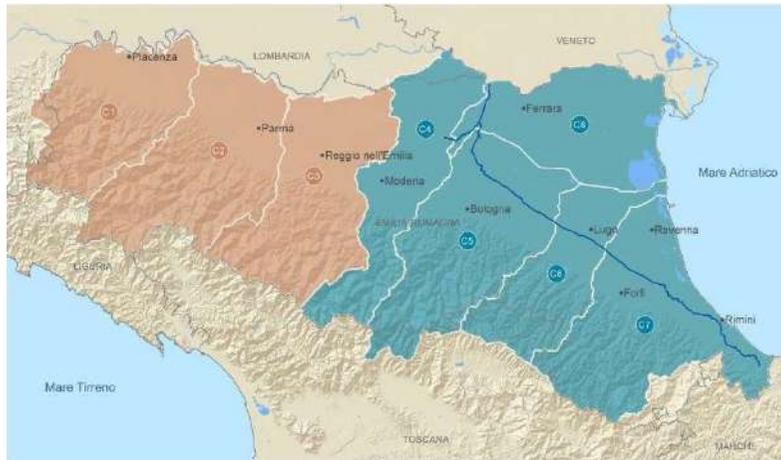


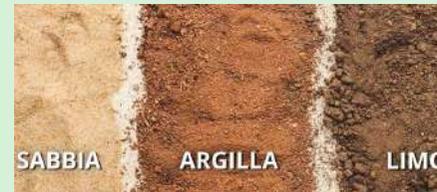
# Gestione idrica del noce da frutto: risultati di attività di sperimentazione in Emilia Romagna

Salvatore Gentile  
*Consorzio di bonifica di II° per il Canale Emiliano  
Romagnolo*

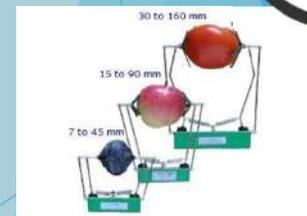
# Il Consorzio per il CER



## Dati di base



## Integrazione dati



ACQUA  
CAMPUS



# I progetti di sperimentazione

## INNOVANOCE – Innovazione ed efficientamento della filiera del noce da frutto nella Regione Emilia-Romagna

- protocollo operativo informatizzato per migliorare la sostenibilità della coltura del noce da frutto razionalizzando l'impiego della risorsa idrica e dei fertilizzanti
- Individuare nelle zone di conferimento al capofila l'attitudine dei suoli alla produzione del noce da frutto;
- migliorare l'efficienza dell'organizzazione del sistema di raccolta, trasporto e lavorazione;
- individuare i mercati più idonei alla valorizzazione della noce e dei prodotti di prima trasformazione

**Durata:** 01/04/2018 - 31/12/2019

**Stato:** Concluso

**Finanziamento:** Gruppi Operativi PSR 2014-2020 Emilia-Romagna 2014-2020 Tipo di Operazione 16.2.01 - Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale - Focus Area 3A  
Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale



**ACQUA  
CAMPUS**



# I progetti di sperimentazione

## SOST.NOCE – Nuove tecniche per migliorare la sostenibilità della filiera noce da frutto in Emilia-Romagna

- Razionalizzare l'impiego della risorsa idrica;
- Valutare la risposta fisiologica e la resa per differenti regimi irrigui;
- Sperimentare la possibilità di riutilizzare le acque di prima lavorazione (smallatura);
- Mettere a punto linee guida per la gestione della filiera del noce da frutto;
- Valutare l'accettabilità da parte dei consumatori di nuovi prodotti salutistici (barrette energetiche) a base di noci sgusciate.

**Durata:** 01/01/2020 - 27/10/2023

**Stato:** Concluso

**Finanziamento:** Gruppi Operativi PSR 2014-2020 Emilia-Romagna 2014-2020, Mis. 16.1.01, Focus Area 2A, Domanda n. 5149353

Contributo concesso 178.559,60 €

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale

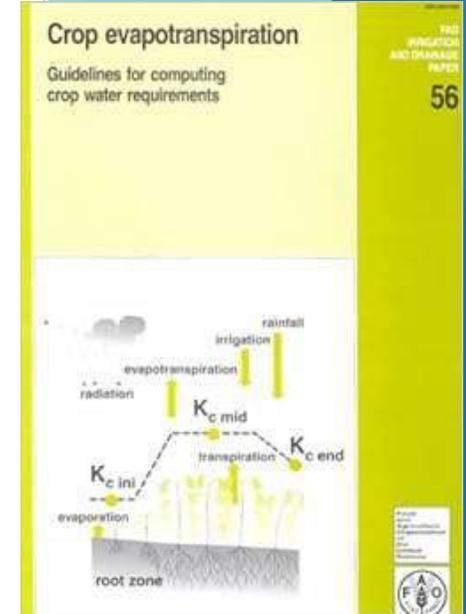
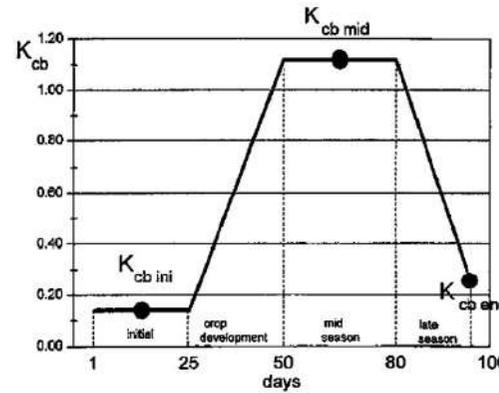


L'Europa investe nelle zone rurali

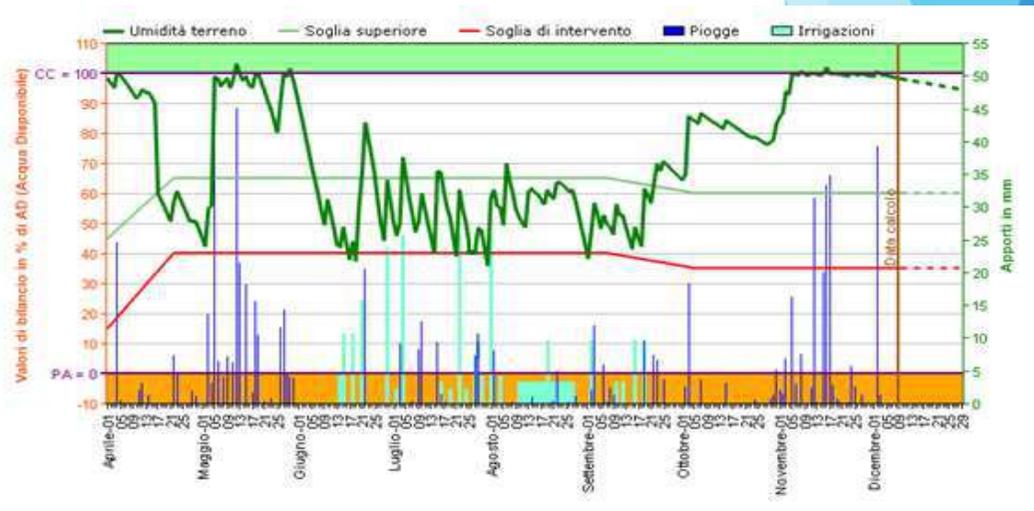


## Parametri culturali inseriti nel modello di bilancio idrico Irriframe

- Noceto 2011
- Zero termico = 5 °C
- Interazione con la falda elevata
- Differenti soglie di gestione irrigua in funzione delle caratteristiche dell'impianto adottato



