



Seminario “Agricoltura 4.0: in campo c’è il futuro”
Reggio Calabria, 23 maggio 2018



La diffusione delle tecnologie 4.0 nel settore agroalimentare: scenario ed opportunità

Carlo Bisaglia

CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari
Sede di Treviglio (BG)

Il Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT)



Torino



Milano



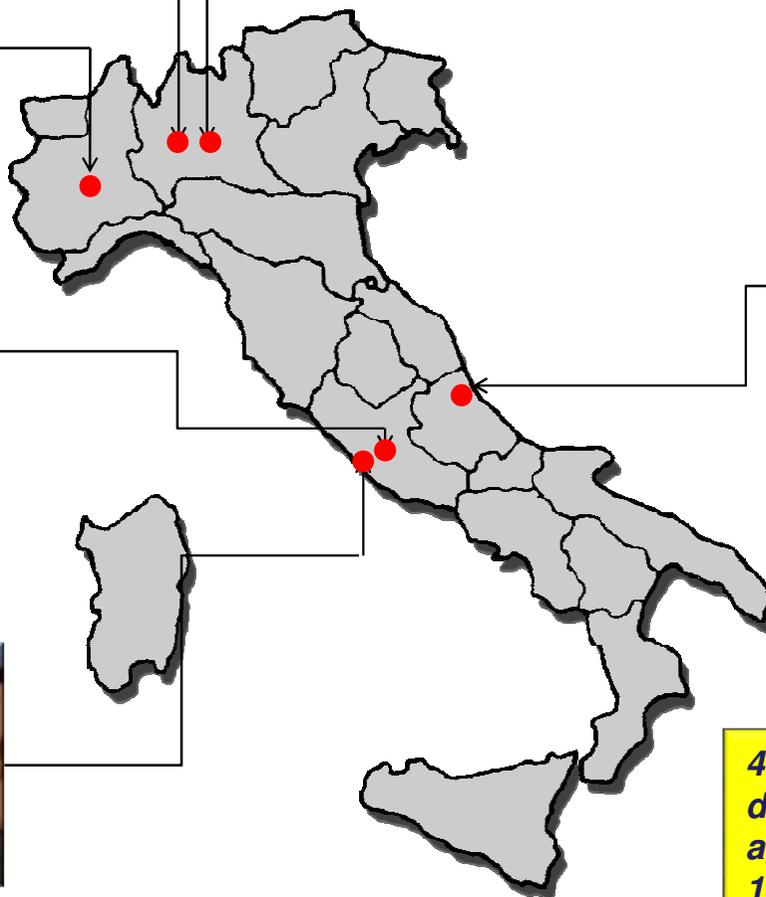
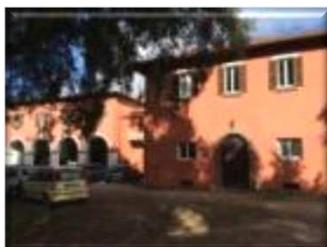
Treviglio (BG)

Monterotondo (RM)



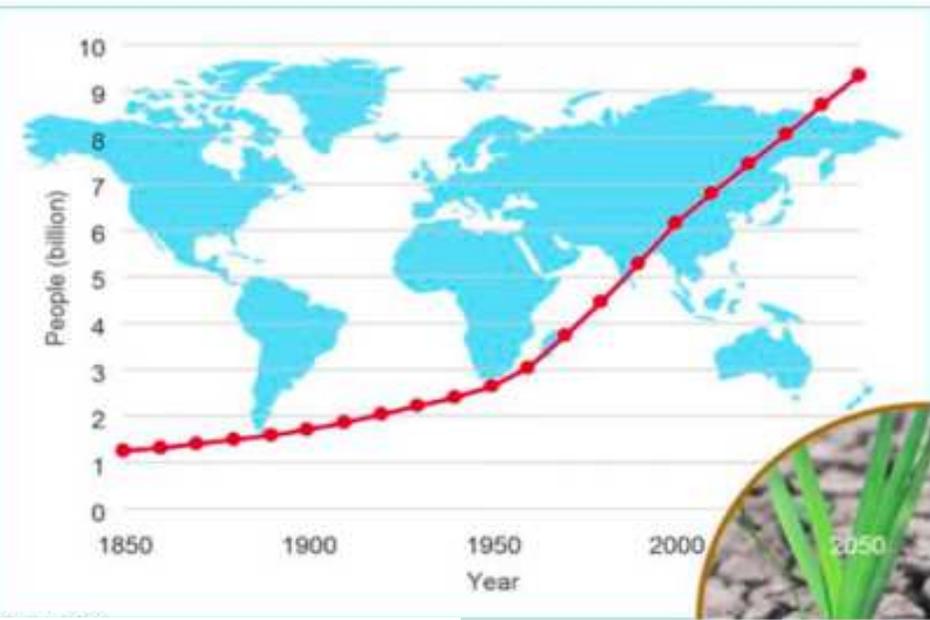
Città Sant'Angelo (PE)

Roma

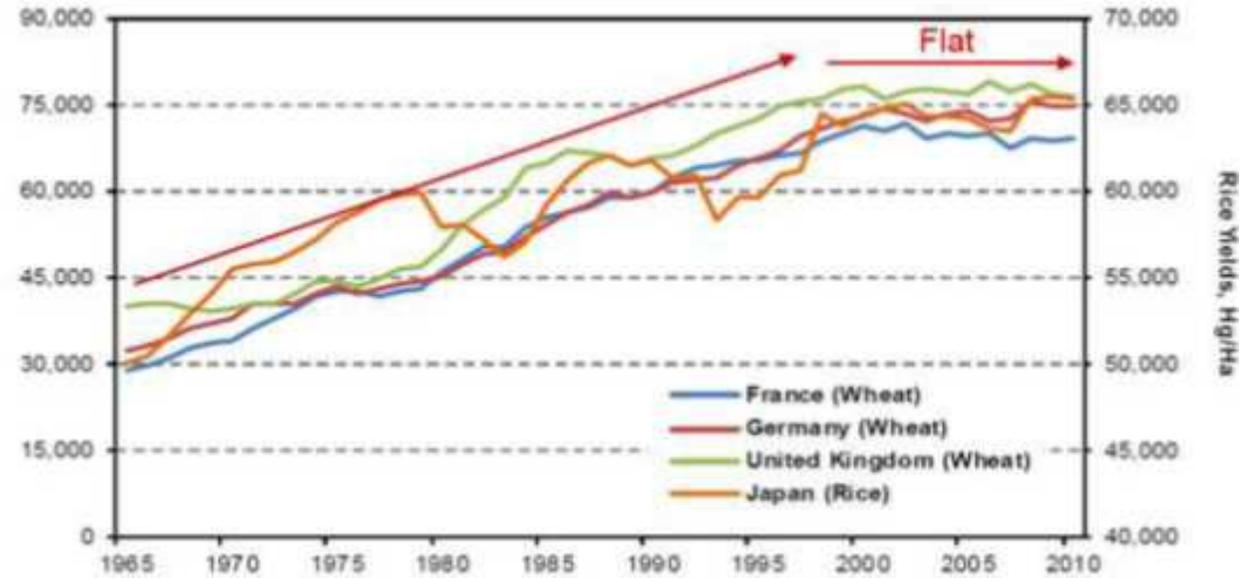


**45 ricercatori
di cui 20 specializzati in ingegneria
agraria
120 dipendenti**

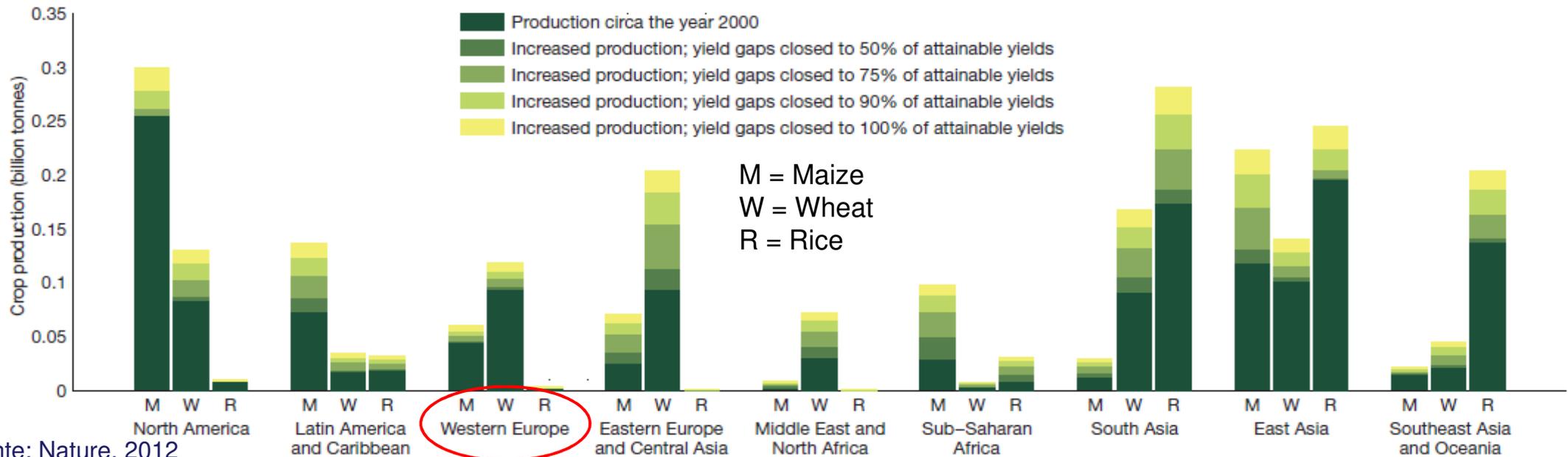
Il contesto attuale in ... estrema sintesi



