

LE TECNOLOGIE FONDAMENTALI PER L'AGRICOLTURA 4.0

Ufficio Agrotecnico

Relatore Agr. Michele Giusti

Avezzano 29 marzo 2022

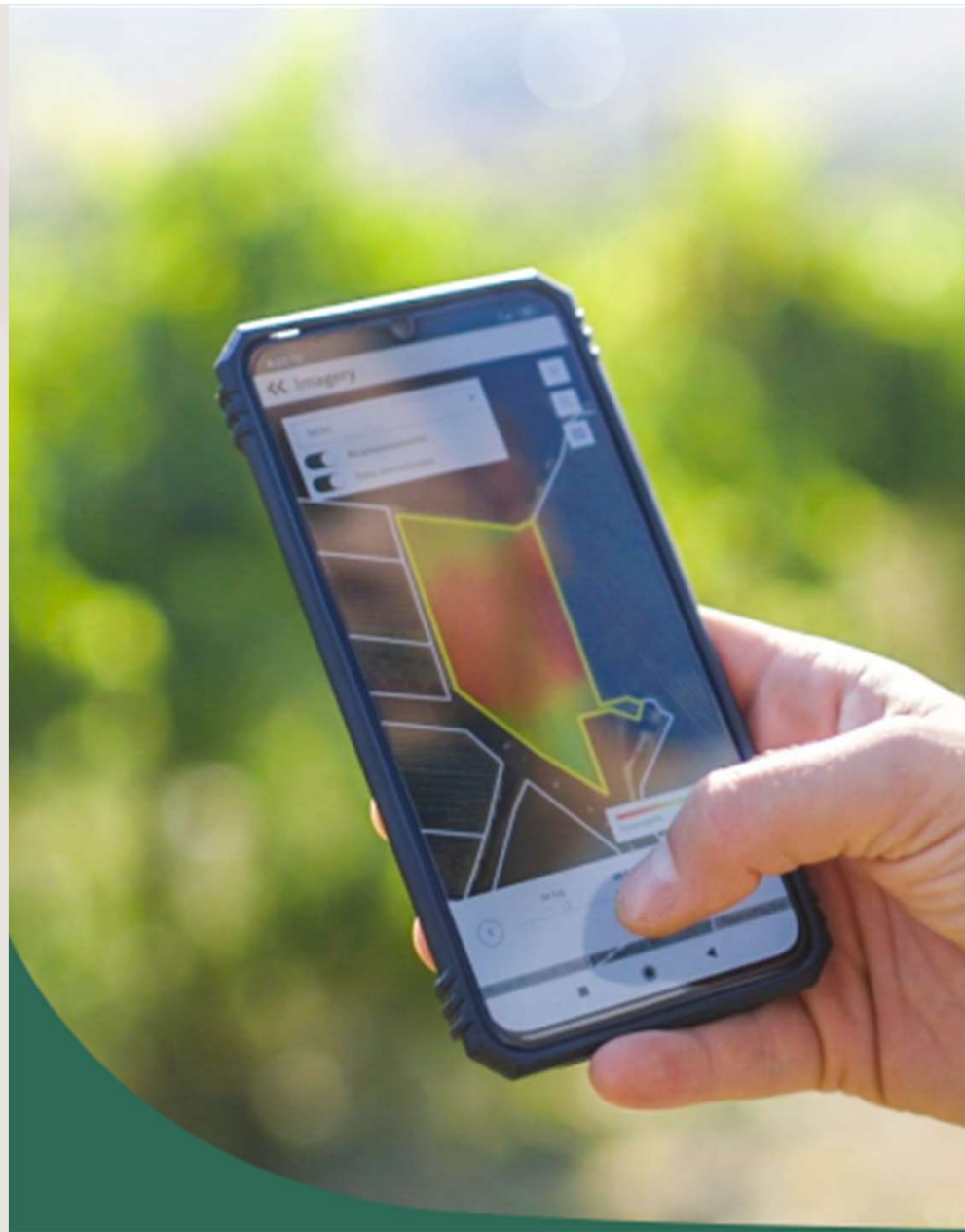


L'EVOLUZIONE DIGITALE IN AGRICOLTURA

L'agricoltura digitale consiste in una serie di strumenti e strategie che permettono agli agricoltori di utilizzare tecnologie avanzate in maniera sinergica e interconnessa, rendendo così la produzione più efficiente e sostenibile.

