



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## MONITORAGGIO E GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA

### GIOVANNI RALLO

Anno accademico	2023/24
CdS	SISTEMI AGRICOLI SOSTENIBILI
Codice	597GG
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MONITORAGGIO E GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA	AGR/08	LEZIONI	64	GIOVANNI RALLO

#### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

- Strumenti e metodologie necessarie per il monitoraggio e gestione delle risorse idriche e dei processi di trasporto all'interno del sistema idraulico che si estende dalla fonte di approvvigionamento irriguo fino al sistema fogliare della coltura;
- Efficienza idrica/energetica annidata nei diversi anelli che compongono la catena idraulica;
- Idrologia degli scambi idrici all'interno del sistema continuo suolo-pianta-atmosfera;
- Strumenti e metodologie per la progettazione e la gestione degli impianti d'irrigazione, nonché sensoristica per il monitoraggio dello stato idrico del sistema continuo suolo-pianta.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle verifiche scritte sui principali argomenti dell'insegnamento.
- Saranno svolte delle esercitazioni sulle principali tecniche di monitoraggio delle performance degli impianti irrigui e dello stato idrico del sistema suolo-pianta.

#### Capacità

- Capacità di calcolo analitico nella progettazione degli impianti irrigui in pressione e nella stesura di bilanci agro-idrologici per la quantificazione dei consumi idrici della coltura e la gestione degli adacquamenti alla scala aziendale;
- Ricerca e analisi di dati meteorologici, climatologici, colturali e pedologici contenuti nei database nazionali e internazionali;
- Capacità di analisi del sistema idraulico rivolta alla valutazione dell'efficienza idrica/energetica dei diversi anelli che lo compongono (audit dell'irrigazione);
- Senso critico nella scelta di strumentazioni sia idrauliche sia idrologiche e consapevolezza sull'importanza che rivestono i protocolli di installazione e calibrazione.

#### Modalità di verifica delle capacità

- Durante le esercitazioni richiesto l'uso del computer e saranno svolti applicazioni dell'idraulica e dell'idrologia agraria attraverso l'implementazione di fogli di calcolo Excel e SW specifici;
- Lo studente dovrà preparare e presentare fogli di calcolo che riportino i risultati di un bilancio agro-idrologico e/o di dimensionamento idraulico di un impianto irriguo in pressione;
- Saranno svolte attività pratiche per la ricerca dati agro-ambientali (risorse idriche del territorio, dati agro-climatologici, colturali e pedologici) attraverso l'utilizzo di noti database.

#### Comportamenti

- Sensibilità alle problematiche ambientali e all'uso sostenibile delle risorse idriche ed energetiche in agricoltura;
- Accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati tecnici;
- Senso critico sull'attendibilità del dato;
- Abilità nello scegliere e calibrare la modellistica agro-idrologica e la sensoristica da utilizzare per una gestione esperta ed efficiente dell'irrigazione;
- Abilità nel sviluppare protocolli di audit dell'irrigazione.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Modalità di verifica dei comportamenti

- Durante lo svolgimento delle varie esercitazioni saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte dallo studente;
- In seguito alle specialistiche attività seminariali saranno richiesti agli studenti delle brevi relazioni concernenti gli argomenti trattati.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, lo studente dovrebbe possedere abilità/capacità in merito alla statistica e analisi dei dati, meccanica dei fluidi, fondamenti di elettronica, pedologia ed ecofisiologia vegetale.

### Indicazioni metodologiche

- Durante le esercitazioni gli studenti saranno seguiti e affiancati dal docente che somministra indicazioni e materiali funzionali e utili per l'attività;
- l'esercitazione richiede l'utilizzo di computer personali degli studenti;
- A supporto si utilizzano siti web, seminari, e strumentazione idraulica/idrologica didattica;
- Dal portale e-learning e/ Teams del corso lo studente può eseguire lo scaricamento dei materiali didattici e divulgativi e comunicare con il docente;
- Il docente è disponibile per ricevimento e usa la posta elettronica come strumento principale di comunicazione docente-studente;
- Alcuni argomenti richiedono l'ausilio di terminologia internazionale in lingua anglosassone.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Efficienza idrica ed energetica dei sistemi idraulici.** Definizione di EUE e WUE. Nesso efficienza uso acqua-energia. WUE nested approach. Il paradosso di Jevons ed efficienza irrigua.

