IL MODELLO COLTURALE TETI

PROGETTO TETI - ASI (Agenzia Spaziale Italiana)

Sergio Ruggieri

CREA – Agricoltura e Ambiente

sergio.ruggieri@crea.gov.it

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024



I modelli di simulazione dei sistemi colturali

I modelli di simulazione sono strumenti in grado di riprodurre il comportamento di un sistema complesso in modo semplificato.

La simulazione è un imitazione delle operazioni eseguite nel tempo da un sistema reale.

I modelli si basano su equazioni matematiche e algoritmi logici, codificati in un linguaggio di programmazione per descrivere i fenomeni naturali (fisici, chimici e biologici).

Possono essere applicati a diverse scale: campo, azienda e territorio.

Vantaggi:

- Utili per spiegare il fenomeno con maggiore dettaglio.
- Precisi se ben utilizzati.
- Applicabili a diverse scale nello spazio e nel tempo.
- Utili per fare una valutazione dettagliata delle criticità.

Svantaggi:

necessità di:

- dettagliati input.
- conoscenza del sistema in analisi.

AquaCrop

AquaCrop è un modello colturale sviluppato dalla *Land and Water Division* della FAO

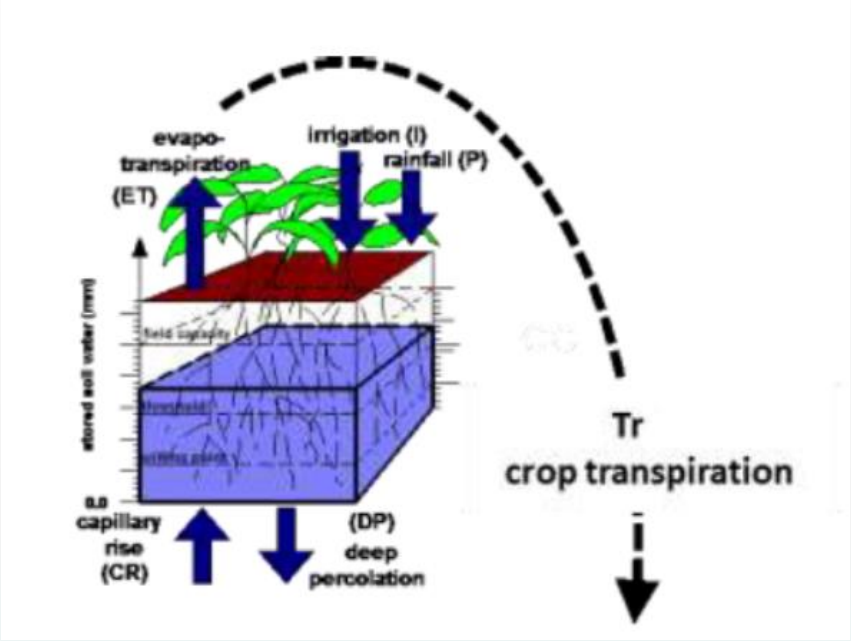
Il modello è stato progettato in modo tale da far collimare equilibrio e semplicità, accuratezza e robustezza.

Le procedure di calcolo sono fondate su basilari e spesso complessi processi biofisici per garantire un'accurata simulazione della risposta della coltura nel sistema suolo-pianta-atmosfera.

È stato sviluppato con l'obiettivo di aumentare la produttività nei terreni irrigati in diversi metodi, artificiali o naturali.

Aquacrop simula la risposta delle colture erbacee all'acqua che viene loro fornita ed è particolarmente adatto per analizzare condizioni in cui l'acqua è un fattore limitante alla crescita ed allo sviluppo delle colture

AquaCrop utilizza la «***produttività dell'acqua***» per determinare la crescita della coltura.



Dove

- B è la biomassa epigea prodotta
- WP è produttività dell'acqua
- Tr è la traspirazione

$$B = WP * \sum Tr$$

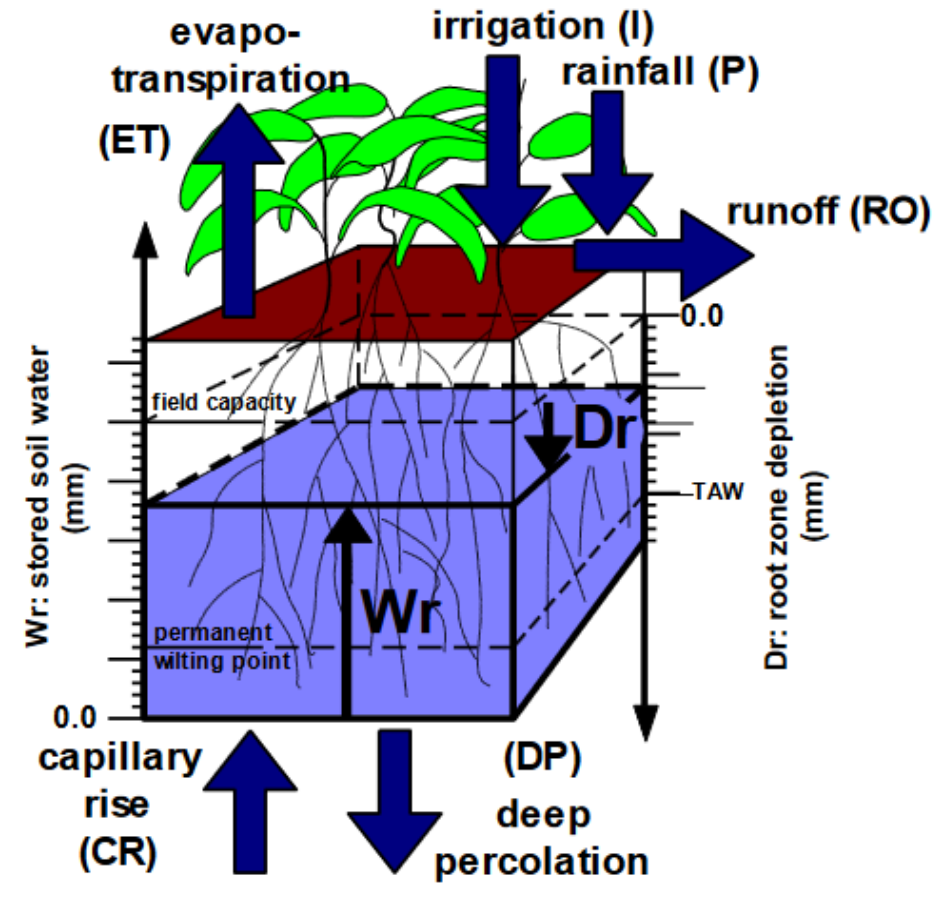
Flussi idrici in entrata e in uscita

Il modello di simulazione Acquacrop utilizza la zona radicale come un serbatoio

L'acqua entra nel sistema dalle **precipitazioni** e dall'**irrigazione**.

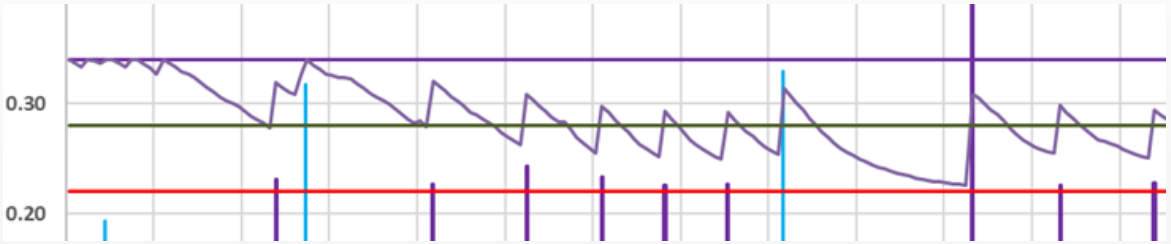
Quando l'intensità delle precipitazioni è troppo elevata, una parte va persa per ruscellamento superficiale e una frazione si infiltra.

