

Lagheti collinari e bacini di accumulo: risorsa strategica per le aziende agricole e la collettività

*Messa in sicurezza e adeguamento normativo delle
opere di sbarramento minori di competenza
regionale ai sensi della I.R. N.12 del 31 ottobre 2007*

12 aprile 2024

Aula magna, Dipartimento di Agraria, Università di

Multifunzionalità dei piccoli invasi

(lagheti collinari e bacini di laminazione)

e adattamento al cambiamento climatico

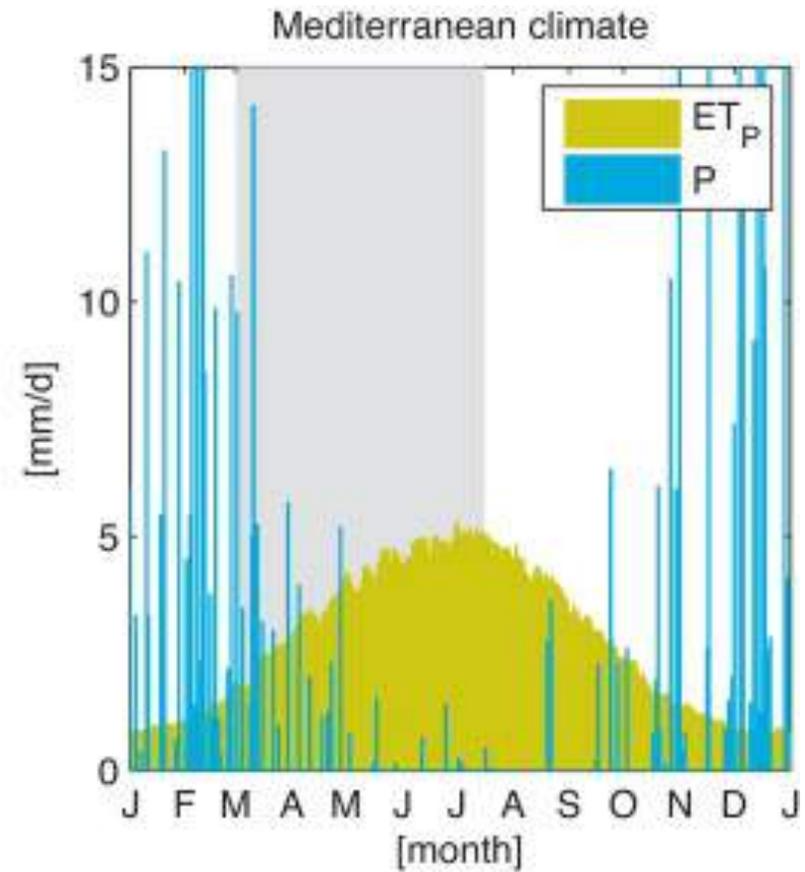
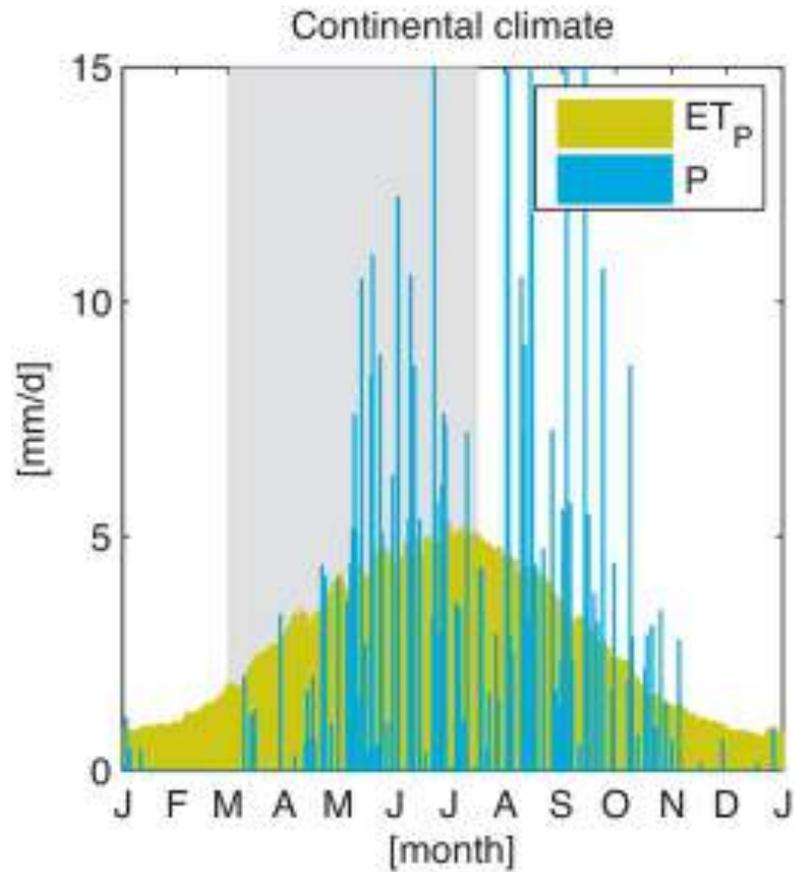
(irrigazione umettante, di soccorso e climatizzante)

Prof. Luigi Ledda, Dottore Agronomo

Università Politecnica delle Marche, Docente di Agronomia e Coltivazioni erbacee

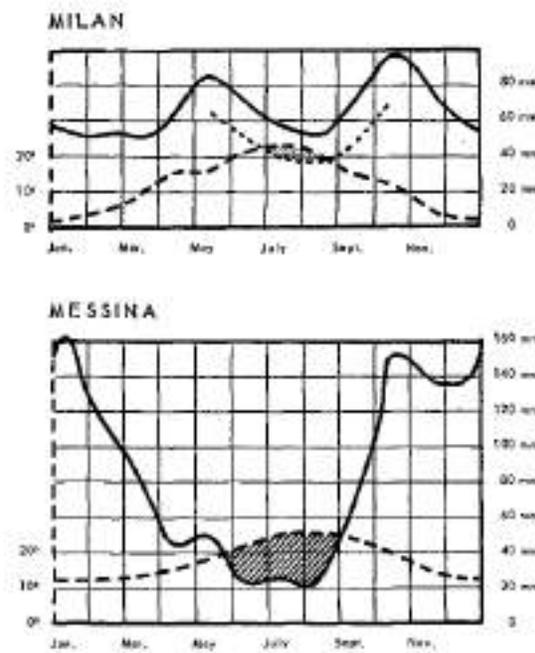
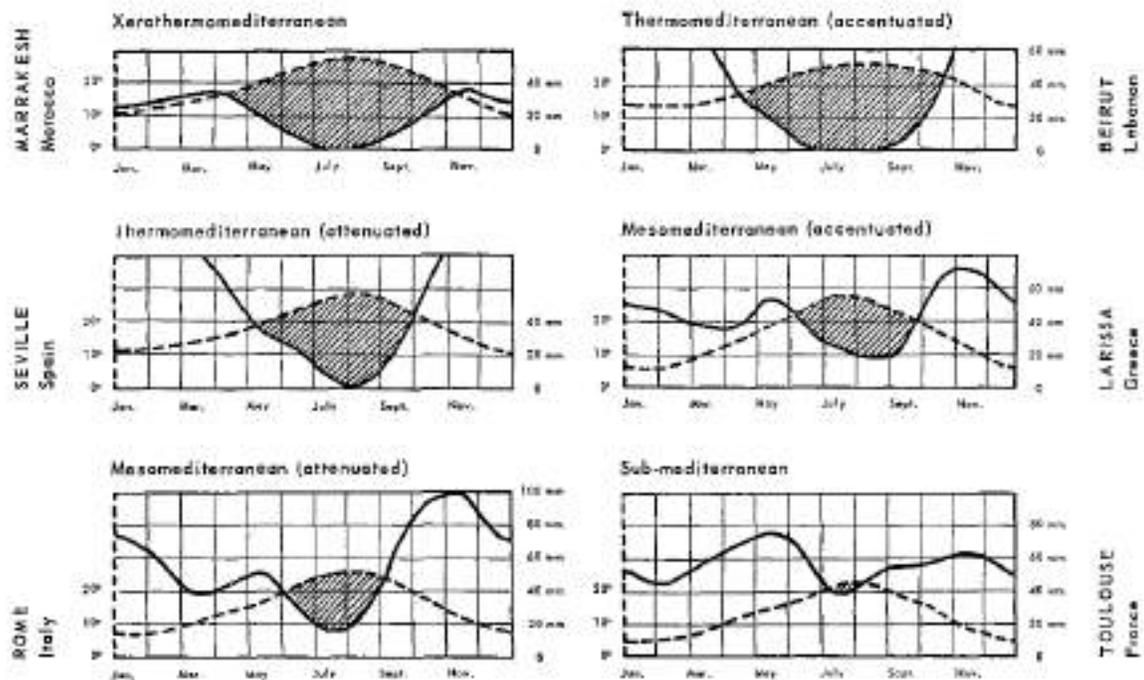
Consiglio Nazionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali, Consigliere