L'agricoltura digitale si avvale di grandi volumi di dati, elaborati e analizzati, per estrarre informazioni di valore per le decisioni aziendali e di oggetti intelligenti, tra loro interconnessi, in grado di scambiarsi informazioni.

L'applicazione di queste nuove tecnologie permette, di stabilire il fabbisogno irriguo e nutritivo delle coltivazioni riducendo gli sprechi, di prevedere l'insorgenza di alcune malattie o l'attacco di parassiti, di aumentare la resa e il livello di qualità del prodotto finale, di stabilire il momento più opportuno per la raccolta o, di tracciare e certificare prodotti dal campo fino all'industria di trasformazione e al consumatore finale.



La digitalizzazione e la diffusione di tecnologie innovative stanno cambiando ogni settore della nostra società.

Questo processo coinvolge anche l'agricoltura, che si trova oggi di fronte ad una serie di sfide sempre più urgenti come utilizzare al meglio le risorse fondamentali come il suolo, l'acqua, e l'aria; gestire i cambiamenti climatici repentini, dare una risposta rapida alle crescenti richieste di produzione e portare risultati positivi sull'ambiente, sull'economia aziendale e sulla società.

I nuovi cambiamenti produttivi sono divenuti necessari e possibili grazie alla disponibilità di tecnologie innovative.

Nel corso della sua storia l'agricoltura è stata soggetta a diverse rivoluzioni che, una dopo l'altra, hanno apportato sempre maggiori ricchezze e conoscenze, affinando le tecniche ed individuando le specificità delle diverse colture.

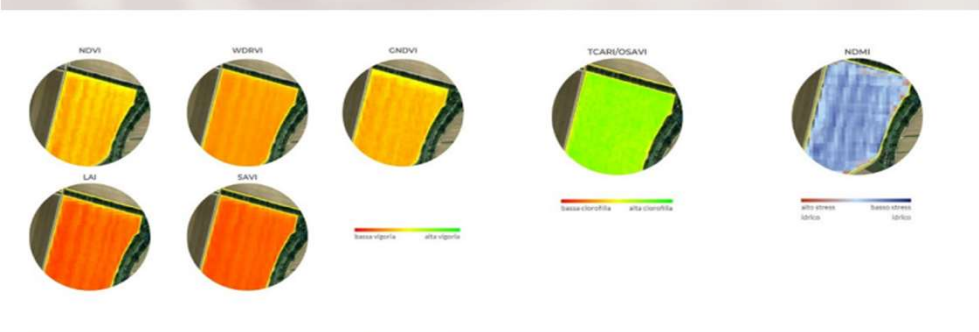
A partire dagli anni 90 lo sviluppo di tecnologie di geolocalizzazione satellitare GPS ha favorito l'avvento della cosiddetta agricoltura di precisione.

Il lavoro delle macchine agricole è supportato dalle tecnologie satellitari, che permettono di eseguire interventi agronomici mirati ed efficienti, tenendo conto delle effettive esigenze colturali e delle caratteristiche del suolo.

Oggi, grazie ad un ulteriore sviluppo delle tecnologie digitali, si parla di Agricoltura 4.0 come evoluzione del concetto di agricoltura di precisione.



IMMAGINI SATELLITARI



I satelliti sono uno dei mezzi più utilizzati in agricoltura di precisione le immagini satellitari permettono infatti di monitorare le colture da remoto in modo preciso ed efficiente.

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio tra i più comuni troviamo Sentinel 2, Landsat 8, Airbus Spot 6 e Pléiades.

Le immagini ottenute hanno una risoluzione spaziale e temporale differente: Landsat 8 fornisce dati ogni 16 giorni con risoluzione spaziale di 30 metri, Sentinel 2 ogni 5 giorni a 10 metri,

Spot 6 fino a 1,5 metri e

Pléiades fino a 50 cm con richieste a seconda delle esigenze.