Processi come l'**evaporazione** del suolo e la **traspirazione** delle colture rimuovono l'acqua dal serbatoio.

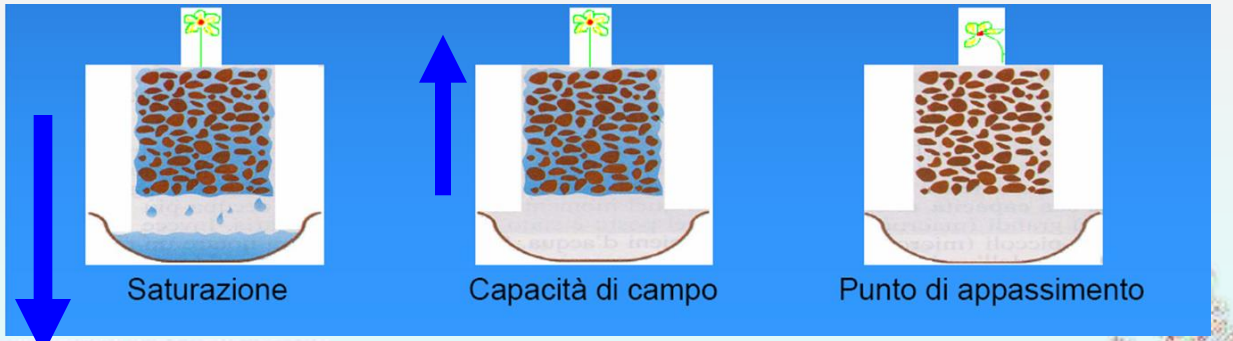


Il bilancio idrico nel suolo





L'acqua totale disponibile nel suolo o acqua estraibile dalle piante è la quantità di acqua che una coltura può teoricamente estrarre dalla frazione fine del volume di suolo considerato.

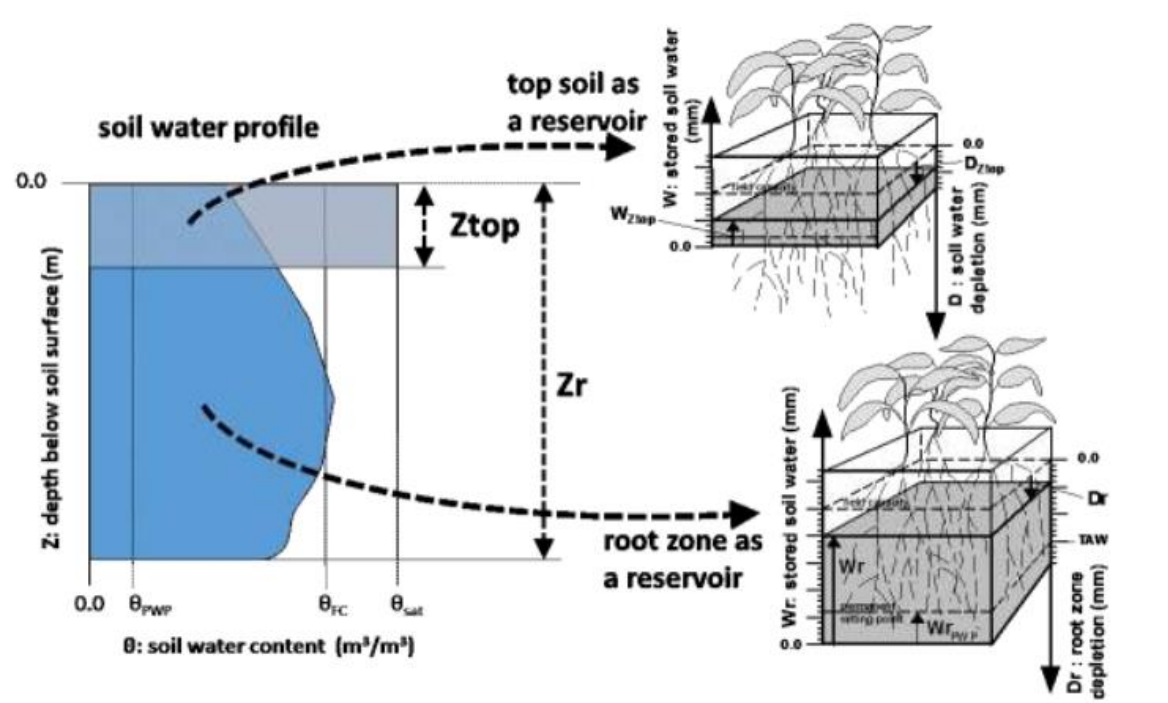


Acqua immagazzinata nel suolo (SWC)

Il bilancio idrico del suolo è espresso come acqua immagazzinata nel suolo a diverse profondità:

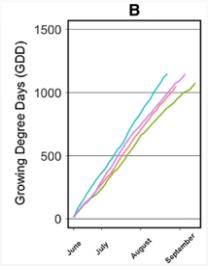
- nello strato superficiale (Ztop);
- nella zona radicale (Zrad).

Il sistema valuta giornalmente l'acqua disponibile nelle 2 zone *Ztop/Zrad* e quella persa per percolazione da *Zrad*.

