

Sistema di Supporto Innovativo alla Coltivazione del Frumento Duro (FRUGEST)

OGGETTO : Sviluppo di sistema operativo di previsione di resa e di qualità del grano duro, attività di simulazione e previsione delle rese e della qualità del grano duro e di supporto per la coltivazione di grano di qualità

Premessa

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche e nella fattispecie il Dipartimento Bio-Agroalimentare (DISBA) ha sviluppato un sistema operativo di previsione di resa e di qualità del grano duro capace di simulare “in tempo reale” la crescita del frumento in tutte le regioni italiane e del bacino del Mediterraneo dedite alla coltivazione cerealicola. Basandosi su di un approccio semplificato il sistema DELPHI acquista inoltre caratteristiche previsionali che gli permettono, sulla base delle condizioni meteo attuali e di scenari climatici, di prevedere i più importanti parametri produttivi, sia in termini qualitativi che quantitativi già dalle prime fasi di sviluppo fenologico della pianta. Su tali basi e partendo da quelle che oggi sono le potenzialità di interoperabilità e scambio informativo dei vari canali social media presenti su dispositivo mobile e non, è stato progettato un sistema iniziale di scambio e di condivisione collaborativa di informazioni valido e adatto per il mondo agricoltura (per la cerealicoltura in particolare) e degli agricoltori per una circolazione di informazione selezionata per aiutare il farm management, capace di aumentare la resilienza generale dei sistemi agricoli ed ottimizzare il sistema Delphi con assimilazione dati (quali - quantitativi) in tempo reale. Tale approccio non solo permette di auto aggiornare e migliorare il sistema previsionale ma fornisce supporti decisionali per la coltivazione di grano di qualità. Ottimizzati e pratici consigli alle più diverse esigenze colturali, soluzioni e tecniche atte a fronteggiare i problemi fitopatologici da cui dipendono in larga misura le caratteristiche igienico-sanitarie del prodotto, si basano infatti su di un approccio olistico: non solo quindi una comunicazione di tipo Top-Down (il sistema consiglia sulla base di calibrazioni ad hoc su come operare ed il portatore di interesse opera) o Bottom-Up (l'operatore esprime un interesse ed il sistema calibrato su condizioni analoghe consiglia) ma un'interoperabilità e possibilità di interagire in modo articolato sulla base sia delle reali ed operative necessità che sulle condizioni al contorno (clima, condizioni geografiche, rischi). In sostanza, nell'ottica dello sviluppo sostenibile dell'agricoltura, il sistema consente sia di raggiungere gli obiettivi produttivi sia tendere all'obiettivo di ridurre ed ottimizzare l'impiego di fitofarmaci attraverso l'attuazione delle più moderne tecnologie e dei prodotti di ricerca già sviluppati.

DELPHI

Il modello DELPHI è nato a metà anni '90 grazie ad una rete di collaborazioni che coinvolsero l'Istituto di Cerealicoltura di Foggia e l'Istituto Sperimentale Agronomico di Bari dell'allora Ministero dell'Agricoltura, la stazione sperimentale di Long Ashton in Inghilterra ed in particolare il modello AFRCWHEAT, il Consorzio Ricerche Agroalimentare di Foggia (CORIAL). Partendo da formulazioni originali contenute nel modello inglese e sulla base di dati sperimentali di esperimenti agronomici fatti in diverse località italiane dedite alla coltura del grano duro, IBIMET sviluppò un nuovo codice di calcolo specifico per il frumento duro a cui venne dato il nome di DELPHI.

Da un punto di vista operativo, il sistema DELPHI, utilizzato per la prima volta per simulare "in tempo reale" la crescita del frumento nella vasta area della Capitanata in Puglia ed in seguito esteso a tutte le regioni italiane dedite alla produzione di grano duro, è gestito in modo interattivo da operatori tecnici e personale di ricerca specializzati afferenti all'Istituto di Biometeorologia (IBIMET).

Gli operatori hanno il compito iniziale di creare un database di tipo agrotecnico basato sulle informazioni relative alle date di semina e sulla quantità di fertilizzante usato dagli agricoltori, per poter così definire le "condizioni iniziali" della simulazione. Successivamente alle date di semina, sulla base degli andamenti meteorologici è possibile tramite il sistema DELPHI ricostruire le condizioni di crescita della coltura e valutarne lo stato attuale.