La frequenza di passaggio regolare dei satelliti determina una disponibilità del dato costante in più fasi della stagione colturale, ma bisogna anche ricordare che nei giorni di transito del satellite, in cui l'area in esame è coperta da nuvole, il dato non è utilizzabile.

Quando si parla di immagini satellitari è necessario introdurre il concetto di indice di vegetazione, uno strumento chiave per il monitoraggio dello stato di salute delle colture

IMMAGINI SATELLITARI

Gli indici possono descrivere la vigoria della pianta, fornendo una misura del suo stato di salute generale, oppure problematiche specifiche come lo stress idrico o la quantità di clorofilla.

Gli indici comunemente utilizzati sono:

- NDVI descrive il livello di vigoria della coltura ed è senza dubbio l'indice più utilizzato in agricoltura perché permette di riconoscere immediatamente le zone dell'azienda o del campo che presentano problemi di sviluppo.
- NDMI descrive il livello di stress idrico della coltura ed è un indice ancora poco utilizzato in agricoltura.

Un valore di NDMI uguale a -1 indica un alto livello di stress idrico della vegetazione, oppure una vegetazione molto poco sviluppata o assente.

Al contrario, un valore di NDMI alto intorno a 1 indica una vegetazione ben sviluppata, con basso stress idrico.

- TCARI/OSAVI è un indice di clorofilla piuttosto complesso ed è correlato con la percentuale di clorofilla presente nei tessuti delle piante.

È pertanto un indice utile ad identificare le zone tendenti alla clorosi, ossia allo scolorimento delle foglie.

Questo sintomo è utile a riconoscere zone del campo con possibili carenze nutrizionali od attacchi di patogeni.

- LAI stima la superficie fogliare della pianta espressa in mq su mq e può essere preso come riferimento per valutare quale indice è più opportuno utilizzare

USI E VANTAGGI DELLE IMMAGINI SATELLITARI

Uno dei vantaggi più immediati degli indici satellitari è quello di poter identificare facilmente le aree problematiche all'interno dell'appezzamento per fare delle osservazioni in campo mirate.

Questo è possibile grazie a un differente punto di vista che mostra dall'alto l'evoluzione della coltura su piccole o grandi estensioni, permettendo di accorgersi subito della criticità ed intervenire tempestivamente.

Un altro importante vantaggio è il confronto tra i diversi indici di vegetazione e tra diverse annate.

Ad esempio, è possibile valutare la relazione tra una bassa vigoria della coltura e un forte stress idrico dovuto ad un periodo di siccità; oppure valutare le variazioni rispetto ai dati delle annate precedenti per stimare le performance produttive della coltura.

Inoltre grazie al telerilevamento è possibile identificare macro-aree all'interno del campo, omogenee per aspetti vegetativi e produttivi, allo scopo di gestire gli appezzamenti in maniera differenziata.

L'identificazione delle aree del campo maggiormente soggette a stress idrico permette di applicare l'irrigazione di precisione, differenziando la quantità d'acqua nelle diverse zone.

In modo simile, l'indice di vigoria può essere la guida per la concimazione di precisione.

Infatti, le zone soggette a stress vegetativo, in assenza di patologie o stress idrico, sono quelle che presentano maggiori carenze d'azoto, pertanto possono essere concimate di più di quelle con alto NDVI per uniformare la resa all'interno del campo.

È bene ricordare che gli indici da satellite non permettono l'identificazione delle patologie nei primi stadi di sviluppo e cioè, nel momento in cui il trattamento può risultare più efficace, per cui i dati satellitari raggiungono la loro massima efficacia se associati all'interpretazione dei risultati dei modelli previsionali ed all'osservazione in campo.

Infatti l'assenza di aree con stress vegetativi identificati dal satellite, unita all'assenza di rischi di infestazione identificati dal modello, rappresenterà una situazione ottimale; mentre l'indicazione di rischio di specifici patogeni da parte del modello previsionale indurrà a prestare maggiore attenzione al monitoraggio fitosanitario in campo.

