



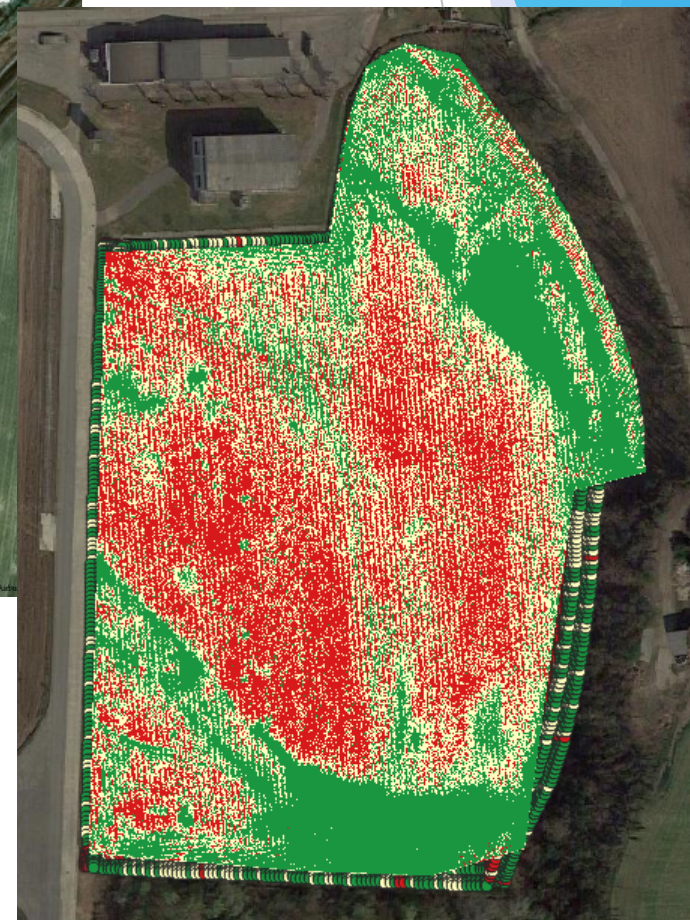
elio.romano@crea.gov.it



Tecnologie per l'applicazione delle strategie di Agricoltura di Precisione

Elio Romano
CREA-IT

Centro di Ricerca in Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari
Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



1920: nasce l'ISMA a Milano, la **transizione** verso l'introduzione delle macchine in agricoltura.

1957: trasferimento a Treviglio nella nuova sede, la **transizione** verso la ricerca sulle macchine, l'ergonomia e l'armonizzazione delle prove a livello internazionale (OCDE).

1990-2017: riforme varie fino alla creazione del CREA e dei **12 Centri di ricerca**, la **transizione** verso l'economia circolare e il digitale.



Torino



Milano



Treviglio (BG)

Monterotondo (RM)

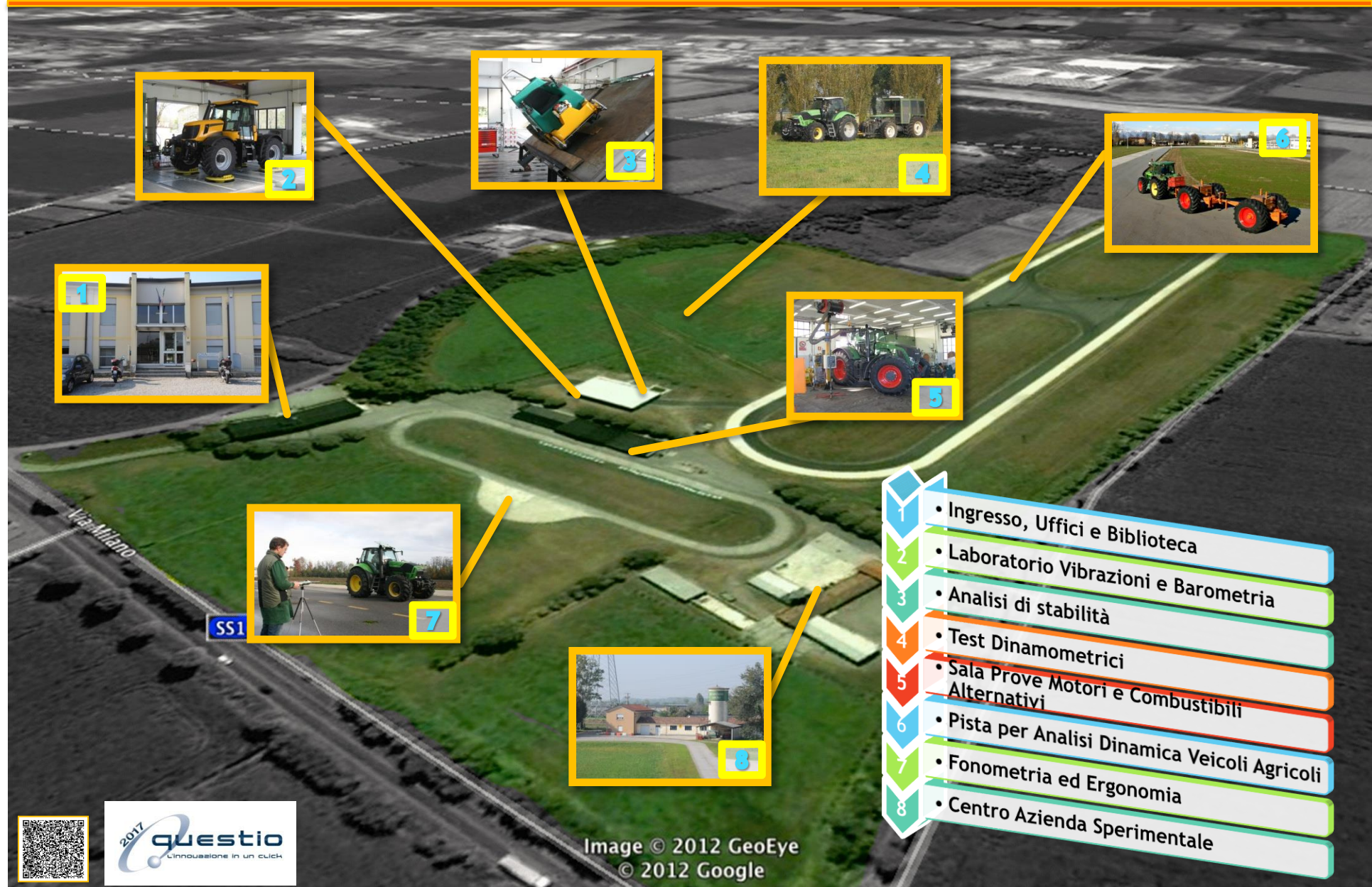


Villanova di Cepagatti (PE)

Roma



Ruolo	N.
R/T	65
Tecnici	58
Amministrativi	20
A contratto	10
Totale	153



- 1 • Ingresso, Uffici e Biblioteca
- 2 • Laboratorio Vibrazioni e Barometria
- 3 • Analisi di stabilità
- 4 • Test Dinamometrici
- 5 • Sala Prove Motori e Combustibili Alternativi
- 6 • Pista per Analisi Dinamica Veicoli Agricoli
- 7 • Fonometria ed Ergonomia
- 8 • Centro Azienda Sperimentale

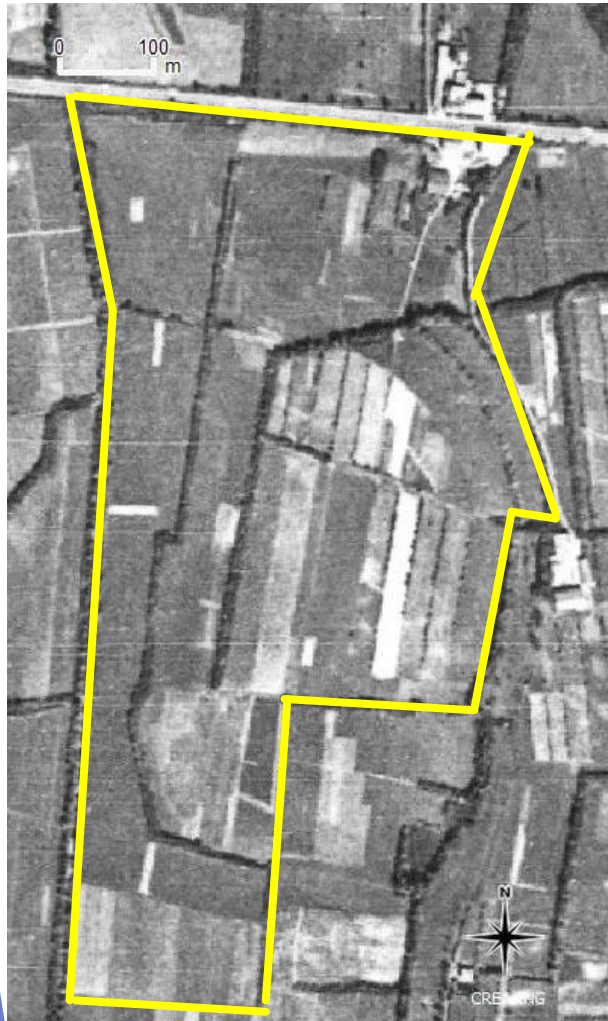


Il Centro di Ricerca di Treviglio: 15 ha di area sperimentale



Alla ricerca della variabilità: il suolo

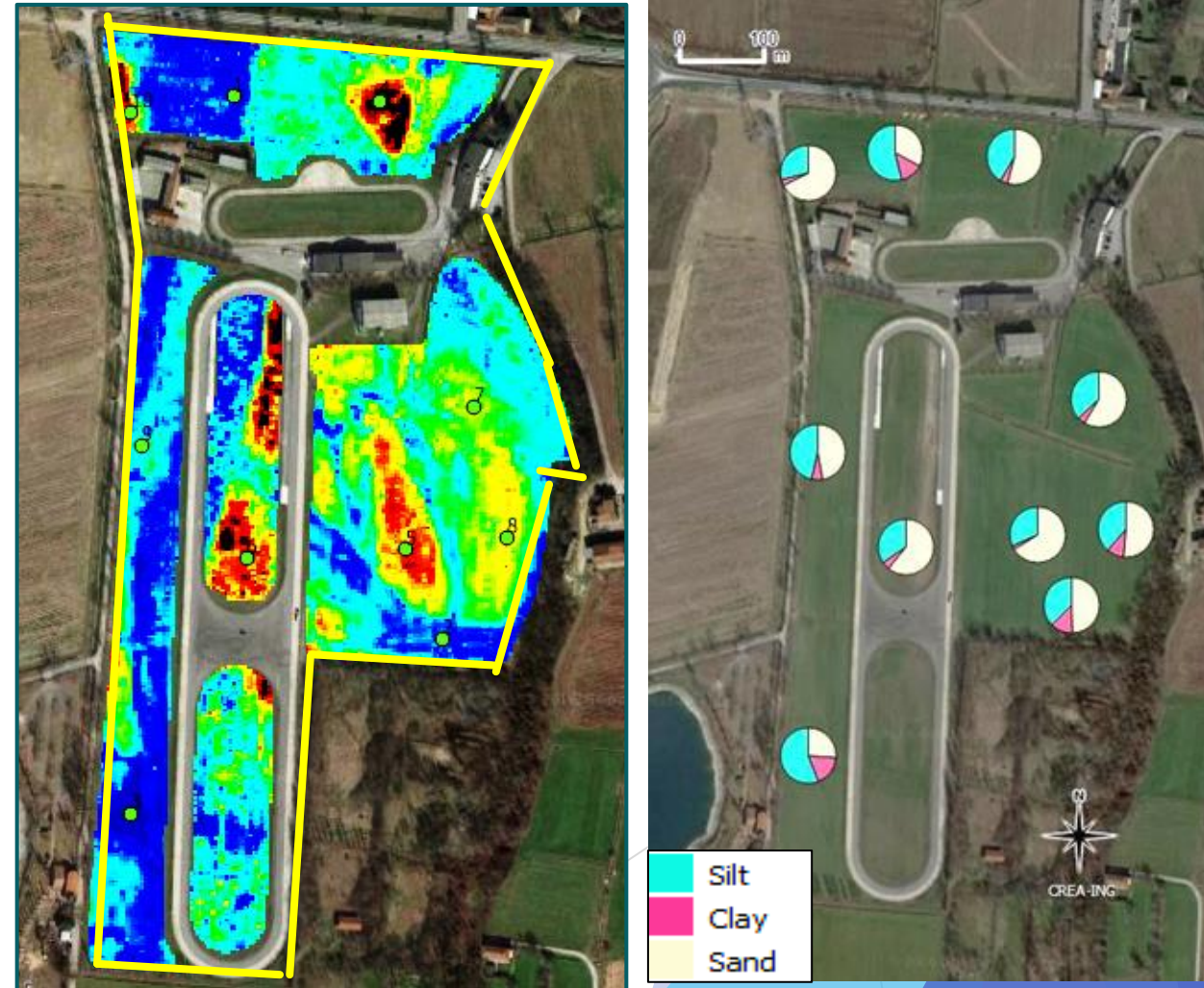
1954



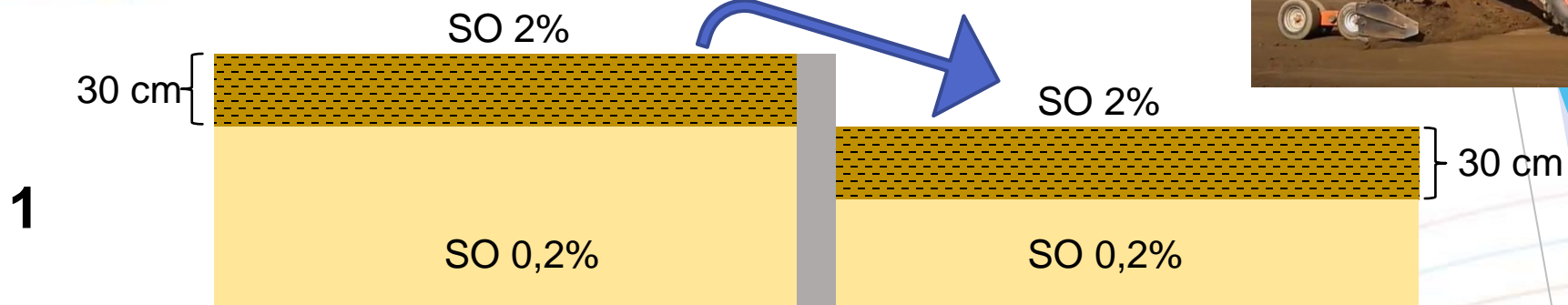
2014



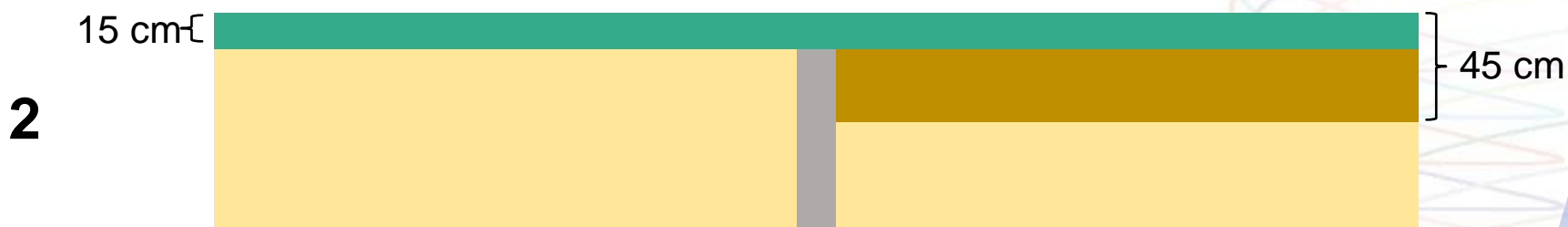
2016



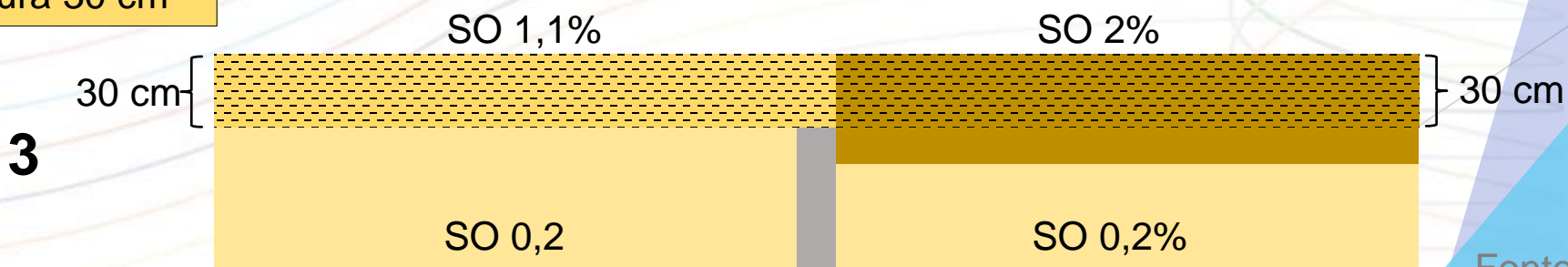
La variabilità del suolo può avere origine antropica



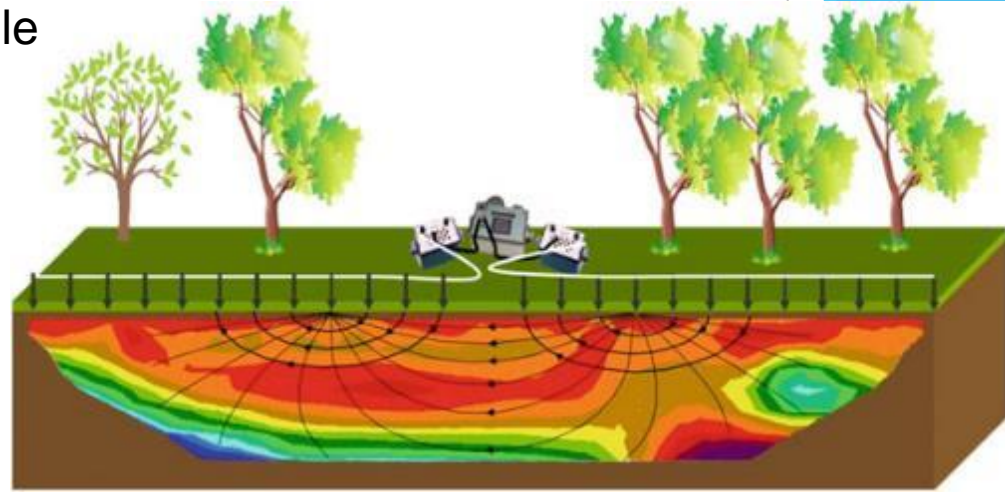
Dopo livellamento



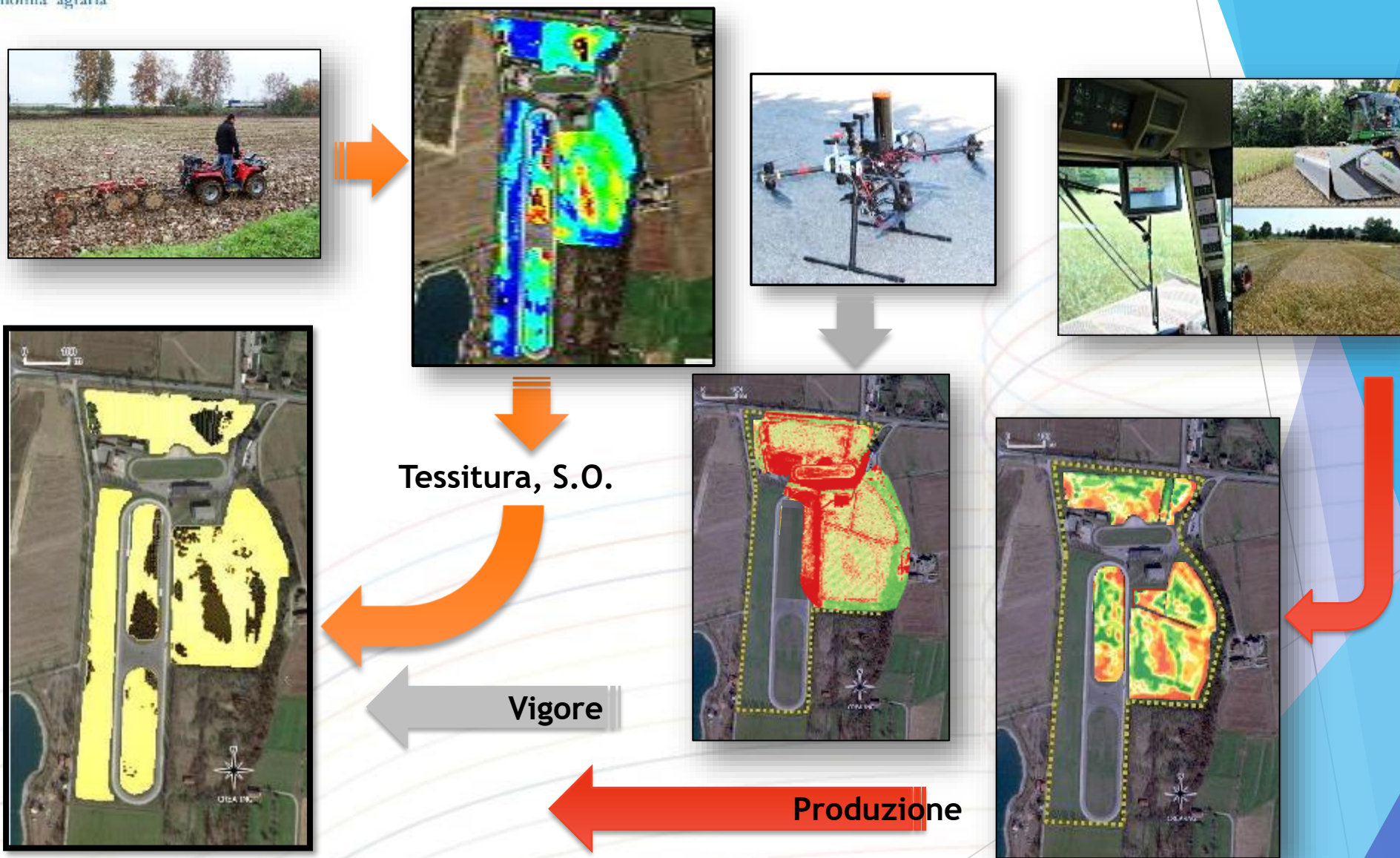
Dopo aratura 30 cm



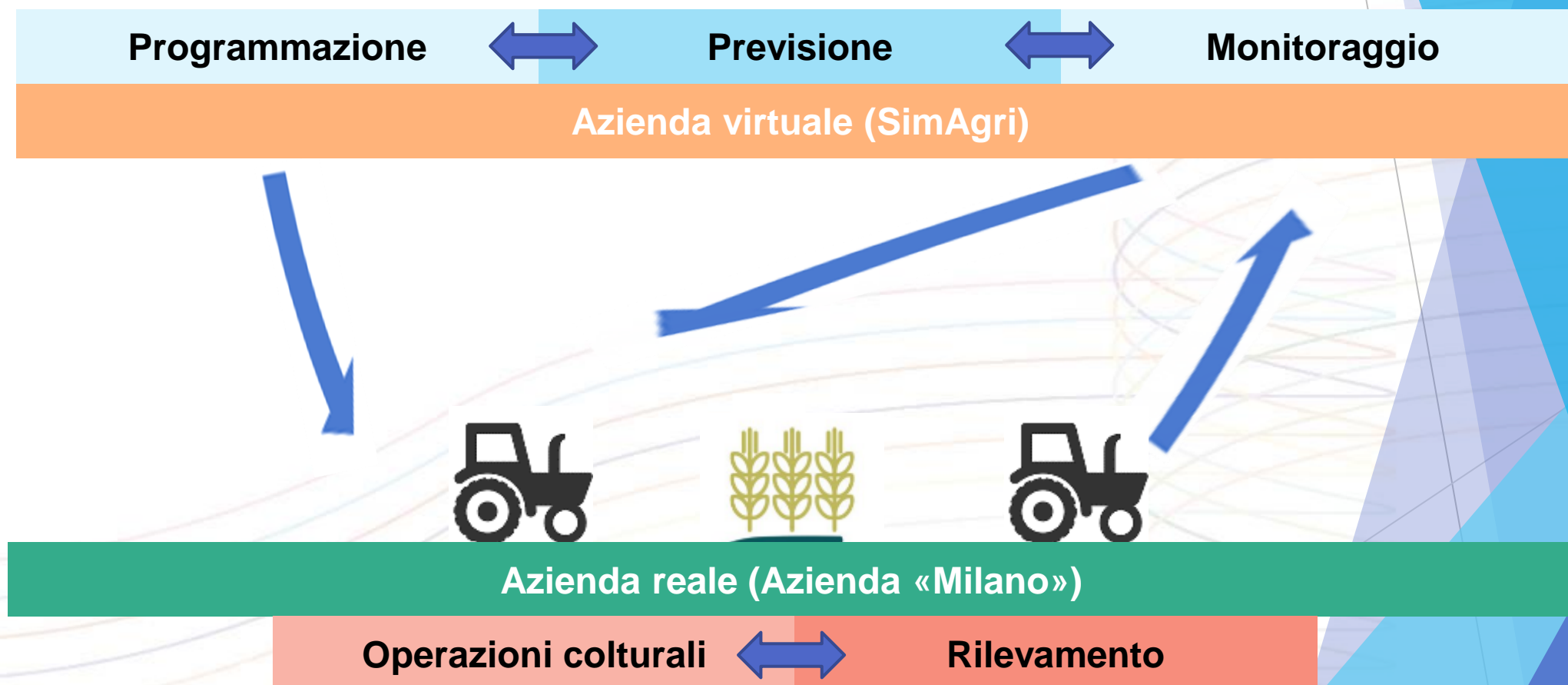
Transizione: dalle analisi del suolo «medie» alle
analisi georeferenziate



Le cause di variabilità sono numerose: è possibile gestirle?