Basandosi su di un approccio semplificato il sistema DELPHI acquista inoltre caratteristiche previsionali: considerando differenti andamenti meteorologici che si possano verificare con maggiore probabilità fra la data attuale di redazione del rapporto previsionale stesso e la data prevista per la raccolta, sulla base di scenari climatici, viene generata una "forchetta" entro cui si assume dovrà ricadere l'esito reale. Con il procedere della stagione, questa forchetta tende a restringersi grazie alla convergenza tra i vari scenari.

TUNING SUOLO – CONDIZIONI INIZIALI – CAMPI SPERIMENTALI

Per le tre aziende sperimentali sono stati forniti i seguenti dati relativamente alla tessitura (tabella 1) ed analisi suolo (tabella 2)

Campione	Prof.	Argilla	Limo	Sabbia grossa	Sabbia Fine
		%	%	%	%
Di Noia	0-20	28.00	7.00	13.90	51.10
Di Noia	20-40	23.00	13.00	17.10	46.90
Di Noia	40-60	23.00	11.50	17.10	48.40
Mancone	0-20	21.00	40.50	4.60	33.90
Mancone	20-40	34.00	38.00	5.10	22.90
Mancone	40-60	25.50	42.50	5.10	26.90
Pettorrusso	0-20	15.00	29.00	10.00	46.00
Pettorrusso	20-40	18.50	33.00	11.40	37.10
Pettorrusso	40-60	17.00	32.00	12.90	38.10

Tabella 1 : Tessitura suoli (3 profondità 0-20, 20-40 e 40-60 cm)

Tesi	Profondità	CE (mS/cm)	pH	NNO ₃ ⁻	NNH ₃	S.O.	N-Kjeldahl	P ₂ O ₅	K ₂ O
				ppm	ppm	(%)	(%)	ppm	ppm
Di Noia	0-20	0.216	6.78	8.00	6.00	1.05	0.10	163.30	600.16
Di Noia	20-40	0.230	6.98	8.00	1.00	0.90	0.09	0.00	529.98
Di Noia	40-60	0.168	7.14	7.00	6.00	1.15	0.09	2.30	486.42
Mancone	0-20	0.177	7.15	5.00	3.00	2.26	0.18	67.16	907.5
Mancone	20-40	0.234	7.03	6.00	1.00	2.48	0.17	40.94	660.66
Mancone	40-60	0.216	7.05	5.00	4.00	1.83	0.16	53.82	925.65
Pettorrusso	0-20	0.249	7.21	10.00	2.00	1.05	0.11	27.14	556.6
Pettorrusso	20-40	0.257	7.23	11.00	8.00	1.30	0.11	5.52	584.43
Pettorrusso	40-60	0.251	7.27	10.00	7.00	0.87	0.11	3.45	574.75

Tabella 2: Analisi chimica dei suoli e contenuto sostanza organica (3 profondità 0-20, 20-40 e 40-60 cm)

Per le tre Aziende si è provveduto alla creazione di 3 distinti file di input delle condizioni iniziali del suolo da implementare nel modello DELPHI per l'inizializzazione del modulo SOIL

SCelta STAZIONI METEO – LAVORAZIONI PRECEDENTI – AGROTECNICA

Sulla base delle informazioni fornite relativamente alla localizzazione delle 3 Aziende Sperimentali, della disponibilità di Stazioni Agrometeorologiche nei pressi delle stesse, delle tecniche colturali e di precessione e delle lavorazioni effettuate nel periodo di pre e post semina si è provveduto alla creazione di 3 distinti Moduli Attivi ognuno caratterizzato dalle varietà, precessione colturale, tipo di terreno, tecnica di coltivazione e stazione Agrometeo di riferimento così come di seguito:

Az. PETTORRUSO MARIA GRAZIA (MA01, Modulo Attivo 01)

COLTIVAZIONE PRECEDENTE: Pomodoro

CONCIMAZIONE: Presemina 1.5 Q di perfosfato 19%

SEMINA: 24-11-2014

QUANTITA' DI SEME: 200 KG/ha

CULTIVAR: Mix - Model

Ulteriore Lavorazione: Copertura 1.5 Q ifert 33% + 30 so3 (13-02-2015)

STAZIONE METEO: Lavello

Az. DI NOIA ANTONIO (MA02, Modulo Attivo 02)