Clima mediterraneo

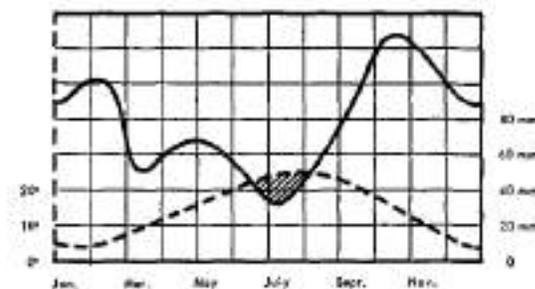


Clima mediterraneo

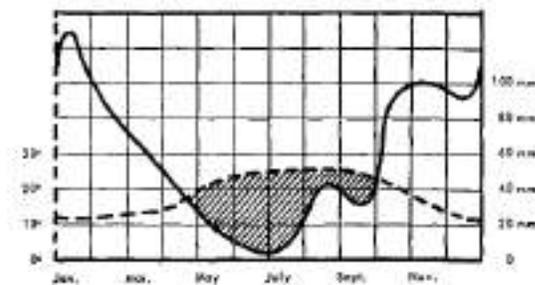
MEDITERRANEAN CLIMATES



FLORENCE

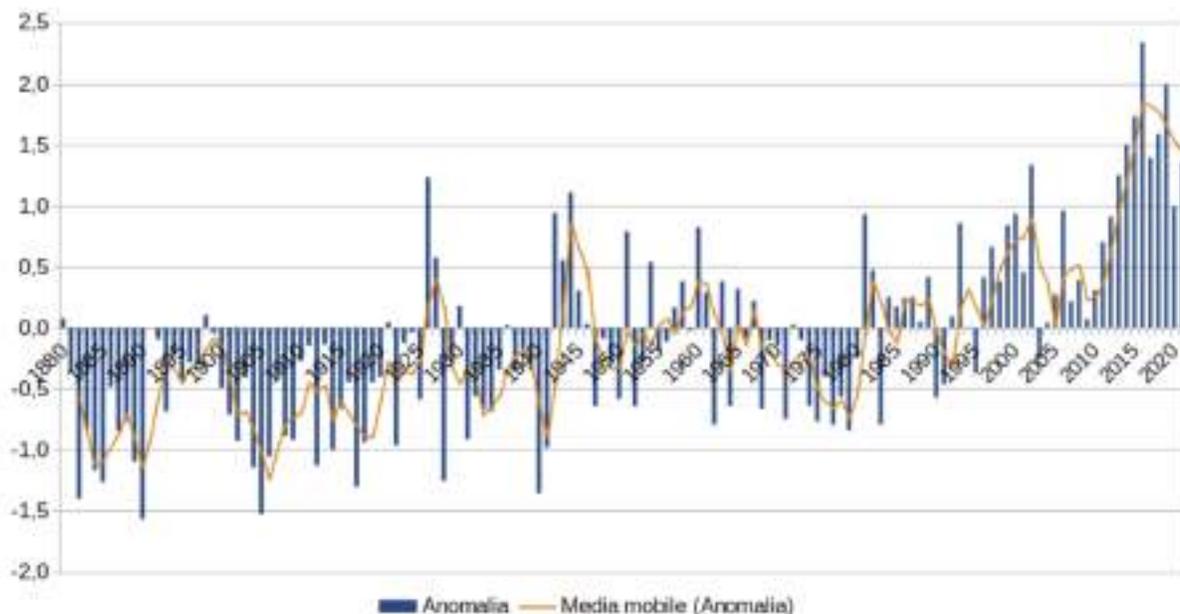


PALERMO



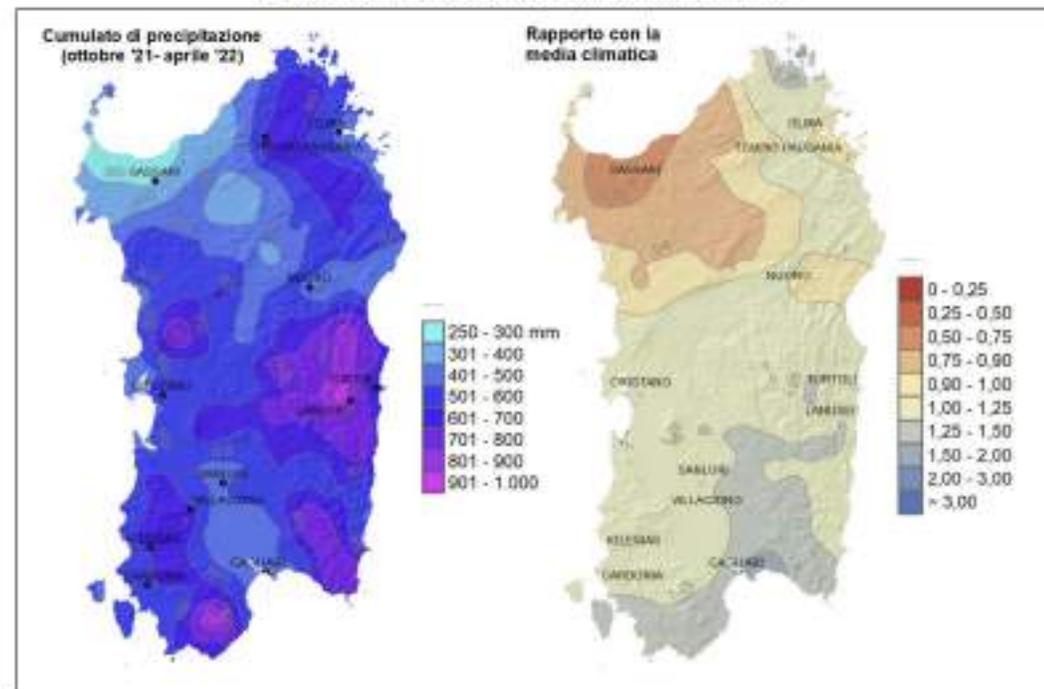
Sardegna: Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2021 - settembre 2022 (fonte ARPAS 24/64)

Figura 24: Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia 1971-2000.



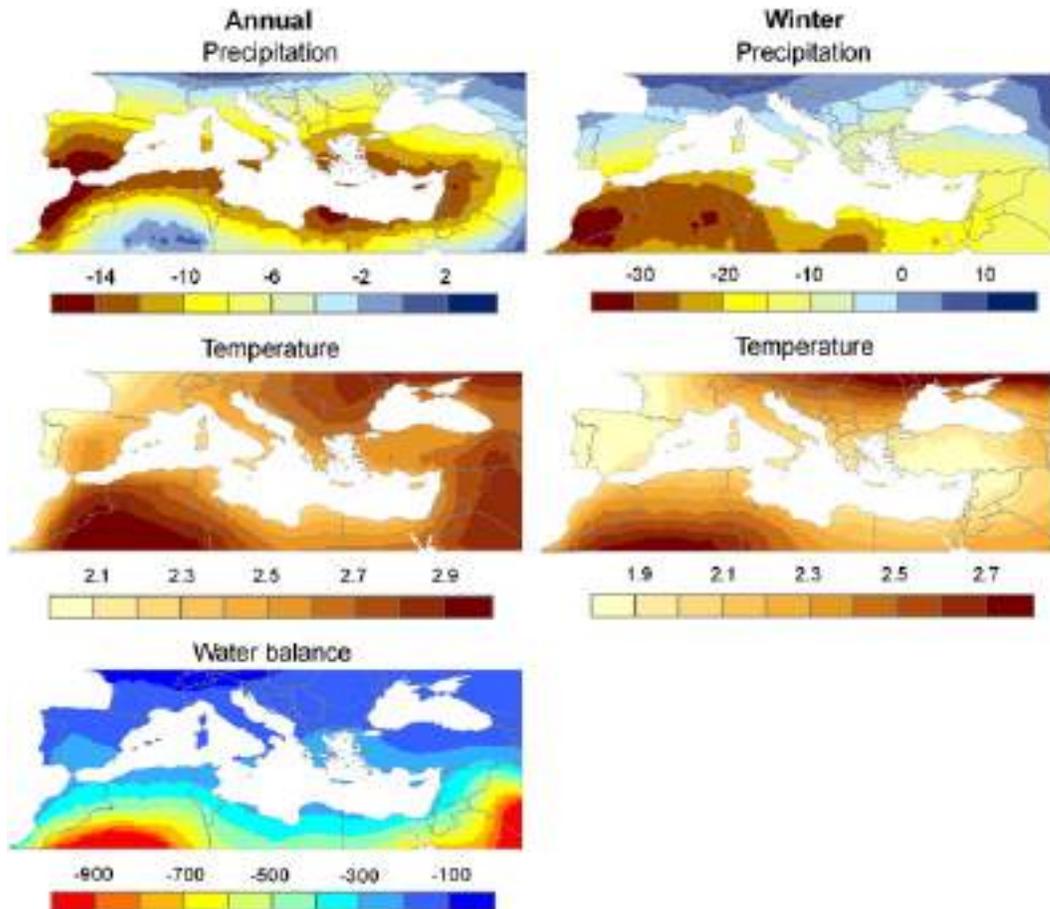
Si evidenziano tre periodi: un quarantennio freddo (1880-1920) con massime costantemente inferiori alla media, spesso di oltre un grado; un settantennio altalenante (1920-1990) con massime talvolta inferiori, talvolta superiori alla media, ma con una anomalia più piccola, generalmente inferiore in valore assoluto a 1 °C; e infine un trentennio caldo (1990-oggi) con massime costantemente sopra la media climatica, con scostamenti che in anni recenti hanno raggiunto e superato i +2 °C. L'annata 2021-2022 si colloca pienamente in quest'ultima tendenza, con un'anomalia che sfiora i +1.5 °C.

Figura 11: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2021 ad aprile 2022 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



Rispetto alla media climatica la maggior parte della regione ha ricevuto cumulati in linea o poco al di sopra, sino al 25% in più. Il rapporto è minimo nel Nord-ovest, in particolare nel Sassarese dove i cumulati sono stati inferiori anche del 50% rispetto alla media (con valori inferiori ai 300 mm). Nel Sud Sardegna invece i valori sono stati al di sopra del 25% e localmente su Cagliari anche superiori del 50%.

Cambiamenti Climatici



Review

Mediterranean water resources in a global change scenario

José M. García-Ruiz^a, J. Ignacio López-Moreno^a, Sergio M. Vicente-Serrano^a, Teodoro Lasanta-Martínez^a, Santiago Bequería^b

Variazioni climatiche medie annuali e invernali, precipitazioni (P, %), temperatura (T, °C) e bilancio idrico (P-T, mm) previsti per la regione mediterranea tra il 2040 e il 2070, confrontate con il periodo 1960-1990, attraverso nove modelli di circolazione generale. BCCR: BCM2, CCMA: CGMA3T3, UKMO: HADCM3, NIES: MIROC3HI, CNRM: CM3, CSIRO: MK3, NCAR: CCSM3, CNRM: CM3, e MPIM: ECHAM5.

Strategie di adattamento ai Cambiamenti Climatici su colture agrarie

I principali elementi sui quali l'agricoltura può agire per adattarsi:

- Diversificazione delle produzioni
- Uso di nuove varietà
- Calendario colturale
- Gestione dell'uso del suolo
- Pratiche agronomiche adottate per la preparazione del suolo
- Gestione della concimazione
- Gestione fitosanitaria
- Adozione di strumenti innovativi a supporto dell'attività agricola
- **Gestione dell'irrigazione e della risorsa idrica**

Fonte De Leo et al., 2023

Adattamento ai Cambiamenti Climatici: quale irrigazione per il futuro?

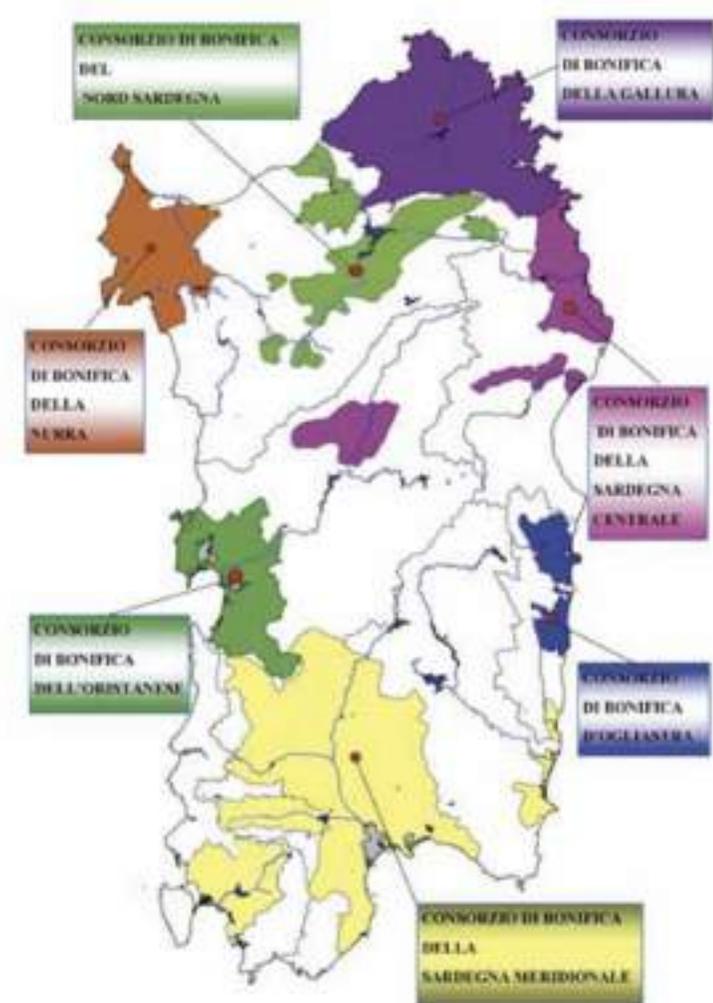
- **Miglioramento della efficienza dell'irrigazione e della produttività dell'acqua**
 - Irrigazione a bassa pressione, automatica e di precisione
- **Sulle colture tradizionalmente non irrigue (cereali/erbai autunno-vernini)**
 - Irrigazione di soccorso in corrispondenza delle fenofasi critiche
- **Sulle colture irrigue maggiormente sensibili agli stress termici (es. carciofo)**
 - Irrigazione climatizzante (riduzione temperatura degli organi epigei)
- **Nelle aziende non servite da Consorzi di Bonifica**
 - Bacini di laminazione - Laghetti collinari – Pompaggio fotovoltaico di acque sotterranee

