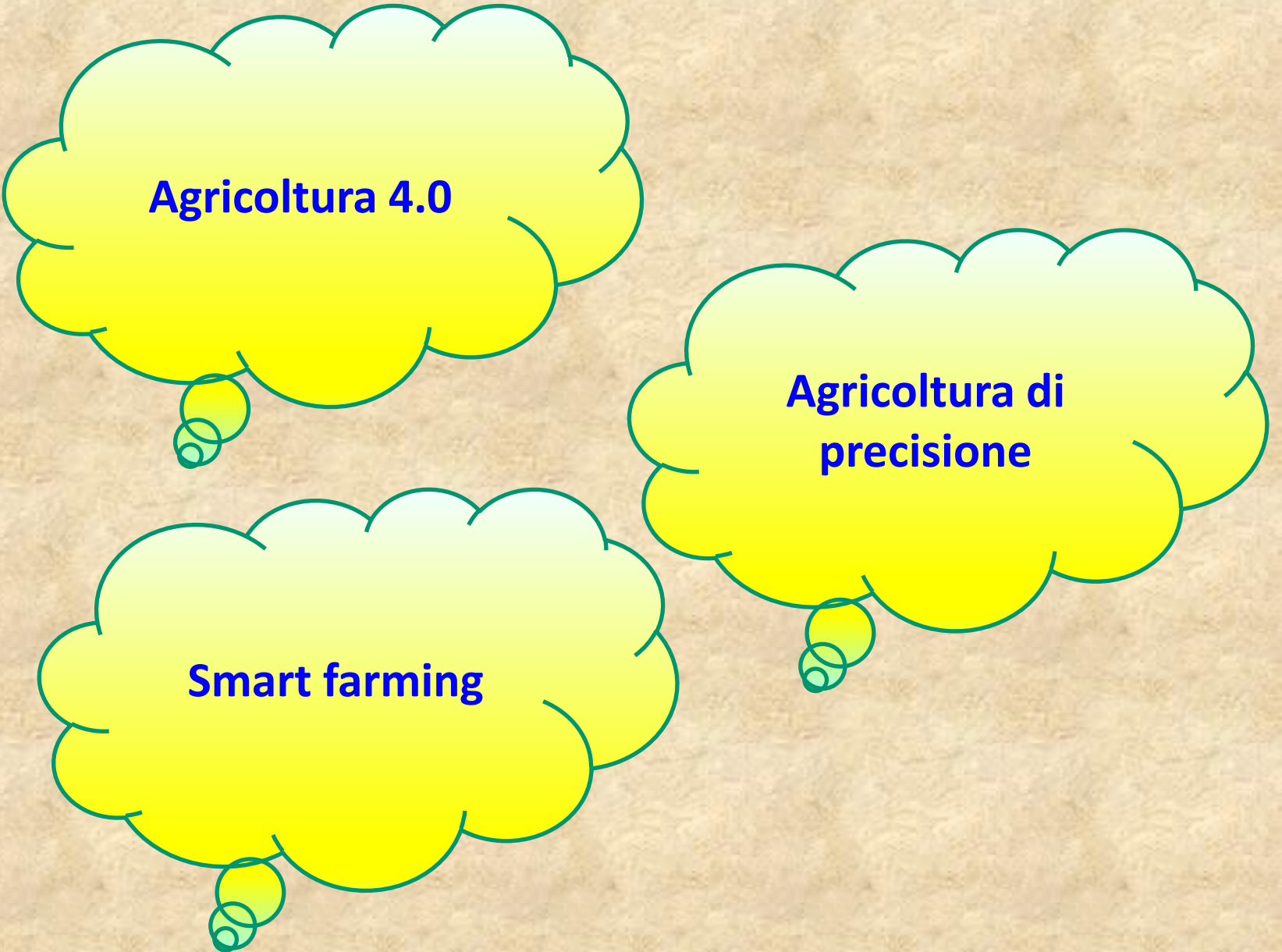

Corso di Macchine e strumenti per l'agricoltura di precisione

Agricoltura di precisione e 4.0

Prof. Ing. Francesco Santoro

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.)

Università di Bari Aldo Moro



Agricoltura 4.0

**Agricoltura di
precisione**

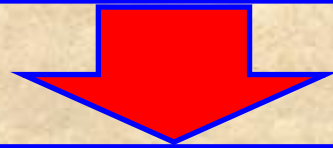
Smart farming

L'agricoltura 4.0

Con Agricoltura 4.0 si intende:

Il complesso delle attività che si realizzano con la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati, provenienti dal campo o da sensori o da altre fonti, che consente di supportare l'agricoltore nei processi decisionali relativi alla propria attività e nel rapporto con gli altri soggetti della filiera.

