

## Relazione attività Assegno di Ricerca con fondi coperti da MAGGnet

**Assegnista: Ileana Iocola**

Il progetto di ricerca denominato “*Analisi quantitativa dell’incertezza dell’impatto dei cambiamenti climatici sui principali sistemi colturali dell’agricoltura europea e mediterranea mediante l’impiego di modelli di simulazione della crescita colturale*”, è stato inquadrato nell’area scientifica numero 07- Scienze Agrarie e Veterinarie ed in particolare nel settore scientifico disciplinare AGR/02 - Agronomia e Coltivazioni Erbacee. L’attività è stata finanziata per il periodo **Novembre 2015 - Marzo 2016** da fondi del progetto MAGGnet ed ha sfruttato le sinergie fra più progetti di ricerca quali JPI-FACCE, MACSUR e CN-MIP facilitando il raggiungimento reciproco degli obiettivi dei vari progetti.

Nello specifico, all’interno del progetto di ricerca MAGGnet, la sottoscritta si è occupata di quantificare l’efficacia di pratiche di mitigazione attraverso la calibrazione e validazione di modelli matematici capaci di simulare sia la crescita delle colture che la dinamica della sostanza organica nel suolo, utilizzando e validando i dati provenienti dai sperimentali italiani di lunga durata (LTE) appartenenti alla rete MAGGnet.

### Calibrazioni con il modello DSSAT

Il progetto di ricerca MAGGnet prevede l’uso di modelli di simulazione in combinazione con database nazionali o internazionali per contribuire allo sviluppo di strategie di mitigazione da adottare in diversi sistemi colturali per ridurre le emissioni dei GHG e/o aumentare la capacità di stoccaggio di carbonio nei suoli in clima presente e futuro. Per l’espletamento delle attività del programma dell’assegno di ricerca sono stati selezionati due siti sperimentali italiani di lunga durata per la calibrazione del modello di crescita colturale DSSAT al fine di valutare i seguenti aspetti di differenti pratiche di lavorazione del suolo (convenzionale, ridotta e semina su sodo):

- dinamica della sostanza organica nel suolo a diverse profondità in condizioni attuali e in scenari climatici;
- produttività della colture anche in relazione agli scenari climatici;
- sequestro di carbonio nel suolo in funzione di diversi sistemi colturali.

I due siti sperimentali usati in questo studio sono localizzati ad Agugliano- LTE AN (Ancona, Marche, IT; 43.32°N, 13°22°E) e a San Piero a Grado - LTE PI2 (Pisa, Toscana, 43.41°N, 10.23°E) Il sito AN è caratterizzato da una rotazione biennale frumento-mais e per la calibrazione del DSSAT sono stati selezionati solo i plot delle lavorazioni convenzionali (CT) e semina su sodo (NT) con livello di fertilizzazione azotata di 90 kg N /ha.