Risorsa idrica: Consorzi di Bonifica in Sardegna nel 2005

Riepilogo delle superfici effettivamente irrigate riferite alla stagione 2005

Consorzi di bonifica	Superfici attrezzate	Superfici irrigate		Superfici non irrigate	
		Ettari	%	Ettari	%
Nurra	27.600	4.692	17	22.908	83
Nord-Sardegna	16.777	4.841	29	11.936	71
Gallura	5.583	2.915	52	2.668	48
Sardegna-centrale	20.164	8.570	43	11.594	59
Ogliastra	5.225	1.394	27	3.831	73
Oristanese	36.000	14.044	39	21.956	61
Sardegna Meridionale	72.660	17.256	24	55.404	76
Totale	184.009	53.712	33	130.297	67

Fanni et al., 2006 (Indagine sull'effettivo utilizzo delle aree irrigue a integrazione del Piano Stralcio di bacino regionale)



Sistemi colturali nelle aree servite dai consorzi di irrigazione

Ripartizione dei principali sistemi colturali praticati entro i consorzi irrigui a scala regionale

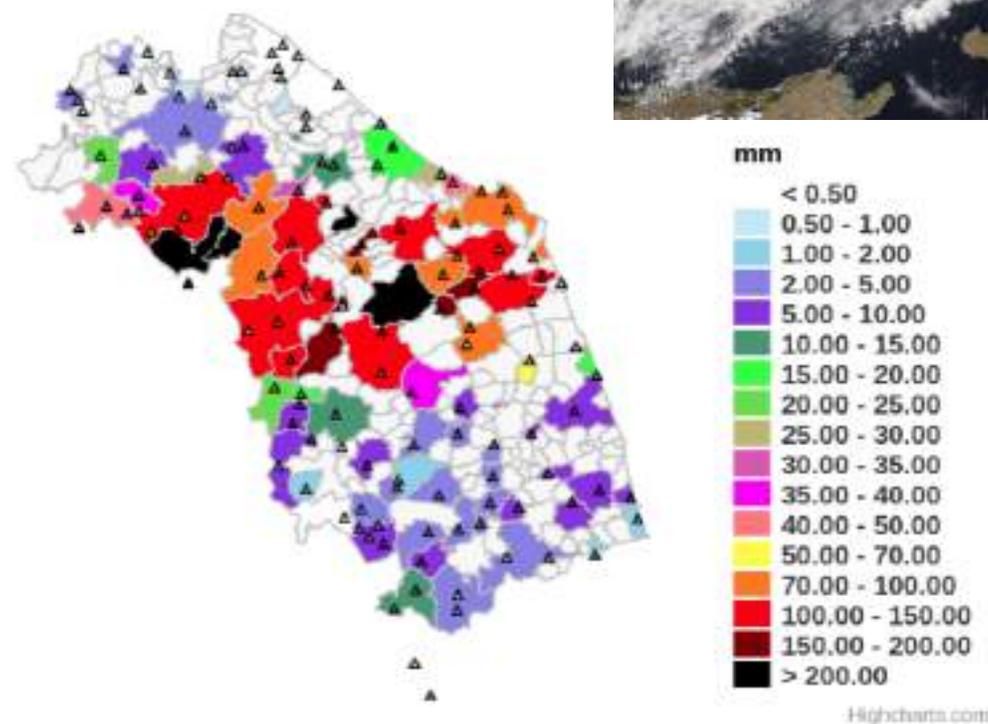
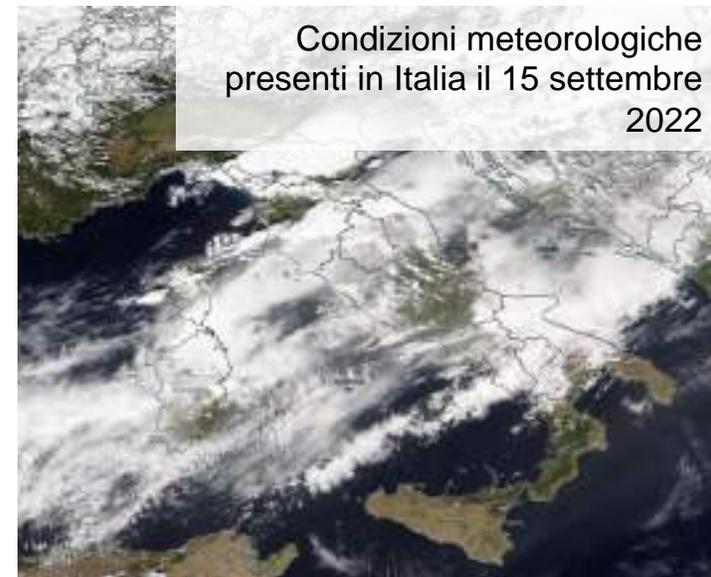
Ordinamenti colturali	Ettari	%
Seminativi e foraggere	24.321	56.6
Colture orticole di pieno campo	12.735	26.5
Frutteti	4.609	8.6
Risaie	2.849	10.0
Associazione di colture arboree, orticole e seminativi	2.835	30.1
Vigneti	2.363	5.3
Oliveti	879	2.1
Colture protette e vivai	632	1.0
Complesso indistinto di seminativi e vigneti	259	19.0
Pascolo arborato	223	2.6
Extra agricoli	135	0.8

Sistemi colturali irrigui nelle aree non consortili (acqua irrigua da pozzo)

- Sinis e nel Coros: due aree ad alta vocazione **carcioficola**;
- Nella parte interna della Piana di Quirra: attività agricole (**frutteti, colture orticole di pieno campo**) e zootecniche (**foraggiere per ovini da latte**);
- Nella piana alluvionale di Capoterra: **orticole, colture protette**;
- Nella piana alluvionale e terrazzi di Porto Torres, situata in prevalenza nel Comune di Sorso: **colture orticole di pieno campo, oliveti, vigneti**;
- Nell'area costiera di Posada: **frutteti, colture orticole di pieno campo, vigneti, colture foraggiere**;

Mitigazione del rischio idraulico del sistema Misa-Nevola (Marche)

- Le intense precipitazioni dovute a un sistema temporalesco proveniente dalla Scandinavia, hanno causato una alluvione a cavallo tra 15 e 16 settembre 2022.
- Le precipitazioni sono state talmente intense che il loro tempo di ritorno è stato stimato in più di 1000 anni. Sono stati registrati più di 400 mm di pioggia in 24 ore a Cantiano, 380 a Monte Acuto, 200 a Colle, 130 ad Arcevia [Rapporto di evento preliminare CFR, 2022].
- Il periodo di siccità precedente all'evento ha ulteriormente intensificato l'effetto dannoso delle precipitazioni [Rapporto di evento preliminare CFR, 2022].



Precipitazioni cumulate (mm) tra le 16:00 del 15 settembre e l'1:00 del 16 settembre

Mitigazione del rischio idraulico del sistema Misa-Nevola

- È quantomai importante predisporre sistemi di mitigazione della piena, per evitare che le eccessive portate esondino e arrechino danni al tessuto agricolo e urbano.



Mitigazione del rischio idraulico del sistema Misa-Nevola

Distruzione di ponti e
manufatti

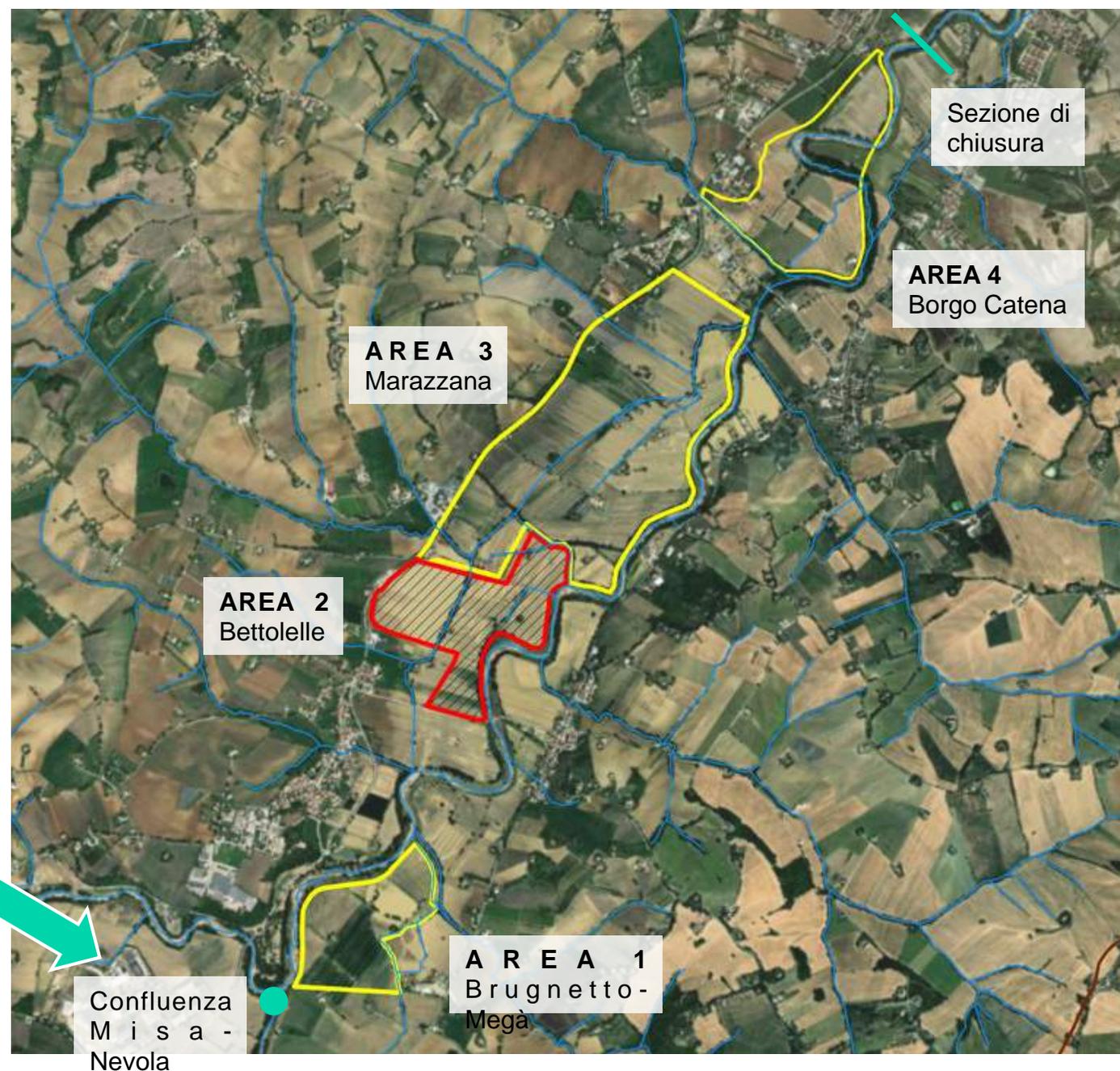
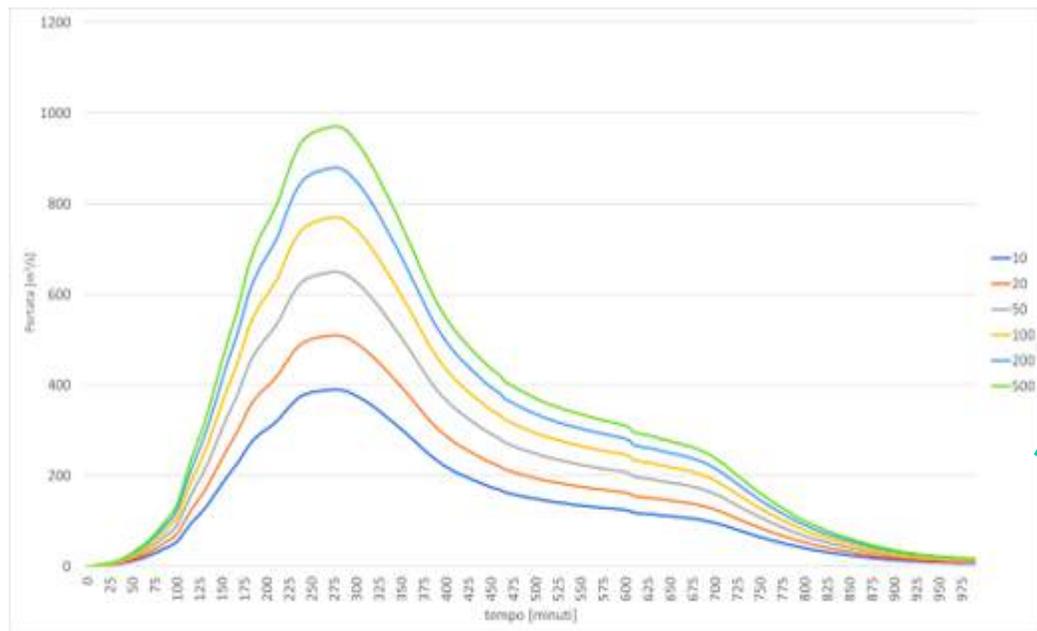


