



FEASR



REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



Fare Innovazione Collaborativa: Esperienze italiane in tema di Gestione dell'acqua

**Progetto POR FESR Emilia Romagna POSITIVE: l'agricoltura di
precisione con utilizzo dei dati satellitari Copernicus**

Guglielmo Ciardi, Mulino sul Sile (olio su tela, 1877-78 circa)

a cura di

Stefano Caselli, CIDEA Università di Parma



Iniziativa finanziata dal Programma di Sviluppo Rurale per il Veneto 2014-2020 - Intervento 2.3.1 Formazione dei consulenti

Organismo responsabile dell'informazione: Veneto Agricoltura

Autorità di gestione: Regione del Veneto - Direzione Adg FEASR Bonifica e Irrigazione



agritech
Sistema Center for
Technology in Agriculture
Food, Farm, Planet.



Innovazione, policy, applicazioni



<https://www.retealtatecnologia.it>



<https://agritechcenter.it>



Un progetto POR-FESR della rete Alta Tecnologia



- Laboratori partner:



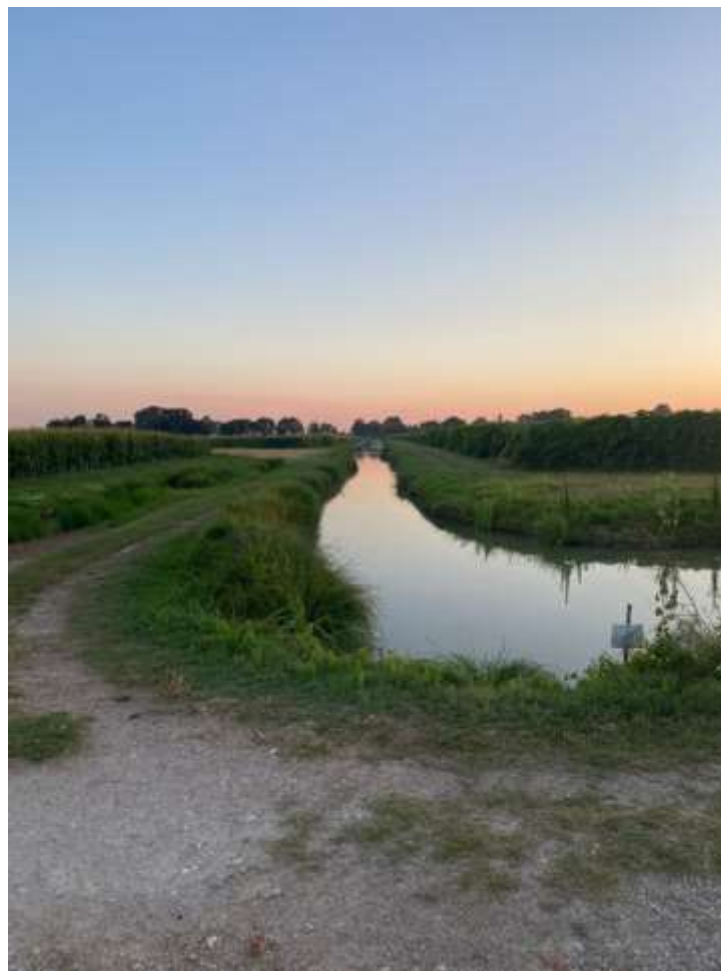
- Partner associati: IMEM-CNR, DISTAL UniBO, ARPAE, Azienda Stuard
- Aziende partner: APOFruit, Mutti, Casella, OCMIS, SIME, WINET, Horta, DINAMICA
- Modello di *innovazione collaborativa*

Le sfide per l'agricoltura dell'Emilia-Romagna (e dintorni?)

- **La trasformazione digitale dell'agricoltura**
 - Da *labour intensive* a *data-driven*
 - Una nuova generazione di agricoltori -> transizione da *tradizione* a *innovazione aperta*
- **Cambiamento climatico**
 - Periodi prolungati senza piogge, inverni con poca o nessuna neve negli Appennini e forse anche nelle Alpi, ondate di calore, elevate temperature notturne
 - **Agosto 2020: circa 1/3 della produzione di pomodoro da industria nel Nord Italia (37k ha) perso a causa di una prolungata ondata di calore e della maturazione anticipata**



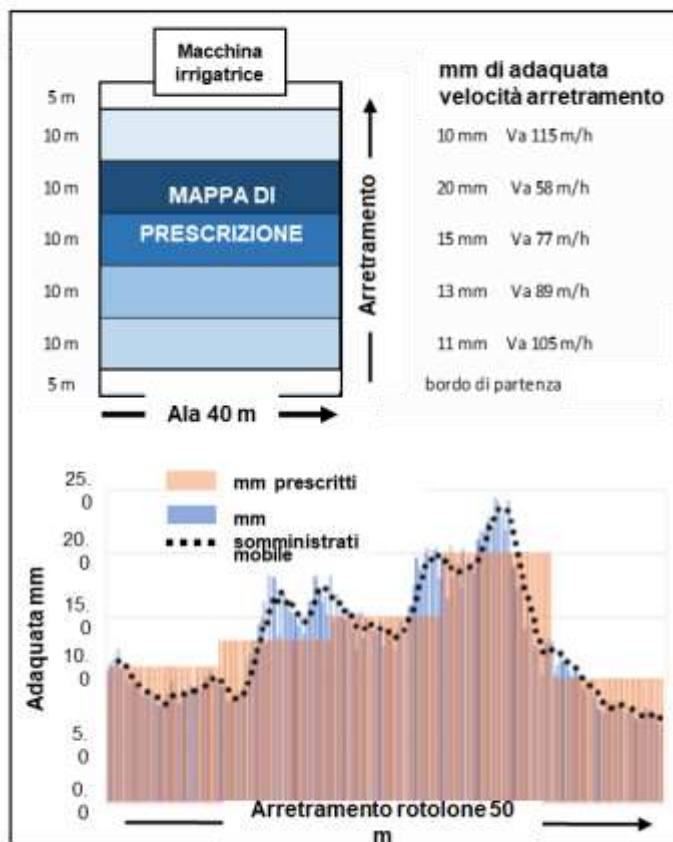
5 Luglio 2022



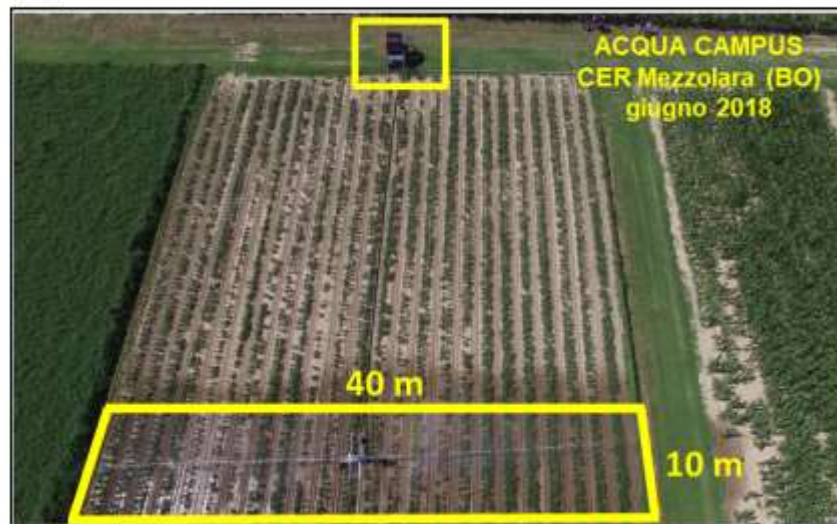
La «chiamata» del bando POR-FESR 2018

- **Obiettivo strategico: riduzione del divario** tra ciò che si potrebbe fare e ciò che si fa
- Traduzione delle **possibilità tecnologiche** dell'agricoltura di precisione **in nuove tecniche gestionali** in agricoltura e zootecnia
- Definizione di **protocolli operativi** per trasformare la “variabilità” di una popolazione di piante o animali in una risorsa da sfruttare o da correggere per innalzare sostenibilità economica ed ambientale
- **Tecnologie a rateo variabile** per razionalizzare l'uso di acqua, fertilizzanti, fitofarmaci e mangimi
- Formazione di **nuove figure professionali** con expertise trasversali e competenze ingegneristiche, informatiche, agronomiche, economiche

Una base di partenza: ALADIN



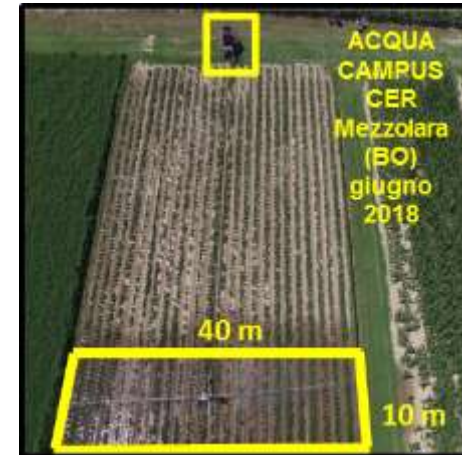
Applicazione sistema irriguo Aladin:
la macchina irrigatrice
attua la mappa di prescrizione
Irrigazione a rateo variabile con ala piovana
e misura del volume d'acqua somministrato



- Centralina Spark con *modifica custom* su rotolone RM irrigation e ala piovana
- Studio di acquisizione di mappe sensoriali da *drone* con telecamera multispettrale

Oltre le esperienze pilota

- Tradurre le **potenzialità tecnologiche** in **nuove tecniche gestionali in agricoltura** che producano un impatto **misurabile**
- **Colli di bottiglia:**
 - ❑ limitato tasso di aggiornamento attrezzature
 - ❑ scarsa utilità percepita dell'agricoltura di precisione
 - ❑ complessità di soluzioni tecnologiche
 - ❑ sistemi non interoperabili
 - ❑ poche figure professionali con expertise coerenti
- **Stakeholder:**
 - ❑ aziende agricole e agroindustriali
 - ❑ produttori di attrezzature irrigue e soluzioni tecnologiche
 - ❑ policy maker delle politiche agricole e ambientali



Per l'obiettivo strategico di un'agricoltura sostenibile e di precisione



- *L'ambizione di POSITIVE in risposta alla «call» regionale:*
- Creare una piattaforma che aiuti a trasformare l'irrigazione di **precisione** da potenzialità tecnologica a **tecnica gestionale diffusa**, praticabile su tutta la regione
- Definire **protocolli operativi** che consentano di misurare la **variabilità in campo** e di valorizzarla o compensarla anche con azioni a rateo variabile per aumentare la **sostenibilità** economica e gestionale delle tecniche
- Contribuire ad una **rete di competenze agronomiche, ingegneristiche, informatiche** idonea a sostenere questa evoluzione

Il contesto di POSITIVE

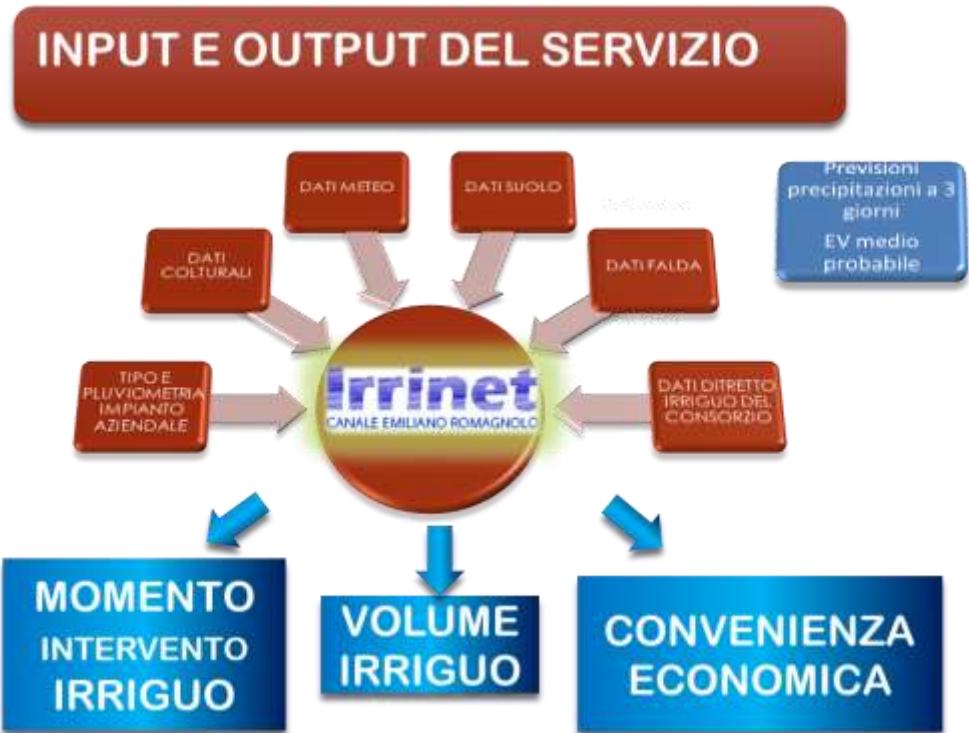
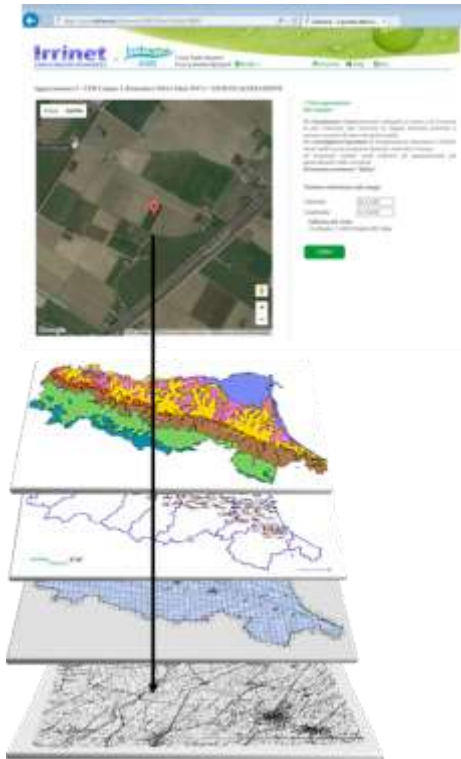
- Infrastrutture idriche in Regione ER: una dotazione costruita nei secoli di 20.600 Km di canali e condotte; 600 impianti di sollevamento, casse di espansione, dighe; 40.000 paratoie e travate; 1.600 punti di telecontrollo
- Su 2.125 Mm³ prelievi idrici: 39% acqua alle aziende agricole, 25% ai campi, 2.570 km² superficie irrigata





Il ruolo del Canale Emiliano Romagnolo (CER)

IRRINET-IRRIFRAME: Pianificazione dell'irrigazione





Diffusione IRRIFRAME

Irrinet nasce in E.R. - dal 2012 viene diffuso a livello nazionale col nome di IRRIFRAME con il patrocinio di ANBI

- 69 Consorzi coinvolti in 16 regioni
- 17.000 aziende ,32.000 appezzamenti
- circa 1.700.000 ettari coperti dal servizio
- stima della Water use efficiency (WUE) +47% ogni anno
- 30.000 IrriSMS inviati
- 110.000 bilanci idrici

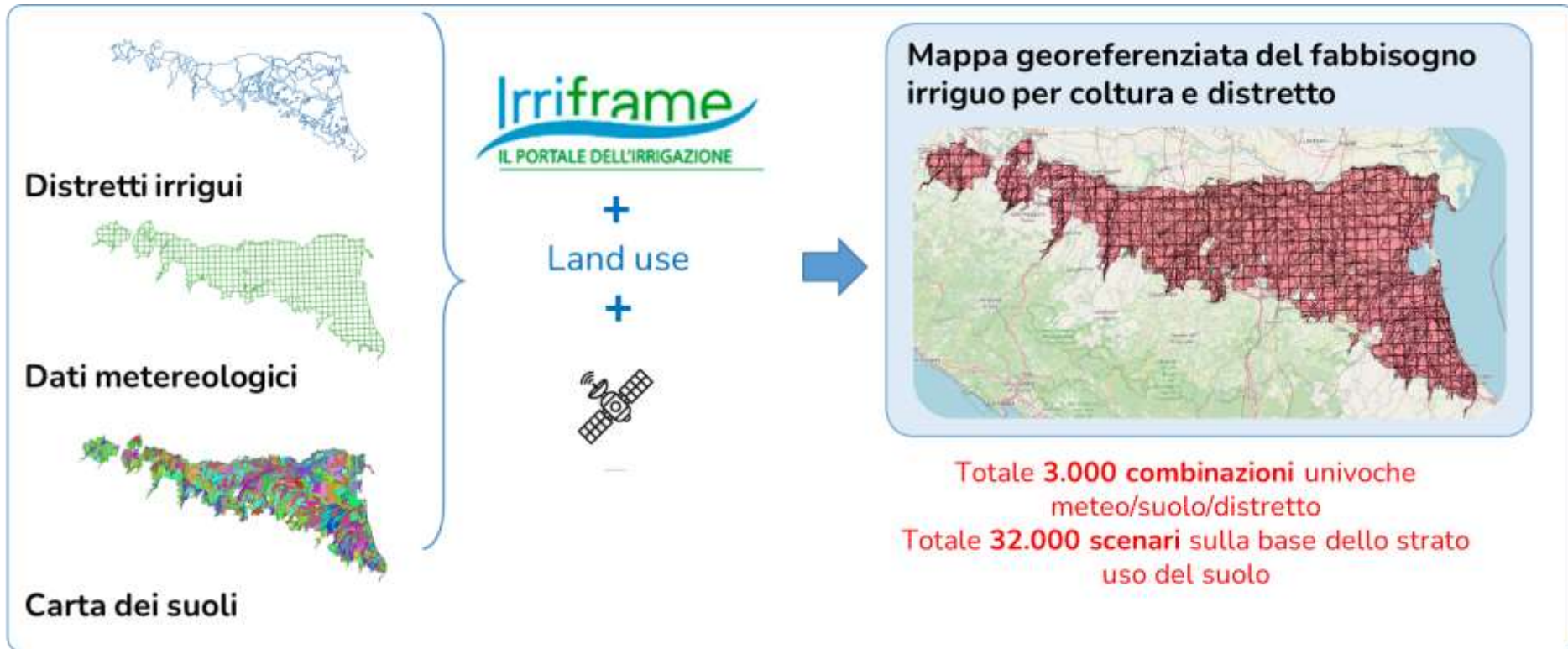
in Emilia-Romagna è riferimento nei DPI
(14.000 ha IAF25 nel 2021)

The screenshot shows the Irriframe website interface. At the top, there is a navigation bar with the Irriframe logo, the ANBI logo, and the logo of the Canale Emiliano Romagnolo. Below the navigation bar, there is a menu with links for Home, Il progetto, Bilancio agrario, Pagamento, and Contatti. The main content area features a map of Italy with various regions highlighted in red, orange, and yellow, indicating the presence of active irrigation consortia. Below the map, there is a text prompt: "Cliccare sulle regioni di colore verde per dettaglio Consorzi attivi". At the bottom of the screenshot, there is a small logo for the Canale Emiliano Romagnolo.





