



GIOVANI *si*



Regione Toscana



**Partenariato Europeo per l'Innovazione
in materia di produttività e sostenibilità
dell'agricoltura**

**Connettività dei sistemi per l'agricoltura di precisione
Campi Connessi**

Relazione finale del PS-GO

Soggetto capofila del GO: Tenute del Cerro s.p.a.-Società Agricola



Premessa

La Toscana compie un ulteriore passo in avanti nel promuovere la digitalizzazione delle attività agricole. Con il progetto CAMPI CONNESSI, che rappresenta una evoluzione del percorso già intrapreso con il precedente progetto Oenosmart, si passa da una prima sperimentazione dei sistemi di agricoltura di precisione, ad una fase di approfondimento di modelli applicativi personalizzati, in grado di dare risposte alle concrete esigenze del singolo agricoltore, grazie ad interventi ed investimenti mirati. In questa prospettiva il progetto ha offerto una gamma di possibili soluzioni sia alle aziende di maggiori dimensioni, come Tenute del Cerro, Banfi e Antinori, che alle piccole e medie aziende che caratterizzano il sistema dell'impresa diffusa, come nel caso delle aziende Martoccia e Siro Pacenti. Nella realizzazione di questo progetto, di cui riporteremo in queste pagine i principali risultati, le aziende hanno lavorato per due anni insieme all'Università di Firenze, al CREA ed alla Società COPERNICO per sviluppare nuovi modelli di digitalizzazione. A completare le attività del Gruppo Operativo, le attività formative dell'agenzia 'Agricoltura è Vita Etruria' e le iniziative divulgative di CIA Toscana.

Abstract

The regional CAMPI CONNESSI project is set in a vanguard wine-growing context such as that of Montalcino. This area has always been the excellence of Tuscan and national winemaking in terms of both quality and production. In order to maintain the competitiveness of the area, however, it is necessary to introduce the latest digital technologies that support and facilitate business activities both from an operational and a decision-making point of view. Thanks to the participation of five important Tuscan wineries in the Montalcino district: Tenute del Cerro (leader), Antinori, Banfi, Podere Martoccia and Siro Pacenti; two important regional research centres: CREA - Centre for Viticulture and Oenology and the Agrismart research laboratory of DAGRI (Department of Agricultural, Food, Environmental and Forestry Science and Technology) of the University of Florence; two important consultancy and training centres: Copernico srl and Agricoltura è Vita Etruria; and the professional agricultural organisation: CIA Toscana, it was possible to tackle a path of connectivity and digitalisation of the entire farm and its staff. In fact, thanks to the development of the 'GEAPP' digital platform by Copernico, it was possible to digitise in full all the operations, activities and tasks carried out during the agricultural activity with the triple advantage of planning in a timely manner the performance of the various activities, monitoring in real time the activities being carried out, and creating a large dataset of information that can be consulted to better plan future activities.

The digitisation of the project farms and the connectivity of the various technologies was agreed with the project partner farms according to their specific needs. Some considered it essential to digitise the agro-climatic information of their farms and to monitor the 'health' status of their crops. These needs were met by creating an 'Agrometeo' section within the platform where it is possible to view data from the agro-climatic stations present on the farms and the monitoring data of the vegetation indices (NDVI, NDRE, NDMI, SAVI) derived from the European Space Agency (ESA) Sentinel-2 mission.

Other companies considered it essential to monitor the activities carried out through the use of company tractors and, specifically, wanted to monitor pest control activities. This was possible by installing control units on the tractors that were able to record the various data coming from the tractor itself or from equipment connected to it. In particular, in order to monitor phytosanitary activities, flowmeters were installed on the sprayers to read the flow rate of the phytosanitary mixture in real time. This data, combined with the forward speed and satellite positioning provided by the tractor's on-board control unit, was used to track, monitor and digitise phytosanitary applications. Of course, the data from the control units was also used to monitor other 'mechanical' activities (transport, soil and/or canopy management operations, etc.) and to create a spatialised activity log, where a spatial tracking of a given operation is also linked to a spatial tracking of said activity.

The overall result of all these operations has been to connect and digitise field activities with the main purpose of creating a flow of digitised activities that will fulfil and streamline certain bureaucratic tasks such as the compilation of the field notebook (treatment register); but the benefits of this digitisation do not stop there. One only has to think of the creation of machinery utilisation reports to streamline utilisation and plan maintenance work. Finally, the analysis of such data helps in the creation of business planning models.

The activities carried out in the project thus represent an example of how digitisation can be implemented in wine-growing companies, and how it can be of use in optimising the phases that are most difficult to monitor and manage. In addition, the precise knowledge of data realised with the tracking systems based on smart-phones and remote communication modules set up on mechanical means, constitutes the foundation for the realisation of effective decision support tools for wine growers.

INDICE

1. Partenariato, ruoli e attività svolte.....	4
2. Innovazioni messe a punto e trasferite	5
3. Metodologie seguite e tempistica	9
4. Prodotti e risultati conseguiti dall'innovazione proposta;.....	10
5. Ricadute economiche e ambientali	33
6. Spese sostenute per l'attuazione del PS-GO	34
7. Quadro delle attività di trasferimento di conoscenze realizzate (numero dei partecipanti agli eventi/corsi realizzati, programmi delle iniziative, presentazioni, sito web, ecc) e copia del materiale informativo, divulgativo, didattico e tecnico-scientifico prodotto;.....	35
8. Considerazioni conclusive (sintesi dei risultati conseguiti, considerazioni sull'applicazione dei risultati al territorio interessato dal progetto di cooperazione e sulla potenzialità di trasferimento ad altre realità territoriali regionali)	38

1. Partenariato, ruoli e attività svolte

- Le aziende agricole **Tenute del Cerro (A 1.1)**, **Giancarlo Pacenti (A.2.1)** **Podere Martoccia (A 3.1)** di **Brunelli Luca**, **Soc. Agri. Antinori (A.4.1)**, **Soc. Agri. Banfi (A.10.1)** partner del GO, hanno messo a disposizione della sperimentazione del GO appezzamenti di terreno coltivati a vigneto, per permettere la raccolta dei dati monitorati dalla sensoristica innovativa installata. Hanno quindi permesso di generare il flusso di dati che sono stati raccolti e resi disponibili all'interno della piattaforma OENOSMART, utilizzata come supporto per interpolazione dei dati stessi.
- Il **Partner Copernico (A5.1)** è intervenuto nel progetto curando la realizzazione del **WP 4-10-12-13**, in particolare le attività hanno previsto:
 - o L'implementazione della piattaforma Oenosmart e l'interazione con diversi protocolli informatici;
 - o L'analisi dei rischi connessi al trasferimento e alla gestione dei dati relativi all'utilizzo dei dispositivi tecnologici;
 - o Documento tecnico sui dispositivi impiegabili per il mantenimento della funzionalità dei sistemi digitali;
 - o Verifica dell'interazione e interconnettività dei sistemi informatici aziendali.
- Il **partner UNFI (A.6.1)** è intervenuto nel progetto con il team del laboratorio Agrismart che ha curato l'attuazione dei **WP 2-11-14**, in particolare le attività svolte hanno previsto:
 - o La realizzazione di un repertorio delle tecnologie digitali, delle basi informatiche per l'agricoltura di precisione e l'identificazione dei formati dati
 - o La preparazione di documento tecnico sui dispositivi e sistemi impiegabili per il mantenimento dei sistemi digitali;
 - o Un repertorio delle tecnologie VRA e un manuale di configurazione base dei file di controllo delle applicazioni VRA.
- Il partner **CIA Toscana (A.7.1)** è stato partner attuatore per i **WP21-22-23-24-25-26** dove ha curato l'attuazione della Mis. 1.2 inerente alla **divulgazione dei risultati del progetto** e con il **WP 27** ha curato l'organizzazione di **visite guidate** nell'ambito della misura 1.3. **Tra le prime attività realizzate** è stato curato il sito internet progettuale contenente le informazioni rilevanti la struttura, le attività e gli obiettivi del gruppo operativo. L'indirizzo del sito web è: <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/>.

Complessivamente il sito internet e le sue pagine hanno ricevuto oltre 1.794 visualizzazioni con accesso di oltre 500 singoli utenti.

Per quanto riguarda le visite guidate, è stata realizzata la visita guidata a Siviglia (Spagna) che ha coinvolto imprenditori agricoli e portatori di interesse. Purtroppo l'andamento della pandemia ha influenzato negativamente lo svolgimento di attività in presenza e gli spostamenti all'interno del territorio, pertanto le successive attività non sono state realizzate.
- Il partner **CREA (A.9.1)** Viticoltura ed Enologia è stato partner attuatore per il **WP n. 3** "Classificazione e caratterizzazione dei Dati digitali impiegati nelle aziende agricole", in particolare le attività svolte hanno previsto di:
 - o Effettuare uno stato dell'arte sulle tecnologie digitali impiegate nei processi produttivi agricoli sia interne che esterne all'azienda, in particolare relativi alla viticoltura.

- Individuare le tipologie di dati digitali relativi alle misure dirette o agli indicatori relativi alla fisiologia delle piante
- Analizzare le proposte ed esperienze con tali tipologie di dati.
- Verificare i possibili software che potrebbero essere impiegati ed i protocolli di impiego relativi e la possibile interconnettività.
- Individuazione delle tipologie di dati digitali relativi agli indicatori sulla fisiologia della vite e alla sua coltivazione.

In particolare, il progetto ha riguardato i dati in ingresso ovvero quelli che possono essere acquisiti in campo e relativi alla fisiologia della pianta.

- Il partner **Agricoltura è Vita (A.8.1)** ha curato l'organizzazione delle azioni formative legate alla misura 1.1, i cui risultati sono descritti al punto 7 della presente relazione.

2. Innovazioni messe a punto e trasferite

- **WP 2-11-14 - UNIFI** In merito a quest'ultima attività si è provveduto all'installazione del flussometro Braglia presso l'azienda partner di progetto "La Poderina – Tenute Del Cerro" ed al suo collegamento con la BlackBox BB 300 DotMobile del trattore per la corretta rilevazione e trasferimento dei dati relativi ai litri di miscela irrorata. La black box DotMobile BB300 installata sul trattore dell'azienda partner di progetto (La Poderina – Tenute Del Cerro) è equipaggiata con canali analogici ma idonei solo di leggere segnali in tensione. Per poter collegare il sensore FluxPRO di Braglia (uscita analogica in corrente 4-20mA), è stato necessario collegare una resistenza, opportunamente calcolata e tarata, in parallelo tra l'uscita del sensore e la massa. Questa operazione garantisce una piena compatibilità tra il sensore FluxPRO ed il registratore di dati DotMobile. Le immagini sottostanti stanno a testimoniare l'installazione del flussometro, il suo corretto funzionamento e la sua corretta visualizzazione nella piattaforma di condivisione dati.