Erosione delle scarpate
d'alveo

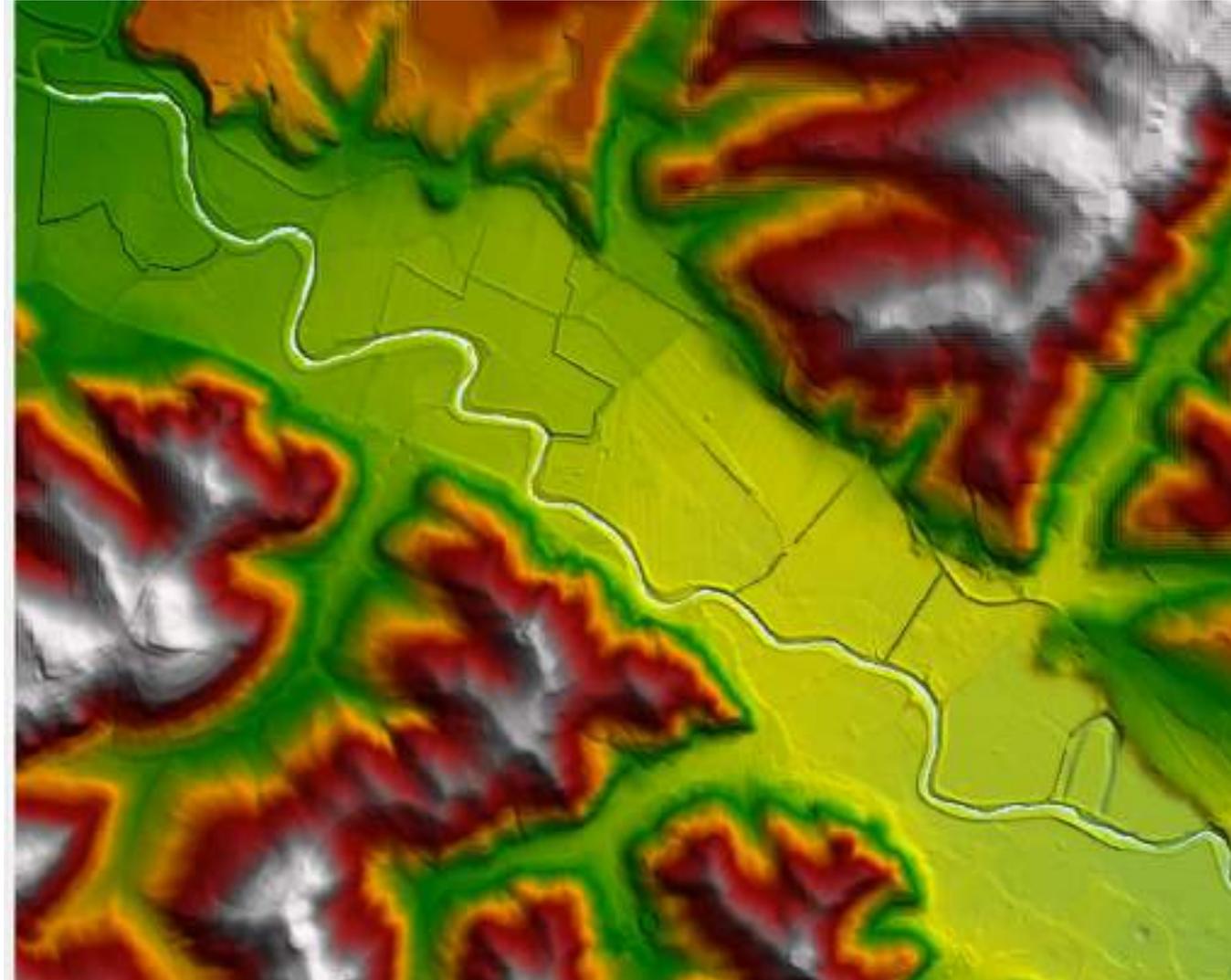


Il sistema di laminazione

- Lo studio è stato mirato a valutare l'uso di quattro aree adiacenti al corso terminale del Misa, come aree di laminazione di un ipotetico flusso di piena.



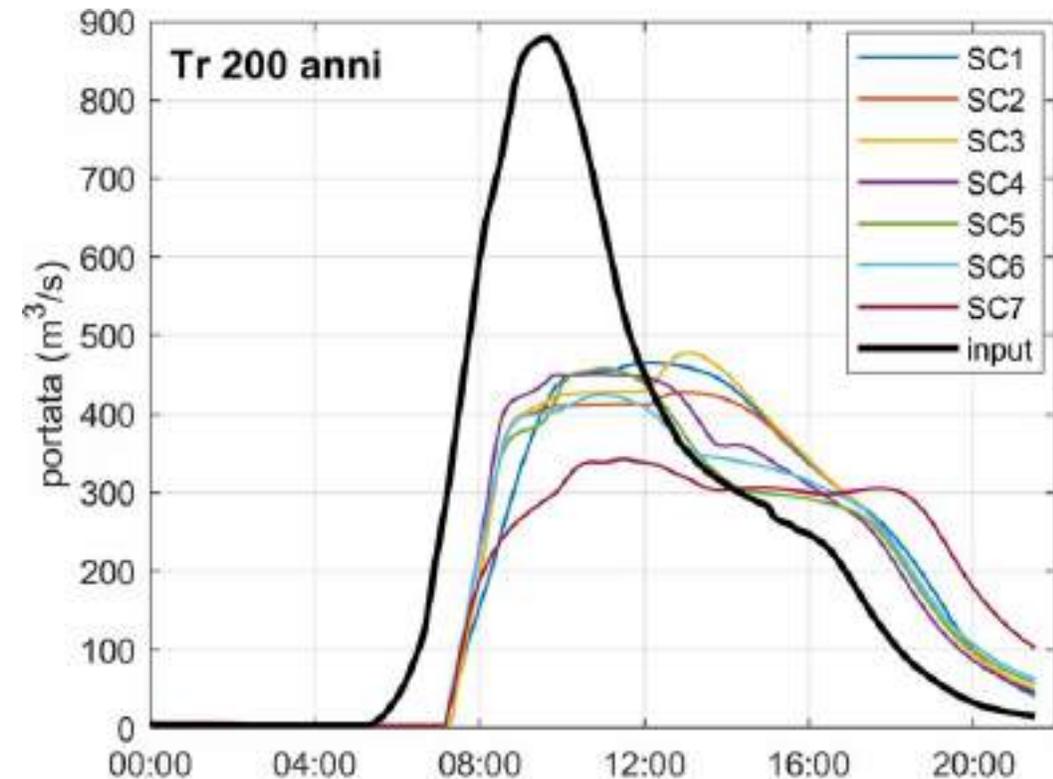
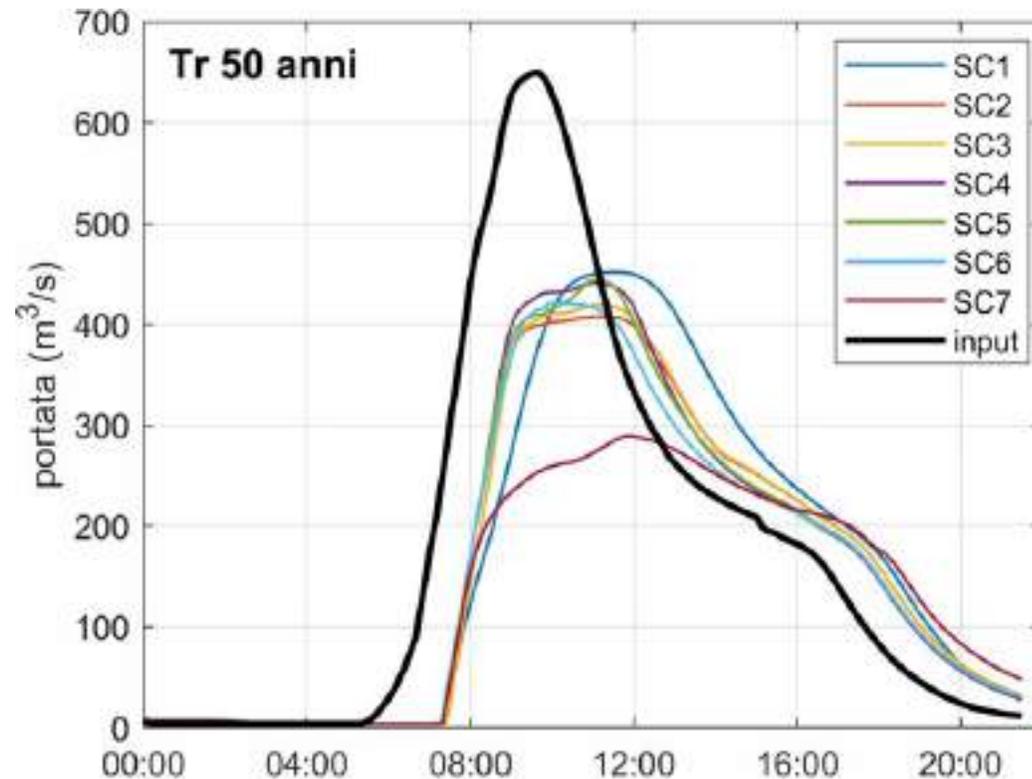
Modellazione



Fonte Melito e Brocchini, 2024 (DICEA - UNIVPM)

Effetto della laminazione

- La laminazione avviene attraverso l'abbattimento del picco di piena (250-350 m³/s per un tempo di ritorno di 50 anni; 500-550 m³/s per un tempo di ritorno di 200 anni) e l'appiattimento del picco residuo.
- Diversi scenari hanno mostrato diverse capacità di laminazione.