Fonte: IPAN, 2015

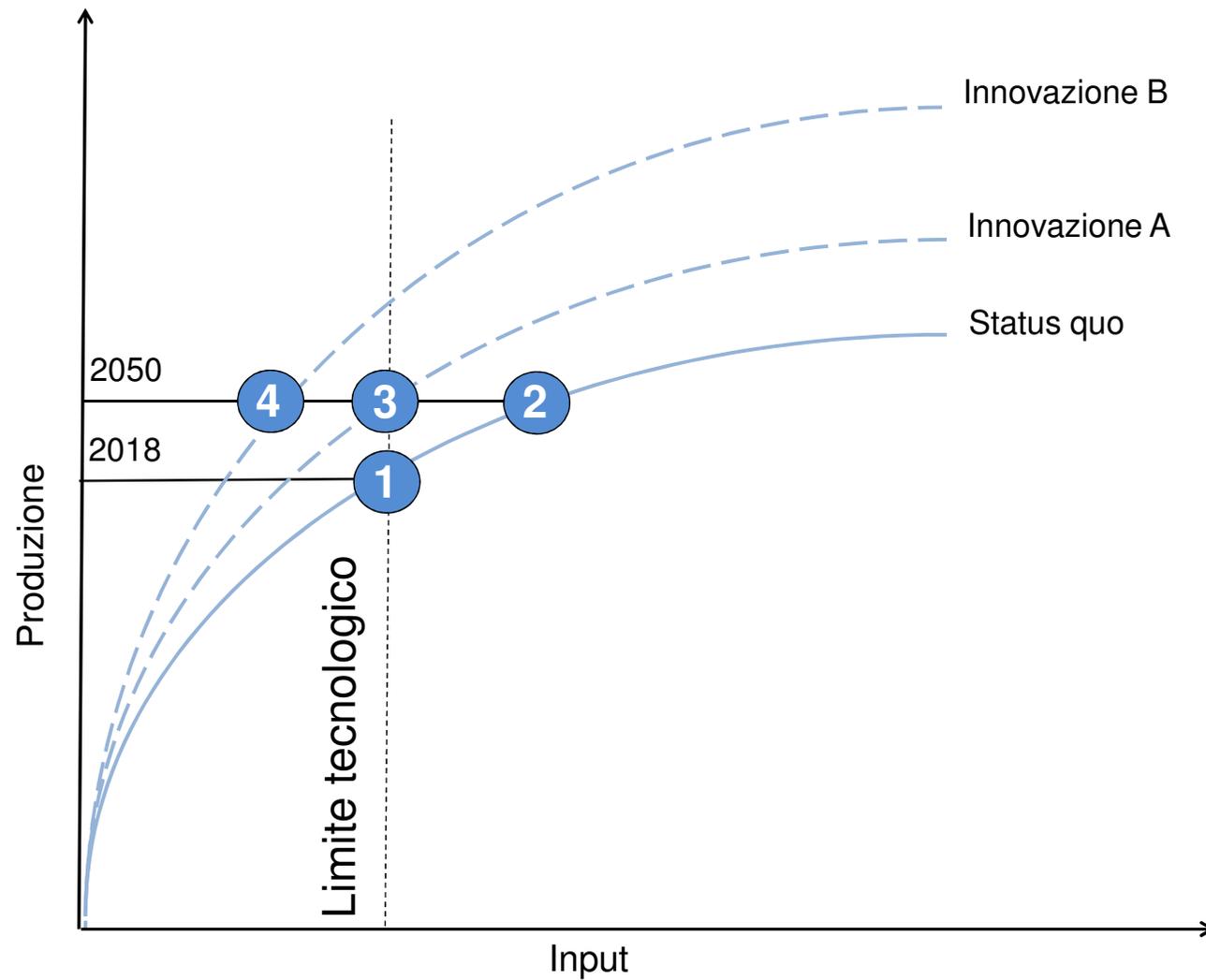


Fonte: FAO, 2011



Fonte: Nature, 2012

Produzione e risorse: si può produrre di più con meno?



Fonte: Wolters et al., 2014

Economia digitale = 22% PIL mondiale

Italia = 18% - USA=33% - UK=31%

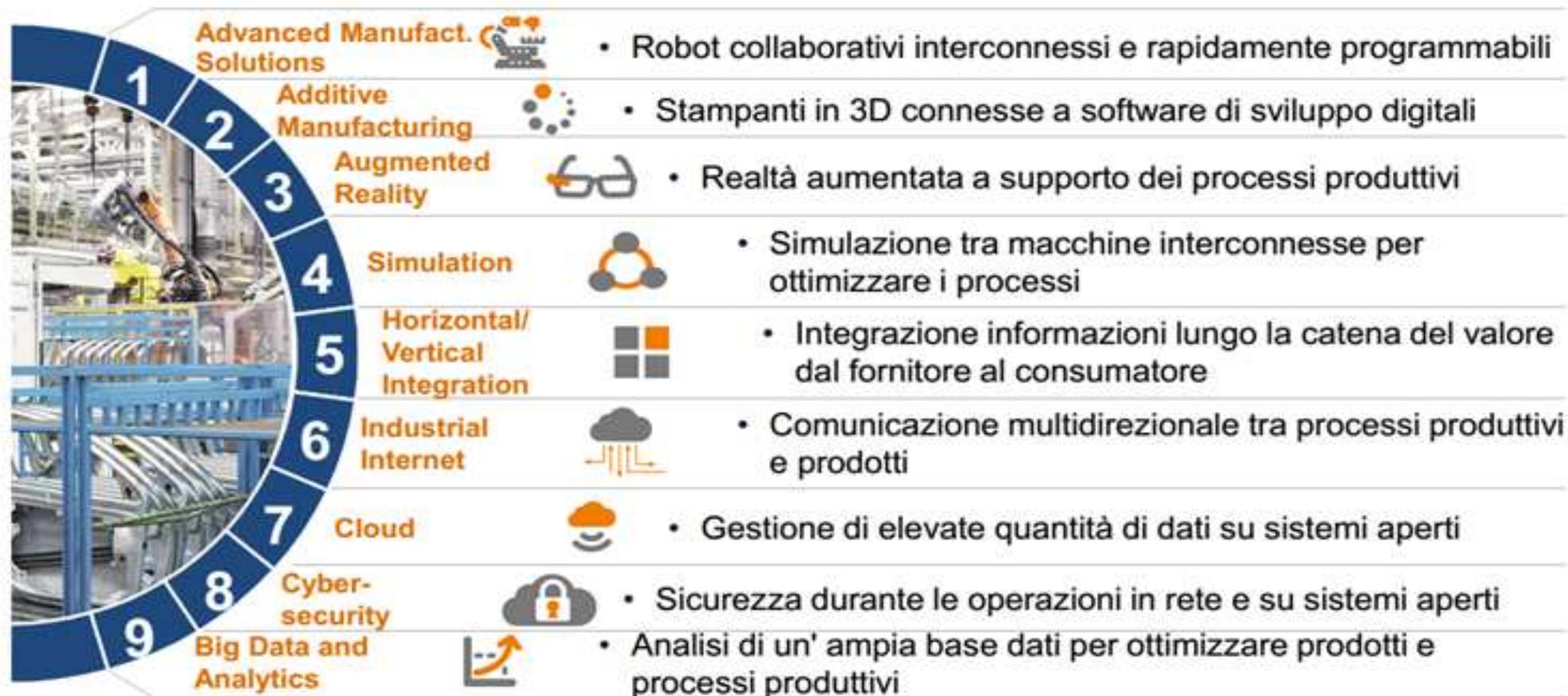
(Italia: agricoltura 2.2%, costruzioni 5%)

*in Italia "una decisa spinta allo sviluppo di **tecnologie e di fattori abilitanti** (infrastrutture, contesto regolatorio, pubblica amministrazione, mercati) potrebbe portare entro il 2020 ad una crescita addizionale del pil del 4,2%, per un valore di circa 75 miliardi di euro"*

Lanciato nel 2016

Alcuni interventi con
fondi pubblici 2017

Altri interventi con
strumenti differenziati



- Integrare virtualmente distribuzione e filiere produttive, garantendo risposte immediate alla domanda
- Minimizzare i tempi di inattività degli impianti grazie a strategie di manutenzione predittiva
- Incrementare la produttività del lavoro per mezzo del tracciamento di persone e strumenti
- Avviare nuovi modelli di business resi possibili dalla connettività in tempo reale con gli impianti produttivi
- Risparmiare su spese operative ed energetiche grazie a gestione e controlli remoti
- Migliorare la qualità dei prodotti con precise informazioni raccolte sull'impianto produttivo in tempo reale
- Più sicurezza sul lavoro

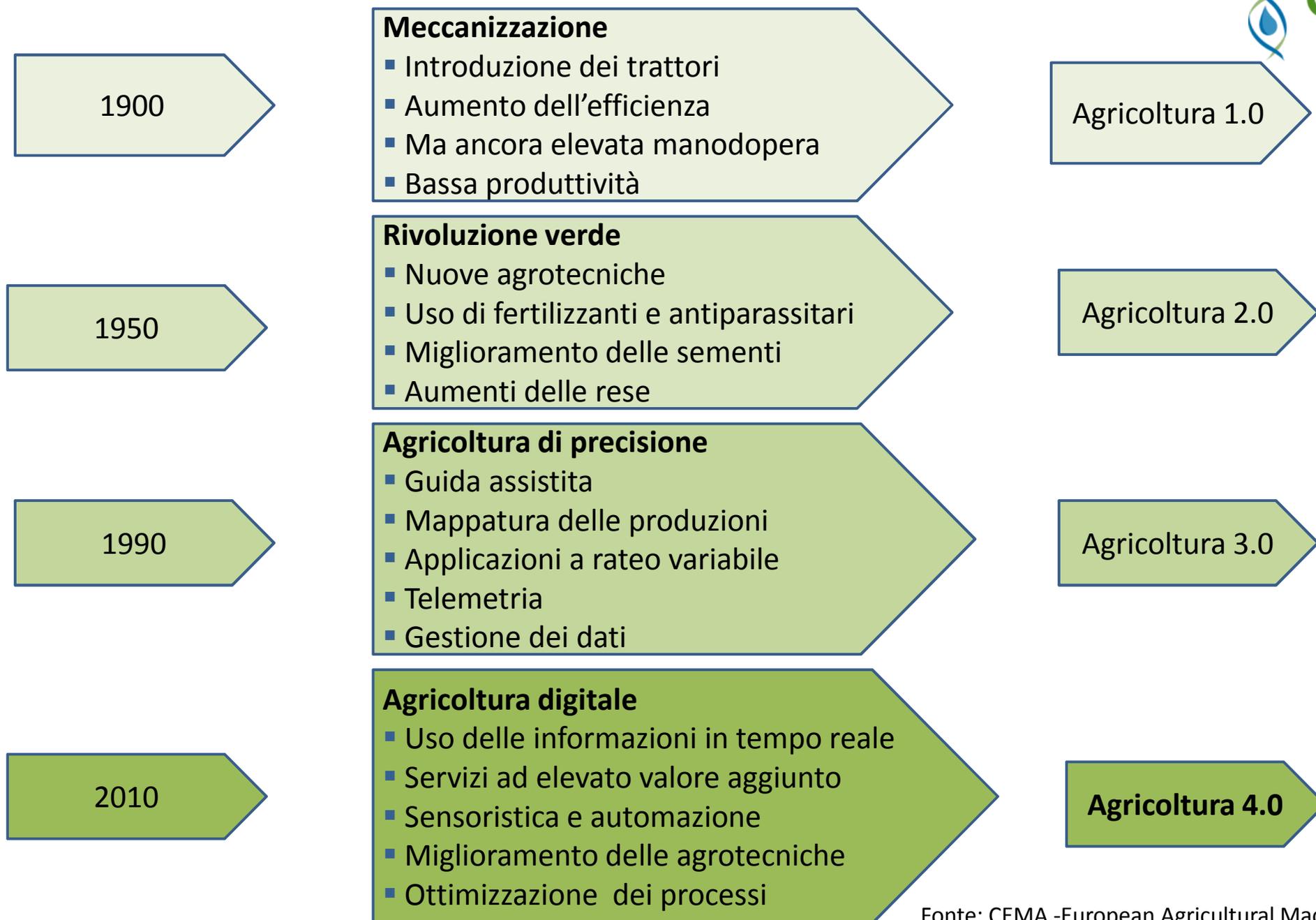
E in agricoltura?