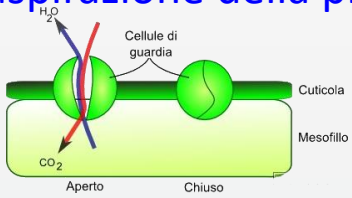


Componenti del modello AquaCrop

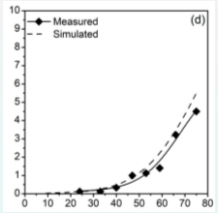
1. Sviluppo della pianta



2. Traspirazione della pianta

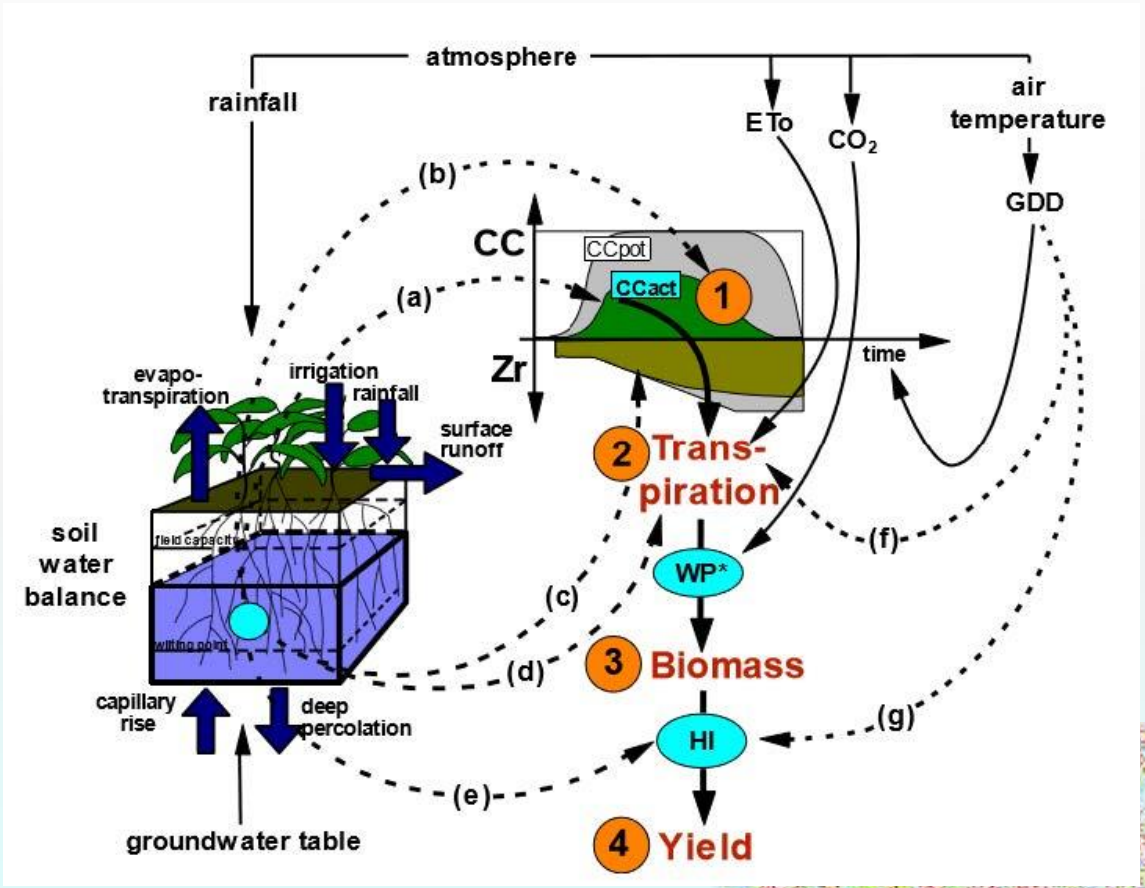


3. Accumulo di biomassa



4. Resa

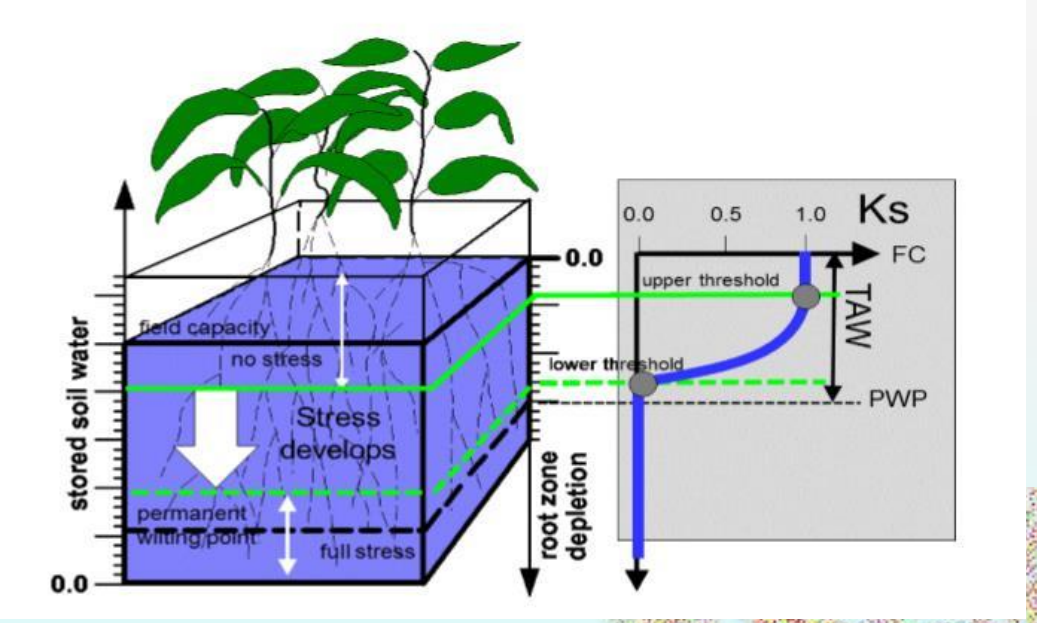




1. Sviluppo della pianta

È espresso attraverso la copertura al suolo
È guidato dall'accumulo di gradi/giorno (GDD)
È influenzato dal contenuto d'acqua del terreno a scala giornaliera

Lo stress idrico del suolo influenza l'espansione delle foglie e quindi della chioma e, se grave, potrebbe innescare la senescenza precoce della pianta



2. Traspirazione della pianta

La traspirazione è condizionata dalla disponibilità idrica; lo stress idrico induce la chiusura degli stomi sulle foglie e quindi influenza la crescita delle colture.

3. Accumulo di biomassa

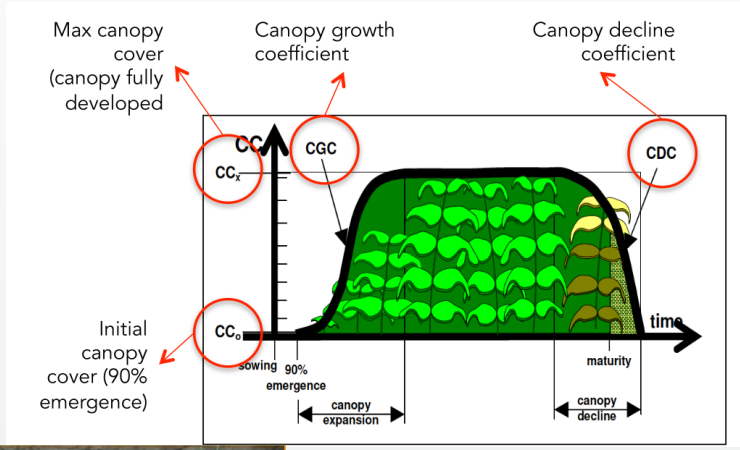
AquaCrop calcola la produzione di biomassa dalla traspirazione giornaliera, attraverso un indice di *produttività dell'acqua* valido per differenti località, stagioni e concentrazioni di CO_2 .

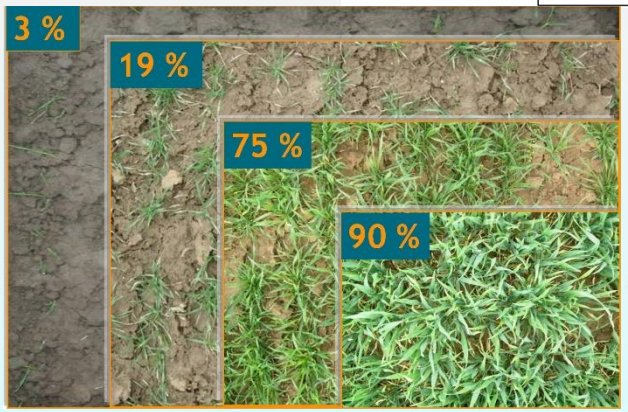
4. Resa

La biomassa simulata dipende dall'attività fotosintetica della coltura durante il ciclo produttivo; utilizzando un *indice di raccolto* (HI), che è la frazione di biomassa accumulata, si calcola la resa in termini di raccolto.
Gli stress idrici e termici regolano quotidianamente l'HI.

Lo sviluppo e la senescenza della coltura sono espressi dalla copertura della coltura (CC) definita attraverso 4 parametri:

- copertura iniziale della chioma al momento dell'emergenza;
- coefficiente di crescita della chioma;
- massima copertura della chioma per quella densità di piante in condizioni ottimali;
- coefficiente di decadimento della chioma.