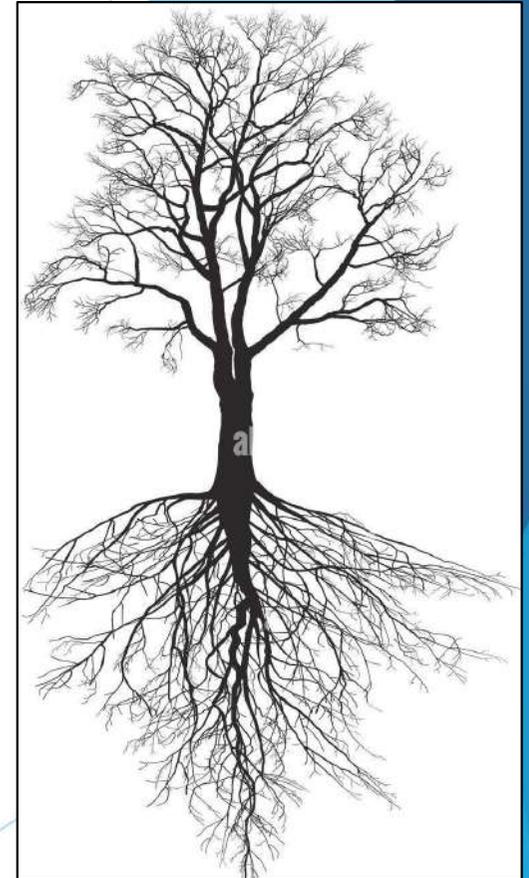
Soglia superiore %	Soglia intervento %	Descrizione fenofase	Ordine	Somma Termica (gradi)	Kc
55,0	85,0	riposo vegetativo	1	0	0,45
55,0	85,0	germogliamento	2	90	0,50
35,0	60,0	fioritura maschile	3	163	0,60
35,0	60,0	fioritura femminile	4	127	0,70
35,0	60,0	indurimento del nocciolo: fase piena (> 50%)	5	900	1,00
35,0	60,0	deiscenza del mallo	6	1360	1,00
40,0	65,0	inizio raccolta	7	400	0,65



## Caratterizzazione del suolo...e non solo



- Scavo sino a 2 m
- Due stratificazioni ben visibili:
  - Terreno ricco di sostanza organico Franco (medio impasto) sino ad 1 m circa
  - Sabbia nel restante con accumulo di carbonati di calcio
  
- Radici ben visibili sino ad 1 m



## Noceto impiantato nel 2011 cv. Chandler

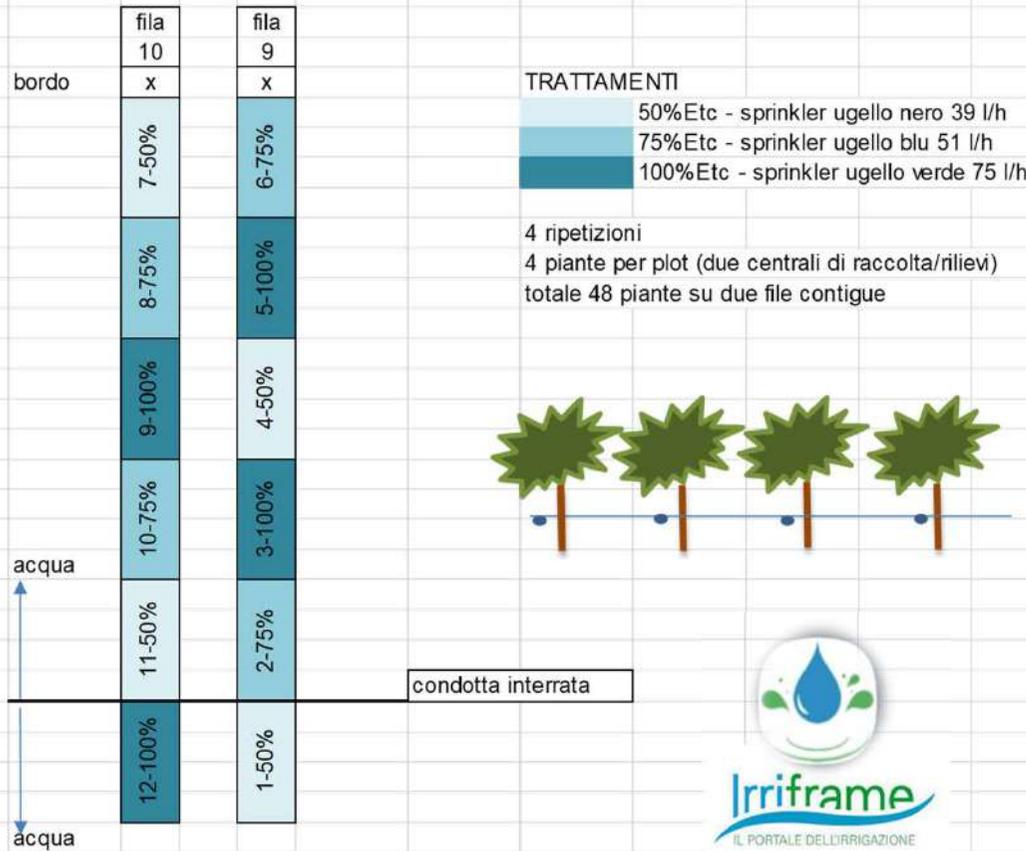


## Schema sperimentale adottato

**NOCE - Az. S.Martino**

Cv. Chandler

sesto di impianto: 5 m sulla fila x 7 m tra le fila



Applicazione di micro-sprinkler a tre portate differenti:

- 39 l/h
- 51 l/h
- 75 l/h



Monitoraggio dello stato idrico del suolo tramite:

- Tensiometri *Watermark*
- Sonde capacitive per l'umidità del suolo



## Volumi di irrigazione e % di restituzione irrigua - VOLUMI 2018-2021-2022

**Momento di intervento irriguo determinato da TESI 100%.**

**Le restanti TESI hanno ricevuto la frazione di acqua corrispondente alla % di restituzione irrigua (70% e 55%).**

**La fertirrigazione è stata uguale per tutti i trattamenti.**

2019		
Restituzioni teoriche	Volumi irrigui	Restituzioni reali
52%	176,40	61,8%
68%	216,17	75,7%
100%	285,6	100%

2021		
Restituzioni teoriche	Volumi irrigui	Restituzioni reali
52%	266,89	58%
68%	332,04	72%
100%	462,32	100%

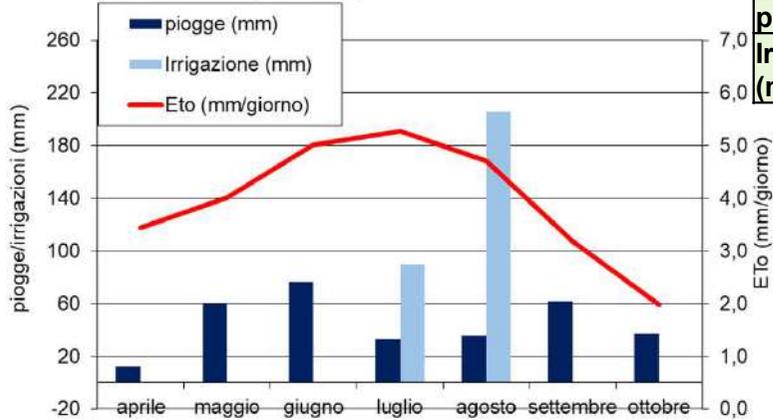
2018		
Restituzioni teoriche	Volumi irrigui	Restituzioni reali
52%	159,94	54%
68%	205,20	69,3%
100%	295,71	100%