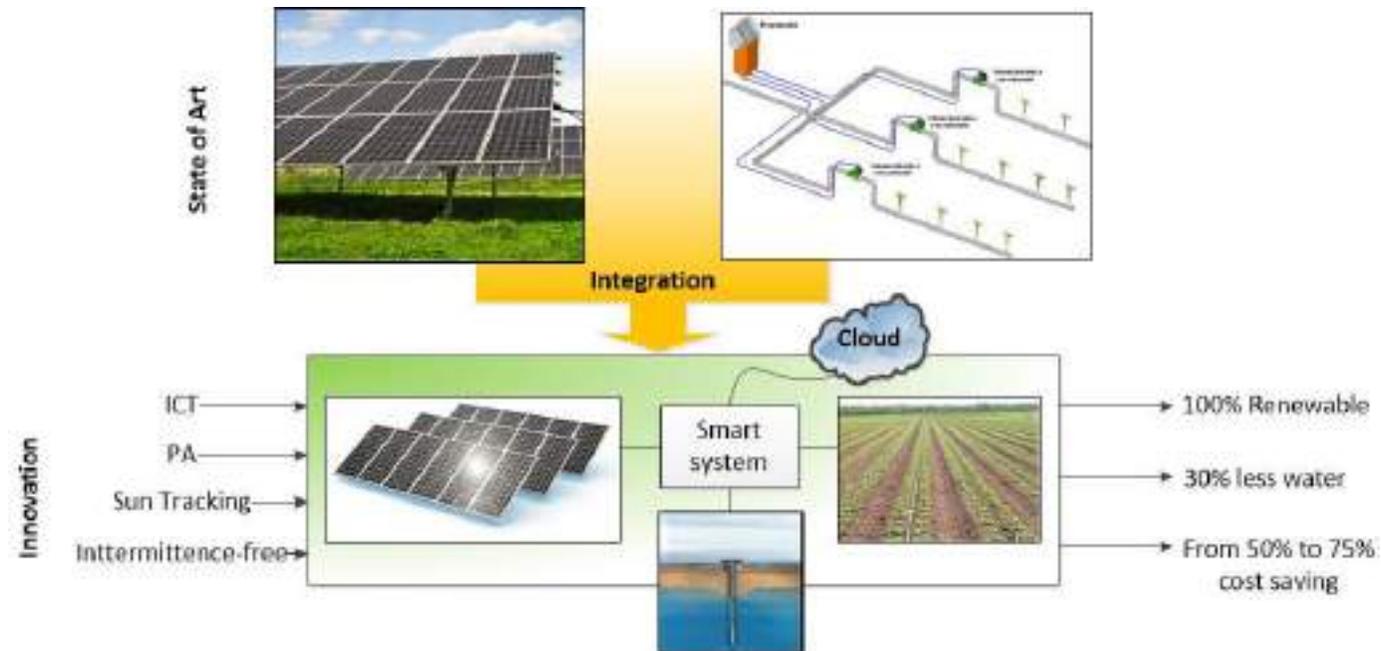
Uso dei bacini ad uso irriguo

- In vista di eventi piovosi sempre più intensi e lunghi periodi di siccità dovuti al crescente cambiamento climatico, può essere utile adoperare i bacini di laminazione come supporto all'irrigazione di soccorso. Fissato un fabbisogno d'acqua, possiamo stimare gli ettari per cui si può provvedere all'irrigazione di soccorso.

	V1	V2	V3	Finale
	Volume invasato (10 ⁶ m ³)			
Bettollelle	1,15	1,15	1,15	1,15
Borgo Catena		1,88	1,88	1,88
Marazzana			3,25	3,25
Brugnetto – Megà				1,34
Totale invasato	1,15	3,03	6,28	7,62
Irrigazione di soccorso	ha	ha	ha	ha
Cereali Autunnali (2000 m ³ /anno)	575	1515	3140	3810
Cereali Primaverili (3000 m ³ /anno)	383	1010	2093	2540
Girasole (1500 m ³ /anno)	767	2020	4187	5080

Gestione dell'irrigazione su carciofo: il caso studio MASLOWATEN

- Obiettivo: prima applicazione e replica sul mercato di una nuova soluzione ecologica basata sull'uso di sistemi di pompaggio fotovoltaico per l'irrigazione agricola, che non consumano energia elettrica convenzionale e riducono del 30% i consumi di acqua.



Gestione dell'irrigazione: obiettivo agronomico



Ridurre del 30% il consumo di acqua

Definizione della produttività dell'acqua irrigua

$$WP \text{ (kg/m}^3\text{)} = \text{Resa della coltura} / \text{Volume irriguo totale di acqua consumata}$$

Opzioni per l'incremento dell'efficienza dell'irrigazione

1. Riduzione della quantità di acqua distribuita:

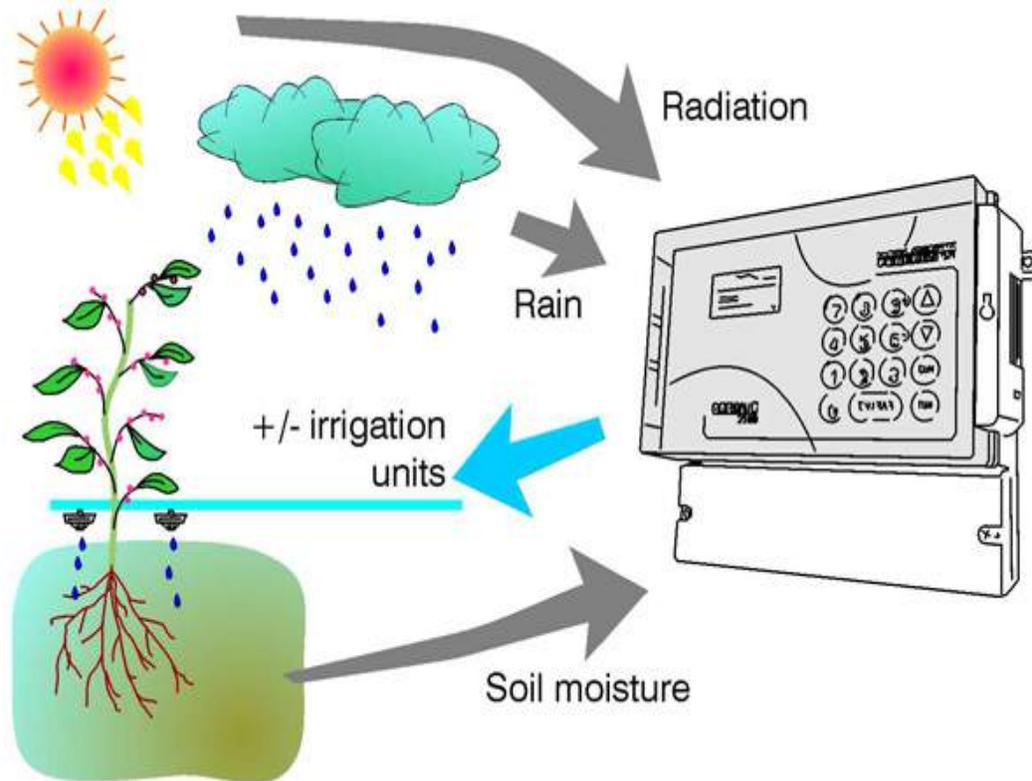
- Economizzare l'acqua attraverso un accurato calcolo delle esigenze idriche delle colture ($ET_c = ET_0 \times K_c$)
- Migliorare l'efficienza (acqua disponibile/acqua distribuita) del sistema di irrigazione (ridurre perdite, ridurre evaporazione, ecc)

2. Incremento della produzione commerciale rispetto al volume irriguo distribuito:

- Migliorare l'efficienza delle colture nell'uso dell'acqua (controllo delle infestanti, concimazione, diserbo, cura fitosanitaria, riduzione danni da accessi termici, ecc).

Irrigazione automatica

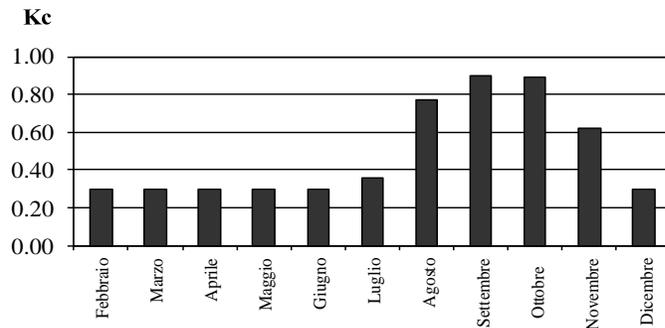
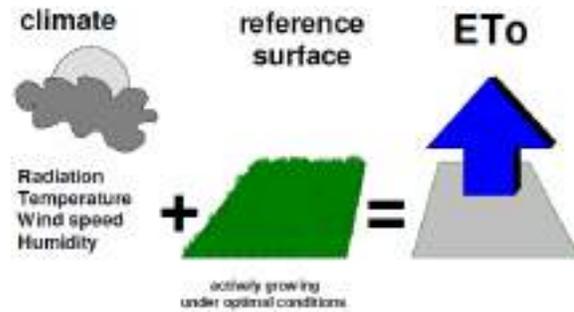
Consente una razionale gestione del momento di intervento irriguo e dei volumi idrici da distribuire $ET_c = ET_0 \times kc$