“Gli impianti produttivi” e i prodotti



Evoluzione dell'agricoltura



Fonte: CEMA -European Agricultural Machinery, 2017



PAC Obiettivi prioritari 2014-2020



*integrazione sistema **campo-ambiente-consumatore** mediante tecnologie digitali*





Master Universitario di I Livello in
AGRICOLTURA DI PRECISIONE

1° Master italiano di Agricoltura di Precisione
Coordinatore prof. Michele Pisante
Università di Teramo, Padova, Viterbo e Perugia, CNR,
CREA

- Nel 2015 - 76 mila posti di lavoro senza candidati soprattutto nel tecnico-digitale (ISTAT);
- scarsità di figure specializzate in ambito elettronico-informatico applicato alle macchine;
- i curricula in "agraria" e "ingegneria" non si intersecano;
- scarsità figure intermedie = tecnici;
- AIIA (Ass. Italiana di Ingegneria Agraria) ha da tempo posto il problema proponendo "ibridazioni" e aggiornamenti (vedi Convegno di Bolzano).

*Qual è il lavoro più "in" del momento? Il **data scientist***

in Europa nei prossimi anni nasceranno 4,4 milioni di posti di lavoro nel settore data analytics e Internet of Things - il *data scientist* deve saper estrarre dai dati: i) conoscenza e ii) informazioni operative e saper fare *storytelling*

G. Di Matteo <http://www.coca-colaitalia.it/storie/qual-e-il-lavoro-piu-sexy-del-momento-il-data-scientist>

Linee di intervento Raccomandazioni



...sulla base del Survey e l'importanza/rapidità dell'avvento di tali tecnologie

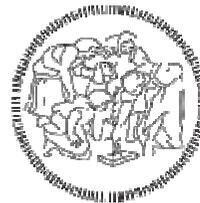


Un osservatorio dedicato:



Obiettivi e tematiche

- Analisi e comprensione della domanda e dell'offerta di applicazioni di Smart AgriFood;
- Mappatura e identificazione dei principali ambiti applicativi e tecnologici;
- Stima del valore – attuale e potenziale – e dei principali driver di crescita del mercato dello Smart AgriFood in Italia;
- Quantificazione degli impatti – in termini di reale capacità di creazione di valore - derivanti dall'introduzione di modelli di Smart AgriFood, a livello di singola “filiera” e di intero Sistema Economico;
- **Agricoltura di precisione;**
- Tracciabilità e certificati elettronici;
- Applicazioni dell'Internet of Things.



POLITECNICO
MILANO 1863



Priorità d'intervento

- Agrifood e **agricoltura di precisione**;
- innovazione per il miglioramento delle materie prime e delle varietà;
- miglioramento qualitativo ed efficienza dei processi, macchine ed impianti di produzione e imballaggio;
- tracciabilità per la sicurezza;
- autenticazione per la tutela della qualità del made in Italy e della dieta mediterranea;
- sistemi e tecnologie innovative per la logistica integrata, imballaggi nuovi/attivi e riduzione impatto ambientale;
- percorsi sostenibili e integrati di riduzione degli scarti/sottoprodotti e relativa valorizzazione;
- miglioramento dei flussi bidirezionali di dati informativi tra produttori, distributori e consumatori lungo la filiera;
- consumatori, cittadini, *governance* e politiche.



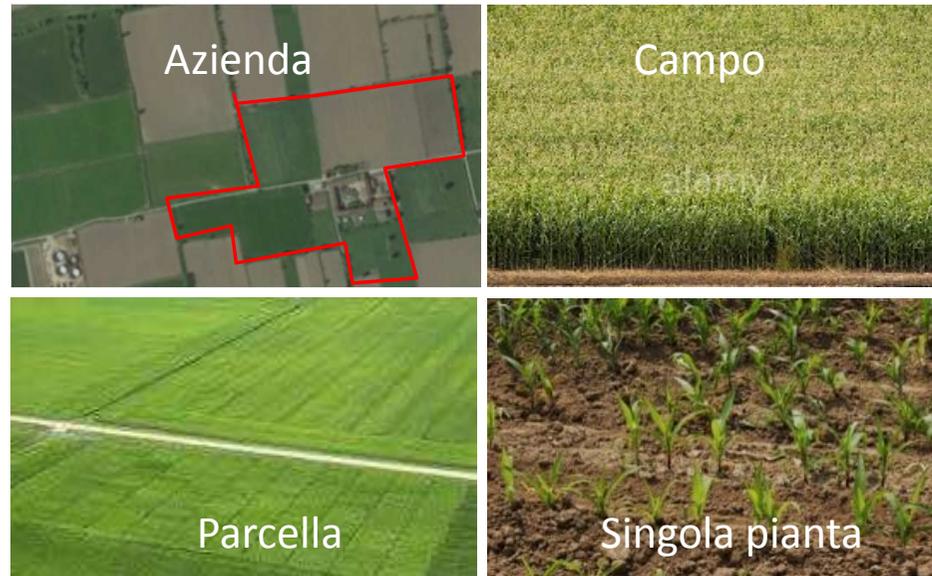
è un sistema di gestione della **variabilità** ...



(Fonte dell'immagine: Lutman et al. 2002)

... per mezzo di **tecnologie**

Variabilità spaziale



Variabilità temporale

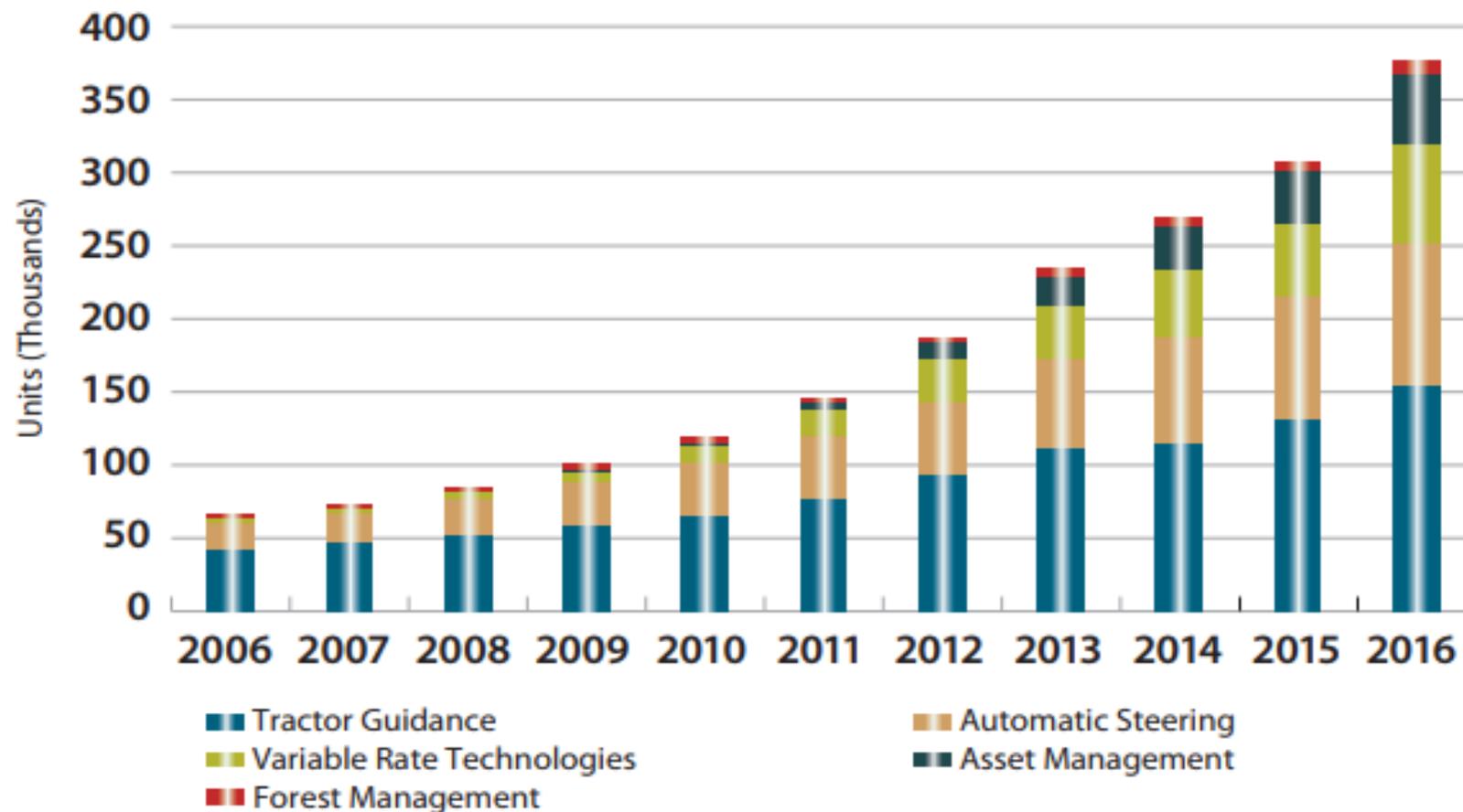


Quali tecnologie? Quattro pilastri

1. sistema di posizionamento geografico (NAVSTAR GPS, GLONASS, GALILEO GSNN);
2. sistema di informazione geografica (GIS);
3. applicazioni (sensori - remoti o prossimali - attuatori per dosaggio variabile, controllo delle sezioni, sistemi di guida, ecc.).
4. connettività ed interoperabilità (internet, BUL, protocolli comuni, ecc.)