Verso l'agricoltura di ultra-precisione e l'approccio «digital twin»



A collage of four images showing a person using a precision agriculture simulator. The person is seated in a black office chair, wearing a white t-shirt and a dark green safety vest. They are holding a black steering wheel and a gear shifter. The simulator consists of several large monitors displaying a 3D virtual environment of a farm with green fields and a blue sky. Two smaller monitors on the desk show data and maps. The person is looking at the screens and operating the controls. The text "Simulatore per Strategie di Agricoltura di Precisione" is overlaid on the left side of the image.

Simulatore per Strategie di Agricoltura di Precisione

- Simulatore fisco-virtuale
- Configurabile a seconda delle esigenze
- Indipendente dalla stagionalità e dalle dimensioni aziendali



Il Centro di Ricerca di Treviglio: 15 ha di area sperimentale



Le attività di ricerca del CREA-IT di Treviglio

1. Tecnologie per l'allevamento

2. Foraggicoltura

3. Gestione reflui organici

4. Energia da biomassa e rinnovabile

5. Chimica da biomassa

6. Sicurezza ed ergonomia

7. Colture specializzate

8. Trattori e pneumatici

9. Agricoltura di precisione



Contesto istituzionale e strategico dell'Agricoltura di Precisione

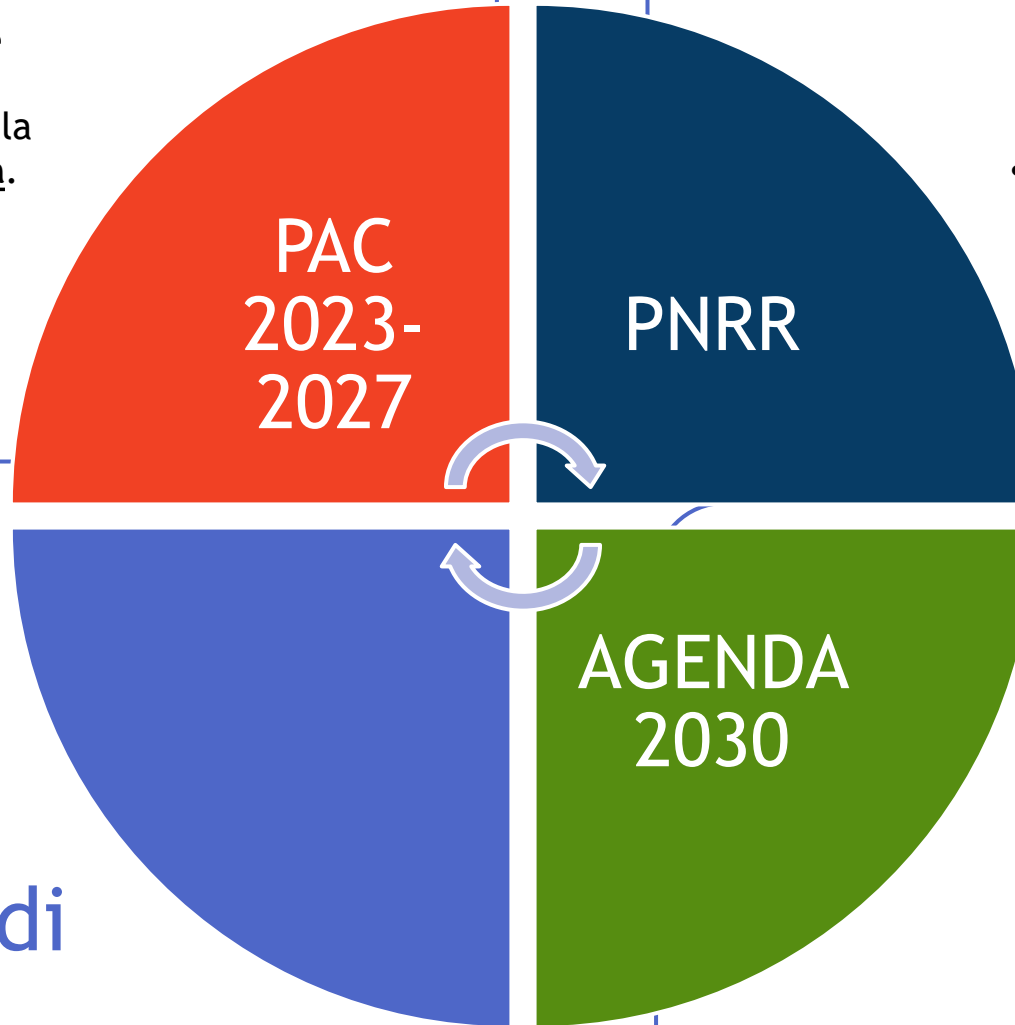
Negli ultimi anni l'agricoltura, insieme ad altri settori strategici, è chiamata a confrontarsi con tre grandi transizioni:

- **transizione ecologica**, per garantire sostenibilità ambientale e tutela delle risorse naturali;
- **transizione digitale**, per modernizzare i processi produttivi e decisionali attraverso dati e tecnologie;
- **transizione energetica**, per ridurre le emissioni e favorire l'uso efficiente delle risorse.

Queste priorità non sono solo dichiarazioni di principio, ma hanno trovato una formalizzazione concreta in strumenti di programmazione e finanziamento a livello europeo e nazionale.

- **Ecoschemi**, che premiano le pratiche agricole sostenibili, molte delle quali possono essere applicate e monitorate proprio attraverso le tecnologie di precisione;
- **La condizionalità rafforzata** e le nuove misure agro-climatico-ambientali che richiedono un approccio più puntuale alla gestione degli input e alla tracciabilità.

Contesto istituzionale e strategico dell'Agricoltura di Precisione



- **Missione 2 — Rivoluzione verde e transizione ecologica**, si parla esplicitamente di agricoltura di precisione, di gestione sostenibile delle risorse e di utilizzo di dati satellitari e sensori per migliorare l'efficienza produttiva e ambientale;
- **Missione 1 — Digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo**, è prevista la digitalizzazione anche del comparto agricolo, con particolare attenzione alla connettività rurale e all'adozione di sistemi digitali integrati.

- **Obiettivo 2**: porre fine alla fame, garantire sicurezza alimentare e promuovere un'agricoltura sostenibile.
- **Obiettivo 12**: garantire modelli sostenibili di produzione e consumo.
- **Obiettivo 13**: combattere il cambiamento climatico.
- **Obiettivo 15**: proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile degli ecosistemi terrestri.

Il ruolo della transizione digitale

La **strategia europea per la transizione digitale** e le politiche nazionali a essa collegate riconoscono l'agricoltura come uno dei settori prioritari per l'adozione di tecnologie digitali:

- dati georeferenziati
- sensori IoT in campo
- piattaforme GIS e DSS per il supporto alle decisioni
- robotica e automazione agricola

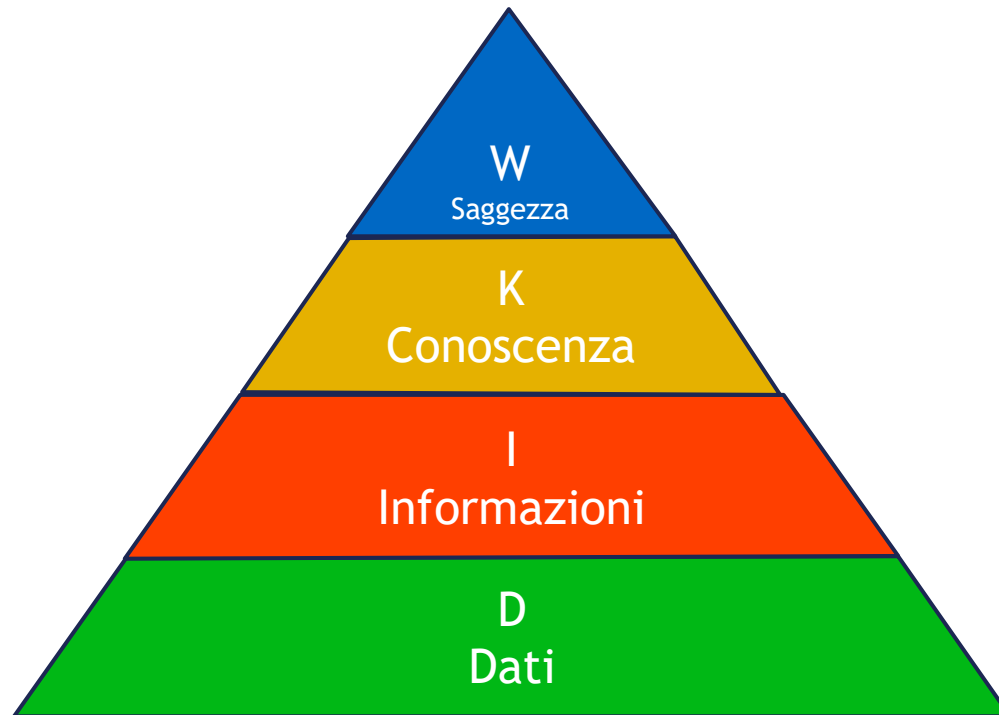
Tutte queste innovazioni non sono più opzionali, ma strumenti necessari per mantenere **competitività** e **sostenibilità economica e ambientale**.

«...è previsto l'utilizzo di dati satellitari e intelligenza artificiale per implementare un sistema avanzato e integrato di monitoraggio e previsione, per identificare tempestivamente i possibili rischi, i relativi impatti sui sistemi naturali e antropici e definire di conseguenza le risposte ottimali.»

Definizione di Agricoltura di Precisione

«L'agricoltura di precisione è una **strategia gestionale** che raccoglie, elabora e analizza **dati temporali, spaziali e individuali** che combina con altre informazioni

per supportare le decisioni di gestione in base alla **variabilità stimata** per migliorare **l'efficienza nell'uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità** della produzione agricola»



Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33(2), 163-180. <https://doi.org/10.1177/0165551506070706>

Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of applied systems analysis*, 16(1), 3-9.

Saggezza: Capacità di seguire la ragione nel comportamento e nei giudizi

WISDOM

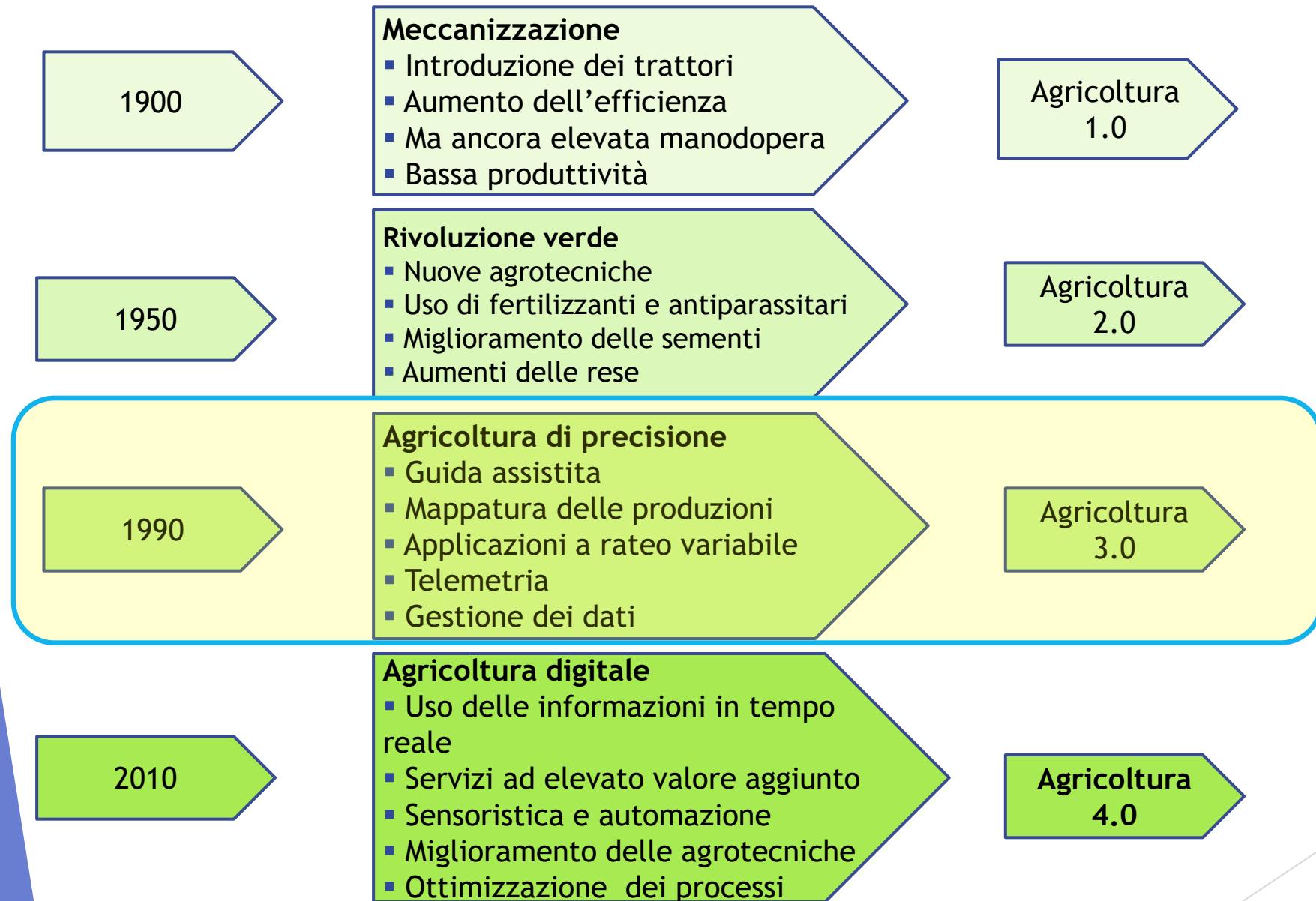
KNOWLEDGE

INFORMATION

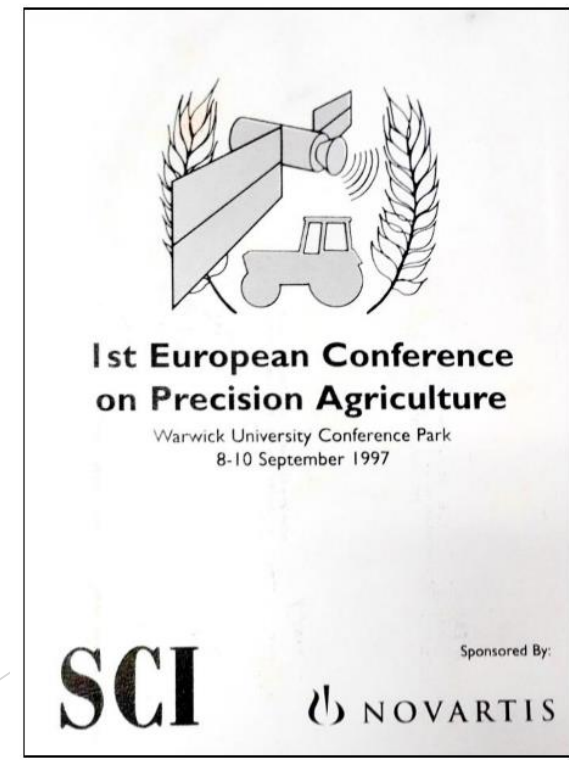
DATA



Evoluzione dell'agricoltura

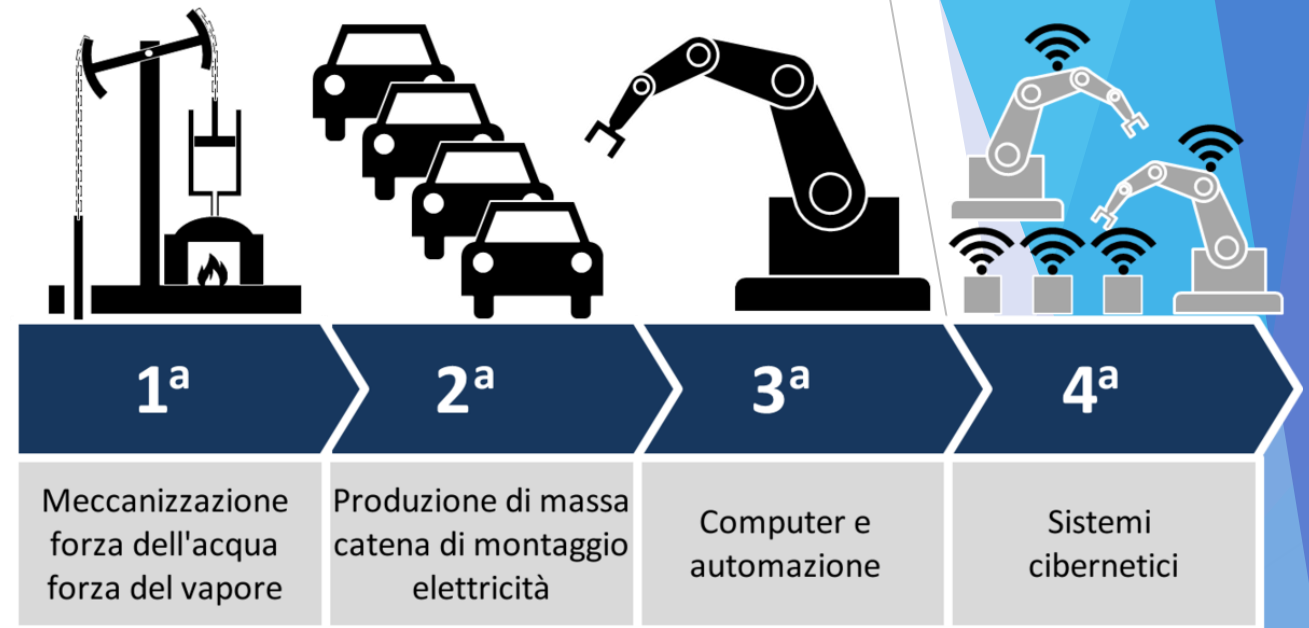


Fonte: CEMA -European Agricultural Machinery, 2017



Industria 4.0

- ▶ Il termine **Industria 4.0** indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di business e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti.
- ▶ prende il nome dall'iniziativa europea **Industry 4.0**, a sua volta ispirata ad un progetto del governo tedesco. Nello specifico la paternità del termine tedesco Industrie 4.0 viene attribuita a **Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas e Wolfgang Wahlster** che lo impiegano per la prima volta in una comunicazione, tenuta alla Fiera di Hannover del 2011.
- ▶ Concretizzato alla fine del 2013, il progetto per l'industria del futuro Industrie 4.0 prevedeva investimenti su **infrastrutture, scuole, sistemi energetici, enti di ricerca e aziende per ammodernare il sistema produttivo tedesco** e riportare la manifattura tedesca ai vertici mondiali rendendola competitiva a livello globale.



Cibernetica:

Vasto programma di ricerca interdisciplinare, rivolto allo studio matematico unitario degli organismi viventi e, più in generale, di sistemi, sia naturali che artificiali.

Scienza che studia dal punto di vista teorico e applicativo la riproducibilità su macchine del comportamento degli esseri umani.

Digital Farming - Agricoltura Digitale

Smart Farming - Agricoltura Intelligente

Agricoltura
4.0

L'agricoltura digitale o e-agriculture, è uno strumento che raccoglie, archivia, analizza e **condivide digitalmente** dati e/o informazioni elettroniche in agricoltura.

L'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura ha descritto il processo di digitalizzazione dell'agricoltura come la rivoluzione agricola digitale.



Strumenti e strategie che utilizzano in maniera interconnessa tecnologie all'avanguardia a partire dall'utilizzo dei dati per migliorare e ottimizzare la produzione.

Agricoltura 4.0

L'analisi incrociata di **fattori ambientali**, climatici e colturali consente di stabilire il **fabbisogno irriguo e nutritivo** delle coltivazioni, **prevenire patologie**, **identificare infestanti** prima che proliferino;

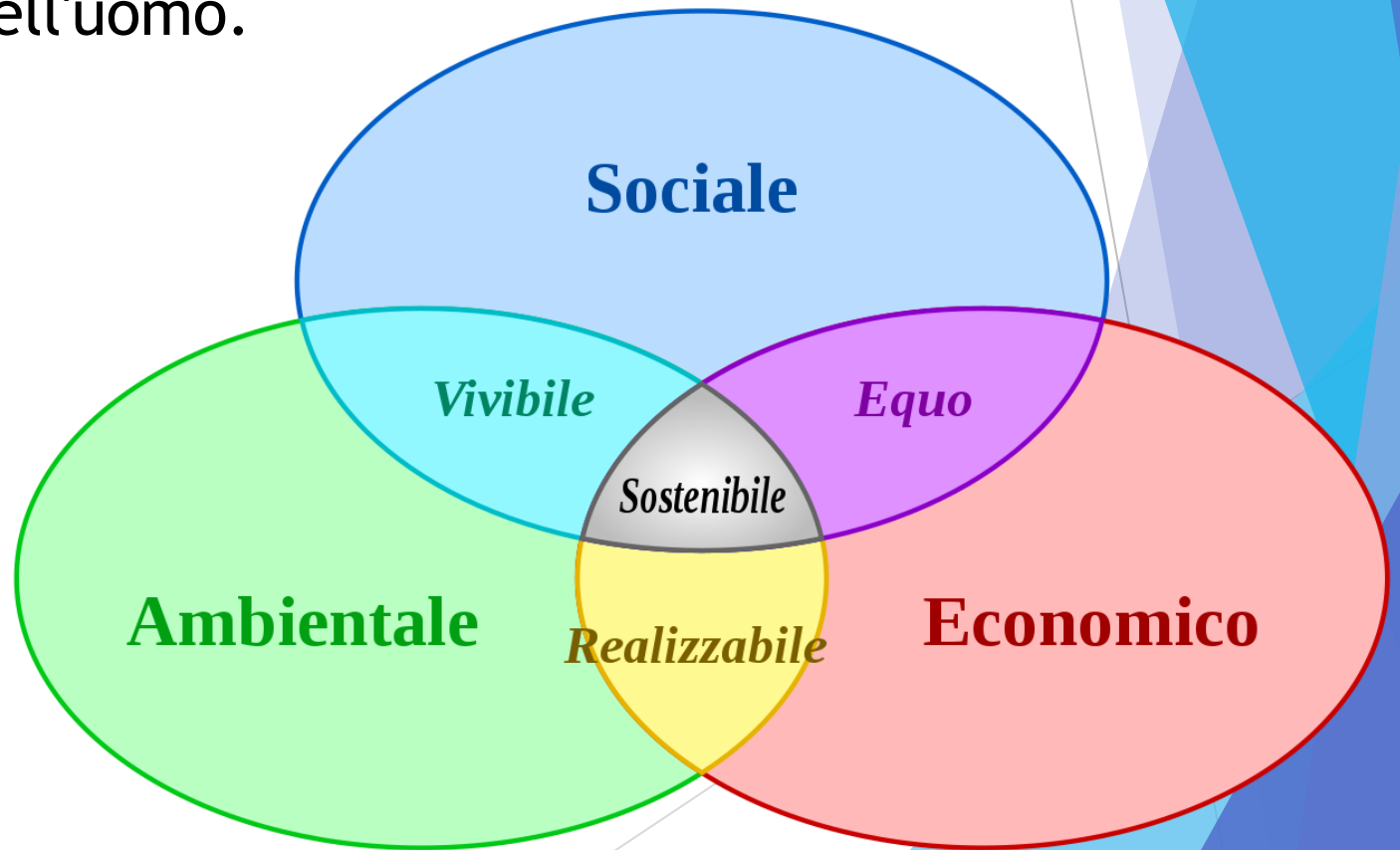
di conseguenza è possibile **intervenire in modo mirato**, **risparmiando risorse materiali** e temporali ed effettuando **interventi più efficaci**, che incidono positivamente sulla **qualità** del prodotto finito.

