

**FORUM ACQUA  
2° EDIZIONE TOSCANA  
28 Aprile 2023**

# **Uso un fertirrigatore smart per la gestione dell'irrigazione nel vivaismo ornamentale**

---

**Luca Incrocci**

**Dipartimento di Scienze Agrarie,  
Alimentari e Agro-Ambientali  
Università di Pisa**



**U.R. Orticoltura e Floricoltura**

# PROBLEMA: bassa efficienza nell'uso dell'acqua

L'uso di **sistemi a ciclo chiuso** (recupero drenato) era limitato;

L'irrigazione a **pioggia** e con gocciolatori non compensanti era largamente utilizzata

Il pilotaggio dell'irrigazione è basato sull'esperienza del coltivatore

La ritenzione idrica dei substrati (miscele torba-pomice) è bassa

Settori irrigui con più specie → **ampia variabilità inter-pot**



# Sensori dielettrici (volumetrici)

Accuratezza

Costo basso (100-350 € per solo VWC; 350-900 € VWC+EC)

Facile uso

Non necessitano di particolare manutenzione

Misura di più variabili (es. temperatura e salinità, WET)

Necessitano di una calibrazione substrato-specifica



# Sensori dielettrici:

cosa misura ad esempio il sensore WET®?

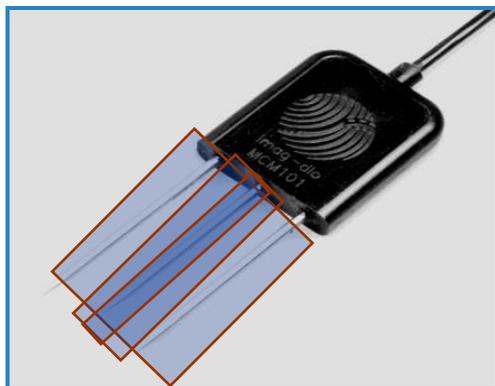
- Permittività ( $\epsilon$ )

- Temperatura (T)

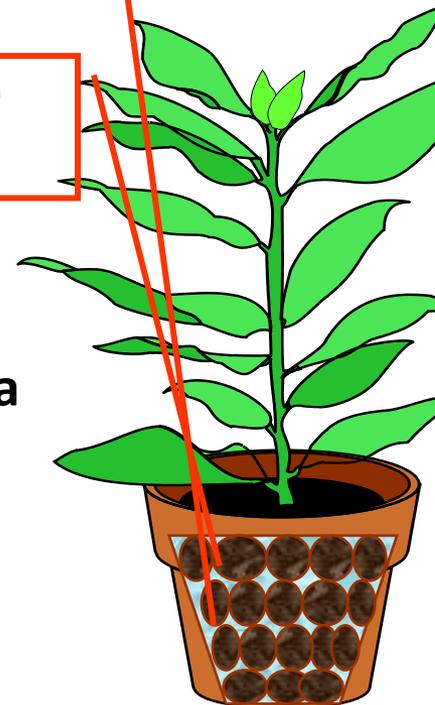
- Bulk EC ( $\sigma_B$ )