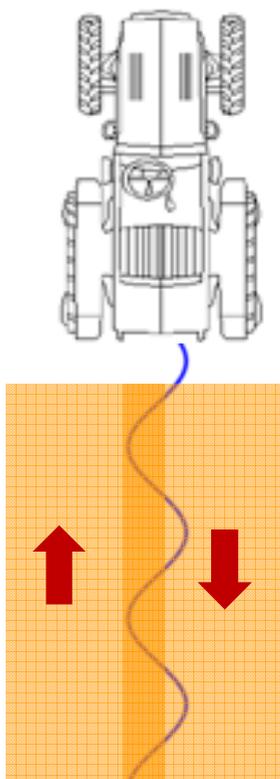
Nel mondo



Fonte: GNSS Market Report, Issue 5, European GNSS Agency, 2017

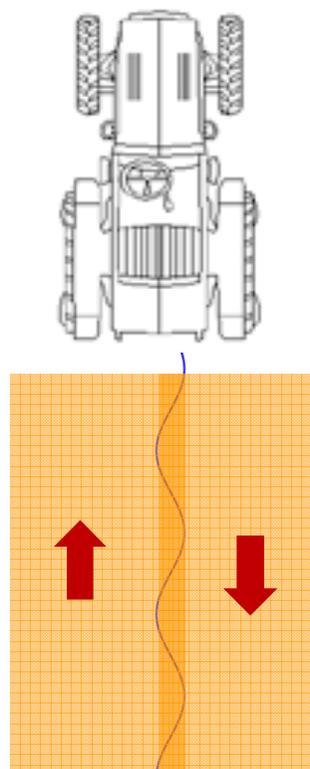
Modalità di guida

Guida manuale



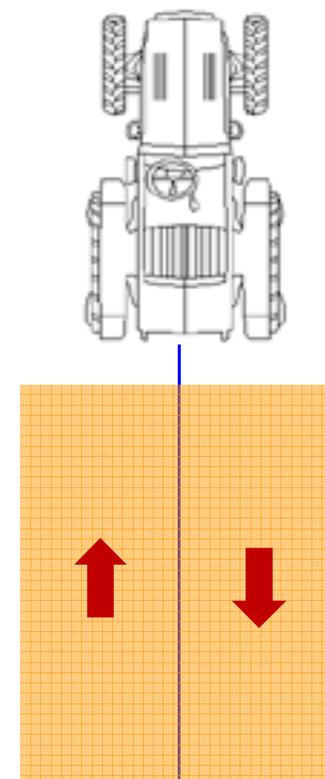
± 10% larghezza di lavoro
(min.)

Guida assistita



10 cm

Guida SA + RTK
(Real Time Kinematic)



2,5 cm

Errore di
sovrapposizione
tra passate

- Si basa su sistemi che visualizzano la traiettoria del trattore – dotato di ricevitore GNSS - suggerendo le correzioni da apportare manualmente alla rotta.
- Sono possibili diverse tecnologie (barra a led, display grafico, app per smartphone).
- Attualmente è considerata una tecnologia in declino.



Barra a led



Display grafico

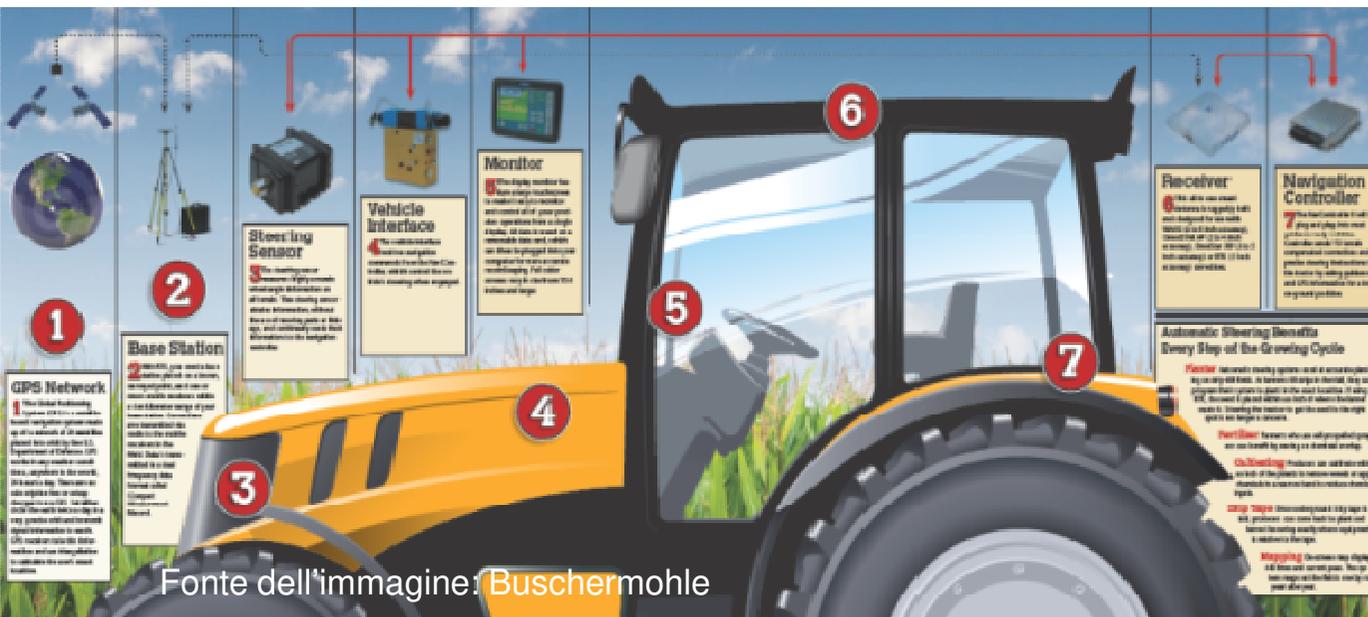


App per smartphone

La guida semi-automatica (SA)



- La guida semi automatica si basa su attuatori che agiscono direttamente sugli organi di sterzo di trattori e grandi macchine operatrici semoventi (mietitrebbie, raccogli-trincia-caricatrici, irroratrici, ecc.).
- Le svolte a fine campo restano a carico dell'operatore (semi-automatica).
- Sono possibili diverse tecnologie (attuatore su volante, attuatore su cilindri di sterzo, volante elettrico).
- E' la tecnologia per l'agricoltura di precisione in maggior diffusione e crescita (anche come Auto-steer Ready).
- **E' una delle poche tecnologie "plug and play" in agricoltura di precisione.**



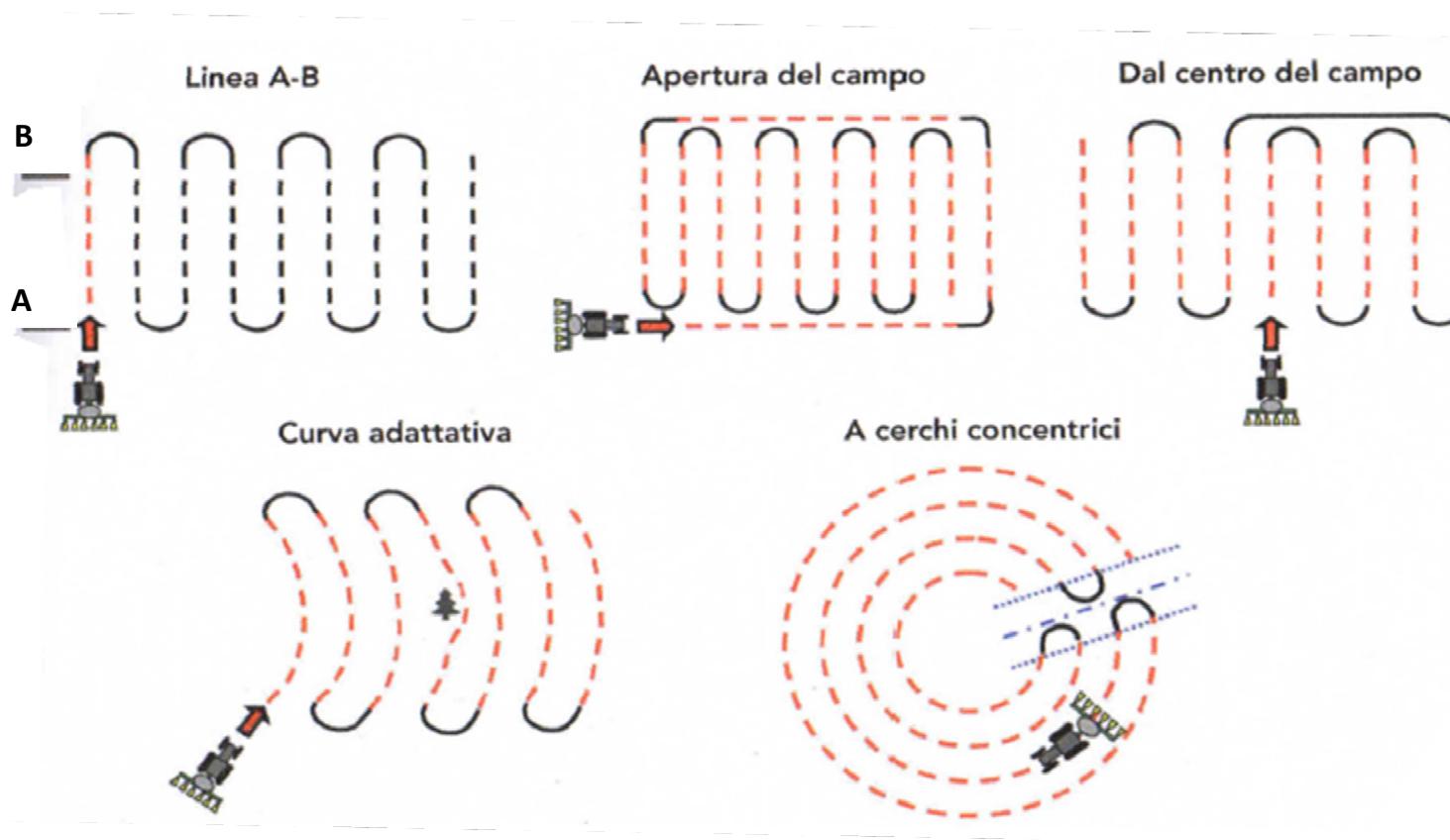
Le tecnologie disponibili

- Sistemi elettro-meccanici (pignoncino di contatto, piantone sterzo)
- Sistemi idraulici (elettrovalvola proporzionale nel circuito di sterzo)
- Sistemi elettronici



