



<p style="text-align: center;">Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali PhD Programme in Plant and Animal Science Codice del Corso di dottorato/PhD code: DOT1335834 Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI</p>
<p style="text-align: center;">Piano di attività/Activity plan</p>
<p>Data/Date 15/01/2024</p>
<p>Ciclo/Cycle XXXIX ciclo</p>
<p>Dottorando/PhD student Luca Marrone</p>
<p>Posizione/Position</p> <p><input type="checkbox"/> Con borsa di studio/With scholarship <input type="checkbox"/> Senza borsa di studio/Without scholarship <input type="checkbox"/> Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees <input checked="" type="checkbox"/> Dottorato industriale/Industrial PhD <input type="checkbox"/> Altra tipologia/Other typology</p>
<p>Tutor/Supervisor prof. Raffaele Casa</p> <p>Affiliazione/Affiliation Università degli Studi della Tuscia</p>
<p>Co-Tutor Stefano Lo Presti</p> <p>Affiliazione/Affiliation Centrale Valutativa S.r.l.</p>
<p>Sede prevalente dell'attività di ricerca/ Main place of research Università degli Studi della Tuscia</p>
<p>Titolo dell'attività di ricerca/Research title Sviluppo di algoritmi per l'irrigazione, la fertilizzazione e la semina di precisione in colture estensive, basati sul telerilevamento multi- ed iperspettrale ed i modelli di simulazione delle colture</p>
<p>Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity (Max 10.000 caratteri, spazi inclusi/Max 10000 characters, included spaces)</p> <p>Il progetto proposto è indirizzato allo sviluppo di metodologie innovative di agricoltura di precisione e digitale in particolare mediante lo sviluppo di metodi e algoritmi per il monitoraggio e la mappatura delle proprietà del suolo e delle colture agrarie di interesse agronomico ed ambientale al fine di favorire l'adozione di tecniche di agricoltura di precisione.</p> <p>I quesiti scientifici del progetto di ricerca sono i seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Come ridurre l'incertezza nel monitoraggio della variabilità spaziale e temporale delle colture e dei suoli agricoli?2. Come sfruttare le informazioni di monitoraggio delle colture e del suolo per lo sviluppo di strategie innovative di gestione di precisione?3. Come valutare i benefici delle pratiche di gestione di precisione sito-specifiche di semina, fertilizzazione ed irrigazione rispetto alla gestione agronomica convenzionale in termini di sostenibilità? <p>Lo sviluppo degli algoritmi è basato sulla disponibilità di dati satellitari multispettrali, termici ed iperspettrali. In particolare, grazie ai satelliti iperspettrali di ultima generazione quali PRISMA ed EnMAP, ed in futuro i satelliti CHIME e Shalom, sarà possibile migliorare le capacità di monitoraggio delle colture e del suolo per sviluppare mappe di prescrizione di fertilizzazione, irrigazione e semina con applicazione a tasso variabile (VRA) e sistemi di supporto alle decisioni (DSS), integrando le informazioni satellitari in modelli di simulazione dell'accrescimento delle colture.</p>



Lo sviluppo di algoritmi di stima delle proprietà dello strato superficiale sarà effettuato utilizzando approcci all'avanguardia che coprono tre gruppi di metodi: a) analisi delle caratteristiche spettrali; b) metodi chemiometrici e multivariati e di regressione; c) approcci di machine learning, sfruttando librerie spettrali locali e regionali disponibili.

Inoltre, saranno esplorati metodi di fusione dei dati in cui i dati iperspettrali e multispettrali spaziali saranno combinati con indagini di resistività apparente del suolo e dati di mappatura della resa. Data da sensori ad induzione elettromagnetica (EMI) e/o spettroscopia VISNIR prossimale saranno fusi con i dati iperspettrali satellitari al fine di migliorare l'accuratezza della predizione di alcune caratteristiche del suolo. Le attività saranno svolte in campi sperimentali selezionati in aziende agricole nell'ambito di progetti già avviati ad es. nella piana di Rieti.