2020		
Restituzioni teoriche	Volumi irrigui	Restituzioni reali
52%	230,46	58%
68%	287,04	72%
100%	400,18	100%

2022		
Restituzioni teoriche	Volumi irrigui	Restituzioni reali
52%	274,10	53%
68%	355,19	69%
100%	517,63	100%

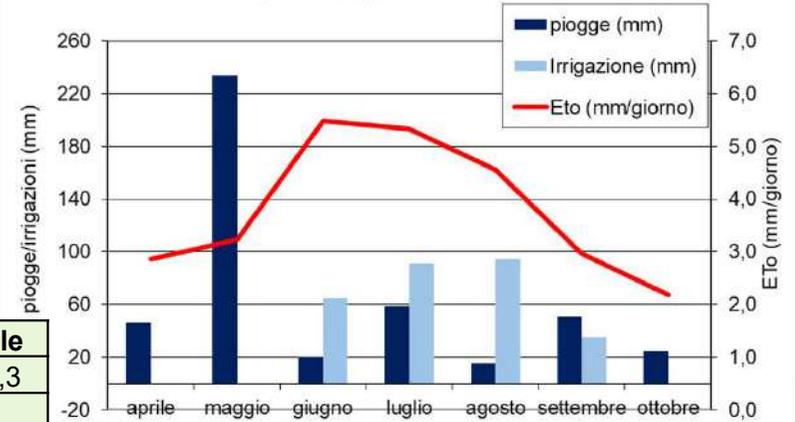
## Andamenti meteo e irrigazioni

andamento meteorologico e irrigazioni 2018



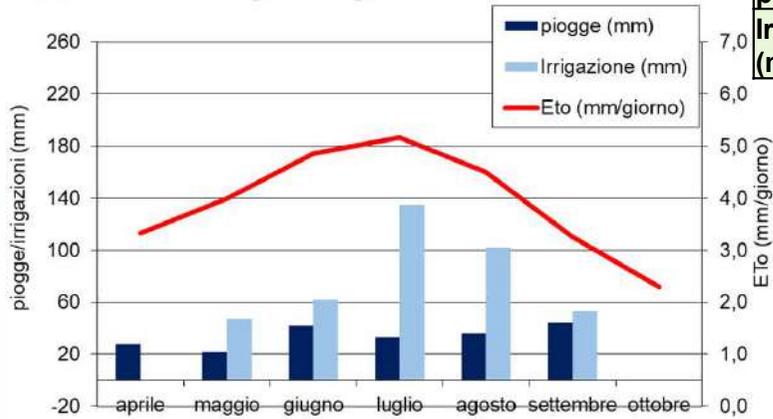
2018	totale
pioggie (mm)	315,4
Irrigazione (mm)	295,7

andamento meteorologico e irrigazioni 2019



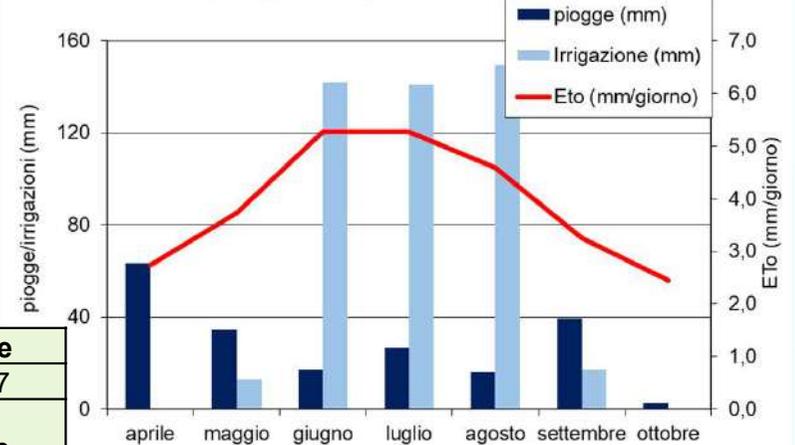
2019	totale
pioggie (mm)	450,3
Irrigazione (mm)	285,6

andamento meteorologico e irrigazioni 2020



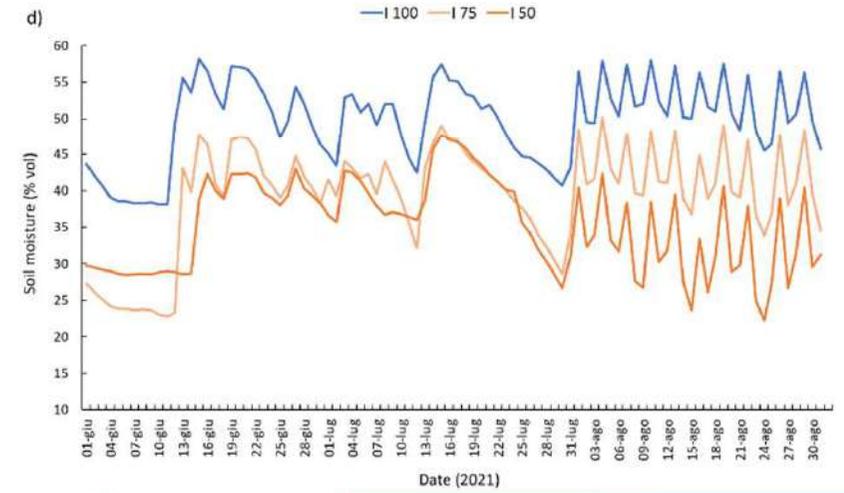
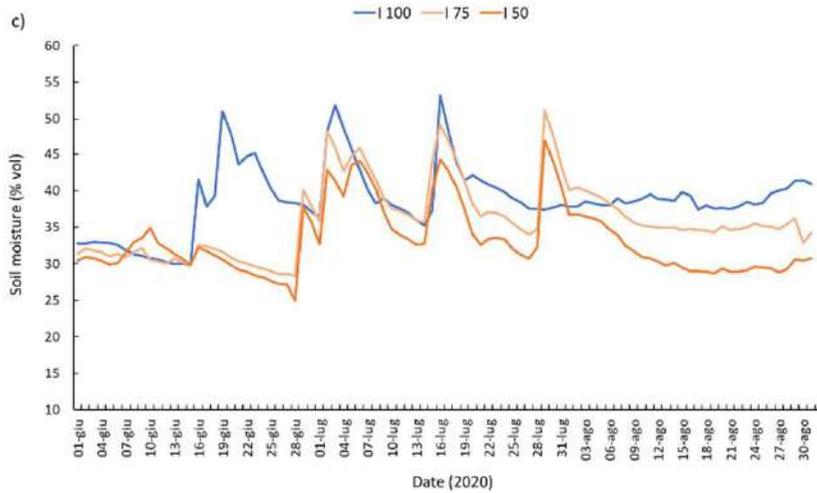
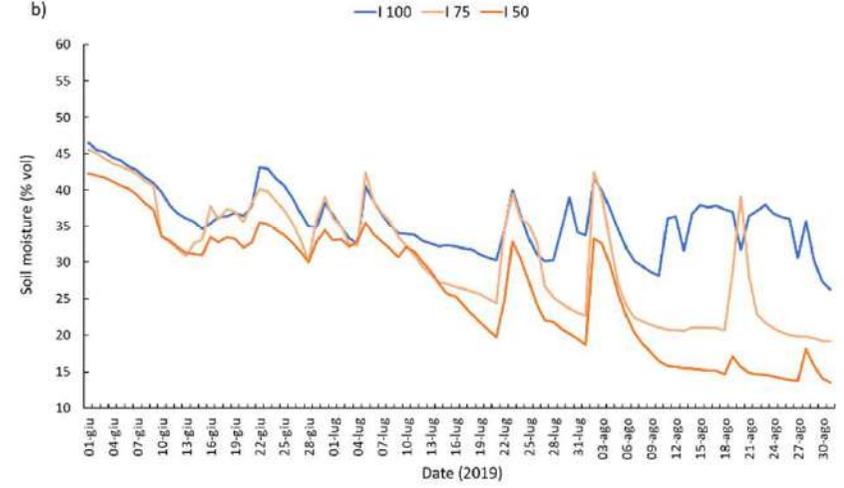
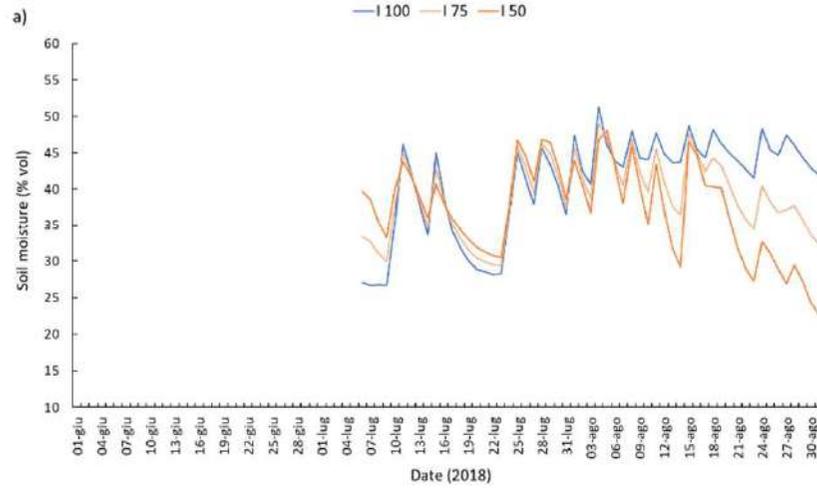
2020	totale
pioggie (mm)	205,5
Irrigazione (mm)	400,1