Predisposizione luogo di installazione



Flussometro con supporti



Collegamenti BlackBox e Flussometro



Flussometro in funzione

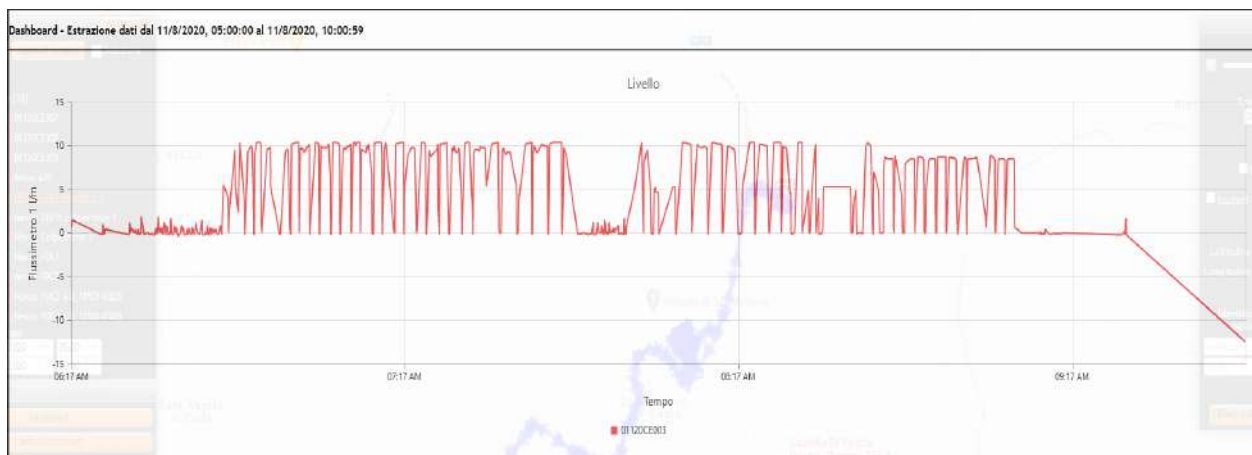


Grafico dati in uscita dal flussimetro in una sessione di irrorazione

Per quanto riguarda la seconda azienda partner di progetto “Siro Pacenti”, è necessaria una premessa. In commercio esistono macchine irroratrici che vengono progettate con molteplici sensori per il funzionamento proporzionale alla velocità di avanzamento. Queste macchine sono in grado di mantenere una dose costante compensando le inevitabili variazioni di velocità, durante i vari passaggi, aumentando la pressione di lavoro. Per poterlo fare, oltre a misurare e modificare la pressione del circuito del liquido e controllare la velocità di avanzamento, hanno a bordo un flussometro che monitora costantemente il flusso come retroazione della variazione controllata della pressione di esercizio. Considerando che nella maggioranza dei casi i sensori installati hanno un’uscita digitale ad impulsi, è stato necessario progettare una interfaccia che renda compatibile questi sensori con la black box di DotMobile.

L’interfaccia progettata è basata su un piccolo microcontrollore (ESP8266), opportunamente programmato per leggere gli impulsi del flussometro a bordo macchina e convertirli in un livello di tensione. Per farlo è necessario attenuare il segnale digitale ad impulsi, solitamente 9-10Vdc, con un partitore di tensione che grazie a due resistenze porta il valore a circa 3Vdc, compatibile con il microcontrollore. Il firmware conta gli impulsi del sensore nell’unità di tempo e genera ogni secondo un segnale PWM (pulse width modulation), che attraverso un filtro RC (resistenza e condensatore) viene convertito in un livello di tensione proporzionale alla quantità di flusso in litri minuto misurato. Dopo una procedura di taratura, che varia a seconda del modello di flussometro installato sulla macchina, è possibile collegarsi al registratore DotMobile ed avere i dati in l/min visualizzabili da

remoto. Le immagini sottostanti stanno a testimoniare l'installazione del flussometro e il suo corretto funzionamento.



Flussometro irroratrice



Installazione e configurazione



Convertitore segnale



Cablaggio

Nonostante l'ampia configurabilità della BlackBox DotMobile e della piattaforma digitale, sono necessari miglioramenti per aumentare il numero di parametri da monitorare e la fruibilità/comprendimento del monitoraggio da parte degli utilizzatori finali.

- **WP 3 - CREA Data** la variabilità del processo produttivo, è stato necessario classificare i dati acquisiti dagli strumenti in categorie, che rappresentano alcuni fattori che vanno a concorrere nella gestione agricola: attività di campo, dati agrometeorologici e stato della coltura. Queste tipologie di dati fanno parte di un processo, che si articola sostanzialmente in tre fasi: osservazione e raccolta dei dati tramite strumentazioni collocate nell'ambiente produttivo, interpretazione dei dati tramite software su dispositivi, analisi dei dati e loro implementazione nella gestione agronomica. Un aspetto importante di questo processo è l'acquisizione di dati relativi alla variabilità all'interno di un appezzamento, in modo da poter definire preliminarmente su quali fattori poter ragionare e adottare le strategie migliori per aumentare l'efficienza produttiva.

All'interno del progetto, per digitalizzare i dati aziendali è stato utilizzato dal partner Copernico un sistema gestionale "GeAPP" dotato di un'interfaccia disponibile su vari dispositivi, in cui è stato possibile raccogliere dati agrometeorologici e relativi alle attività di campo (es. lavorazioni, ecc) e su altri aspetti relativi alle realtà aziendali. In particolare, i dati agrometeorologici sono stati acquisiti grazie alla rete di stazioni installate nei vigneti delle aziende partners.

Le attività del CREA si sono concentrate in particolare sulla problematica relativa all'irrigazione, grazie alla presenza nel partenariato di aziende fornite di impianti di irrigazione. Il ruolo del CREA è stato quello di produrre e fornire informazioni relative allo stato idrico delle viti e che potessero essere utilizzati nella piattaforma, consentendo alle aziende una migliore gestione irrigua. Pertanto, Per fare questo sono stati testati nuovi strumenti di monitoraggio dello stato idrico della vite.

- **WP 4 - COPERNICO** Il progetto ha l'obiettivo innovativo di creare connessioni tra le specifiche sensoristiche, applicate in campo agricolo, ora al terreno ora alla trattrice, in grado di generare un flusso di dati digitali che possono essere analizzati successivamente e che permettono una innovazione dei processi di coltivazione.

Nel corso del 2021 e del 2022, non senza subire ritardi a causa della pandemia, Copernico ha implementato la struttura informatica della piattaforma digitale GeApp, per rendere fruibili ed interoperabili i diversi sistemi tecnologici utilizzati durante il progetto.

La piattaforma, già prima di questo momento, rendeva possibile la connessione tra diverse piattaforme digitali. Nello specifico i servizi forniti sono i seguenti:

- consultazione dei dati spaziali e colturali delle particelle importati dalla piattaforma Artea.
- consultazione indici vegetazionali satellitari della costellazione Sentinel-2
- consultazione dei dati meteo provenienti da Meteoblue

La Piattaforma era già in grado di comunicare con dispositivi in grado di tracciare il percorso dei mezzi agricoli in campo in maniera automatizzata, tramite GPS. Nelle specifiche del progetto però, il tracciamento dei dati è stato implementato rendendo possibile l'utilizzo del sistema GPS presente sul cellulare dell'operatore in campo che esegue l'attività o tramite quello presente sul dispositivo di DotMobile, che le aziende hanno acquistato e installato sui trattori durante il progetto. Le aziende che hanno utilizzato i dispositivi di tracciamento DotMobile sono la "Siro Pacenti di Pacenti Giancarlo" e "Tenute del Cerro", le restanti, invece, hanno usufruito dell'App dedicata al tracciamento, scaricata direttamente sul cellulare.

- **WP 5-6-7-8-9 BANFI - MARTOCCIA - ANTINORI - PACENTI - TENUTE DEL CERRO**

Durante il corso dell'intera durata progettuale, come previsto dal Piano Strategico le aziende aderenti al progetto hanno noleggiato la piattaforma OENOSMART, con l'obiettivo di integrare all'interno della logica aziendale il metodo gestionale e di consultazione dati innovativo offerto dal software, per una transizione verso l'agricoltura 4.0 che possa apportare una varietà di benefici, in favore soprattutto dell'efficienza di produzione e della sostenibilità.

Per una ulteriore precisione e interconnessione dei dati immessi in piattaforma, nelle aziende sono state installate centraline Netsens per il rilevamento dei dati meteo. Tali dati sono stati resi disponibili all'interno della piattaforma e integrati con gli appezzamenti aziendali.

Il progetto, tramite l'utilizzo della piattaforma OENOAMART è dunque riuscito a dimostrare l'interoperabilità tra i diversi sistemi di raccolta dati, in particolare:

- Artea, per la consultazione dei dati spaziali e colturali delle particelle

- Costellazione Sentinel-2, per la consultazione degli indici vegetazionali satellitari
- Meteoblue e centraline Netsens, per la consultazione dei dati meteo
- Sistemi GNSS per il tracciamento delle attività di campo.

3. Metodologie seguite e tempistica

Nella prima annualità si è provveduto a svolgere tutte le attività preliminari di studio delle tecnologie digitali presenti in commercio e delle basi informatiche necessarie per adempiere agli scopi del progetto. Queste attività sono state portate a termine in concomitanza con la classificazione e caratterizzazione dei dati digitali impiegati nelle aziende agricole in modo da trovare tutte le soluzioni necessarie per la configurazione delle tecnologie nei sistemi aziendali.

Nella seconda annualità si è provveduto al trasferimento delle tecnologie digitali, precedentemente individuate, presso le aziende partner di progetto. Successivamente, si è provveduto, dopo un'analisi preliminare del loro funzionamento, alle necessarie migliorie per garantire e mantenere la funzionalità di questi sistemi digitali e del loro sistema di geo-posizionamento al fine di incrementare la sicurezza nell'impiego delle macchine agricole.

Nella terza annualità, infine, si è provveduto all'analisi e alle verifiche di interazione dei dati provenienti dall'uso operativo delle tecnologie introdotte presso le aziende partner, andando ad indagare in maniera dettagliata sulle operazioni di protezione delle colture.

Per quanto riguarda la sperimentazione delle tipologie di strumenti relativi alle misure dirette o agli indicatori riguardanti la fisiologia delle piante, sono stati messi a punto dei protocolli operativi per testare nuovi sensori per il monitoraggio delle condizioni idriche sulla vite durante la fase produttiva. Le attività sperimentali hanno previsto il monitoraggio dello stato idrico di piante della cv. Sangiovese, in rapporto con i parametri ambientali. In collaborazione tra i partner Copernico e Crea sono stati installati sensori Saturas per la misura del potenziale idrico.

L'azienda israeliana Saturas, leader nel settore della sensoristica applicata all'irrigazione di precisione, è stata scelta in una prima fase del progetto per la disponibilità di sensori innovativi, che installati sul fusto della pianta consentono di misurare lo stress idrico della pianta stessa in base alla variazione del flusso linfatico, in modo continuo. Successivamente sono stati testati i sensori fogliari prodotti dall'azienda tedesca Founders Lane, in grado di monitorare in tempo reale la pressione di turgore e la temperatura fogliare, grazie a rilevazioni ininterrotte e in vivo. I dispositivi sono stati applicati su un campione rappresentativo di piante.

I dati raccolti in continuo dai sensori prossimali sono stati confrontati con il metodo classico e distruttivo di misura dello stato idrico della vite, cioè con la misura del potenziale idrico del germoglio con camera a pressione di Scholander.

Per quanto riguarda le attività di disseminazione, sono state eseguite durante tutto lo svolgimento del progetto con l'organizzazione di attività come meglio dettagliato al punto 7.

4. Prodotti e risultati conseguiti dall'innovazione proposta;

- **DAGRI - UNIFI** di seguito si fornisce una breve sintesi dei risultati prodotti nell'ambito del WP progettuali che hanno riguardato la produzione di documentazione relativa ai supporti informatici disponibili per le imprese, la sicurezza dei dati e l'illustrazione di un repertorio di macchinari in grado di raccogliere e generare dati utili.

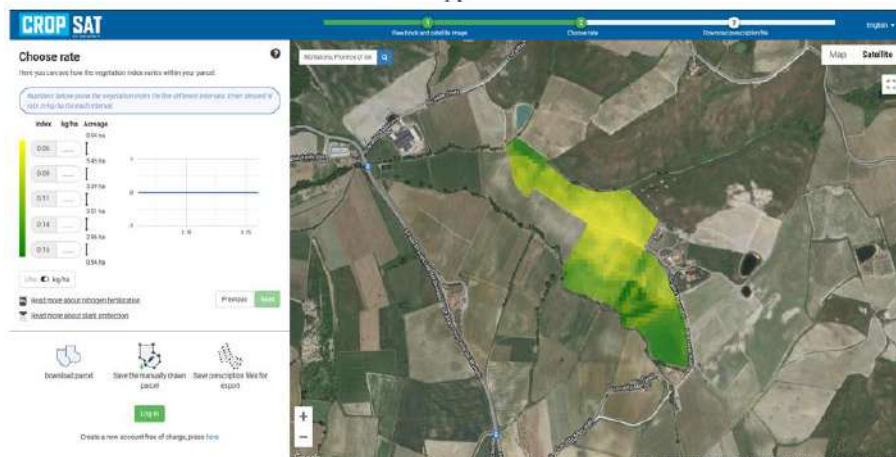
WP2- Classificazione e caratterizzazione dei Dati digitali impiegati nelle aziende agricole

L'obiettivo del WP era quello di raggruppare un repertorio delle principali tecnologie digitali per l'agricoltura di precisione a disposizione delle imprese agricole. Di seguito se ne fornisce un breve estratto.