MODELLI PREVISIONALI

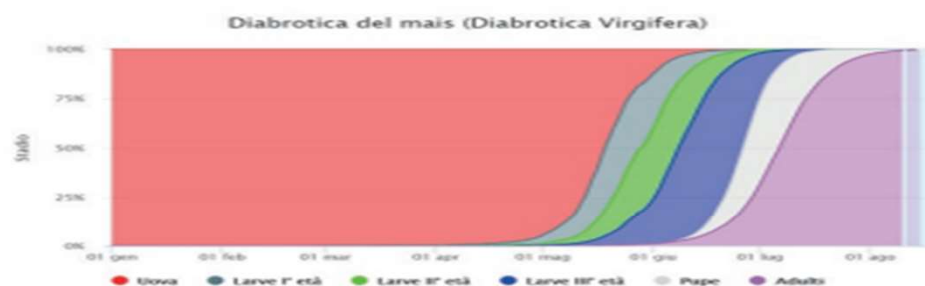
I modelli previsionali per l'agricoltura sono uno strumento prezioso per agricoltori e tecnici di campo, che li supporta nel valutare la strategia più adeguata in base alle caratteristiche tecniche, sociali ed economiche dell'azienda.

Oltre alle previsioni metereologiche, ampiamente diffuse ed utilizzate, i modelli previsionali sviluppati ad hoc per il settore agricolo forniscono informazioni utili per il supporto alle decisioni come:

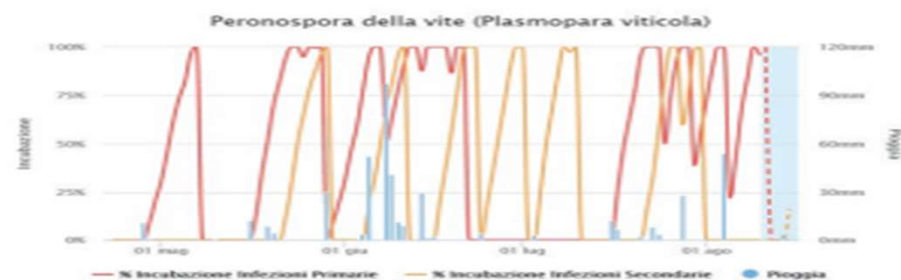
- fenologia della coltura;
- rischio di infestazione da patogeni o fitofagi specifici;
- fabbisogno nutrizionale delle colture;
- fabbisogno idrico delle colture;

Queste informazioni presentano un'elevata accuratezza, oltre ad essere facilmente leggibili dagli operatori.

I modelli previsionali forniscono quindi un valido supporto a chi opera in agricoltura, semplificano il lavoro e aumentano l'efficacia delle decisioni nell'ambito della difesa fitosanitaria, la gestione dell'irrigazione e della concimazione.



Modello dello sviluppo della diabrotica del mais (Diabrotica virgifera) che usa un sistema di calcolo dei gradi-giorno basato sulla rilevazione delle temperature medie orarie e sulle soglie termiche dell'insetto in ogni suo stadio per stimare il periodo di comparsa e le abbondanze dei vari stadi fenologici.



Modello dell'infezione della peronospora della vite (Plasmopara viticola) basato su rilevazione delle temperature medie giornaliere, piovosità cumulata e livello di bagnatura fogliare per stimare la comparsa e l'evoluzione delle infezioni primarie e secondarie.

MODELLI PREVISIONALI

Il loro utilizzo permette inoltre di ottenere la creazione di un sistema di controllo ed allerta per l'attivazione di interventi mirati, salvaguardando le risorse economiche ed ambientali; la costituzione di una banca dati utile ad elaborare analisi di previsione e strategie di pianificazione territoriale.

Nel caso specifico dei modelli previsionali utilizzati per la difesa, essi rispondono alla necessità di contrastare in modo tempestivo malattie ed infestazioni dannose e sono in grado di stimare il comportamento della pianta e l'avvento e lo sviluppo di determinate fitopatologie.

Per questo, la tipologia di modello ed il risultato restituito è diverso per ogni singola fitopatologia od insetto.

I modelli relativi agli insetti in genere restituiscono la mortalità o la ripartizione della popolazione per stadi fenologici, mentre i modelli sulle fitopatie possono dare indicazioni sul rischio di infezione o sulla percentuale di sviluppo dell'infezione.