andamento meteorologico e irrigazioni 2021

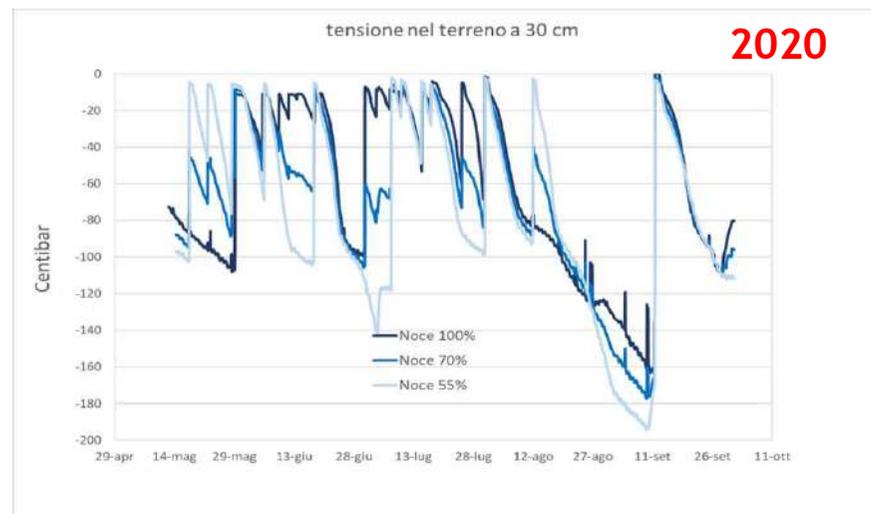
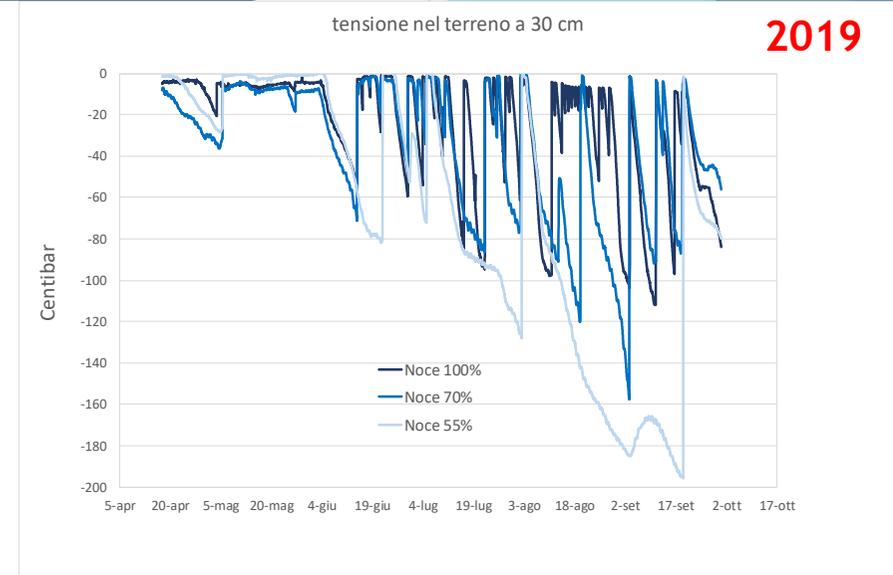
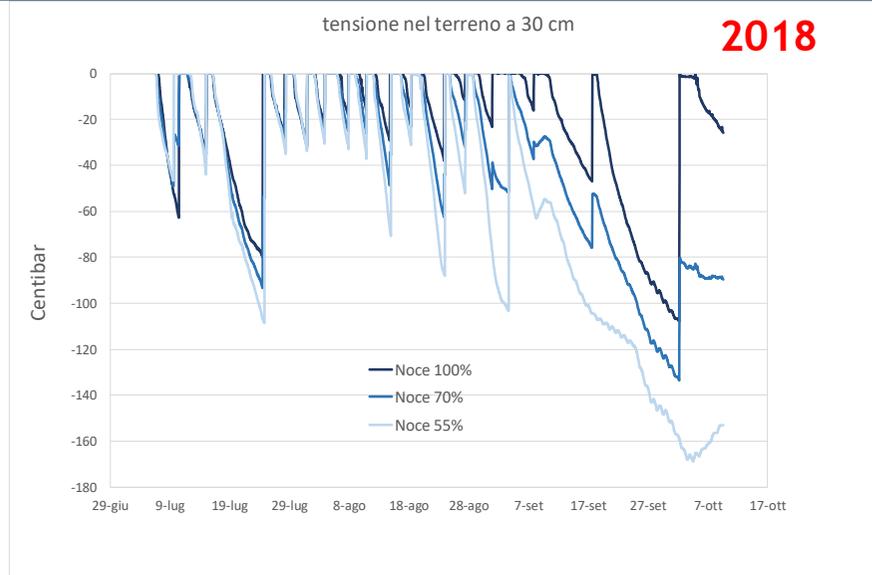


2021	totale
pioggie (mm)	199,7
Irrigazione (mm)	462,3

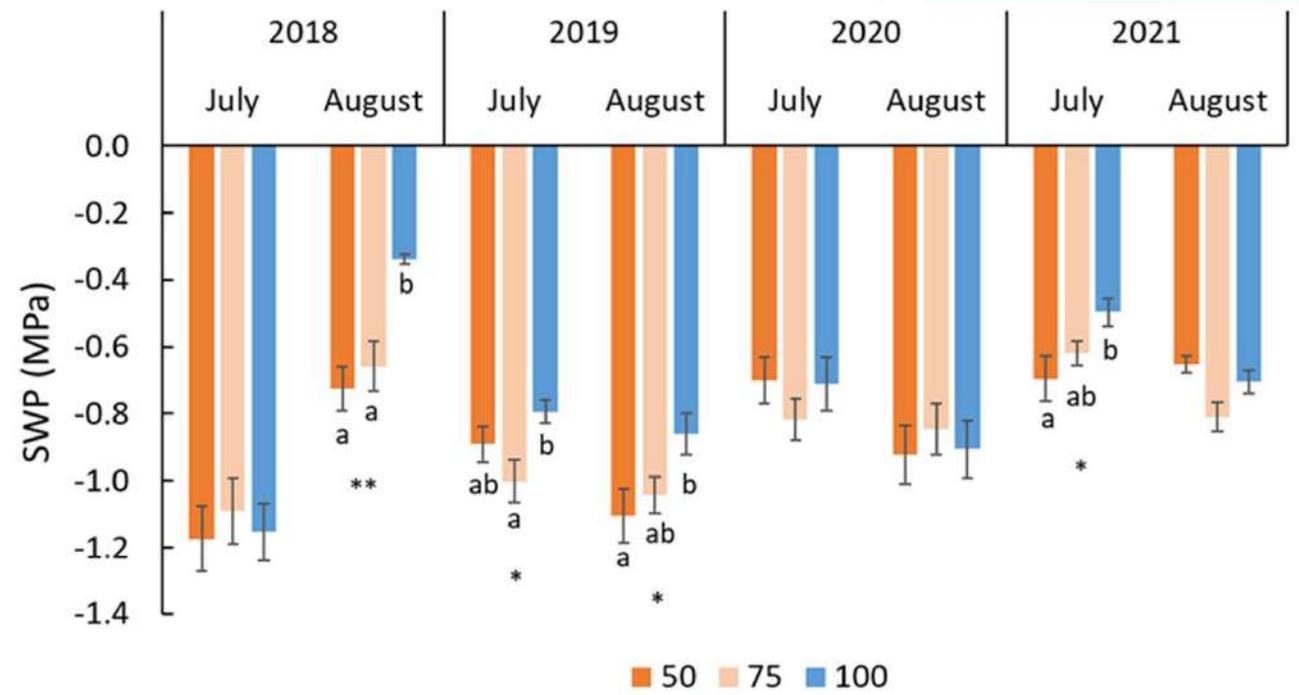
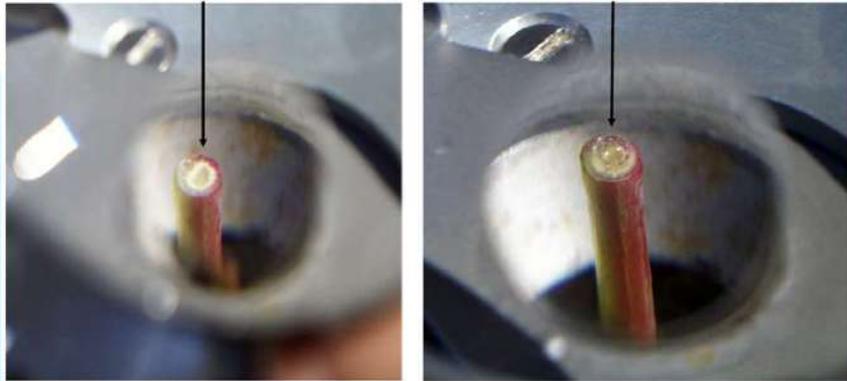
## Andamento stato idrico tramite sensori - waterscout smec 300 - capacitivi