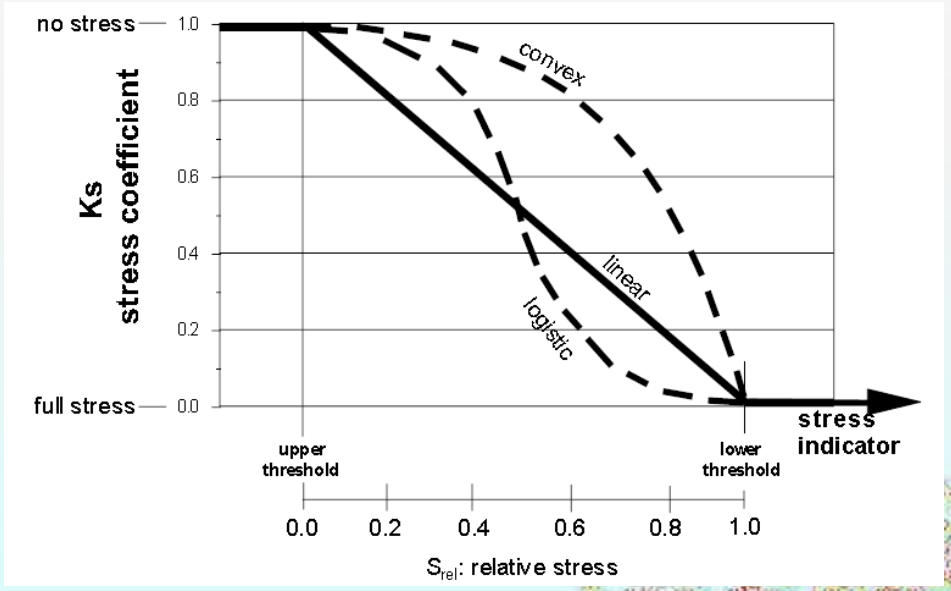
POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

I fattori di stress

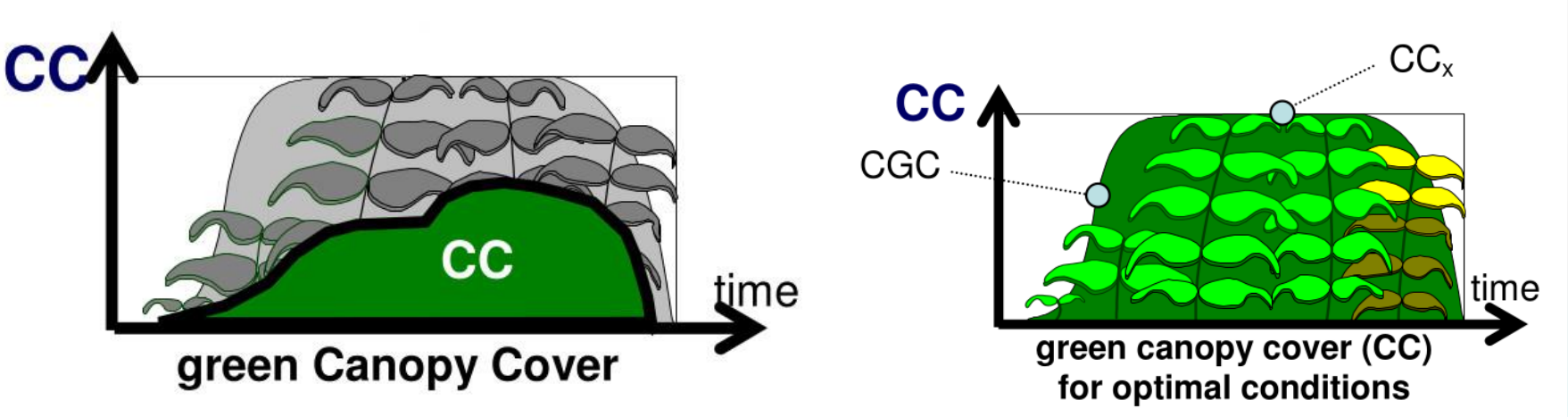
I componenti dell'architettura del modello sono influenzati dagli stress, codificati da coefficienti (Ks) che modificano il parametro di riferimento del modello (0 stress max; 1 assenza di stress).

- stress idrico
- stress da T°
- stress per la fertilità del terreno
- stress per la salinità

La forma della curva Ks determina l'entità dell'effetto dello stress sul processo tra le soglie.



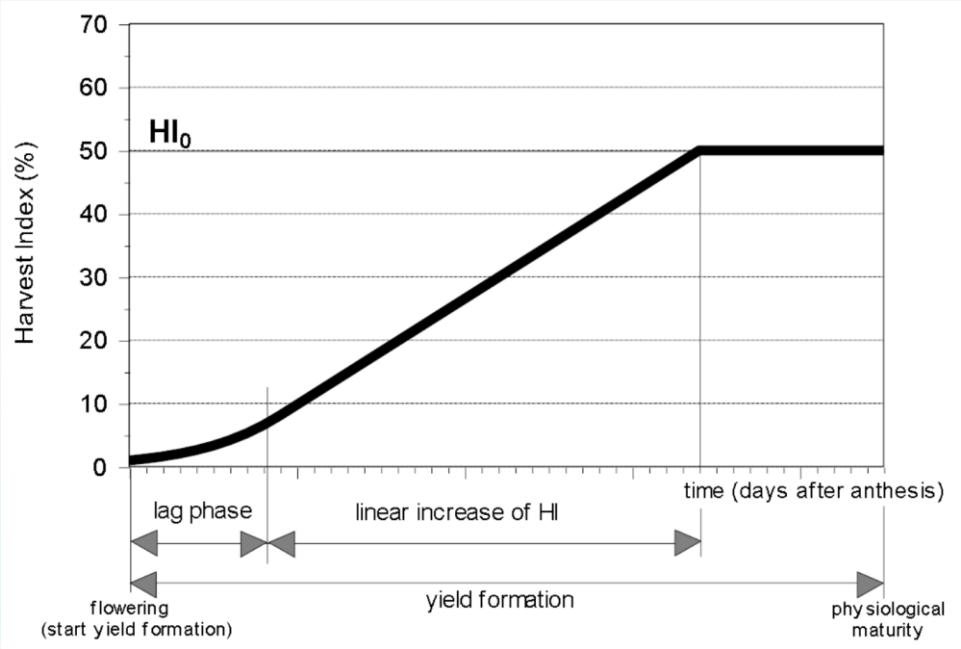
Gli effetti degli stress sulla coltura riducono l'espansione della chioma, il pieno sviluppo della coltura e la resa finale.



$$Tr = Ks \; Ks_{Tr} \; [CC^* \; Kc_{Tr,x}] \; ETo$$

Produzione della coltura

La produzione della coltura, intesa come prodotto finale, è dato da un indice di raccolto (harvest index – HI) calcolato dalla biomassa prodotta e legato alla coltura.