SOSTENIBILITÀ



- La **sostenibilità** è la caratteristica di un processo o di uno stato che può essere mantenuto a un certo livello indefinitamente. In ambito ambientale, economico e sociale, essa è il processo di cambiamento nel quale lo sfruttamento delle risorse, il piano degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e le modifiche istituzionali sono tutti in sintonia e valorizzano il potenziale attuale e futuro al fine di far fronte ai bisogni e alle aspirazioni dell'uomo.

Sostenibilità

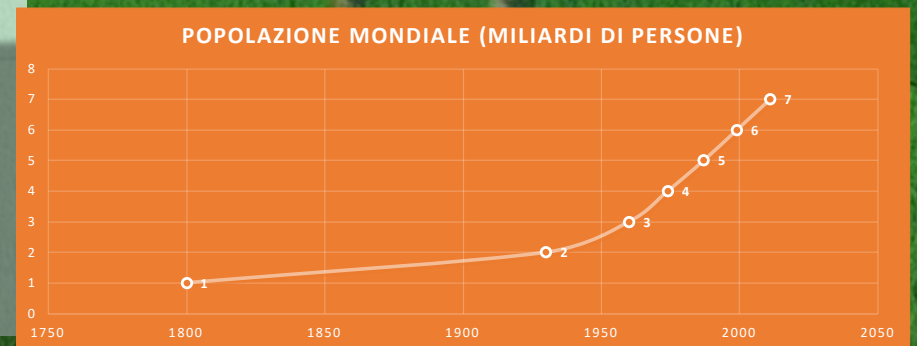


I vantaggi dell'agricoltura di precisione

Produrre di più con una quantità inferiore di risorse e mantenendo alti standard di qualità

Questo tipo di approccio presenta vantaggi:

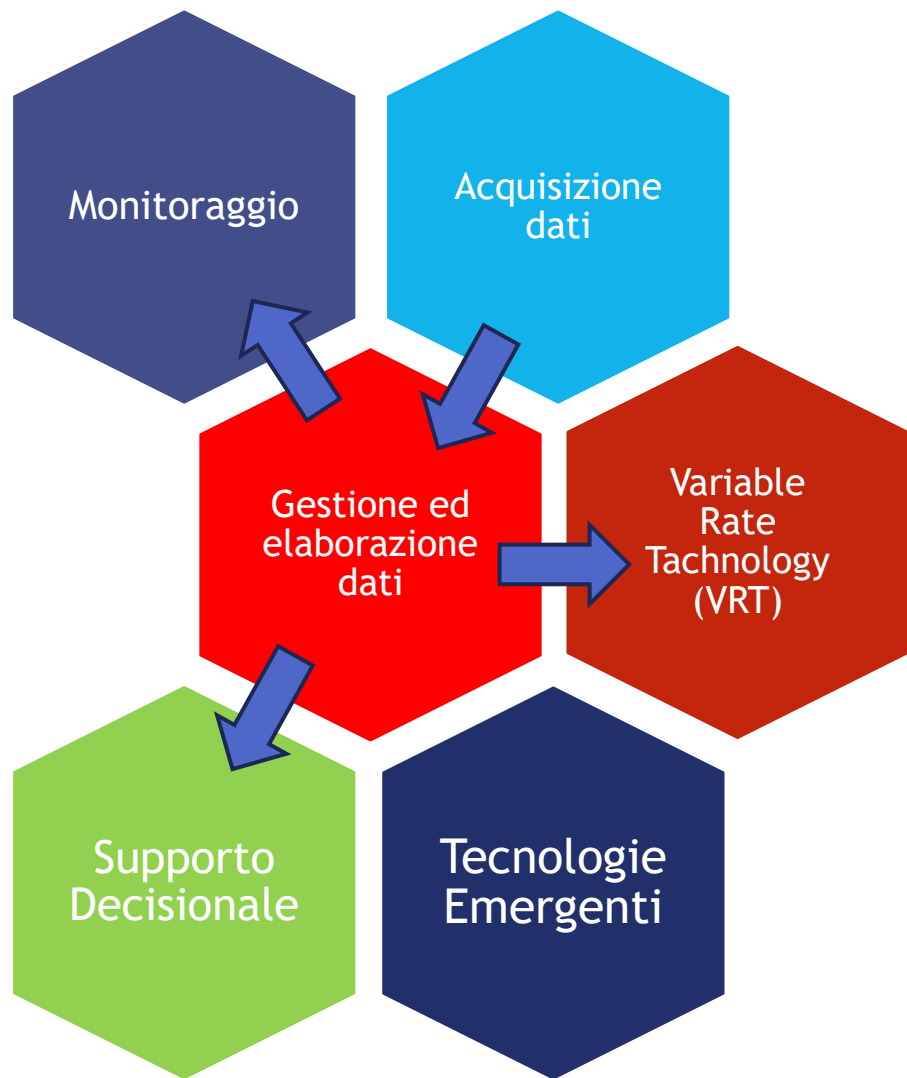
- ▶ **per le aziende agricole**, che possono ottimizzare sforzi e risorse, ridurre consumi e sprechi, **aumentando la produttività dei terreni.**
- ▶ **Per agricoltori e contoterzisti** il lavoro diviene più redditizio anche perché si abbattano i costi orari, grazie a **lavorazioni gestite in maniera più rapida ed efficace: aumentano le performance mentre si riduce l'affaticamento degli operatori**
- ▶ **per l'ambiente**, in quanto si riducono gli sprechi di fertilizzanti e diserbanti, **diminuiscono emissioni e compattamento dei terreni** grazie a un utilizzo più razionale delle risorse
- ▶ Risposta all'aumento del fabbisogno di cibo a livello mondiale, a seguito dell'aumento esponenziale della popolazione a cui stiamo assistendo negli ultimi decenni: secondo le previsioni **nel 2050 le persone da sfamare saranno circa nove miliardi.** La popolazione attuale (feb2021) 7,8 miliardi. [Worldometer - real time world statistics \(worldometers.info\)](https://worldometers.info)



Obiettivi della Precision Farming

- FARE LA COSA GIUSTA
- FARLA NEL MOMENTO GIUSTO
- FARLA NEL MODO GIUSTO



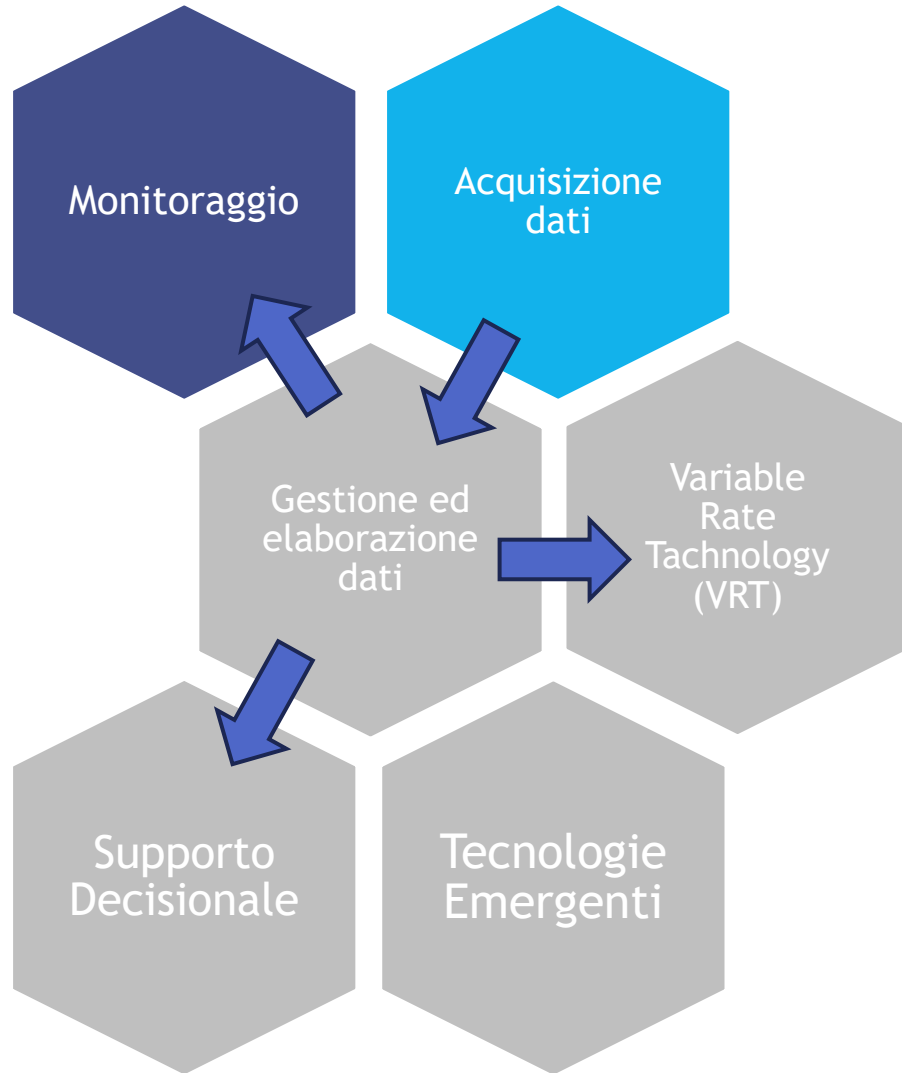


Tecnologie per
l'agricoltura di
precisione

Tecnologie per l'agricoltura di precisione

Tecnologie per l'acquisizione dei dati

Rilevano parametri agronomici, ambientali e produttivi.



A. Sensori prossimali (da terra o su trattore)

- Sensori geoelettrici (mappatura conducibilità elettrica del suolo)
- Spettrometri NIR e iperspettrali (qualità vegetale e del suolo)
- Sensori ottici e multispettrali (NDVI, vigore vegetativo)
- Sensori di clorofilla e contenuto idrico fogliare
- Laser scanner terrestri (LiDAR)
- Sensori per analisi NIR di digestati e liquami in tempo reale

B. Sensori remoti

- Droni con camere RGB, multispettrali, termiche, iperspettrali
- Satelliti Sentinel 1-2-3, PlanetScope, Landsat, WorldView
- Radar satellitari (SAR) per umidità e strutture del suolo

C. Sensoristica ambientale e agrometeorologica

- Stazioni meteo di campo
- Sensori di umidità e temperatura suolo
- Sensori di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR)
- Sensoristica IoT wireless (reti LoRa, Sigfox)

D. Mappatura di resa

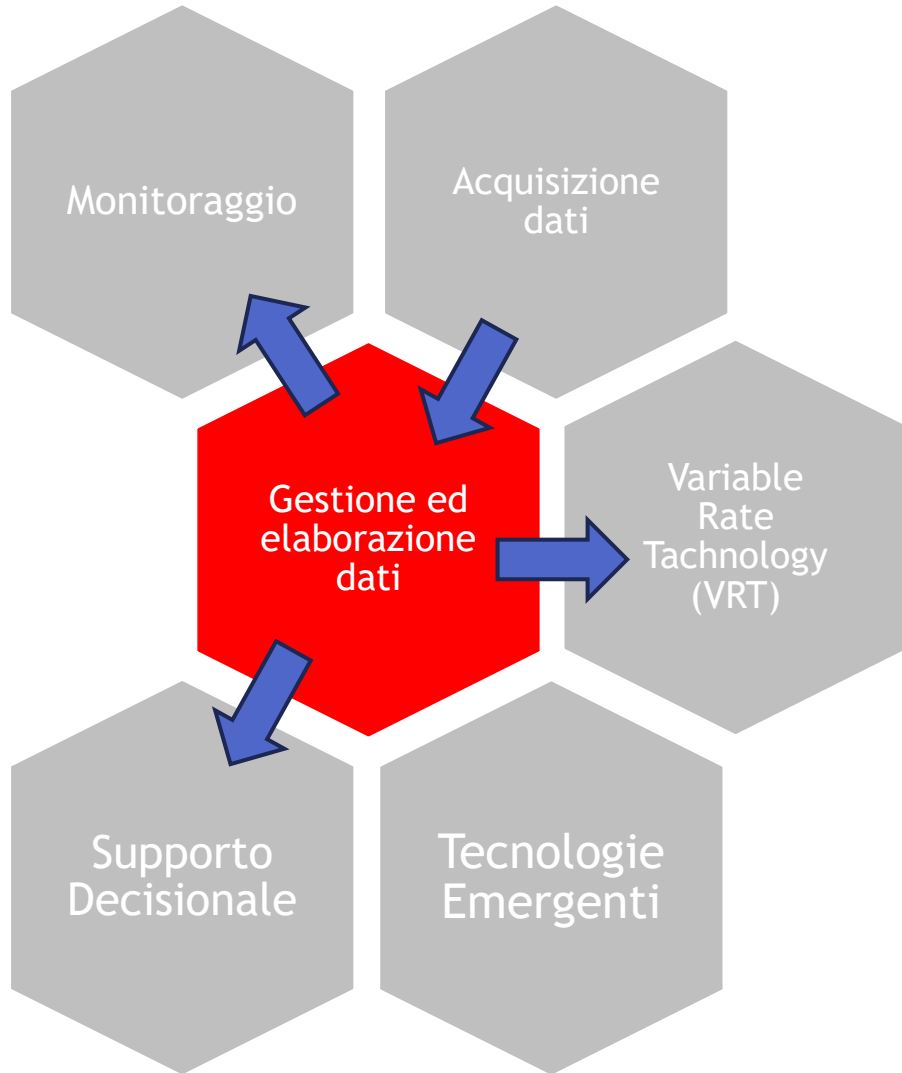
- Sensori su mietitrebbie e vendemmiatrici per peso, umidità, volume, qualità prodotto

Tecnologie per l'agricoltura di precisione

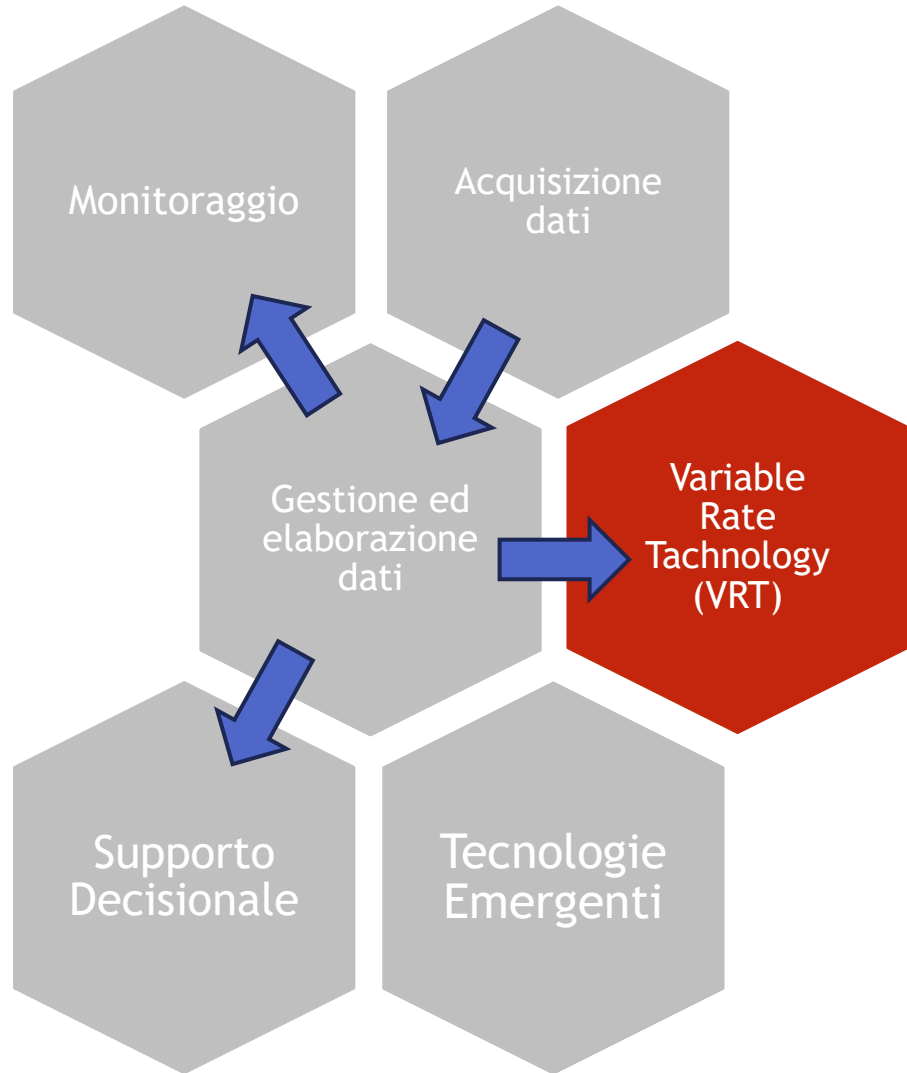
Tecnologie per la gestione e l'elaborazione dei dati

Trasformano i dati grezzi in informazioni operative.

- GIS desktop e web (QGIS, ArcGIS, AgLeader SMS)
- Piattaforme cloud di gestione dati agricoli (xFarm, Climate FieldView, John Deere Operations Center, Trimble Ag)
- Database relazionali e geodatabases
- Sistemi di monitoraggio satellitare per l'irrigazione e l'azoto (es. SatAgro, EOS Crop Monitoring)
- Machine learning e AI per elaborazione big data agricoli
- Modelli agronomici e DSS (Decision Support Systems) specifici per irrigazione, fertilizzazione, protezione colture



Tecnologie per l'agricoltura di precisione



Tecnologie per l'attuazione variabile (Variable Rate Technology - VRT)

Consentono di applicare input diversificati nello spazio.

A. Sistemi di guida e controllo

- Guida assistita
- Sistemi di guida automatica e semi-automatica GPS/RTK
- Traffico controllato (CTF)
- Parallelogrammi per regolazione automatica profondità

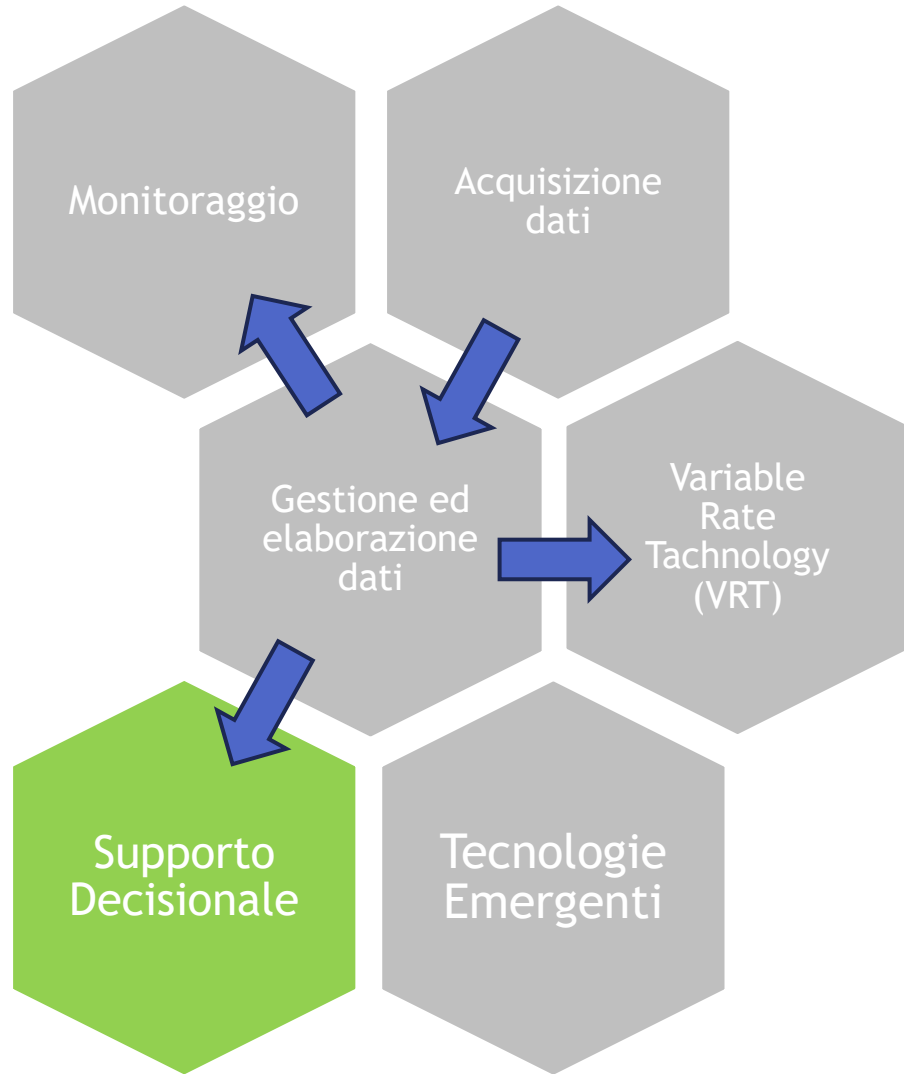
B. Sistemi di distribuzione variabile

- Seminatrici a rateo variabile
- Irroratrici a dosaggio differenziato
- Spandiconcime VRT a controllo elettronico
- Sistemi per fertirrigazione a rateo variabile

C. Macchine intelligenti

- Trattori e attrezzature con ISOBUS e compatibilità standard CCI
- Robot agricoli per diserbo meccanico, raccolta, monitoraggio

Tecnologie per l'agricoltura di precisione

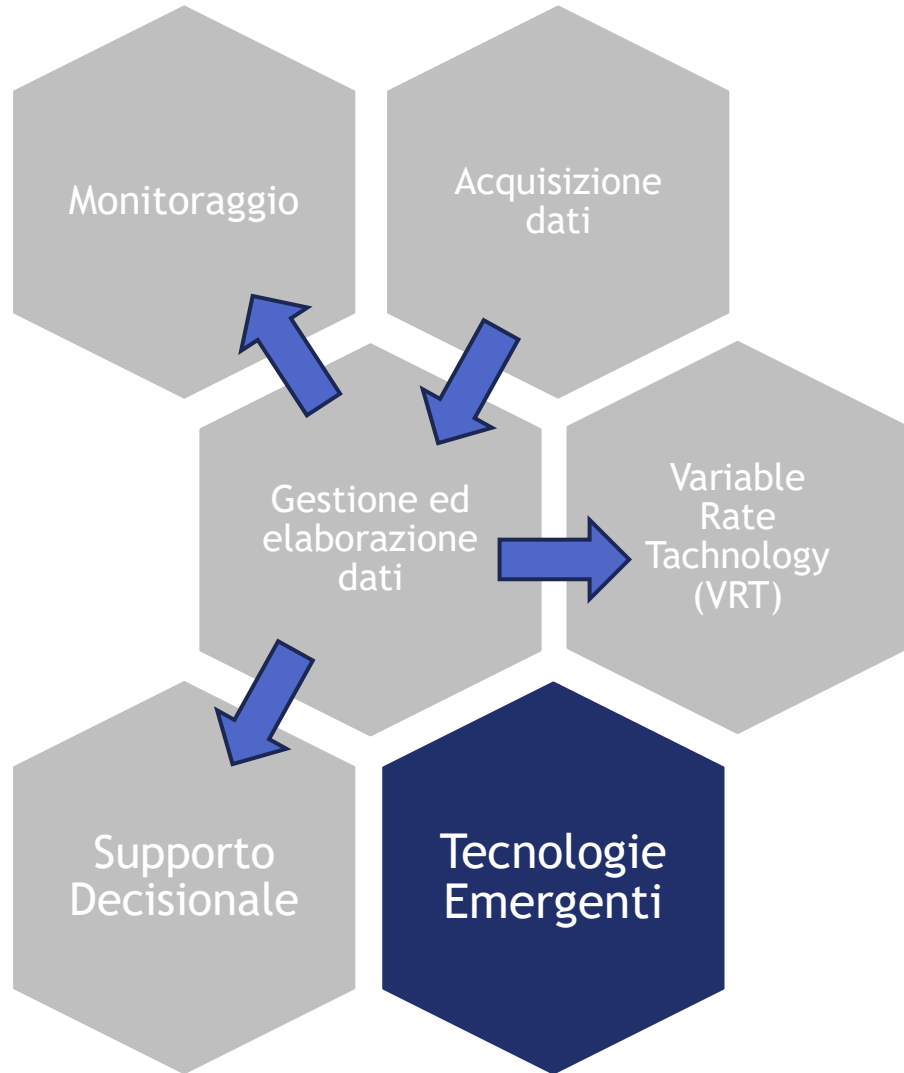


Tecnologie per il supporto decisionale

Strumenti che aiutano l'agricoltore a pianificare e decidere.

