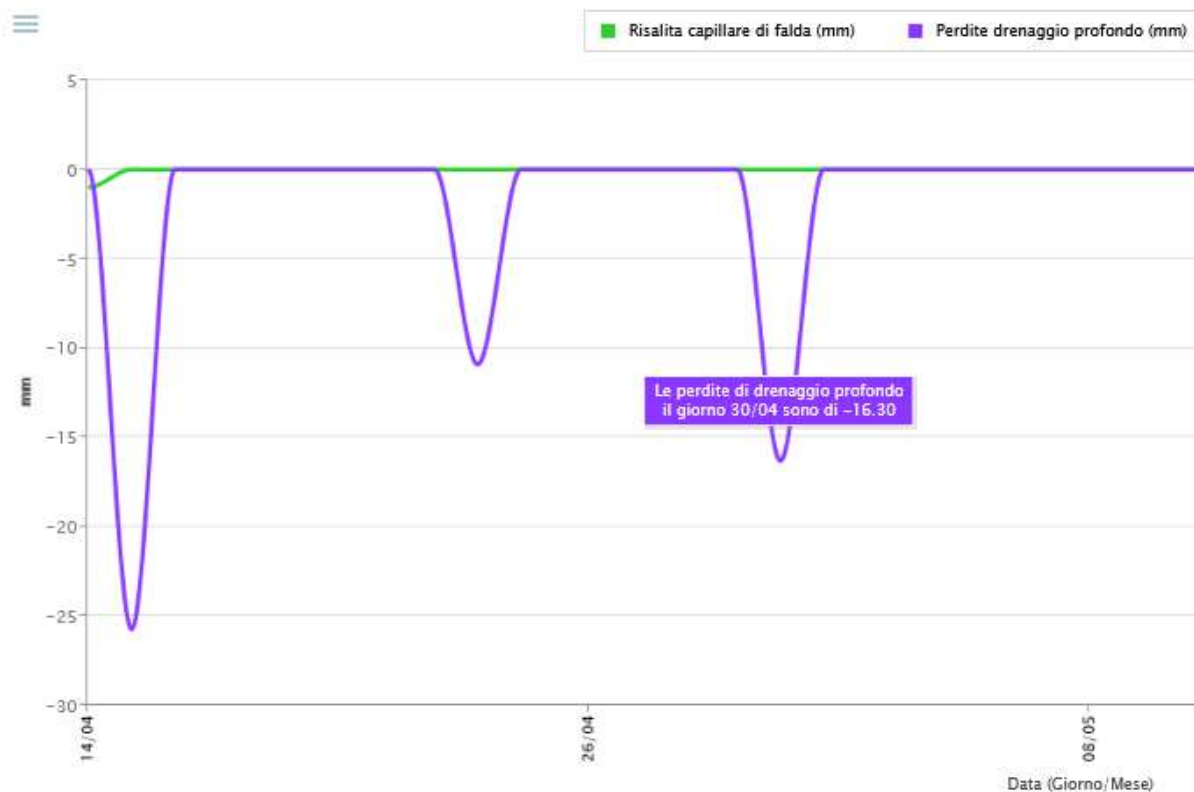
Leaching-Run off possono essere modificati con comportamenti agronomici più o meno virtuosi

$$N_{av} = N_{Input} + (N_{SOM} + N_{mnr}) - N_{Upt} - N_{LeRo}$$

$$N_{LeRo} = k_{LeRo} * (N_{Input} + (N_{SOM} + N_{mnr}) - N_{Upt}) * Drain$$

Con Irr e $Rain \leq x$ mm
 $Drain = 1$

Con Irr e $Rain > x$ mm
 $Drain = (IRR+RAIN)/x$



AgriCS simulazioni: CN, leaching e run-off di N, terreno saturo?