La finalità sostanziale è la crescita della profitto e della sostenibilità economica ambientale e sociale dell'agricoltura



L'Agricoltura 4.0 è una evoluzione della agricoltura di precisione (Precision farming) o smart farming, termine ufficializzato nel 1992 in un workshop a Minneapolis (USA) per identificare le strategie implementate, a partire dagli anni 70, dalle aziende agricole che, nel processo di produzione avevano iniziato ad utilizzare tecnologie evolute.

Definizione di agricoltura di precisione

Negli ultimi decenni sono state proposte diverse definizioni dell'Agricoltura di Precisione

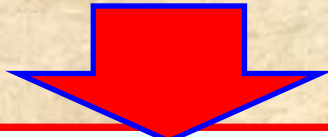
Una fra le più note è: **approccio alla gestione del processo produttivo agricolo che consenta di "fare la cosa giusta, al momento giusto, al punto giusto"**



Questa definizione riassume i principi e gli obiettivi dell'Agricoltura di Precisione: **tener conto della variabilità nel tempo e nello spazio dei fattori che influiscono sul processo produttivo agricolo, per migliorare l'efficienza degli input nella gestione dinamica del processo.**



Migliorare l'efficienza significa utilizzare meno risorse per ottenere lo stesso risultato, od ottenere un risultato migliore a parità di utilizzo di input (es. acqua, fertilizzanti, prodotti fitosanitari, ecc.).

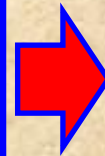


Quindi, vi è uno **stretto legame tra l'Agricoltura di Precisione e la sostenibilità, mirata a ridurre l'impatto ambientale dell'agricoltura.**

Definizione di agricoltura di precisione

L'obiettivo dell'Agricoltura di Precisione sembra non diverso dalle normali finalità di una buona gestione agronomica, ad esempio per quanto riguarda le produzioni vegetali.

Tuttavia, le buone pratiche agricole comunemente proposte, non tengono adeguatamente in considerazione la dinamicità dei sistemi agricoli, all'origine di una forte variabilità temporale delle risposte ai fattori produttivi.



La variabilità temporale fa sì che lo stesso intervento agronomico (ad es. concimazione, trattamenti fitosanitari) sortisca degli effetti differenti nei diversi anni.

Ancora più evidente è la scarsa considerazione generalmente data, nella gestione convenzionale, alla variabilità nello spazio dei fattori che influiscono sulle produzioni, in particolare alla variabilità presente all'interno degli appezzamenti coltivati.

L'Agricoltura di Precisione si pone come obiettivo:

- la comprensione della variabilità spaziale e temporale
- la modulazione degli interventi, in funzione della variabilità, per ottimizzare i risultati del processo produttivo in termini economici e/o ambientali.

Definizione di agricoltura di precisione

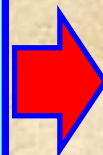
- Per realizzare questo obiettivo, l'Agricoltura di Precisione utilizza le risorse tecnologiche disponibili per:
 - monitorare la variabilità
 - per gestire questa variabilità, cosiddetta gestione sito-specifica.
- **ATTENZIONE:** l'uso della tecnologia, in particolare sensoristica, elettronica e mecatronica non è necessariamente sinonimo di Agricoltura di Precisione, anche se spesso l'Agricoltura di Precisione non può prescindere dall'uso di queste tecnologie.

Ad esempio, l'utilizzo di strumenti di gestione del bilancio idrico del suolo, software e sensori di umidità o di potenziale idrico, non sono tipicamente applicazioni di Agricoltura di Precisione, se la gestione non è realmente sito-specifica, ovvero non tiene conto della variabilità spaziale del suolo.

Non bisogna confondere l'Agricoltura di Precisione con l'informatizzazione o con l'introduzione di tecnologie elettroniche o di sensoristica nell'intera azienda agraria o nei singoli processi produttivi.

Definizione di agricoltura di precisione

L'Agricoltura di Precisione è l'applicazione di tecnologie per gestire la variabilità spaziale e temporale associata a tutti gli aspetti della produzione agraria, con lo scopo di migliorarne l'efficienza e diminuirne l'impatto ambientale.