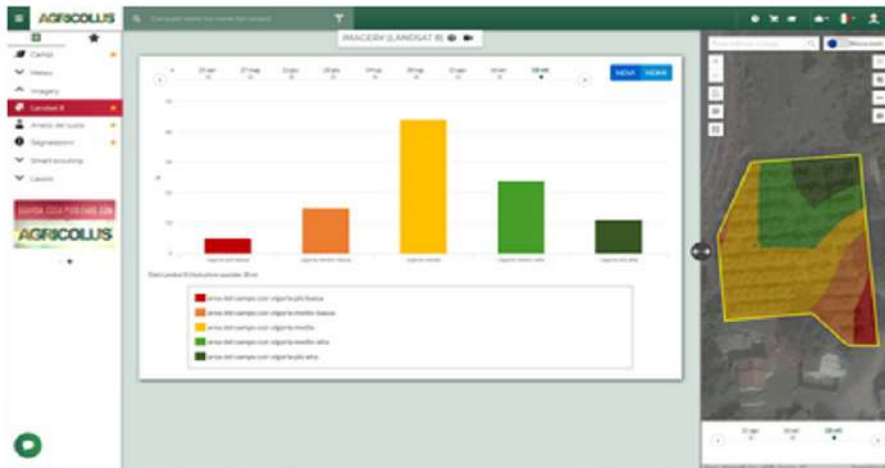
1)

OneSoil è una piattaforma Open Source che aiuta gli agricoltori e le aziende agricole a essere più redditizie e sostenibili attraverso le tecnologie digitali dell'agricoltura di precisione. Essa permette di osservare a distanza lo sviluppo delle colture, monitorare il meteo e aggiungere appunti. Nella versione web, puoi anche visualizzare i file delle macchine e calcolare i tassi di semina e di applicazione dei fertilizzanti.



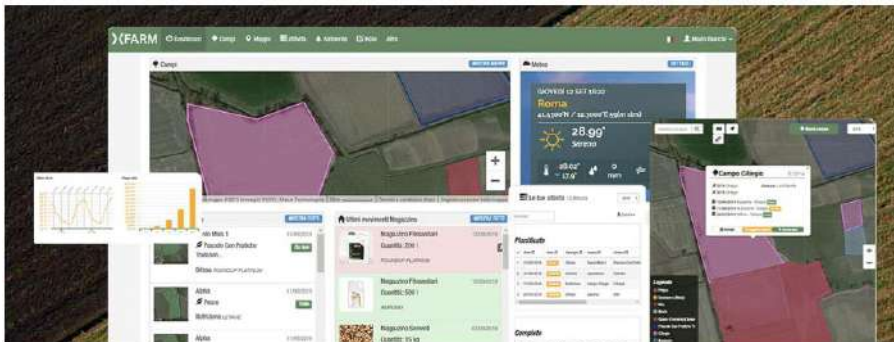
2)

CROPSAT è un'applicazione interattiva che aiuta gli agricoltori e le aziende agricole a essere più redditizie e sostenibili attraverso le tecnologie digitali dell'agricoltura di precisione. Essa consente di creare facilmente mappe di variazione dell'indice di vegetazione delle immagini satellitari. Le mappe possono essere scaricate e utilizzate per l'applicazione di azoto a rateo variabile



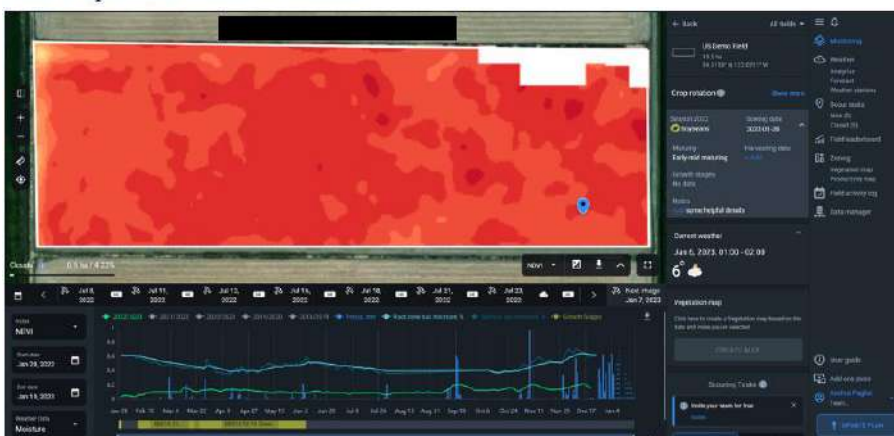
3)

Agricolus Free è una piattaforma digitale per gli agricoltori che vogliono muovere i primi passi verso la digitalizzazione, l'agricoltura di precisione e la gestione in modo efficiente e innovativo dell'azienda agricola. Essa consente, nella versione gratuita, di mappare tutti i campi dell'azienda agricola, avere sempre a disposizione dati meteo professionali, monitorare costantemente lo sviluppo delle colture grazie agli indici di vigoria e stress idrico e registrare tutte le operazioni colturali effettuate.



4)

Xfarm è una piattaforma digitale per gli agricoltori che vogliono muovere i primi passi verso la digitalizzazione, l'agricoltura di precisione e la gestione in modo efficiente e innovativo dell'azienda agricola. Essa consente, nella versione gratuita, di mappare tutti i campi dell'azienda agricola, avere sempre a disposizione dati meteo professionali, monitorare costantemente lo sviluppo delle colture grazie agli indici di vigoria e stress idrico e registrare tutte le operazioni colturali effettuate.



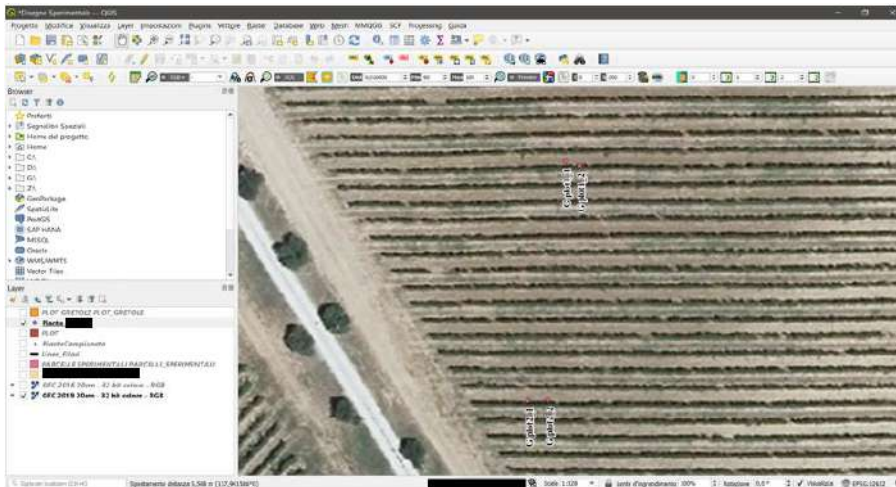
5)

Eos Crop Monitoring è una piattaforma con una versione gratuita che aiuta gli agricoltori e le aziende agricole a essere più redditizie e sostenibili attraverso le tecnologie digitali dell'agricoltura di precisione. Basato su immagini satellitari e la gestione dei big data, EOSDA Crop Monitoring aiuta gli agricoltori a gestire più campi, ridurre i costi delle risorse e prendere decisioni affidabili.

Repertorio delle basi informatiche per l'agricoltura di precisione

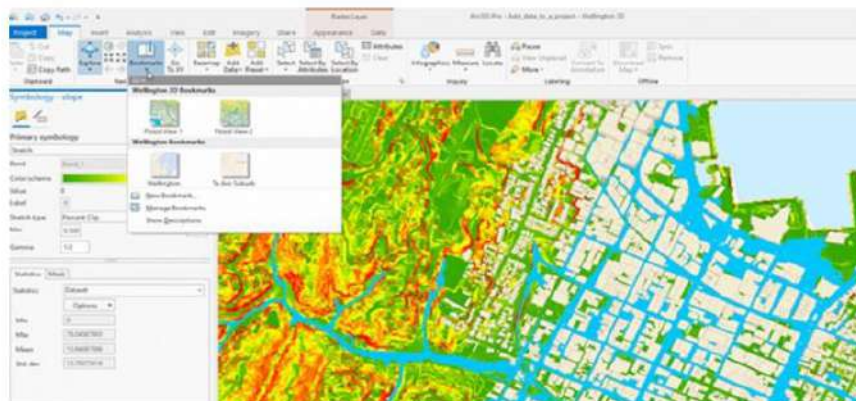
Software

Base informatica



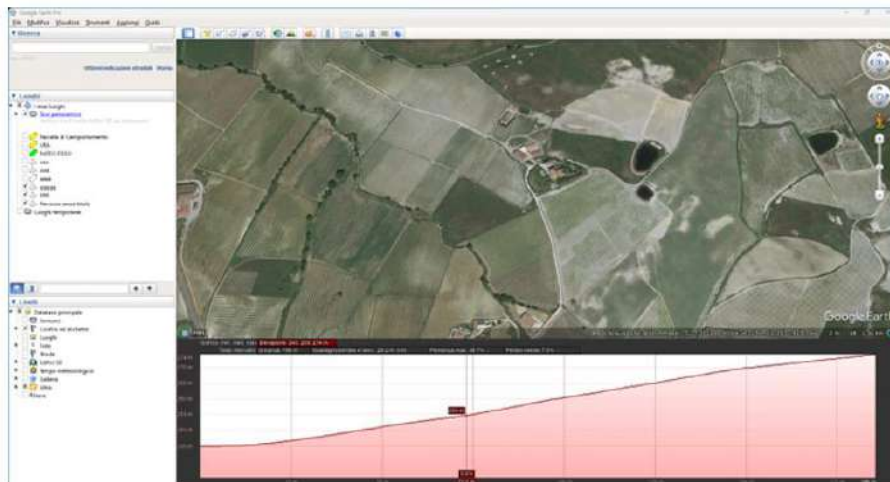
- Dati spaziali
- Dati satellitari

QGIS è un software di Informazione Geografica Libera (GIS) e Open Source che permette di visualizzare, organizzare, analizzare e rappresentare dati spaziali. Attraverso questo software è possibile gestire, elaborare e visualizzare sia dati vettoriali sia raster oltre che i principali database spaziali come PostgreSQL/PostGIS.



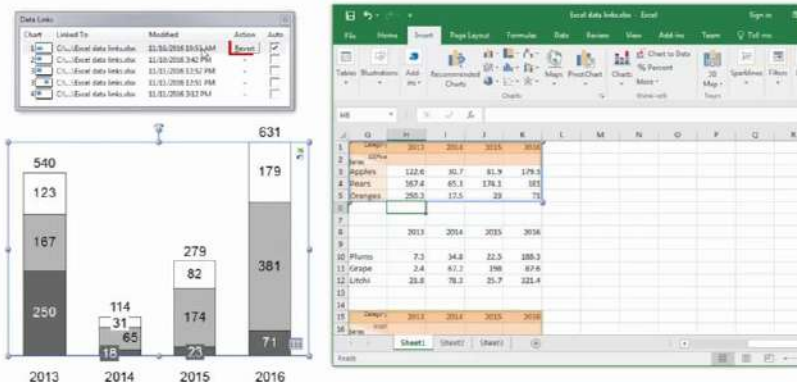
- Dati spaziali
- Dati satellitari

ArcGIS è un software di Informazione Geografica Libera (GIS) del tutto simile a QGIS ma non Open Source. Anch'esso permette di visualizzare, organizzare, analizzare, rappresentare dati spaziali e creare cartografia. Attraverso questo software è possibile gestire, elaborare e visualizzare sia dati vettoriali sia raster.