( $\theta$ ) **Contenuto idrico  
volumetrico**

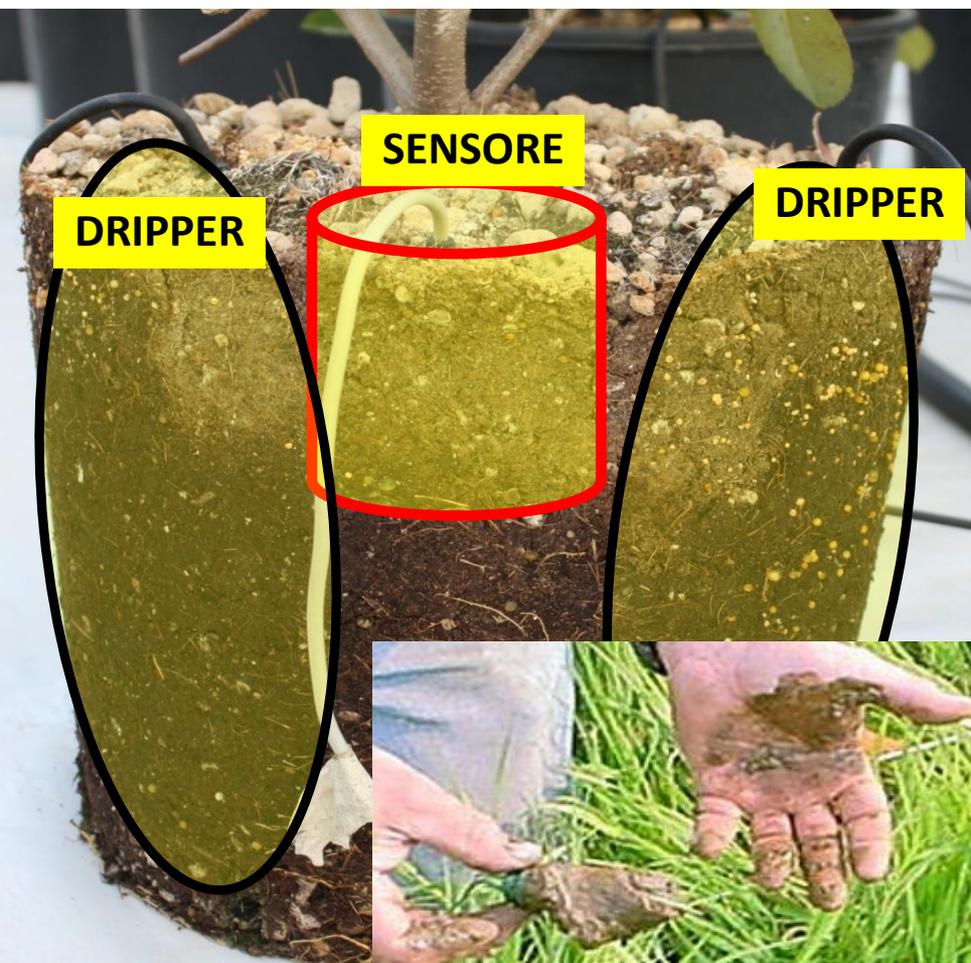
( $\sigma_p$ ) **EC della soluzione  
circolante**



La  $\sigma_p$  è il parametro chiave nella gestione dello stress salino radicale.



## Uso sensori dielettrici: aspetti operativi (1)



- Il sensore misura solo il VWC in una parte del vaso;
- Il sensore deve essere inserito in prossimità del gocciolatore (5-7 cm di distanza) dove c'è la maggiore densità radicale e la massima oscillazione nel VWC;
- Il sensore deve aderire al suolo o al substrato: si installa facendo un buco leggermente più piccolo del sensore e riempiendo questo con una poltiglia per aumentare l'aderenza.

## Usò sensori dielettrici: aspetti operativi (2)



- ✓ Ogni sensore, specialmente in mezzi molto porosi, può leggere VWC abbastanza differenti rispetto al reale VWC dell'intero contenitore;
- ✓ Una calibrazione *in-situ* può essere utile per trovare la soglia del  $VWC_{TH}$  alla quale deve si deve attivare l'irrigazione.

# Pilotaggio irrigazione sensori radicali e possibile uso di acqua reflua

Stima diretta della ET, misurando la variazione di contenuto idrico volumetrico (VWC): nessun problema di stima ET, si dà l'acqua quando nel vaso scende sotto un certo livello

- Con i sensori dielettrici si può avere informazione anche sulla salinità

## Obiettivo progetto FLOW-AID:

Automatizzare l'irrigazione per migliorare l'efficienza idrica e modulare l'uso di acqua reflua per evitare danni alle colture



# Esperimento al Ce.Spe.Vi. 2008



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES

# Evitare danni da salinità per l'uso di acqua riciclata o salina

*Prunus laurocerasus*

Per evitare i danni due opzioni:  
1) Aumenta il drenaggio;  
2) Riduci l'uso di acqua salata.