MAPPE DI PRESCRIZIONE E CONCIMAZIONE A RATEO VARIABILE

Le tecnologie a rateo variabile permettono l'applicazione dei concimi nelle diverse parti del campo in base alle esigenze specifiche delle colture e possono supportare operazioni colturali come semina, irrigazione, concimazione e trattamenti.

La concimazione a rateo variabile può essere applicata da spandiconcimi dotati di tale tecnologia per somministrare in modo preciso la quantità di prodotto.

Per concimare un campo con un concime secondo le tecniche di agricoltura di precisione, si ha a disposizione uno spandiconcime a rateo variabile ed una mappa di prescrizione.

Lo spandiconcime a rateo variabile è in grado di modulare la quantità di concime sparso lungo il suo percorso, permettendo che ogni area del campo sia concimata con la dose che risponde meglio alle esigenze colturali della pianta.

La mappa di prescrizione è la mappa che comunica allo spandiconcime quanto concime spandere in quel punto dell'appezzamento.

I sistemi VRT funzionano grazie a un insieme di componenti.

Nel caso della concimazione VRT, il sistema di posizionamento permette di identificare la localizzazione dello spandiconcime nel campo con una precisione centimetrica ottenibile con l'RTK, submetrica con il DGPS oppure dell'ordine di qualche metro con il GPS.

Il software consente di creare le mappe di prescrizione e trasferirle al trattore, mentre il controller modula la quantità di concime che esce dallo spandiconcime



Esempio di mappa di prescrizione azotata di un appezzamento, realizzata a partire da un'immagine di NDVI (in basso a sinistra). Sulla base dei livelli di vigoria osservati in campo e in assenza di stress idrici o patologie, si ipotizza che l'azoto sia il fattore limitante e si individuano tre zone con fabbisogni azotati differenti. Nelle zone a basso NDVI e quindi a bassa vigoria (rosse nella mappa NDVI) si somministrerà un quantitativo maggiore di concime azotato (giallo nella mappa di prescrizione), viceversa in quella con maggior vigoria (verdi nella mappa NDVI) il quantitativo somministrato sarà inferiore (rosso nella mappa di prescrizione)

MAPPE DI PRESCRIZIONE E CONCIMAZIONE A RATEO VARIABILE

La mappa di prescrizione è un elemento chiave della concimazione VRT, in quanto associa a ciascun punto del campo la quantità di concime necessario in quel momento.

Grazie ad essa, per ogni punto del campo si avrà l'esatta quantità di concime, espresso in kg/ha.

La mappa di prescrizione per la concimazione viene prodotta in due fasi.

Nella prima fase si differenziano le aree del campo in base ai fattori che determinano una maggiore o minore quantità di concime necessaria.

La differenziazione delle aree del campo può avvenire sulla base di indici come l'NDVI monitorati da satellite oppure da sensori prossimali in campo.

Nella seconda fase, alle diverse aree del campo viene associata la corretta dose di concime da somministrare.

Tale dose deve essere calcolata sulla base delle necessità reali delle colture e della dotazione di concime nel terreno in quel preciso momento.

Queste possono essere calcolate con bilanci minerali od analisi chimiche della soluzione circolante e della vegetazione.

MAPPE DI RESA

Le mappe di resa sono mappe dei campi in cui viene riportata la resa rilevata in ogni singolo metro quadrato. Sono molto diffuse per quelle colture che vengono raccolti con attrezzatura meccanica dotata di un apposito sistema, e permettono all'agricoltore di identificare immediatamente le zone del campo che hanno avuto una resa più o meno alta.

Le mappe di resa vengono prodotte attraverso diversi passaggi.

Si procede innanzitutto alla fase di raccolta dei dati.

Un sensore installato all'interno delle attrezzature meccaniche pesa, ad intervalli di tempo predefiniti dell'ordine di alcuni secondi, la quantità di prodotto che viene raccolto.

Ogni dato è georeferenziato, in modo da poter essere visualizzato in mappa.

Questo primo step produce dati illeggibili da parte dell'agricoltore, chiamati dati grezzi che devono essere processati per poter fornire informazioni concrete e facilmente leggibili.