- Dati spaziali
- Dati satellitari

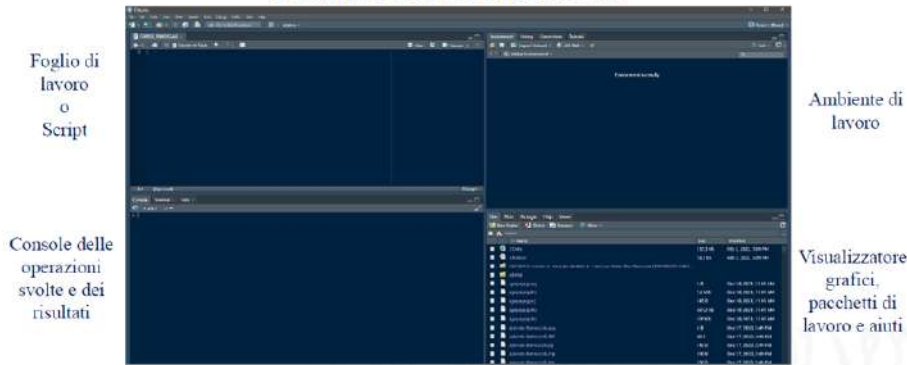
Google Earth Pro è un software di Informazione Geografica Libera (GIS) della suite di Google ed è Open Source. Anche in questo caso si possono visualizzare, organizzare, analizzare, rappresentare dati spaziali e creare cartografia. Attraverso questo software è possibile gestire, elaborare e visualizzare sia dati vettoriali sia raster. E' un ottimo visualizzatore di dati spaziali, ma non ha la stessa versatilità dei due software precedenti.



- Dati colturali
- Dati tabellari

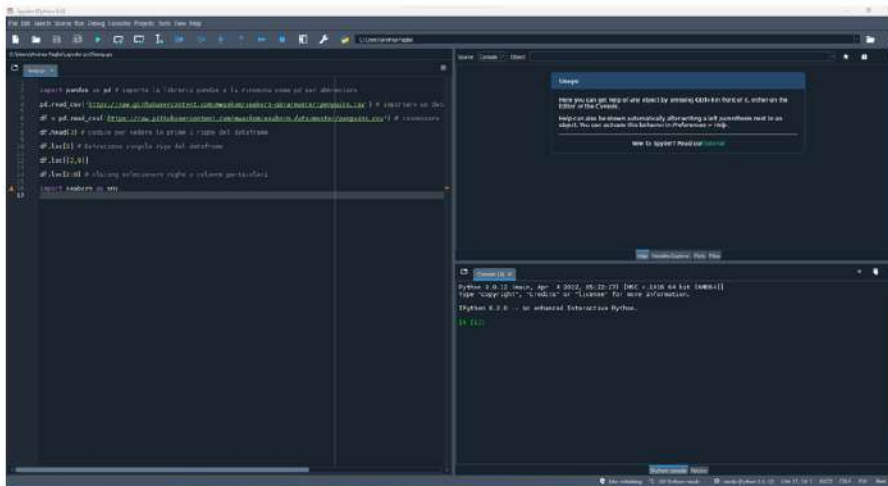
Excel è un software sviluppato che fa parte della suite Microsoft Office, il software Excel permette di produrre e gestire fogli elettronici. Il foglio elettronico è un programma che permette di effettuare calcoli, creare rappresentazioni grafiche ed elaborare dati, anche di grandi dimensioni. Il suo limite è quello di non poter gestire una grande mole di dati, e questo suo limite si palesa soprattutto in confronto ad altri software dedicati.

INTERFACCIA GRAFICA RStudio



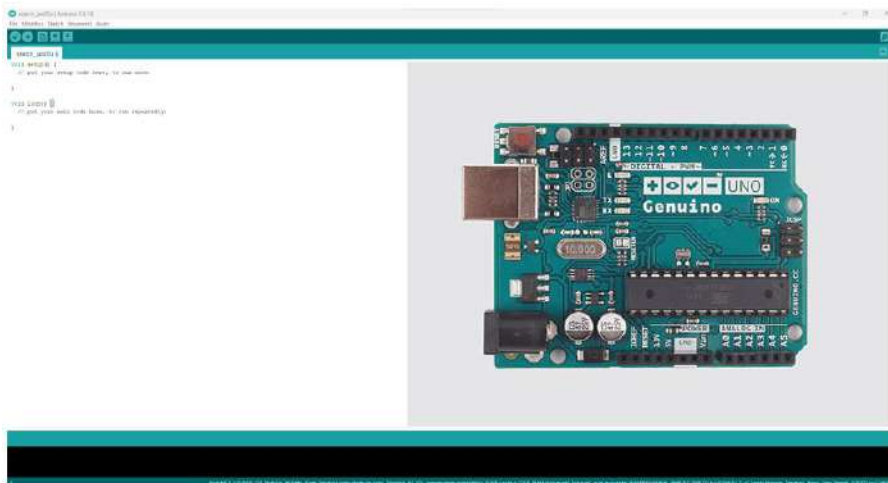
- Dati colturali
- Dati tabellari

R è un linguaggio e ambiente software per la statistica computazionale e la grafica in statistica rilasciato come open-source in licenza GNU GENERAL PUBLIC LICENSE Version. Attraverso questo software è possibile gestire, elaborare e visualizzare dati di ogni genere e natura attraverso vari plugin.



- Dati colturali
- Dati tabellari
- Dati sensoristiche

Python è un linguaggio di programmazione di alto livello, orientato a oggetti, adatto a sviluppare applicazioni distribuite, scripting, computazione numerica e system testing. Attraverso l'interfaccia IDE di Spyder, che è un ambiente di sviluppo integrato open source per la programmazione scientifica, è possibile gestire, analizzare ed elaborare un'immensa quantità di dati attraverso una serie di pacchetti importanti nello stack scientifico di Python.



- Dati sensoristiche

Arduino è un progetto open source utile per costruire progetti di robotica, elettronica e automazione e consta sia di una parte hardware (scheda) che di una parte software. Infatti, esiste un'interfaccia grafica IDE (software) chiamato Arduino che serve per scrivere i programmi che verranno trasferiti sulla scheda per essere eseguiti. Per esempio, una scheda Arduino è stata utilizzata per convertire il segnale digitale ad impulsi del flussometro in un analogico per poter essere compreso dalla BlackBox DotMobile

WP11 - Sicurezza dei sistemi di monitoraggio e sistemi di controllo automatismi (GPS, reti tipo ITALPOS) nella gestione delle operazioni agricole

L'obiettivo del WP era la realizzazione di un documento tecnico sui dispositivi e sistemi impiegabili per il mantenimento della funzionalità dei sistemi digitali e di geo-posizionamento ai fini della sicurezza nell'impiego delle macchine e impianti agricole. Negli ultimi anni le tecnologie di posizionamento globale si sono sviluppate molto velocemente, sia dal punto di vista quantitativo (numero di infrastrutture presenti a livello globale) sia dal punto di vista qualitativo (disponibilità di varie componenti del segnale). Nella figura 1, ripresa da un recente report dell'agenzia europea per i servizi GNSS (Global Navigation Satellite System), è possibile vedere come negli ultimi anni ci sia stato un massiccio potenziamento del segmento spaziale. Infatti, si sono sviluppate altre costellazioni (GALILEO e BeiDou) di satelliti disponibili per effettuare il posizionamento globale, pertanto sono stati portati in orbita decine di satelliti aggiuntivi che possono sopperire alla loro iniziale scarsità nei primi anni 2000.

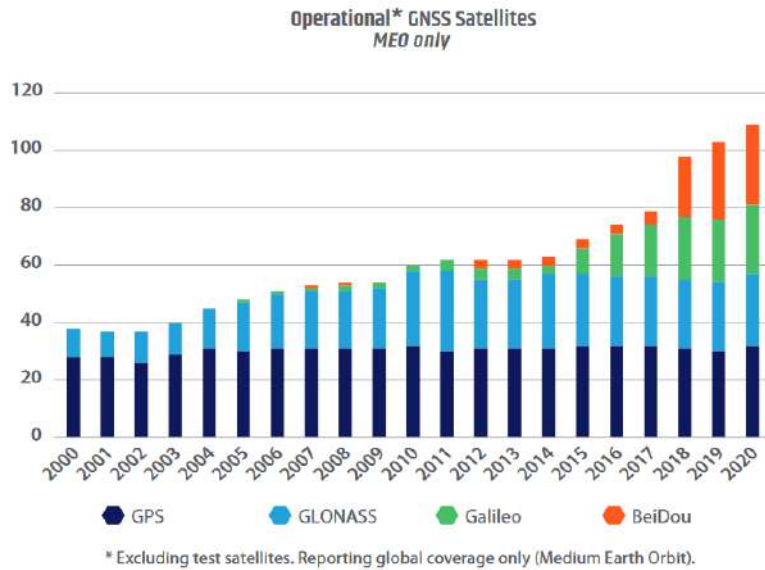


Figura 1
GNSS User Technology Report, Issue 3, copyright © European GNSS Agency, 2020

Di pari passo con l'evoluzione del segmento spaziale, si è evoluto anche il segmento di utilizzo. Soprattutto in termini di potenza di calcolo e ricezione del segnale dalle varie costellazioni. Infatti, come mostra la figura 2 sottostante, una buona percentuale (50%) dei ricevitori GNSS supportano la multi-costellazione

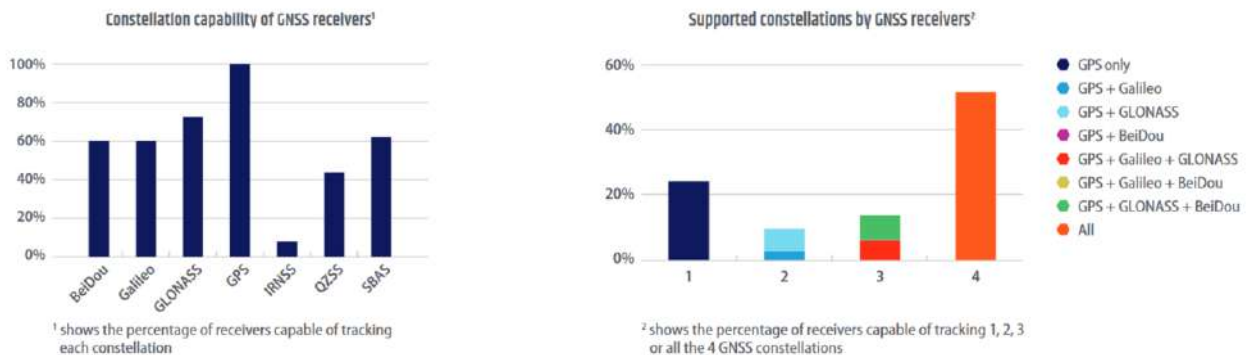
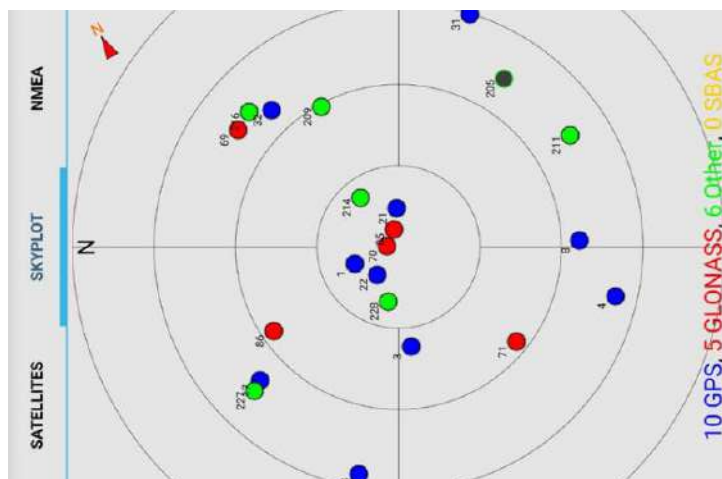


Figura 1
GNSS User Technology Report, Issue 3, copyright © European GNSS Agency, 2020

Grazie a questo aspetto il principale problema dei primi anni di evoluzione di questa tecnologia, cioè la scarsità dei satelliti, è stato risolto. Inoltre, grandi passi in avanti sono stati fatti anche dal punto di vista della potenza di calcolo dei ricevitori; basti pensare che oggi giorno i moderni cellulari sono in grado di elaborare sia i segnali provenienti da diverse costellazioni sia le diverse frequenze che emettono. Quest'ultimo aspetto ha permesso di ottenere un ulteriore miglioramento dell'accuratezza e della precisione del posizionamento.