Acqua di pozzo  
(EC = 0.50 dS/m)

Acqua reflua  
(EC = 1.20-1,80 dS/m)



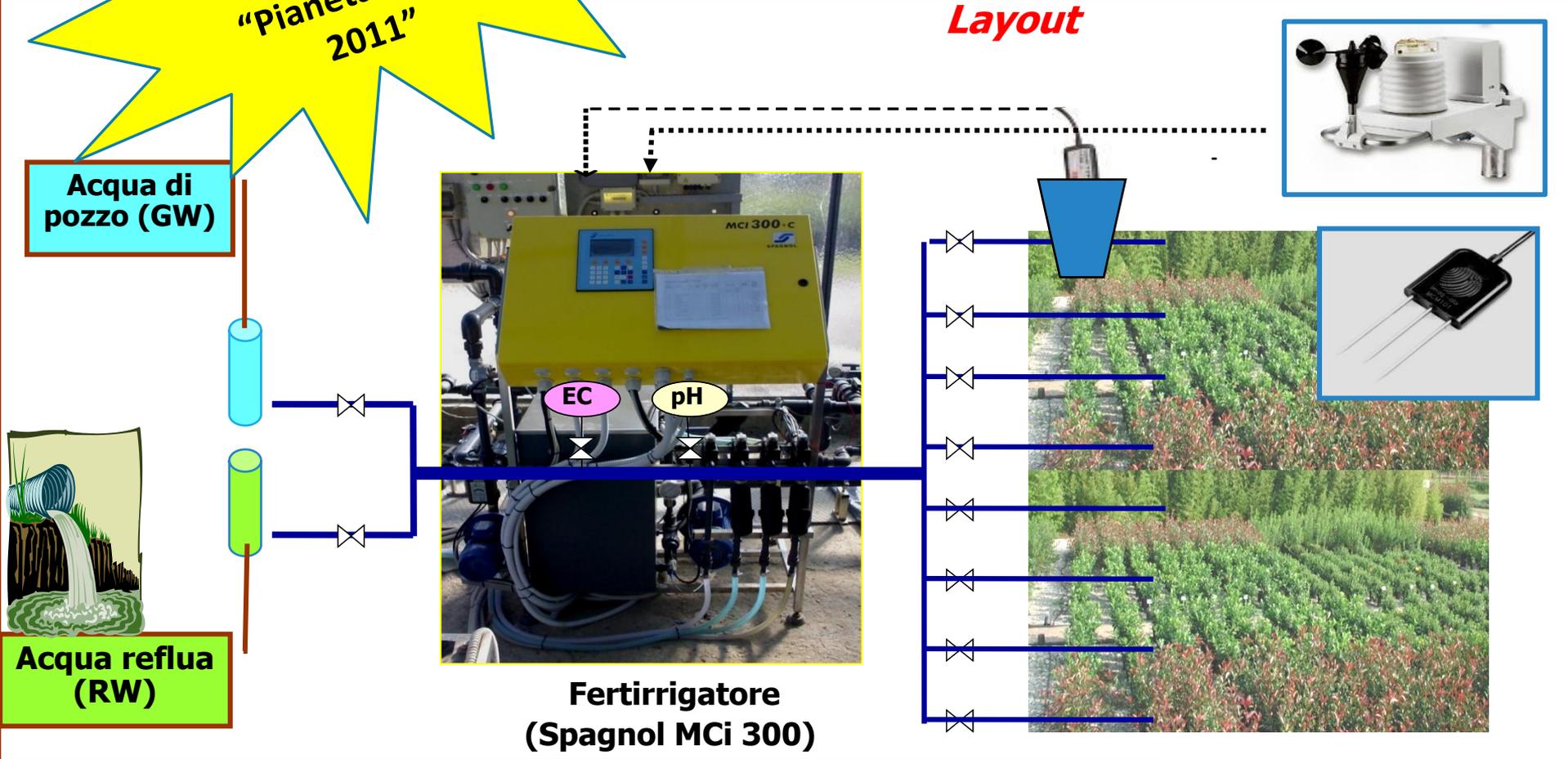
**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



# Prototipo di fertirrigatore installato a Pistoia

1° classificato  
premio  
"Pianeta Acqua  
2011"