Tracciati eseguibili con sistemi di guida controllati da GNSS

- Tracciati rettilinei A-B
- Tracciati curvilinei
- Memorizzazione di tracciati e appezzamenti (successivamente richiamabili)



Esempio di tracciato con apertura di campo

- Trinciatura di triticale per insilamento con RTC dotata di GPS, guida semi-automatica e sistema di mappatura delle produzioni.
- Utilizzate due finalità: navigazione e gestione sito-specifica.
- Utilizzate due logiche: apertura di campo (con misura superficie) e curvatura adattativa.
- Memorizzazione dei tracciati e degli appezzamenti (successivamente richiamabili).



Sistemi di ottimizzazione e riduzione dei passaggi

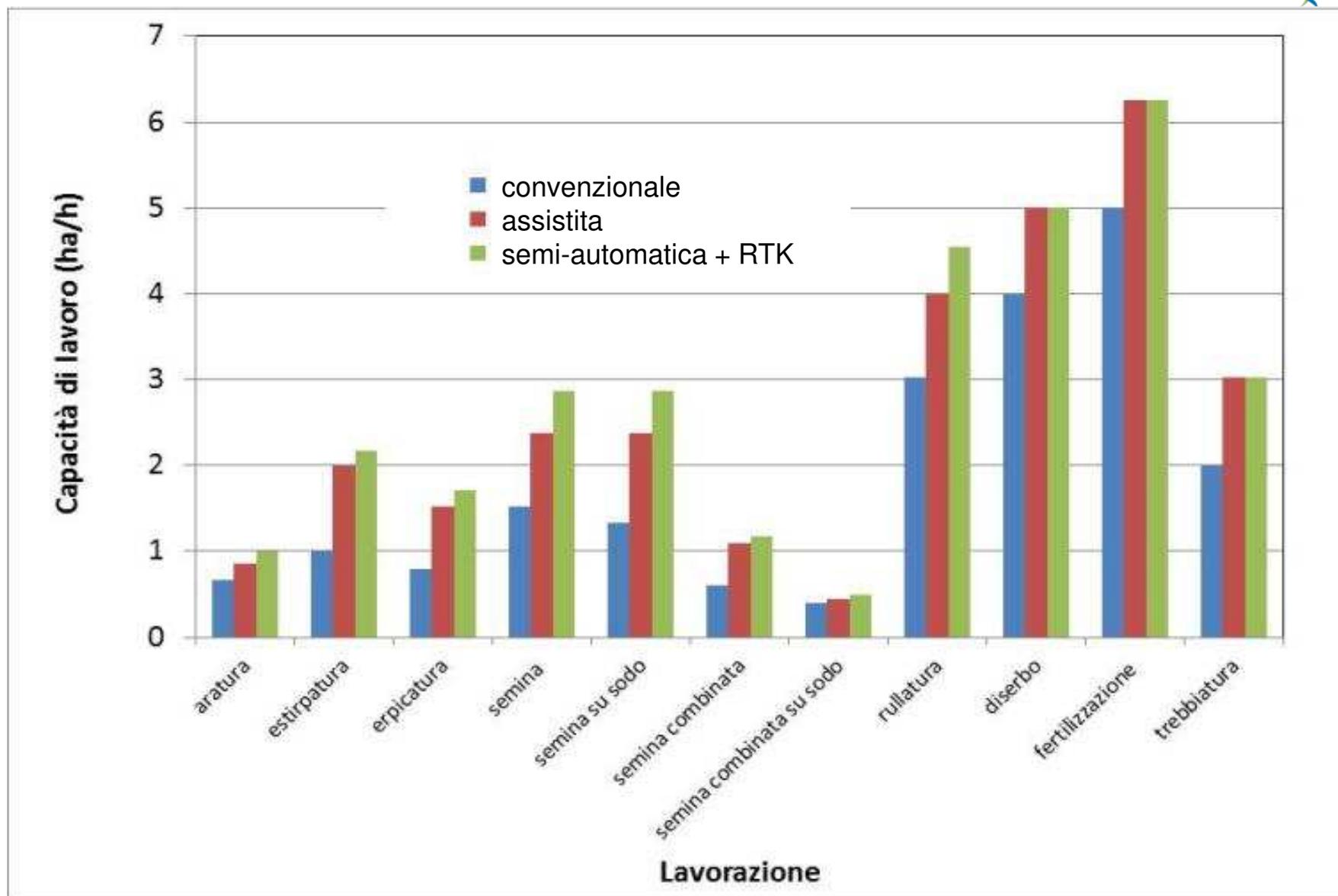


- Eseguono una pre-programmazione delle traiettorie.
- Considerate la larghezza di lavoro e le caratteristiche geometriche degli appezzamenti, determina i percorsi che minimizzano i perditempo, le sovrapposizioni e il compattamento.
- Particolarmente significativi in caso di appezzamenti di forma irregolare.
- Fino al 15% della SAU può essere soggetta a più passaggi (con i relativi sprechi) in assenza di guida semi-automatica



Fonte dell'immagine: CLAAS, Germany

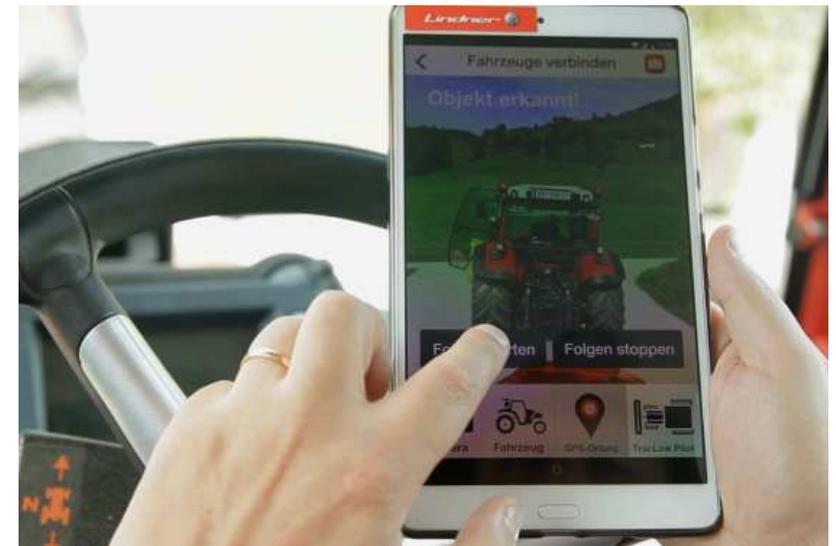
Confronto su cereali autunno-vernini



Fonte: Cooperativa Il raccolto, 2015

Esempio di integrazione tra sterzo automatico – trasmissione a variazione continua sistema idraulico – connettività (di tipo *automotive*)

Prototipo di trattore in modalità «seguimi»



Fonte: ZF 2018

Allineamento motrice-operatrice

- Deriva attrezzature lavorando su pendii
- Traiettorie curvilinee
- Elevate velocità di lavorazione
- Colture a file
- Strip tillage, traffico controllato
- Trapianto
- Ecc.



Allineamento con operatrice passiva

- Il sistema monitora in continuo la posizione dell'operatrice rispetto al trattore con un ricevitore GNSS supplementare posto sull'operatrice.
- In caso di deriva, agisce sulla guida semi automatica del trattore per riallineare il cantiere.
- Riduce la deriva del 50% (ad esempio da 20 a 10 cm)
- Riduce gli sforzi di trazione e migliora l'allineamento delle passate purché **non siano richieste elevate precisioni** tra le stesse.