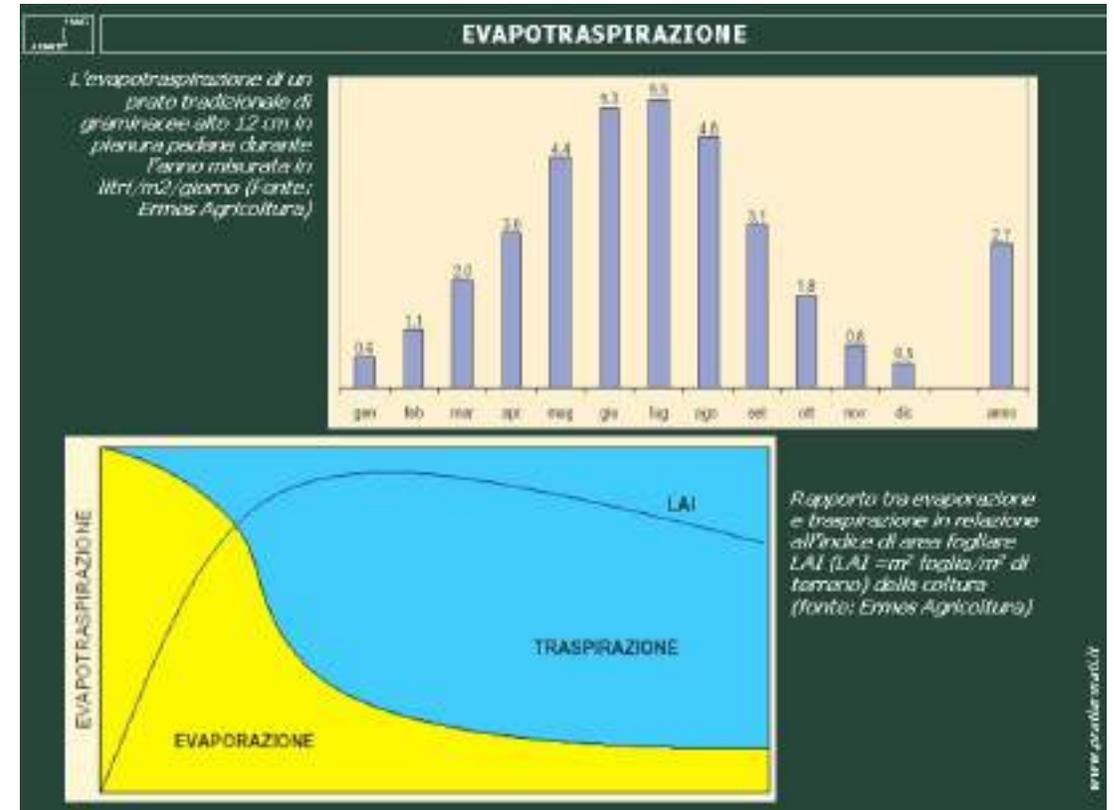
ACRÒNIC
2500

Irrigazione automatica (umettante)

- Evapotraspirazione giornaliera coltura (ET_c)
- Evapotraspirazione di riferimento (ET₀)
- Coefficiente colturale (k_c)



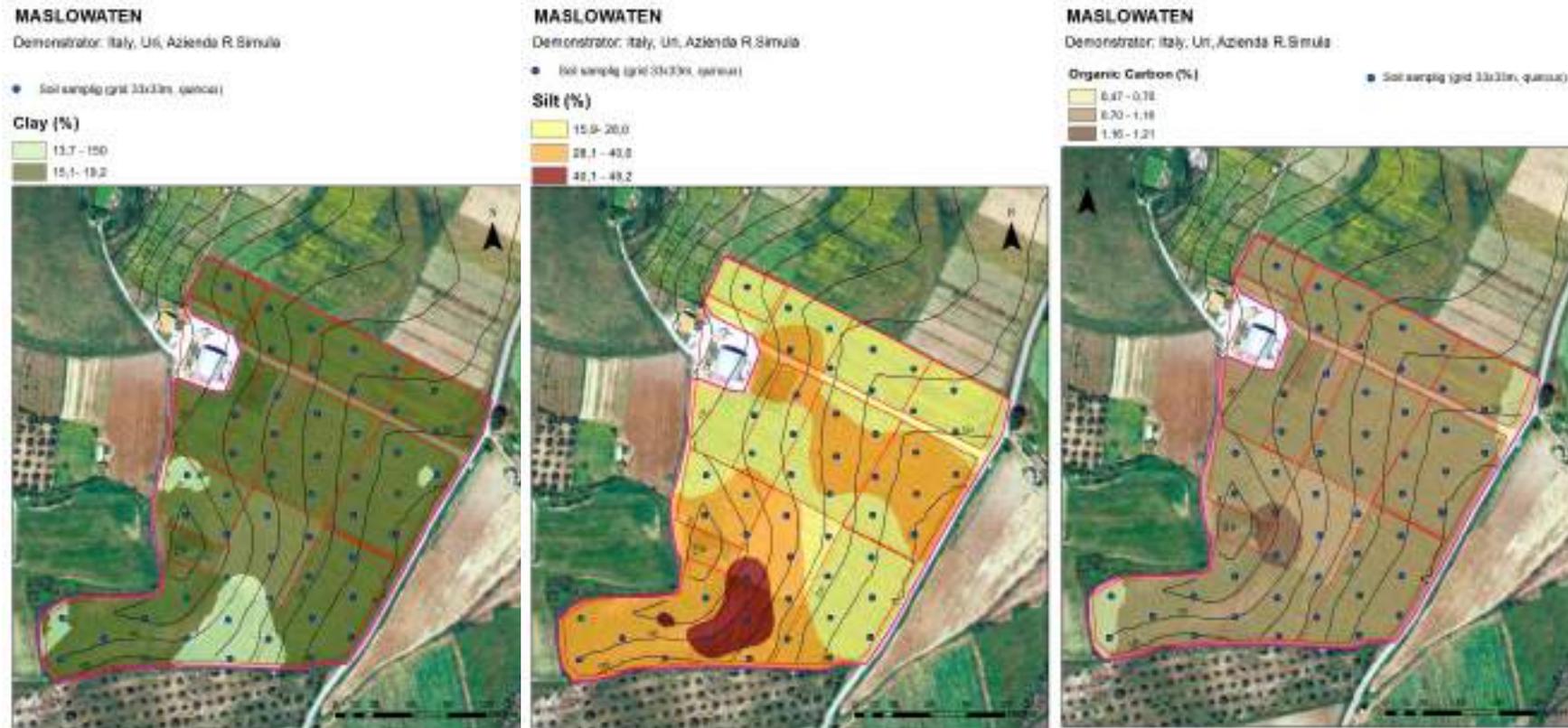
Valori di *kc* del carciofo durante il ciclo colturale



Irrigazione di precisione



- Delimitazione delle aree in cui è possibile una gestione irrigua omogenea



Irrigazione di precisione

- Delimitazione delle aree in cui è possibile una gestione irrigua omogenea

MASLOWATEN

Demonstrator: Italy, Uti, Azienda R. Simula

● Soil sample (grid 33x33m, surface)

Soil Water Content at Wilting Point (condred)

0.714 - 0.102
0.102 - 0.128



MASLOWATEN

Demonstrator: Italy, Uti, Azienda R. Simula

● Soil sample (grid 33x33m, surface)

Soil Water Content at Field Capacity (condred)

0.263 - 0.276
0.276 - 0.281



MASLOWATEN

Demonstrator: Italy, Uti, Azienda R. Simula

● Soil sample (grid 33x33m, surface)

Available Water Capacity (condred)

0.147 - 0.158
0.14 - 0.170



Irrigazione di precisione + automatica:



- L'umidità del suolo in ciascun settore di irrigazione è monitorata attraverso sensori automatici collegati alla centralina di gestione e l'irrigazione automatica è attivata in funzione dell'acqua disponibile



Irrigazione automatica e climatizzante



Atrofia del carciofo alla differenziazione del capolino: temperatura critica se $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$



Irrigazione automatica (climatizzante)



- Funzionamento automatico
 - Fase 1 - Irrigazione climatizzante fino a completa bagnatura pianta
 - Fase 2 - Sospensione dell'irrigazione (solo evaporazione dell'acqua)
- L'azienda deve disporre di settori irrigui in rotazione in funzione dell' ET_0 giornaliera
 - n. 2 settori (esempio: 15 min. irr. + 15 min. sosp.)
 - n. 3 settori (esempio: 10 min. irr. + 20 min. sosp.)

Gestione dell'irrigazione climatizzante su carciofo



- Confronto tra carciofaia condotta tradizionalmente (irrigata a goccia con turni e volumi irrigui prefissati) vs carciofaia irrigata per aspersione e con funzione climatizzante
- Monitoraggio dello stato fisiologico della pianta (fotosintesi netta, traspirazione, conduttanza stomatica) mediante analizzatore di scambi gassosi.



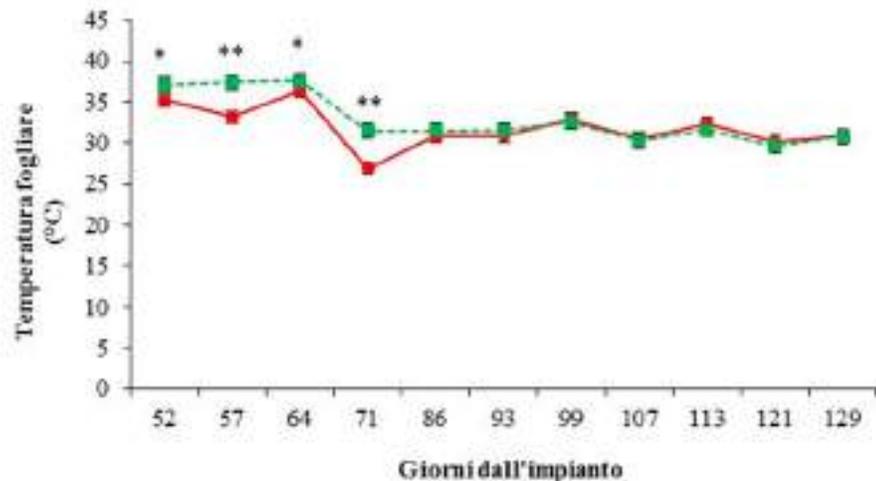
Gestione dell'irrigazione in carciofo: il dimostratore MASLOWATEN



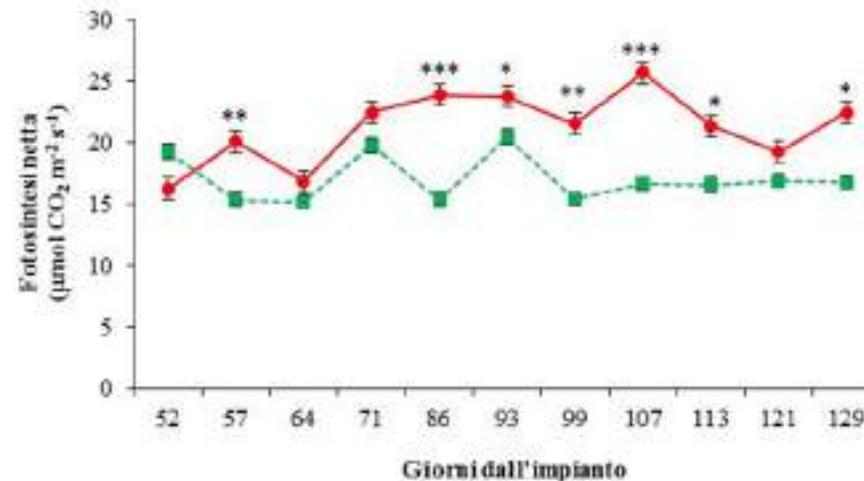
Climate change adaptation and water saving by innovative irrigation management applied on open field globe artichoke

Paola A. Deligios ^a, Anna Paola Chergia ^a, Gavino Sanna ^b, Stefania Solinas ^a, Giuseppe Todde ^a, Luis Narvarte ^b, Luigi Ledda ^{a,*}

^a Department of Agronomy, University of Sassari, Viale Italia 66, 07100 Sassari, Italy
^b Solar Energy Institute, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, Spain



● Evaporative cooling ■ Convenzionale



● Evaporative cooling ■ Convenzionale

L'effetto dei trattamenti sui principali parametri fisiologici è stato monitorato dal 18 agosto (52 giorni dopo la semina) al 3 novembre 2017 (129 giorni dopo la semina). Gli asterischi indicano una differenza statisticamente significativa tra i trattamenti a un livello di $P < 0,05$ secondo il test t di Student (dimensione dei gruppi = 20).