Variabili di input del modello

Le variabili climatiche di input giornaliere del modello prevedono:

- temperatura dell'aria giornaliera minima e massima (Tmin – Tmax)
- precipitazione giornaliera (P)
- evapotraspirazione potenziale (ET_0)

L' ET_0 può essere calcolata direttamente dal modello con la formula di Penman-Monteith con le seguenti altre variabili:

- velocità del vento
- umidità relativa min e max
- temperatura min e max
- radiazione netta

Il suolo nel modello AquaCrop

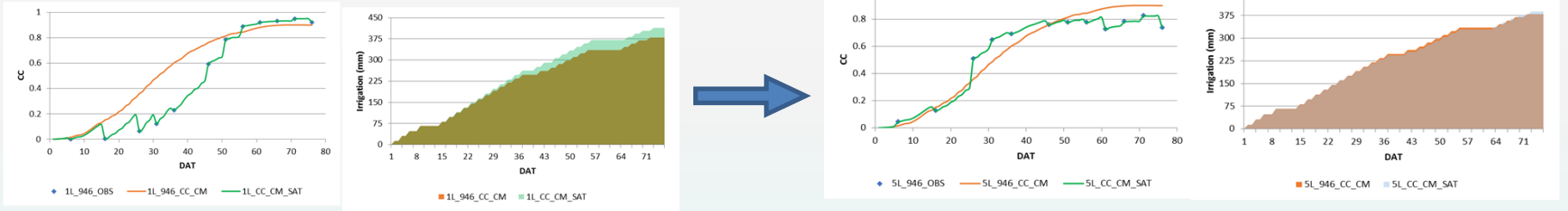
La struttura del suolo in Aquacrop è a strati, fino a 5, ciascuno con una diversa tessitura. Il modello, per la simulazione del bilancio idrico del suolo ha bisogno delle caratteristiche idrauliche:

- coefficiente di drenaggio (τ),
- conduttività idraulica a saturazione (ksat),
- contenuto di acqua volumetrico a saturazione (θsat),
- capacità di campo (θFC)
- punto di appassimento (θWP).

Queste possono essere inserite dall'utente o calcolate attraverso funzioni di pedotrasferimento in funzione della tessitura, che può essere anch'essa inserita dall'utente o selezionata tra le classiche incluse nel modello del triangolo USDA.

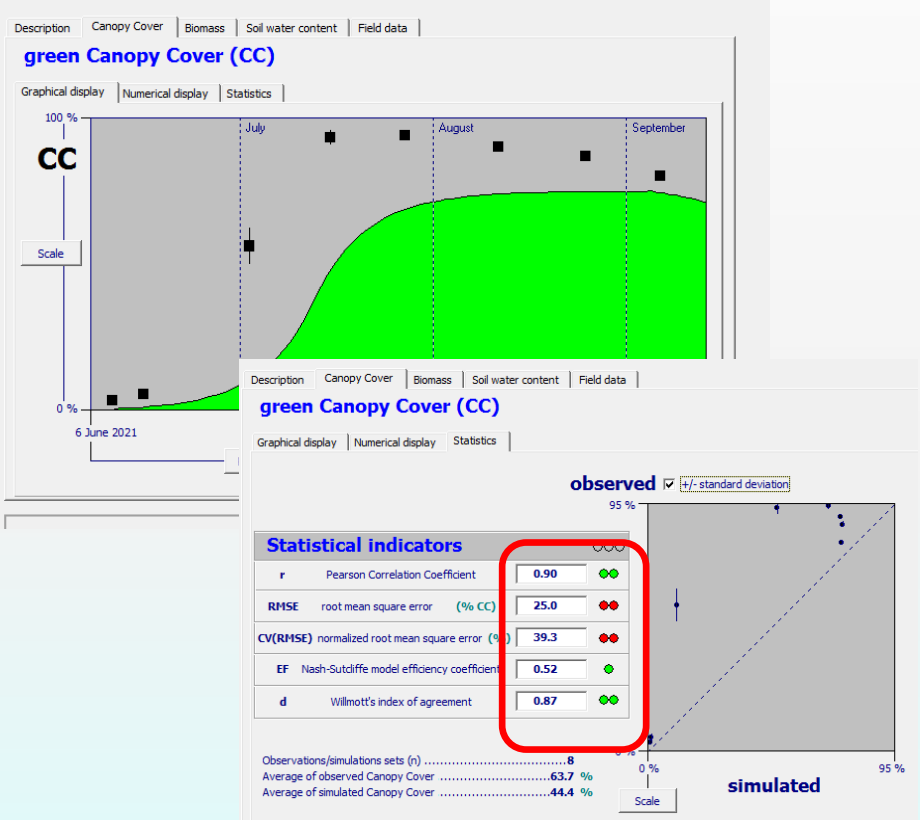
LA MODELLAZIONE CON AQUACROP

L'utilizzo del modello prevede una «Calibrazione – validazione»
L'obiettivo è quello di modellare l'ambiente pedo-climatico e la coltura dell'area di interesse.
È indispensabile utilizzare dati di campo per la «Calibrazione – validazione»
Tipicamente si utilizzano uno-più anni per la calibrazione ed altrettanti per la validazione.



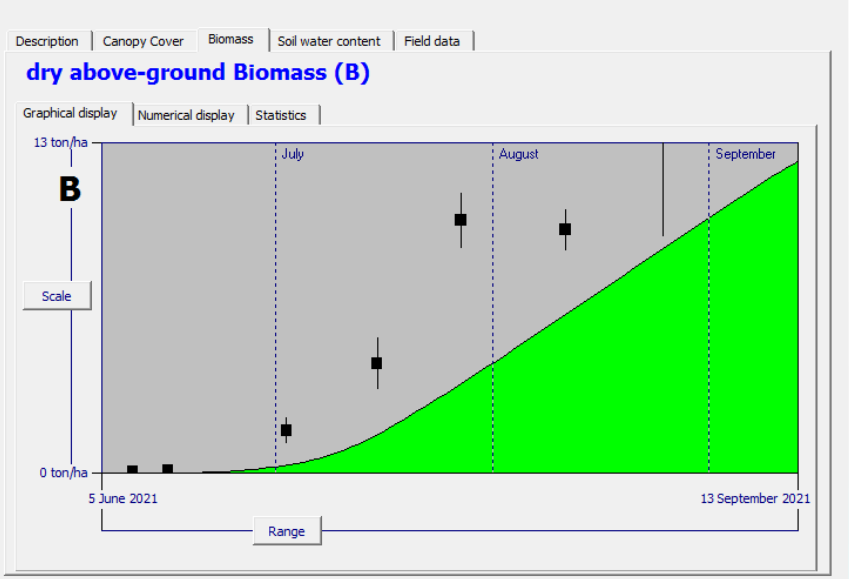
La calibrazione del modello consente di modificare alcuni parametri del modello, legati alla coltura ed alle condizioni ambientali per rendere minime le differenze tra i dati osservati e quelli simulati.