Applicazioni di IRRIFRAME a scala territoriale





Applicazioni di IRRIFRAME a scala territoriale

Utilizzatori

- Consorzi di bonifica
- Enti di ricerca
- Regioni
- Autorità di bacino



Utilizzi

- **Risparmio idrico a scala territoriale:** gestione del reticolo irriguo in maniera ottimale secondo i fabbisogni reali delle colture
- **Implementazione di piani siccità:** minimizzazione dei danni da scarsità idrica attraverso l'allocazione ottimale delle poche risorse disponibili
- **Piani di classifica:** tariffazione irrigua proporzionale al consumo e al beneficio irriguo delle principali colture in un determinato distretto



Opportunità tecnologiche: satelliti, sensori, reti IoT



- Rete pubblica IoT della Regione ER (Lepida)
 - www.retepaiot.it
- Oppure: The Things Network (crowd sourced)
 - www.thethingsnetwork.org
- Emilia-Romagna = Irrigation valley?
 - **AGRI TECHNICA** at Hanover, 10-16 November 2019
 - «World's leading trade fair for agricultural machinery»
 - Catalog entry «irrigation»: 128 exhibitors → 20+ exhibitors from Emilia-Romagna (+7 from bordering provinces)
 - All four irrigation machinery partners of POSITIVE at AGRI TECHNICA: Casella, RM Irrigation, SIME, OCMIS
- Nuovi servizi satellitari e sensori



Business proposal POSITIVE

**Protocolli
Operativi
Scalabili**
per l'agricoltura
di precisione

- **Protocolli:** procedure esecutive o metodi di interfacciamento standard e ben definiti
- **Operativi:** concretamente applicabili, non riservati a contesti che richiedono competenze specialistiche
- **Scalabili:** soluzioni non limitate alla singola azienda o al singolo esperimento, ma in grado di essere replicate in un contesto vasto senza limitazioni tecnologiche
- → Soluzioni POS(itive) in grado di produrre in tempi brevi impatti significativi, sul piano economico ed ambientale, su scala almeno regionale
- Anche per l'urgenza posta dalla sfida del *climate change*

Obiettivi di POSITIVE

Contribuire ad un'infrastruttura informatica che renda disponibile per l'intera SAU regionale l'irrigazione e fertirrigazione di precisione:

- **Mappe satellitari** ad alta risoluzione di indici agronomici
- **Ricette irrigue/fertirrigue** a rateo variabile
- **Protocolli** per interfacciare reti di sensori di campo, servizi di consiglio irriguo, sistemi esperti, attrezzature per irrigazione di precisione
- **Dimostratore** di protocolli operativi scalabili per l'irrigazione di precisione



Risultati attesi al termine di POSITIVE

- Un **servizio gestito da operatore istituzionale** che renda disponibili ogni 5 giorni mappe regionali di indici agronomici con risoluzione 10m x 10m
- Un modello previsionale di **consiglio fertirriguo di precisione arricchito da dati satellitari e reti di sensori di prossimità o in vivo**
- Un insieme di **protocolli aperti e scalabili** in grado di favorire l'innovazione nella agricoltura di precisione e di agevolare la crescita di un ecosistema di aziende agroindustriali e fornitori di soluzioni tecnologiche per l'**agricoltura 4.0**
- **Dimostrazioni dei protocolli per l'irrigazione di precisione** con il coinvolgimento di aziende agricole e industriali

Attività concrete di POSITIVE

- Sviluppo di **sensori innovativi** (radiazioni gamma, gas, bioristor)
- **Validazione in campo di indici di vigoria** da immagini satellitari e analisi di correlazione con parametri biofisici
- Elaborazione di immagini satellitari e produzione di **mappe di indici di vigoria** calibrate mediante **verifiche agronomiche** e accessibili mediante web service
- Integrazione nella generazione del **consiglio irriguo** di mappe di vigoria satellitari e di dati sensoriali ⇒ **IRRIFRAME / Irrinet+**: un servizio *pubblico migliorato* di consiglio irriguo
- Interfacciamento automatico con **macchine irrigatrici**
- **Sistema informativo geografico aziendale** per monitoraggio e controllo attività irrigue

Attività concrete di POSITIVE

Collante: un sistema IT per integrare tutti i flussi di dati e tutte le funzioni (dal satellite, alla macchina, all'agricoltore)

- Sviluppo di **sensori innovativi** (radiazioni gamma, gas, bioristor)
- **Validazione in campo di indici di vigoria** da immagini satellitari e analisi di correlazione con parametri biofisici
- Elaborazione di immagini satellitari e produzione di **mappe di indici di vigoria** calibrate mediante **verifiche agronomiche** e accessibili mediante web service
- Integrazione nella generazione del **consiglio irriguo** di mappe di vigoria satellitari e di dati sensoriali ⇒ **IRRIFRAME / Irrinet+**: un servizio *pubblico migliorato* di consiglio irriguo
- Interfacciamento automatico con **macchine irrigatrici**
- **Sistema informativo geografico aziendale** per monitoraggio e controllo attività irrigue

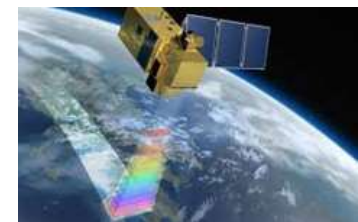
Dati satellitari utilizzati

La visione di due grandi colleghi (retired):

- *prof. Renzo Valloni, geologo ed esperto di acque sotterranee*
- *dr. Vittorio Marletto, già responsabile del servizio meteo-clima di ARPAE*

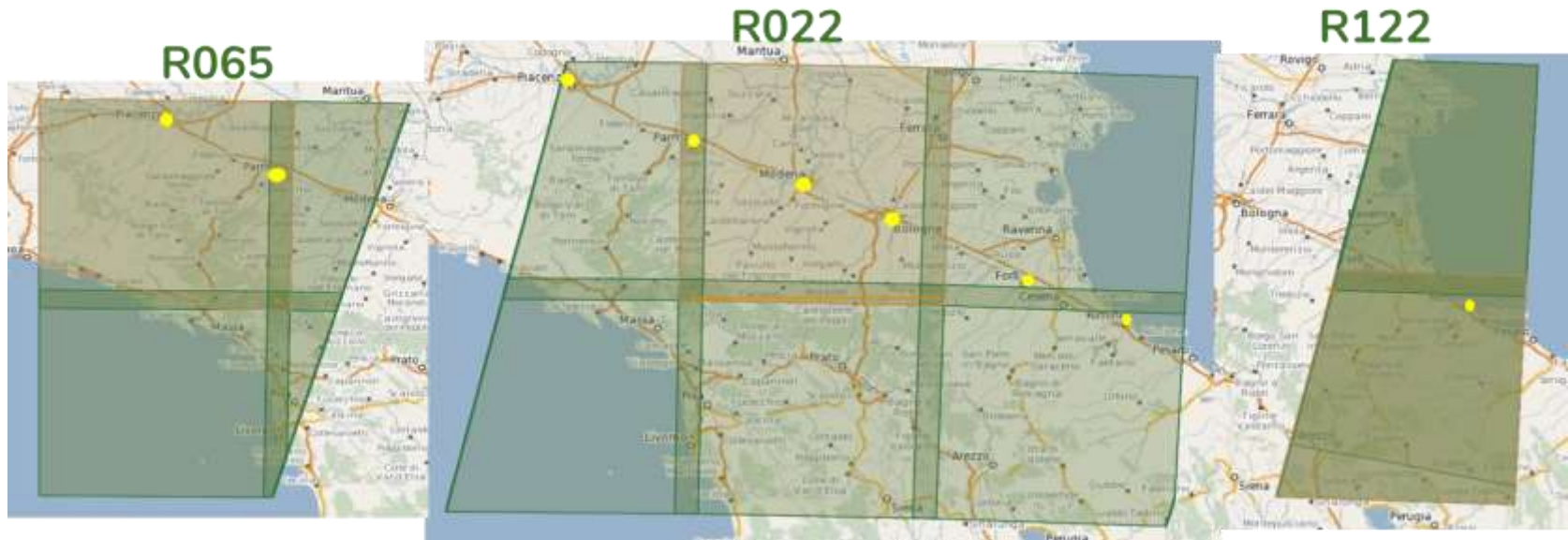
Dati resi disponibili con continuità dal progetto europeo Copernicus:

- in formato aperto e gratuiti
- con adeguata risoluzione spaziale e copertura dell'intera Emilia-Romagna
- con frequenza temporale idonea per applicazioni *near real-time*, come l'irrigazione e la fertilizzazione di precisione
- con bande e risoluzione radiometrica adatte per lo studio dello stato della vegetazione



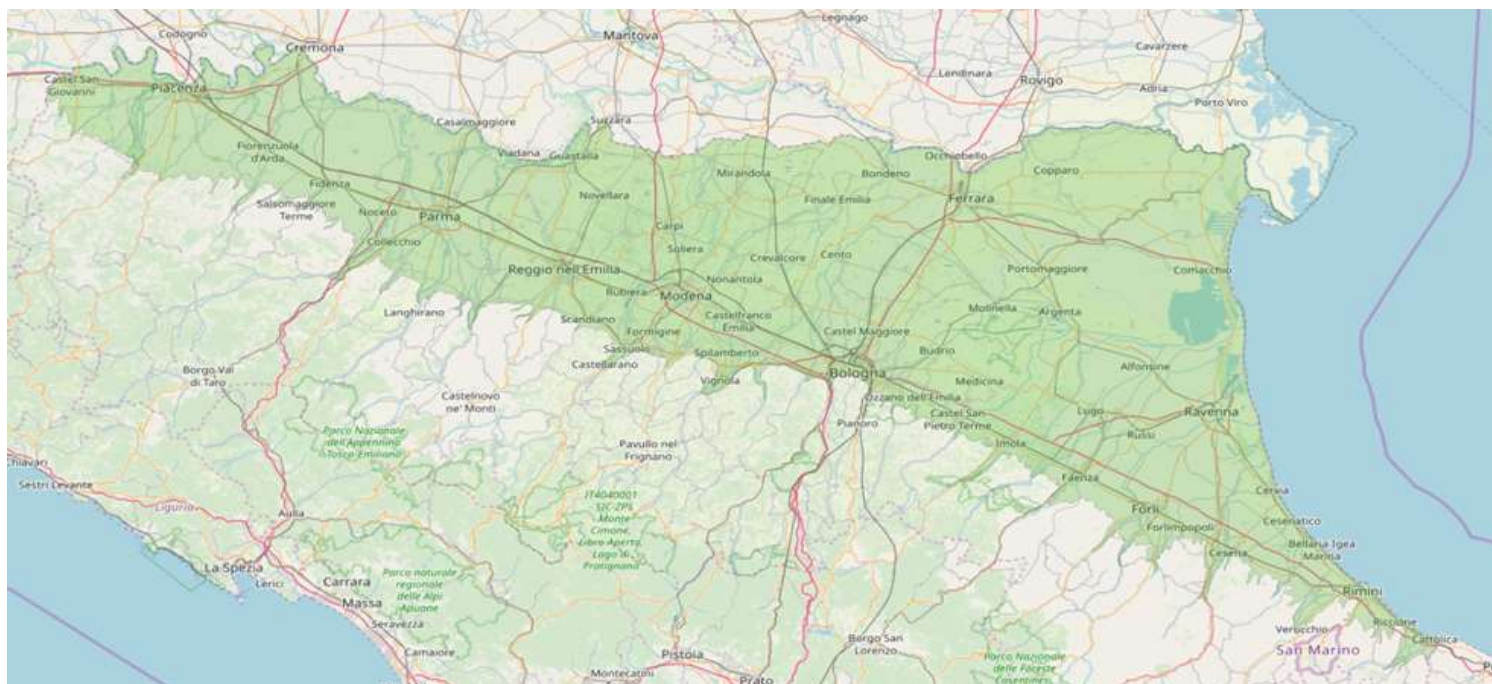
Elaborazione immagini satellitari

- La *chiave per la copertura del territorio* è l'uso dei dati satellitari!
- Dati **Sentinel-2** prelevati dagli hub di Copernicus, con intervallo di rivisita massimo pari a 5 giorni
- Servizio realizzato in collaborazione con **ARPAE** nell'ambito del progetto; riprogettato e gestito da **CIDEA** dopo la conclusione (sperim.)
- Orbite e riquadri sull'area di interesse:



Elaborazione immagini satellitari

- Il **problema computazionale** è principalmente un problema di acquisizione, memorizzazione e **gestione dei dati** (elevati volumi)
- Maschera della pianura emiliano-romagnola:



Processo di elaborazione immagini multispettrali satellitari

- Dati **Sentinel-2** prelevati da hub Copernicus: intervallo di rivisita massimo 5 giorni, risoluzione massima 10m x 10m
- Ritaglio orbite e riquadri sull'area di interesse, correzione atmosferica e aggiornamento mappe ad ogni transito del satellite
- Verifica di presenza di dati satellitari aggiornati (possibili problemi di cloud cover o assenza dei prodotti nell'hub Copernicus)
- Ottimizzazione delle elaborazioni per i soli plot che richiedono gli indici satellitari
- Mappe degli indici vegetativi EVI e NDVI, validati con misure di parametri biofisici
- Creazione di web service per accesso al servizio
- Raccolta richieste, correzioni per i singoli appezzamenti (artefatti, strade) e ottimizzazioni del server POSITIVE, che trasmette le mappe a Irrinet+

Produzione di mappe di indici di vigoria

- Mappe a risoluzione 10m x 10m (massima risoluzione delle bande Sentinel) di indici di vigoria
- Correzione atmosferica e aggiornamento mappe ad ogni transito del satellite
- Creazione di web service per accesso al servizio
- Molti **indici vegetazionali** indagati, due selezionati: NDVI, EVI

$$\text{Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)} = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$\text{Enhanced Vegetation Index (EVI)} = 2.5 \left(\frac{NIR - RED}{NIR + 6 * RED - 7.5 * BLU + 1} \right)$$

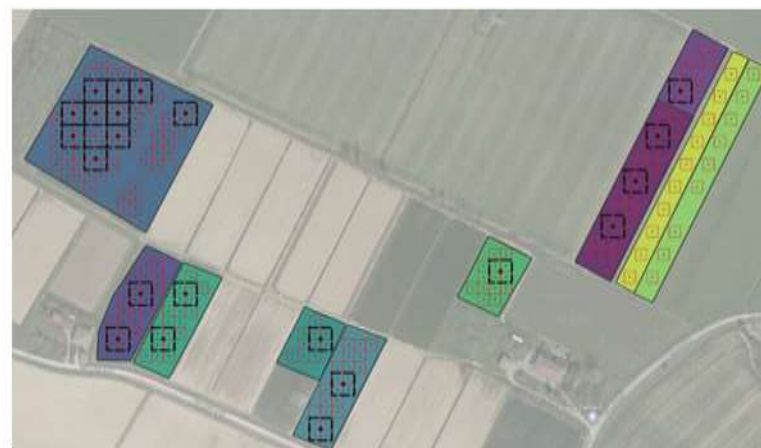
Validazione in campo di correlazioni tra indici vegetazionali e parametri biofisici