- App mobile per scouting in campo
- Piattaforme di modellistica climatica e fitopatologica
- Servizi di advisory agronomico via cloud
- Dashboard e mappe di prescrizione personalizzate
- Sistemi di alert e notifiche predittive per irrigazione, trattamenti, stress biotico e abiotico

Tecnologie per l'agricoltura di precisione



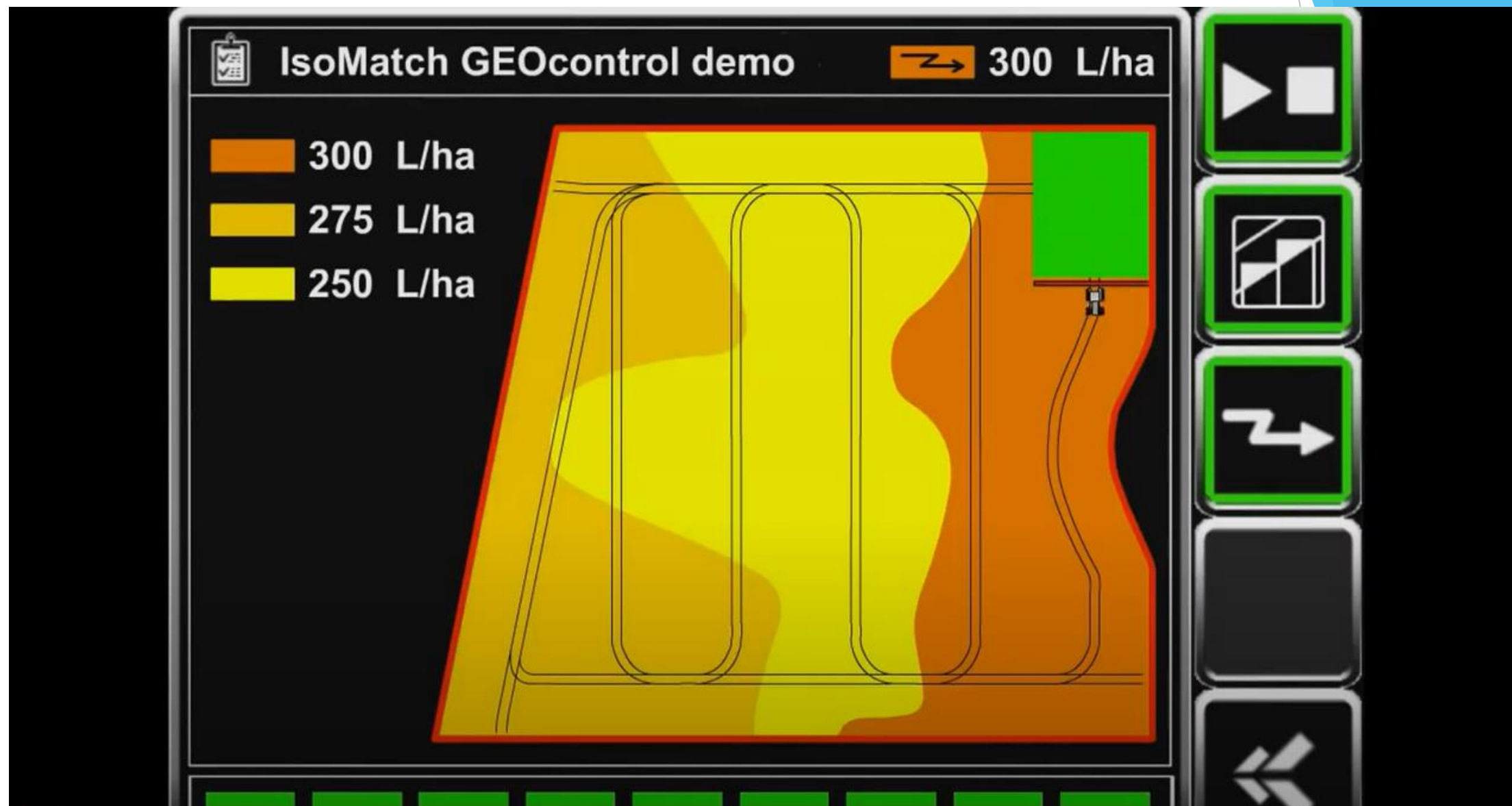
Tecnologie emergenti

- Robot autonomi per raccolta e diserbo interfilare
- Sensori smart direttamente sulle piante
- Blockchain per tracciabilità e smart contracts agricoli
- Reti di sensori con AI integrata a bordo
- LiDAR drone-based per mappatura biomassa 3D
- Sistemi di imaging iperspettrale drone e satellite





La distribuzione a rateo variabile



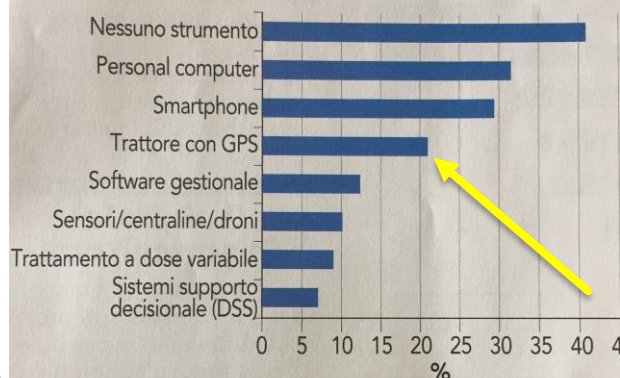
Rapporto Aziende e Tecnologie

SPECIALE

AGGIORNAMENTO TECNICO

Varietà e agrotecniche

GRAFICO 5 - Utilizzo delle tecnologie digitali nel campione delle aziende intervistate

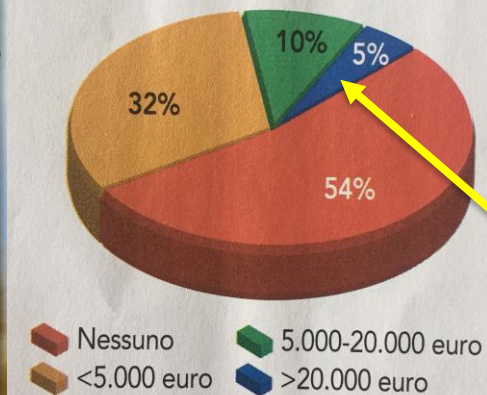


Il 41% degli intervistati ha dichiarato di non utilizzare nessuno strumento digitale nell'attività professionale agricola. Il restante 59% utilizza almeno una delle tecnologie proposte, in primo luogo il Personal computer (utilizzato nel 32% dei casi) seguito dallo smartphone (30%).

infatti la ricerca è al lavoro per innovare a livello tecnologico questa pratica agronomica.

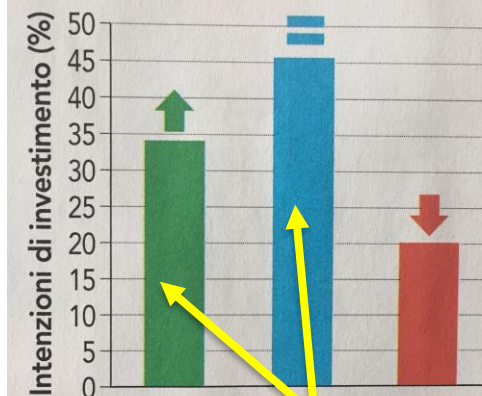
Coordinato da
Lorenzo Andreotti
l.andreotti@informatoreagrario.it

GRAFICO 6 - Investimenti in innovazione digitale negli ultimi 3 anni nelle aziende campione



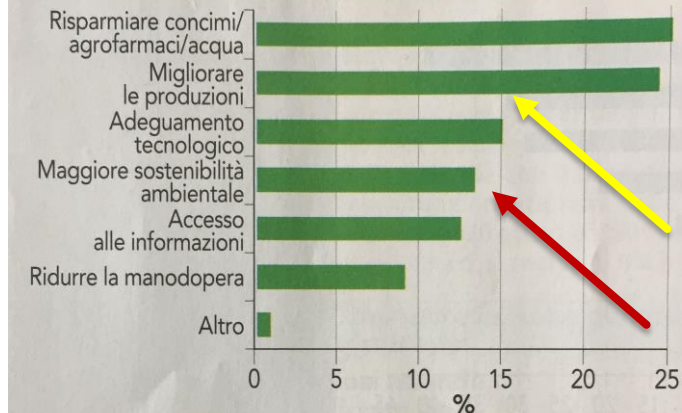
Nell'ultimo triennio solo il 46% degli imprenditori agricoli ha effettuato investimenti, peraltro contenuti sotto i 5.000 euro nei 2/3 dei casi.

GRAFICO 7 - Intenzioni di investimento in innovazione digitale nei prossimi 3 anni



Gli investimenti nel digitale sono comunque destinati ad aumentare: nei prossimi 3 anni il 34% degli intervistati dichiara di voler incrementare la spesa, mentre solo il 20% pensa che la ridurrà. Il restante 46% intende mantenere i livelli di investimento attuali.

GRAFICO 8 - Utilizzo delle tecnologie digitali nel campione delle aziende intervistate



Emergono a pari merito due motivazioni prevalenti per investire in innovazione digitale: risparmio di mezzi tecnici (concimi, agrofarmaci, acqua irrigua) e miglioramento delle produzioni, che si aggiudicano rispettivamente il 25% e il 24% delle risposte.

Fonte: Informatore Agrario 35/2019

Indagine dell'Informatore Agrario su oltre 10.000 contatti - Semine 2019: grano duro previsto in calo.
Di Silvio Cittar



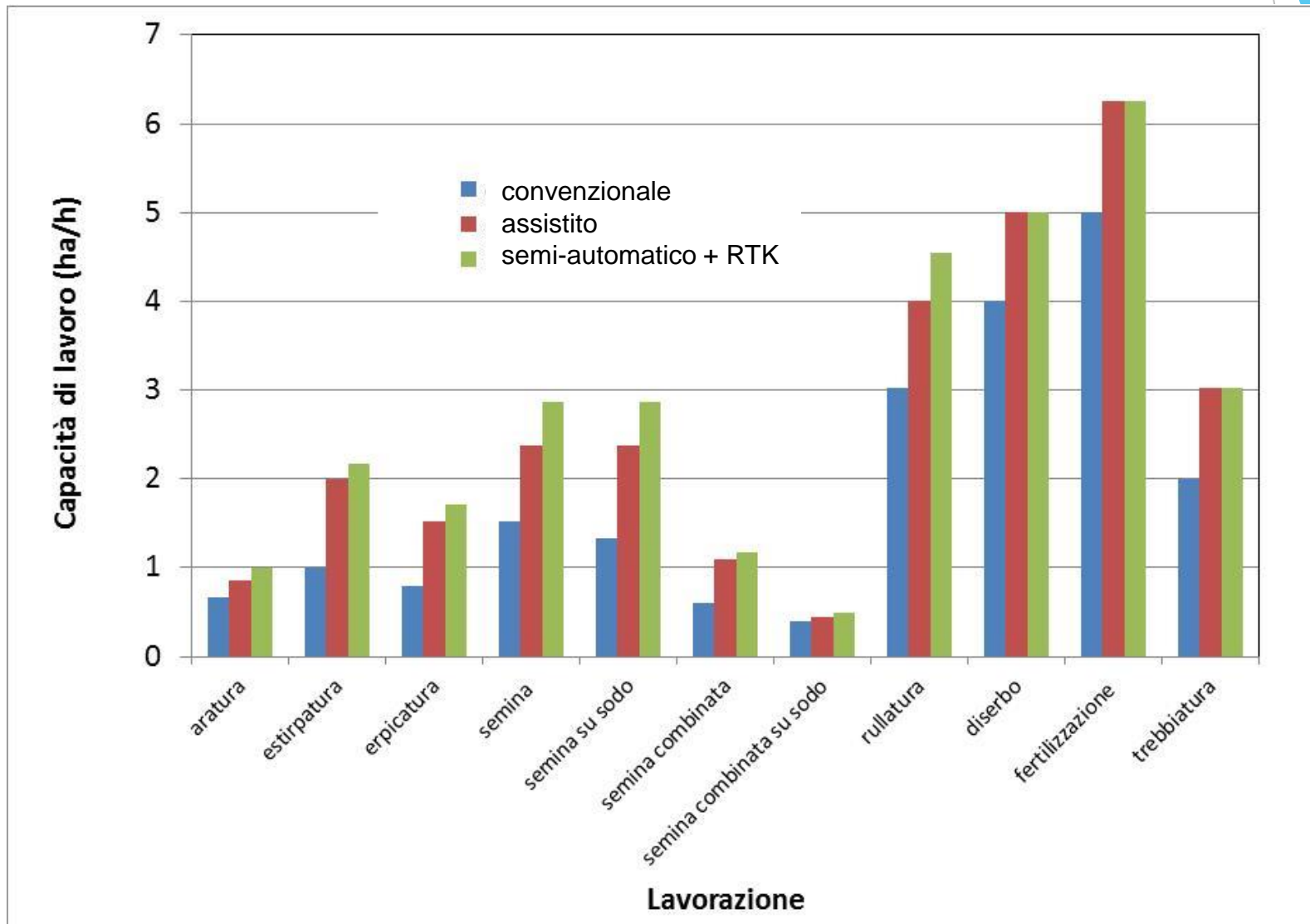
Il **2024** rappresenta un punto di svolta: con una **contrazione** dell'**8%** il mercato si attesta a **2,3 mld** di euro



Redditi agricoli e incentivi in calo

- ▶ Il rallentamento del mercato di agricoltura 4.0 è causato dalla flessione dei redditi agricoli, dagli investimenti già realizzati negli scorsi anni, ma anche della riduzione degli incentivi pubblici. In Italia, infatti, **l'84% delle aziende agricole utilizzatrici di soluzioni 4.0 ha già usufruito di almeno un incentivo** e gli stessi provider tecnologici (81%) ritengono che le agevolazioni pubbliche negli ultimi anni siano state un fattore chiave per la crescita.
- ▶ A fronte del rallentamento della spesa complessiva, nel 2024 la superficie italiana coltivata con soluzioni 4.0 è risultata quasi stazionaria, passando dal 9% del 2023 al 9,5% del 2024. L'adozione delle tecnologie **si è infatti intensificata tra le aziende che ne erano già utilizzatrici**, mentre è cresciuta poco la quota di nuovi investimenti. Il 41% delle aziende adotta oggi almeno una soluzione di agricoltura 4.0, il 29% due o più.
- ▶ Il livello di digitalizzazione aumenta con le dimensioni aziendali e quando fanno parte di gruppi di produttori o consorzi o cooperative (il 38% di quelle semplici utilizza soluzioni di agricoltura 4.0, contro il 44% di quelle che sono parte di cooperative e il 55% di organizzazioni di produttori).

Miglioramento della capacità di lavoro

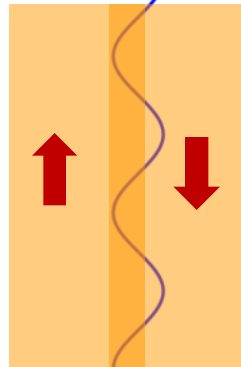
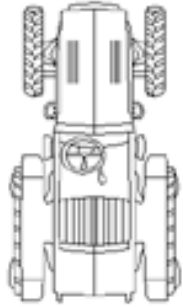


Modalità di esecuzione delle lavorazioni

Guida manuale

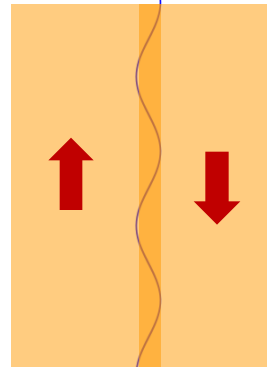
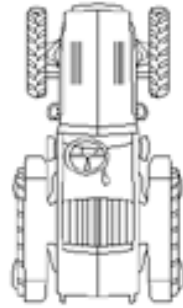
Guida assistita

Guida SA + RTK
(Real Time
Kinematic)

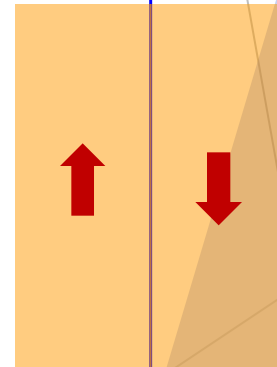
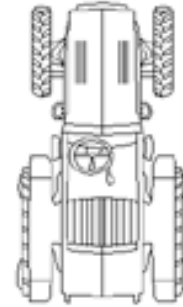


Errore di
sovrapposizione

$\pm 10\%$ larghezza di lavoro



10 cm

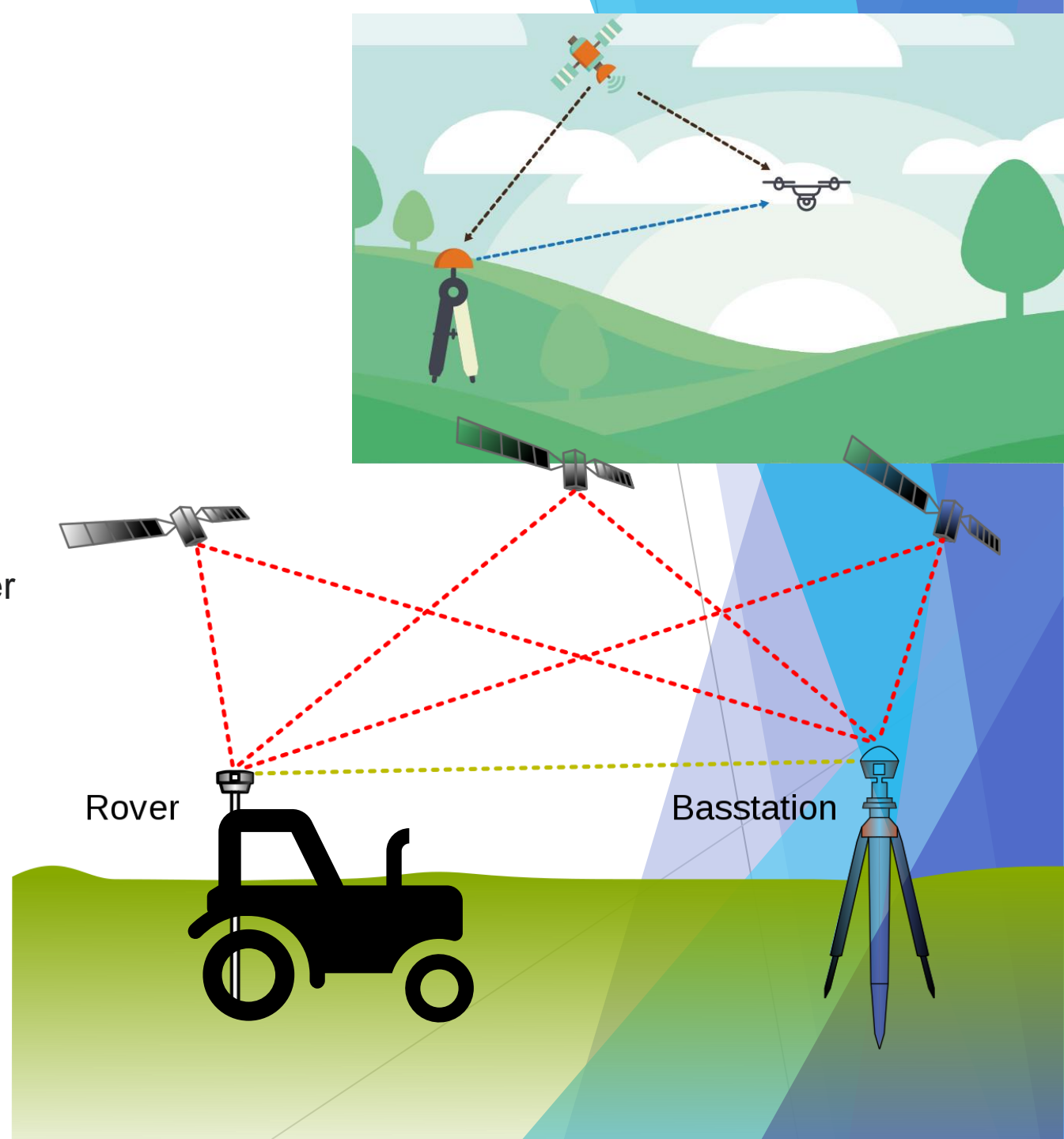


2,5 cm

RTK (Real Time Kinematic) positioning

Il **posizionamento cinematico** in tempo reale (RTK) è l'applicazione del [rilevamento](#) per correggere errori comuni negli attuali sistemi [di navigazione satellitare \(GNSS\)](#).

RTK utilizza una stazione base fissa e un rover per ridurre l'errore di posizione del rover. La stazione base trasmette i dati di correzione al rover.

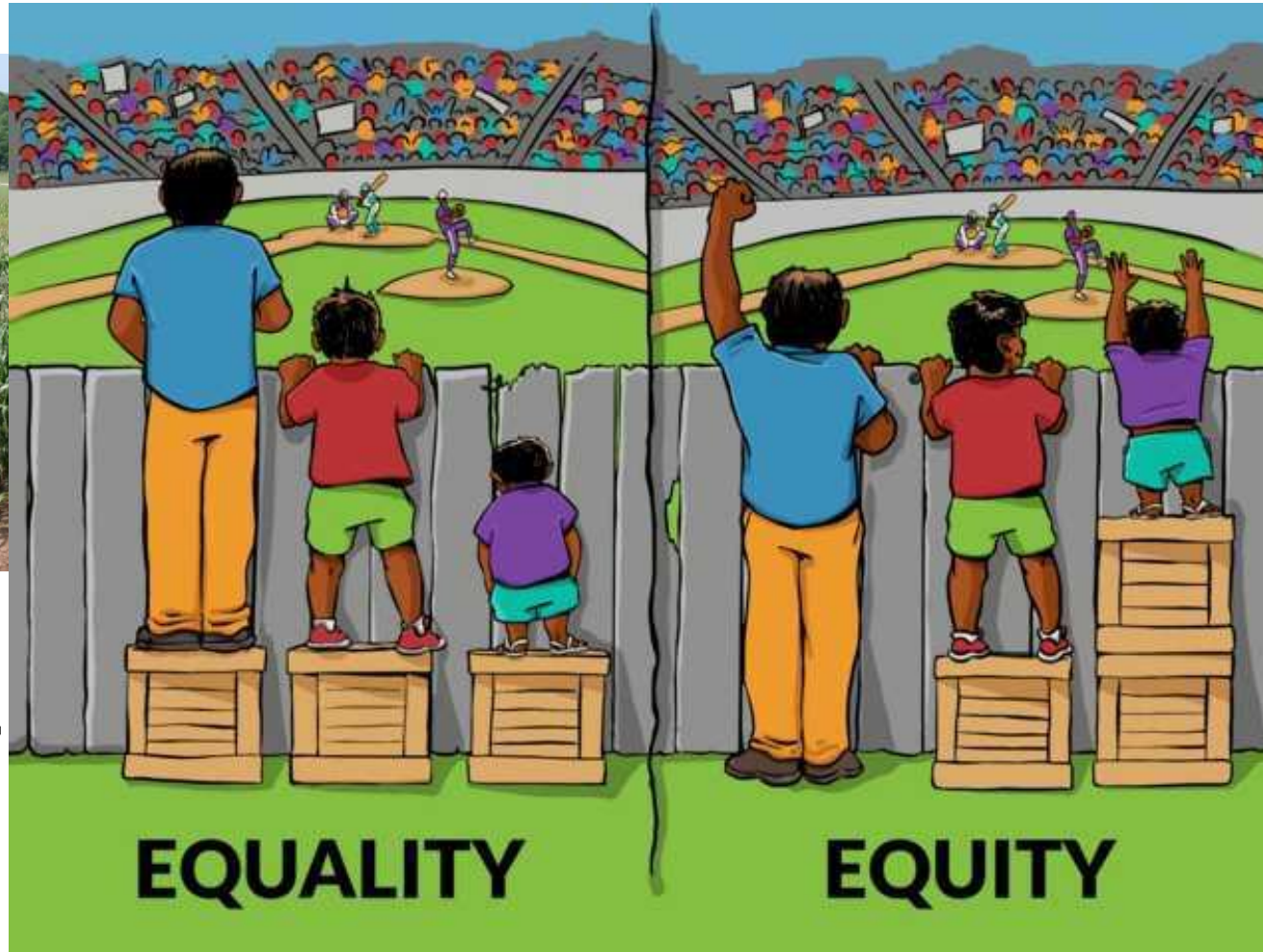


I vantaggi dell'agricoltura di precisione

- Aumento della capacità di lavoro
- Maggior velocità e accuratezza (10-13%)
- Maggior larghezza effettiva
- Maggior periodo utile (aumenta le ore di lavoro, ad es.: si opera anche con bassa visibilità)
- Minor affaticamento dell'operatore
- Funzioni supplementari (raccolta dati, confini, ritorno al punto di sospensione, gestione delle testate, ecc.) Indispensabile nelle lavorazioni a strisce (strip tillage), utile nelle concimazioni localizzate, nella difesa delle colture, nella semina e nel trapianto

La meccanica agraria di precisione

- ✓ Obiettivo quindi dell'agricoltura di precisione (AdP) è gestire la **variabilità** ...