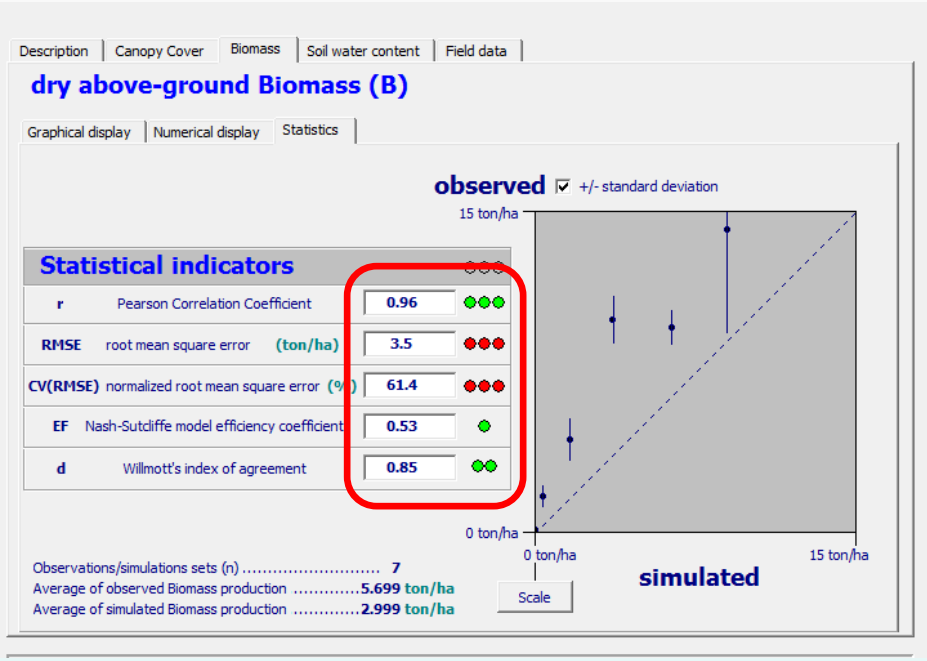
Calibrazione



- ✓ ***r:*** l'indice di correlazione di Pearson.
- ✓ ***RMSE:*** errore quadratico medio.
- ✓ ***NRMSE:*** errore quadratico medio normalizzato.
- ✓ ***EF (-1 to 1)***: efficienza della modellazione, misura di quanto i dati simulati si allineino ai dati osservati.
- ✓ **d (0-1)**: fornisce una misura standardizzata e interpretabile dell'accuratezza del modello che tiene conto sia dei bias che della variabilità dei dati.

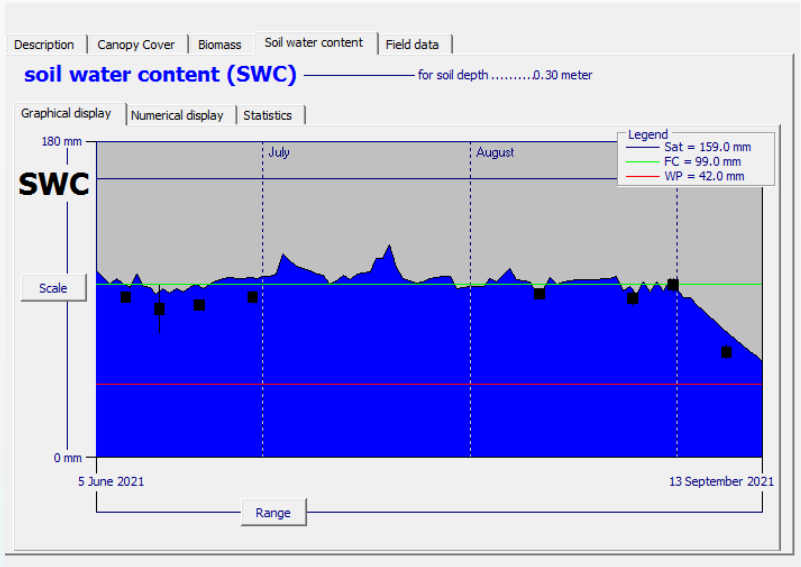
Calibrazione

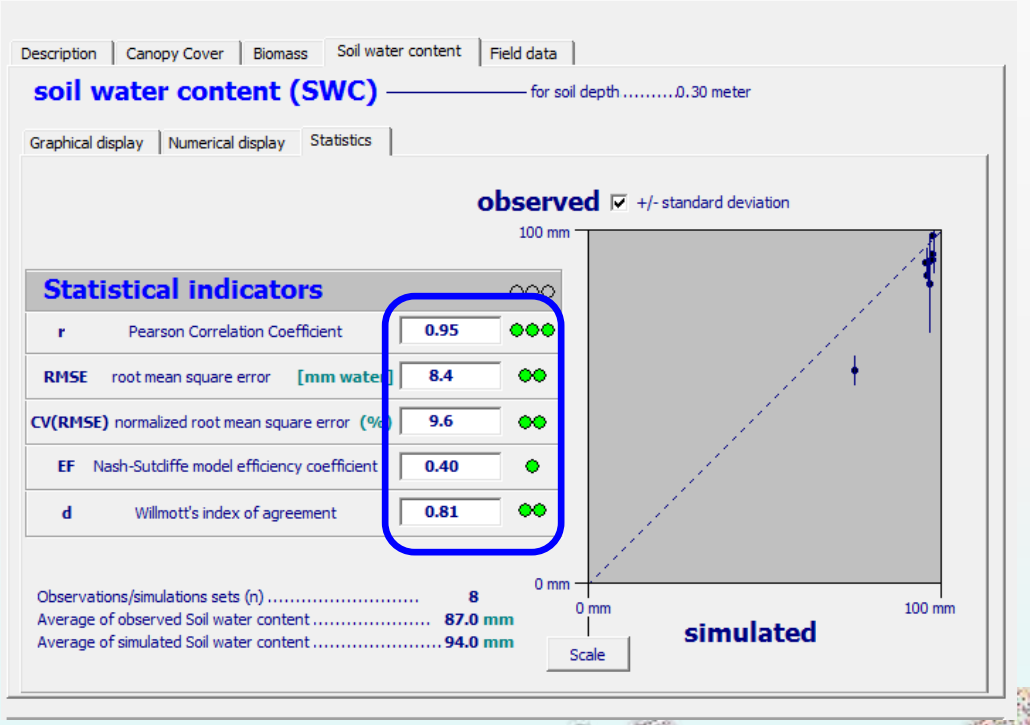




POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

L'IMPORTANZA DELLA RISORSA IDRICA INVASATA NEL QUADRO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI





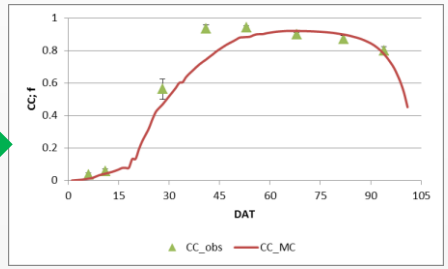
POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

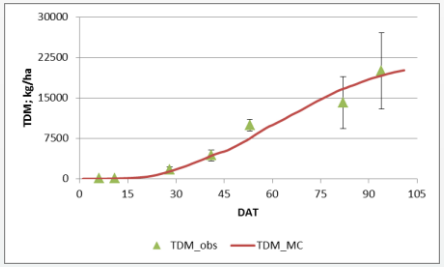
Parametri colturali

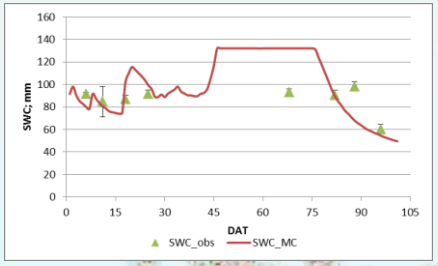
Parameters	Abbreviation	Unit
GDD between sowing/transplanting and GAI_{max}	t_m	°C
GDD at the end of canopy growth	t_e	°C
Light extinction coefficient	k	-
Base temperature	T_b	°C
Optimal temperature for growth	T_{opt}	°C
Max temperature threshold for growth	T_x	°C
Maximum GAI	GAI_{max}	$m^2\ m^{-2}$
Shape factor for water stress	f_{shape}	-
Maximum total dry matter	TDM_{max}	$kg\ ha^{-1}$
GDD to reach 50% of TDM_{max}	t_h	°C
Fitting parameter	b	-
Water productivity	WP	$kg\ mm^{-1}$
Actual plant available water	$APAW$	mm
Total plant available water	SAW	mm
Total available water	TAW	mm
Readily evaporation water	REW	mm
Potential evaporation	E_{pot}	mm
Evaporation reduction coefficient	k_{ev}	-
Decline factor	fk	-