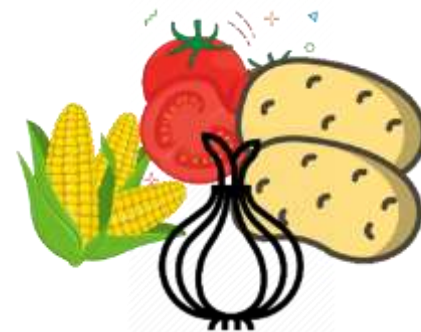
Legenda

Positive_experimetal_fields

- Cipolla
 - Mais
 - Patata
 - Pomodoro
 - Soia
- Google Hybrid



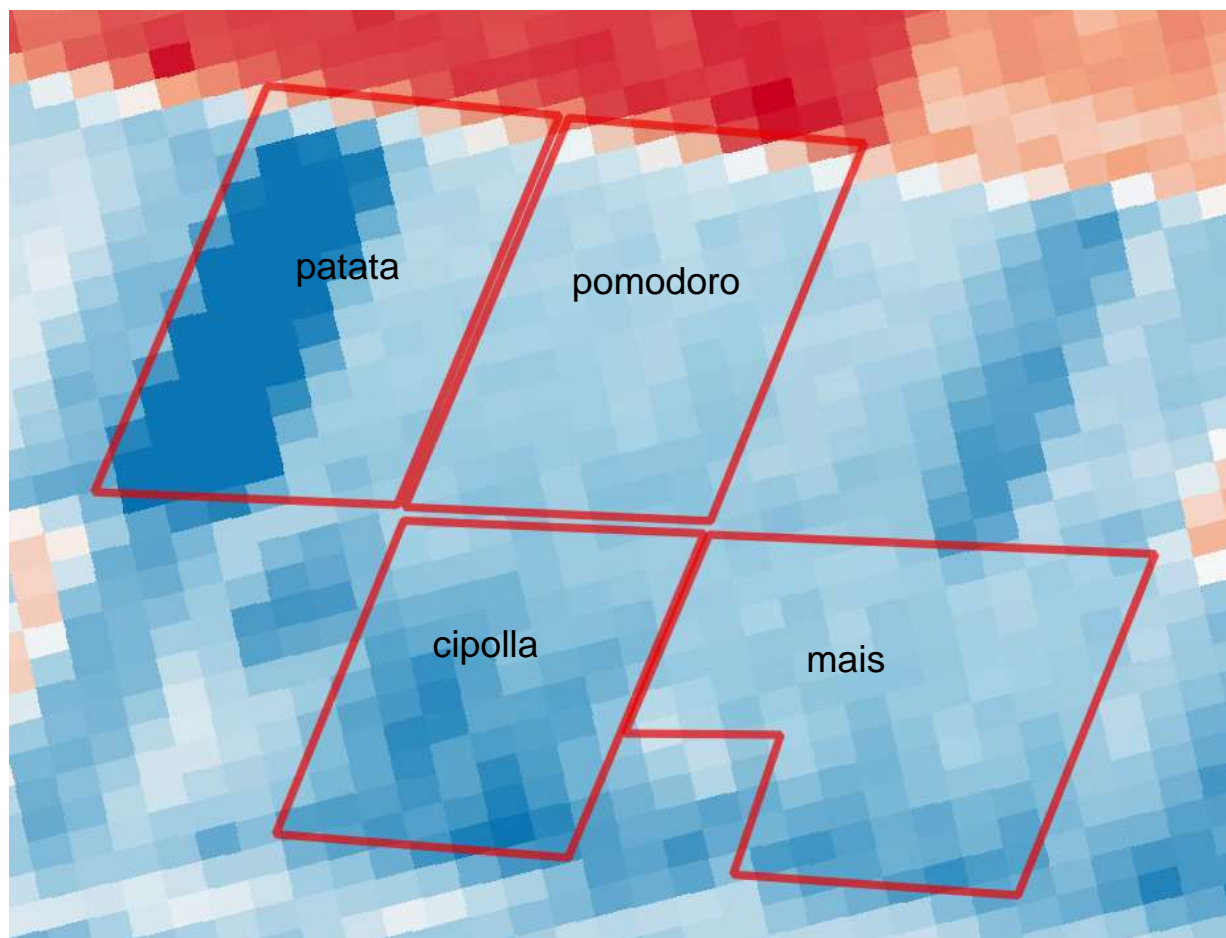
- Su coltivazioni di larga diffusione in regione ER
- Migliori correlazioni: EVI, NDVI
- Ricerca agronomica fondamentale da CER, CRAST-UNICATT, UNIBO



Prove agronomiche in campo

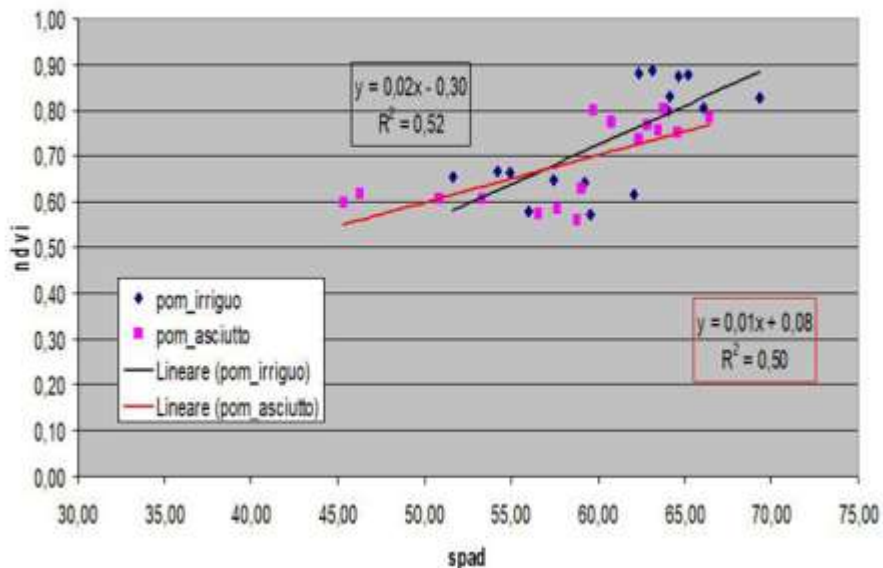


Prove agronomiche in campo: indici vegetazionali

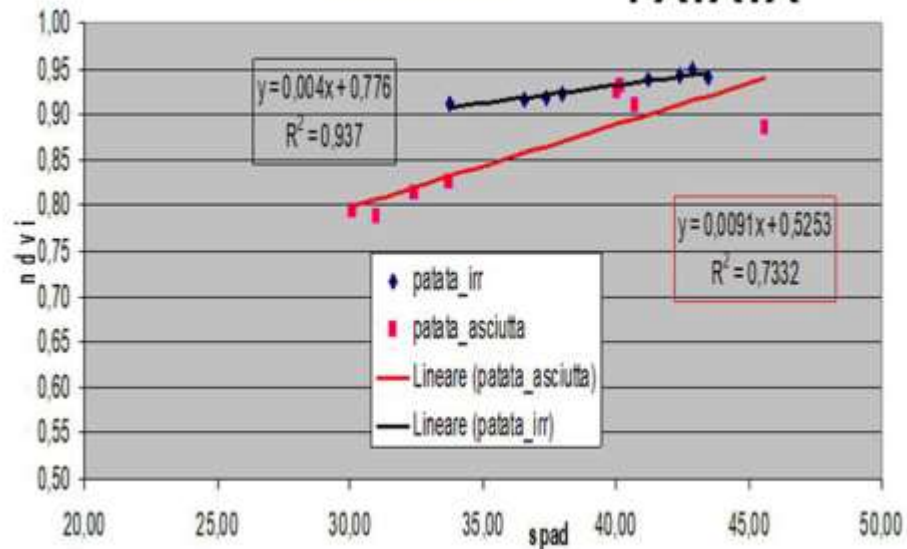


NDVI vs SPAD

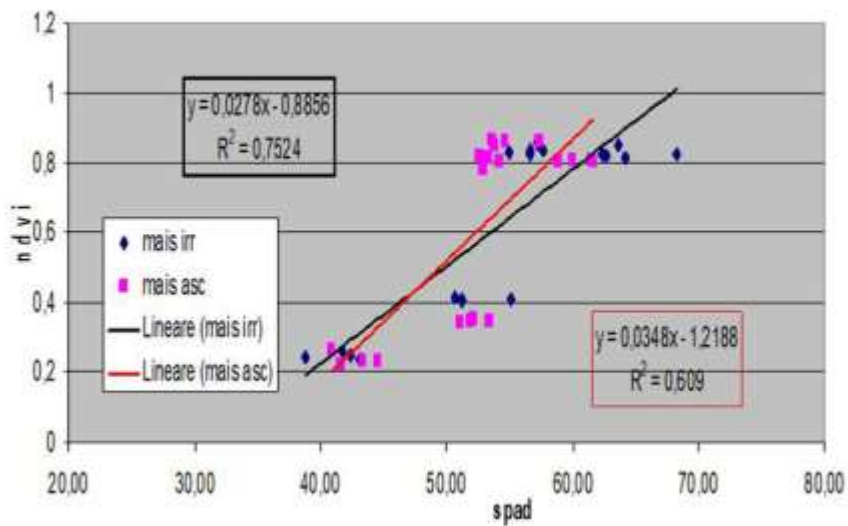
POMODORO



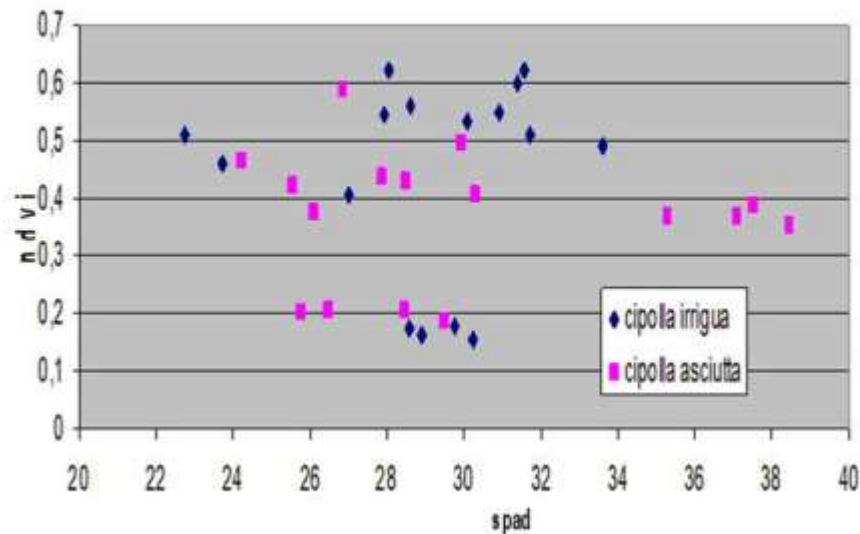
PATATA



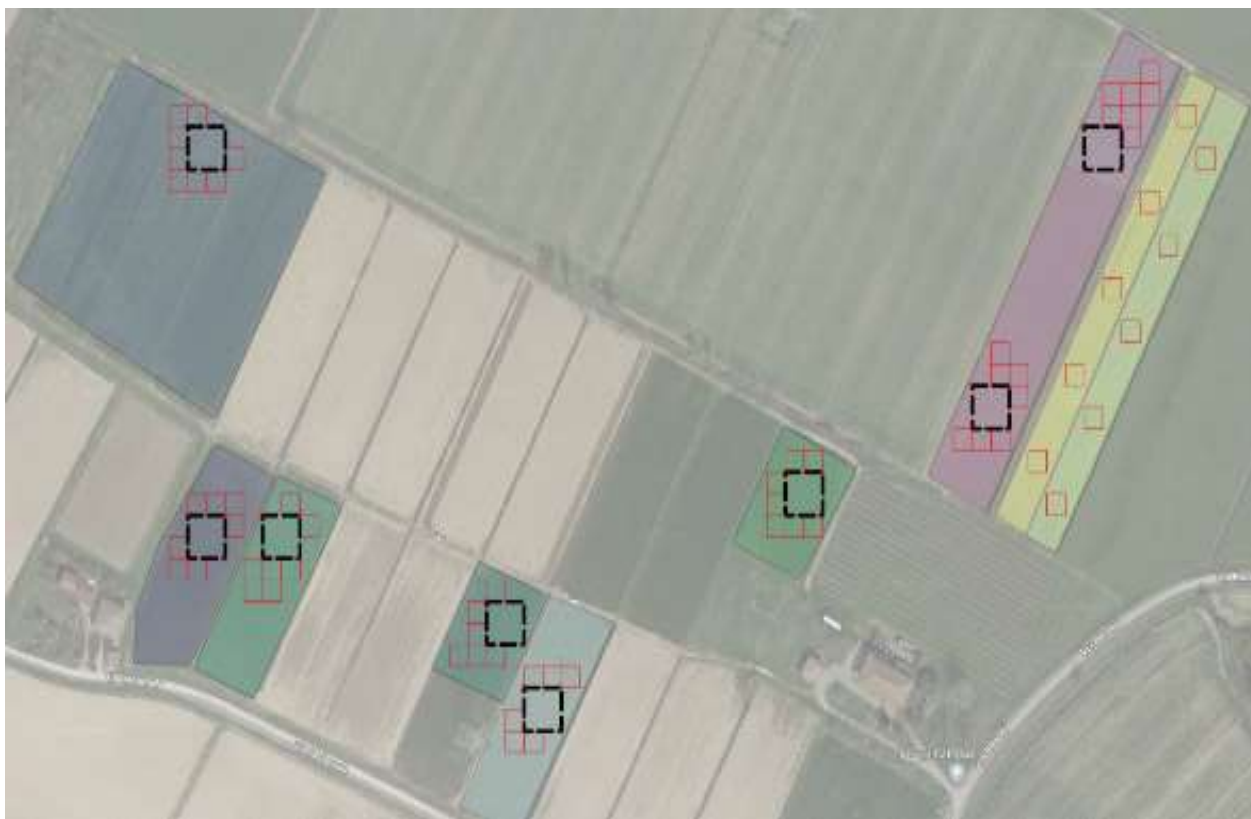
MAIS



CIPOLLA



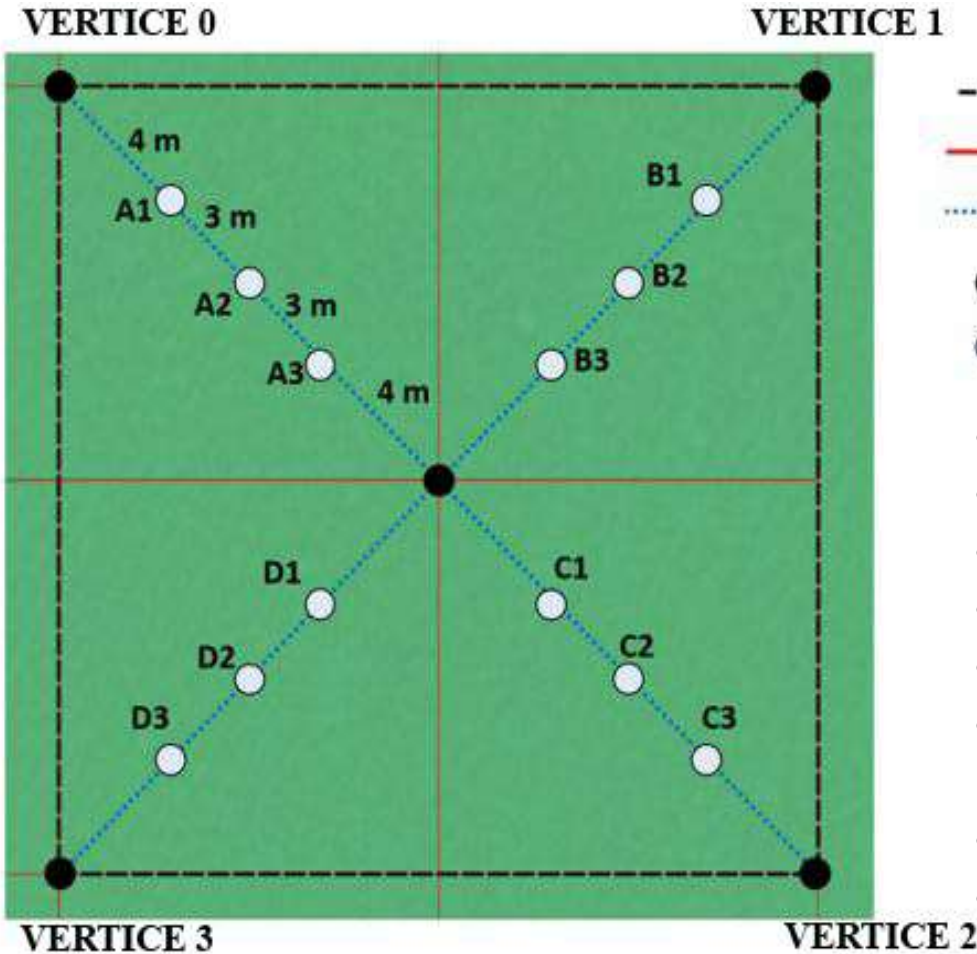
Localizzazione pixel Sentinel-2



- Localizzazione pixel e punti di rilievo con tecniche fotogrammetriche a cura di CIDEA
- Rilievi a cura di ricercatori CER, CRAST e UNIBO

- Georeferenziate aree 20x20 mq corrispondenti a 4 pixel Sentinel-2 per rilievi a terra con strumenti non distruttivi
- Aree 10x10 contigue per i rilievi distruttivi su vegetazione
- I rilievi effettuati in corrispondenza dei passaggi del satellite in buone condizioni di cielo sereno
- 4 rilievi per coltura