Conoscere la realtà



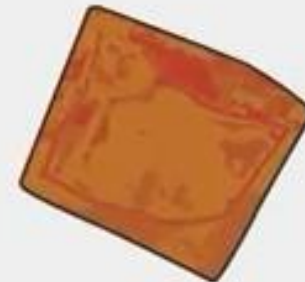
**ANALISI
TERRENO**



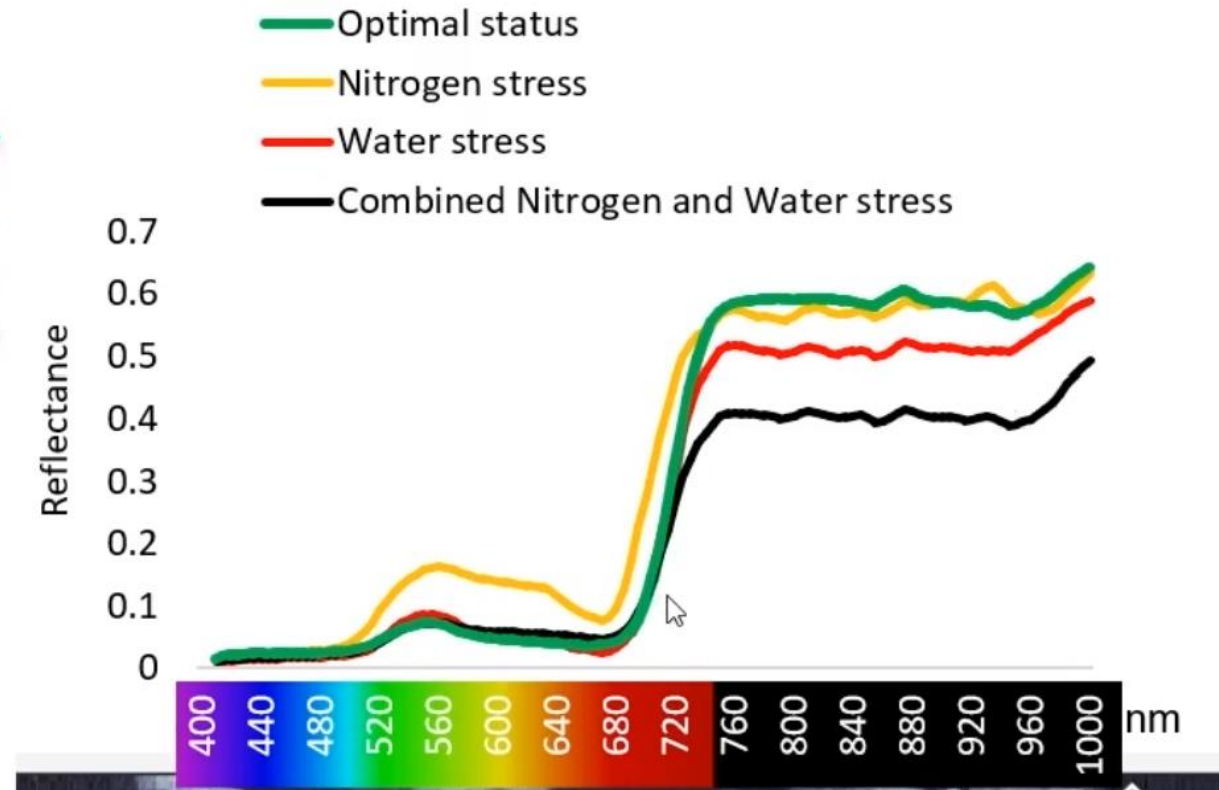
**STAZIONI
METEO**

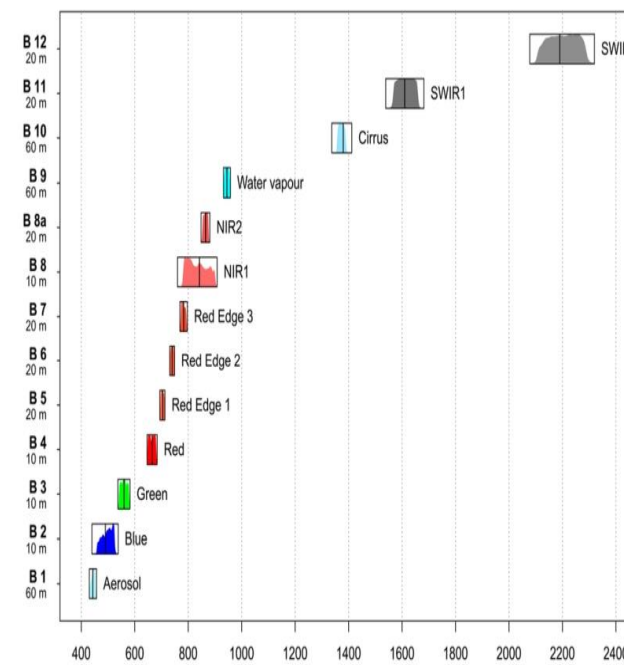


**MAPPATURA
RESISTIVITA'**



**INDICE
VEGETATIVO**





Sentinel-2 bands	Central wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 – Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 – Blue	0.490	10
Band 3 – Green	0.560	10
Band 4 – Red	0.665	10
Band 5 – Vegetation red edge	0.705	20
Band 6 – Vegetation red edge	0.740	20
Band 7 – Vegetation red edge	0.783	20
Band 8 – NIR	0.842	10
Band 8A – Vegetation red edge	0.865	20
Band 9 – Water vapour	0.945	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1.375	60
Band 11 – SWIR	1.610	20
Band 12 – SWIR	2.190	20

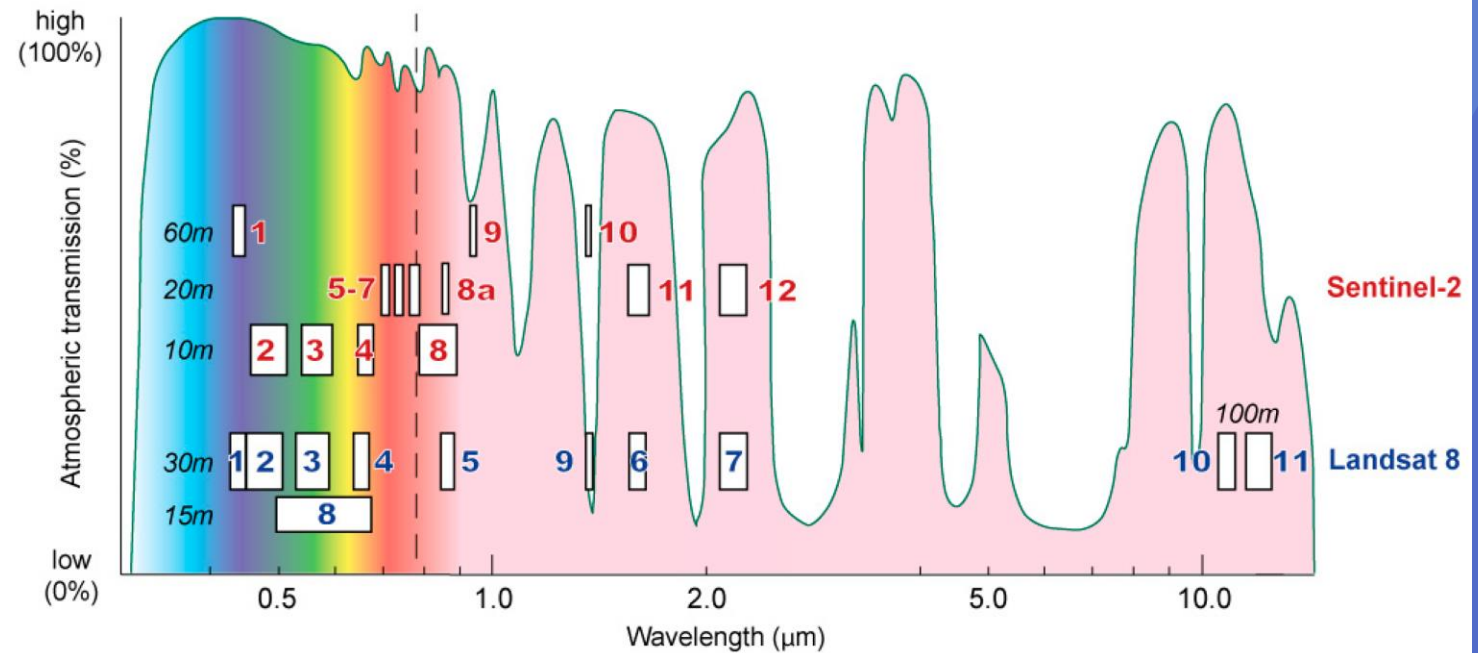
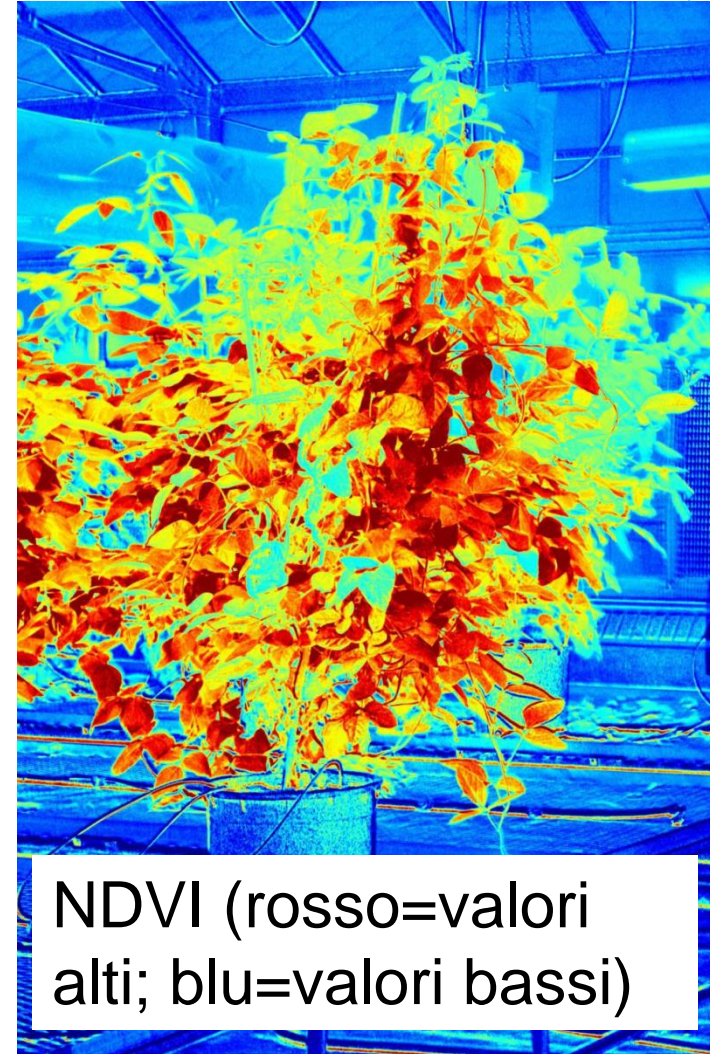
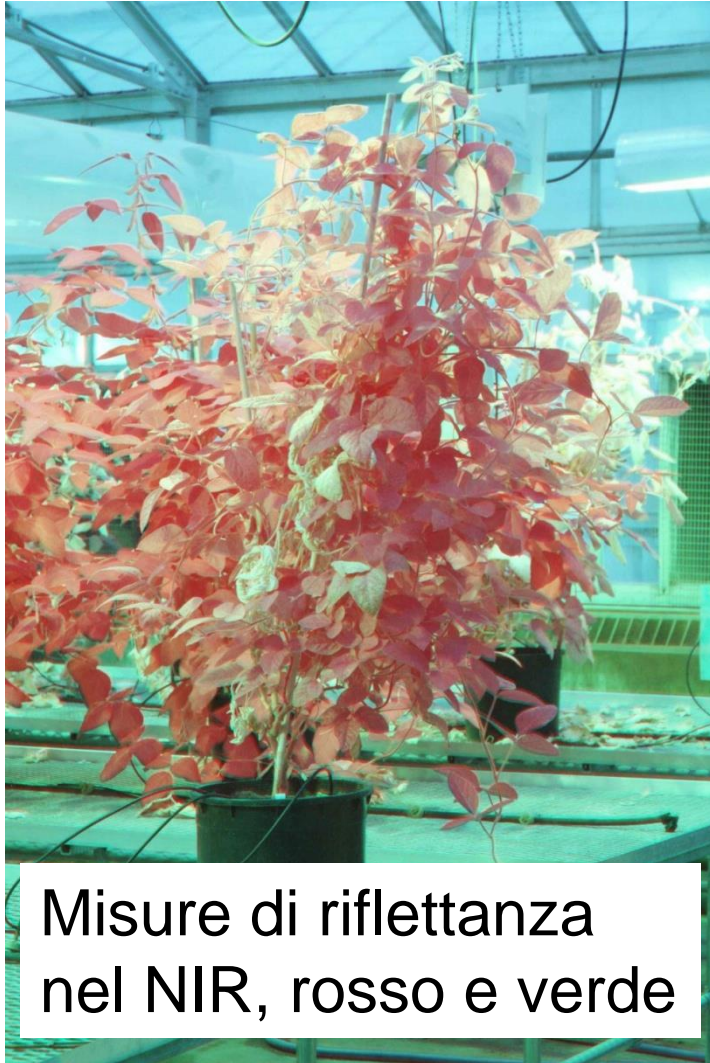
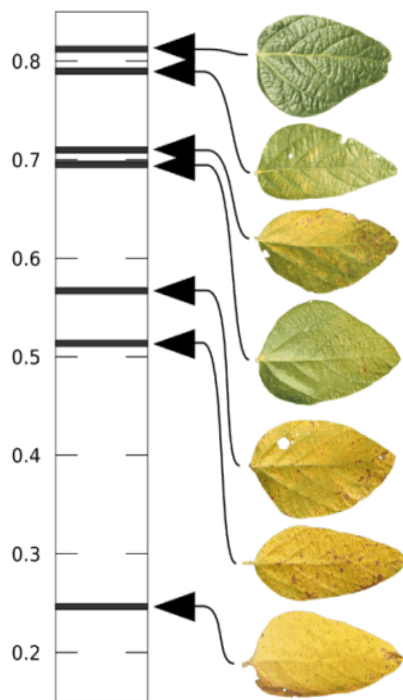


Immagine NDVI

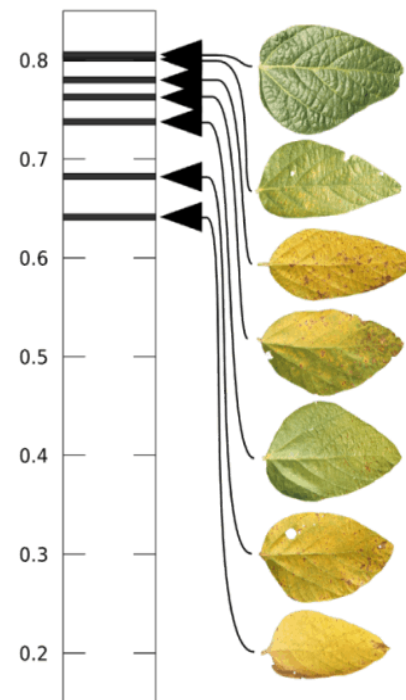


Indici spettrali



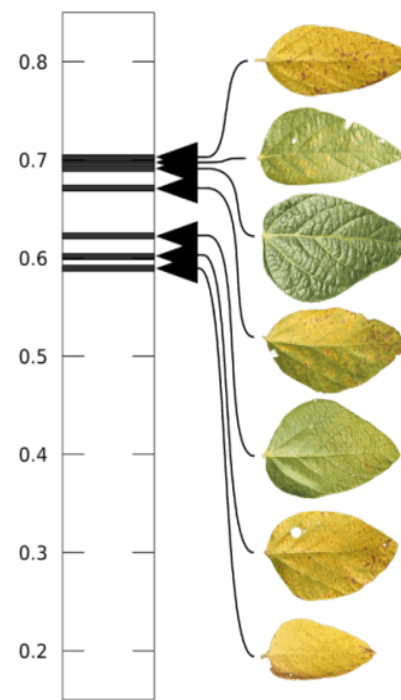
Red NDVI

$\text{NIR-Red} / \text{NIR+Red}$



Blue NDVI

$\text{NIR-Blue} / \text{NIR+Blue}$

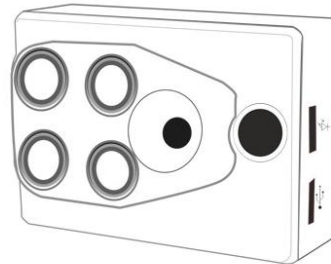


ENDVI

$$\frac{((\text{NIR} + \text{Green}) - (2 \times \text{Blue}))}{((\text{NIR} + \text{Green}) + (2 \times \text{Blue}))}$$

Sensoristica disponibile

- ▶ Sensori RGB per fotogrammetria e topografia
- ▶ Sensori termici per la termografia
- ▶ Sensori multispettrali per l'agricoltura di precisione e il monitoraggio ambientale

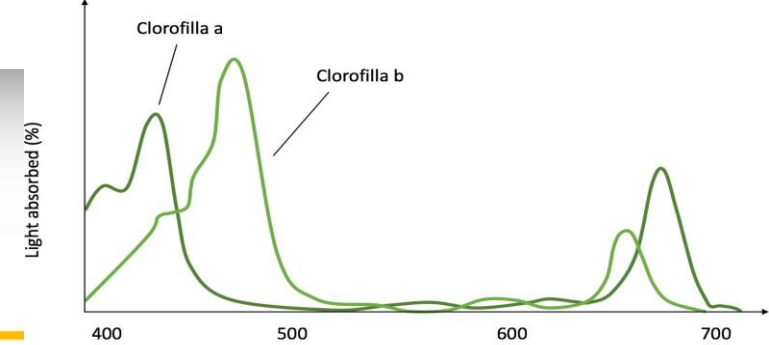


Luce visibile RGB



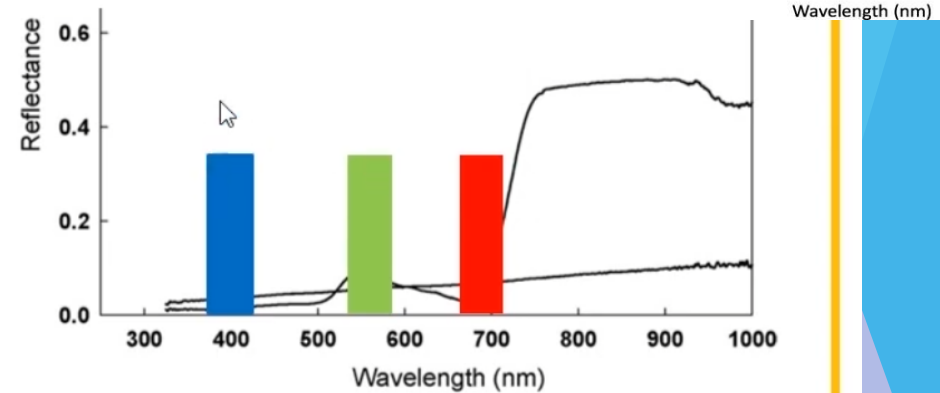
- Blu = 475 ± 20 nm
- Verde = 560 ± 20 nm
- Rosso = 668 ± 10 nm
- Red-Edge = 717 ± 10 nm
- NIR = 840 ± 40 nm

SENSORI OTTICI



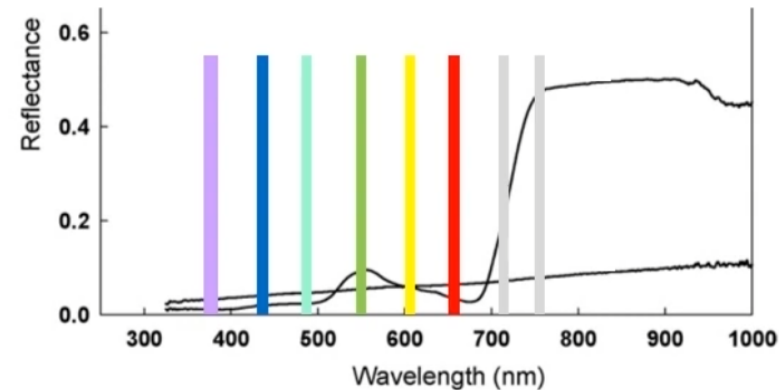
SENSORI MULTISPETTRALI

Rilevano riflettanze in bande larghe e di numero ridotto, spesso non vicine (es. nel verde nel rosso e nel vicino infrarosso)



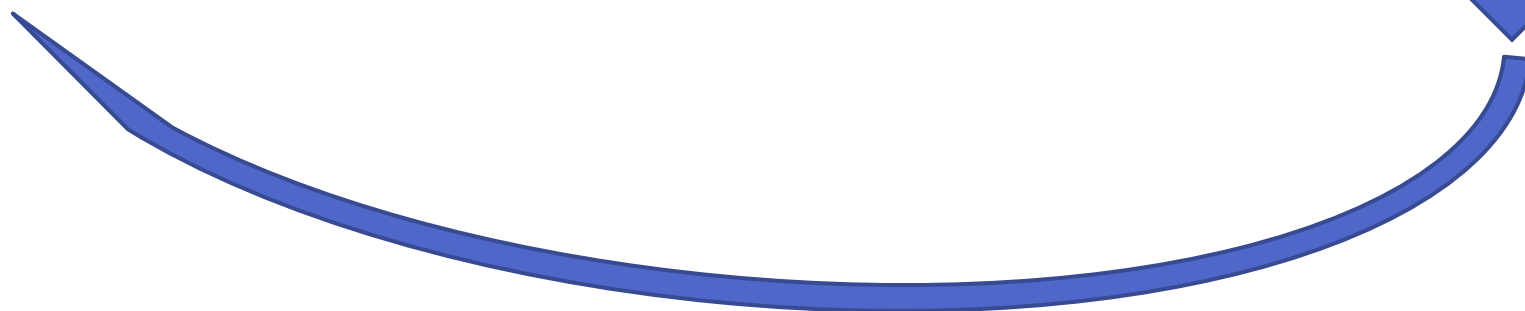
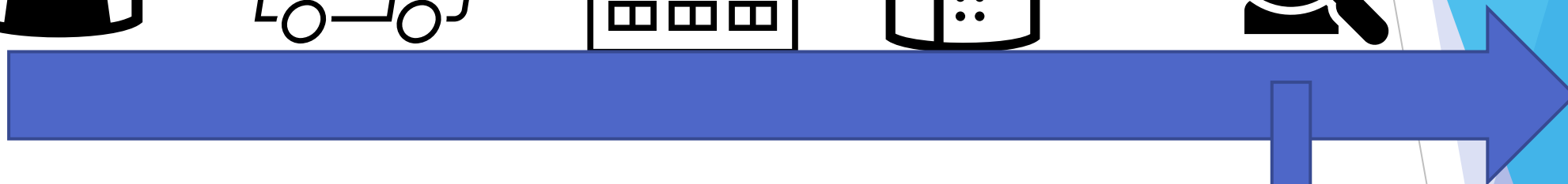
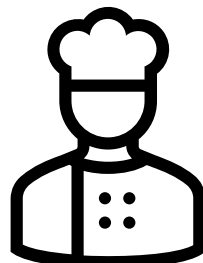
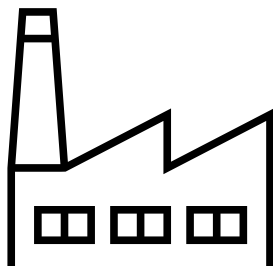
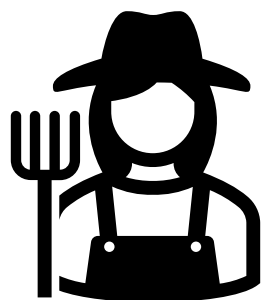
SENSORI IPERSPETTRALI

Rilevano riflettanze in molte bande strette, spesso molto vicine (es. ogni 10 nm)