Per il monitoraggio della vegetazione con dati iperspettrali, i metodi di apprendimento ibrido hanno raggiunto una fase pre-operativa, in particolare, con l'applicazione di algoritmi di regressione machine learning accoppiati a modelli fisici del trasferimento radiativo attraverso le coperture vegetali. Il monitoraggio di colture come frumento, mais e girasole, sarà incentrato sull'utilizzo di dati derivanti da immagini satellitari di tipo iperspettrale accoppiati a metodi di apprendimento ibrido fisicamente basati. Si prevede l'utilizzo del modello fisicamente basato PROSAILPRO, per addestrare gli algoritmi di machine learning con successiva calibrazione e validazione sui dati reali. I modelli fisicamente basati saranno settati sulla base delle misurazioni in campo effettuate sulla vegetazione tramite l'utilizzo di strumenti specifici per determinare l'indice di area fogliare (LAI) e la determinazione dei pigmenti attraverso il DUALEX. Per il raggiungimento dell'obiettivo numero due andremo ad applicare un approccio che si basa sull'accoppiamento dei dati ottenuti dal telerilevamento con i modelli di simulazioni delle colture. Questa analisi ci permetterà di assimilare e calibrare modelli di simulazioni delle colture, con i dati biochimici rilevati dai sensori iperspettrali. Dalle immagini PRISMA ed EnMAP stimeremo variabili come le proprietà biochimiche della parte epigea delle colture, il contenuto di carbonio e il contenuto di azoto. Come modello di simulazioni delle colture valuteremo il modello DSSAT che presenta al suo interno il modello CERES DSSAT, il quale, partendo da dati sperimentali misurati in campo, simula dati di output, consentendoci così di confrontare i dati misurati e i risultati osservati. Questi metodi basati su modelli ci permetteranno di sviluppare mappe di prescrizione per la fertilizzazione, mappe per la semina a tasso variabili, le quali saranno applicate in pieno campo. Nell'ambito del dottorato di ricerca verrà incrementata con nuovi modelli e funzionalità la piattaforma Thetys, sviluppata dall'azienda Centrale Valutativa S.r.l. cofinanziatrice della borsa di studio. Thetys elaborando i dati satellitari da immagini multispettrali Sentinel-2 e Landsat 8-9 ed applicando ad esse modelli agronomici quali, SEBAL, FAO Penman-Monteit «one-step», FAO Aquacrop, dati meteo e dati pedologici, è in grado di quantificare l'evapotraspirazione e successivamente di stimare la biomassa e la resa delle colture agrarie. Verranno presi in considerazione gli output delle biomasse e delle rese finali (mappe e grafici) di diverse serie storiche all'interno degli areali di sperimentazione per andare a identificare la variabilità spaziale nei diversi anni, così da poter effettuare una zonizzazione ed applicare tecniche di agricoltura di precisione quali concimazione e semina VRA in pieno campo. Le immagini multispettrali avendo un tempo di ritorno minore rispetto alle immagini iperspettrali (missioni applicative), ci danno la possibilità di monitorare le colture agrarie. Seguirà un confronto con approcci di geostatistica tra le mappe della resa ottenute dalle macchine impiegate per la raccolta (mietitrebbia, trincia caricatrice), mappe generate da Thetys e mappe generate con algoritmi di machine learning applicati a dati iperspettrali. Per quanto riguarda l'irrigazione di precisione, si prevede l'utilizzo del DSS THETYS AQUA in pieno campo nei campi sperimentali. L'obiettivo comune rimane quello di valutare i vantaggi apportati dall'agricoltura di precisione, tramite una valutazione geostatistica degli algoritmi e modelli utilizzati, ottimizzando così la distribuzione degli input impiegati che possono rendere più efficienti e sostenibili i sistemi agricoli. Questa efficienza può essere quindi aumentata tramite l'utilizzo dell'agricoltura di precisione, la quale può permettere una gestione ottimale delle risorse e delle pratiche agricole da adottare, per aumentare la resa e ridurre gli sprechi.

Attività formative/Training activities

Attività programmate dal Collegio dei Docenti più corsi di formazione specifici sugli argomenti del progetto, ad esempio organizzati dalla Società Italiana di Agronomia

Firma (Tutor)/Signature (Supervisor)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI

Prof. P. P. P.

Firma del Dottorando/Signature (PhD student)

Anna Torselli