Misurazioni a terra



- Confini pixel 20x20m
- Confini pixel 10x10m
- Diagonali pixel 20x20m
- Punti da georiferire
- Punti di campionamento



- LAI - Ceptometro (FA PAR)
- Misure di Canopy Cover
- Fenofase e altezza vegetazione
- Spettroradiometro
- SPAD e contenuto di clorofilla
- Misure distruttive su vegetazione per biomassa e LAI
- Tenore di azoto nella vegetazione
- Sensori di umidità e tensione del terreno
- Contenuto di azoto nitrico nel terreno

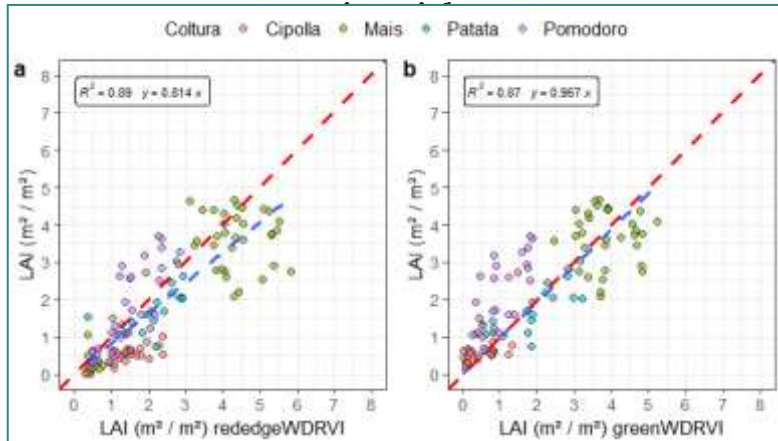




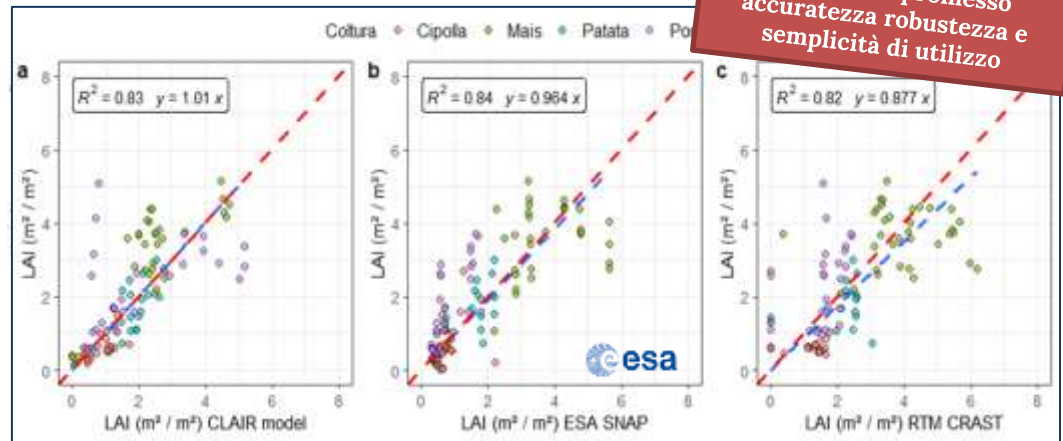
Correlazioni tra misure biofisiche (es. LAI) e indici vegetazionali



Correlazioni

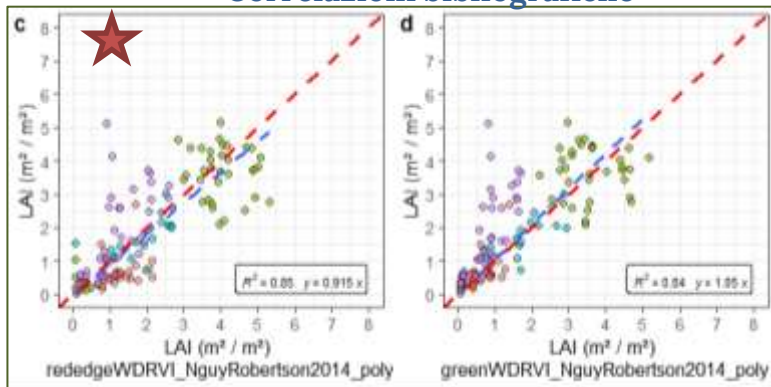


Modelli fisicamente basati e semi-empirici



Correlazioni bibliografiche e sintetiche
 miglior compromesso accuratezza robustezza e semplicità di utilizzo

Correlazioni bibliografiche



Indice	Modello	Database	Formula	field_rmse
NDVI	linear	Empirical	$-0.88+5.09x$	0,86
WDRWI865	linear	Empirical	$3.35+3.94x$	0,87
ESA SNAP RTM	RTM	Neural Network		0,92
rededgeWDRVI NguyRobertson2014_poly	polynomial	Bibliographic	$-1.6x^2+9.6x-0.29$	0,94
CLAIR Model	semi-empirical		$y=-1/\alpha \ln(1- WDWI/WDWI_{\infty})$	0,97
greenWDRVI NguyRobertson2014_poly	polynomial	Bibliographic	$y=5.7x^2+1.7x-0.08$	0,98
rededgeWDRVI	linear	Synthetic	$0.06+8.78x$	1,01
greenWDRVI	linear	Synthetic	$-1.34+7.70x$	1,06

Correlazione tra Indici Vegetazionali (VI) e Coefficiente colturale Kc

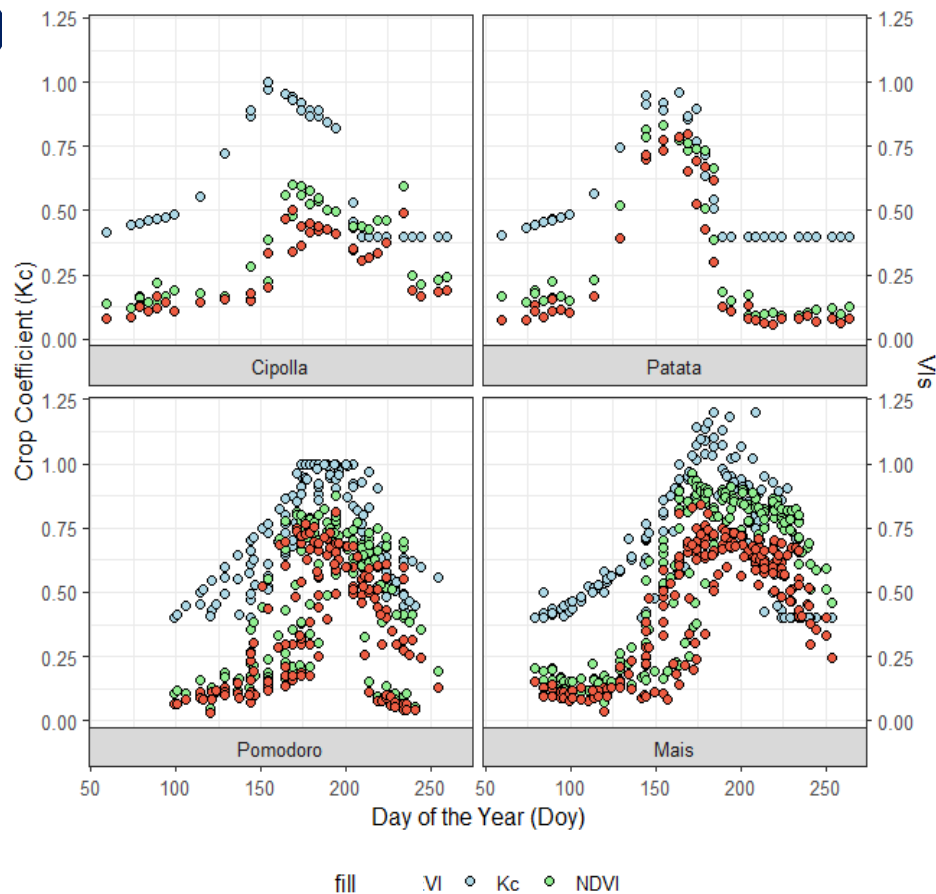
Coefficiente colturale Irriframe (Kc)

Ripartizione dei dati utilizzati per le correlazioni
Kc-VIs per coltura e anno

	Cipolla	Patata	Pomodoro	Mais	
2016	0	0	11	22	33
2017	0	0	28	13	41
2019	18	19	11	14	62
2020	19	19	92	138	268
	37	38	142	187	404



Confronto tra più di 100
indici di vegetazione



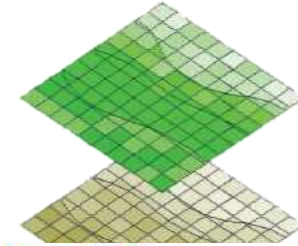
Confronto tra l'andamento del Kc e VI per coltura



Coefficiente culturale - Kc



Sentinel-2



Mappa di coefficiente culturale

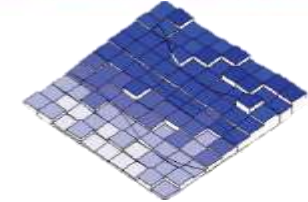


Modello previsionale per il consiglio irriguo



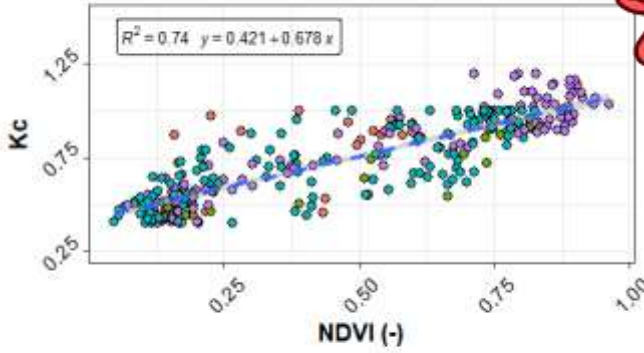
Mappa di prescrizione per l'irrigazione

Irriframe
IL PORTALE DELL'IRRIGAZIONE



Coltura • Cipolla • Patata • Pomodoro • Mais

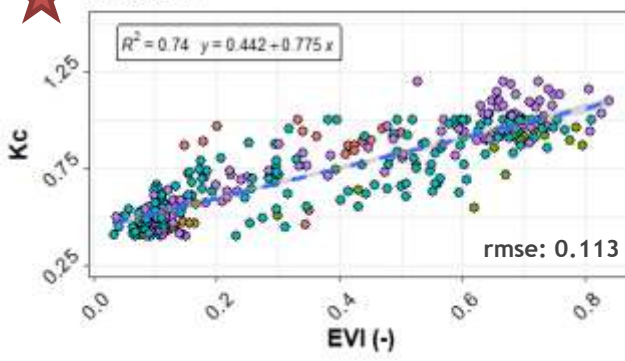
Kc vs NDVI



Svantaggi NDVI:

- Sensibile alle condizioni atmosferiche e
- problemi di saturazione

★ Kc vs EVI



Vantaggi EVI:

- Tutte bande a 10m
- Correzione per effetto suolo e condizioni atmosferiche

Testato mediante modello di trasferimento radiativo alla tipologia di suolo



Dagli indici di vegetazione alla stima dei parametri biofisici delle piante

Indice NDVI

- Il più usato a livello internazionale
- Ragionevolmente accurato
- Sensibile alle condizioni atmosferiche
- Soggetto a problemi di saturazione

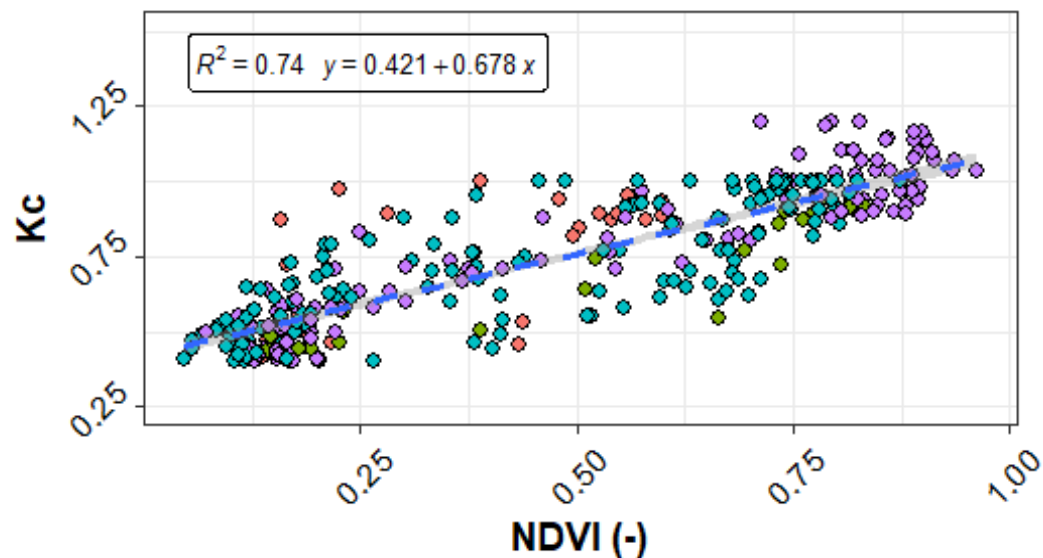
Indice Kc

- Indice biofisico per la stima del fabbisogno idrico della coltura

Correlazione tra indice di vegetazione NDVI e coefficiente colturale Kc per quattro diverse colture verificate nel progetto

Coltura ● Cipolla ● Patata ● Pomodoro ● Mais

Kc vs NDVI



Dagli indici di vegetazione alla stima dei parametri biofisici delle piante

Indice EVI

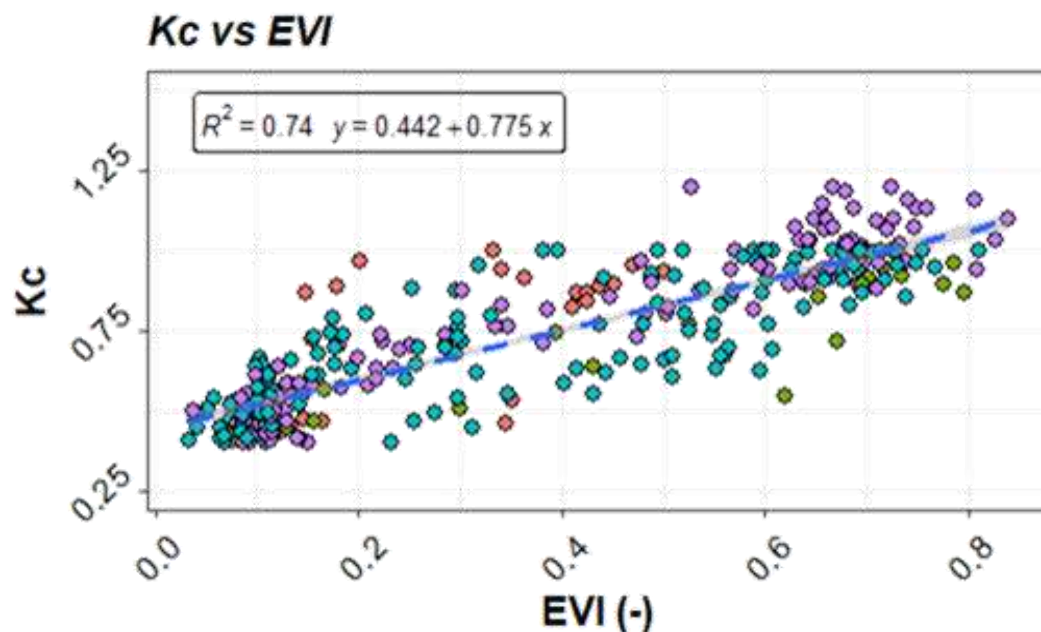
- Utilizza solo immagini satellitari in bande ad alta risoluzione
- Verificato e accurato per le colture dell'Emilia-Romagna
- Integra correzioni per effetto suolo e condizioni atmosferiche

Indice Kc

- Indice biofisico per la stima del fabbisogno idrico della coltura

Correlazione tra indice di vegetazione EVI e coefficiente colturale Kc per quattro diverse colture verificate nel progetto

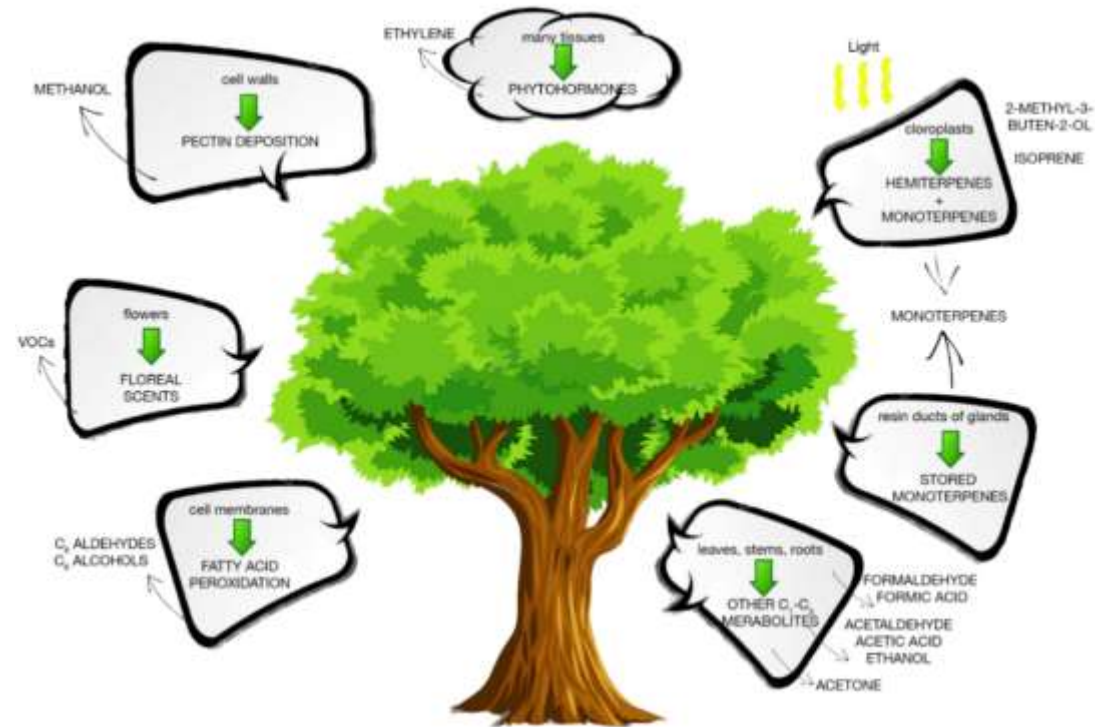
Coltura ● Cipolla ● Patata ● Pomodoro ● Mais