Elenco di principali indici spettrali

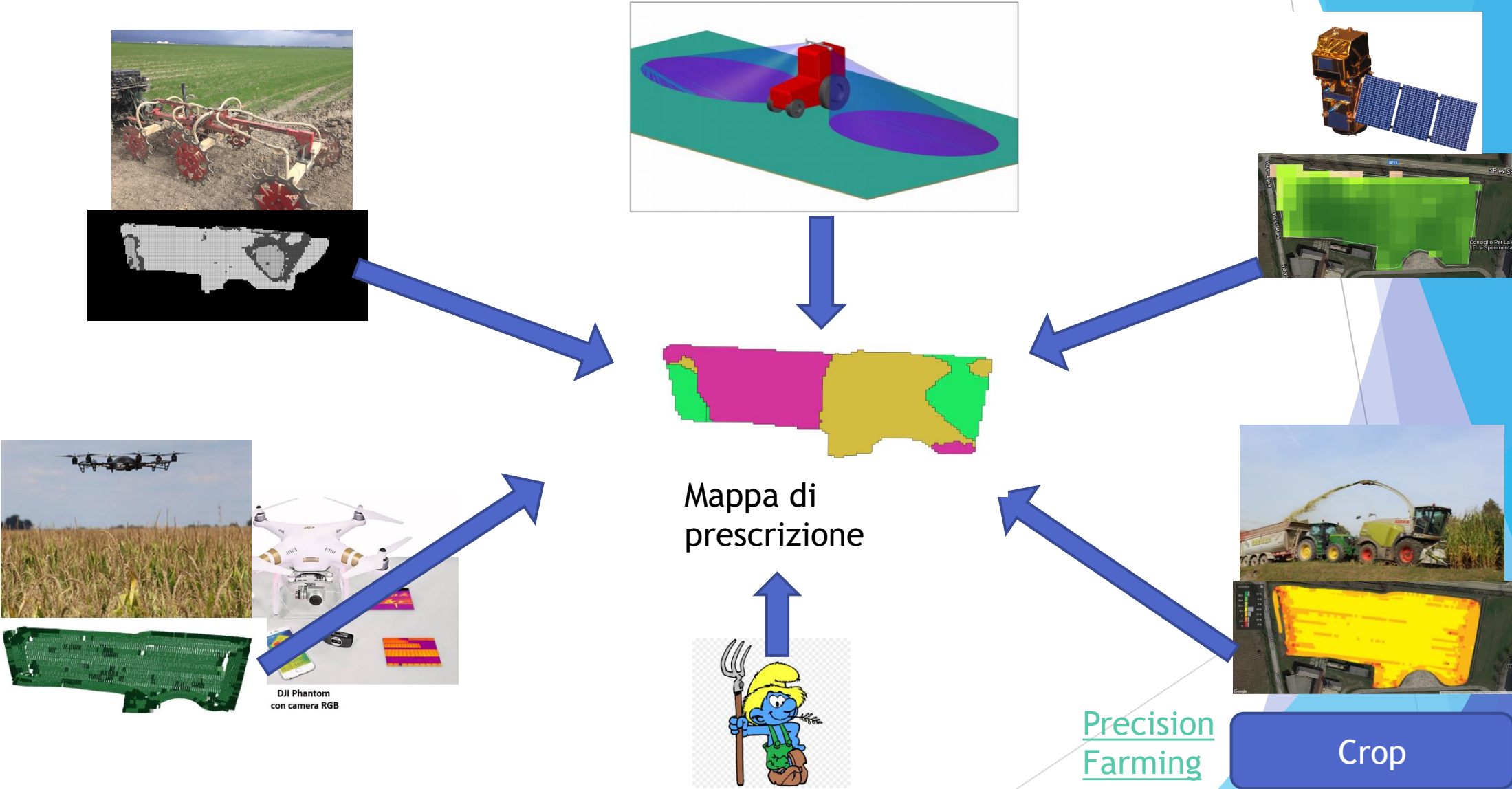
INDICE	FORMULA	RIFERIMENTO
NDVI	$(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$	Rouse et al. (1973)
NDRE	$(\text{RED}_{\text{edge}} - \text{RED}) / (\text{RED}_{\text{edge}} + \text{RED})$	Barnes et al. (2000)
GNDVI	$(\text{NIR} - \text{GREEN}) / (\text{NIR} + \text{GREEN})$	Gitelson et al. (1998)
DVI	$\text{NIR} - \text{RED}$	Tucker et al. (1979)
EVI2	$2.5 * (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + 2.5 * \text{RED} + 1)$	Jiang et al. (2008)
GRVI	$\text{NIR} / \text{GREEN}$	Sripada et al. (2006)
IPVI	$\text{NIR} (\text{NIR} + \text{RED})$	Crippen et al. (1990)
MSR	$[(\text{NIR}/\text{RED}) - 1] / [(\text{NIR}/\text{RED})^{(1/2)} + 1]$	Chen et al. (1994)
SAVI	$1.5 * (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + 0.5)$	Huete et al. (1988)
ExR	$1.4 * \text{RED}_{\text{edge}} - \text{GREEN}$	Meyer et al. (1998)
GVI	$(\text{GREEN} - \text{RED}_{\text{edge}}) / (\text{GREEN} + \text{RED}_{\text{edge}})$	Gitelson et al. (2002)



BLOCK CHAIN

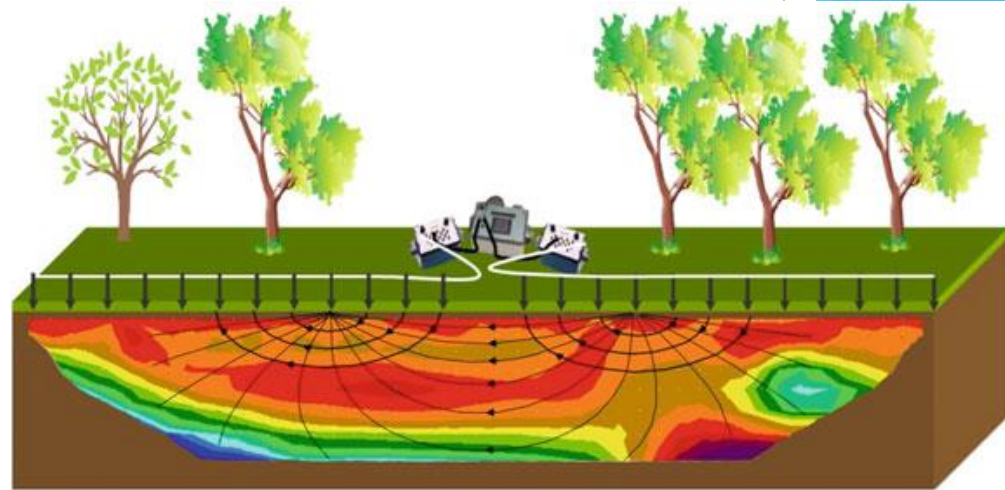


Fonti informative



Campionamento del terreno

La mappatura geofisica



Mappe geoelettriche



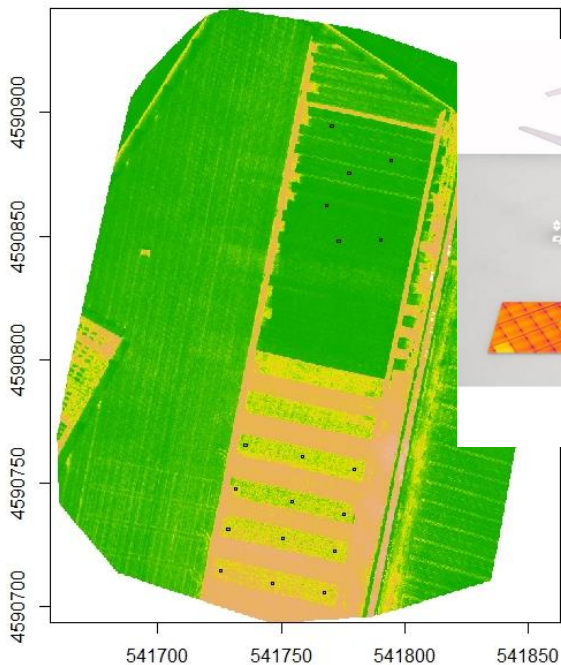
Sistema geoelettrico - Geocarta



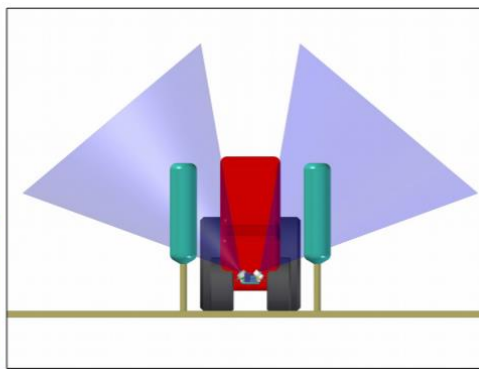
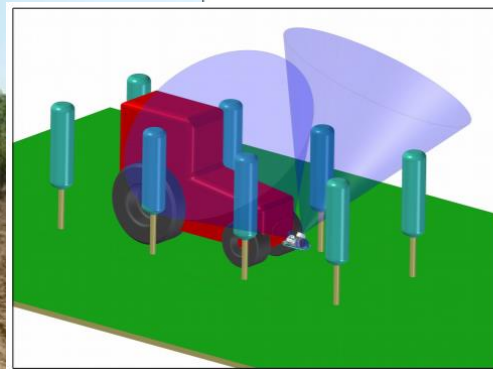
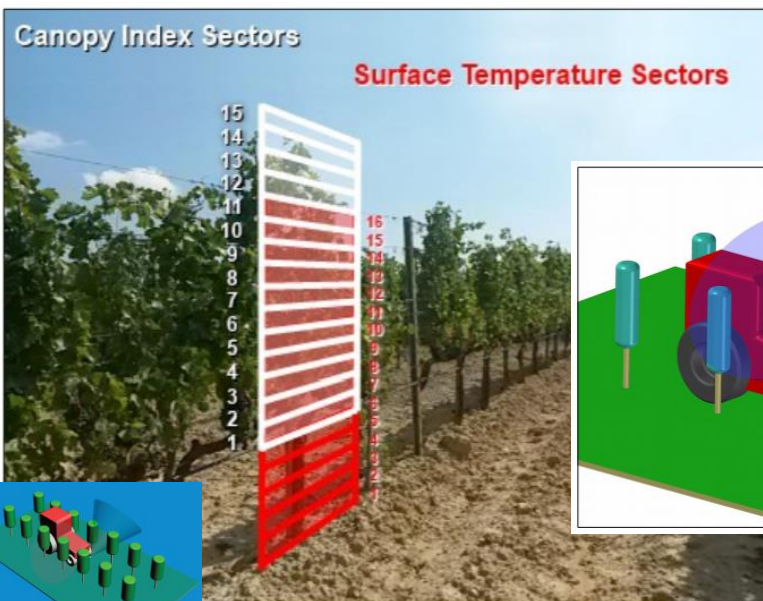
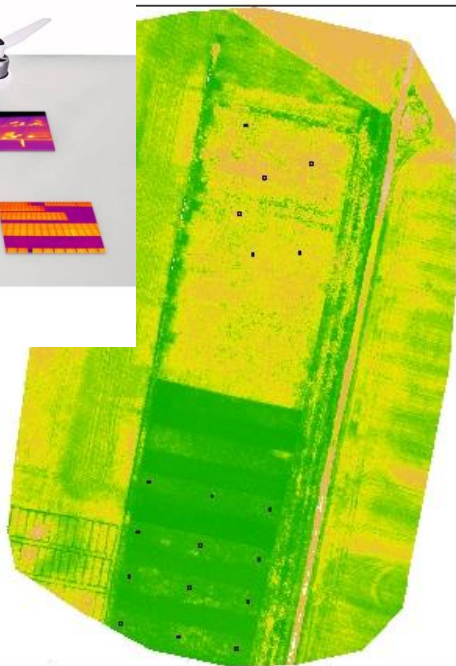
QUOD



Mappe di vigore

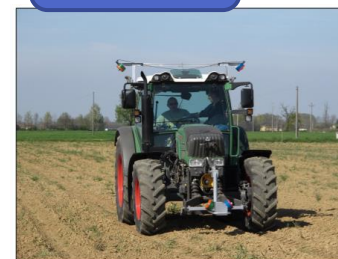


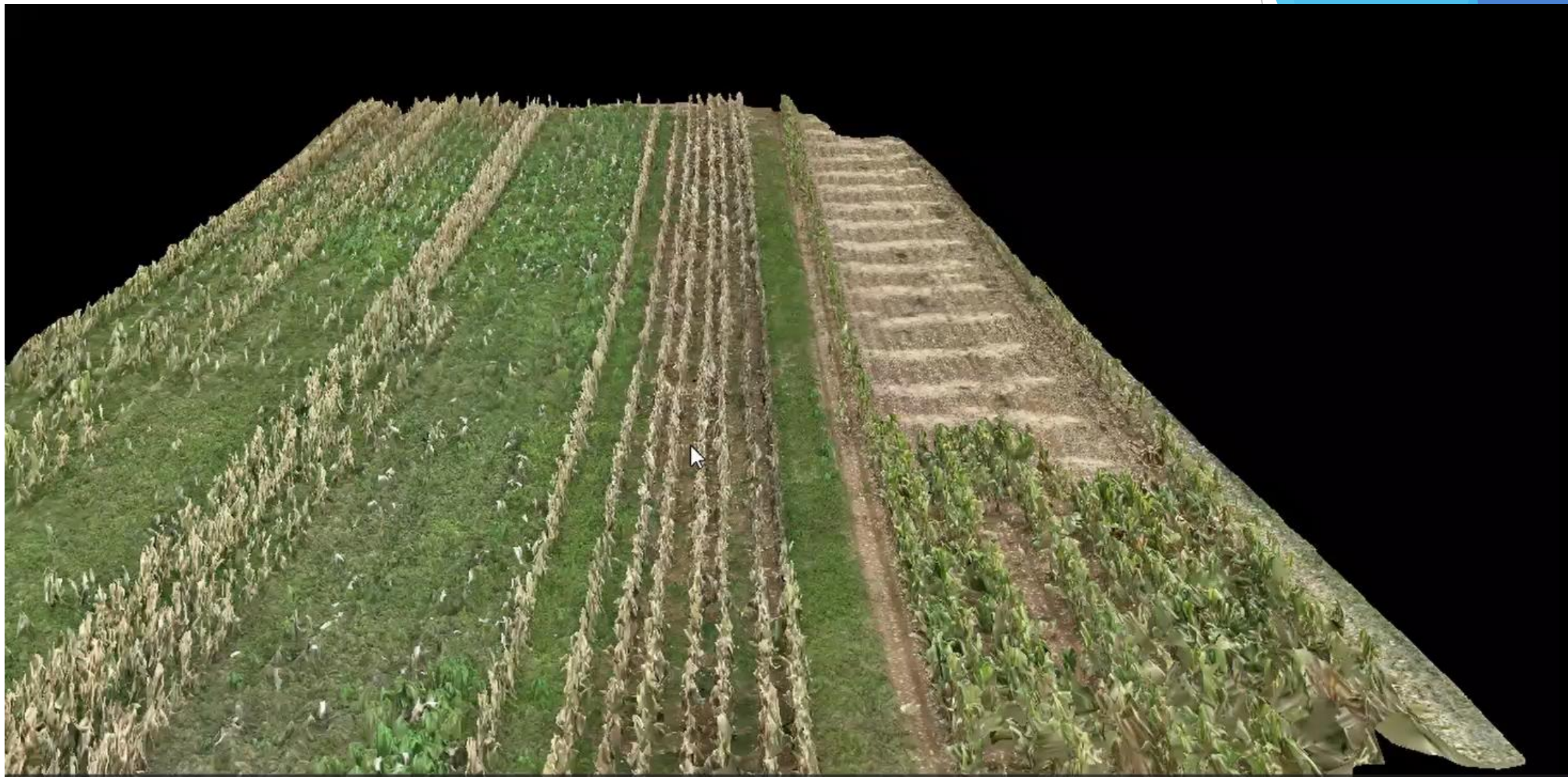
DJI Phantom
con camera RGB



[Video](#)

[Mec_crops](#)

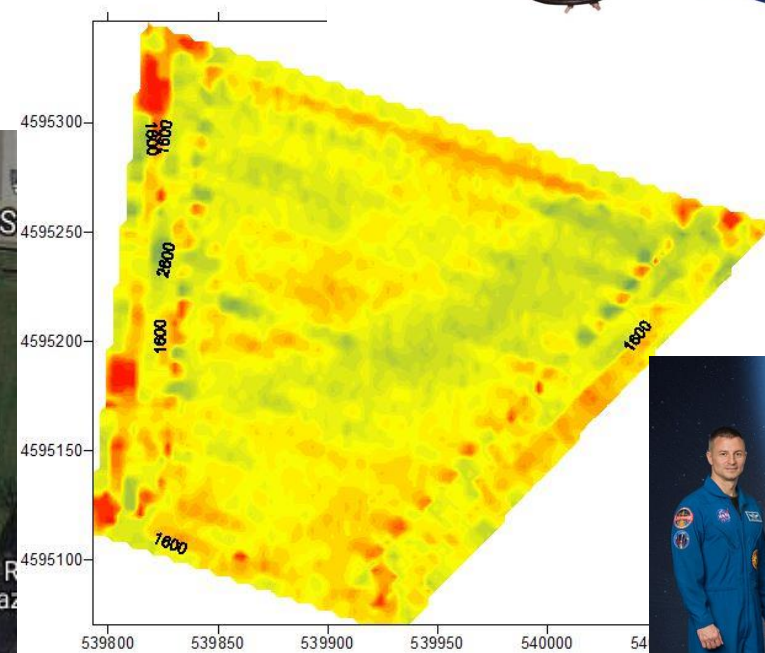
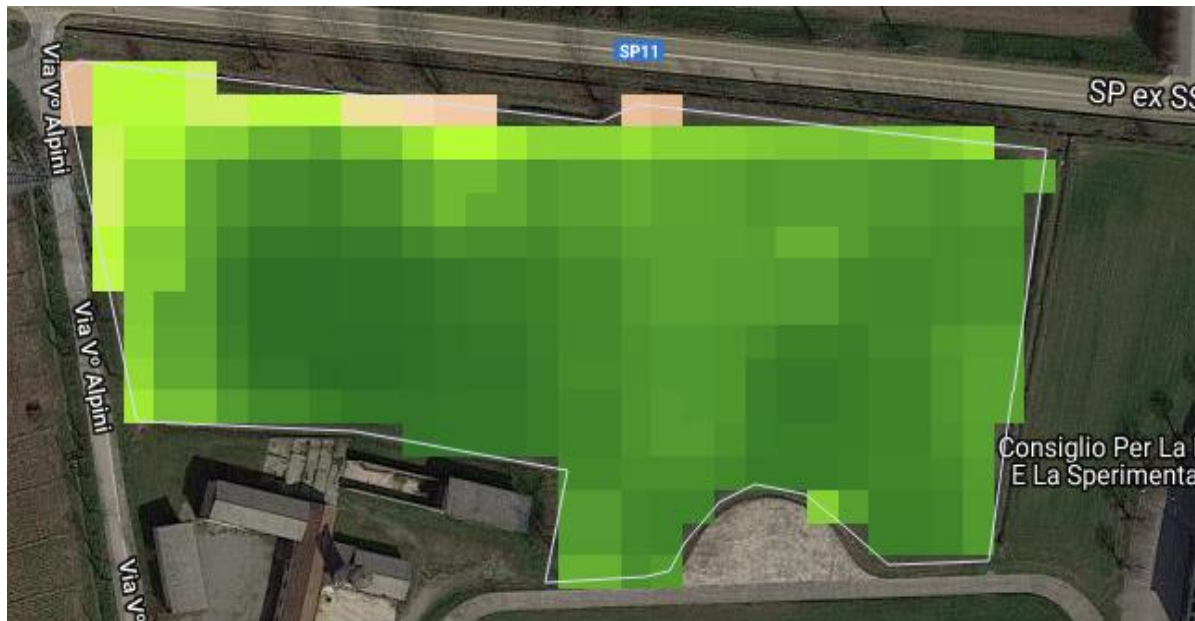




Mappe satellitari

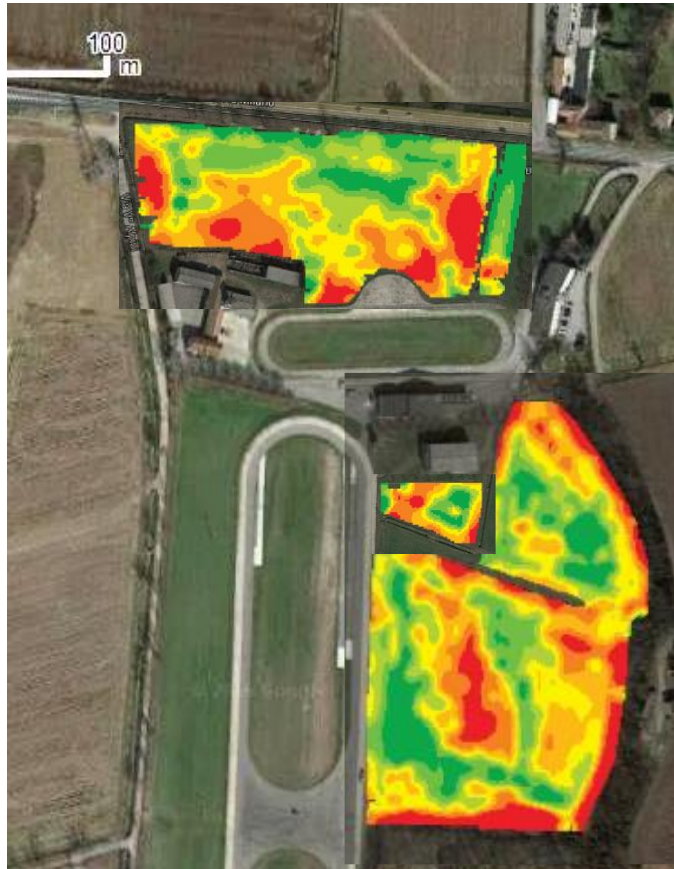
Sentinel-2 è una missione sviluppata dall' [ESA](#) nell'ambito del programma [Copernicus](#) per monitorare le aree verdi del pianeta e fornire supporto nella gestione di disastri naturali.

Si costituisce di due satelliti identici, Sentinel-2A (dal 23 giugno 2015) e Sentinel-2B (dal 7 marzo 2017) ...