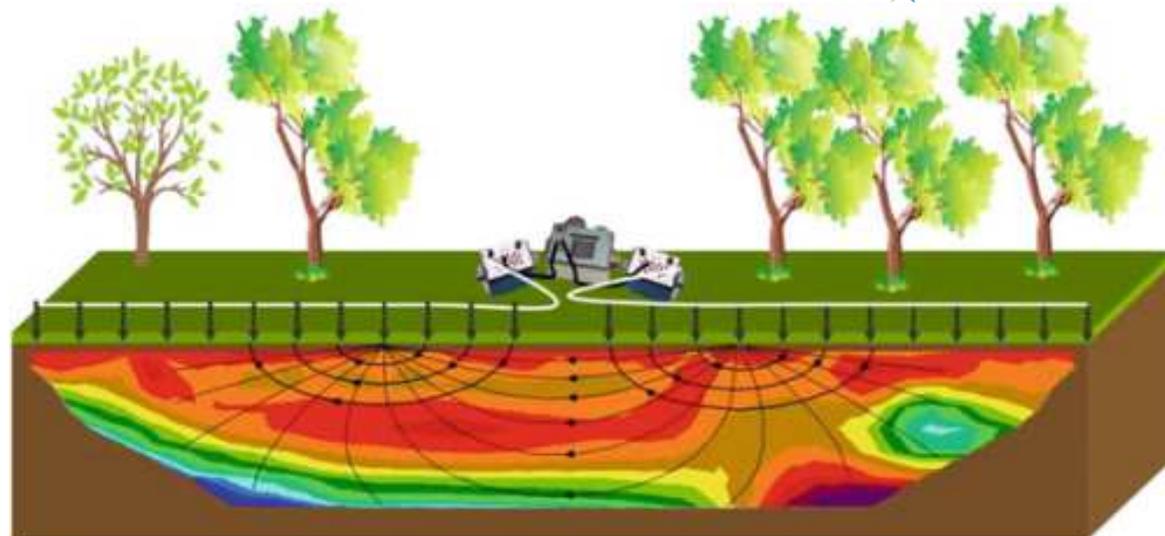


Fonte dell'immagine: Drummond & Etheridge



Fonte dell'immagine: Trimble

Mappatura geofisica del terreno



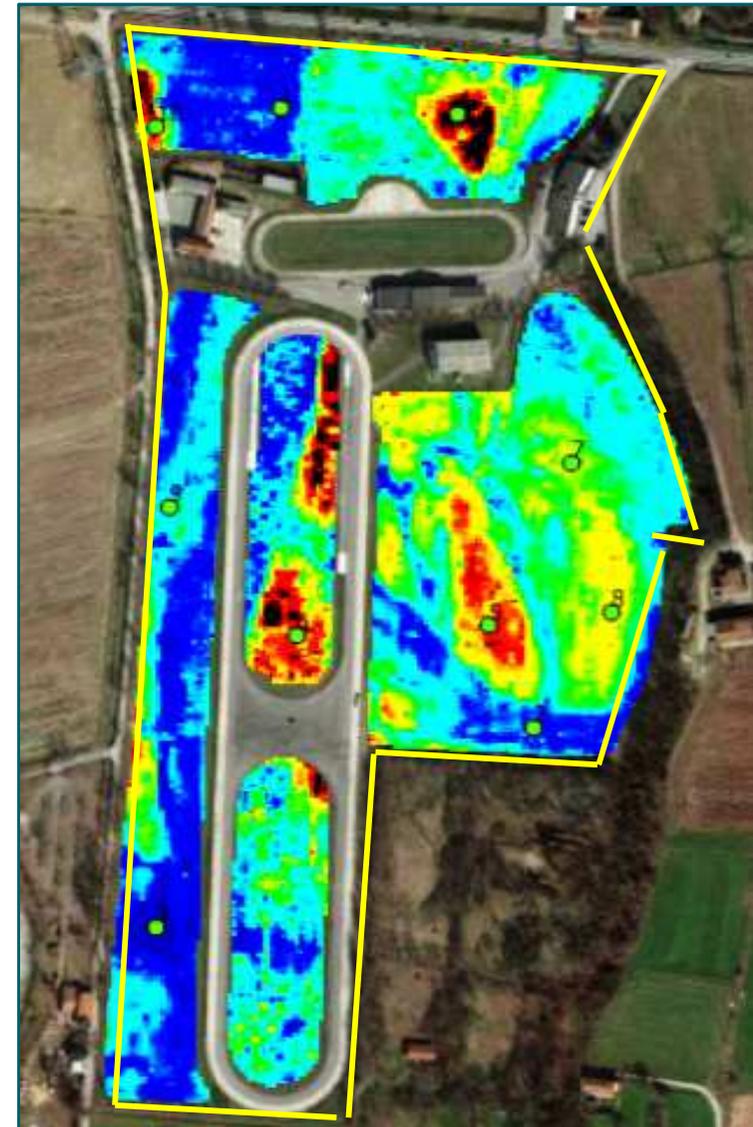
1954



2014



2016



Analisi del suolo geo-referenziate

Throughout the experimental site different soil conditions do exist as consequence of soil structure and of the changes farming activity went through during the time.

Table 1 Coefficient of variation of the analyzed soil parameters

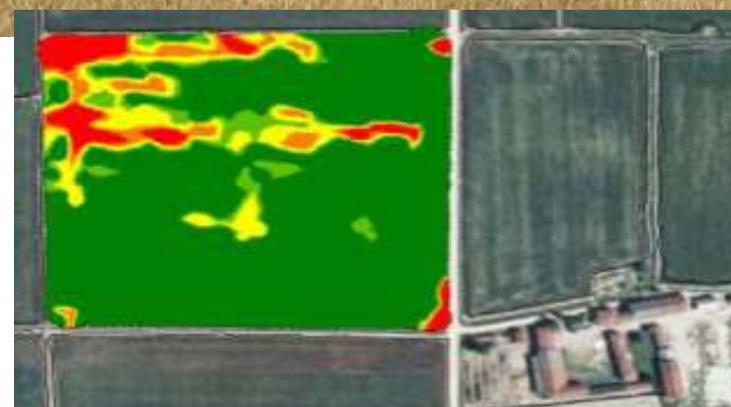
Soil parameter	CV
Total N (g kg^{-1})	31.1%
Active Limestone (g kg^{-1})	89.5%
Total Limestone (g kg^{-1})	69.4%
Exchangeable Ca^{++} ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	29.2%
Cationic Exchange Capacity ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	23.2%
Conductivity (1:5 extract) (dS m^{-1})	12.6%
pH	2.5%
Phosphorus (Olsen) (mg kg^{-1} of P)	38.4%
Exchangeable Mg^{++} ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	59.1%
Exchangeable K^{+} ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	31.0%
C/N ratio	24.9%
Exchangeable Na^{+} ($\text{meq } 100\text{g}^{-1}$)	17.1%
Organic Matter (g kg^{-1})	46.4%
Silt (g kg^{-1})	22.2%
Clay (g kg^{-1})	65.6%
Sand (g kg^{-1})	26.2%



Se il suolo ha caratteristiche variabili, come sarà la produzione?

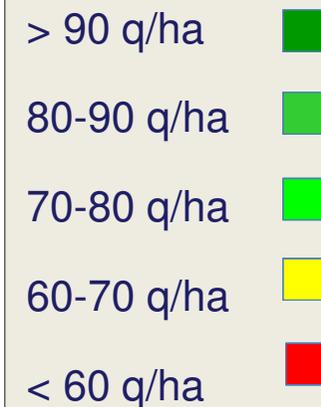


Produzione media

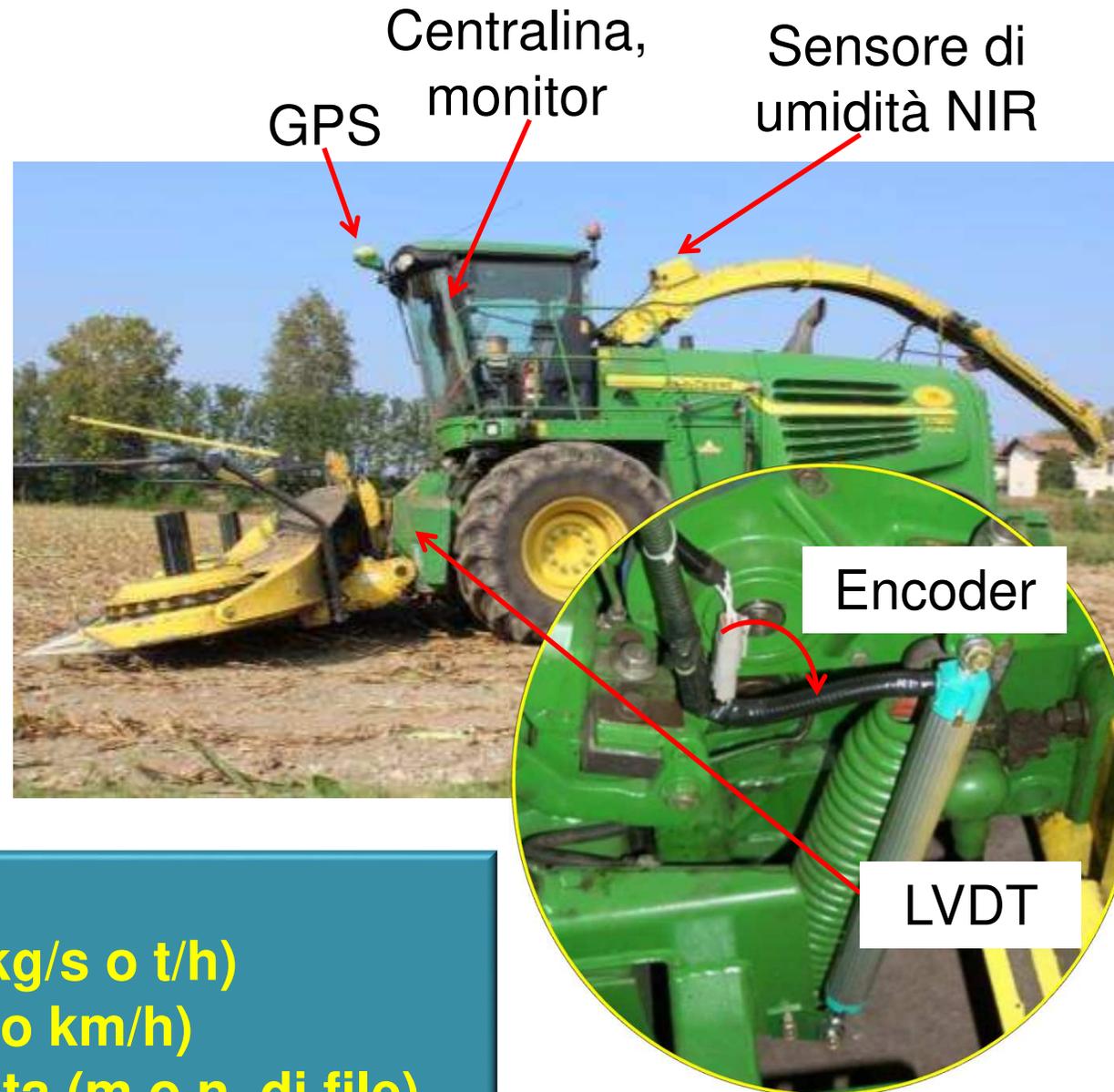
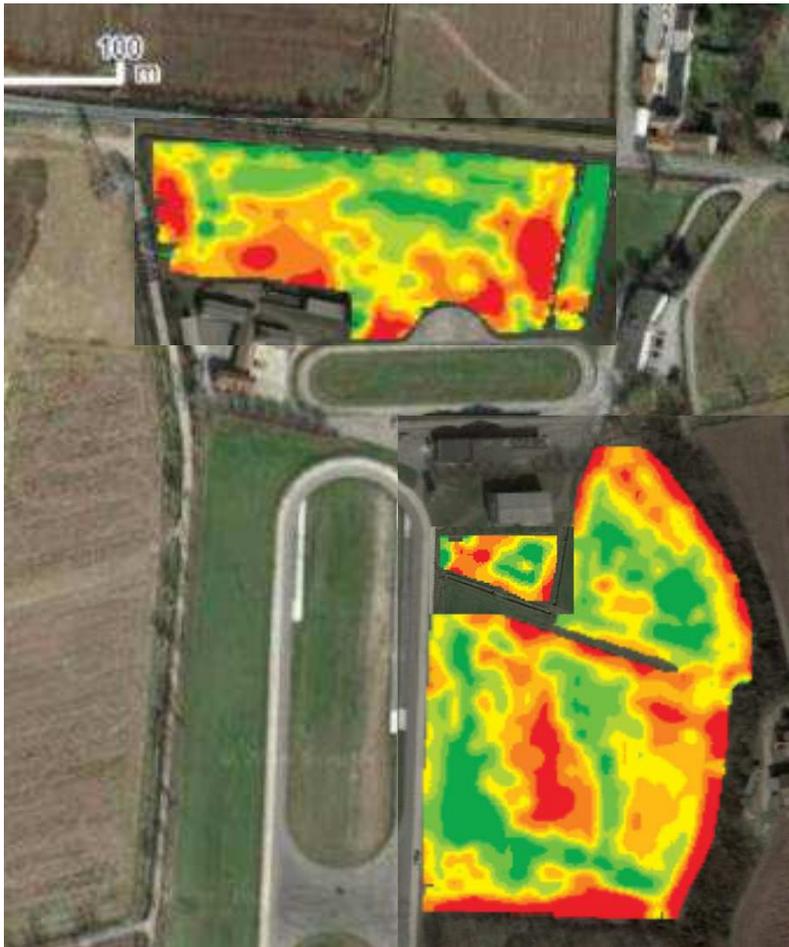


