

PROGETTO DI RICERCA

Dottorato: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Titolo del progetto di ricerca: Modelli Matematici per Sistemi Agro-Ambientali

Supervisor: Francesco Giannino

Co-supervisor: Giovanni Pagano, Fabrizio Carteni, Luca Rossini (University of Reading - UK), Carlo Zanella (Diagram)

Settore Scientifico-Disciplinare di riferimento: MATH-05/A

Obiettivi, metodologie del progetto di ricerca e collaborazioni interdisciplinari:

La crescente pressione esercitata dai cambiamenti climatici, dalla scarsità delle risorse naturali e dalla necessità di garantire produzioni agricole sostenibili richiede lo sviluppo di strumenti avanzati per l'analisi, la previsione e il supporto alle decisioni nei sistemi agrari e ambientali. Il progetto di ricerca si propone quindi di sviluppare modelli matematici innovativi per l'analisi, la previsione e il controllo di sistemi agro-ambientali complessi come le dinamiche pianta-patogeno, attraverso l'integrazione di metodologie modellistiche, tecniche data-driven ed anche strumenti di intelligenza artificiale. L'obiettivo è costruire strumenti capaci non solo di descrivere e prevedere l'evoluzione dei sistemi osservati pianta-patogeno, ma anche di supportare decisioni operative attraverso la definizione di strategie ottimali e l'analisi di scenari alternativi.

Dal punto di vista metodologico, il progetto integrerà strumenti di matematica applicata, quali equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali, tecniche di identificazione parametrica, modelli agent-based, analisi della stabilità e controllo ottimo, e approcci di machine learning e metodologie data-driven.

L'attività di ricerca sarà svolta in collaborazione con Diagram Group, leader europeo nel settore agritech e delle soluzioni digitali per l'agricoltura di precisione, con particolare attenzione all'integrazione di dati provenienti da sensori IoT, reti agrometeorologiche, immagini satellitari e sistemi informativi territoriali.

I risultati attesi comprendono la produzione di nuovi modelli matematici, la pubblicazione di contributi scientifici su riviste internazionali di elevato impatto e lo sviluppo di prototipi e prodotti software concretamente utilizzabili in ambito applicativo, con particolare riferimento a sistemi di supporto alle decisioni (Decision Support Systems, DSS) per l'agricoltura di precisione e la gestione sostenibile delle risorse ambientali. La collaborazione con Diagram Group consentirà di coniugare ricerca teorica e trasferimento tecnologico, favorendo la trasformazione dei risultati scientifici in strumenti operativi ad alto valore aggiunto per il settore agritech e ambientale.

Elementi di innovazione e/o originalità del progetto:

L'elemento innovativo del progetto risiede nell'integrazione sinergica di modelli matematici basati su principi fisici e biologici con metodologie avanzate di analisi data-driven. A differenza degli approcci tradizionali, che spesso si basano esclusivamente su modelli teorici o su tecniche puramente statistiche, il progetto propone la costruzione di modelli ibridi in grado di sfruttare simultaneamente la conoscenza dei processi sottostanti e l'informazione contenuta nei dati osservati.

Il progetto si distingue anche per la forte attenzione al trasferimento tecnologico. Oltre alla produzione di risultati scientifici di elevato livello, esso prevede la realizzazione di strumenti software e sistemi di supporto alle decisioni (DSS) direttamente utilizzabili da imprese, tecnici e operatori del settore. Questa combinazione tra avanzamento della conoscenza teorica e sviluppo di soluzioni applicative rappresenta un aspetto distintivo e altamente innovativo, coerente con le attuali esigenze di digitalizzazione e sostenibilità dei sistemi agrari e ambientali.

Disponibilità fondi:

SYSARM (programma FORWARD-LOOKING PROJECTS ERASMUS+, ente finanziatore EACEA, importo Progetto: € 125,000.00)

Disponibilità strutture:

Il dottorando, presso il Dipartimento di Agraria, disporrà di una postazione di lavoro dedicata ed avrà a disposizione un PC.