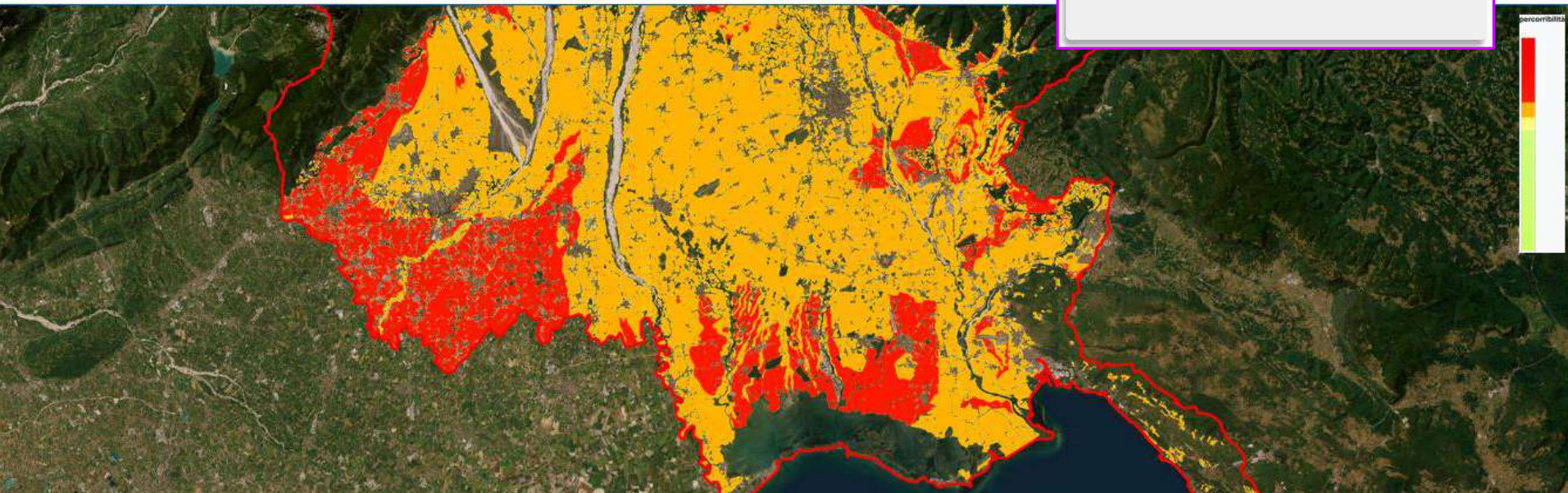


Scenari Agro-meteorologici

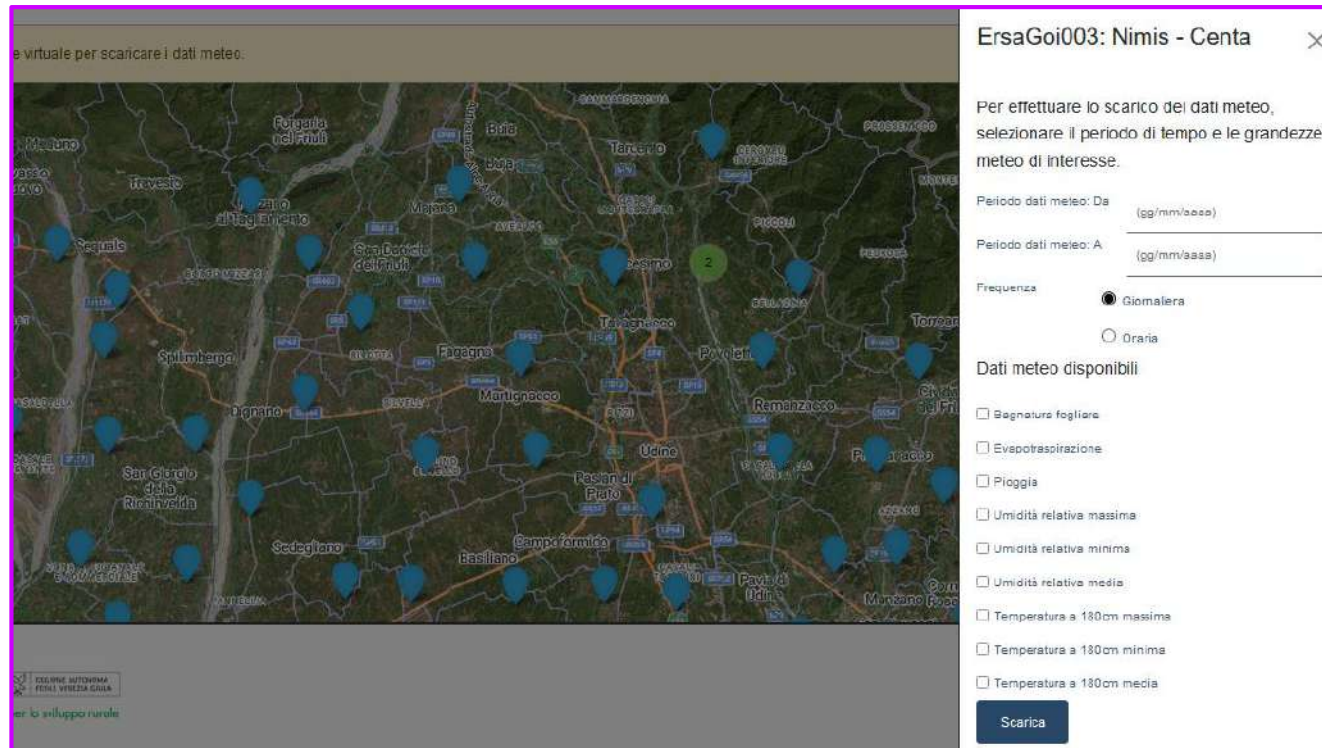
Scenari generali a carattere macro-territoriale che considerano sia aspetti fitosanitari che aspetti agronomici

← Scenari Agro-meteorologici

arpa FVG - 2 +



... virtuale per scaricare i dati meteo.



ErsaGoi003: Nimis - Centa ✕

Per effettuare lo scarico dei dati meteo, selezionare il periodo di tempo e le grandezze meteo di interesse.

Periodo dati meteo: Da (gg/mm/aaaa) _____
Periodo dati meteo: A (gg/mm/aaaa) _____

Frequenza
 Giornalera
 Oraria


Dati meteo disponibili

- Bagnatura fogliare
- Evapotraspirazione
- Pioggia
- Umidità relativa massima
- Umidità relativa minima
- Umidità relativa media
- Temperatura a 180cm massima
- Temperatura a 180cm minima
- Temperatura a 180cm media

Scarica

Dati centraline meteo virtuali di AgriCS

Form Input Dati del modello, **dati meteo per calcolo GDD e bilancio idrico**

Dati meteo 

Carica dati **Cerca** Oppure seleziona la stazione

Avvia elaborazione