COLTIVAZIONE PRECEDENTE: Grano Duro

SEMINA: 25-12-2014

QUANTITA' DI SEME: 210 KG/ha

CULTIVAR: Mix - Model

CONCIMAZIONE: 1 Q di solfato ammonico granulare +
1 Q di urea prilled % (15-01-2015)

STAZIONE METEO: Lavello

Az. MANCONE FRANCESCO (MA03, Modulo Attivo 03)

COLTIVAZIONE PRECEDENTE:	Foraggio
SEMINA:	18-11-2015
QUANTITA' DI SEME:	220 KG/ha
CULTIVAR:	Mix - Model
CONCIMAZIONE:	1.5 Q Urea 46% (15-01-2015)
STAZIONE METEO:	Genzano

Successivamente la creazione dei 3 Moduli Attivi in Produzione si è proceduto con l'implementazione degli stessi nel Modello DELPHI, alla creazione del database meteorologico di riferimento, alla congiunzione degli stessi con le condizioni iniziali di suolo ed alla creazione degli scenari climatologici per l'inizializzazione del sistema previsionale e di supporto alle decisioni.

DATI METEO – SCENARI CLIMA

Per le due stazioni Meteo (Lavello e Genzano) sono stati raccolti i seguenti dati meteo su base giornaliera per il periodo 01 Settembre 2014 – 30 giugno 2015:

- Temperatura Minima, Massima e Media;
- Umidità Relativa Media;
- Precipitazione Cumulata;
- Media della Velocità del Vento;
- Media della Radiazione Solare Globale

I dati meteo sono stati utilizzati ad ogni run modellistico per poter ricostruire la fase fenologica attuale della coltura, produzione soprasuolo, sviluppo radicale, ciclo acqua, ciclo azoto.

Per utilizzare il modello in modalità previsionale ed offrire supporto alla coltivazione ed alle tecniche colturali si è provveduto inoltre alla creazione di 3 scenari climatici basati sulle condizioni termo-pluviometriche osservate nel periodo 1975-2005:

- Scenario Siccitoso (- 45% di cumulata di pioggia e +1.4°C rispetto alle condizioni medie per il periodo Settembre-Giugno)
- Scenario Medio (+3% di cumulata di pioggia e +0.5°C rispetto alle condizioni medie per il periodo Settembre-Giugno)
- Scenario Piovoso (+ 27% di cumulata di pioggia e + 0.2°C rispetto alle condizioni medie per il periodo Settembre-Giugno)

SIMULAZIONE 1 – 20 Marzo 2015

Sulla base dell'andamento meteorologico osservato dalla data di semina alla data di simulazione modellistica (19 Marzo 2015) il modello ha restituito il seguente piano di concimazione (Tabella 3) per i 3 Moduli Attivi.

	Rilascio Veloce	Rilascio Lento	Unità di Azoto
MA01	X		80
MA02	X		75
MA03	X		70

Tabella 3: Primo Piano Concimazioni in uscita dal Sistema di Supporto

Sulla base delle previsioni meteo a medio termine (3-7 giorni) si consiglia di effettuare le concimazioni nel periodo 27-30 Marzo, per il quale si prevedono condizioni meteo favorevoli.

Il modello, basandosi sui tre scenari climatici, ha restituito inoltre un secondo piano di concimazioni (Tabella 4)

	Rilascio Veloce	Rilascio Lento	Unità di Azoto	Data Prevista
MA01	X		22.5	25-apr
MA02	X		22.5	02-mag
MA03	X		22.5	30-apr

Tabella 4: Secondo Piano Concimazioni in uscita dal Sistema di Supporto (previsione)

SIMULAZIONE 2 – 15 Aprile 2015

Sulla base dell'andamento meteorologico osservato dalla data di semina alla data di simulazione modellistica (14 Aprile 2015) e sulla base dei tre scenari climatici il modello ha previsto le seguenti date di SPIGATURA e FIORITURA per i 3 MA (tabella 5) e restituito l'ultimo piano di concimazione (Tabella 6). Per MA01 le previsioni in resa e qualità della granella sono tali da consigliare di evitare l'ultima concimazione che, sulla base dei 3 scenari climatici, risulterebbe ininfluente in termini produttivi e scarsamente influente (0.03%) in termini di contenuto proteico totale.