Validazione di sensori per misura del fabbisogno irriguo

Alcuni sensori innovativi:
Sensori chimici di gas
chemoresistivi (sensori olfattivi)

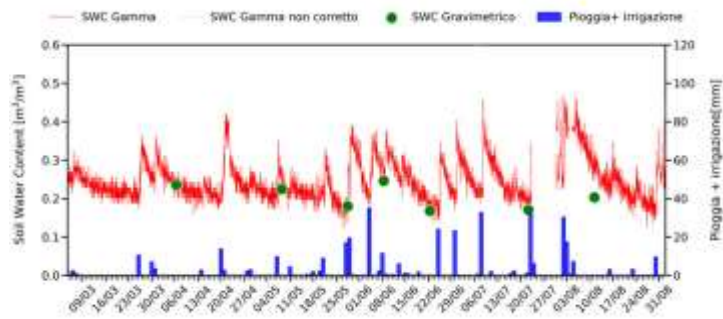
- Il sensore di gas chemoresistivo trasduce variazioni delle condizioni chimiche ambientali in una variazione di resistenza elettrica.
- Prove in campo hanno confermato la correlazione tra il segnale misurato dal sensore e la maturazione del pomodoro



Validazione di sensori per misura del fabbisogno irriguo

Spettroscopia gamma e contenuto d'acqua del suolo

Il contenuto gravimetrico d'acqua del suolo w ($M_{\text{acqua}}/M_{\text{suolo}}$) è inversamente proporzionale al segnale $S(K)$ prodotto dal decadimento del ^{40}K naturalmente contenuto nel terreno e misurato dallo spettrometro gamma

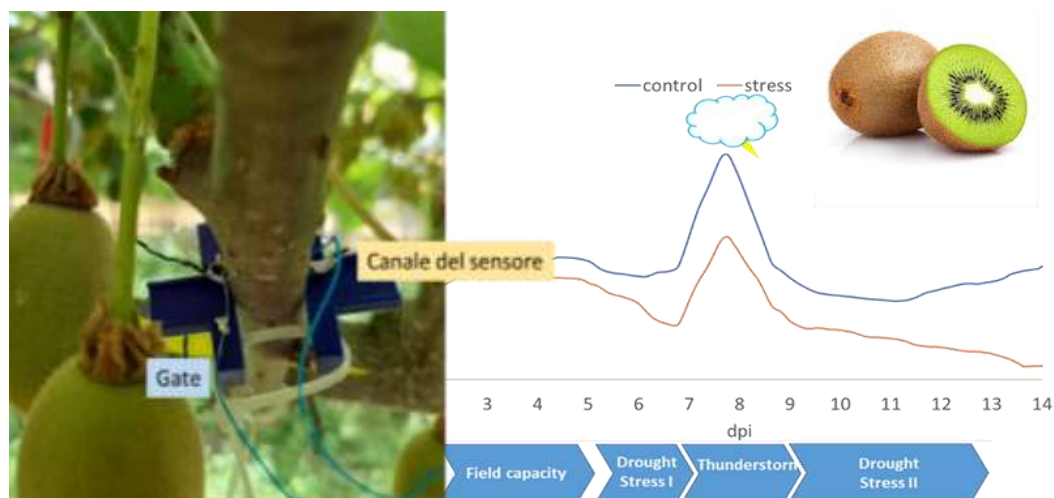


Stazione Gamma

- Spettrometro gamma NaI(Tl) a 2.3 m di altezza.
- Campo di visione orizzontale ~ 0.2 ha, verticale ~30 cm.
- Connessione 4G, salvataggio dati in listato continuo, controllo remoto.
- Alimentazione stand-alone con pannello solare e batteria.

Sperimentazione in campo del sensore bioristor

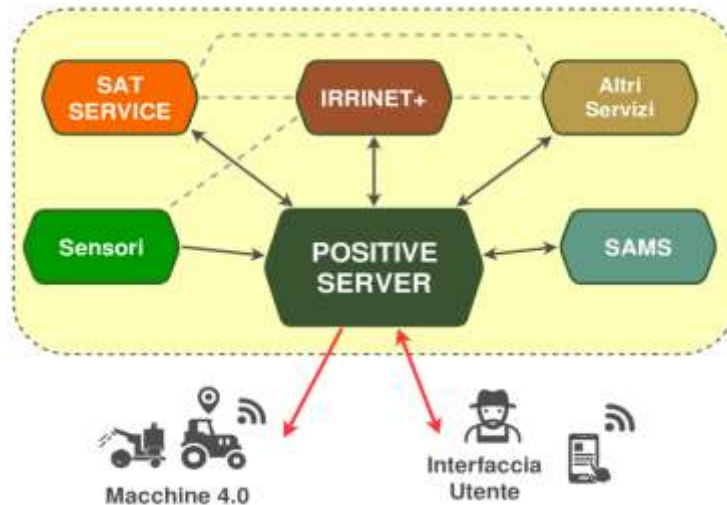
- *Bioristor: transistoro elettrochimico inserito nello stelo di una pianta*
- *Osservata una buona correlazione tra risposta del bioristor e stress idrico delle piante*



Monitoraggio con bioristor di pomodoro (presso Azienda Sperimentale Stuard e AcquaCampus, coltivazione sperimentale Mutti) e actinidia (presso azienda agricola Severi)

Sistema informativo POSITIVE

- Distribuito, orientato ai servizi e ai Big Data
- Integra fonti di dati eterogenee (satelliti, reti IoT, ..)
- Utilizza formati di scambio standard (JSON, GeoJSON)
- Abilita i Protocolli Operativi Scalabili



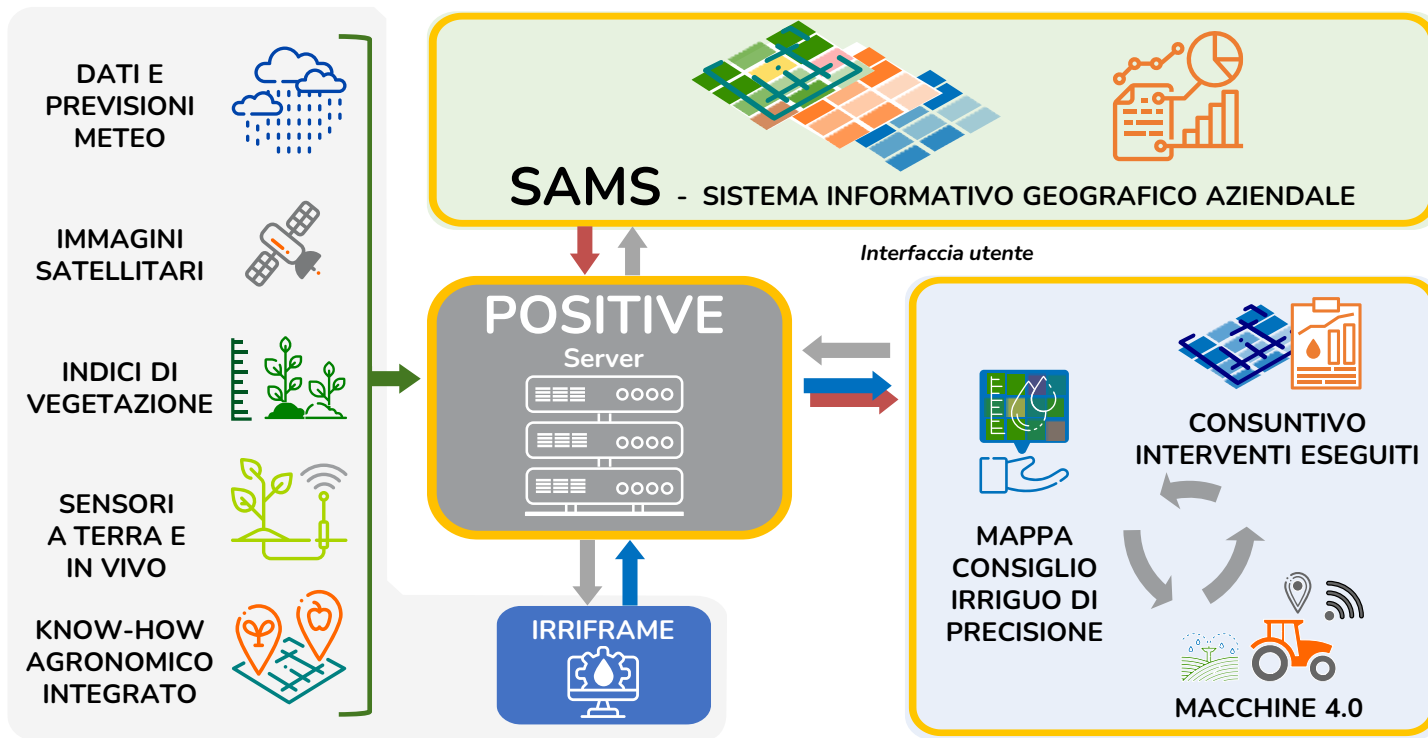


Sistema informativo POSITIVE



POSITIVE

Organizza i flussi di dati per l'irrigazione di precisione in mappe leggibili da macchine irrigatrici interconnesse



Fornitori di dati

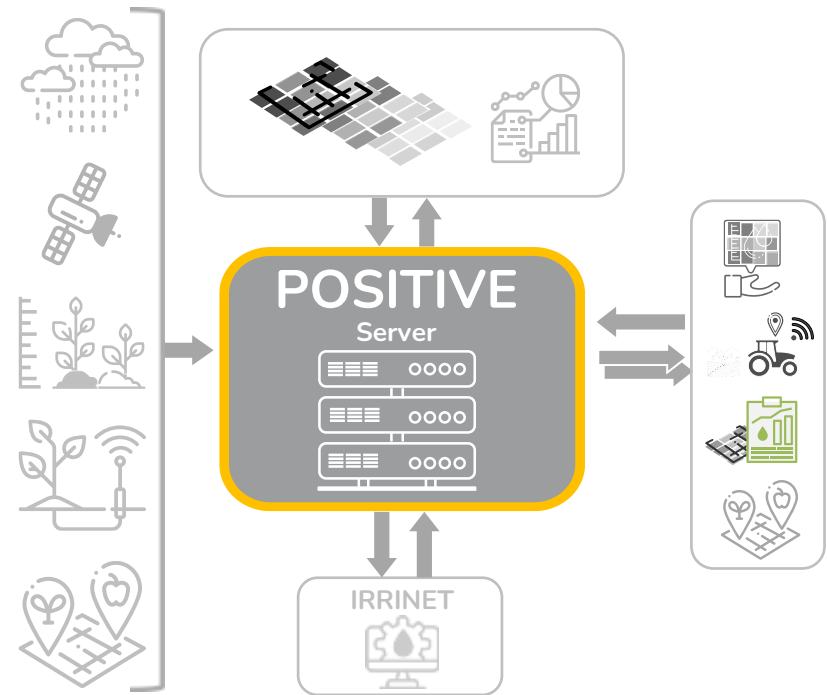
Output e sperimentazione in campo



POSITIVE server

Cuore del sistema informativo, il server è realizzato con tecnologie *cloud* per assicurare scalabilità e replicabilità ai servizi forniti:

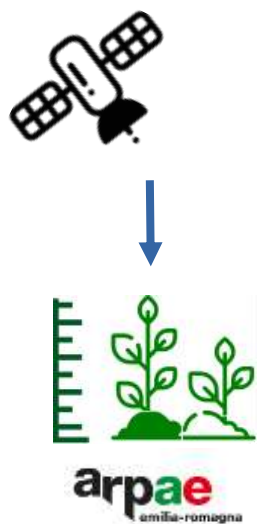
- crea le interfacce interoperabili e abilita i flussi di dati per l'irrigazione di precisione
- raccoglie ed elabora dati satellitari e sensoriali
- orchestra il processo di irrigazione e fertirrigazione
- si interfaccia con il sistema informativo dell'azienda agricola
- interagisce con le macchine irrigatrici



Flusso dati satellitari

POSITIVE Server

- interroga Sat Service per ricevere le mappe di vigore vegetativo (NDVI, EVI) relative agli appezzamenti registrati in IRRIFRAME
 - partizionamento in celle $10 \times 10 \text{ m}^2$, coordinate UTM32 o WGS84
- effettua la validazione delle mappe per
 - correzione contorno appezzamenti per presenza di artefatti
 - adattamento del formato dei dati geografici
- trasmette le mappe a IRRIFRAME per integrazione nel modello di bilancio idrico



POSITIVE server



IRRIFRAME



Flusso dati sensoriali

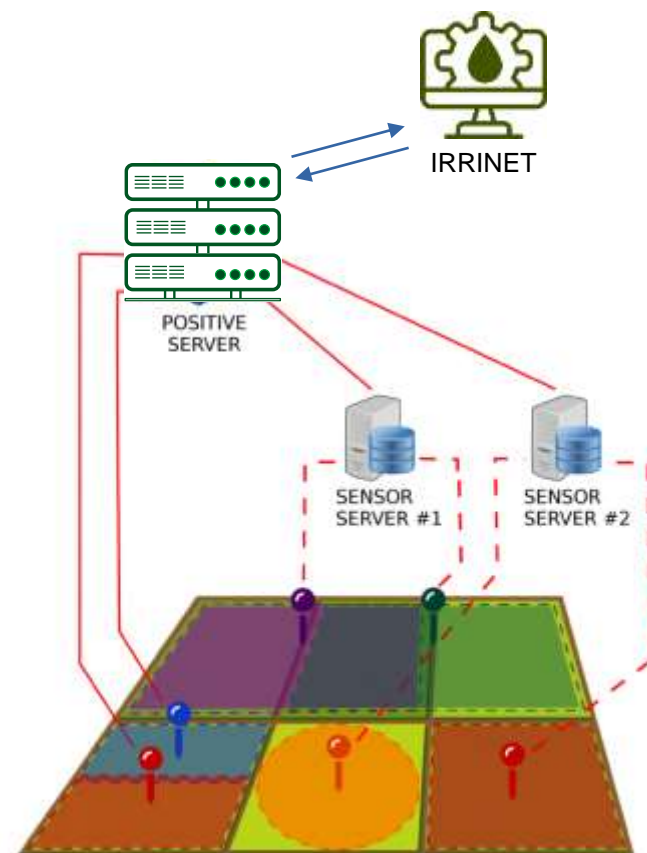
POSITIVE Server si avvale di un protocollo standard, aperto e documentato per integrare sensori arbitrari.