## Andamento stato idrico tramite sensori - watermark - tensiometri



## Misure del potenziale idrico del fusto

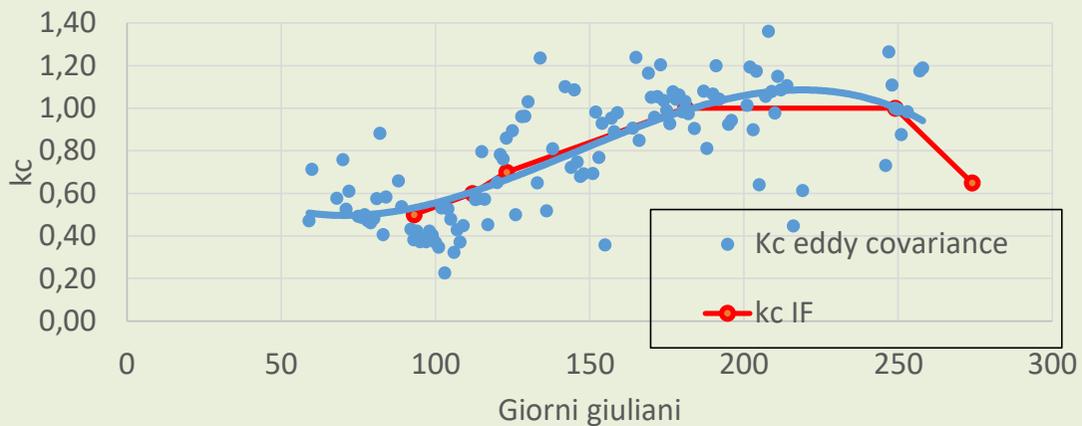


## Test modello Irriframe su noceto del 2011 cv. Chandler

### CONFRONTO Kc Eddy Covariance (POLIMI) e Kc di Irriframe

FENOFASI IRRIFRAME	data rilevata	kc Irriframe	Kc media misure eddy covariance	kc da relazione eddy covariance
2. germogliamento	02-apr	<b>0,50</b>	0,484	<b>0,53</b>
3. fioritura maschile	21-apr	<b>0,60</b>	0,645	<b>0,61</b>
4. fioritura femminile	02-mag	<b>0,70</b>	0,911	<b>0,66</b>
5 indurimento noce	29-giu	<b>1,00</b>	0,995	<b>0,99</b>
6. deiescenza mallo	05-set	<b>1,00</b>	1,036	<b>1,00</b>
7. inizio raccolta	30-set	<b>0,65</b>		<b>0,78</b>

Kc Noce misurato con Eddy Covariance



## Raccolta sperimentale - Scosso - Cascolato e Qualità



**Raccolta parcellare di cascolato + scosso**



**Peso totale della parcella in campo e  
raccolta cassa campione per analisi  
produttive**



**Selezione di 100 frutti per analisi  
qualitative**





## Dati produttivi - Qualità noce 2018-2021 - nessuna differenza tra i trattamenti irrigui

Season	Treatment	Extra light	Light	Light amber	Amber	Season	Treatment	<28	28-30	30-32	32-34	34-36	36-38	>38
						(%)								
2018	I 50	90.5	5.75	1.75	1.75	2018	I 50	1.00	6.00	22.7	37.7	27.0	5.25	0.25
	I 75	92.5	4.00	1.25	2.25		I 75	0.70	4.00	20.2	32.5	26.5	14.5	1.50
	I 100	86.5	11.0	0.75	1.75		I 100	1.50	3.50	17.2	34.7	31.5	9.75	1.75
	Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2019	I 50	92.0	5.50	2.80	0.45	2019	I 50	8.85	26.9	39.6	22.9	2.48	0.50	0.00
	I 75	91.5	6.00	2.70	0.80		I 75	8.87	25.9	40.8	22.2	2.74	0.32	0.00
	I 100	89.5	7.00	4.00	0.35		I 100	11.9	25.8	37.1	21.8	4.77	0.50	0.00
	Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2020	I 50	16.0	75.0	8.50	2.50	2020	I 50	3.00	8.50	32.0	34.0	19.0	3.00	0.00
	I 75	19.0	71.0	9.50	2.00		I 75	2.00	8.50	27.5	36.5	22.0	4.00	0.00
	I 100	19.5	71.5	8.00	3.50		I 100	1.00	6.00	29.5	37.0	22.5	4.00	0.00
	Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2021	I 50	63.5	32.0	3.00	1.50	2021	I 50	0.00	6.00	29.0 a	44.0	20.0 b	1.50 b	0.00
	I 75	60.5	36.0	3.00	1.00		I 75	1.00	4.00	16.5 b	46.0	28.5 ab	3.50 ab	0.50
	I 100	70.0	25.0	3.00	1.50		I 100	1.00	4.50	14.5 b	41.0	32.0 a	7.50 a	0.00
	Significance	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		Significance	n.s.	n.s.	***	n.s.	*	*	n.s.