## Layout



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



WAGENINGEN UR

For quality of life



# Esperimento al Ce.Spe.Vi. 2008

## Materiali e metodi

**T1: controllo standard = irrigazione con timer con acqua di pozzo (0.5 dS/m); frazione di drenaggio (LF) > 30-40%**

**T2: controllo irriguo su base sensore WET con LF<20-25% usando acqua di pozzo;**

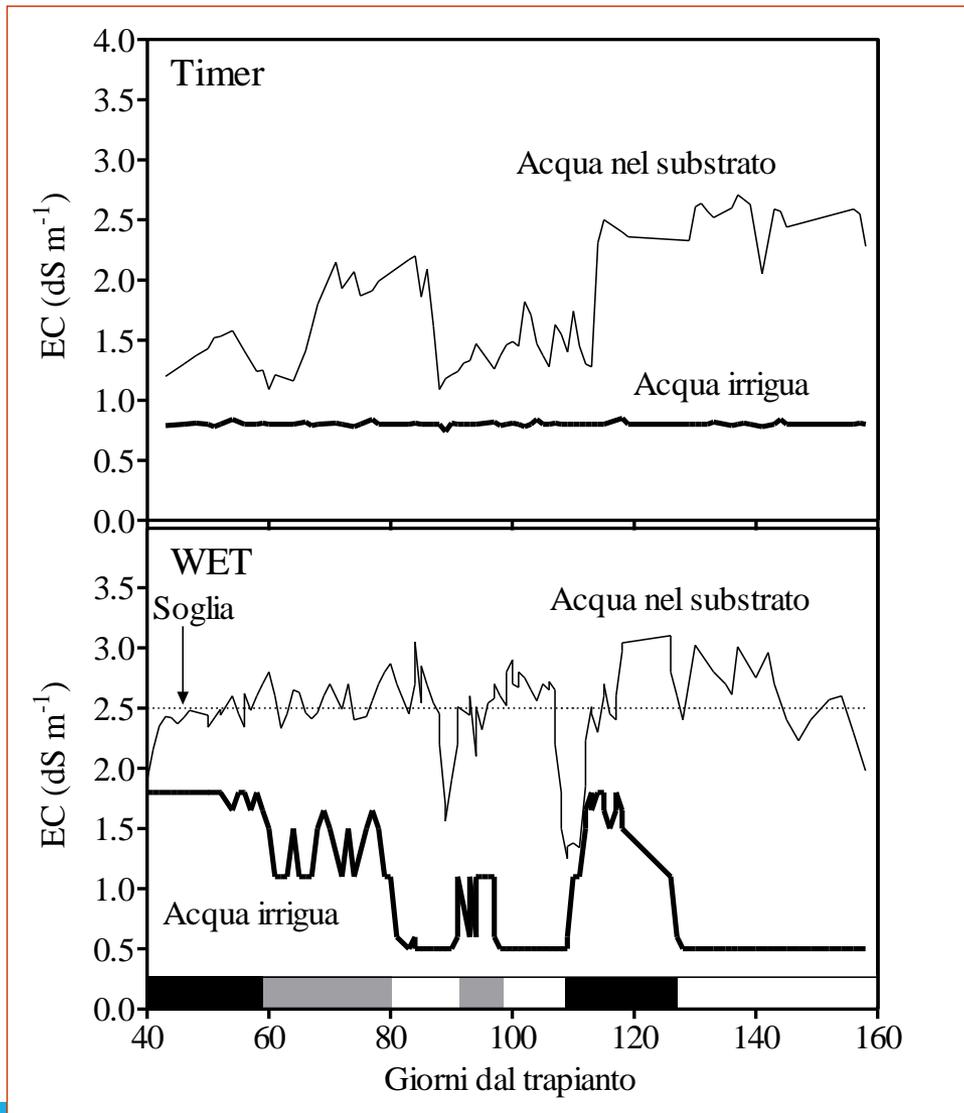
**T3: controllo irriguo su base sensore WET con LF<20-25% usando acqua di pozzo; blocco della fertirrigazione nel caso di salinità superiore a  $EC_{pore} \sigma\pi = 2.5$  dS/m, uso progressivo di acqua di pozzo e incremento della frazione di drenaggio**