Collaborazioni con istituzioni straniere:

È prevista una collaborazione con School of Agriculture, Policy and Development – University of Reading (UK), presso il laboratorio del prof. Luca Rossini.

Collaborazioni con strutture esterne a UNINA:

Il progetto è finanziato dall'azienda Diagram, azienda leader italiani ed europei nella digitalizzazione e nella fornitura di servizi per l'agricoltura di precisione, con l'obiettivo di promuovere la sostenibilità sociale, economica e ambientale nelle filiere agroalimentari.

PhD Program: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Research Project Title: Mathematical Models for Agro-Environmental Systems

Supervisor: Francesco Giannino

Co-supervisor: Giovanni Pagano, Fabrizio Carteni, Luca Rossini (University of Reading - UK), Carlo Zanella (Diagram)

Reference Academic Discipline (SSD): MATH-05/A

Research project objectives, methodologies, and interdisciplinary collaborations:

The increasing pressure exerted by climate change, the scarcity of natural resources, and the need to ensure sustainable agricultural production requires the development of advanced tools for the analysis, prediction, and decision support of agricultural and environmental systems. This research project aims to develop innovative mathematical models for the analysis, prediction, and control of complex agro-environmental systems, such as plant–pathogen dynamics, through the integration of modeling methodologies, data-driven techniques, and artificial intelligence tools.

The objective is to build tools capable not only of describing and predicting the evolution of observed plant–pathogen systems, but also of supporting operational decision-making through the identification of optimal strategies and the analysis of alternative scenarios.

From a methodological perspective, the project will integrate applied mathematics tools, including ordinary and partial differential equations, parameter identification techniques, agent-based models, stability analysis, and optimal control, together with machine learning approaches and other data-driven methodologies.

The research activity will be carried out in collaboration with Diagram Group, a European leader in agritech and digital solutions for precision agriculture, with particular attention to the integration of data from IoT sensors, agrometeorological networks, satellite imagery, and geographic information systems (GIS).

Expected outcomes include the development of novel mathematical models, the publication of scientific contributions in high-impact international journals, and the creation of software prototypes and products that can be directly applied in real-world contexts. Particular emphasis will be placed on Decision Support Systems (DSS) for precision agriculture and the sustainable management of environmental resources.

The collaboration with Diagram Group will enable the combination of theoretical research and technology transfer, facilitating the transformation of scientific results into high-value operational tools for the agritech and environmental sectors.

Innovation and/or originality of the project:

The innovative aspect of the project lies in the synergistic integration of mathematical models grounded in physical and biological principles with advanced data-driven analytical methodologies. Unlike traditional approaches, which often rely either on purely theoretical models or exclusively on statistical techniques, the project proposes the development of hybrid models capable of simultaneously leveraging knowledge of the underlying processes and the information contained in observed data.

The project is also distinguished by its strong emphasis on technology transfer. In addition to generating high-level scientific results, it includes the development of software tools and Decision Support Systems (DSS) that can be directly used by companies, technical professionals, and stakeholders in the sector. This combination of advancing theoretical knowledge and developing practical solutions represents a distinctive and highly innovative feature of the project, fully aligned with current needs for digitalization and sustainability in agricultural and environmental systems.

Availability of funds:

SYSARM (programme FORWARD-LOOKING PROJECTS ERASMUS+, funding agency EACEA, project amount: € 125,000.00)

Availability of facilities:

The PhD student, based in the Department of Agricultural Science, will have a dedicated workstation and a computer at their disposal.

Collaborations with International Institutions:

A collaboration with the School of Agriculture, Policy and Development – University of Reading (UK), at the laboratory of prof. Luca Rossini, is planned.

Collaborations with External Organizations (outside of UNINA):

The project is funded by the company Diagram, a leading Italian and European company in the digitization and provision of services for precision agriculture, with the aim of promoting social, economic and environmental sustainability in the agri-food supply chains.