## Prove su noceti giovani del Faentino (RA) - messi a dimora nel 2015 Aggiornamento del coefficiente di età nel bilancio idrico

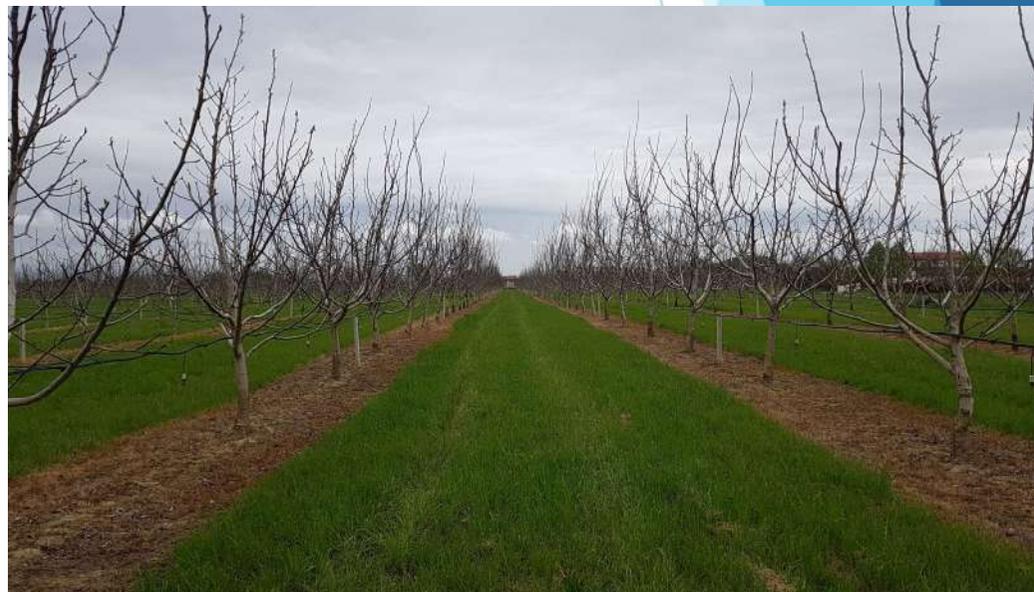
### Az. Frega - doppia ala gocciolante interrata

- 80-100 cm dall'asse del filare
- profondità di circa 25 cm, 23 mm di diametro
- gocciolatori da 2.2 l/ora, passo 60 cm,
- pluviometria 1.048 mm/ora
- sesto di impianto 4.5 x 7 m
- terreno argilloso (sabbia, limo e argilla 10, 41 e 49%)



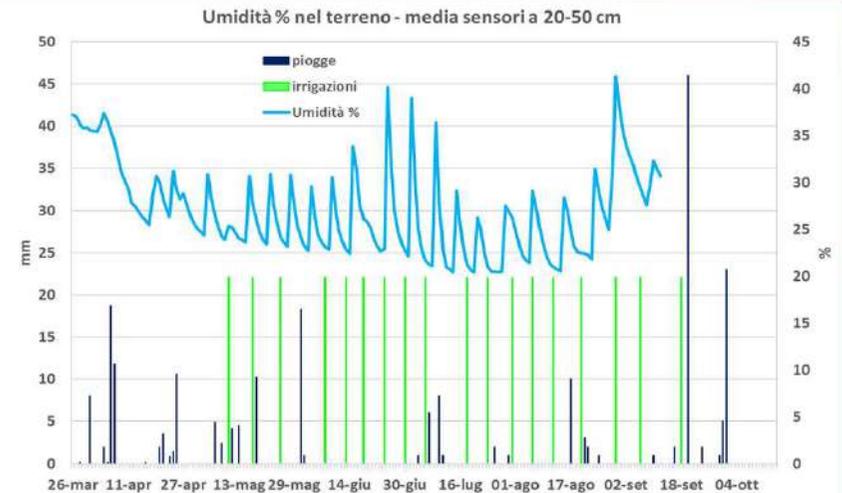
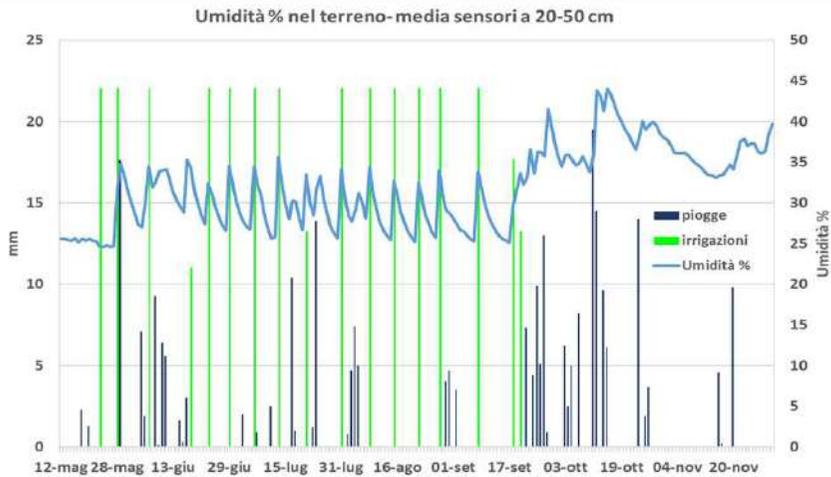
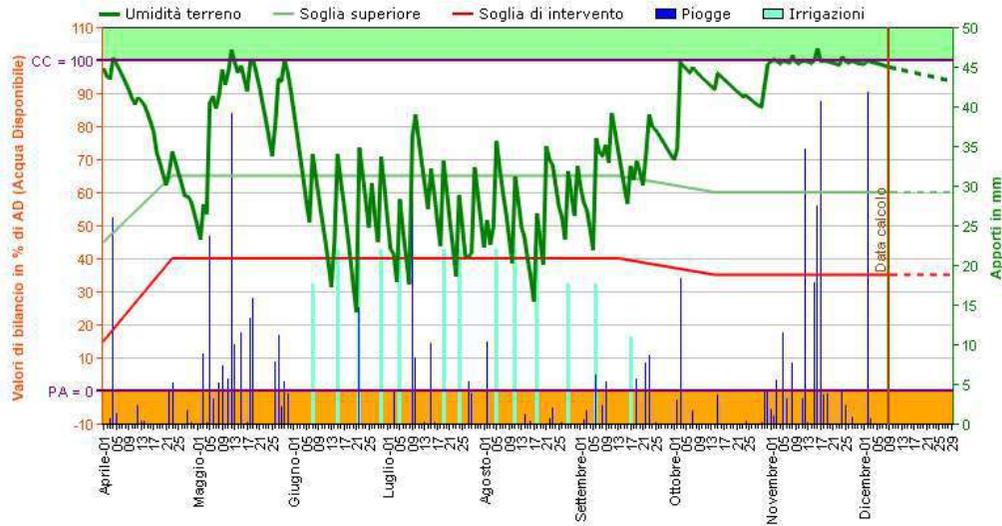
### Az. Guerini - irrigazione a spruzzo

- microsprinkler da 75 l/ora, uno per pianta
- pluviometria 2.21 mm/ora
- sesto di impianto 5 x 6.8 m
- terreno sabbioso (sabbia, limo e argilla 60, 25 e 15%)



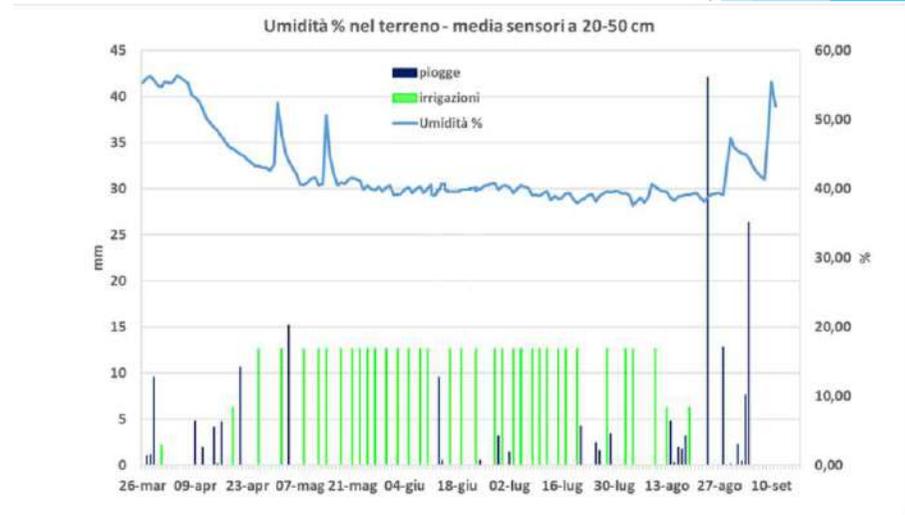
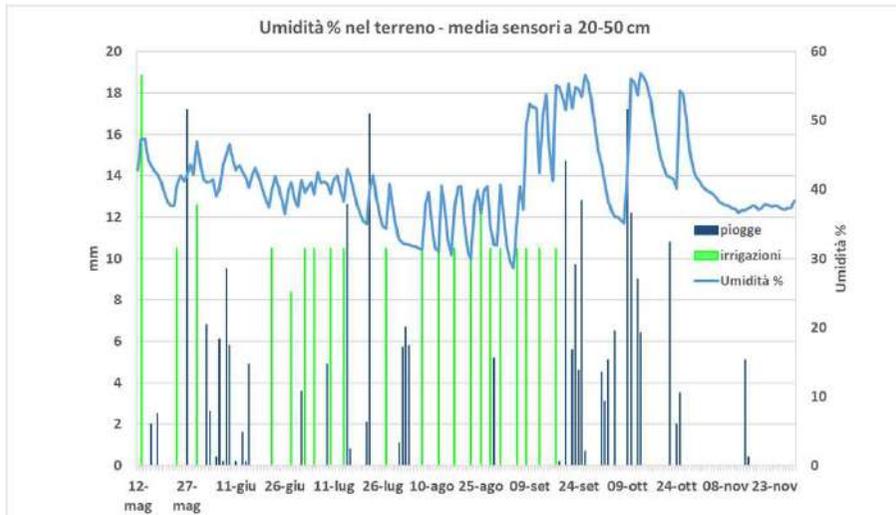
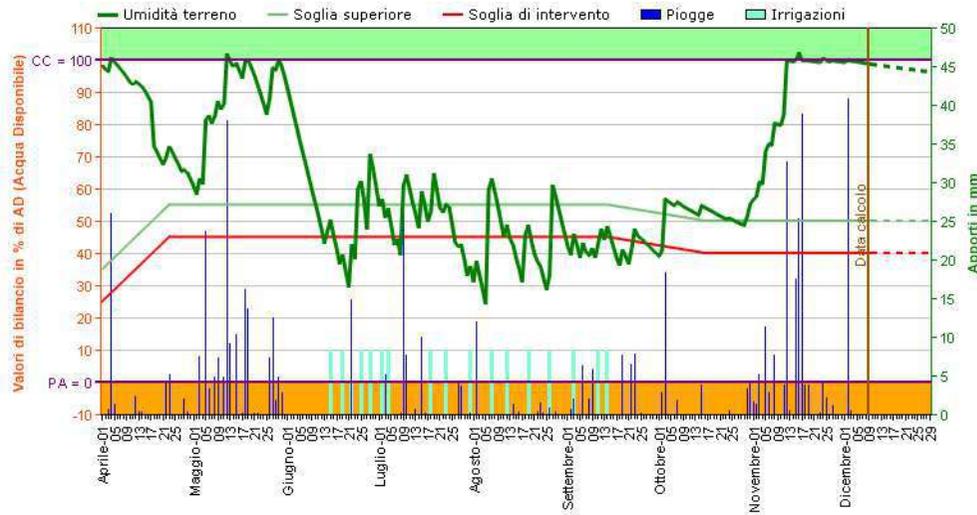
## Az. Guerini - irrigazione a spruzzo

2019 - 262,5 mm  
 2020 - 364 mm  
 2021 - 397 mm



## Az. Frega - ala gocciolante

2019 - 138,3 mm  
 2020 - 241,0 mm  
 2021 - 423 mm



## Stagione 2020

### AZ.AGR.FREGA S.S. – doppia ala gocciolante interrata

Prod.media kg 4828/ha

%								
38+	36/38	34/36	32/34	30/32	30-	2° scelta	Scarto	Verde
0,00	17,38	31,71	22,77	11,27	0,00	4,53	12,35	0,00

<i>resa t/ha</i>	4.828
<i>P+I (mm)</i>	471,35
<b>WUE (g/l)</b>	1,02

IRRIGAZIONI
mm
241

### AZ.AGR.IL KIWIOLO DI GUERRINI S.S. - microsprinkler

Prod.media kg 4846/ha

Classe%								
38+	36/38	34/36	32/34	30/32	30-	2° scelta	Scarto	Verde
0,00	5,20	34,54	27,88	13,72	0,00	10,07	8,60	0,00

<i>resa t/ha</i>	4.846
<i>P+I (mm)</i>	639,6
<b>WUE (g/l)</b>	0,758

IRRIGAZIONI
mm
364

## Stagione 2021

### AZ.AGR.FREGA S.S. – doppia ala interrata

Prod.media kg 5100/ha

%							
38+	36/38	34/36	32/34	30/32	30-	2° scelta	Scarto
0,00	12,31	35,29	33,70	8,77	0,00	6,08	3,84

<i>resa t/ha</i>	5.100
<i>P+I (mm)</i>	671,89
<b>WUE (g/l)</b>	0,76

IRRIGAZIONI
mm
423,40

### AZ.AGR.IL KIWIOLO DI GUERRINI S.S. - sprinkler

Prod.media kg 5437/ha

Classe%							
38+	36/38	34/36	32/34	30/32	30-	2° scelta	Scarto
0,00	7,65	25,32	31,97	11,41	0,00	5,44	18,20

<i>resa t/ha</i>	5.437
<i>P+I (mm)</i>	620,0
<b>WUE (g/l)</b>	0,877

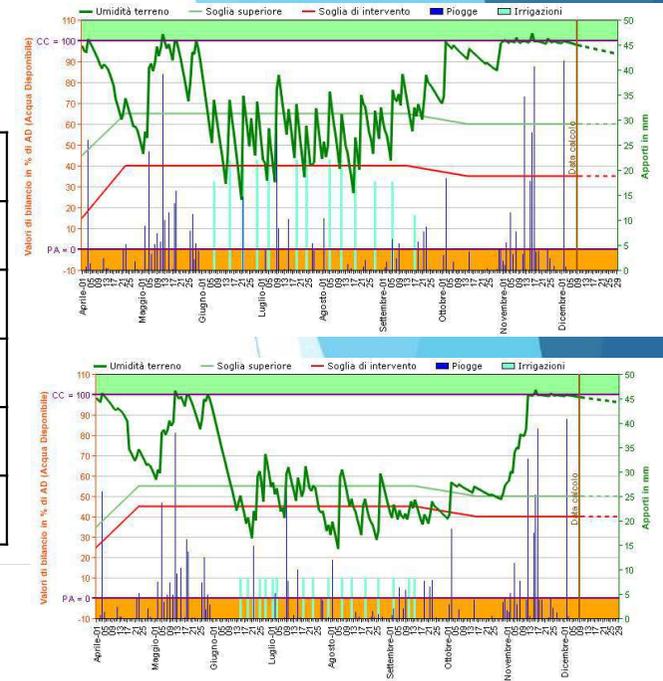
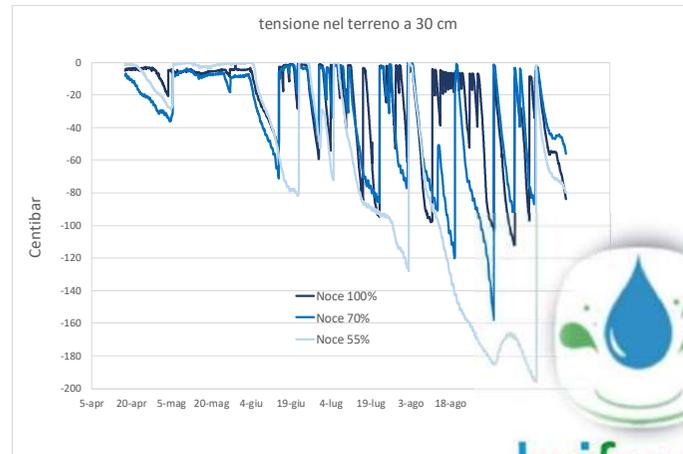
IRRIGAZIONI
mm
397,08

## CONCLUSIONI

- I risultati ottenuti tramite la sperimentazione confermano la possibilità di **ridurre di almeno il 30% gli apporti irrigui**: non sono emerse differenze significative né a livello quantitativo né qualitativo (pezzatura e colore del gheriglio) tra le tesi del 100% e del 70% (che anzi mostra un equilibrio *vegeto-produttivo* migliore con un maggior carico di frutti)
- Tesi 55% mostra uno stress idrico che  aumenta durante la stagione con lievi decrementi produttivi
- Il modello IRRIFRAME dell'irrigazione è ottimizzato inoltre in funzione di:
  - TIPO DI TERRENO
  - METODO IRRIGUO
  - ETÀ DEL NOCETO

## VOLUMI RISPARMIATI

ANNO	(mm)	mc/ha
2018	90,5	905
2019	70	700
2020	113	1130
2021	130,5	1305
2022	162	1620



### WBPARGeAge Parametri legati all'età del frutteto

Classe vigore portinnesto	Età impianto (anni)	KEGEta
1	1	-40
1	2	-40
1	3	-30
1	4	-20
1	5	-10
1	6	-5
1	7	0
1	8	0

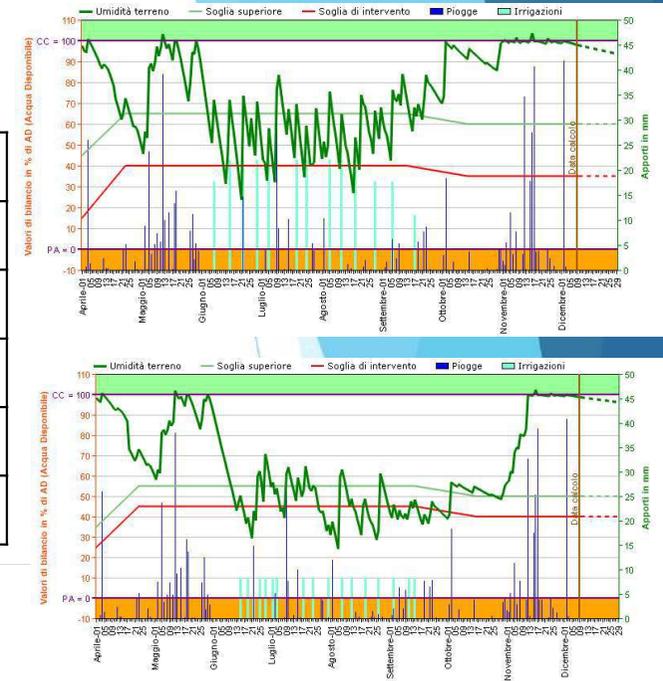
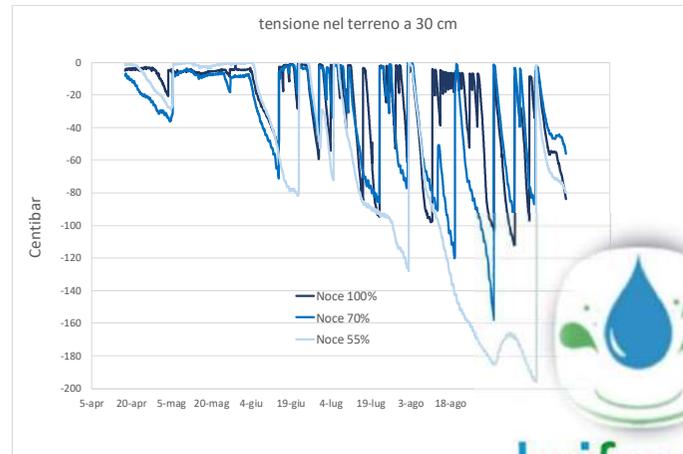


## CONCLUSIONI

- I risultati ottenuti tramite la sperimentazione confermano la possibilità di **ridurre di almeno il 30% gli apporti irrigui**: non sono emerse differenze significative né a livello quantitativo né qualitativo (pezzatura e colore del gheriglio) tra le tesi del 100% e del 70% (che anzi mostra un equilibrio *vegeto-produttivo migliore con un maggior carico di frutti*)
- Tesi 55% mostra uno stress idrico che aumenta durante la stagione con lievi decrementi produttivi
- Il modello IRRIFRAME dell'irrigazione è ottimizzato inoltre in funzione di:
  - TIPO DI TERRENO
  - METODO IRRIGUO
  - ETÀ DEL NOCETO

## VOLUMI RISPARMIATI

ANNO	(mm)	mc/ha
2018	90,5	905
2019	70	700
2020	113	1130
2021	130,5	1305
2022	162	1620



### WBPARGeAge Parametri legati all'età del frutteto

Classe vigore portinnesto	Età impianto (anni)	KEGEta
1	1	-40
1	2	-40
1	3	-30
1	4	-20
1	5	-10
1	6	-5
1	7	0
1	8	0



Irrigation Science  
<https://doi.org/10.1007/s00271-025-01006-z>

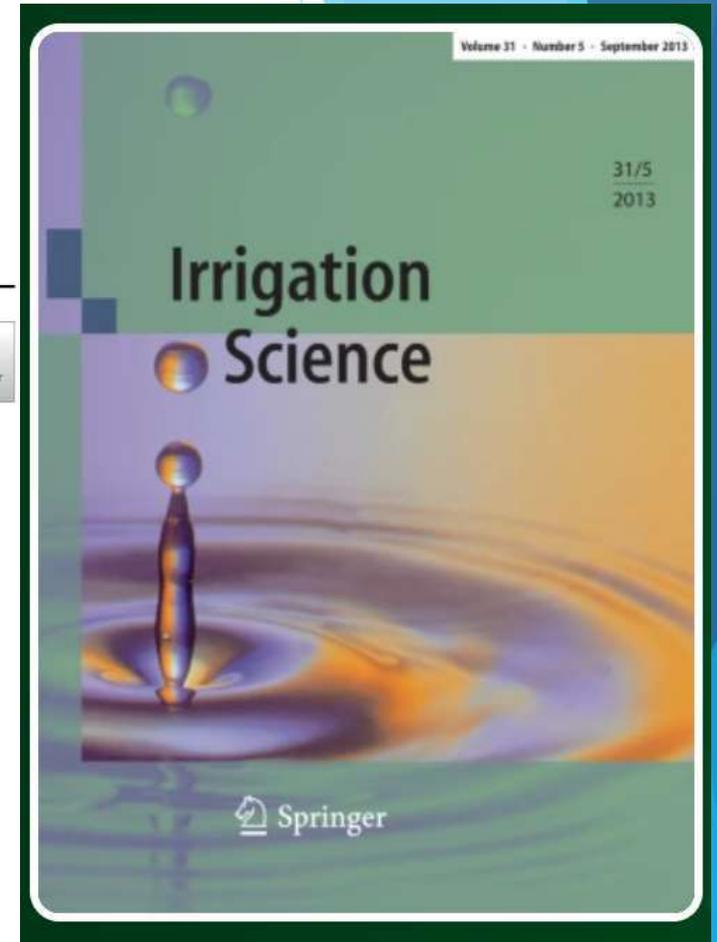
ORIGINAL PAPER

## Optimization of irrigation on walnut through the IRRIFRAME water balance model

Giulio Demetrio Perulli<sup>1</sup> · Elena Baldi<sup>1</sup> · Moreno Toselli<sup>1</sup> · Salvatore Luca Gentile<sup>2</sup> · Domenico Solimando<sup>2</sup> · Stefano Anconelli<sup>2</sup> · Alejandro Perez Pastor<sup>3</sup> · Alexandra Boini<sup>1</sup> · Luca Corelli Grappadelli<sup>1</sup> · Luigi Manfrini<sup>1</sup>

Received: 24 October 2024 / Accepted: 12 February 2025

© The Author(s) 2025



# Grazie per l'attenzione



**Salvatore Gentile** - *Consorzio di bonifica per il Canale Emiliano Romagnolo*



Canale  
Emiliano  
Romagnolo

ACQUA  
CAMPUS



Progetto Acqua Campus – Domanda di sostegno 5535532



AZIENDA AGRICOLA  
**San Martino**

focus  
**acQua**