L'Agricoltura di Precisione può essere considerata una tra le diverse tipologie di gestione di precisione del territorio (precision land management), che include ad esempio anche la selvicoltura di precisione (precision forestry).

L'Agricoltura di Precisione si può suddividere nella gestione di precisione sia delle produzioni vegetali, in quella che potremmo definire coltivazione di precisione (**precision crop farming**), sia delle produzioni animali o zootecnia di precisione (**precision livestock farming**).

Nell'ambito della zootecnia di precisione generalmente non si include la foraggicoltura di precisione (che può considerarsi parte del precision crop farming), ma l'applicazione di tecnologie avanzate (es. informatica, elettronica, sensoristica) alla gestione degli animali in allevamento.

I principi e le metodologie adottate dalla zootecnia di precisione sono abbastanza diversi da quelli della coltivazione di precisione.

Evoluzione dell'agricoltura di precisione

Fin dagli anni '60, grazie al lavoro di Matheron, un ingegnere minerario, era iniziato lo sviluppo della geostatistica, nell'ambito della quale si misero a punto tecniche di quantificazione (es. campionamento del suolo) ed analisi della variabilità spaziale, essenziali per l'Agricoltura di Precisione.

Una tecnologia base per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione furono i sistemi di posizionamento satellitari, concepiti per scopi militari negli anni '80 e di cui fu autorizzato l'uso per scopi civili negli USA nel 1993.

La messa in orbita dei 24 satelliti del Global Positioning Service (GPS) americano fu ultimata nel 1994.

L'utilizzo del GPS in agricoltura spinse allo sviluppo di sistemi di correzione dell'errore del segnale, volutamente introdotto dai militari per ragioni di sicurezza.

Tra le applicazioni che il GPS rese possibile in agricoltura ci fu quella dello sviluppo, a partire dai primi anni '90, dei sistemi di mappatura installati sulle mietitrebbiatrici, che trovarono inizialmente una certa diffusione per poi destare minor interesse, a causa della difficoltà di sfruttare in maniera utile, e con un ritorno economico, le informazioni contenute nelle mappe di resa.

Evoluzione dell'agricoltura di precisione

Per quantificare e gestire, oltre la variabilità spaziale del suolo, la variabilità stagionale della coltura, si misero a punto, durante la metà gli anni '90, presso l'Università dell'Oklahoma, sensori ottici da installare sulle macchine agricole, in grado di fornire un indice di vegetazione (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) in maniera rapida ed economica.



L'obiettivo era lo sviluppo di un sistema affidabile e selettivo in campo per gestire la concimazione azotata a rateo variabile, per differenziare le dosi all'interno di un appezzamento.



Questa ricerca portò allo sviluppo del sistema GreenSeeker (Trimble) negli USA, mentre in Europa ricerche simili, portarono allo sviluppo di un sistema analogo, commercializzato nel 1999 col nome di N-Sensor.

Evoluzione dell'agricoltura di precisione

In alternativa al monitoraggio dello stato di nutrizione azotata svolto a terra con sensori prossimali, furono sviluppate in Francia tecniche basate sui dati satellitari.

Queste ricerche furono all'origine del servizio commerciale Farmstar che forniva mappe di prescrizione per la concimazione azotata a partire da dati satellitari, disponibile in Francia a partire dal 2001.

La possibilità di differenziare l'applicazione degli input all'interno degli appezzamenti coltivati, determinò la messa a punto di un protocollo standardizzato di comunicazione tra le trattrici e le macchine operatrici dei diversi costruttori.

Già a fine anni '90 fu messo a punto uno standard di comunicazione tra sistemi, nell'ambito del protocollo ISO 11783, denominato ISO-BUS.

La fondazione internazionale AEF (Agricultural Industry Electronic Foundation), rappresentante delle principali aziende costruttrici di attrezzature e trattrici agricole e del settore dell'elettronica per l'agricoltura, sostiene e promuove lo sviluppo della tecnologia ISOBUS e l'adozione dello Standard ISO 11783, a livello mondiale.

La fondazione internazionale AEF ha sviluppato l'AEF Conformance Test Tool, un protocollo di prova standard per la valutazione di conformità dei componenti ISOBUS.

Evoluzione dell'agricoltura di precisione

Nell'ultimo decennio vi è stato lo sviluppo di tecnologie di monitoraggio, in particolar modo attraverso la diffusione dei droni con sensori **multispettrali**, con costi relativamente bassi e l'introduzione di **sensori iperspettrali** appositamente miniaturizzati per essere trasportati su drone.