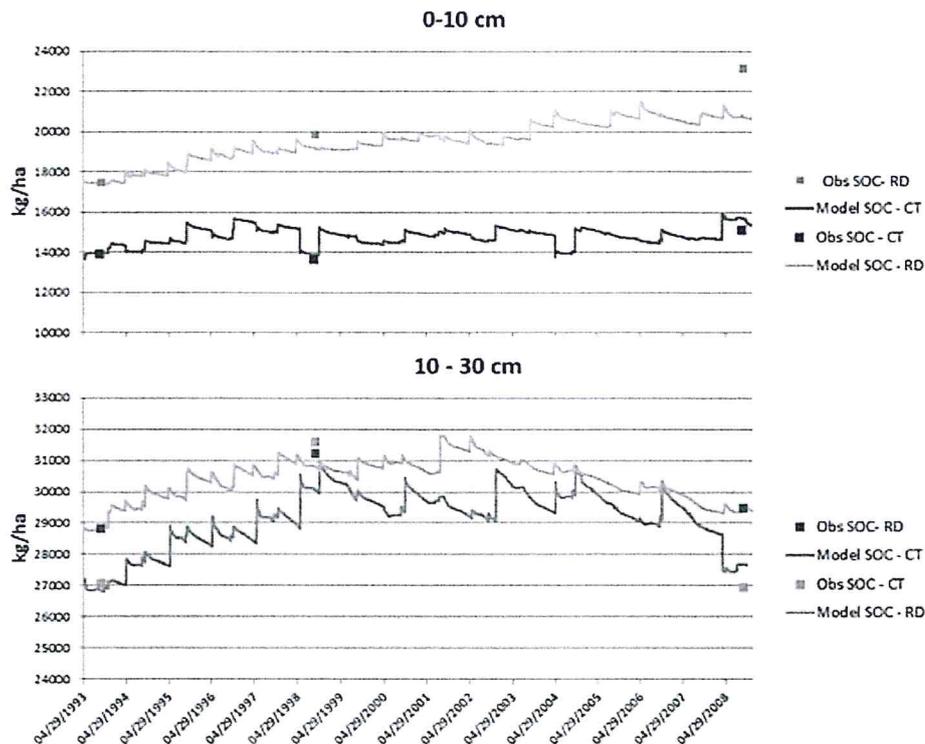
Il sito PI2 è basato su una monosuccessione di mais dal 1994 al 1998 seguita da una rotazione biennale frumento-mais fino al 2005. Dal 2005 la rotazione biennale è stata sostituita da una rotazione quadriennale frumento-mais-frumento-girasole. In questo studio è stato selezionato un subset dei trattamenti dell’LTE costituito dalle lavorazioni convenzionale (CT) e ridotta (RD) con fertilizzazione azotata di 180 e 300 kg N/ha rispettivamente per il frumento e per il mais.

La *performance* della calibrazione del DSSAT nei due siti è stata valutata calcolando gli indicatori riportati in Tabella 3, mentre la Figura 1 è stato riportato un esempio mostrante la bontà del modello DSSAT nella simulazione della dinamica della SOC nei differenti sistemi di lavorazione (CT ed RD) nel sito LTE PI2.

Tabella 1- Indicatori della *performance* del modello DSSAT nella simulazione delle rese del frumento (WHT) e del mais (MZE) nei due siti sperimentali AN e PI2

Model	LTE	Crop	MAE*	%RRMSE*	EF*	CRM*	CD*
		Min	0.00	0.00	-inf.	-inf.	0.00
		Max	+inf.	+inf.	1.00	+inf.	+inf.
		Best	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
DSSAT	AN	WHT	0.59	23.33	0.54	0.02	1.71
DSSAT	AN	MZE	0.86	32.29	0.66	-0.06	1.59
DSSAT	PI2	WHT	0.85	33.99	0.24	-0.27	0.70
DSSAT	PI2	MZE	0.90	23.82	0.64	-0.03	0.86

\*MAE = Mean Absolute Error, \*RRMSE% = Percentage Relative Root Mean Square Error, \*EF = modeling efficiency, \*CRM = Coefficient of Residual Mass, \*CD = Coefficient of Determination



**Figura 1-** Esempio di output di simulazione della dinamica della SOC ottenuto con il modello DSSAT nelle due profondità (0-10cm, 10-30cm) e nei due trattamenti Lavorazione Ridotta - RD e Convenzionale - CT nel sito P2. Obs SOC: dati osservati; Model SOC: Simulazione modellistica

Una volta calibrato, il modello è stato utilizzato per la valutazione degli impatti degli scenari climatici nelle diverse gestioni di lavorazione del suolo.

Gli scenari futuri sono stati elaborati dal CNR in due fasi. Nella prima fase, sono state elaborate proiezioni climatiche a scala stagionale mediante tecniche di downscaling statistiche applicate alle proiezioni del modello CMCC-CM impiegando una regressione multivariata basata su correlazioni canoniche. Per il set-up sono stati impiegati i dati stagionali di temperatura e precipitazione dei punti del grigliato E-OBS più vicini alle stazioni d'interesse (predittandi) e le ri-analisi ERA40 (predittori) per il periodo 1958-2010. Per quanto riguarda la costruzione degli scenari futuri, al modello di downscaling costruito in precedenza sono stati applicati i predittori dell'output del modello CMCC-CM, periodo 1971-2000 (control run) e 2021-2050 nell'ambito dello scenario emissivo RCP45 e RCP85. Nella seconda fase, le proiezioni climatiche stagionali del periodo 2021-2050 e del control-run (1971-2000) sono state utilizzate in entrata ad un weather generator (WG) in grado di produrre serie sintetiche giornaliere locali di precipitazione e temperatura massima e minima. Queste serie sintetiche giornaliere sono state utilizzate come input nel DSSAT al fine di valutare gli impatti sulle rese delle due colture. Gli impatti più negativi per il mais sono stati ottenuti nel sito AN con una riduzione potenziale del -41.6% nello scenario RCP45 nella pratica gestionale CT. Mentre il frumento è risultato più sensibile al cambiamento climatico nel sito PI2 ma con minore impatto negativo pari a -1.7% nello scenario RCP85 in RD.