Irrigazione di soccorso: il dimostratore



- Portare conoscenza e consenso per prevenire e ridurre le perdite alimentari nella fase di produzione primaria

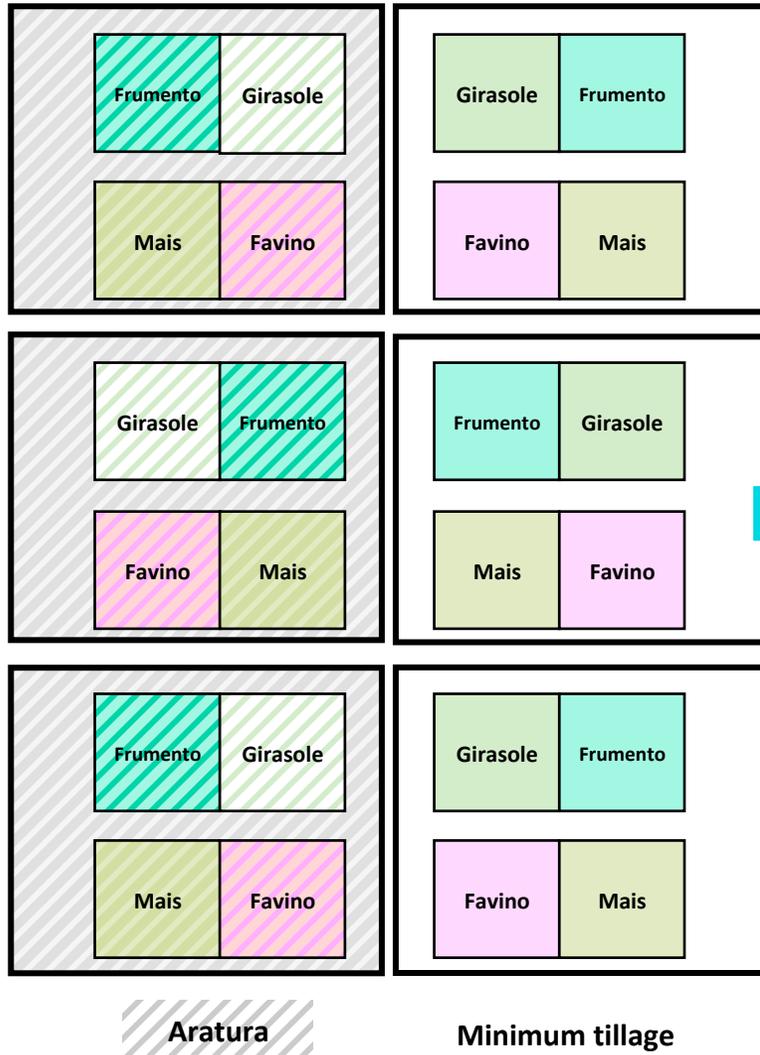


Foto di gruppo General Assembly (24-25/01/24 - UNIVPM), Fonte: www.folou.eu

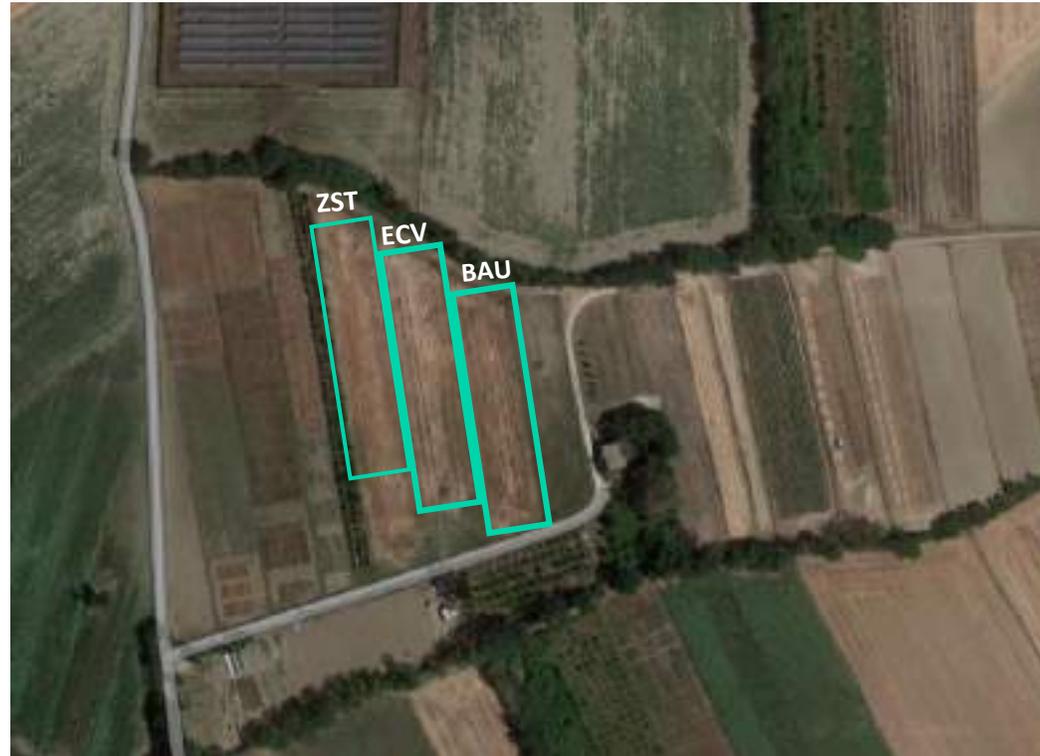
European Union's Horizon Europe research and innovation program, Grant Agreement: 101084106.

16 partner da 4 paesi dell'UE e Regno Unito

Gap di resa: differenza tra resa reale e potenziale delle colture



- 3 gestioni agronomiche
- 2 lavorazioni del suolo
- 4 colture

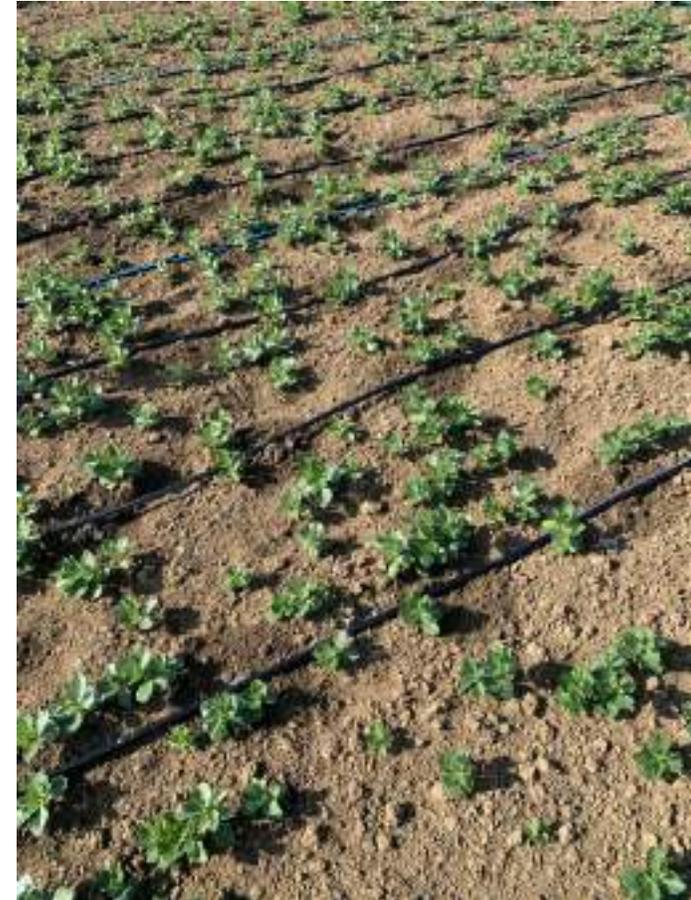
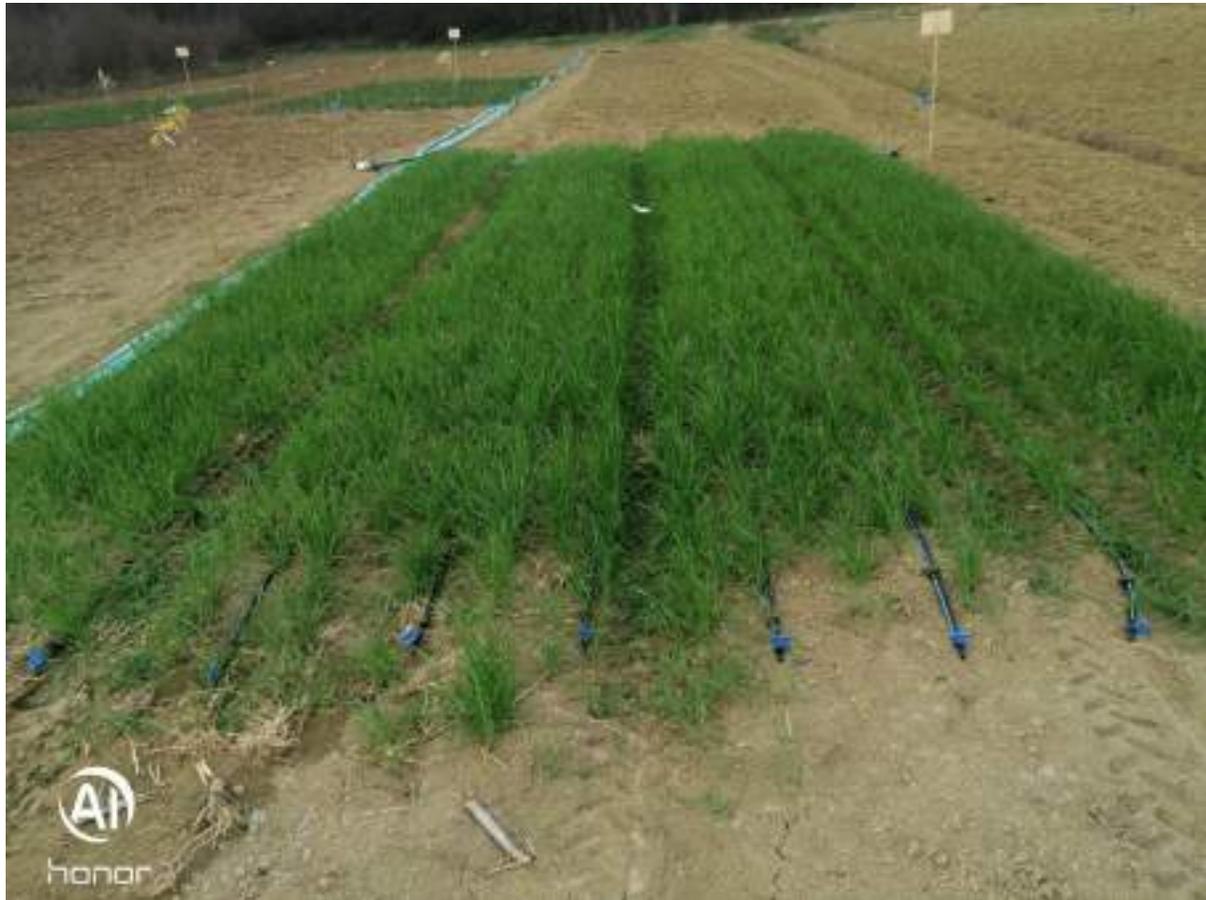