La figura 3 è una rappresentazione grafica e schematica della numerosità dei satelliti presenti in orbita in una sessione di verifica della qualità, della presenza e della disposizione spaziale (GDOP) del segnale satellitare nelle aziende del progetto. In essa, è stato usato un comune smartphone per la ricezione del segnale satellitare.



Visti gli scopi del progetto, tra cui il tracciamento delle principali operazioni e lavorazioni agricole, sono state monitorate le performance operative in termini di tracciamento e ricezione del segnale satellitare durante le sessioni di lavoro. Vista la particolarità delle operazioni in termini di collocamento del ricevitore GNSS (comune smartphone) all'interno della cabina del trattore, si sono evidenziate delle problematiche nella ricezione del segnale satellitare dovute al punto debole degli smartphone, l'assenza di un'antenna esterna. Infatti, lo smartphone, trovandosi all'interno di una struttura chiusa (cabina del trattore) e, molto frequentemente, in tasca dell'operatore ha difficoltà nella ricezione del segnale e pertanto nel tracciamento delle operazioni. Già predisponendo un'antenna di basso costo (2-10€) collegata alla uscita usb-c dello smartphone o tramite connessione bluetooth si migliorerebbe di molto la ricezione del segnale.

Inoltre, negli ultimi anni, si sono sviluppati servizi ed infrastrutture che consentono di migliorare l'accuratezza e la precisione del posizionamento satellitare, quali il sistema SBAS (Satellite Based Augmentation Systems) e N-RTK (Network – Real Time Kinematic). Il primo si basa su dei satelliti geostazionari che ricevono le informazioni dagli altri satelliti e mandano informazioni al ricevitore sulle correzioni da effettuare per migliorare l'accuratezza del posizionamento. Grazie ad essi si possono raggiungere precisioni dell'ordine di 1 metro. La seconda tecnologia prevede un network di stazioni fisse a terra che ricevono il segnale satellitare multi-costellazione, lo elaborano e lo correggono, in tempo reale o in post-processing, per migliorare in modo sensibile il posizionamento. Con questa tecnologia si possono ottenere precisione dell'ordine di 3-5 cm. In commercio ci sono molti servizi di questo tipo proposti da aziende private che si sono costruite il loro network di stazioni fisse a terra. Ovviamente, offrono questi servizi dietro la sottoscrizione di un abbonamento. Sicuramente più interessante è la tendenza degli ultimi anni di costruire i network di stazioni fisse a terra da parte degli enti pubblici che offrono il servizio di miglioramento del posizionamento gratuitamente, previa registrazione. Un caso molto virtuoso è la rete interregionale SPIN3 GNSS messa in opera dalle regioni Valle d'Aosta, Piemonte e Lombardia. Non tutte le regioni però dispongono di questo interessante servizio utile a molte categorie professionali, quali geometri, topografi, ingegneri, architetti, archeologi e agricoltori. Di seguito viene riportato uno schema riassuntivo delle regioni che dispongono di una rete N-RTK.

Regione	Servizi offerti	N° Stazioni	Indirizzo IP	Info
Abruzzo	DGPS; RTK	16	88.44.106.194:2101	Gratuito
Basilicata	---	---	---	---
Calabria	---	---	---	---
Campania	DGPS; RTK	13	109.115.186.34:2101	Gratuito

Emilia Romagna	RTK	15	---	Pagamento
Friuli Venezia Giulia	DGPS; RTK	20	193.43.178.173:8080	Gratuito
Lazio	DGPS; RTK	18	62.149.194.137:2101	Gratuito
Liguria	DGPS; RTK	7 + 3	81.23.86.70:2101	Gratuito
Lombardia/Piemonte/Valle d'Aosta	RTK	39	158.102.7.10:2101	Gratuito
Marche	---	---	---	---
Molise	---	---	---	---
P.A. Bolzano	RTK	13 + 13	62.101.0.40:2101	Gratuito
P.A. Trento	RTK	11 + 13	194.105.50.232:2101	Gratuito
Puglia	RTK	12	138.66.34.59:2101	Gratuito
Sardegna	RTK	14	195.96.217.165:2101	Pagamento
Sicilia	DGPS; RTK	~ 80	195.96.217.164:2101	Gratuito
Toscana	---	---	---	---
Umbria	RTK	12	80.17.45.14:2101	Gratuito
Veneto	RTK	29	---	Gratuito

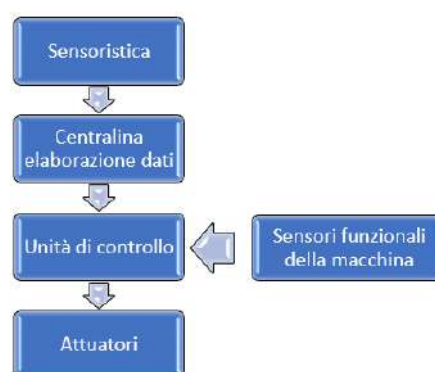
WP 14 - Verifiche di interazione tra Dati "mappe di prescrizione" e macchine agricole VRT (Trattamento Rateo Variabile)

Repertorio delle tecnologie di VRA e quadro sinottico delle diverse configurazioni adottate

- *Quadro sinottico adottato per il VRA basato su mappe di prescrizioni*



- *Quadro sinottico adottato per il VRA basato su sensori*



Seminatrici ISOTRONIC - Maschio Gaspardo

ISOTRONIC è il sistema di controllo digitale delle attrezzature MASCHIO GASPARDO basato sul protocollo di comunicazione ISOBUS. Attraverso questo protocollo di comunicazione è possibile regolare i parametri operativi della propria attrezzatura come il TC-SC che controlla automaticamente le sezioni dell'attrezzatura sulla base della posizione GNSS e di una mappa di prescrizione.



ISOTRONIC

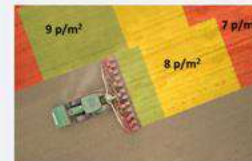
a)



Mappa di prescrizione



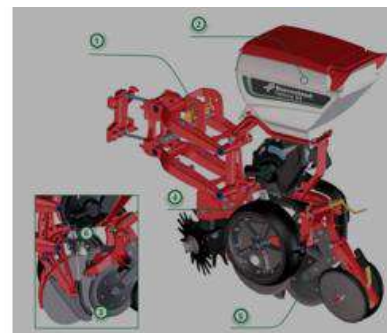
Documentazione di lavoro



Rateo variabile automatico

Seminatrici OPTIMA V - Kverneland

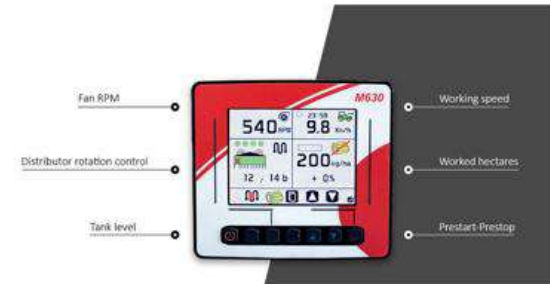
La seminatrice Optima V, grazie al modulo e-drive e al GEOCONTROL garantisce che tutte le unità di semina possono essere escluse individualmente in modo da assicurare una distribuzione variabile delle sementi gestita da una mappa di prescrizione.



b)

Variable Rate Tramline (VRT)- Montana Mascar

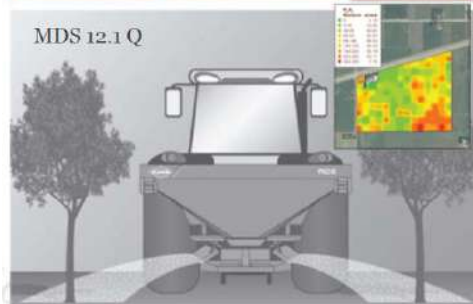
VRT consente di trasformare il sistema di azionamento dei distributori della macchina da meccanico ad elettrico permettendo il controllo automatico del dosaggio del prodotto da distribuire, sia seme che concime. Tra i principali vantaggi abbiamo una maggior precisione e velocità di semina con riduzione dei tempi di lavoro. Il sistema si compone di un motore elettrico montato a bordo macchina i quali **sostituiscono** in blocco la trasmissione meccanica presente in configurazione standard.



c)

Repertorio delle tecnologie di VRA per la concimazione

Concimazione VRA - BANDE



<https://www.kuhn.com>

Concimazione VRA - CENTRIFUGA



Terminale a bordo macchina



<http://www.casella.it/>



<http://www.tecnovict.com>

Concimazione VRA Distribuzione localizzata

tipologia attacco: portato su sollevatore della trattore
larghezza: 1,60 m.
capacità: circa 300 800 litri,
distribuzione superficiale o localizzata nei due sottofila,
velocità di avanzamento di circa 5-8 km/h.

a)

- Due sensori **GreenSeekerTM (A)** rilevano l'NDVI dai filari in continuo
- **Centralina Trimble RT200 (B)** : media i dati NDVI dei due sensori e li invia al monitor
- **Monitor Trimble FM 1000 (C)**: associa ad un valore di NDVI una dose di concime e comunica con la centralina dello spandiconcime



Esempio equipaggiamento VRA on the go 2020
Fonte: UniPd

b)

- **Centralina Kuhn Quantron** gestisce completamente lo spandiconcime
- **Spandiconcime Kuhn MDS 12.1Q (D)**



(C)



(D)

(1) Spandiconcime **Kuhn MDS 18.2**, classico da vigneto **5500-6000 Euro**

possibilità di interfacciare la centralina elettrica **Quantron M** per il rateo variabile



(2) Spandiconcime **Kuhn AXIS 40.2** con relativo monitor **euro 15.000-20.000**



Centralina Kuhn Quantron



c)

(1) Spandiconcime Maschio Gaspardo Primo EW : macchina elettrica con pesatura in continuo (disponibile anche meccanica)



Spandiconcime Maschio Gaspardo Primo EW

(2) Spandiconcime Kubota DSXL-W

(3) Amazone ZA-V Euro 15.000-17.500 euro



Spandiconcime Amazone VA-Z



Spandiconcime Kubota DSXL-W

d)

(1) Spandiconcime a rateo Variabile Mod. VRT 150 Tecnovit «Claudio Pontremolesi» (Spezia Srl)



Tecnovit, Spezia Srl «Claudio Pontremolesi»

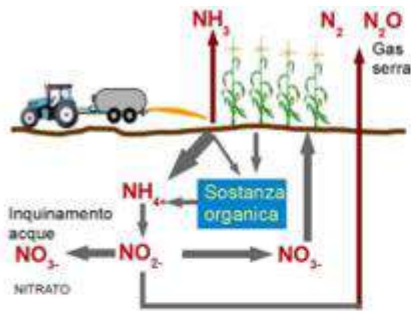
(2) Spandiconcime Casella, fertilizzatore automatizzato capienza 500l Euro 15.000

(http://www.casella.it/assets/uploads/irrigazione-prodotti-documenti/spandiconcime-a-dosi-variabili_articolo-informatore-agrario_2011.pdf)



Casella, fertilizzatore automatizzato

e)



Utilizzo di carri spandiletame con distribuzione proporzionale all'avanzamento in combinazione a ritardanti della lisciviazione.

Prodotto **dosNlock** permette di creare strutture complesse a partire dall'azoto nitrico e ammoniacale dei liquami.

Risultato: Concentrazione di NO_3^- media nella fase liquida del suolo fino a 110 giorni successivi all'antesi e 60 cm di profondità.