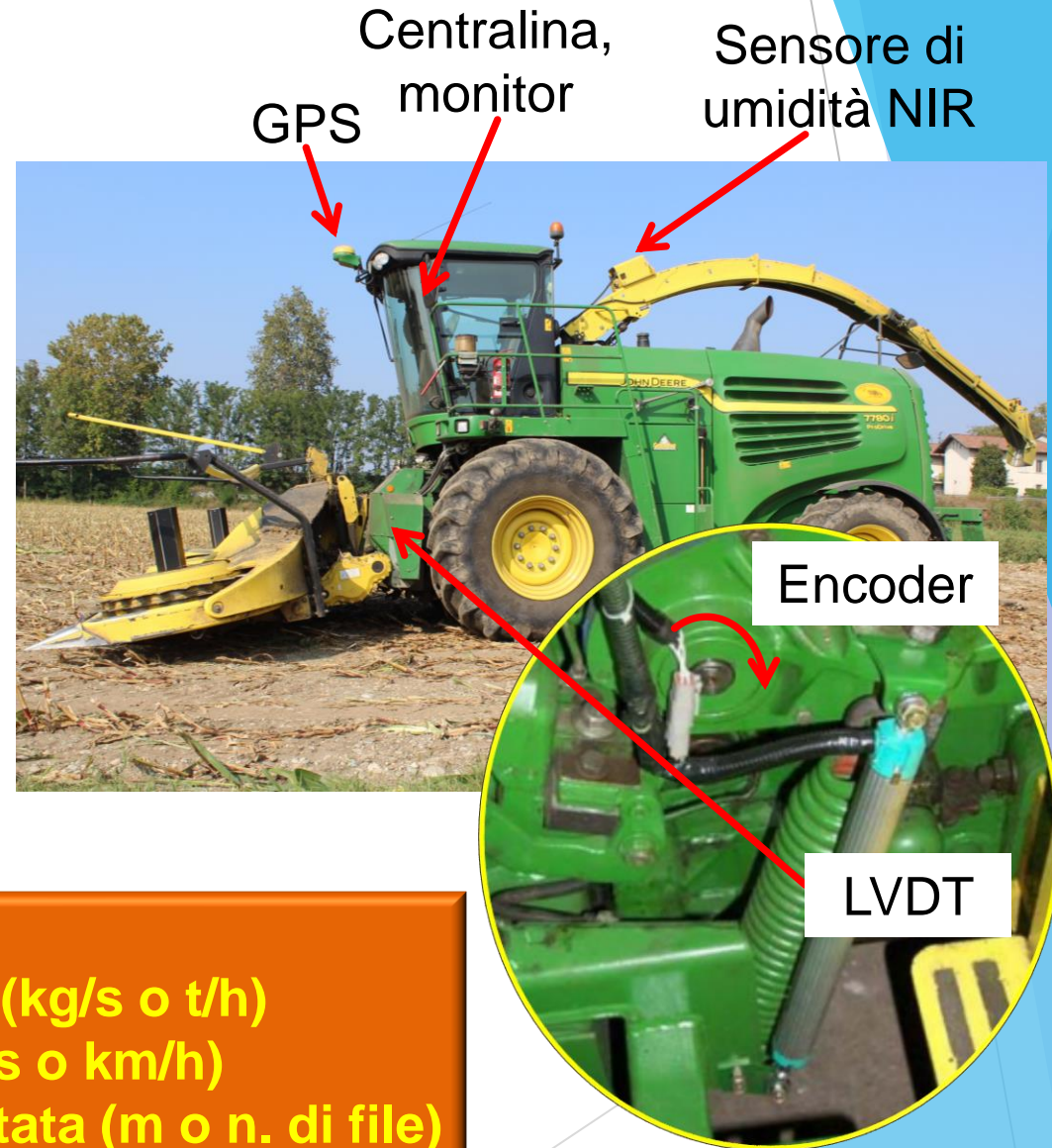
... dal 5 settembre 2024 Sentinel-2C

Monitoraggio delle produzioni: foraggi



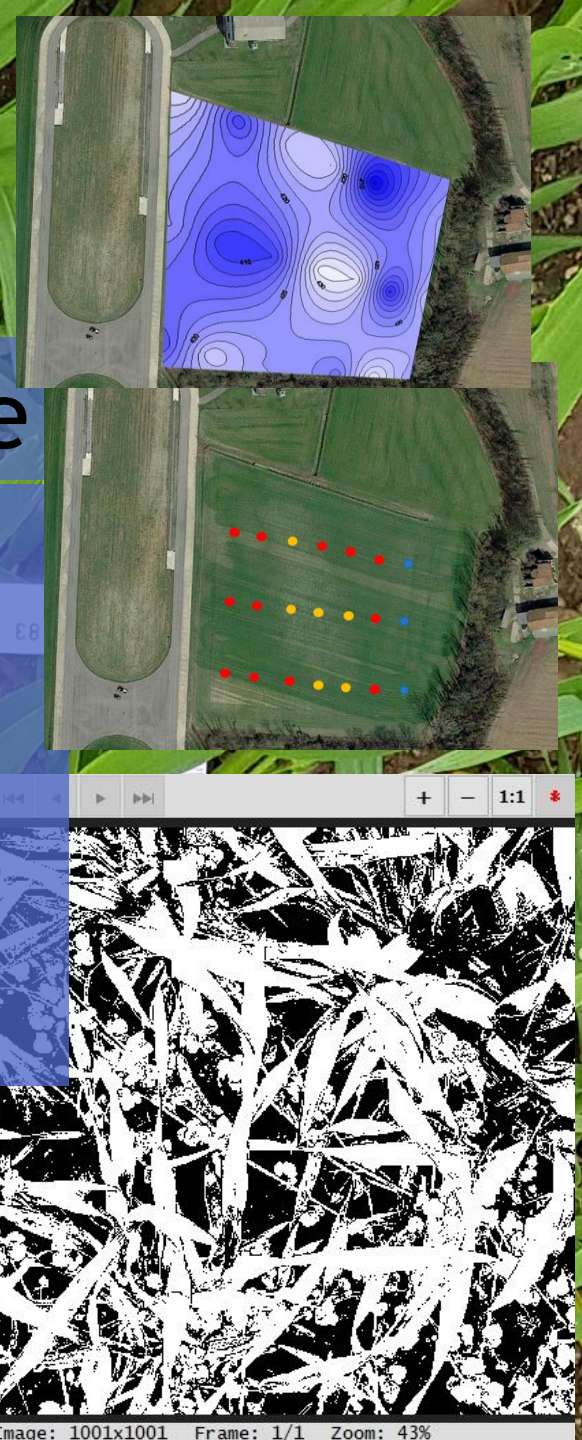
COSA MISURARE

- ✓ entità del flusso di prodotto (kg/s o t/h)
- ✓ velocità di avanzamento (m/s o km/h)
- ✓ larghezza di lavoro della testata (m o n. di file)
- ✓ umidità (%)

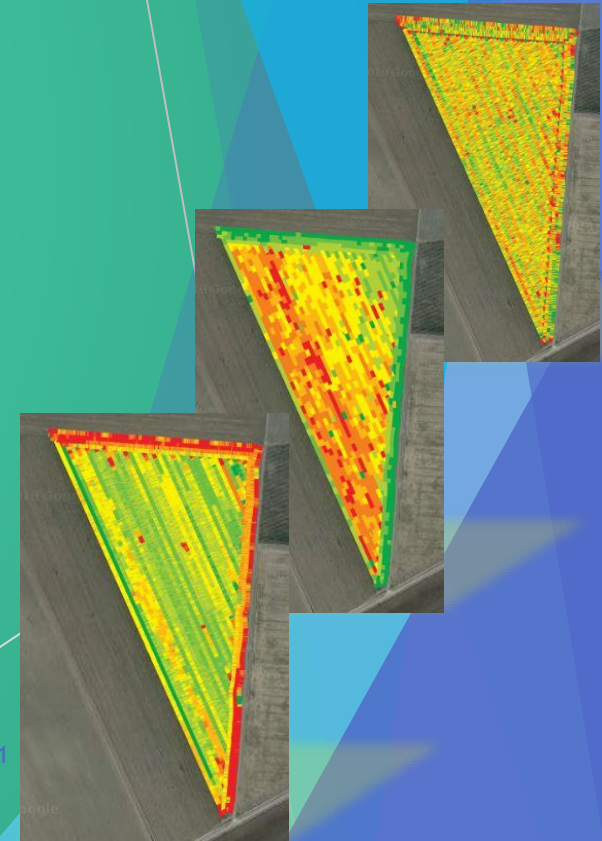
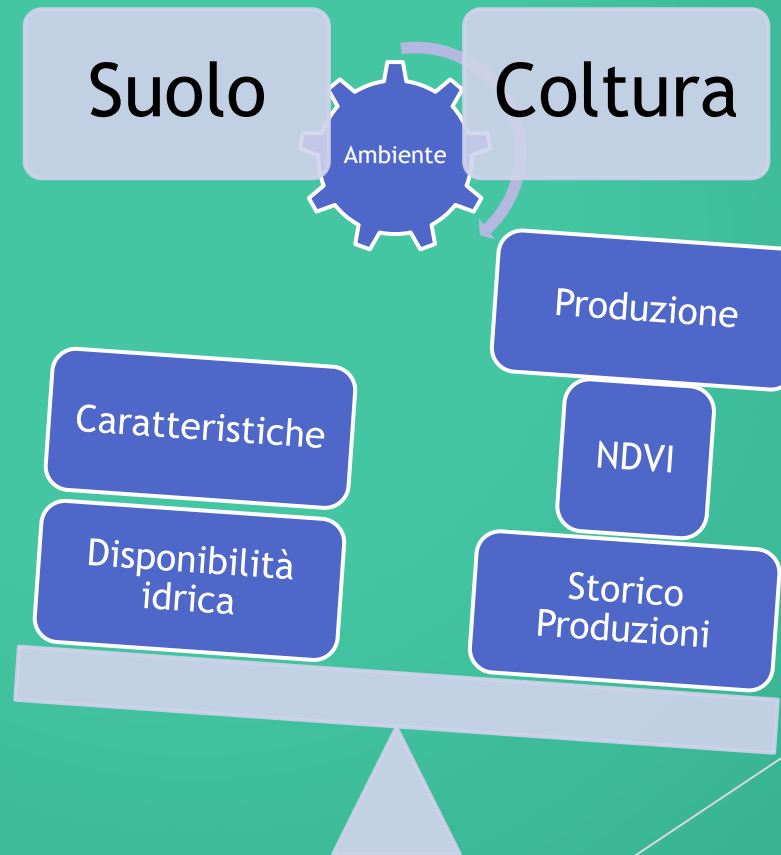
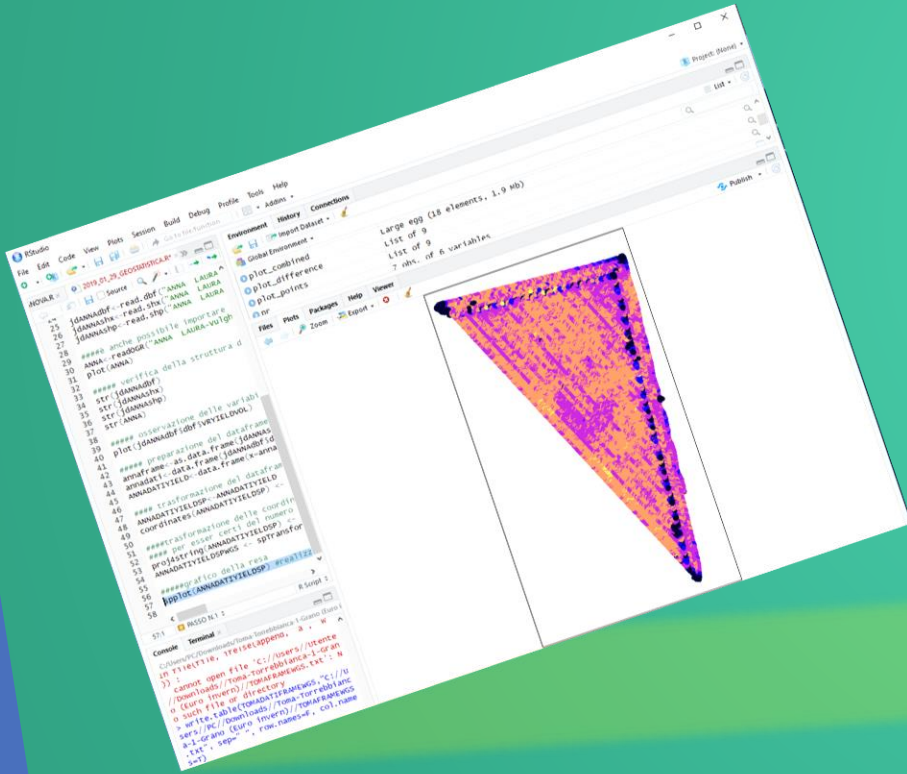


Altre mappe informative

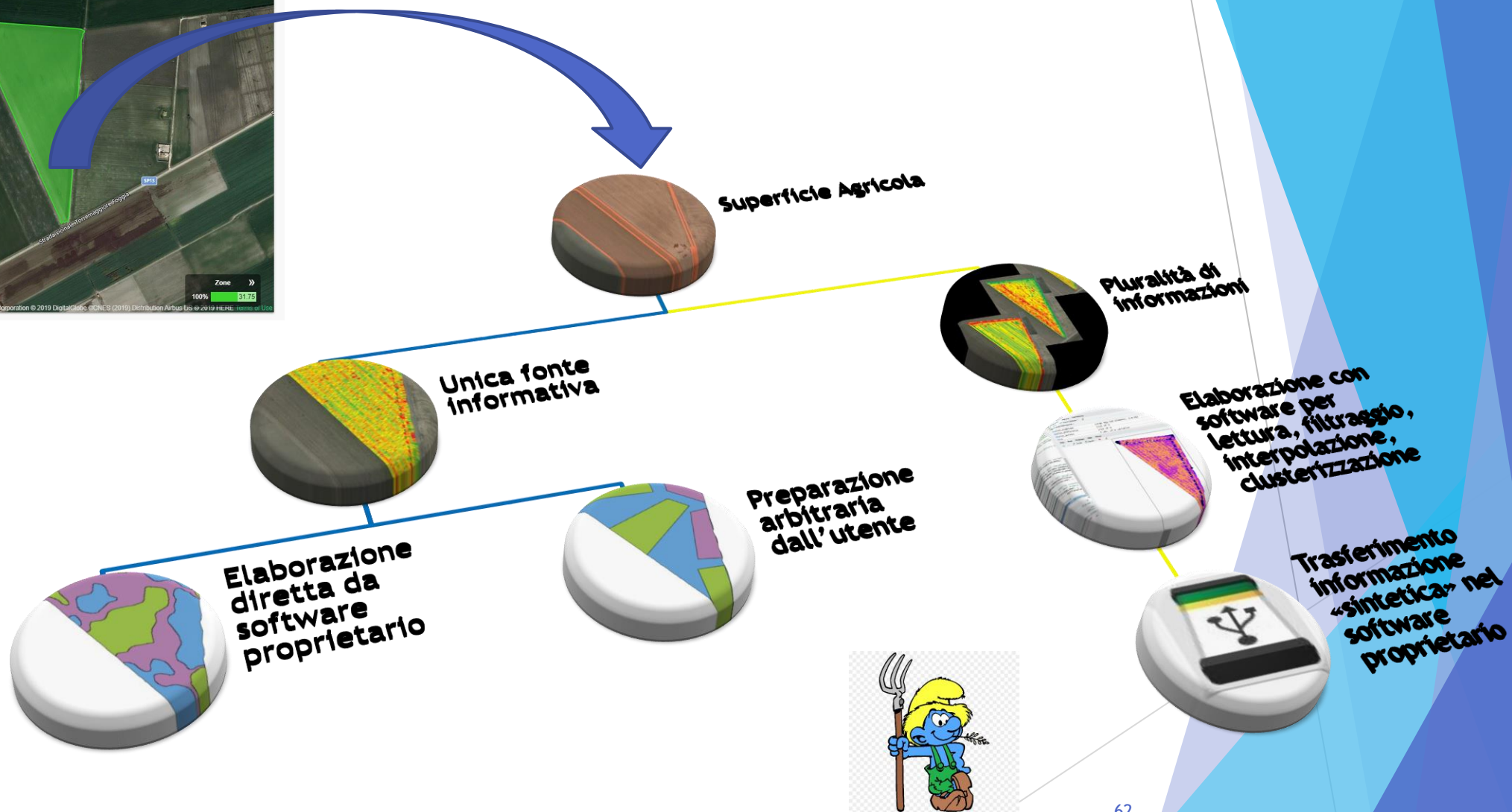
- Mappe patologiche
- Mappe fenologiche
- Mappe della presenza biomassa infestante
- Etc..



Mappa di prescrizione sintesi delle informazioni



Albero decisionale

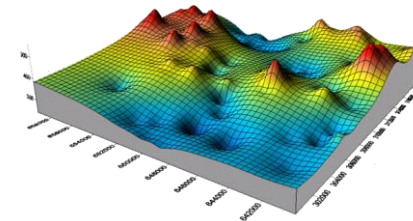
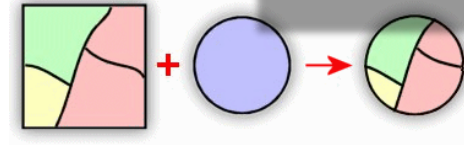
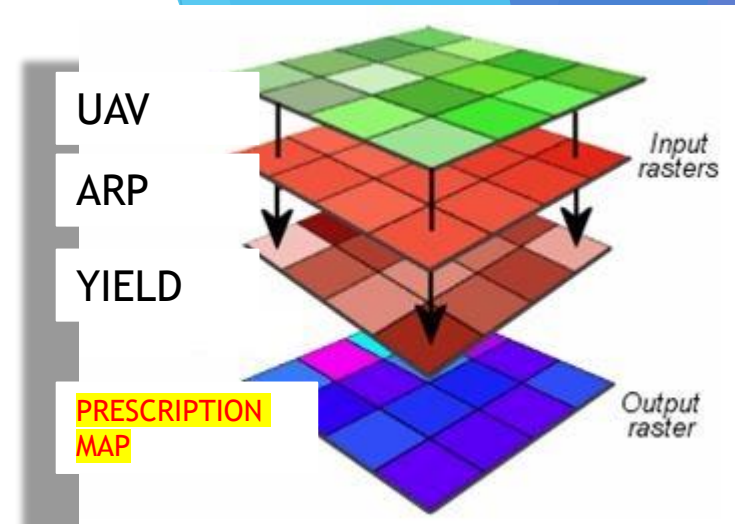




Fonte: G. Chen - Advanced Agricultural Machinery Technologies, 2018

Modalità di elaborazione finalizzate alla MAPPA DI PRESCRIZIONE

- ▶ Geoprocessing
- ▶ Geostatistica e ricampionamento
- ▶ Georeferenziazione e Trasformazione

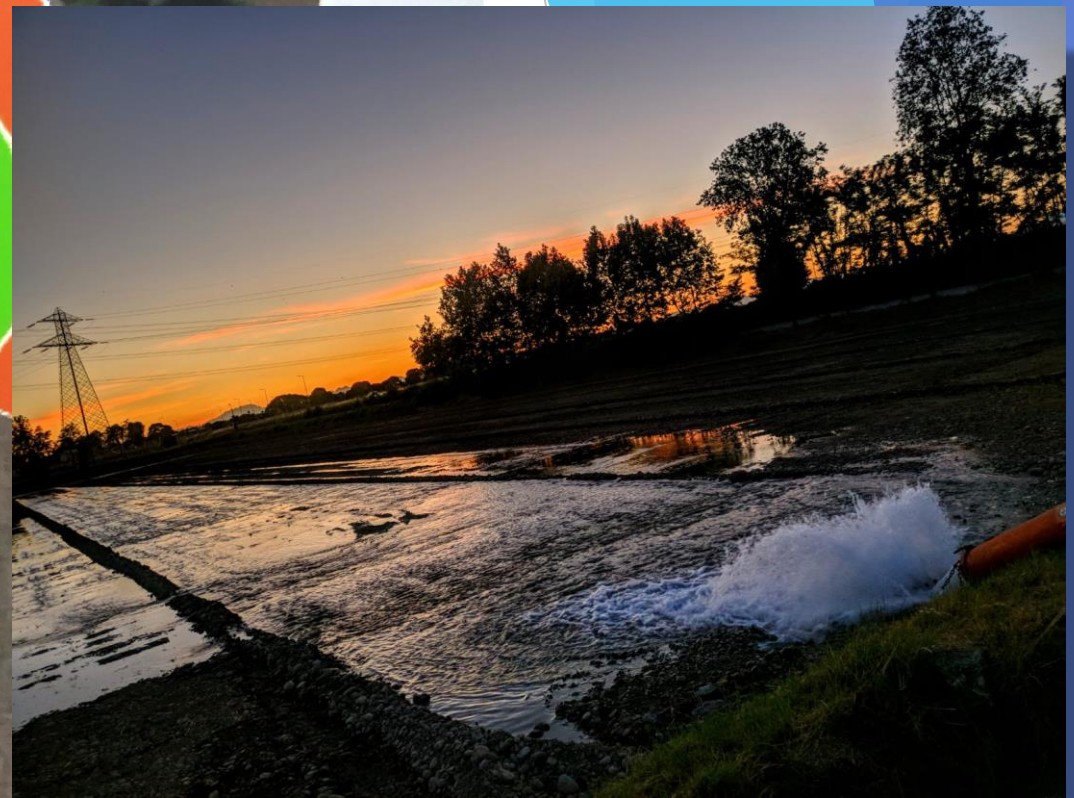
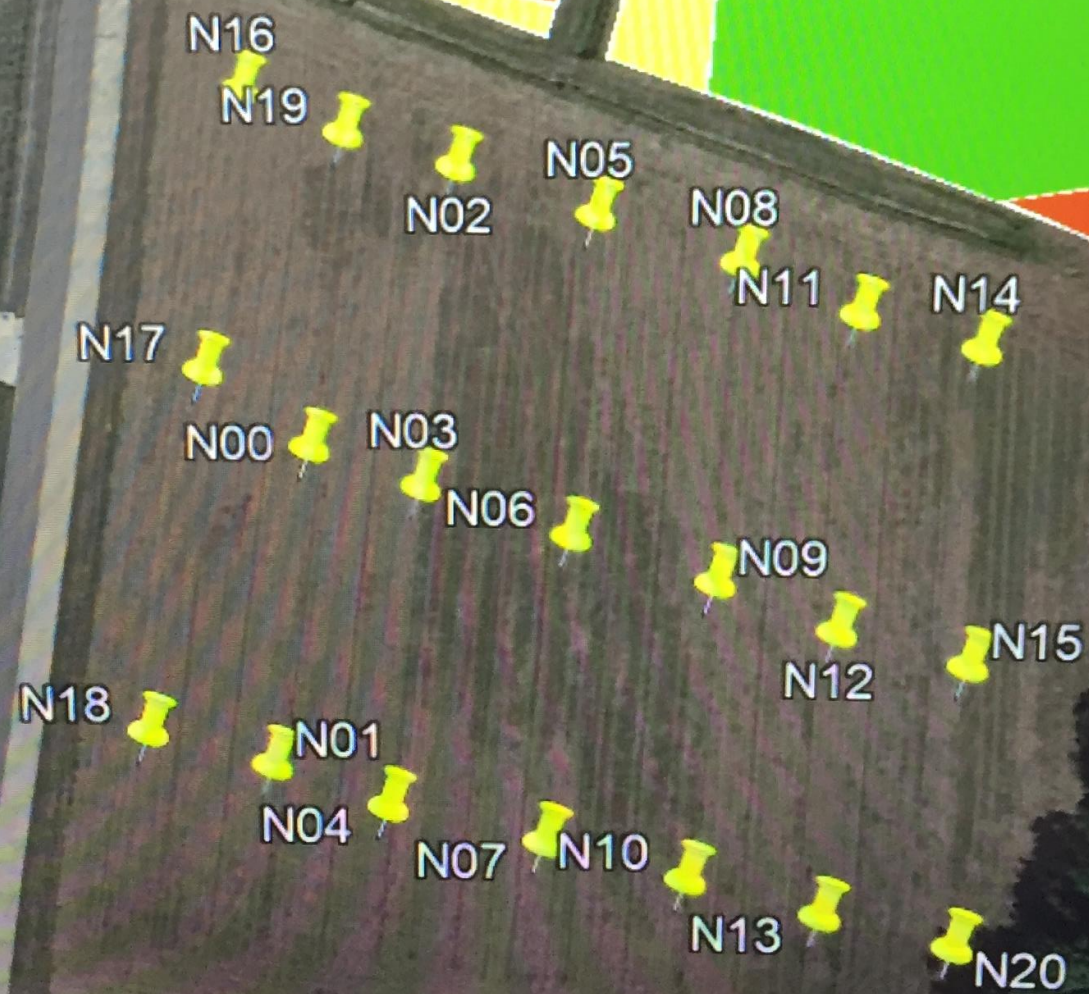