Calibrazione

Parameters	Abbreviation	Unit
GDD between sowing/transplanting and GAI_{max}	t_m	°C
GDD at the end of canopy growth	t_e	°C
Light extinction coefficient	k	-
Base temperature	T_b	°C
Optimal temperature for growth	T_{opt}	°C
Max temperature threshold for growth	T_x	°C
Maximum GAI	GAI_{max}	$m^2\ m^{-2}$
Shape factor for water stress	f_{shape}	-
Maximum total dry matter	TDM_{max}	$kg\ ha^{-1}$
GDD to reach 50% of TDM_{max}	t_h	°C
Fitting parameter	b	-
Water productivity	WP	$kg\ mm^{-1}$
Actual plant available water	APAW	mm
Total plant available water	SAW	mm
Total available water	TAW	mm
Readily evaporation water	REW	mm
Potential evaporation	E_{pot}	mm
Evaporation reduction coefficient	k_{ev}	-
Decline factor	fk	-



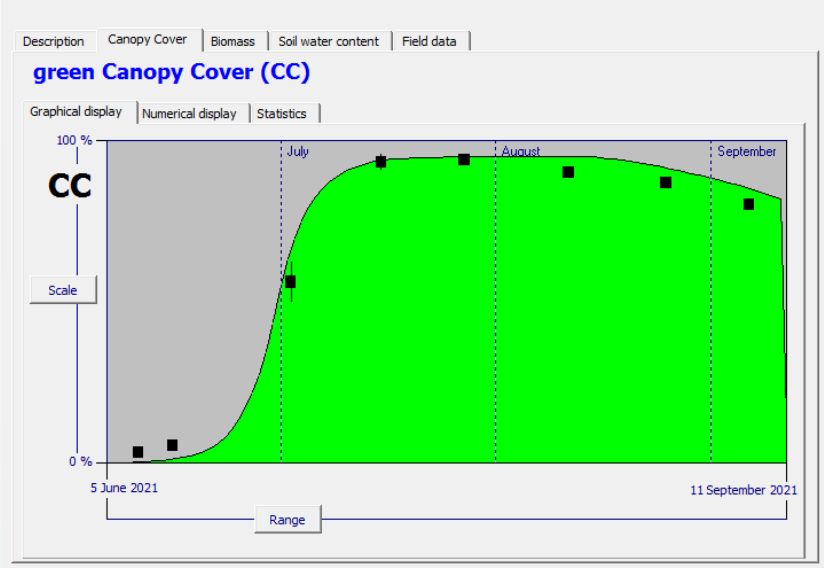


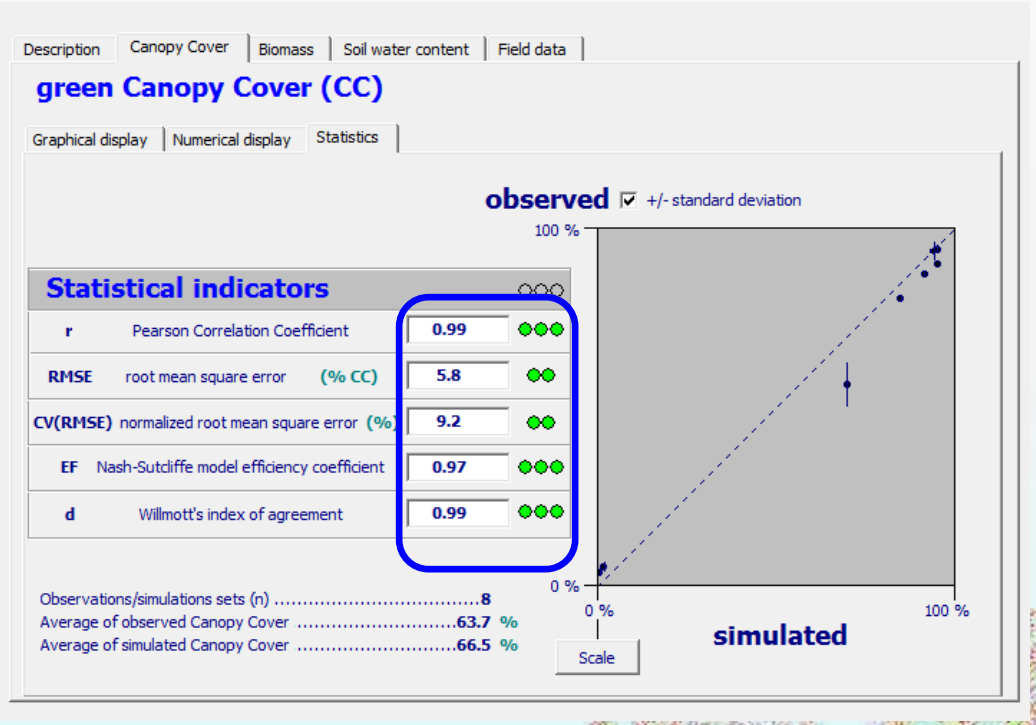


Parameter	Unit
Tmax	°C
Tmin	°C
Wind	M s^{-1}
Global radiation	MJ m^{-2}
Relat.humidity (min)	%
Relat. Humidity (max)	%
Rain	mm
At daily step	

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

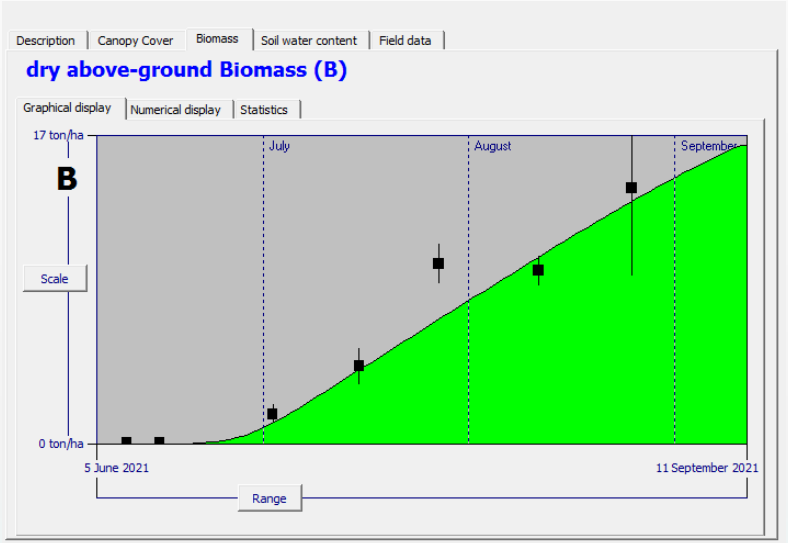
L'IMPORTANZA DELLA RISORSA IDRICA INVASATA NEL QUADRO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