	DATA DI SPIGATURA	DATA DI FIORITURA
MA01	24-apr	02-mag
MA02	04-mag	11-mag
MA03	04-mag	10-mag

Tabella 5: Spigatura e Fioritura prevista dal modello alla data del 15 aprile. Le date fanno riferimento alle fasi iniziali di spigatura e fioritura

	Rilascio Veloce	Rilascio Lento	Unità di Azoto
MA01			
MA02	X		22.5
MA03	X		30

Tabella 6 : Terzo ed ultimo Piano Concimazioni in uscita dal Sistema di Supporto (previsione)

OUTPUT MODELLISTICI : RESA-QUALITA' - DATA MATURAZIONE

MA	FASE	BIOMASSA (q/ha)	GRANELLA (q/ha)	PROTEINE (% s.s.)	DATA SEMINA	SCENARIO	DATA MATURAZIONE
MA01	65	107.80	40.67	13.85	24/11/2014	NA / meteo	19-giu
MA02	65	87.84	34.60	13.57	25/12/2014	NA / meteo	27-giu
MA03	65	93.12	31.98	14.54	18/11/2014	NA / meteo	29-giu

Tabella 7: Sintesi risultati DELPHI

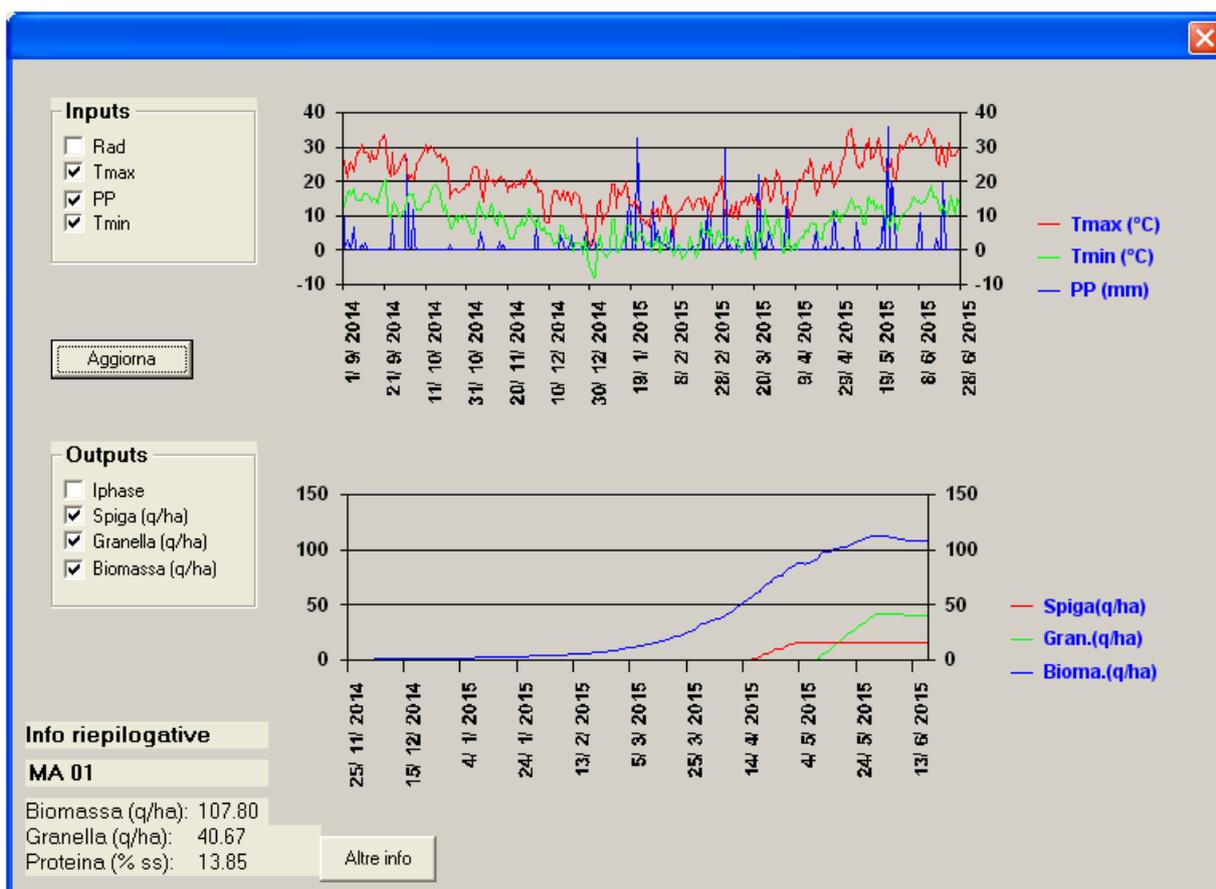


Figura 1 Simulazione finale con dati meteo completi alla data di maturazione – MA01