Produzione reale

■ 75 q/ha



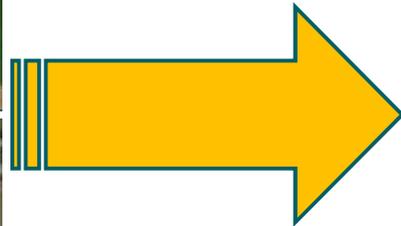
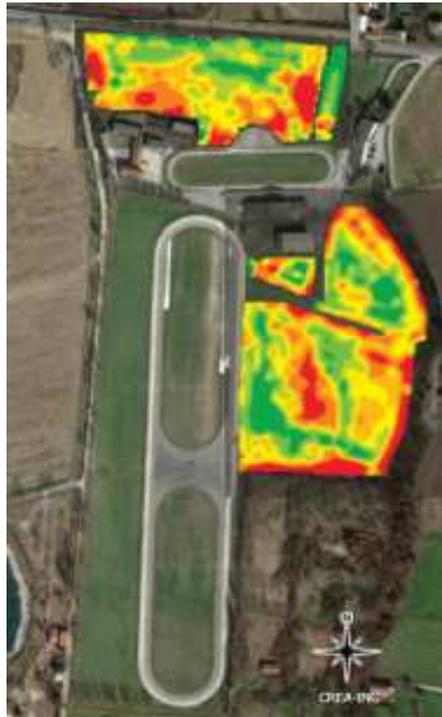
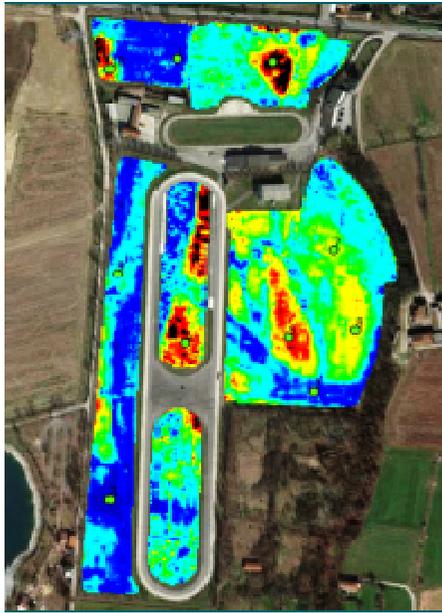
Il monitoraggio delle produzioni: l'esempio dei foraggi



COSA MISURARE

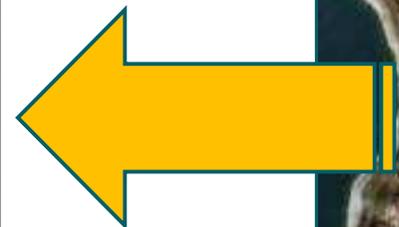
- ✓ entità del flusso di prodotto (kg/s o t/h)
- ✓ velocità di avanzamento (m/s o km/h)
- ✓ larghezza di lavoro della testata (m o n. di file)
- ✓ umidità (%)

Individuazione di aree omogenee

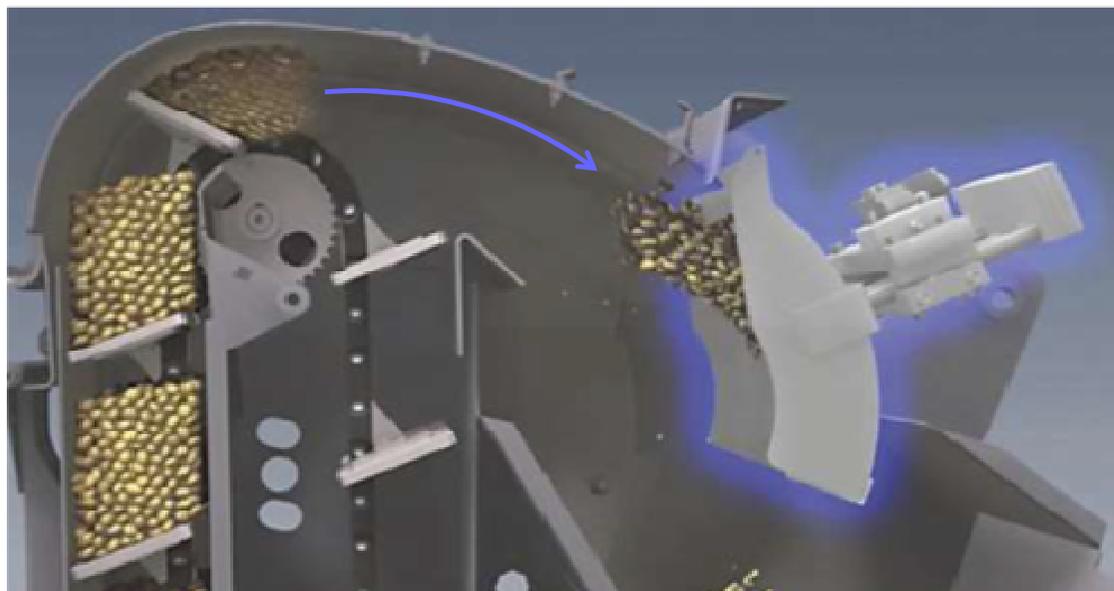


-  Aree a bassa resa
-  Aree ad alta resa

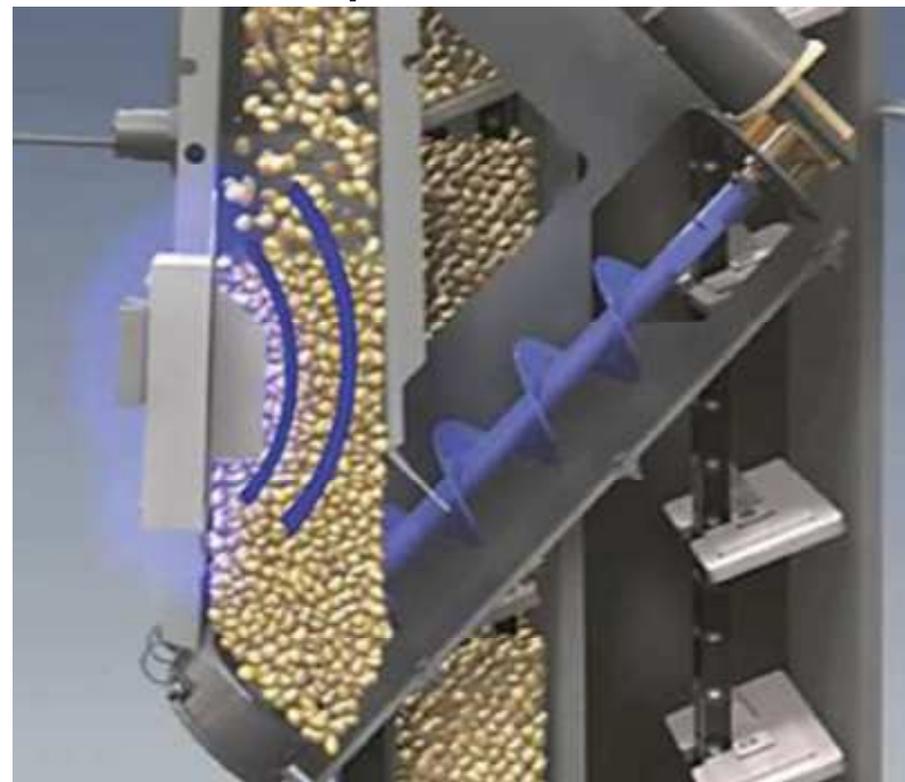
Adottare strategie specifiche per ogni area omogenea



Sensore di flusso ad impatto
(accuratezza 95-97%)