**Monitoraggio tramite Modellistica e/o Sensoristica agro-idrologica.** Sistemi naturali, agrari e funzioni di stato. Introduzione ai modelli. Modelli di massa e /o energetici fisicamente basati ed empirici per la stima flussi evapotraspirativi. Funzione di risposta della coltura al deficit idrico del suolo. Concetti di evapotraspirazione massima ed effettiva ed effetti sullo stato idrico della coltura. Coefficienti colturali. Misura dell'evapotraspirazione effettiva tramite tecniche micrometeorologiche, atmometri e lisimetri. Modelli matematici ed empirici per la stima dello stato idrico del suolo e della pianta: SWAP (Alterra), FAO-56 model e AQUACROP.

Cenni di elettronica e elettromagnetismo. Cenni sull'analisi ed elaborazione dei segnali elettrici. Mezzi porosi naturali, artificiali e misti. Sensori per la misura dello stato idrico del suolo e della pianta. Le tecniche della Riflettometria nel Dominio del Tempo (TDR) e della Frequenza (FDR) per la misura del contenuto idrico del suolo. Calibrazione sito specifica dei sensori. Spettroscopia da campo e remote sensing. Sistema per la raccolta, organizzazione, analisi e comparazione dei dati. Procedure di scaling dell'informazione, dalla foglia al campo. Cenni di micrometeorologica. Tecniche micrometeorologiche per i sistemi agricoli: eddy covariance, surface renewal e scintillometro.

**Gestione esperta dell'irrigazione.** impianti irrigui in pressione: progettazione e validazione. Uniformità di distribuzione irrigua. Dimensionamento dei volumi di adacquamento e individuazione del momento di intervento irriguo. Automazione degli impianti irrigui. Audit dell'irrigazione.

### Bibliografia e materiale didattico

- Allen Richard G., Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1996. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Roma. ISBN 92-5-104219-5.
- Luigi Cavazza. 2006. Terreno agrario. Il comportamento fisico. Editore: REDA.
- *Dispense "Idraulica ed Agrolidologia" del Prof. Rallo.*
- Hatfield, J.M. Baker. 2005. Micrometeorology in Agricultural System. Copyright © 2005 by the American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc.
- Cooper. Soil Water Measurement: A Practical Handbook. 2016. Wiley-Blackwell.
- ?ulibrk, D., Vukobratovic, D., Minic, V., Alonso Fernandez, M., Alvarez Osuna, J., Crnojevic, V. 2014. *Sensing Technologies For Precision Irrigation*. Springer-Verlag New York. DOI: 10.1007/978-1-4614-8329-8.
- Freddie R. Lamm, James E. Ayars, Francis S. Nakayama. 2002. Microirrigation for Crop Production Design, Operation, and Management. ELSEVIER. ISBN: 978-0-444-50607-8.
- Task Committee on Revision of Manual 70. Edited by Marvin E. Jensen and Richard G. Allen. 2016. *Evaporation, Evapotranspiration, and Irrigation Water Requirements*. ASCE. DOI: 10.1061/9780784414057.
- Tarik Mitran, Ram Swaroop Meena, Abhishek Chakraborty. 2020. *Geospatial Technologies for Crops and Soils*. Springer-Verlag New York. DOI:0.1007/978-981-15-6864-0.

### Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti non frequentanti possono seguire lo svolgimento dell'insegnamento utilizzando il materiale didattico multimediale messo a disposizione dal docente sulla piattaforma Teams del CdS e seguendo il registro delle lezioni del docente.

### Modalità d'esame

La prova orale è superata quando il candidato è in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, dimostrare di avere



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

compreso come si eseguono una progettazione idraulica e idrologica dei sistemi irrigui agricoli, la gestione esperta dell'irrigazione e aver compreso il concetto di efficienza idrica-energetica secondo l'approccio annidato.

### Altri riferimenti web

#### Laboratorio di sensoristica e modellistica agroidrologica (AgrHySMo Lab.)

- [www.agrhysmo.agr.unipi.it](http://www.agrhysmo.agr.unipi.it)

#### WEBPAGE DEL DOCENTE

- [https://people.unipi.it/giovanni\\_rallo/home/](https://people.unipi.it/giovanni_rallo/home/)

#### Scientific database ID

- ORCID: [orcid.org/0000-0002-8405-8618](https://orcid.org/0000-0002-8405-8618)
- WoS - Clarivate: [publons.com/a/587042/](https://publons.com/a/587042/)

*Ultimo aggiornamento 24/09/2023 21:03*