Gestione di situazioni eterogenee:

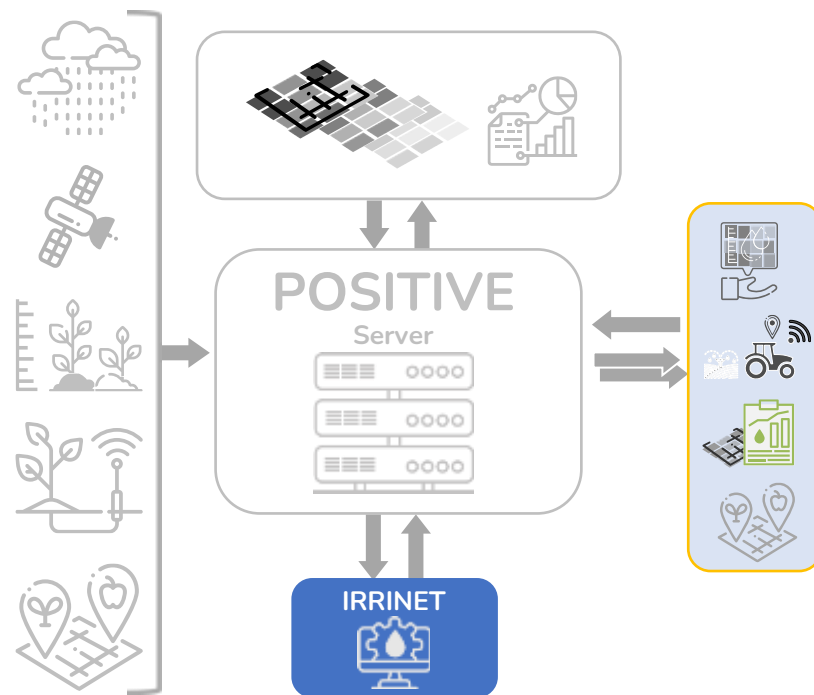
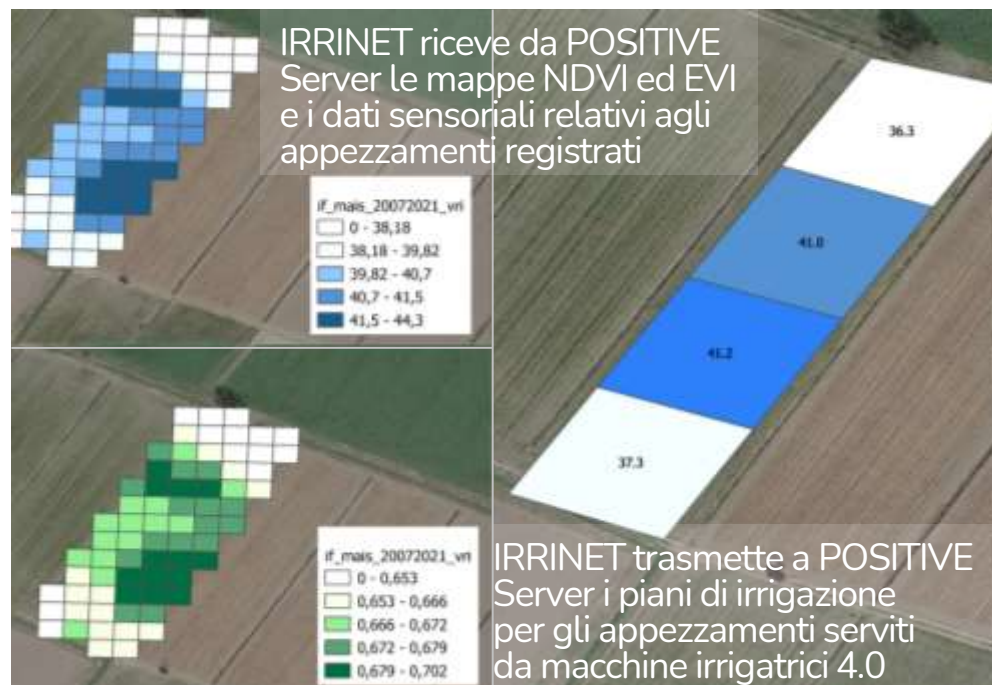
- sensori in campo e in vivo
- copertura di uno o più terreni o porzioni
- più sensori per stesso appezzamento
- possibili filtraggi e preelaborazioni locali

Il Server

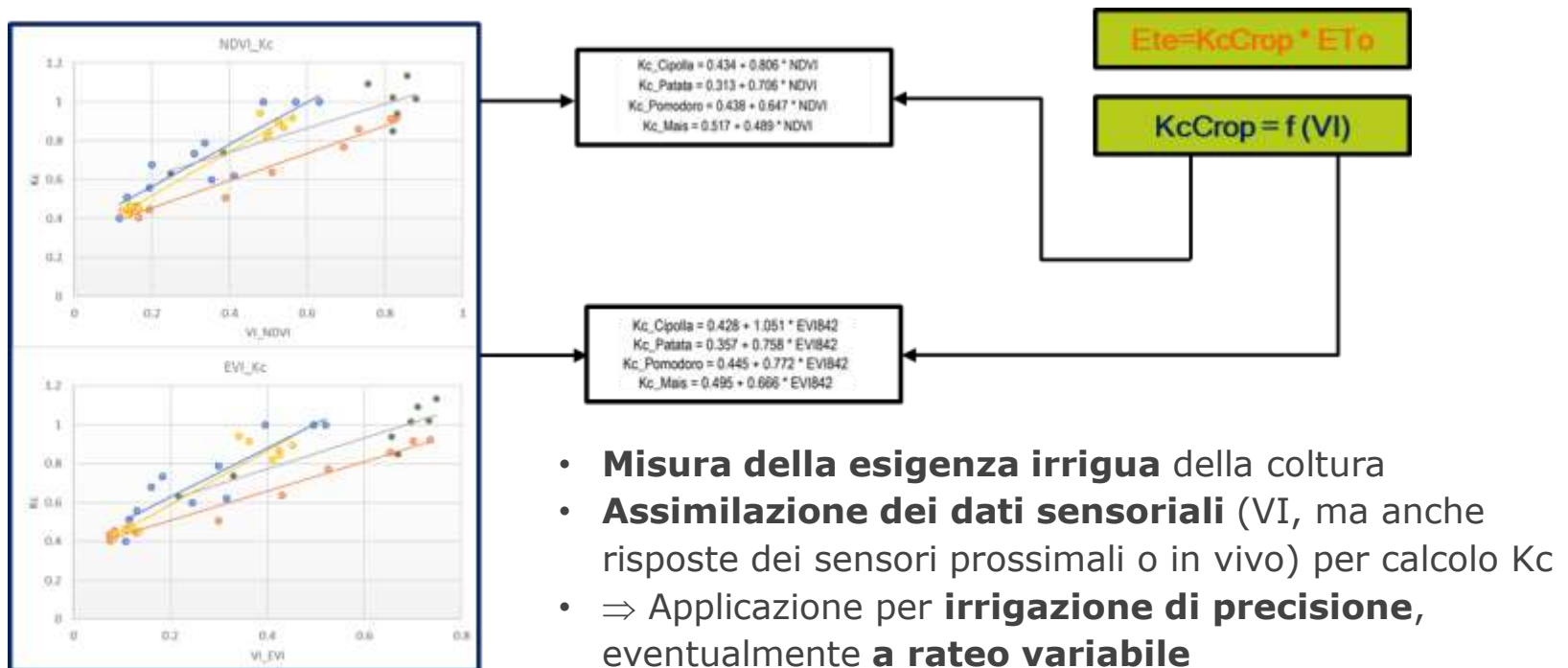
- interroga con frequenza configurabile le Web API dei Sensor Server registrati nel sistema
- espone una Web API per la ricezione diretta di dati da dispositivi non interfacciati ad un Sensor Server
 - sensori a basso *data rate* e ridotto consumo energetico
 - anche in tecnologia IoT *long-range* LoRaWAN, con sperimentazione su Rete PA IoT di Lepida



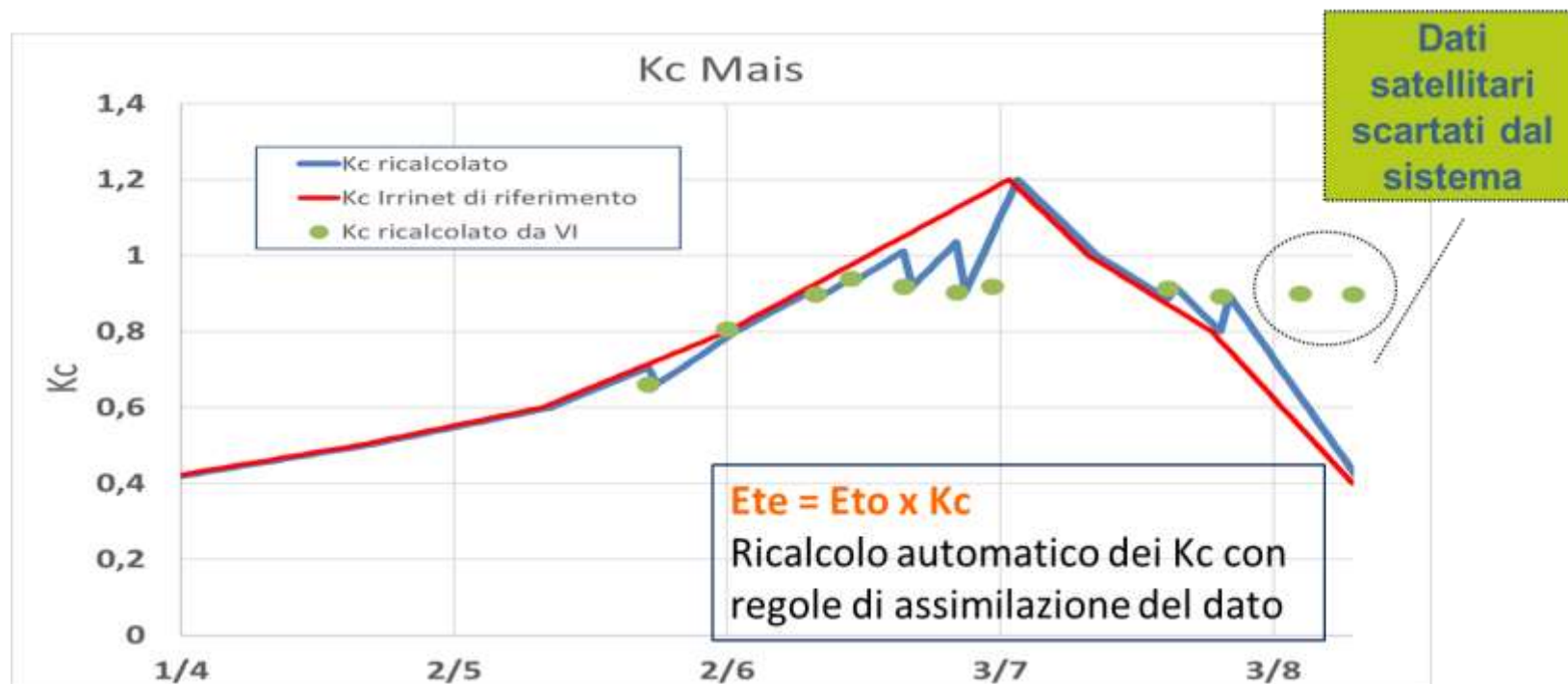
Interazione con IRRIFRAME+ e flusso dati con macchine irrigatrici



I dati sensoriali per un consiglio irriguo più accurato



I dati sensoriali per un consiglio irriguo più accurato



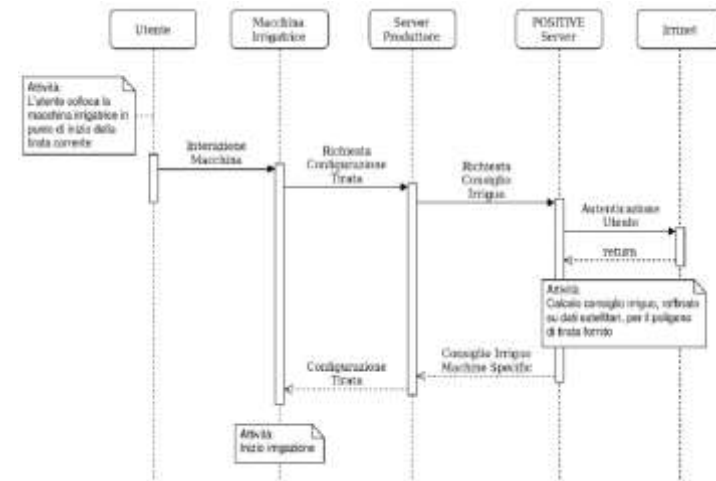
Protocolli di comando di macchine irrigatrici

- Interazione con *Macchine Irrigatrici 4.0*
- Ricetta irrigua a rateo variabile adattata a tipologia di macchina irrigatrice
 - **Irrigatrice lineare** (“rotoloni”): suddivisione campo in tirate
 - **Irrigatrice centrale** (pivot): suddivisione campo in settori circolari
- Protocollo basato su Web API
 - Astrazione da caratteristiche specifiche della macchina
 - Produttore iniziatore della richiesta al Server POSITIVE
 - Formato GeoJSON con campo feature
- Integrato nel **software reso disponibile** ai clienti e a terze parti dal partner **OCMIS**



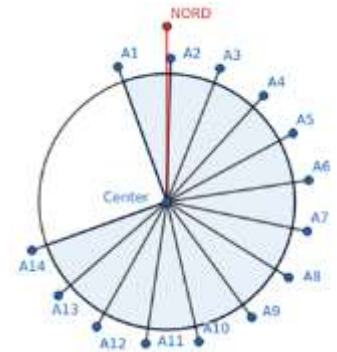
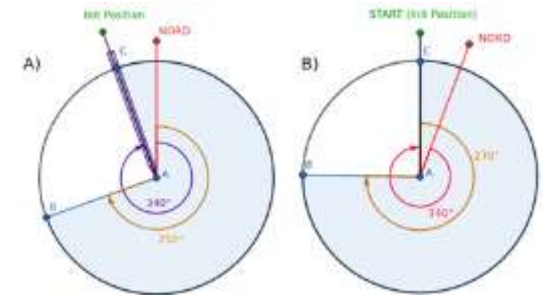
Interfaccia con irrigatrici lineari

- Messaggio richiesta di ricetta irrigua
 - Ricetta riferita a suddivisione del campo in **tirate**
 - Parametri: dimensioni e orientamento tirata, risoluzione minima
- Ricetta con **raffinamento** della suddivisione secondo la risoluzione della mappa satellitare
- Il server produttore comunica il volume d'acqua erogato
- Implementazione su irrigatrici **OCMIS**, con test



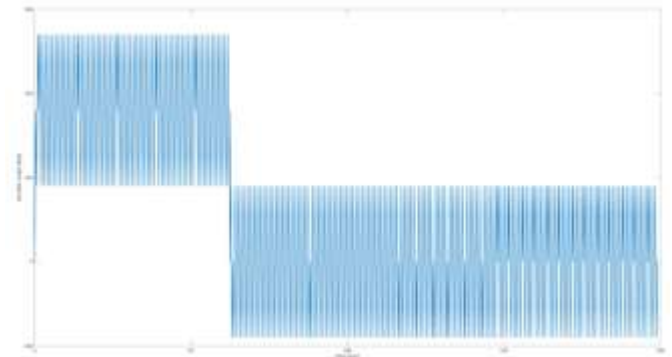
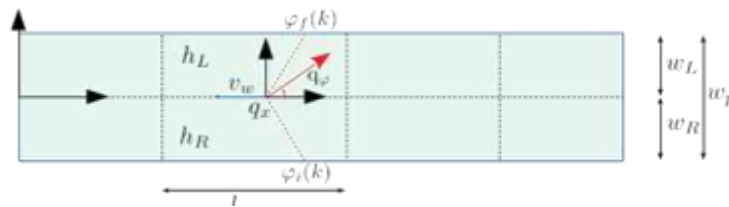
Interfaccia con irrigatrici centrali

- Messaggio richiesta di ricetta irrigua
 - Suddivisione area in **settori circolari**
 - Richiesta: azimuth riferimento, risoluzione angolare minima
 - Adattamento specifiche al formato GeoJSON
- **Raffinamento** per interpolazione con mappa satellitare
 - Protocollo gestisce anche settori circolari non contigui
- Il server produttore comunica il volume d'acqua erogato
- Implementazione su irrigatrici **OCMIS** con test



Interfaccia con irrigatori a getto

- Irrigatore di precisione a cannone **SIME Elektrorain**
 - Controllo di velocità, angoli fine corsa
- Raffinamento ricetta irrigua con suddivisione longitudinale della tirata
- **Calcolo automatico** dei comandi
 - Regolazione angoli di fine corsa
- Bridge Server POSITIVE - centralina
 - Protocollo custom
 - Integrazione parziale con altri irrigatori



Il cruscotto di controllo dell'agricoltore

SAMS: Smart Agronomic Management System

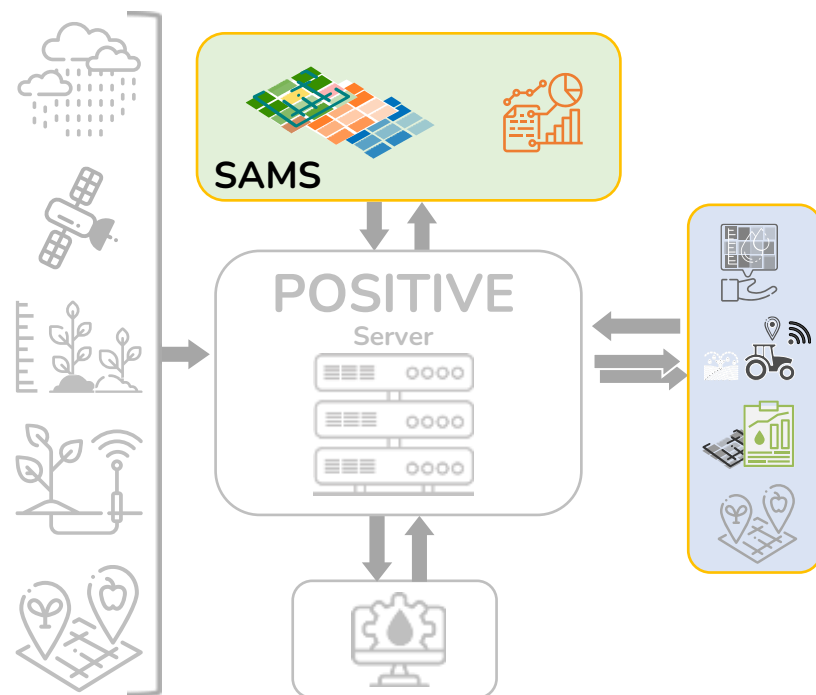
Sistema informativo aziendale in cui i flussi di dati di POSITIVE sono integrati e resi interoperabili con funzionalità di GeoServizi

⇒ SAMS:

- dimostratore del sistema POSITIVE
- pannello di controllo per irrigazione 4.0

Le funzioni principali del dimostratore

-  Info generali e piano colturale
-  Meteo
-  Mappe vigore vegetativo
-  Consiglio irriguo
-  Sensori IoT
-  Macchine 4.0



SAMS: Mappe geotemporali

SAMS consente la concreta interazione fra le diverse fonti di dati attraverso la consultazione e la gestione delle informazioni aziendali sotto forma di mappe computerizzate, complete di coordinate geografiche e riferimenti temporali

The screenshot displays the SAMS web application interface. On the left, a table titled "Consulta dati appezzamenti" lists agricultural parcels with columns for parcel ID, name, and various icons. Below the table, a "Mappe" section offers download options for different map types. On the right, a map shows a grid overlay on a geographical area. A callout box highlights the following map types:

- PIANO COLTURALE
- INDICI VEGETATIVI
- PRESCRIZIONE IRRIGAZIONE
- INTERVENTI ESEGUITI
- PRODUZIONE

Risultati

Cosa manca?