A sinistra: Disegno sperimentale, in alto: Prova parcellare (43°32'39.8"N 13°21'39.5"E). BAU: Business As Usual, ECV: Enhanced Conventional, ZST: Zero Stress

Irrigazione di soccorso: il dimostratore



- Trattamento zero-stress



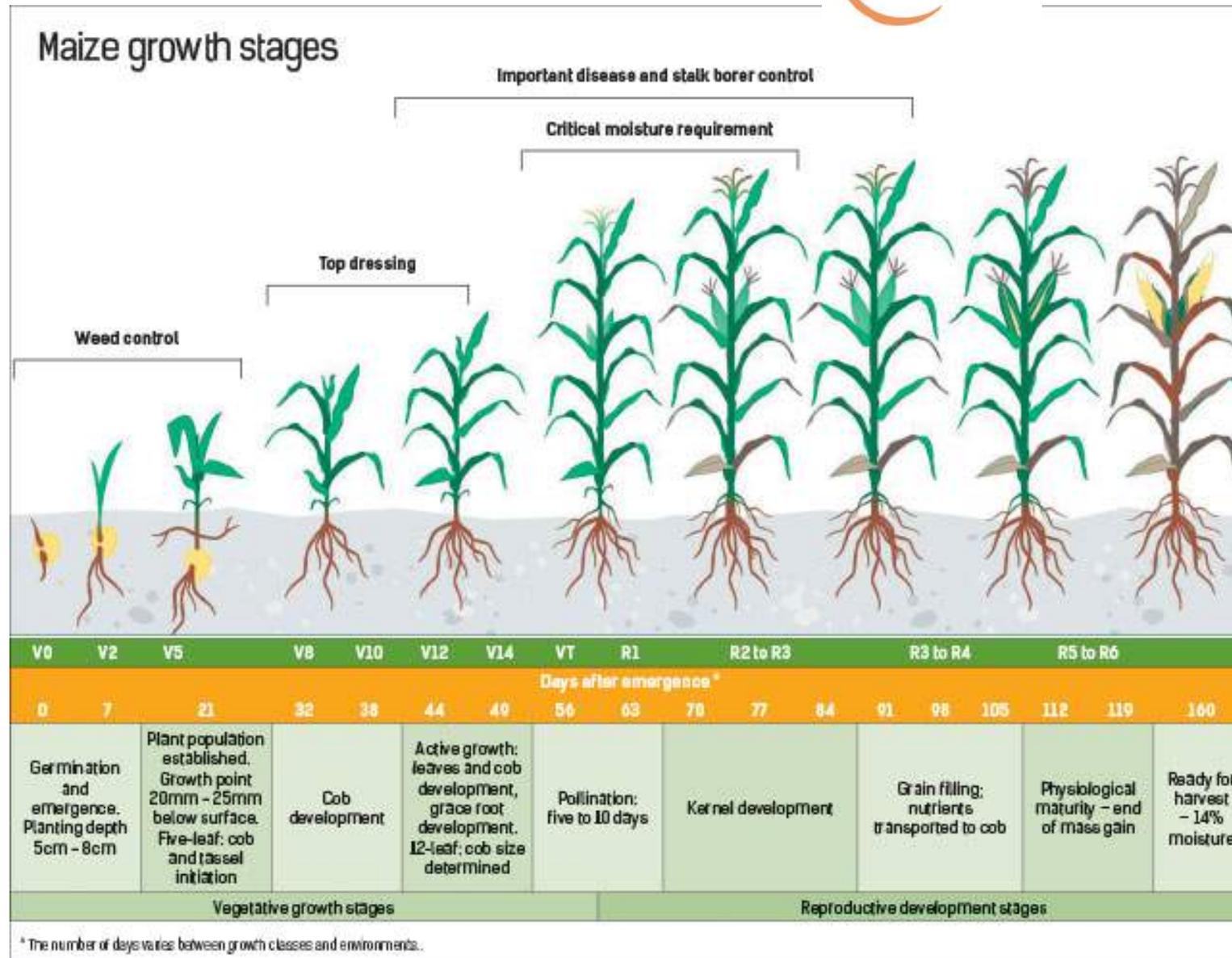
Irrigazione di soccorso: il dimostratore



Khadka et al., 2020

Growth stages	Germination	Seedling growth	Tillering	Stem elongation	Heading	Anthesis	Grain filling
Moisture requirement							
Visible growth events	<ul style="list-style-type: none"> -Radicle emergence -Coleoptile -First leaf in coleoptile 	<ul style="list-style-type: none"> -Emergence of 4-5 leaves 	<ul style="list-style-type: none"> -Development of 4-5 tillers 	<ul style="list-style-type: none"> -Three detectable nodes -Visible flag leaf -Flag leaf collar visible -Initiation of booting 	<ul style="list-style-type: none"> -Emergence of spikelet -Complete emergence of head 	<ul style="list-style-type: none"> -Pollination -Flowering i.e. anthers can be seen coming out of spikelet 	<ul style="list-style-type: none"> -Milk development -Dough formation -Loss in green color
Organs and components of grain yield	<p>Leaf initiation</p>	<p>Double ridge</p> <p>Spikelet initiation</p>	<p>Floret initiation</p> <p>Spikelets per spike</p> <p>Spikes per plant</p>	<p>Grains/spikelet</p>	<p>Floret death</p>	<p>Grain setting</p>	<p>Grain filling</p>
	<p>Plants/m²</p>	<p>Grains/m²</p>					<p>Weight/grain</p>
Traits related to drought	<ul style="list-style-type: none"> -Germination rate -Germination % 	<ul style="list-style-type: none"> -Seedling vigor -Ground cover 	<ul style="list-style-type: none"> -Seedling vigor -Ground cover 	<ul style="list-style-type: none"> -SPAD reading -NDVI -Leaf rolling -Leaf pubescence 	<ul style="list-style-type: none"> -Days to heading -SPAD reading -NDVI -Waxiness -Leaf rolling 	<ul style="list-style-type: none"> -Days to anthesis -SPAD reading -NDVI -Leaf rolling 	<ul style="list-style-type: none"> -Flag leaf senescence -SPAD reading -NDVI -Awn length -Plant height

Irrigazione di soccorso: il dimostratore



This diagram shows which critical production management practices should be implemented during certain growth stages of maize. Diagram: PANNAR

Irrigazione di soccorso: il dimostratore



- Trattamento *enhanced conventional*



Irrigazione di soccorso: il dimostratore



- Monitoraggio delle colture



Introduzione dell'irrigazione FV nei sistemi cerealicoli asciutti (Sardegna)

Effetto dei trattamenti su resa e componenti della resa in frumento duro var. Monastir

Trattamenti	Altezza (cm)	Biomassa (kg ha ⁻¹)	N. Culmi (n m ⁻²)	N. spighe (m ⁻²)	Semi/spiga (n)	Peso 100-semi (g)	Resa potenziale (kg ha ⁻¹)	Resa raccolta (kg ha ⁻¹)
Irrigazione soccorso	68.8 a	9096	342 a	306	42	5.83 a	7587	2325 a
Non irriguo	66.3 b	6895	252 b	228	42	5.24 b	4950	1583 b
Significatività	*	NS	*	NS	NS	**	*	*

Le medie seguite da lettere diverse entro la stessa colonna sono statisticamente differenti (test di LSD di Fisher, $p < 0.05$).

NS, *, **, ***, non significativa, significativa per $p < 0.05$, $p < 0.01$, e $p < 0.001$, rispettivamente.

Trattamenti	Umidità (%)	Proteine (% s.s.)	Glutine (% s.s.)	Colore giallo (coord b ¹)	Peso specifico (kg/hl)
Irrigazione soccorso	11.8	13.1 a	9.9 a	13.74	77.8
Non irriguo	11.7	11.7 b	8.5 b	13.62	79.7
Significatività	NS	*	*	NS	NS

Le medie seguite da lettere diverse entro la stessa colonna sono statisticamente differenti (test di LSD di Fisher, $p < 0.05$). NS, *, **, ***, non significativa, significativa per $p < 0.05$, $p < 0.01$, e $p < 0.001$, rispettivamente.

¹ Determinato sulla granella con Infratec

Introduzione dell'irrigazione FV nei sistemi foraggeri non irrigui

Int. Agrophys., 2023, 37, 159-169
doi: 10.31545/intagr/162340

Starter irrigation in sulla as a promising practice to climate change adaptation of Mediterranean rainfed forage systems**

Giuseppe Campesi¹, Paola A. Deligios^{2*}, Luigi Ledda³, Fabio Madari^{4*}, Giovanna Piluzza⁵,
Giovanni A. Re¹, Federico Sanna¹, and Leonardo Sulas^{1*}

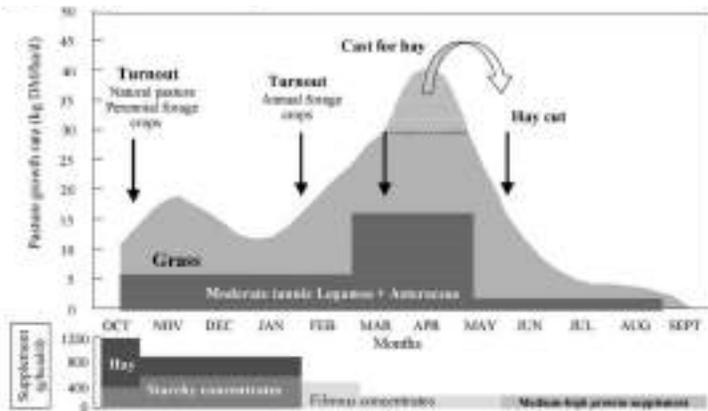


Fig. 7. Outline of a general strategy for the feeding of autumn-lambing dairy sheep growing semi-intensive, non-irrigated Mediterranean forages. Data and curves are only indicative. Fibrous concentrates refer to concentrates based on digestible fiber sources such as soy hulls and sugar beet pulp.

Molle et al., 2008

- Ovino da latte e bovino da carne (vacca-vitello)
- Integrazione dei sistemi con prati-pascoli irrigui per pascolamento estivo e destagionalizzazione della produzione
- Integrazione dei sistemi con erbai estivi per autoproduzione di scorte (es sorgo da foraggio e granella di mais)
- Possibilità di programmare le semine degli erbai autunnali anche in assenza di precipitazioni
- Interventi di soccorso per regolarizzare la produzione di biomassa autunno-primaverile

Ricarica artificiale degli acquiferi



Sottrarre al deserto e all'evaporazione milioni di metri cubi di acqua che in modo tumultuoso, violento e repentino alimentano nel giro di due o tre settimane i **Wadi**, dei corsi d'acqua periodici ed effimeri, tipici delle zone aride.

Lagheti collinari e bacini di accumulo: risorsa strategica per le aziende agricole e la collettività

***Messa in sicurezza e adeguamento normativo delle
opere di sbarramento minori di competenza
regionale ai sensi della I.R. N.12 del 31 ottobre 2007***

12 aprile 2024

Aula magna, Dipartimento di Agraria, Università di

Multifunzionalità dei piccoli invasi

(lagheti collinari e bacini di laminazione)

e adattamento al cambiamento climatico

(irrigazione umettante, di soccorso e climatizzante)

Prof. Luigi Ledda, Dottore Agronomo

Università Politecnica delle Marche, Docente di Agronomia e Coltivazioni erbacee

Consiglio Nazionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali, Consigliere