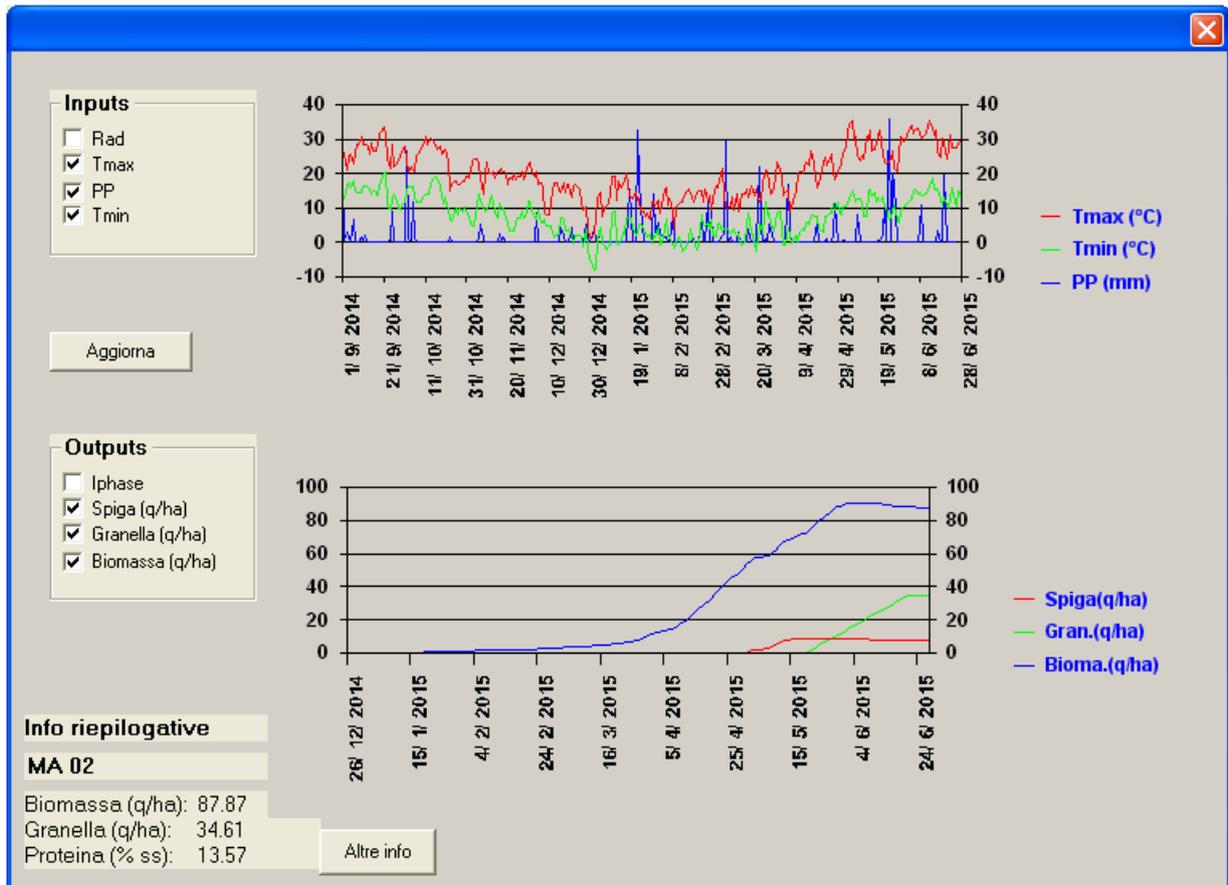


Figura 2 Simulazione finale con dati meteo completi alla data di maturazione – MA02