Per questo motivo vengono puliti, prima dell'elaborazione finale, da dati discordanti come valori di resa che la pianta non è in grado fisiologicamente di produrre perché troppo alti, oppure di dati registrati in punti in cui la velocità rilevata delle attrezzature risulta troppo elevata.

Infine, vengono definite le tendenze spaziali principali della resa e prodotte le vere e proprie mappe di resa, pronte per essere lette ed interpretate da tecnici ed agricoltori.

I vantaggi dell'utilizzo delle mappe di resa sono svariati:

prevedere le rese negli anni successivi;

ottimizzare le mappe di prescrizione nutrizionale;

studiare la vocazionalità ambientale per capire se una coltura è adatta o meno ad un determinato territorio;

valutare se vi sono aree del campo che producono di meno in modo persistente o sporadico, mediante analisi delle mappe di resa di un campo raccolte in diversi anni.



Esempio di mappe di resa di diversi campi coltivati con cereali autunno-vernini.

MAPPE DI SEMINA

La semina di precisione riveste una grande importanza data la correlazione tra densità di semina e raccolto finale.

La creazione di mappe di semina si basa sull'analisi dei dati storici di resa e sui dati relativi al terreno come le analisi e la conducibilità elettrica del suolo.

I dati di resa ottenuti tra le diverse annate vengono infatti comparati e combinati con la capacità del suolo per essere convertiti in mappe di semina.

Queste mappe vengono poi trasferite sui trattori con agganciate le seminatrici di precisione per raggiungere performance ottimali in tutto l'appezzamento.

Sulla base dei dati ottenuti, è possibile aumentare la densità di semina nelle aree più produttive per sfruttare l'intero potenziale; mentre riducendo la densità nelle aree di minor rendimento, sarà possibile ridurre la competizione tra le singole piante, spesso causata da scarsità di acqua o di sostanze nutritive.

FILIERE E MONITORAGGIO TERRITORIALE

I vantaggi apportati dall'Agricoltura digitale non si riflettono solo a livello della singola azienda agricola, ma possono creare valore lungo tutta la filiera.

È infatti possibile raccogliere dati utili al controllo del processo produttivo durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento, con il conseguente vantaggio di avere un prodotto di massima qualità ottenuto in maniera più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Raggiungere una comunicazione efficiente all'interno dell'azienda e verso i consumatori costituisce oggi la chiave di successo affinché l'adozione degli strumenti dell'Agricoltura digitale e le strategie di sostenibilità diventino possibili.

I dati da prendere in considerazione, però, stanno diventando sempre più consistenti, specialmente all'interno delle filiere o delle realtà che aggregano molteplici imprese agricole come aziende di trasformazione del settore agroalimentare, associazioni di produttori, consorzi e cooperative.

FILIERE E MONITORAGGIO TERRITORIALE

La corretta gestione delle informazioni aziendali e del cambiamento nei processi produttivi diventa quindi l'obiettivo di tutte quelle organizzazioni che vogliono innovare ed agire sulla base dei dati riscontrati, riducendo al massimo errori e sprechi di materiale, risorse e tempo.

Le Cooperative, hanno una grande responsabilità verso le aziende agricole socie, hanno una struttura complessa e devono organizzare al meglio le informazioni che arrivano dai diversi rami.

Ancora, un Ufficio tecnico ed i soci collaboratori sono il cuore operativo ed è importante avere tra loro una comunicazione rapida ed efficiente, con la possibilità di organizzare la gestione per centri aziendali e di monitorare anche appezzamenti dislocati su aree distanti tra di loro.

IN CONCLUSIONE

L'Ufficio Agrotecnico è dal 2018 che utilizza queste soluzioni innovative per un'agricoltura di precisione e sostenibile.

Da qui l'intuizione di creare servizi per utilizzare le tecnologie innovative legate all'agricoltura digitale, per aiutare le aziende alle prese con i repentini cambiamenti di gestione produttiva.

L'Ufficio Agrotecnico è affianco delle aziende agricole per monitorare al meglio le coltivazioni e renderle più produttive e di alta qualità.

Vi ringrazio per la cortese attenzione