Iniezione del prodotto in combinata alla durata del caricamento del carro

f)

Repertorio delle tecnologie di VRA per la difesa fitosanitaria



TRAINATO - TRAILO			
600	600-700	1-2	75-100 l/min
800	700	2	100-120 l/min
1000	700-800	2	100-140 l/min
1500	700-900	2	120-170 l/min
2000	700-900	2	120-170 l/min
3000	800-900	2	140-170 l/min

Synthesis

a)

Smart Synthesis Hybrid – Caffini

Atomizzatore VRA elettrico in grado di variare in tempo reale la portata sia dell'irrorazione grazie a ugelli PWM sia il getto d'aria grazie alla trasmissione elettrica. Il tutto è gestito da sensori ad ultrasuoni che rilevano la dimensione della vegetazione.



b)

Atomizzatore CIMA VRT

Atomizzatore pneumatico a basso volume in grado di variare in modo continuo ed automatico la distribuzione, sulla base di informazione sul vigore fogliare provenienti da sensori ad ultrasuoni

Il sistema è integrato con GPS per variare la distribuzione anche in funzione della velocità e per documentare in modo puntuale il trattamento



Atomizzatore ROB3^{EVO} CIMA

I sensori ad ultrasuoni permettono di rilevare la presenza o meno della vegetazione, garantendo la portata variabile e l'interruzione del trattamento in assenza di vegetazione lungo il filare.

L'atomizzatore ROB3 EVO può essere dotato del kit CIMA - Agricoltura 4.0, fornito completo di software gestionale da installare su PC e abbonamento scheda GSM di 5 anni. Il software gestionale permette di inviare i parametri di configurazione all'atomizzatore. Durante il trattamento il PLC a bordo macchina registra e visualizza tutti i dati di lavoro in tempo reale. Alla fine del trattamento o a fine giornata l'operatore con un semplice click invia i dati raccolti (dati di lavoro e tracciato georeferenziato) tramite rete GSM ad un cloud, per visualizzare da remoto tutte le informazioni relative al suo Atomizzatore.

c)



d)

Atomizzatore DIA 8 F Friuli Sprayers

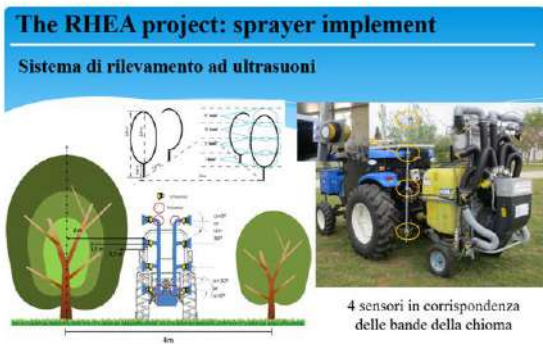
L'azienda Friuli Sprayers propone una serie di atomizzatori con un sistema ad ultrasuoni in grado di rilevare la presenza o meno della vegetazione, garantendo la portata variabile e l'interruzione del trattamento in assenza di vegetazione lungo il filare.



e)

Atomizzatore TurboTeuton - Maschio Gaspardo

Grazie a due sensori LIDAR posti anteriormente all'atomizzatore è possibile regolare la portata a seconda delle caratteristiche della chioma



f)

Abbattimento dei costi di ingegnerizzazione ancora lunghi: Progressiva evoluzione nei prossimi anni

2018 - Stage 2 Commerciale Nobili Adaptive



Sistemi Retrofit – Smart Apply



TOTAL CONTROL AND NO DOWN TIME

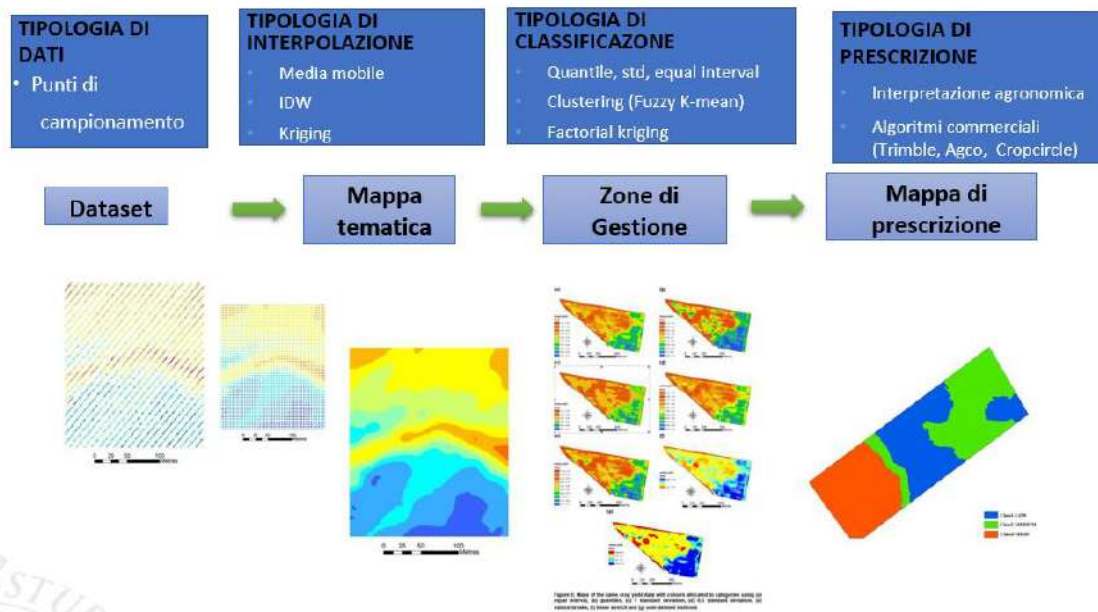
When it's time to spray, you need a system that's easy to use and works every time. The Smart-Apply add-on kit is equipped with TeeJet brand solenoid valves for superior control and reliability. Smart-Apply's density based spraying technology has multiple nozzle levels that start and stop instantly based on the canopy map the LiDar system creates, giving you greater control than variable rate technology.

Ultrasonic systems require multiple lenses that are less accurate and get dirty easily. The Smart-Apply Intelligent Sprayer has a single, well-protected lens that requires less maintenance and ensures more precise coverage.

And if, at any time, you want to override the system and go back to conventional spraying, it's as simple as a flip of a switch.

g)

WP14-SUB_AZIONE_2 - Manuale di configurazione base dei file di controllo delle applicazioni VRA



1)

Regolazione delle macchine di distribuzione in larghezza

Q = dose distribuita [x/ha]

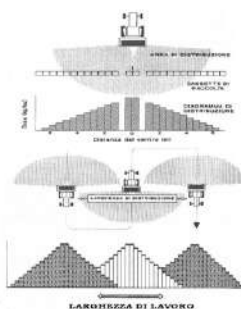
V = velocità [km/h]

P = portata [x/min]

L = larghezza [m]

dove x = t, kg, lt

$$P = \frac{Q \cdot V \cdot L}{600}$$



Uniformità dello spandimento

Valutata con una serie di contenitori posti trasversalmente alla direzione di avanzamento. Peso il prodotto



COEFFICIENTE DI VARIABILITÀ TRASVERSALE (CVt)

Con i campioni raccolti lungo la direzione di avanzamento si è valutata la qualità del lavoro attraverso



COEFFICIENTE DI VARIABILITÀ LONGITUDINALE (CVl)

2)

Rielaborazione da testo "Agricoltura di precisione" Edagricole R.Casa

Metodologie adottabili per attuare concimazioni VRA (anche combinabili tra loro):

- a) Quantificazione delle asportazioni degli elementi nutritivi dal suolo es. attraverso la mappatura delle produzioni delle colture degli anni precedenti -> **fertilizzazione di restituzione sito-specifica (potenzialmente adatto per P e K);**
- b) utilizzare metodi rapidi di mappatura del suolo di proprietà correlate ad elementi della fertilità **(potenzialmente adatto per K e P);**
- c) monitorare lo stato nutrizionale della coltura durante il corso della stagione attraverso sensori prossimali o remoti **(adatto per N).**

Mappatura di resa

Mappatura del suolo

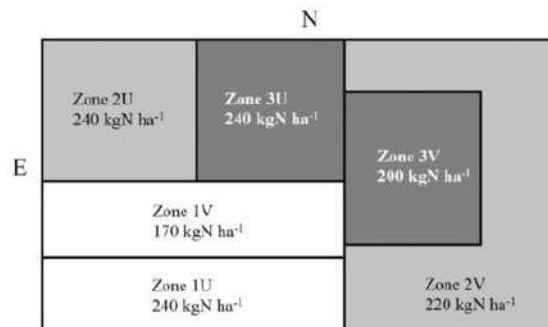
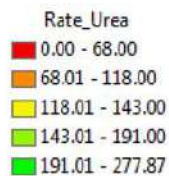
Mappatura del vigore

3)

Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

Modalità per realizzare una fertilizzazione sito-specifica:

- 1) Variazione continua della dose applicata all'interno dell'appezzamento in risposta alle esigenze puntuali, rilevate e quantificate mediante sensori installati sul trattore, o tradotte in mappe prodotte precedentemente usando le fonti di dati;
- 2) Approccio **SSMZ** (*site-specific management zone*) dividendo l'appezzamento in sotto-aree omogenee al cui interno i fertilizzanti sono applicati uniformemente



4)

Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

Analisi strati informativi:

- Mappe fisico-chimiche suolo
- Mappe resa
- Telerilevamento
- **Geostatistica**
- **GIS**

**1ª concimazione:
bilancio dell'azoto per
zone omogenee**

Analisi stato
nutrizionale

Telerilevamento
Rilevamento prossimale

**2a concimazione:
valutazione stato
nutrizione coltura**

Processo decisionale



5)

Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

Non è possibile stimare **direttamente** il contenuto di azoto delle foglie, ma **indirettamente** dalla relazione tra **clorofilla** ed azoto : INDICI

Indice	Formula
Chlorophyll Normalized Difference Index	$ChNDI = \frac{(R_{750} - R_{720})}{(R_{750} + R_{720})}$
Red Edge Chlorophyll Index	$CI_{red_edge} = \frac{R_{670}(770-800)}{R_{670}(720-730)} - 1$
Modified Simple Ratio	$mSR = \frac{(R_{728} - R_{434})}{(R_{720} - R_{434})}$
Modified Normalized Difference	$mND = \frac{(R_{728} - R_{720})}{(R_{728} + R_{720} - 2R_{434})}$
Chlorophyll Red Edge Optimized Index	$Chl_{RE_opt} = \left(\frac{1}{R_{691}(807-750)} - \frac{1}{R_{691}(760-800)} \right) \cdot R_{691}(751-780)$
Normalized Difference Optimized Index	$ND_{opt} = \frac{(R_{780} - R_{712})}{(R_{780} + R_{712})}$



6.1)

INDICE



Dose di N?



Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

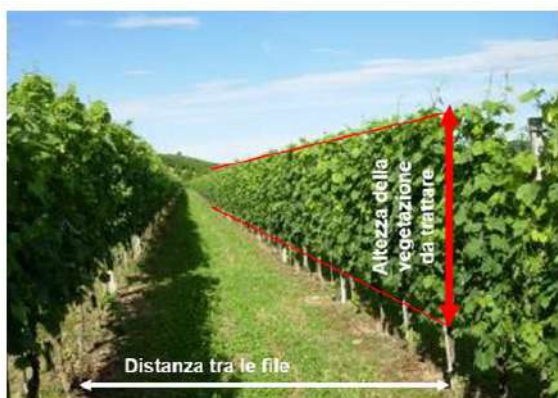
Caso VRA per la difesa fitosanitaria

Adattare la dose di prodotto in funzione della parete fogliare da trattare presente in vigneto al momento del trattamento: parete fogliare da trattare ad ettaro = treated Leaf Wall Area = tLWA, da calcolare utilizzando la seguente formula:

$$\text{tLWA}(\text{m}^2/\text{ha}) = \frac{2 \times \text{altezza della vegetazione da trattare (m)} \times 10.000 (\text{m}^2/\text{ha})}{\text{distanza tra le file (m)}}$$

Facendo un esempio, se il prodotto va impiegato al dosaggio di 0,7 L ogni 10.000 m² di tLWA (parete fogliare da trattare).