### Calibrazioni con il modello SALUS

Recentemente è aumentato l'interesse nella stima dell'incertezza legata alle simulazioni modellistiche da parte delle comunità scientifiche che analizzano, attraverso modelli, la risposta dei sistemi colturali ai cambiamenti climatici. Uno degli approcci più utilizzati per valutare l'incertezza delle simulazioni, in particolare in condizioni di cambiamento climatico, è quello di avvalersi di un insieme di modelli ("ensemble") per ottenere una distribuzione di probabilità delle previsioni. Infatti, dato che i processi bio-fisici e fisiologici possono essere formalizzati e parametrizzati in maniera diversa in ogni modello e anche se differenti modelli di simulazione sono in grado di riprodurre fedelmente i valori osservati in condizioni passate, questi potrebbero

rispondere in modo diverso in condizioni di cambiamento climatico. Di conseguenza, una valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici basata su un insieme di risultati provenienti da più modelli di simulazione, risulta molto più affidabile di una valutazione basata su un singolo modello. Per questo motivo si è deciso di calibrare parte dei siti sperimentali della rete MAGGnet anche con il modello di simulazione SALUS (System Approach to Land Use Sustainability, [www.salusmodel.net](http://www.salusmodel.net)). Queste attività sono state condotte presso il Laboratorio della Michigan State University del Prof. Bruno Basso, creatore del modello SALUS

Nello specifico il periodo passato alla MSU, è servito alla calibrazione e validazione del modello nei seguenti siti sperimentali suddivisi in 3 categorie in base alle tipologie di trattamento considerate anche al fine di quantificare gli effetti di mitigazione delle diverse pratiche gestionali:

### 1) Confronto Lavorazione Convenzionale vs Lavorazione Conservativa

LTE	TRATTAMENTI
AN	1 Rotazione biennale frumento-mais, Lavorazione convenzionale, Fertilizzazione minerale a 90 N
	2 Rotazione biennale frumento-mais, Semina su sodo, Fertilizzazione minerale a 90 N
PI2	1 Monosuccessione di Mais, Lavorazione convenzionale, Fertilizzazione minerale a 300N
	2 Monosuccessione di Mais, Lavorazione ridotta, Fertilizzazione minerale a 300N
	3 Rotazione biennale frumento-mais, Lavorazione convenzionale, Fertilizzazione minerale a 300N per Mais e 180N per frumento
	4 Rotazione biennale frumento-mais, Lavorazione ridotta, Fertilizzazione minerale a 300N per Mais e 180N per frumento

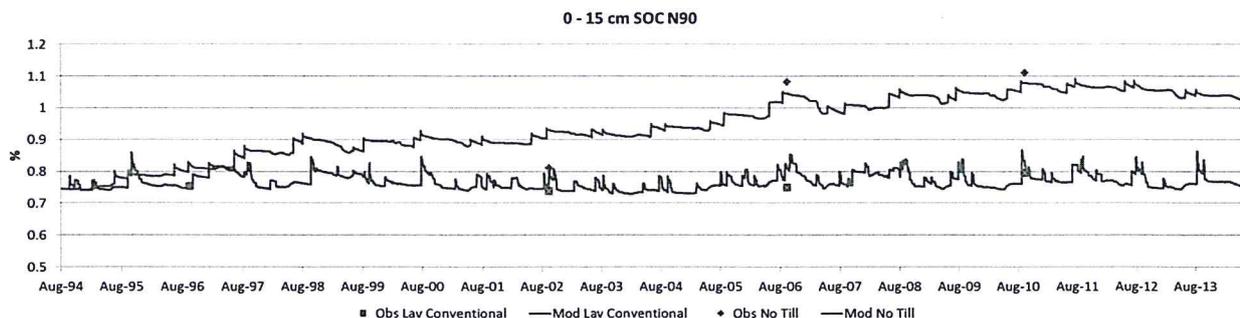
### 2) Fertilizzazione Minerale vs Organica