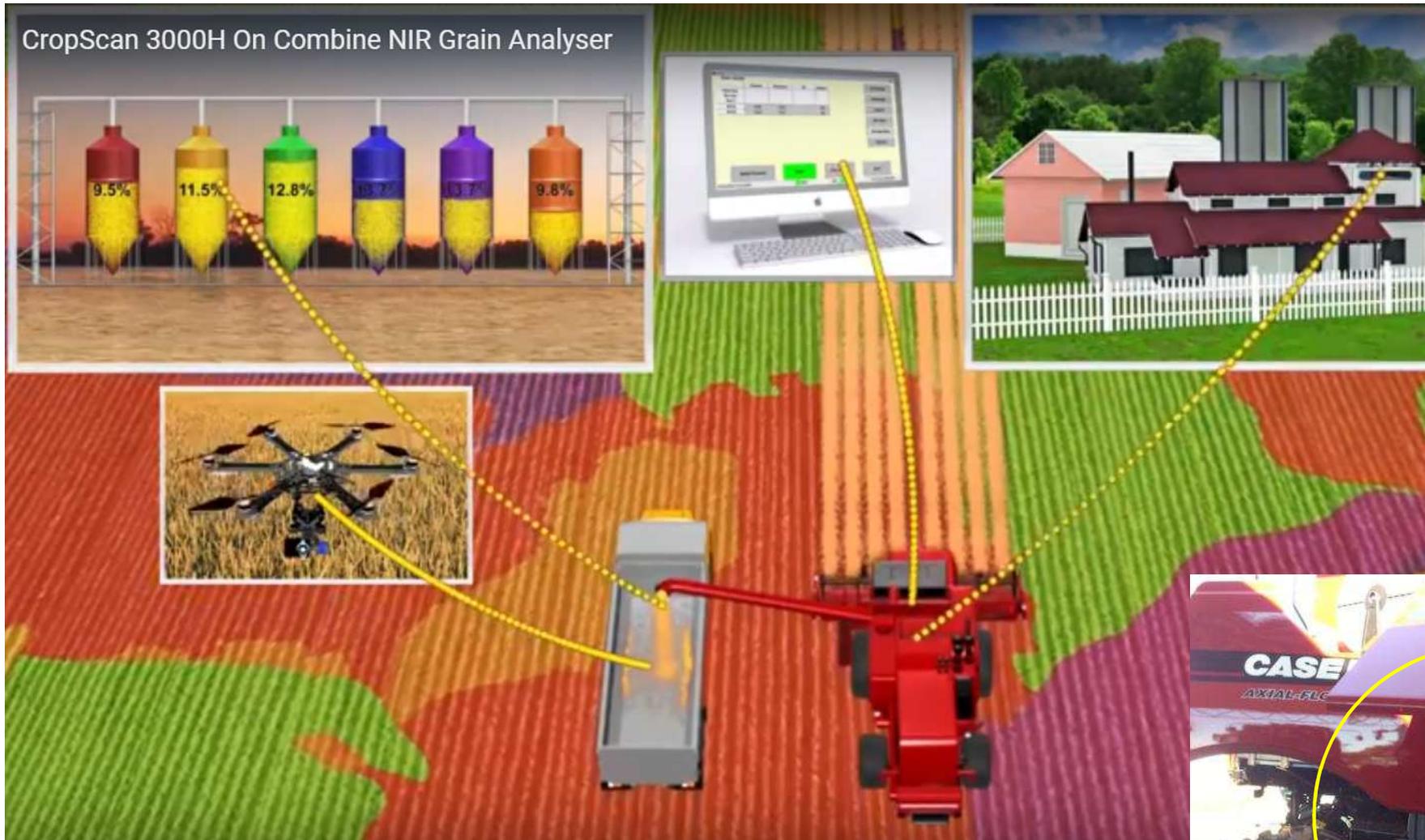


Sensore di umidità
capacitivo



**Fondamentali la
calibrazione e la taratura**

Raccolta differenziata del frumento secondo criteri qualitativi



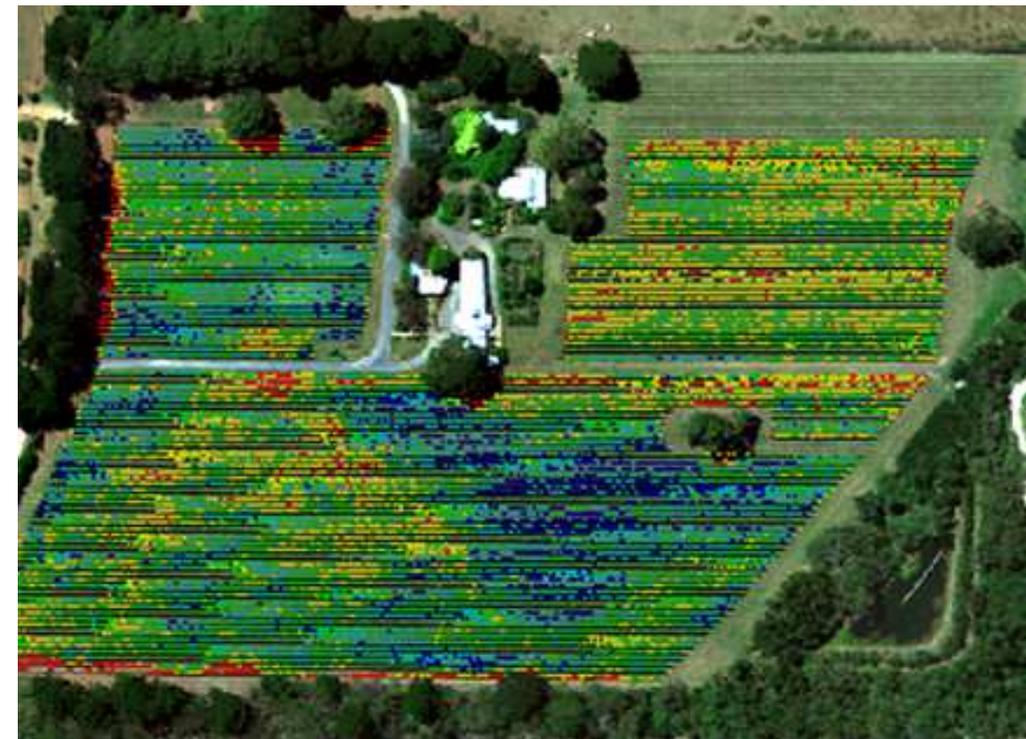
Vantaggi

- Prezzo superiore del 10-20% per contenuto in proteina > 12%
- Miglior calcolo della dose di azoto in funzione delle reali asportazioni

Fonte: Next Instruments, 2017



Il monitoraggio delle produzioni: l'esempio della viticoltura

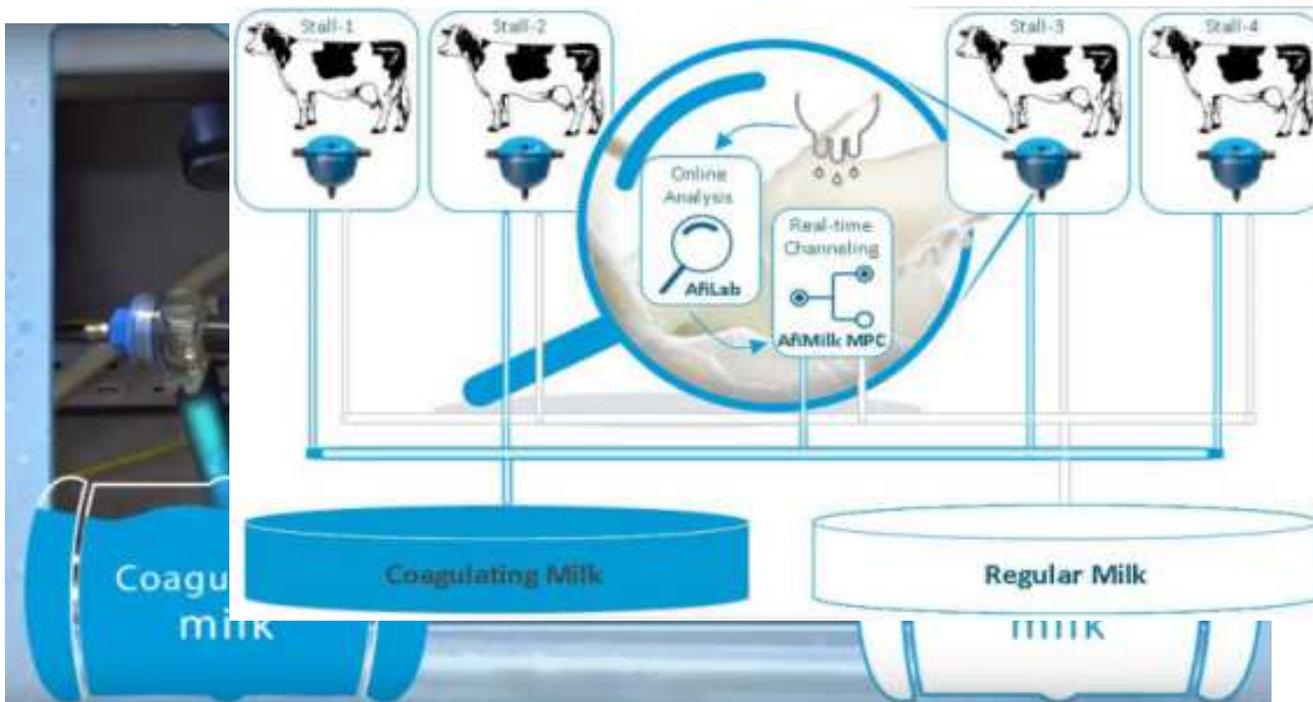


Vantaggi

- Monitoraggio delle **produzioni** e miglior gestione delle concimazioni
- Raccolta differenziata secondo criteri **qualitativi**

Il monitoraggio della qualità del latte

- maggior resa del latte in formaggio (15%)
- logistica migliorata
- razioni alimentari delle bovine più efficienti



Fonte: Afimilk

Alcuni utilizzi dei droni per l'agricoltura

Ad ala fissa



Fonte: QuestUAV

Ad ala rotante



Mono- o multi-rotore

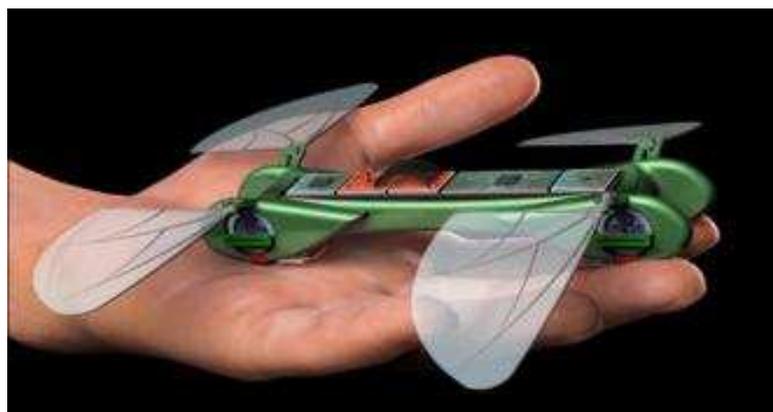
Fonte: QuestUAV



Da carico

 (Fonte: NextFly)

Ad ala battente



Fonte: DIYDrones

Ibridi



Fonte: Birdeyview Aerobotics