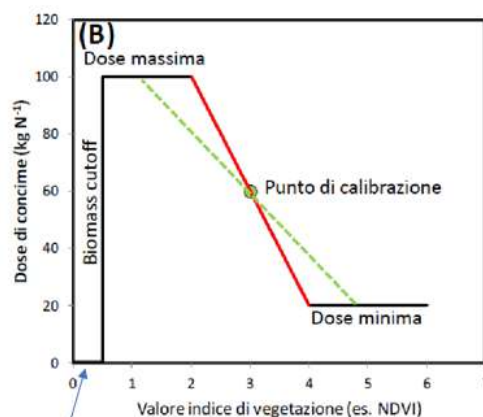
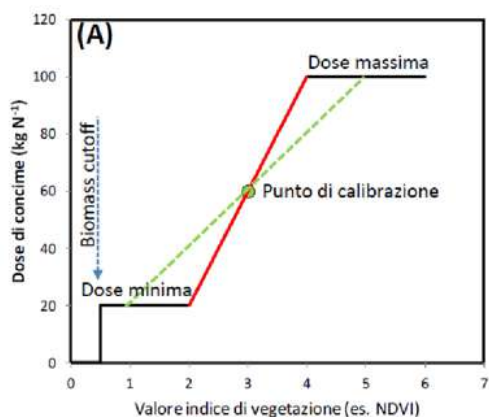
$$\text{Dose da impiegare (L/ha)} = \frac{\text{tLWA (m}^2/\text{ha)} \times 0,7 (\text{L}/10.000 \text{ m}^2)}{10.000 (\text{m}^2/\text{ha})}$$



tLWA calcolata (m ² /ha)	Fattore di conversione ad ettaro	Dose raccomandata (L/10.000 m ² tLWA)	Dose effettiva da impiegare (L/ha)
5000	0.5	0.7	0,35
7500	0.75		0,53
10000	1		0,7
12500	1.25		0,88
15000	1.5		1
17000	1.7		1

6.2)

A) Regolazione della dose di concime in base alla lettura con un sensore ottico e calibrazione con un punto medio (zona dell'appezzamento in condizioni medie) ed una pendenza. La variazione della dose dipende dalla pendenza impostata (linee rosse e verdi illustrano pendenze diverse). La dose distribuita può essere più alta nelle zone con maggior vigore vegetativo (a) oppure viceversa nelle zone a minor vigore (b). Viene stabilita una soglia (biomass cutoff) sotto la quale si assume che la coltura sia troppo rada (suolo nudo) e che non risponda alla concimazione azotata.

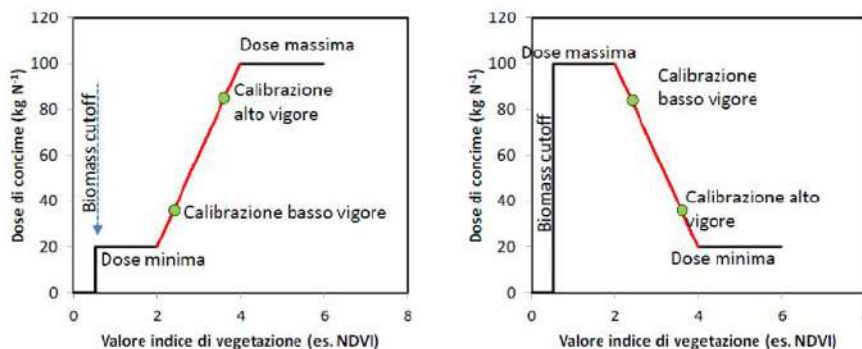


Suolo Nudo

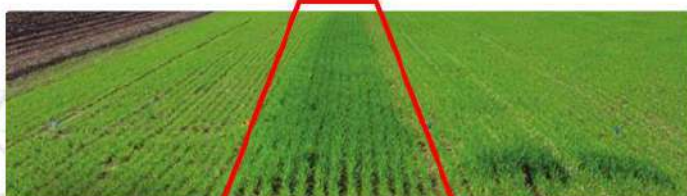
Fonte R.CASA

7)

B) Regolazione della dose di concime in base alla lettura con un sensore ottico e **calibrazione con due punti** (rispettivamente con basso ed alto vigore vegetativo). La dose distribuita può essere più alta nelle zone con maggior vigore vegetativo (a) oppure viceversa nelle zone a minor vigore (b).



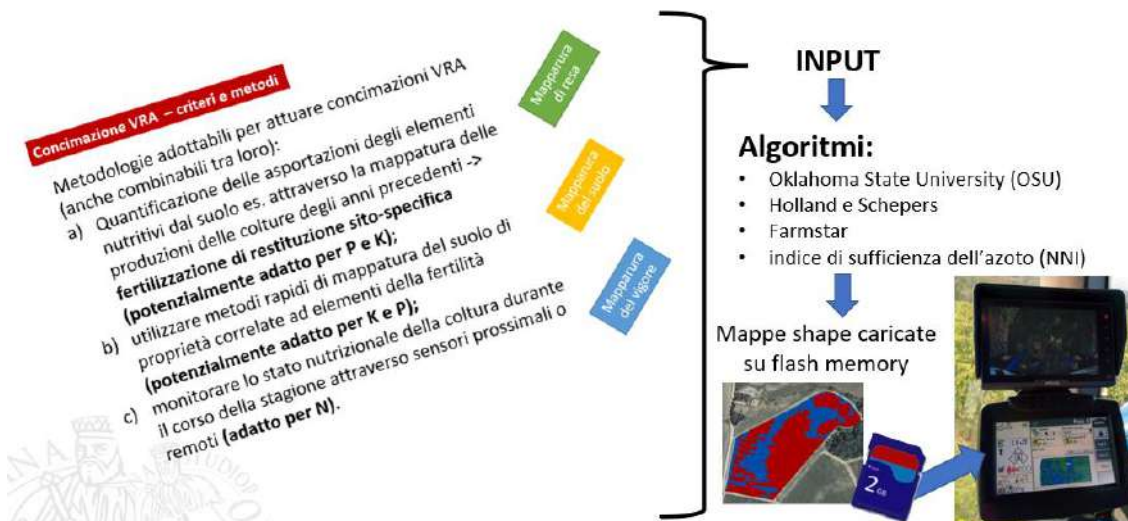
N in eccesso



Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

C) Regolazione delle dosi di concime per concimatrici VRA sprovviste di sensori ottici

Possono essere utilizzati dati di produzione di almeno un triennio, dati caratteristici del suolo, dati relativi alla fisiologia ottenuti da telerilevamento o prossimali dedicati

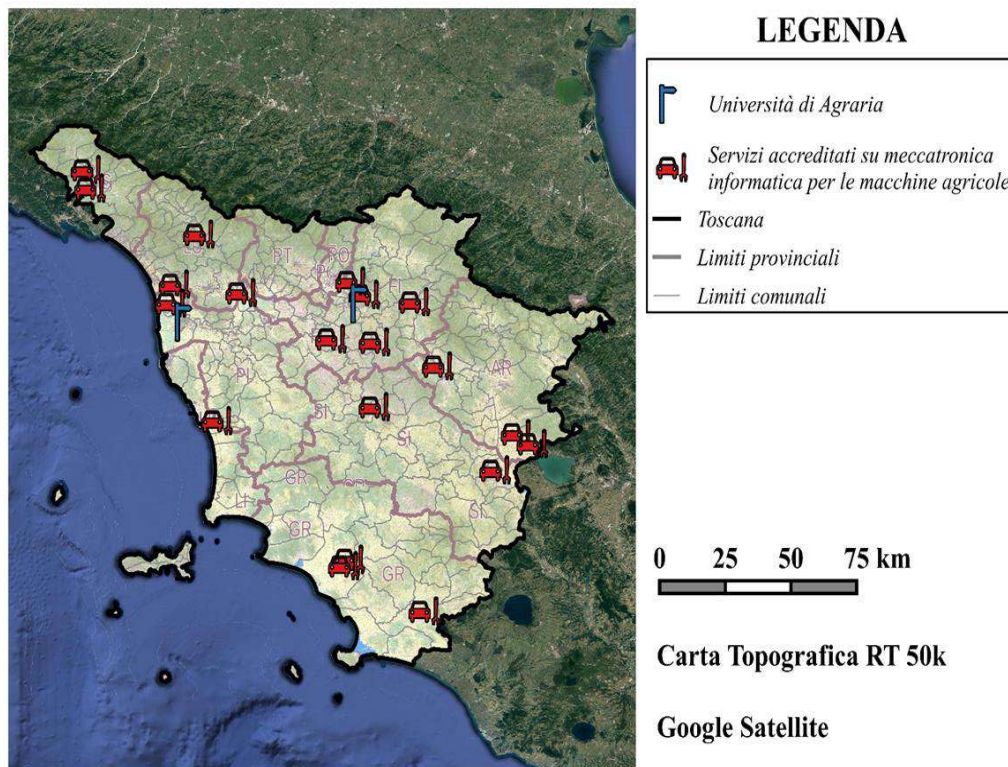


Rielaborazione da testo Agricoltura di precisione Edagricole R.Casa

8)

9)

Elenco dei servizi accreditati su meccatronica informatica per le macchine agricole



➤ **CREA:** I prodotti previsti nel progetto erano:

- Report sullo stato di avanzamento dei lavori con la periodicit  stabilita dal capofila
- Partecipazione alle attivit  di animazione del partenariato, incluse le riunioni del gruppo di lavoro
- Repertorio dei dati digitali relativi alle misure dirette o agli indicatori relativi alla fisiologia delle piante coltivate e alla loro coltivazione.

WP3- Classificazione e caratterizzazione dei Dati digitali impiegati nelle aziende agricole

Sono state individuate tipologie di dati digitali relativi agli indicatori della fisiologia delle piante coltivate raccolti da sistemi di monitoraggio prossimale, al fine di valutarne l'utilizzo nella gestione agronomica del vigneto. Sia la piattaforma Saturas che la piattaforma Deepfield-Connect hanno permesso di creare un dataset completo e disponibile su vari dispositivi (es pc, smartphone, ecc.), sviluppando segnali di allerta in tempo reale, che in condizioni di gestione aziendale possono essere utili per rendere pi  mirati gli interventi irrigui.

➤ **COPERNICO:**

WP 4- Digital Innovation Hub piattaforma territoriale di organizzazione e connessione Dati Digitali impiegati dalle aziende agricole

La piattaforma GeApp, gi  utilizzata come un software gestionale da un ampio panorama di aziende,   capace di registrare le attivit  di campagna, i flussi di materia in entrata e in uscita dall'azienda,

permette di consultare cartografie, dati meteo e immagini satellitari, e contiene tutte le informazioni relative ai campi aziendali e rispettivi piani colturali. L'ulteriore complessizzazione, risultata dal progetto, è stata realizzata attraverso lo sviluppo di una sezione che consente di visualizzare le attività svolte in campo con i mezzi di precisione DotMobile. In tale sezione sono rappresentati graficamente su mappa tutti i dati di telemetria che arrivano dalle centraline montate sul trattore. È stata sviluppata, inoltre, anche una sezione tabellare in cui si visualizzano le informazioni provenienti dalla centralina DotMobile, come ad esempio i dati del flussometro, la velocità di avanzamento e i consumi di carburante.

Il tracciamento tramite DotMobile, nei casi studio esaminati durante il progetto, è avvenuto tramite i seguenti dispositivi:

-Kit industria 4.0, installato presso l'azienda Siro Pacenti di Pacenti Giancarlo

-Punto Mobile BB300 installato presso Tenute del Cerro.

Il progetto ha previsto anche l'acquisto, da parte delle aziende partner, di centraline meteo Netsens, le quali sono state inserite in piattaforma tramite protocollo dedicato. Attivando le centraline in piattaforma è possibile accedere alle misurazioni delle stazioni, aggiornate secondo un intervallo di tempo prestabilito. Ciascuna stazione installata presso le aziende partner, è dotata di sensori di: raffica vento, direzione vento, bagnatura fogliare superiore e inferiore, punto di rugiada, radiazione solare, velocità vento, temperatura aria, umidità aria.

WP 10-12-13 - Sicurezza (accessibilità continua, proprietà e privacy) Dati delle aziende agricole

Nello svolgimento del progetto è stata messa particolare attenzione per garantire la sicurezza dati delle aziende agricole partecipanti. Il sistema informatico, predisposto durante il progetto, si attiene infatti ai protocolli di sicurezza per rendere fruibili i dati dei diversi sistemi tecnologici utilizzati dalle aziende coinvolte nel progetto: centraline meteo, GPS DotMobile e flussometro.