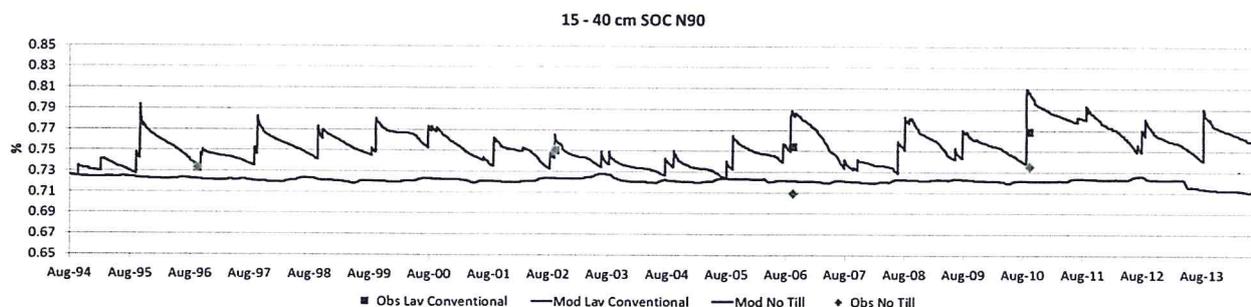
LTE	TRATTAMENTI
TO	1 Mais da granella , Urea 300N
	2 Mais da granella; Liquame alto livello
	3 Mais da granella; Letame alto livello
	4 Insilato di Mais , Urea 300N
	5 Insilato di Mais; Liquame alto livello
	6 Insilato di Mais; Letame alto livello

### 3) Trattamento residui

LTE	TRATTAMENTI
PG1	1 Rotazione biennale mais-frumento a 150N, Residui rimossi
	2 Rotazione biennale mais-frumento a 150N, Residui incorporati
SCA	1 Monosuccessione di frumento duro con interrimento delle paglie
	2 Monosuccessione di frumento duro con aggiunta sulle paglie di 150N (Urea) e irrigazione di 50 mm

A titolo di esempio in Figura.2 è riportata la dinamica del carbonio organico simulata dal modello a confronto con i dati osservati per i trattamenti Lavorazione Convenzionale e Semina su sodo (No Till) alle profondità di 0-15 cm e 15-40 cm nel sito AN.





**Figura 2** - Dinamica della sostanza organica nel suolo osservata (dati puntuali -obs) e simulata nei 0-15 cm e 15-40 cm di profondità in funzione delle diverse tecniche di lavorazione (Lav Conventional-Convvenzionale, No Till – Semina su sodo) con un livello di concimazione azotata pari a 90 kg/ha

### Altre attività finanziate dal progetto

Ulteriori attività portate avanti e finanziate dal progetto hanno riguardato:

- **Diffusione dei risultati attraverso:**
  - Predisposizione dell'abstract dal titolo "Past Experience Supports Future Choices for Cropping Systems Management: The Italian Long-Term Agro-Ecosystem Experiments (LTAE) through the IC-FAR Project and the Maggnet International Network" per la partecipazione al meeting annuale della Società Agronomica Americana (ASA) - Resilience Emerging from Scarcity and Abundance (Nov. 6-9 Phoenix, AZ - <https://www.acsmmeetings.org/>);
  - Partecipazione al FACCE MACSUR Joint Workshops 2015 sui cambiamenti climatici e la modellistica agronomica organizzato a Braunschweig dal 27 al 30 Ottobre 2015 (<https://macsur.eu/events/past-macsur-events/>);
  - Partecipazione alla Giornata studio sul Cambiamento Climatico a Firenze del 19 Novembre 2015
  - Presentazione risultati alla riunione finale del progetto MAGGnet del 6 Luglio 2017
- **Partecipazione a corsi di formazione sulla modellistica e il cambiamento climatico:**
  - International Training Course on "Seasonal Forecasts and Water Management in the Mediterranean Basin: Integrated Approach" dal 18 al 21 Ottobre 2015

In fede