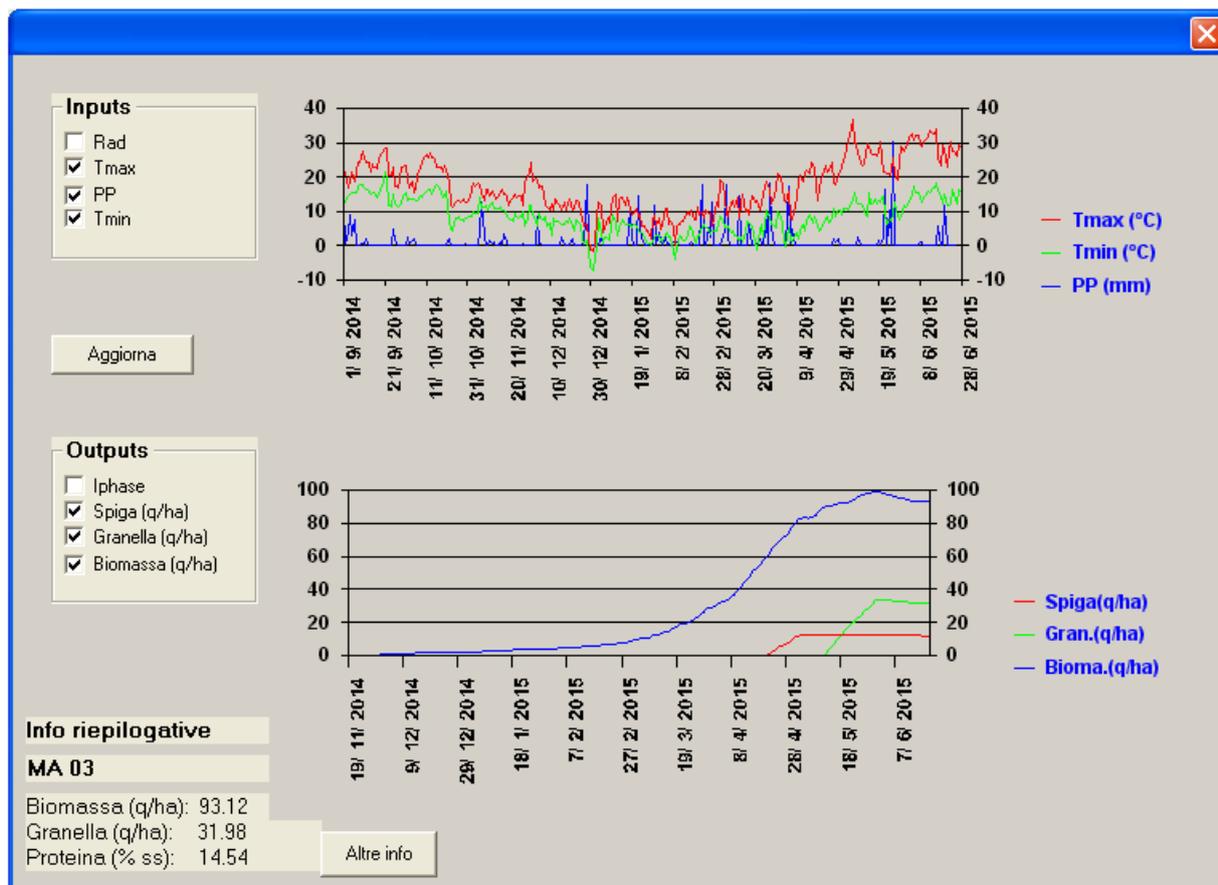


Figura 3 Simulazione finale con dati meteo completi alla data di maturazione – MA03

Personale coinvolto

PIERO TOSCANO : 1.5 mesi uomo (costo Personale Ricercatore 4k€/mese)

Ricercatore presso Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Biometeorologia (CNR-IBIMET), Italia. Laureato presso l'Università Parthenope di Napoli e PhD in Ecology and Environmental Systems presso l'Università di Udine, Italia. Coordinatore di progetti di Ricerca a livello nazionale in collaborazione con compagnie leader nel settore food, Coordinatore di progetti nazionali nell'ambito del monitoraggio della qualità dell'aria. Partecipazione a progetti Internazionali nell'ambito della sicurezza alimentare, produzione alimentare, qualità dell'aria. Autore di oltre 30 pubblicazioni su rivista internazionale (ISI). H-index:7

Dr. ALESSANDRO MATESE: 1 mese uomo (costo Personale Ricercatore 4k€/mese)

Ricercatore presso Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Biometeorologia (CNR-IBIMET), Italia. Sviluppo e gestione di strumenti per le misure meteorologiche, processamento, analisi e acquisizione dati meteorologici, esperto di Remote Sensing e specializzato nello studio degli impatti dei parametri meteorologici sulle colture (grano, vite, colture vivaistico-orticole). (H-INDEX 7)

Strumentazione

N°2 Stazioni Agrometeorologiche

N°1 Server per ricezione dati meteo

N°1 Workstation per creazione database e run modellistici