- POSITIVE SatService *non è ancora un servizio pubblico di ARPAE*, nonostante il sostegno di responsabili ARPAE e della Regione ER
- POSITIVE SatService integrato in POSITIVE Server al momento è *un prototipo attivo presso CIDEA UNIPR* utilizzato per sperimentazioni in collaborazione con CER
- Configurazione stabile del servizio presso CER?

Cosa c'è?

- «*Si può fare!*»

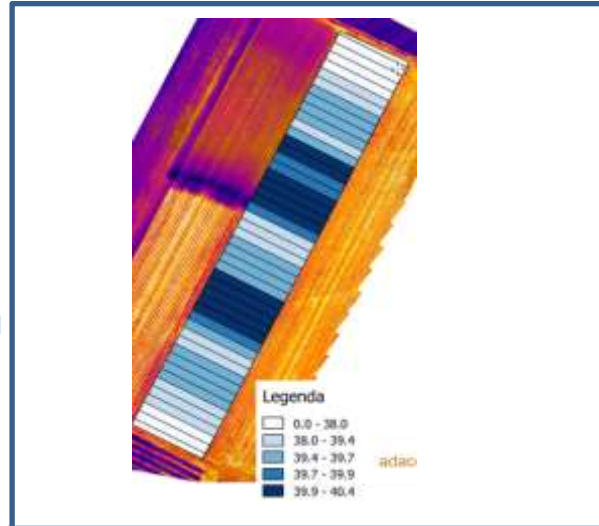
Per video, demo e altre informazioni: www.progettopositive.it



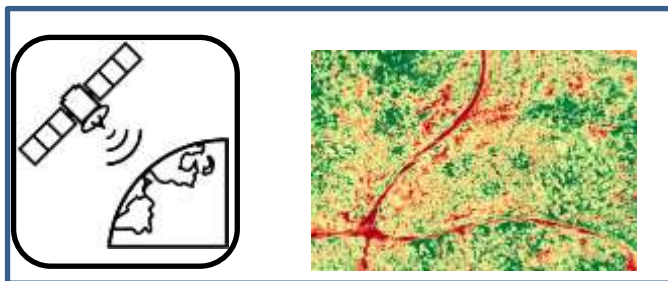
Automazione dell'irrigazione aspersione - VRI



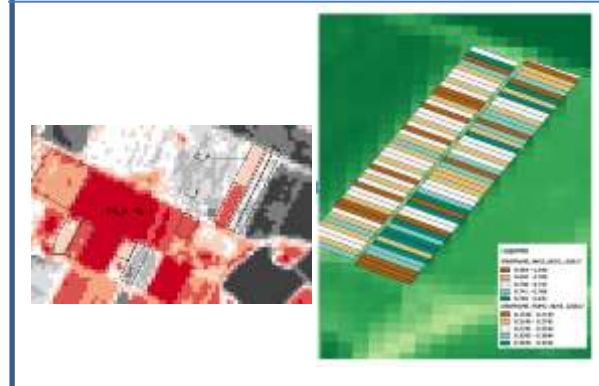
OGMIS
we irrigate the world



Irriframe
IL PORTALE DELL'IRRIGAZIONE



SAT Positive Server



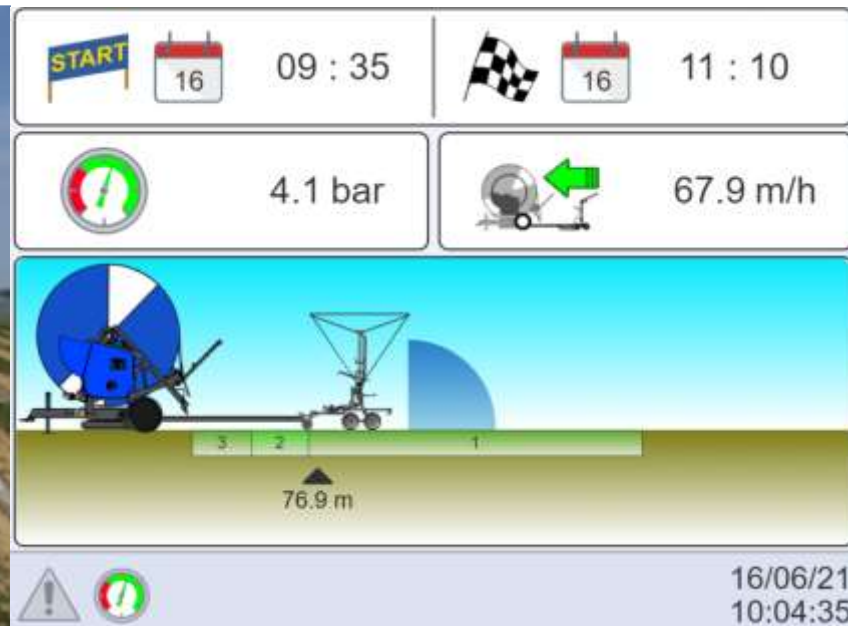
Positive Server



Irrigazione a rateo variabile di pomodoro con ala piovana

Acqua Campus 16/06/2021

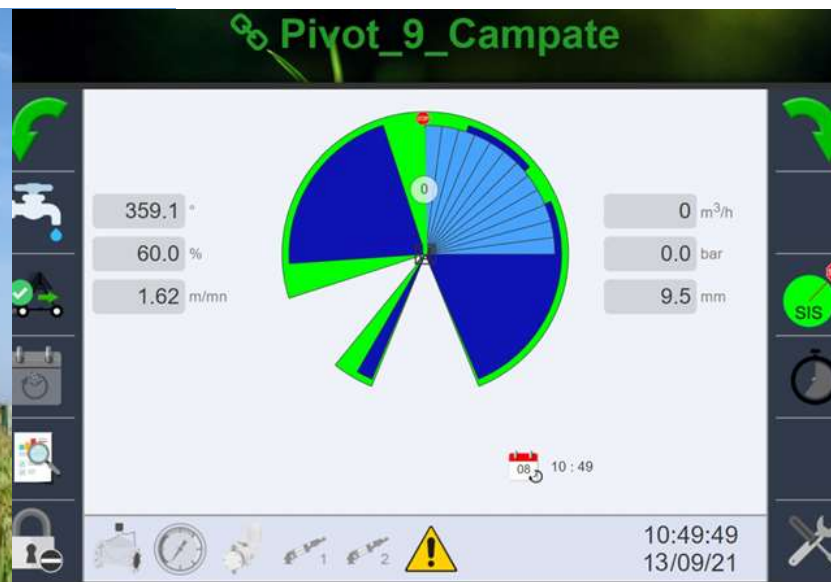
Cruscotto di controllo dell'irrigatore a rateo variabile



Irrigazione a rateo variabile di mais in secondo raccolto con pivot

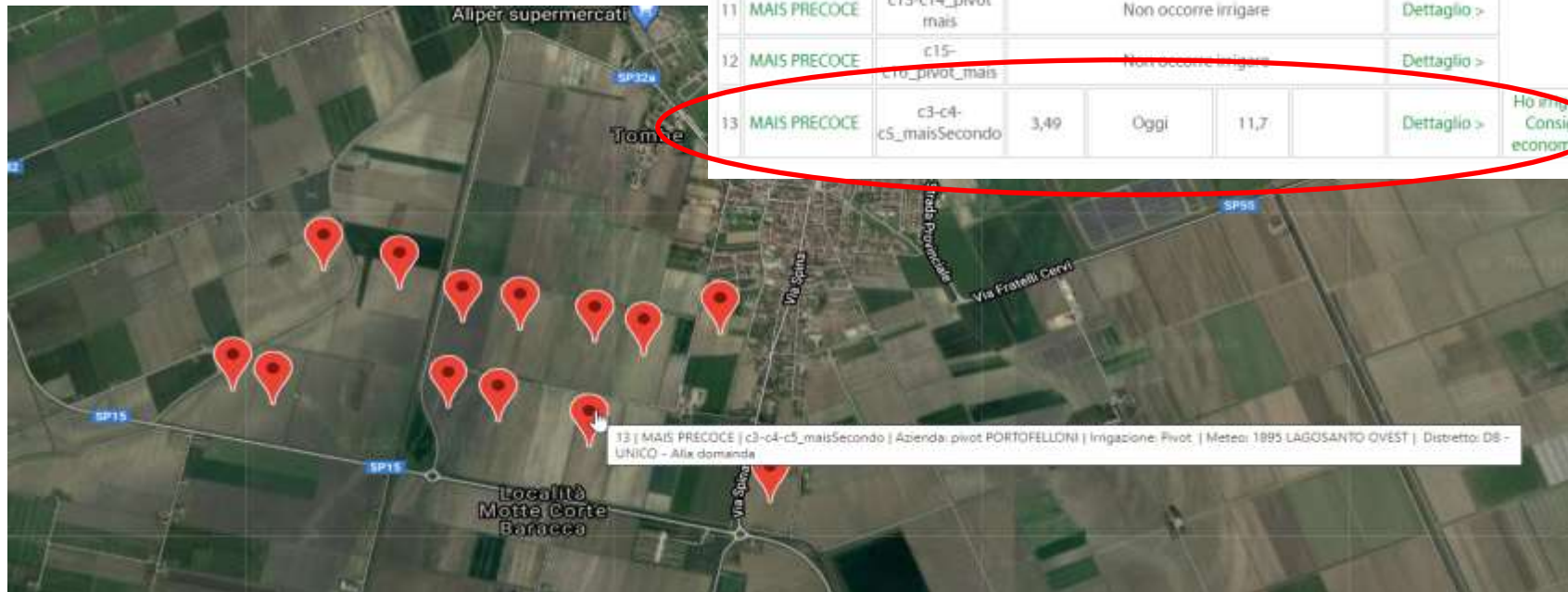
Porto Felloni 13/09/2021

Cruscotto di controllo dell'irrigatore a rateo variabile



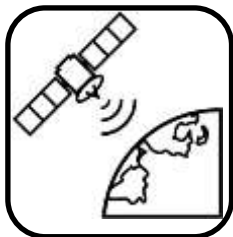
pivot PORTOFELLONI >

	Clicca sulla coltura per il menù	Descr	consumo oggi (mm)	data prevista irrigazione	volume irriguo (mm)	durata irrigazione (oreminuti)	
7	MAIS MEDIO	C17_pivot		Non occorre irrigare			Dettaglio >
8	MAIS MEDIO	C55_pivot		Non occorre irrigare			Dettaglio >
9	POMODORO DA INDUSTRIA	C6-C7_pivot		Non occorre irrigare			Dettaglio >
10	MAIS MEDIO	C11_pivot		Non occorre irrigare			Dettaglio >
11	MAIS PRECOCE	c13-c14_pivot mais		Non occorre irrigare			Dettaglio >
12	MAIS PRECOCE	c15- c16_pivot_mais		Non occorre irrigare			Dettaglio >
13	MAIS PRECOCE	c3-c4- c5_maisSecondo	3,49	Oggi	11,7		Dettaglio > Ho irrigato > Consiglio economico >

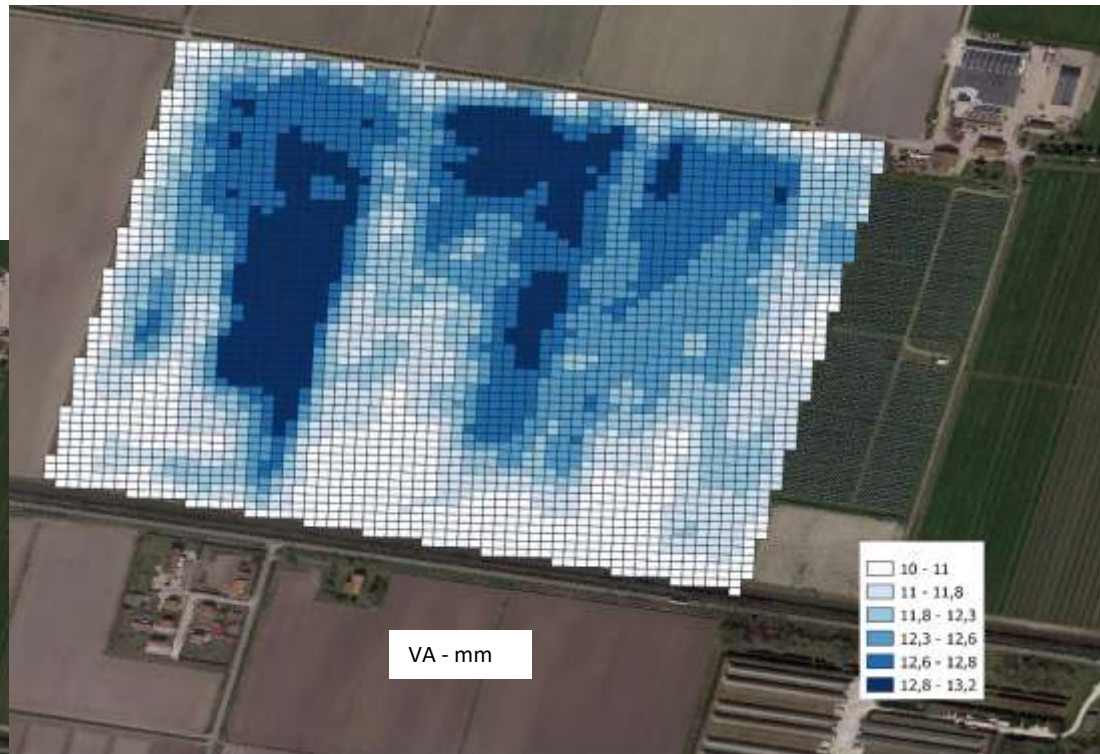




Automazione dell'irrigazione aspersione: VRI su pivot



Irriframe
IL PORTALE DELL'IRRIGAZIONE



Pivot - Panoramica

- Pivot_@_Campate
- Porto Feloni 100
- Porto Feloni 150 CABINA
- Porto Feloni 150 VECCHIO

Gestione posizioni pivot

N°	Latitudine	Longitudine	Azimuth (°)
	44.750733	12.125048	100

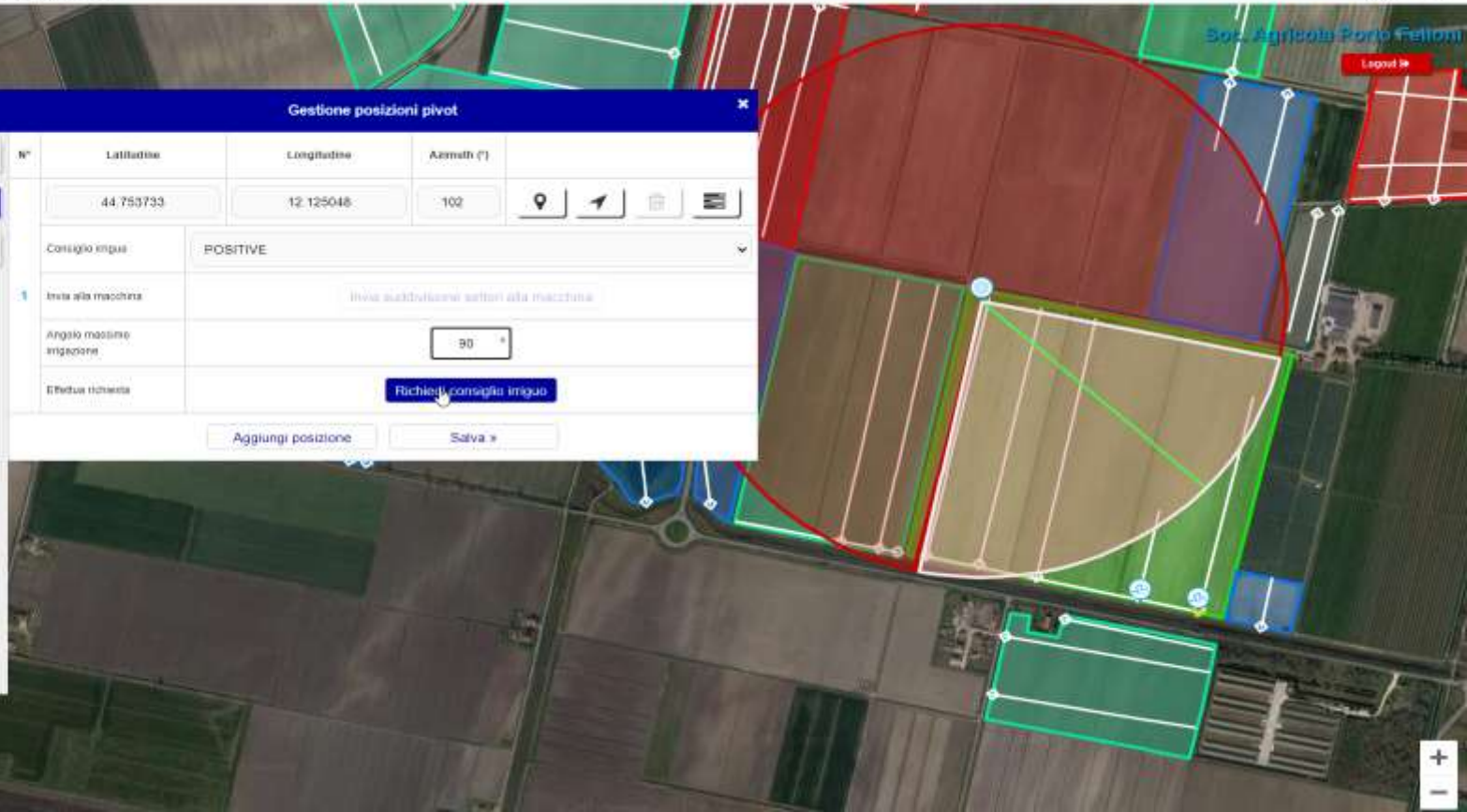
Consiglio irrigui: POSITIVE

Invia alla macchina [invia suddivisione settori alla macchina](#)