**Esperimento iniziato il 10 Giugno e finito il 10 Ottobre (122 giorni).**



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES

# Utilizzo di acqua di scarsa qualità e controllo irrigazione su lauroceraso in vaso



Acqua di pozzo  
(EC = 0.50 dS/m)

Acqua mista

Acqua reflua  
depurata  
(EC = 1.50 dS/m)

**L'uso del sensore permette di gestire al meglio l'irrigazione e un risparmio di acqua fino al 39% rispetto al controllo timer**

**L'utilizzo del sensore riducono il consumo di acqua di buona qualità fino al 55%!**

## RISULTATI

**Il sensore WET ha controllato bene l'irrigazione con una riduzione nell'uso dell'acqua del 20% nel trattamento T2 e del 35% nel trattamento T3 rispetto al trattamento con TIMER. (122 giorni di coltivazione)**

**Dei 325 l/m<sup>2</sup> utilizzati in T3, 146 erano di acqua duale (45% del totale)**

Trattamento	Numero irrigazioni	Volume irriguo totale (L/m <sup>2</sup> )	Volume medio irriguo (L/m <sup>2</sup> )
T1 (TIMER, AP)	220 A(100)	498.7 A(100)	2.3 B(100)
T2 (WET, AP)	163 B(74)	396.1 B (79)	2.4 B (107)
T3 (WET, AD+AP)	120 C(55)	325.3 C (65)	2.7 A (120)



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES

# Conclusioni

- ✓ I sensori di umidità del terreno/substrato (SMS) possono semplificare fortemente la gestione idrica.
- ✓ L'uso di sensori dielettrici è efficace, ma se I settori irrigui sono numerosi è costoso (minimi due sensori per settore irriguo)
- ✓ L'uso dei sensori dielettrici può essere usato per modulare anche la fertirrigazione o l'uso di acque di scarsa qualità
- ✓ L'uso di modelli basati su dati climatici (esempio modello *FAO basato sulla ET potenziale e coefficient colturale*) appare meno costoso, ma necessita di maggiori competenze perchè la mancata conoscenza del Kc limita la sua applicazione
- ✓ Vi sono valide soluzioni per aumentare l'efficienza dell'irrigazione, occorre investire nel trasferimento e nel finanziamento agevolato per nuove attrezzature.

An aerial photograph of the University of Pisa campus, showing several large buildings with red-tiled roofs and a central building with a glass facade. The campus is surrounded by green trees and a road labeled 'Via Mariscoglio'. A diagonal road labeled 'Viale delle Piagge' runs through the lower left. The text 'Grazie per l'attenzione' is overlaid in large, bold, yellow letters with a white outline.

Grazie  
per  
l'attenzione

*Laboratorio di Orticoltura e Floricoltura  
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali – Università di Pisa*

# Esperimento al Ce.Spe.Vi. 2008

Trattamento	Forsythia	Photinia	Prunus	Viburnum	Media	Valore relativo
<b>Altezza (m)</b>						
T1-TIMER	1.30 a	0.88 b	0.70 c	0.57 e	0.86 a	100.0
T2-WET	1.24 a	0.89 b	0.64 d	0.55 e	0.83 a	96.0
T3-WET-AD	1.30 a	0.85 b	0.67 cd	0.53 e	0.84 a	97.0
<b>Media</b>	<b>1.28 a</b>	<b>0.87 b</b>	<b>0.67 c</b>	<b>0.55 d</b>		
<b>Valore relativo</b>	<b>100.00</b>	<b>68.00</b>	<b>52.30</b>	<b>43.02</b>		
<b>Peso secco pianta (solo parte aerea (kg/m<sup>2</sup>))</b>						
T1-TIMER	0.66 a	0.60 b	0.68 a	0.56 b	0.62 a	100.00
T2-WET AP	0.58 b	0.53 b	0.57 b	0.47 c	0.54 b	86.01
T3-WET-DW	0.61 b	0.55 b	0.52 b	0.47 c	0.54 b	86.04
<b>Media</b>	<b>0.61 a</b>	<b>0.56 ab</b>	<b>0.59 a</b>	<b>0.50 b</b>		
<b>Valore relativo</b>	<b>100.00</b>	<b>91.57</b>	<b>95.82</b>	<b>81.25</b>		



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES