

Modellistica previsionale per il risparmio energetico tramite strategie di irrigazione di precisione

Corrado Costa, Federico Pallottino, Simone Figorilli, Mauro Pagano, Marco Fedrizzi



Dr Corrado Costa

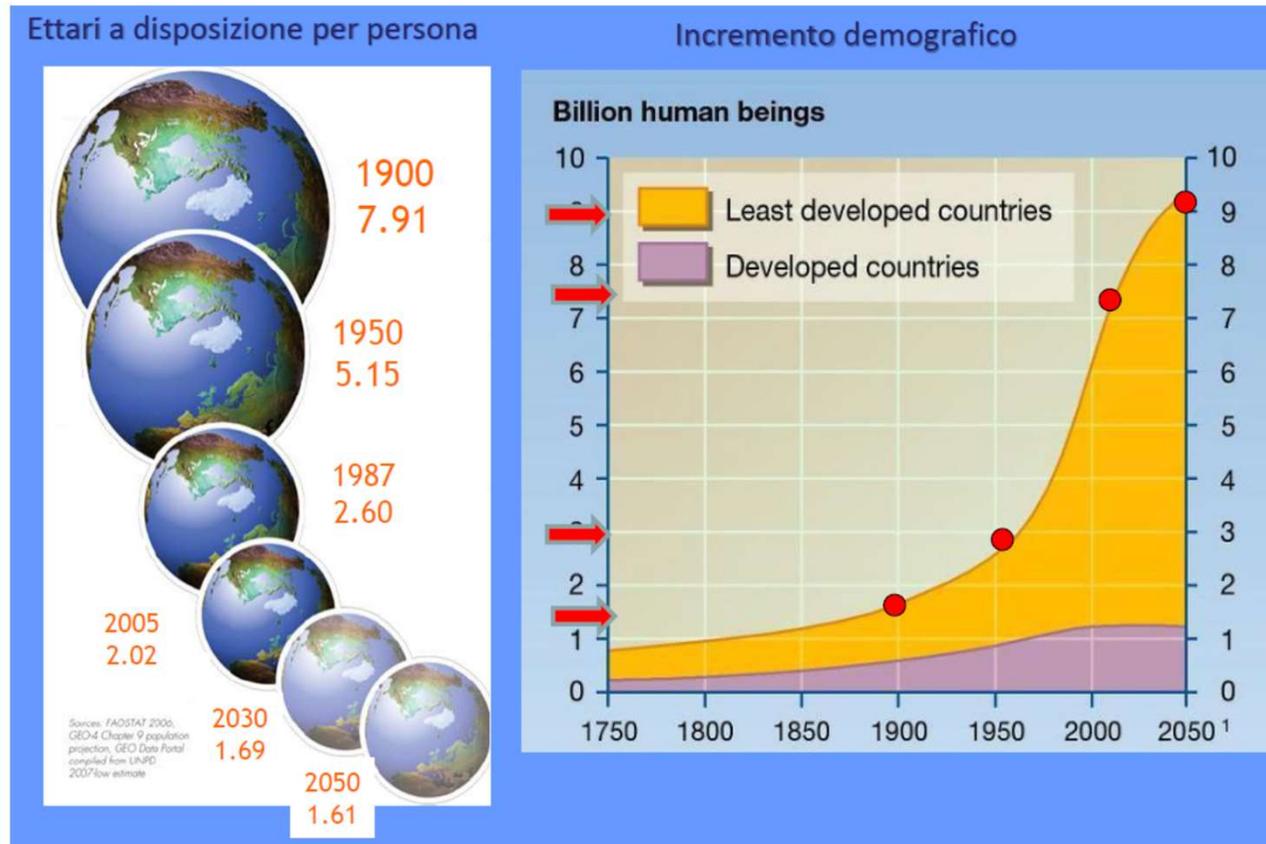
CREA – Centro di Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari

corrado.costa@crea.gov.it

Webinar: 13 Maggio 2021



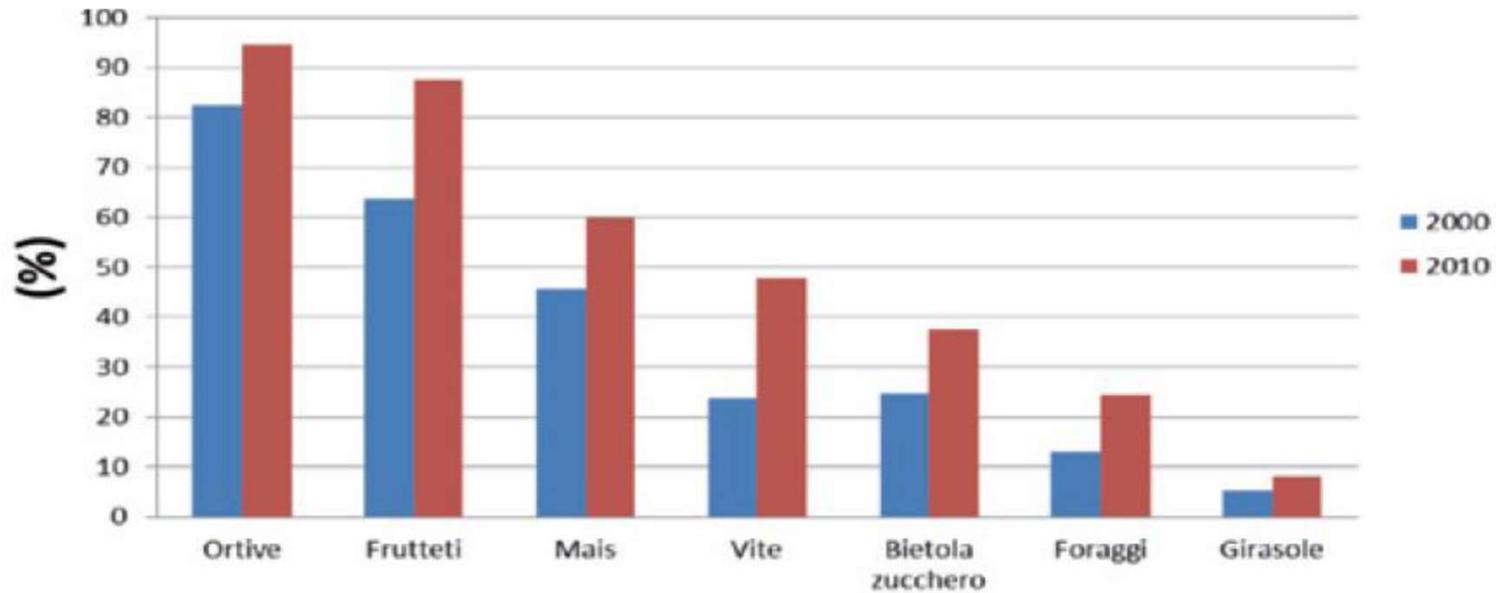
La sfida dell'agricoltura





La sfida dell'agricoltura

Rapporto irriguo/SAU principali colture



Aumento dell'efficienza nella gestione idrica

Risparmio: idrico → energetico → economico

Attraverso interventi tecnici e gestionali nei sistemi idrici è possibile incrementare l'efficienza.

Le principali aree di intervento sono:

- sugli impianti;
- sulle infrastrutture;
- sulla gestione;
- sulla domanda.

Il tutto deve essere supportato da operazioni di misurazione e monitoraggio regolare.





AGRI 4.0



Dati Centralina meteo:

- umidità aria
- temperatura aria
- temperatura di rugiada
- direzione del vento
- velocità media vento
- velocità raffica di vento
- altezza di pioggia (H2Orain)
- radiazione solare

Irrigazione

- Consumo pompa
- Acqua irrigata (H2Oirr)

Dati sensore terra:

- umidità suolo
 - temperatura suolo
- A 20-30-40-50-60-70-80-90 cm

Input idrico campo (H2Oinput)

Pioggia (H2Orain)



+

Acqua irrigata (H2Oirr)



Il database è stato costruito con i valori medi giornalieri dei parametri misurati dal sensore a terra e dalla centralina (per H2Orain è stata effettuata la somma)

Tenna: Giugno-Ottobre 2019 (129 giorni).

Bastie: Maggio-Luglio 2020 (77 giorni)





AGRI 4.0



Dati sensore terra:

- umidità suolo
- temperatura suolo

A 20-30-40-50-60-70-80-90 cm

Bastie: (Terreno sciolto ricco di scheletro) è stata stimata una Capacità di campo di 7.5% (verificata con l'umidità massima dei sensori a terra di umidità)

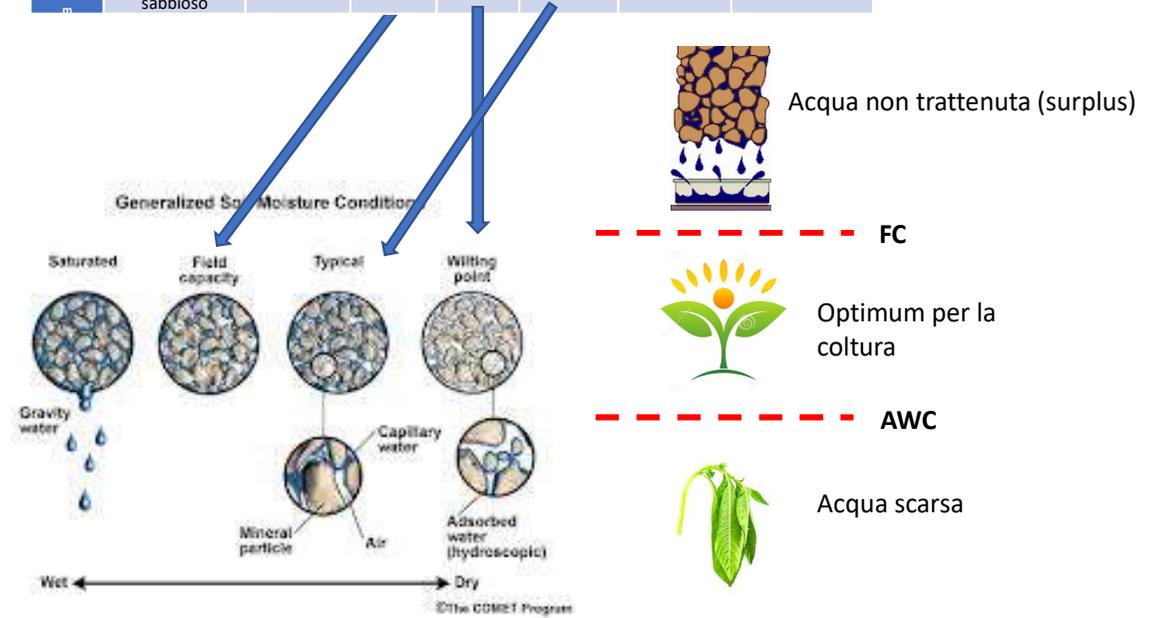


Misura dell'umidità a:

- 20cm
- 30cm
- 40cm
- 50cm
- 60cm
- 70cm
- 80cm
- 90cm

Tenna

Cod. Terreno	Classe tessiturale	S.O. (%)	FC (%)	WP (%)	AWC (%)	Densità (g/cm ³)	Calcare totale (g/Kg CaCO ₃)
T1A30 _{cm}	Franco sabbioso	1,6	17.1	6.3	10.8	20.54	n.q. (<10)
T1B60 _{cm}	Franco sabbioso	1.4	21.6	11.8	9.8	34.56	n.q. (<10)
T1C90 _{cm}	Franco sabbioso	0.8	16.0	4.1	11.9	18.81	n.q. (<10)



AGRI 4.0

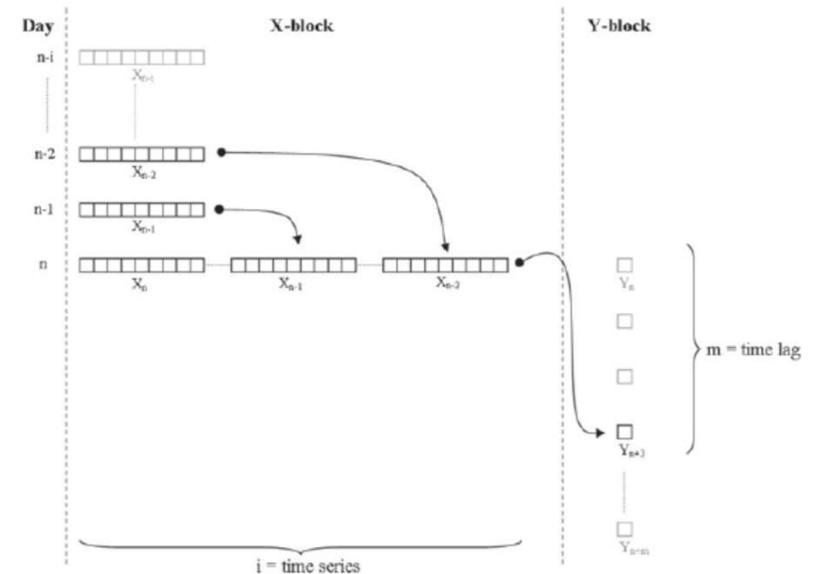


Quanto impiega l'acqua a raggiungere i vari strati del terreno?

E' stata effettuata una correlazione lineare semplice tra l'Acqua totale di input (pioggia+irrigazione) e l'umidità alle differenti profondità del suolo seguendo un approccio time-lag



Schema approccio time-lag time-series



profondità (cm)	TL0	TL1	TL2	TL3
30	0.27	0.56	0.45	0.30
60	0.08	0.38	0.47	0.38
90	-0.02	0.11	0.13	0.11



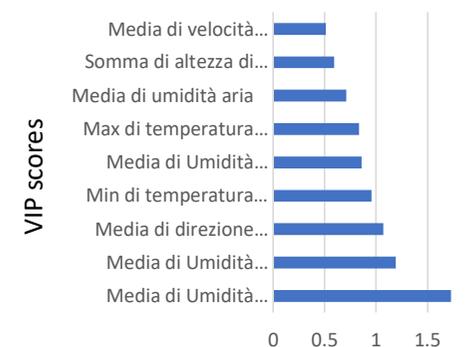
TENNA: Modello per la stima dell'acqua irrigua a partire dai dati della centralina + sensore a terra

Il DB è stato ridotto (per i troppi casi con irrigazione pari a 5.25mm/m²) a 28 giorni (gli altri giorni sono stati utilizzati come test esterno). Sono stati costruiti modelli multivariati lineari (PLS) e non lineari (ANN) per un totale di 150 modelli partizionati con un test al 20%. L'approccio lineare PLS con un preprocessing del DB con l'algoritmo di autoscale e 19 Latent Vectors è risultato il più performante ($r_{\text{test}}=0.93$).



Dati Centralina meteo:

- Media umidità aria
- Min temperatura aria
- Max temperatura aria
- Media direzione del vento
- Media velocità media vento
- altezza di pioggia (H2Orain)



TENNA: Stima del risparmio idrico/energetico

Il modello per la stima dell'acqua irrigua a partire dai dati della centralina + sensore a terra è stato applicato sui 129 dati reali andando a sostituire i valori di H% a 30-60-90cm con quelli FC.

Tutti i valori di umidità misurata a 30-60-90cm nei 129 giorni di rilievo sono risultati superiori alla capacità di campo FC (eccesso di apporto idrico)



Risparmio idrico nei 129 giorni:
381mm/m2



Energy
saving

Risparmio energetico nei 129
giorni:
66000KW

**Risparmio complessivo
10.82%**

BASTIE: Modello per la stima dell'acqua irrigua a partire dai dati della centralina + sensore a terra

Sono stati costruiti modelli multivariati lineari (PLS) e non lineari (ANN) per un totale di 150 modelli partizionati con un test al 20%. L'approccio lineare PLS con un preprocessing del DB con l'algoritmo di autoscale e 17 Latent Vectors è risultato il più performante ($r_{\text{test}}=0.66$).



Dati Centralina meteo:

- Media umidità aria
- Min temperatura aria
- Max temperatura aria
- Media direzione del vento
- Media velocità media vento
- altezza di pioggia (H2Orain)

BASTIE: Stima del risparmio idrico

Il modello per la stima dell'acqua irrigua a partire dai dati della centralina + sensore a terra è stato applicato sui 77 dati reali andando a sostituire i valori di H% a 30-60-90cm con quelli FC.



Risparmio idrico nei 77 giorni:
312mm/m²

Tutti i valori di umidità misurata a 30-60-90cm nei 77 giorni di rilievo sono risultati superiori alla capacità di campo FC (eccesso di apporto idrico)

SCENARI Stima del risparmio idrico/energetico

Sono stati costruiti due scenari sulla base di dati reali interpolati da MeteoTrentino che simulano una stagione (Maggio-Settembre) più piovosa e una più caldo-secca. I due anni di riferimento sono stati:

- 2014 (stagione piovosa)
- 2015 (stagione caldo-secca)



<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/8/2656>



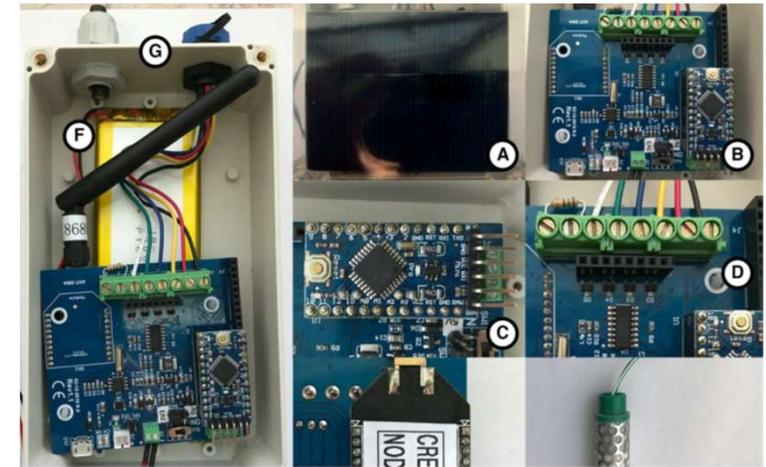
Article

An Open Source Low-Cost Device Coupled with an Adaptive Time-Lag Time-Series Linear Forecasting Modeling for Apple Trentino (Italy) Precision Irrigation

Simone Figorilli ¹, Federico Pallottino ^{1,*}, Giacomo Colle ², Daniele Spada ², Claudio Beni ¹, Francesco Tocci ¹, Simone Vasta ¹, Francesca Antonucci ¹, Mauro Pagano ¹, Marco Fedrizzi ¹ and Corrado Costa ^{1,*}

- ¹ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'analisi Dell'economia Agraria (CREA)—Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari—Via della Pascolare 16, 00015 Monterotondo, Rome, Italy; simone.figorilli@crea.gov.it (S.F.); claudio.beni@crea.gov.it (C.B.); francesco.tocci@crea.gov.it (F.T.); simone.vasta@crea.gov.it (S.V.); francesca.antonucci@crea.gov.it (F.A.); mauro.pagano@crea.gov.it (M.P.); marco.fedrizzi@crea.gov.it (M.F.)
 - ² Effetreseizero Srl, Spinoff CREA, Via dei Solteri 37/1, 38121 Trento, Italy; giacomo.colle@f360.it (G.C.); daniele.spada@f360.it (D.S.)
- * Correspondence: federico.pallottino@crea.gov.it (F.P.); corrado.costa@crea.gov.it (C.C.); Tel.: +39-06-906-75-214 (C.C.); Fax: +39-06-906-25591 (C.C.)

Abstract: Precision irrigation represents those strategies aiming to feed the plant needs following the soil's spatial and temporal characteristics. Such a differential irrigation requires a different



37 mm check for updates

Trafficabilità

Il modello per la stima della trafficabilità dei mezzi agricoli è basato sui valori di uno dei sensori di umidità (30cm). La stima dipende dalla tessitura del terreno e quindi dalla sua massa volumica apparente e, in base alla letteratura viene ripartita in classi. In questo caso il modello è deterministico e indica una soglia di trafficabilità un range riportabile su cruscotto. Il sistema è integrabile con le previsioni meteo a 3gg.

	Massa volumica apparente kg/m ³	Umidità %	Resistenza alla penetrazione (Mpa)	w		
				min	soglia	max
	ρ_{as}	w	CI			
100% argilla	1200	40	0.01	20	31	55
75% argilla 25% sabbia	1300	39	0.04	27	38	62
50% argilla 50% sabbia	1400	41	0.04	30	41	65
25% argilla 75% sabbia	1500	15	2.68	32	43	67
100% sabbia	1600	31	0.31	33	44	68



Grazie per l'attenzione

Simone Figorilli



Marco Fedrizzi



Federico Pallottino



Mauro Pagano