Le ultime innovazioni riguardanti l'Agricoltura di Precisione riguardano lo sviluppo di piattaforme di gestione delle grandi moli di dati tipicamente raccolti e prodotti in **Agricoltura di Precisione**, che hanno suscitato il grande interesse da parte di multinazionali quali Google, Microsoft, Monsanto e John Deere, investendo ingenti risorse in questo ambito.

Nuove infrastrutture e servizi dedicati faranno largo uso di tecnologie di precisione con supporto digitale, interconnesse a piattaforme previsionali e decisionali (basate su osservazioni, analisi ed elaborazione **interattiva**), appositamente programmate per migliorare la gestione spaziale e temporale delle filiere, con particolare riguardo a quelle dall'elevato grado di specializzazione e valore aggiunto.

In questo nuovo ambito operativo, le tecnologie di precisione sono in grado di fornire accurate diagnosi e supporto gestionale e ottimizzato, sia in termini di produzione agricola sia di redditività globale, includendo quella correlata alla prescrizione dei fattori di **produzione** (macchine, manodopera, fertilizzanti, prodotti chimici, sementi, acqua, energia, ecc..) **dai prevedibili benefici economici, unitamente al rispetto stringente delle attuali norme ambientali e climatiche.**

Le prospettive future

All'alba del terzo millennio le strategie politiche globali sullo sviluppo dell'agricoltura ruotano prevalentemente intorno al concetto di **Climate-Smart Agriculture (CSA)**.



Si tratta di un nuovo approccio che suggerisce linee guida per innovare i sistemi agricoli mondiali verso soluzioni compatibili con le esigenze di sicurezza alimentare e sostenibilità ambientale, in contesti sempre più condizionati da cambiamenti climatici avversi.

La CSA ha tre obiettivi principali, anche se le forme d'implementazione variano da Paese a Paese :

- **incremento sostenibile della produttività agricola e dei redditi per gli addetti del settore;**
- **adattamento ai cambiamenti climatici attraverso l'acquisizione di nuove forme di resilienza;**
- **riduzione di emissioni di gas serra, ove possibile.**



Nelle economie avanzate spesso la CSA si coniuga con la necessità di sviluppare innovazione tecnologica, in grado di supportare sistemi di produzione a gestione oculata, con forte attenzione al controllo degli sprechi, ai margini di profitto risicati, ad una razionale gestione delle tecnologie spesso associata a manutenzioni programmate.

Le prospettive future

Si tratta di sistemi in cui le nuove tecnologie saranno sempre più destinate a consentire:

- la messa in essere di sistemi colturali a basso impatto ambientale ed a costo ridotto, attraverso l'impiego di strumenti per il controllo automatico della distribuzione di tutti i fattori di produzione, con particolare riguardo ai potenziali inquinanti (fertilizzanti ed agrofarmaci);
- l'attuazione di forme di gestione avanzate nell'ottica di un miglioramento della qualità dei controlli ambientali ed a costo ridotto, da svolgere da parte della direzione dell'azienda agricola, con conseguente incremento della produttività del lavoro e riduzione dei costi di produzione;
- la creazione di condizioni manageriali che in prospettiva favoriscano, anche all'interno delle aziende agricole, l'attuazione di forme automatiche di documentazione, in grado di rispondere a obiettivi di: certificazione di qualità, trasparenza dei propri protocolli di produzione, tracciabilità delle produzioni realizzate, al fine di soddisfare le esigenze di trasparenza dei consumatori finali, orientati verso garanzie di sicurezza alimentare.

Le prospettive future

Nelle agricolture avanzate, pertanto, il concetto di CSA tende a coincidere con quello di sistema agricolo di qualità.



Gestire la qualità **significa, innanzitutto, gestire l'informazione all'interno dei cicli operativi che costituiscono ogni sistema produttivo.**



La gestione dell'informazione richiede l'utilizzo di tecnologie appropriate da parte di personale adeguatamente preparato.



Gestire la qualità significa, pertanto, investire in nuove tecnologie e risorse umane.



L'Agricoltura di Precisione e le relative applicazioni di Information Management che essa inevitabilmente richiede, possono concretamente contribuire al conseguimento di detti obiettivi.

Materiale di supporto

- H.J. Heege - «Precision in Crop Farming» –Edited by Springer, United Kingdom, 2013
- R. Casa - «Agricoltura di Precisione». Edagricole, Milano, 2016