Inoltre, al fine di rendere le attività, legate all'utilizzo della piattaforma, sicure, in termini di protezione dati e privacy, è stata predisposta in fase di registrazione tutta la procedura che permette di accettare "termini e condizioni" e la policy privacy, costruita nel dettaglio per la piattaforma realizzata per rispettare il Regolamento UE 679/2016. Ogni qualvolta l'utente accede alla piattaforma deve autenticarsi, così che solo gli utenti abilitati possano usufruire in maniera appropriata dei servizi forniti.

Nel documento predisposto, inoltre, sono indicati i servizi offerti dalla piattaforma, i requisiti dei soggetti che potranno usufruire della piattaforma; sono specificate le informazioni da fornire per l'utilizzo della piattaforma, e quelle da fornire in fase di registrazione e di accesso.

Ultimo compito di Copernico è stato quello di individuare possibili soluzioni da applicare nelle aziende per sopperire all'eventuale mancanza di copertura internet, la quale inficerebbe i progressi tecnologici attuati. Le soluzioni individuate sono:

- 1) Utilizzo di una sim multioperatore.
- 2) Abilitazione della rete 5g per i dispositivi DotMobile.
- 3) Installazione di antenne che sfruttano la tecnologia LoRa all'interno delle aziende.

A termine progetto la piattaforma offre dunque la possibilità di raccogliere e confrontare una moltitudine di dati diversi, provenienti da sistemi fino ad ora non compatibili tra loro, con l'obiettivo di orientare e supportare le decisioni aziendali, specificatamente di carattere tecnico ed economico, nell'ottica di un efficientamento dell'attività produttiva e della conservazione ambientale.

5. Ricadute economiche e ambientali

Molti studi hanno messo in evidenza come l'assenza di sistemi di tracciamento nei cantieri utilizzati per la protezione delle colture abbia limitato la conoscenza delle criticità che potrebbero emergere a seguito di una scorretta esecuzione dell'irrorazione. Da un punto di vista operativo, nel corso della stagione vegetativa è auspicabile la presenza di dispositivi in grado di assistere gli operatori nella guida del cantiere di irrorazione per limitare gli errori di percorso. L'introduzione di sistemi di tracciamento, anche quelli più semplificati, e digitalizzazione dei cantieri di lavoro relativi alla protezione delle colture, come quelli sviluppati e messi in funzione nel progetto, permette di acquisire informazioni utili alla comprensione delle dinamiche operative della fase di protezione delle colture, consentendo una caratterizzazione analitica del processo di gestione. Gli errori rilevati hanno permesso di valutare le criticità sia in termini operativi che economici. In un contesto di crescente attenzione all'uso sostenibile dei pesticidi, visto il recente documento "From farm to fork" della commissione europea, i sistemi di telemetria si sono rivelati un valido supporto per gli agricoltori e possono contribuire alla riduzione del consumo di prodotti fitosanitari fino ad un 10%, grazie alla limitazione degli errori di percorso, con conseguenti benefici sia economici che ambientali.

7. Quadro delle attività di trasferimento di conoscenze realizzate (numero dei partecipanti agli eventi/corsi realizzati, programmi delle iniziative, presentazioni, sito web, ecc) e copia del materiale informativo, divulgativo, didattico e tecnico-scientifico prodotto;

Di seguito si riportano le attività previste all'interno del **WP21-22-23-24-25-26** riferiti alla divulgazione delle attività innovative e di ricerca organizzate nell'ambito del progetto. In sintesi sono stati organizzati 3 eventi, di cui due in modalità web e uno in presenza a cui si è accompagnata la produzione di materiali promozionale: una brochure progettuale e un inserto su periodico specializzato. Inoltre è stata organizzata una visita guidata relativa alle tematiche proposte dal progetto e rivolta a comprendere l'applicazione dell'agricoltura di precisione nel contesto europeo.

La disseminazione progettuale si è articolata attraverso una molteplicità di azioni con comunicazione multi-canale e targhettizzata per i beneficiari della sottomisura.

- **Realizzazione di pagine web e social dedicate:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/>
 - **Indicatori di risultato:** 1.800 visualizzazioni, oltre 500 utenti raggiunti. All'interno del sito sono stati proposti gli aggiornamenti forniti dal partenariato sulle attività svolte; il numero complessivo di utenti pur risultando importante numericamente è significativo considerato l'interesse settoriale e la specificità dell'innovazione proposta.
- **Incontro tematico online 11-02-2021:**
 - **Indicatori di risultato:** 23 destinatari finali raggiunti. L'incontro online è stato registrato e la registrazione è disponibile all'interno del canale di Cia Toscana su Youtube.
- **Realizzazione e pubblicazione opuscolo informativo:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/la-brochure-del-g-o-campi-connessi-tutte-le-informazioni-sul-progetto/>
 - **Indicatori di risultato:** predisposizione e stampa di 300 copie. Le pubblicazioni sono state distribuite durante le iniziative organizzate e promosse da Cia Toscana, inerenti al progetto o comunque alla tematica dell'innovazione proposta
- **1° Visita guidata Siviglia 06/09-04-2022:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/campi-connessi-visita-di-studio-di-agricoltori-e-ricercatori-a-siviglia-spagna/>
 - **Indicatori di risultato:** 8 partecipanti. La visita si è svolta in collaborazione con Università di Siviglia.



VISITA GUIDATA SIIVIGLIA - Partecipanti alla visita guidata organizzata in collaborazione con l'università di Siviglia. Durante la visita sono state approfondite le attività di agricoltura di precisione condotte dall'università, in particolare sul telerilevamento ed analisi dei dati satellitari sulla coltivazione di agrumi. Le aziende visitate hanno applicato a diversi livelli l'agricoltura di precisione, nella foto in alto, l'azienda è dotata di sensoristica per il monitoraggio dell'umidità del suolo per la gestione dell'irrigazione e fertirrigazione

- **Incontro tematico 02-03-2022:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/campi-connessi-agricoltura-di-precisione-i-risultati-delle-sperimentazioni-2-marzo-2022/>
 - **Indicatori di risultato:** 18 destinatari finali raggiunti.
- **Pubblicazione inserto tecnico su periodico specializzato:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/>
 - **Indicatori di risultato:** 20.000 copie distribuite
- **Convegno finale 4-11-2022:** <https://campiconnessi.ciatoscana.eu/campi-connessi-convegno-a-montepulciano-il-4-novembre-2022-con-i-risultati-finali-del-gruppo-operativo/>
 - **Indicatori di risultato:** 18 destinatari finali raggiunti. Al convegno ha partecipato Alessandra Gemmiti della Regione Toscana.

All'attività di disseminazione si è affiancata una attività di **formazione** che ha previsto la realizzazione di **due corsi** di formazione breve rivolta a addetti del settore agricolo. Complessivamente i partecipanti ai corsi sono stati **21**; i corsi si sono svolti in presenza e hanno sempre previsto una attività in campo con visita ad una realtà di interesse e si sono avvalsi della collaborazione dei ricercatori coinvolti nel progetto.



1°EDIZIONE DEL CORSO DI FORMAZIONE-08769820101B: Visita alla azienda Tenute di San Ruffino Castellina in Chianti con il Dott. Sarri



2°EDIZIONE DEL CORSO DI FORMAZIONE-08769820102B-Vista alla azienda Mulini di Segalari Castegnato Carducci con il Dott. Sarri

8. Considerazioni conclusive (sintesi dei risultati conseguiti, considerazioni sull'applicazione dei risultati al territorio interessato dal progetto di cooperazione e sulla potenzialità di trasferimento ad altre realtà territoriali regionali)

Il progetto regionale CAMPI CONNESSI si inserisce in un contesto vitivinicolo all'avanguardia come quello di Montalcino. Da sempre questo territorio è stato l'eccellenza vitivinicola Toscana e nazionale sia in termini qualitativi sia in termini produttivi. Per mantenere la competitività del comprensorio è però necessaria l'introduzione delle più recenti tecnologie digitali che supportino e agevolino l'attività aziendale sia dal punto di vista operativo sia da quello decisionale. Grazie alla partecipazione di cinque importanti realtà vitivinicole toscane del comprensorio di Montalcino: Tenute del Cerro (capofila), Antinori, Banfi, Podere Martoccia e Siro Pacenti; due importanti centri di ricerca regionali: CREA - Centro di Viticoltura ed Enologia e il laboratorio di ricerca Agrismart del DAGRI (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali) dell'Università degli studi di Firenze; due importanti centri di consulenza e formazione aziendale: Copernico srl e Agricoltura è Vita Etruria; e l'organizzazione professionale agricola: CIA Toscana, è stato possibile affrontare un percorso di connettività e digitalizzazione dell'intera azienda agricola e del suo personale. Infatti, grazie allo sviluppo della piattaforma digitale "GEAPP" da parte di Copernico è stato possibile digitalizzare in toto tutte le operazioni, le attività e le mansioni svolte nel corso dell'attività agricola con il triplo vantaggio di pianificare in maniera puntuale lo svolgimento delle varie attività, di monitorare in tempo reale le attività in corso di svolgimento e di creare un ampio dataset di informazioni consultabili per pianificare al meglio le future attività.

La digitalizzazione delle aziende del progetto e la connettività delle varie tecnologie è stata concordata insieme alle aziende agricole partner del progetto secondo le loro esigenze specifiche. Alcune hanno ritenuto fondamentale digitalizzare le informazioni agro-climatiche delle proprie aziende e monitorare lo stato di "salute" delle proprie coltivazioni. Queste esigenze sono state assolte creando una sezione "Agrometeo" all'interno della piattaforma dove è possibile visualizzare i dati delle stazioni agro-climatiche presenti nelle aziende e i dati di monitoraggio degli indici vegetativi (NDVI, NDRE, NDMI, SAVI) derivanti dalla missione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) Sentinel-2.

Altre aziende hanno ritenuto fondamentale monitorare le attività svolte mediante l'utilizzo dei trattori aziendali e, nello specifico, hanno voluto monitorare le attività di difesa fitosanitaria. Questo è stato possibile installando, a bordo dei trattori, delle centraline che fossero in grado di registrare i vari dati provenienti dal trattore stesso o da attrezzature ad esso collegate. In particolare, per monitorare le attività fitosanitarie sono stati installati sulle irroratrici dei flussometri che permettono di leggere in tempo reale la portata della miscela fitosanitaria. Questo dato, unito alla velocità di avanzamento e al posizionamento satellitare forniti dalla centralina a bordo del trattore, è stato utilizzato per tracciare, monitorare e digitalizzare le applicazioni fitosanitarie. Ovviamente i dati provenienti dalle centraline sono stati utilizzati anche per monitorare altre attività di carattere "meccanico" (trasporti, operazioni di gestione del suolo e/o della chioma, ecc.) e creare un registro delle attività spazializzato, dove ad una determinata operazione è collegato anche un tracciamento spaziale di suddetta attività.

Il risultato complessivo di tutte queste operazioni è stato quello di connettere e digitalizzare le attività di campo con lo scopo principale di creare un flusso di attività digitalizzate che vadano ad assolvere e snellire alcuni adempimenti burocratici come la compilazione del quaderno di campagna (registro dei trattamenti); ma i benefici di questa digitalizzazione non si fermano qui. Basti pensare alla creazione di una reportistica di utilizzo di macchinari per efficientarne l'utilizzo e pianificare interventi di manutenzione. Infine, l'analisi di tali dati è di aiuto per la creazione di modelli di pianificazione delle attività aziendali.

Le attività svolte nel progetto rappresentano quindi un esempio di come possa essere implementata la digitalizzazione nelle aziende viticole, e di come questa possa essere di utilità per l'ottimizzazione delle fasi più difficilmente monitorabili e gestibili. Inoltre, la conoscenza puntuale dei dati realizzata con i sistemi di tracciatura basati su smart-phone e moduli di comunicazione remota allestiti sui mezzi meccanici, costituisce il fondamento per la realizzazione di efficaci strumenti di supporto alle decisioni per i viticoltori.