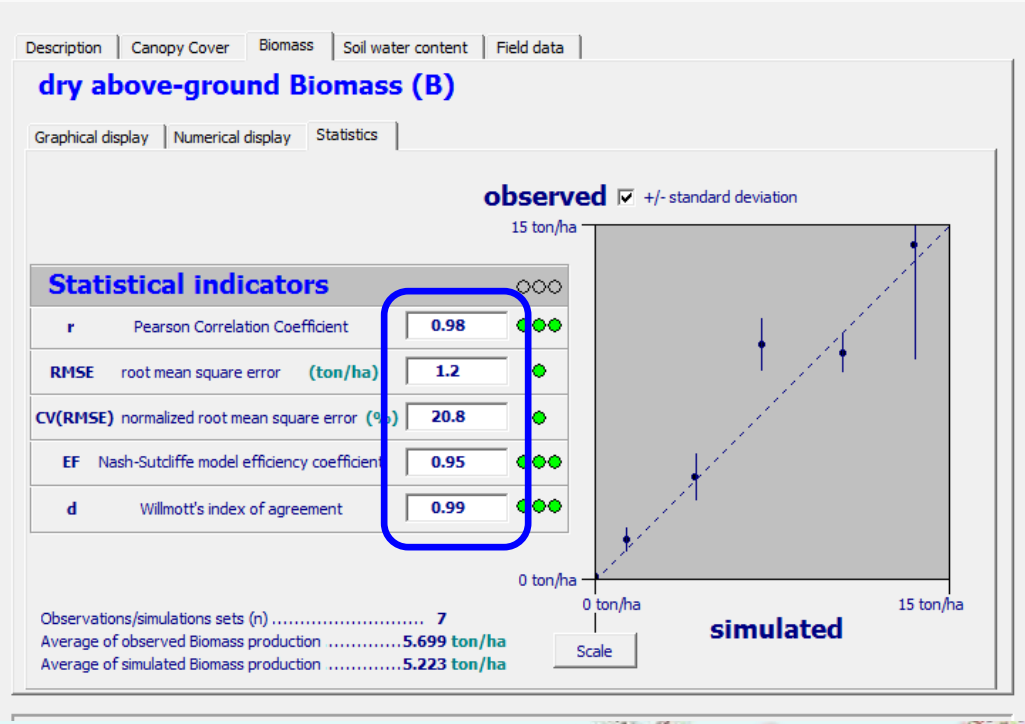




POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

L'IMPORTANZA DELLA RISORSA IDRICA INVASATA NEL QUADRO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI





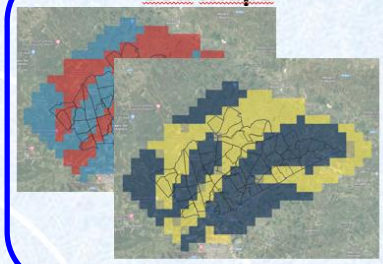
POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

Integrazione del CM nella piattaforma THETI

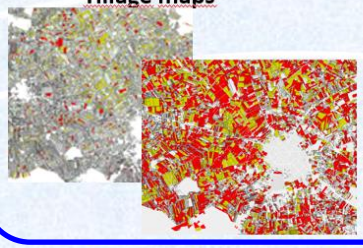
Weather data



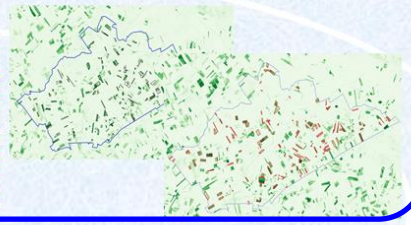
Soil maps



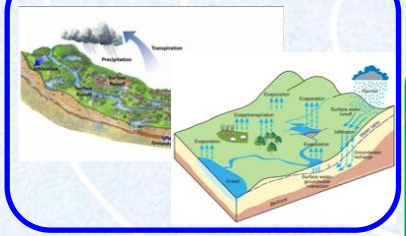
Tillage maps



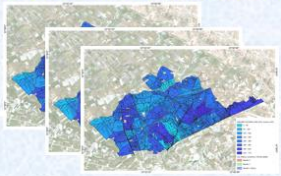
Tomato field



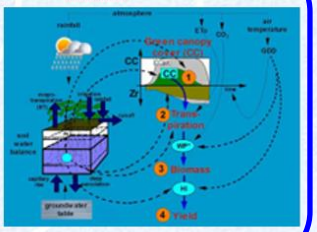
SWB model



advance forecast of irrigation needs



Crop model



case use I



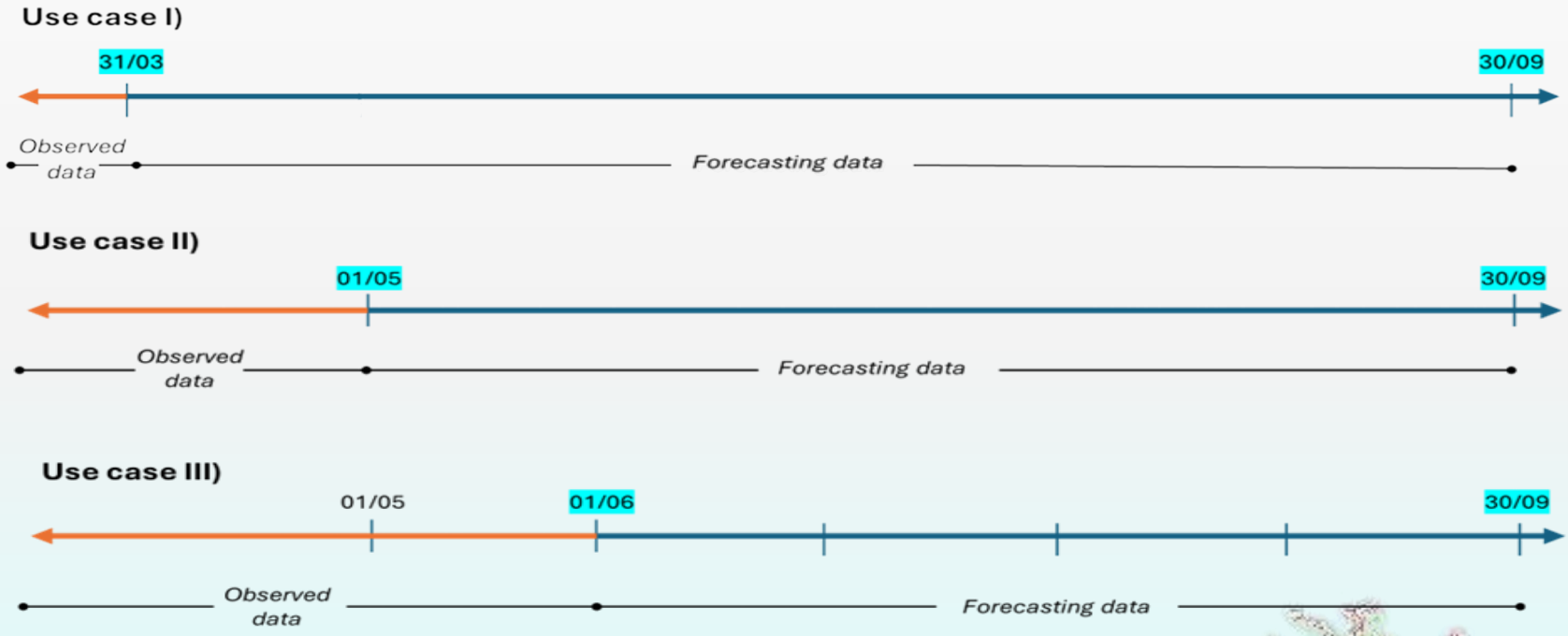
case use II



case use III



Quantificare il fabbisogno idrico della coltivazione del pomodoro da pieno campo nell'area individuata dal progetto TETI per i tre casi studio.



Grazie per l'attenzione

Sergio Ruggieri

CREA – Agricoltura e Ambiente

sergio.ruggieri@crea.gov.it

POLITECNICO DI BARI
SALA CONSILIARE DICATECh
VIA EDOARDO ORABONA, 4
30 maggio 2024