Angolo massimo irrigazione: 90

Effetua richiesta [Richiedi consiglio irrigui](#)

[Aggiungi posizione](#) [Salva >](#)



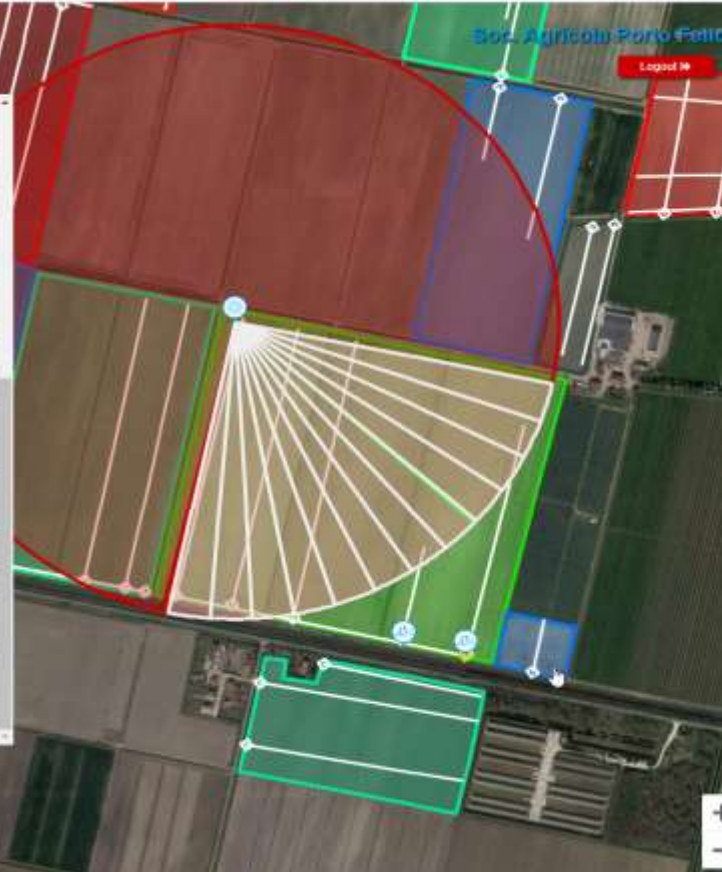


Pivot - Panoramica

- Pivot_0_Campate
- Porto Felloni 160
- Porto Felloni 150 CABINA
- Porto Felloni 150 VECCHIO

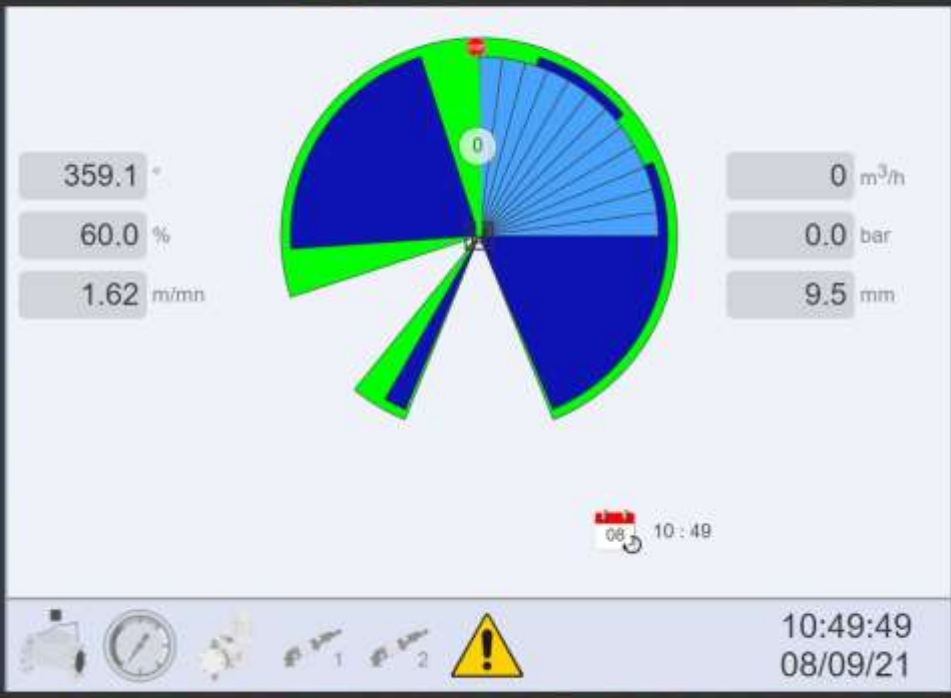
Settore 3	15 *	22.5 *	13 mm	13 mm	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 4	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 5	22.5 *	30 *	13 mm	13 mm	
Settore 6	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 7	30 *	37.5 *	13 mm	13 mm	
Settore 8	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 9	37.5 *	45 *	13 mm	13 mm	
Settore 10	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 11	45 *	52.5 *	12 mm	12 mm	
Settore 12	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 13	52.5 *	60 *	12 mm	12 mm	
Settore 14	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 15	60 *	67.5 *	12 mm	12 mm	
Settore 16	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 17	67.5 *	75 *	12 mm	12 mm	
Settore 18	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 19	75 *	82.5 *	12 mm	12 mm	
Settore 20	Da	A	Piuviosmetria indietro	Piuviosmetria avanti	<input type="checkbox"/> Fertirrigazione indietro <input type="checkbox"/> Fertirrigazione avanti
Settore 21	82.5 *	90 *	11 mm	11 mm	

Aggiungi posizione Salva »



Pivot

- Pivot_9_Campate
- Porto Felloni 100
- Porto Felloni 150 CABINA
- Porto Felloni 150 VECCHIO

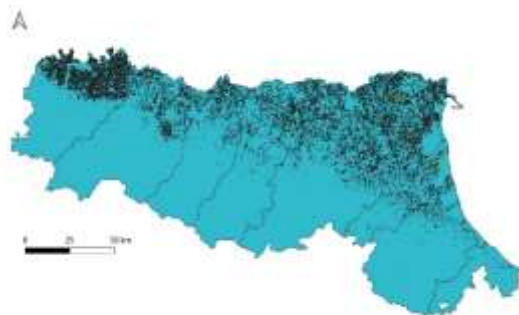


Configurazioni

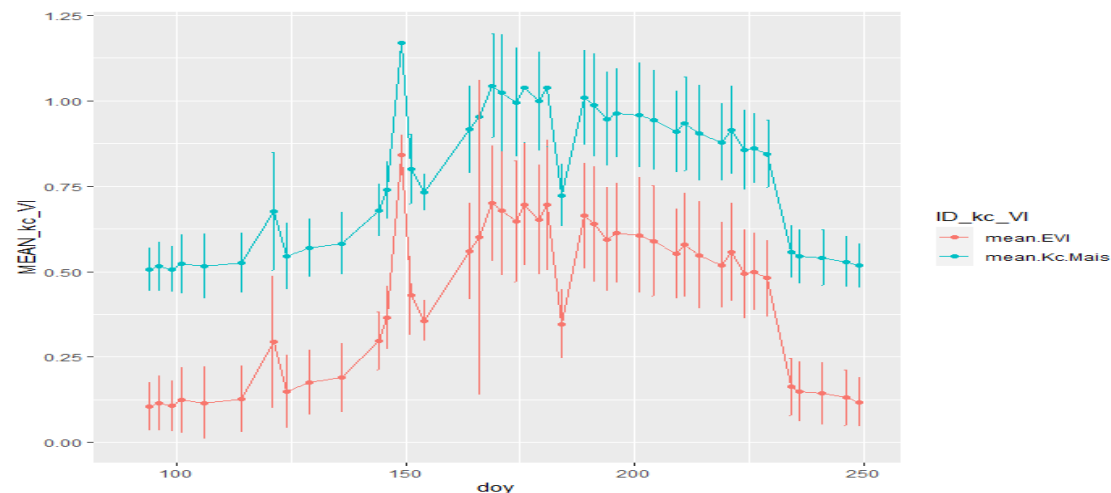
Elimina tutte le configurazioni

SIS

Ricadute progetto POSITIVE: Simulazione su mais e pomodoro, aprile - agosto 2020



43.520	Appezamenti di pomodoro e mais (fonte agrea)
2.500	SCENARI IF su cui è stato calcolato il volume irriguo



$$E_{te} = E_{to} \times K_c$$

Risparmio idrico conseguito 5-10%
150-200 mc/ha



Ricadute progetto POSITIVE

$$Ete = Eto \times Kc$$

Risparmio idrico conseguito
5-10% **150-200 mc/ha**

ANNO 2020 - Superfici coltivate a Mais e Pomodoro in RER



ANNO 2020 - RISPARMIO IDRICO PER PROVINCIA



Considerando 10€/mc il costo unitario per la costruzione di un vaso, equivale a circa **200 milioni di €**

Considerando 0,75 millesimi di €/mc/m equivale a circa **1 milione di € di risparmio di costi di sollevamento**

Il coinvolgimento ampio dei portatori di interesse

Nei progetti POR FESR della Regione Emilia-Romagna è obbligatorio un ***coinvolgimento ampio degli stakeholder***

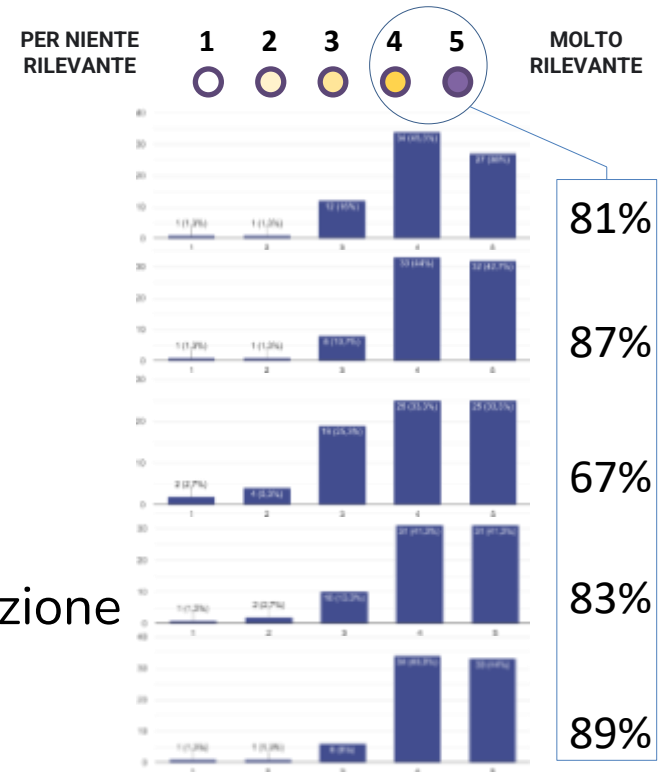
- Elemento importante di valutazione per selezione, in itinere e a posteriori
- Produzione di materiale di disseminazione cartaceo e multimediale (in epoca COVID!)
- Numerosi webinar (anche con 150+ utenti collegati)
- Attività di disseminazione a tutti i livelli, dalle scuole superiori, agli eventi cittadini, alle associazioni di categoria
- Incontri con rappresentanti della regione e ARPAE
- Partecipazione a fiere e eventi di dimostrazione
- Missioni e incontri con partner esteri
- Produzione di videoscribing
- Questionari con stakeholder



Rilevanza delle attività POSITIVE

Sondaggio con i portatori di interesse - Marzo 2021, 75 risposte

- Validazione di indici vegetazionali
- Pubblicazione di mappe di indici vegetazionali
- Sviluppo di sensoristica innovativa
- Consiglio di precisione VR e automazione irrigazione
- Gestione irrigazione tramite GIS





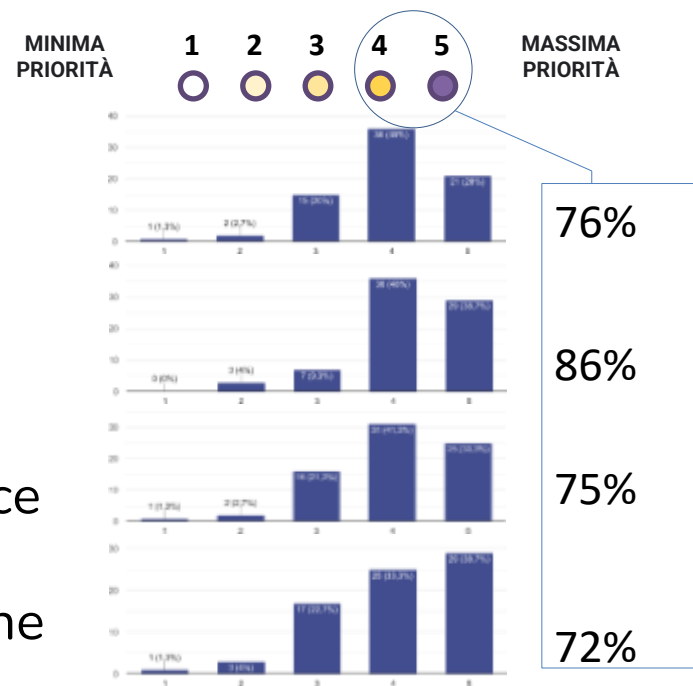
Le priorità per rendere fruibili i risultati di POSITIVE

Sondaggio con i portatori di interesse - Marzo 2021, 75 risposte

- Ulteriore validazione di indici vegetazionali
- Servizio stabile di pubblicazione di mappe di indici vegetazionali
- Standardizzazione di altri protocolli e interfacce
- Ulteriore sviluppo di sensoristica per irrigazione

Segnalazioni esplicite:

- **Sensori più accurati**, con risposte confrontabili e protocolli standardizzati
- **Validazione del consiglio irriguo** migliorato e confronto con rese agronomiche



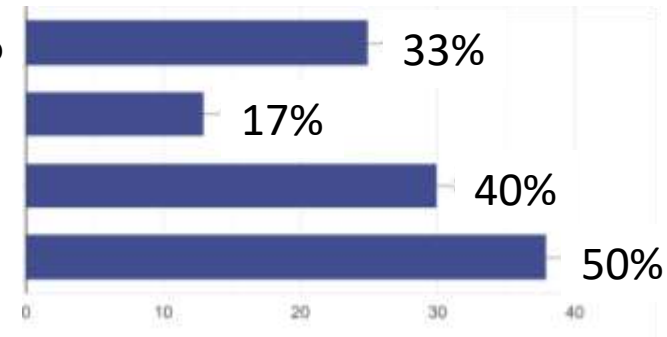


Le innovazioni di POSITIVE, in pratica?

Sondaggio con i portatori di interesse - Marzo 2021, 75 risposte

- Il 99% degli intervistati è intenzionato ad attuare almeno una delle seguenti innovazioni entro 5 anni:

- Registrazione di appezzamenti a servizio di consiglio irriguo
- Acquisto di macchine irrigatrici con capacità di VR
- Acquisto di sensoristica per irrigazione
- Acquisto di un GIS aziendale



Da tutte le risposte traspare una forte spinta verso un'agricoltura digitale per essere di precisione



Quali azioni per POSITIVE e per la Regione?

Sondaggio con i portatori di interesse - Marzo 2021, 75 risposte

- Per POSITIVE:
 - **Più attrezzature** rese interoperabili con interfacce standard e protocolli operativi scalabili: ridurre l'altezza della torre di Babele
 - **Più dialogo** con i Consorzi di Bonifica
 - **Più condivisione** e formazione con aziende e utenti
- Per la Regione ER:
 - **Comunicare** e diffondere i risultati di POSITIVE, anche con azioni istituzionali
 - **Promuovere** formazione su questi temi - skill, upskill, reskill
 - **Sostenere** la partecipazione a fiere di agricoltori e fornitori di soluzioni come occasione di confronto aperto



I partner di POSITIVE



Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione
POSITIVE

Grazie per l'attenzione

Contatti e riferimenti:

stefano.caselli@unipr.it

www.progettopositive.it