Rete di Sensori in campo

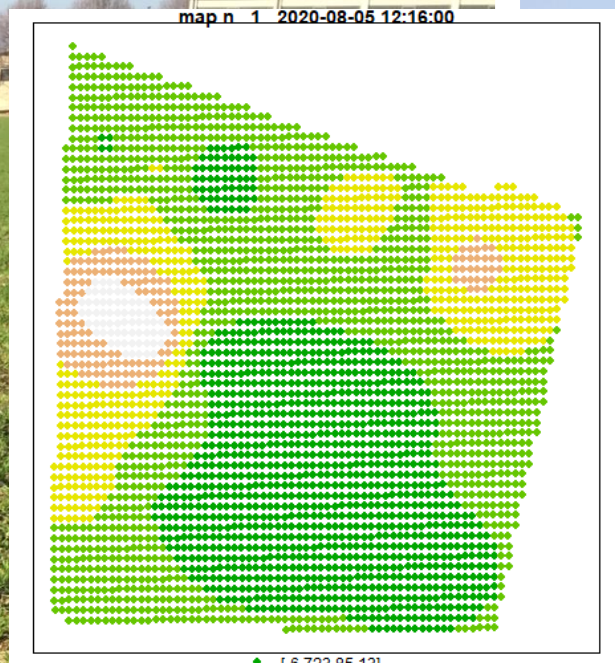
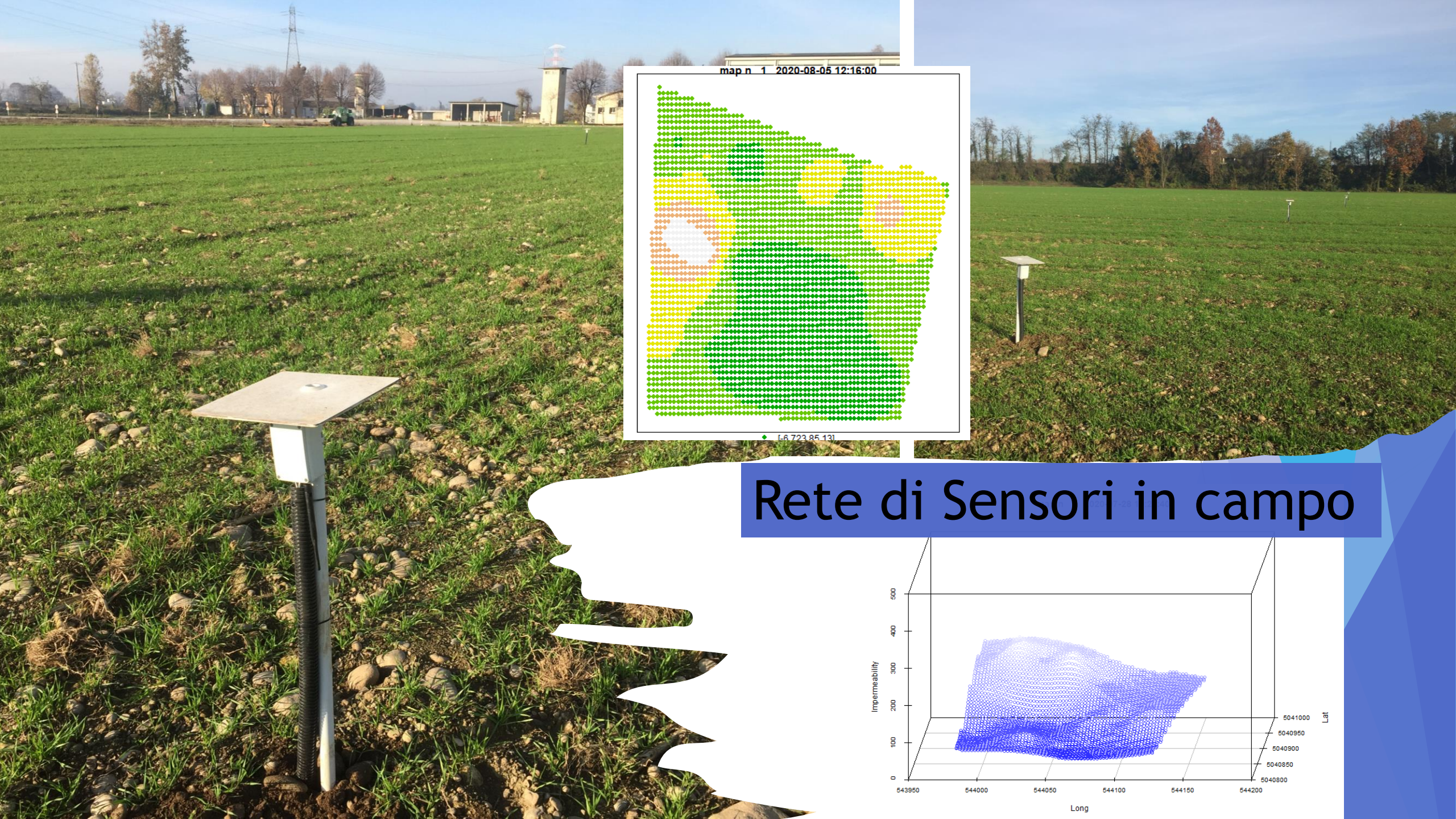


nza titolo

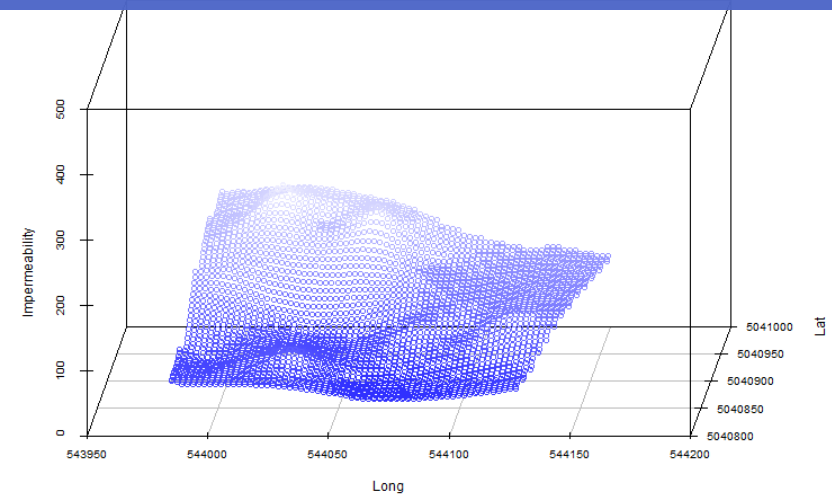
zione per la tua mappa.

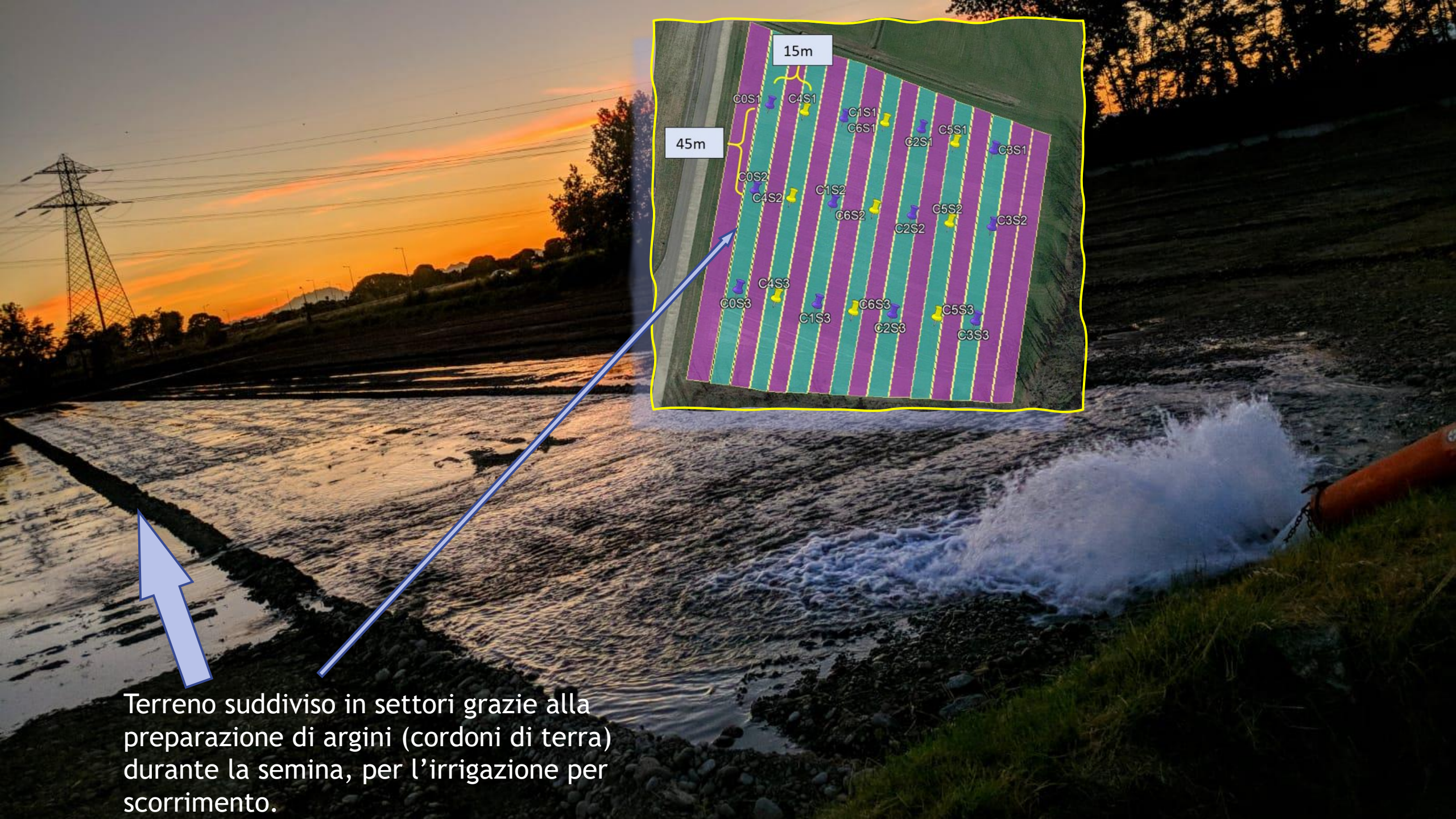


e Earth



Rete di Sensori in campo

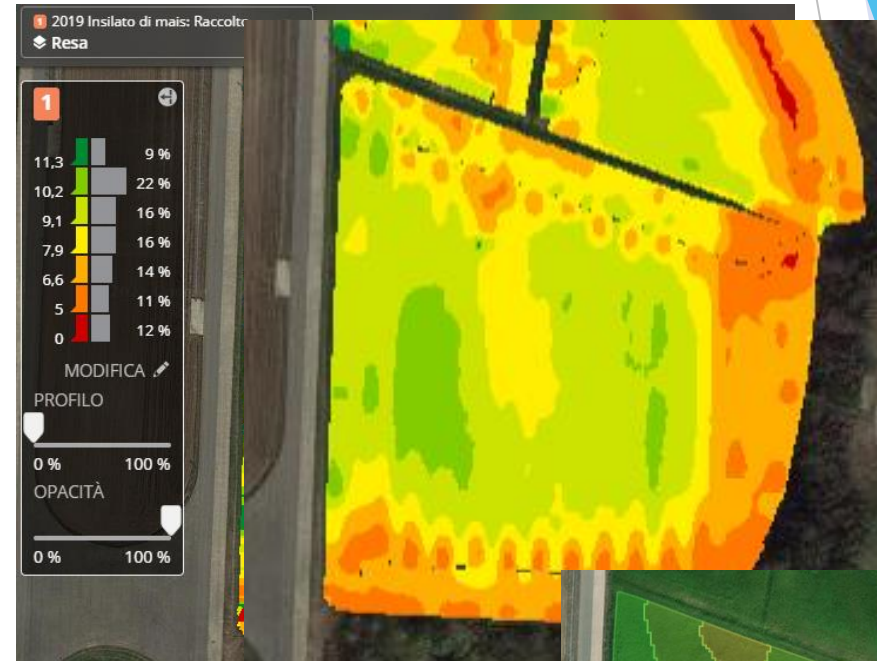




Terreno suddiviso in settori grazie alla preparazione di argini (cordoni di terra) durante la semina, per l'irrigazione per scorrimento.

DATA MINING

```
"n" "x" "y" "ECa30" "ECa90" "Prot" "Yield" "Zone"
"1" 543849.64 5041234.88 81.61 101.81 162.89 17.55 1
"2" 543851.64 5041234.88 115 174.8 268.57 21.66 1
"3" 543853.64 5041234.88 107 178.43 270.09 13.19 1
"4" 543855.64 5041234.88 152.21 198.16 299.03 11.77 1
"5" 543857.64 5041234.88 153.12 155.86 230.58 9.652 1
"6" 543859.64 5041234.88 100.02 139.68 201.22 12.81 1
"7" 543861.64 5041234.88 79.32 105.07 170.29 9.262 1
"8" 543847.64 5041232.88 69.62 82.14 115.68 9.675 1
"9" 543849.64 5041232.88 79.35 103.3 150.56 9.723 1
"10" 543851.64 5041232.88 86.52 121.4 177.48 10.09 1
"11" 543853.64 5041232.88 80.91 115.33 166.71 10.86 1
"12" 543855.64 5041232.88 95.33 110.56 168.29 10.27 1
"13" 543857.64 5041232.88 92 115.3 169.47 10.38 1
"14" 543859.64 5041232.88 120.32 151.48 212.04 10.03 1
"15" 543861.64 5041232.88 126.25 184.9 286.82 9.769 1
"16" 543863.64 5041232.88 106.02 166.85 266.04 9.277 1
"17" 543865.64 5041232.88 97.43 137.24 220.15 9.345 1
"18" 543867.64 5041232.88 101.85 122.6 195.7 10.02 1
"19" 543869.64 5041232.88 98.87 120.36 181.42 11.12 1
"20" 543871.64 5041232.88 96.26 114.39 168.47 10.86 1
"21" 543873.64 5041232.88 91.71 103.7 150.02 12.28 1
```



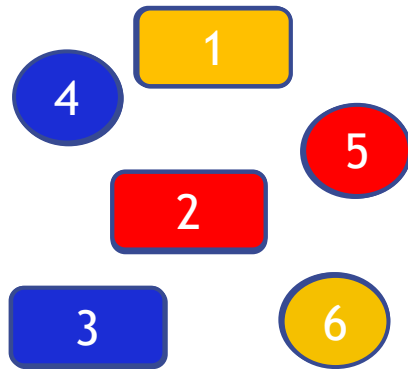
- ✓ Ordinamento dei dati
- ✓ Intercettazione dei valori anomali (outliers)
- ✓ Classificazione degli oggetti
- ✓ Individuazione delle correlazioni
- ✓ Interpolazione dei valori



Mappa di prescrizione

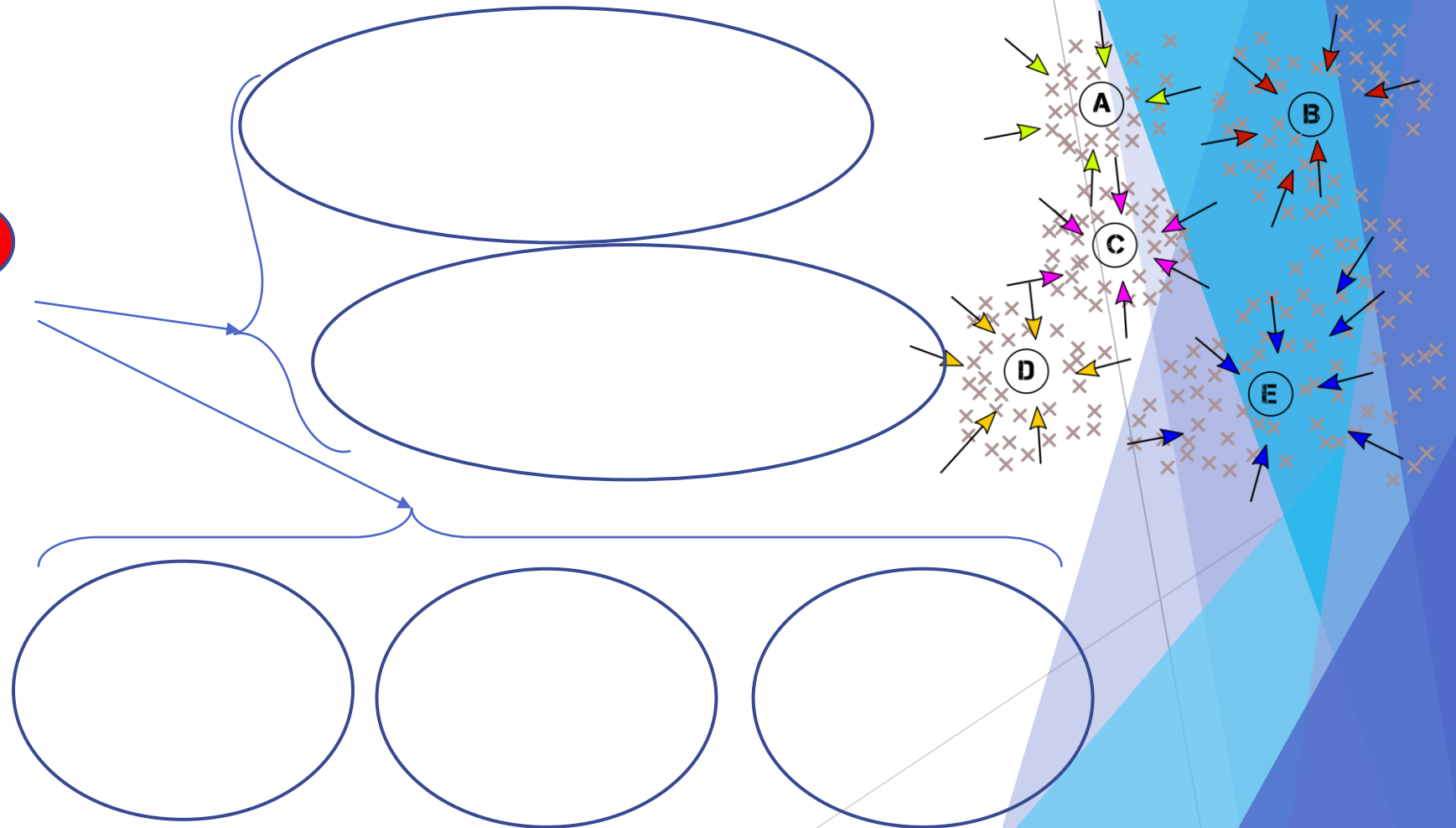
Processo di clusterizzazione
o clustering analysis

Preparazione di gruppi di oggetti tali che
gli oggetti appartenenti a un gruppo siano
“simili” tra loro e differenti dagli oggetti
negli altri gruppi



OGGETTO	COLORE	FORMA
1	GIALLO	RETTANGOLO
2	ROSSO	RETTANGOLO
3	BLU	RETTANGOLO
4	BLU	CERCHIO
5	ROSSO	CERCHIO
6	GIALLO	CERCHIO

COORDINATE	YIELD	NDVI	SAND	ETC...
X;Y	22.14	84.78	22.75	56.89



Smoothing

Original Zonification



Median Filter 5 x 5



Median Filter 7 x 7



Median Filter 9 x 9

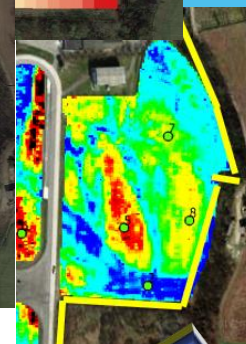
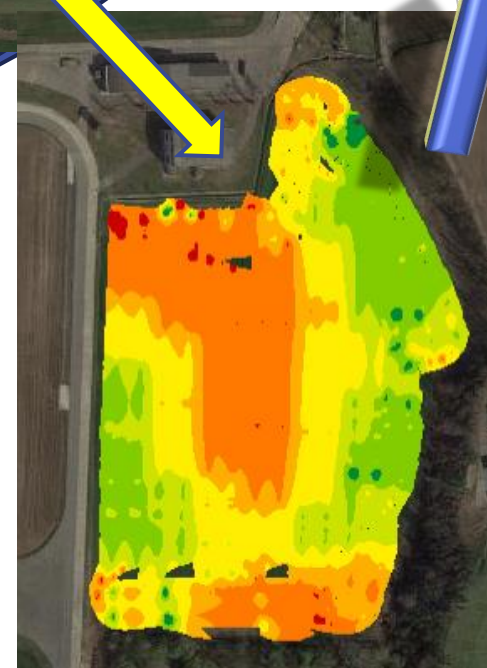
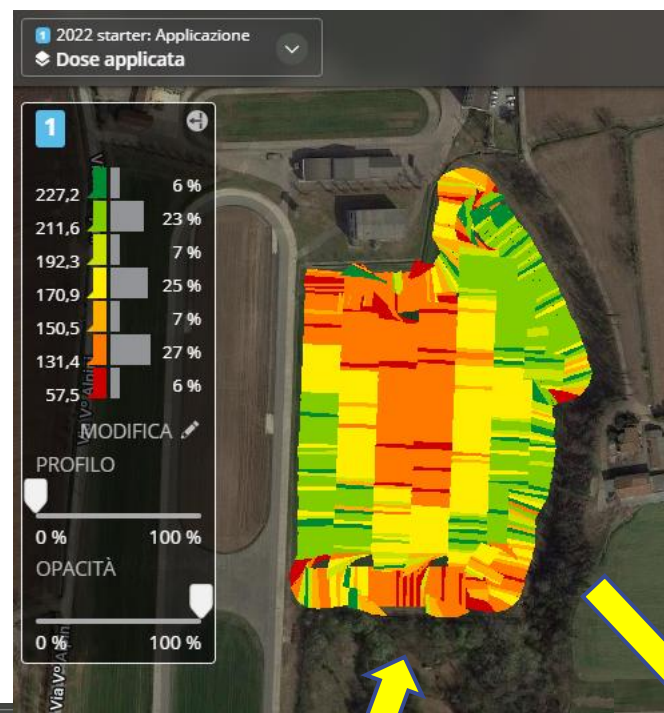
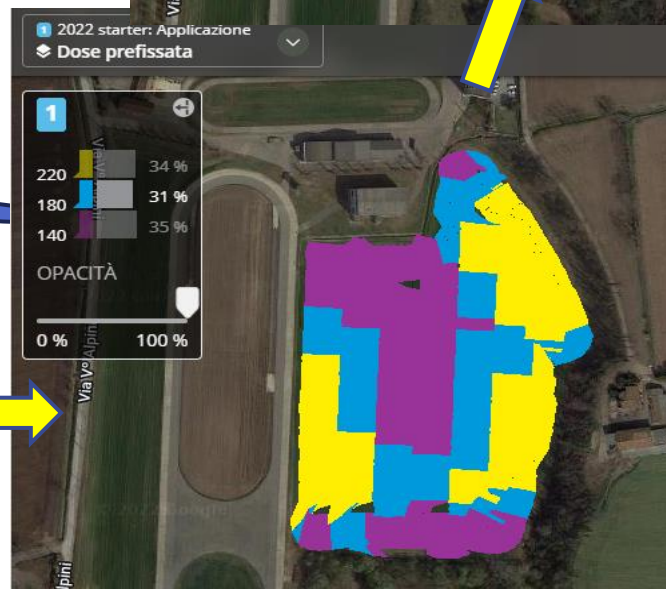
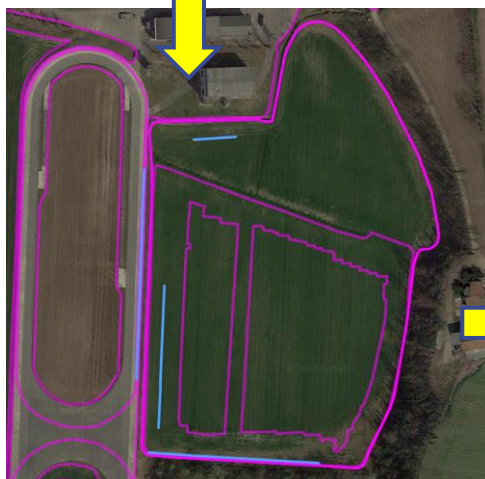
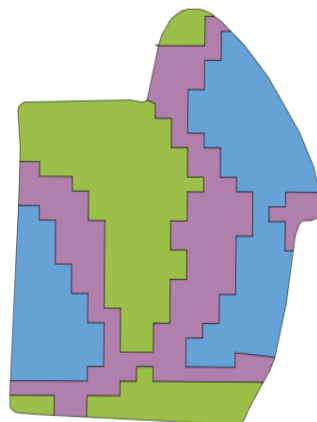




isma_ALPINI_Power-Line 46-0-0 Urea Fertili.zip
zip (2.0kb)
Aggiunto su: 11 mar 2022

LEGENDA

220.0
180.0
140.0



Conclusioni



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE
E FORESTALI



ORDINE
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA DI VITERBO



Ministero della Giustizia



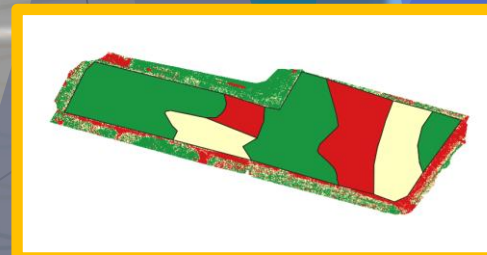
Ministero della Giustizia

Collegio Territoriale dei Periti Agrari e dei Periti Agrari Laureati della Provincia di Roma



- ✓ Le tecnologie per le strategie di Agricoltura di Precisione e successivamente per l'Agricoltura Digitale sono molte e sono tutte basate sulla possibilità di tradurre in valori misurabili un fenomeno.
- ✓ Lo studio e la ricerca sono in piena attività perchè le potenzialità della conduzione in Agricoltura di Precisione sono rivolte al **miglioramento qualitativo ed alla sostenibilità**.
- ✓ Allo stato attuale l'Agricoltura di Precisione ha dei limiti legati alla **carenza di informazioni** sia sulle tecnologie sia sulle opportunità.
- ✓ Il **limite economico** può essere superato da aiuti ed incentivi esterni, mentre quello **informativo** dalla preparazione del personale addetto al settore.
- ✓ Per una adeguata Agricoltura Digitale è necessaria anche una valida preparazione nella fase di elaborazione e gestione dei dati.

Grazie per la vostra attenzione!



elio.romano@crea.gov.it