



FEASR



REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



# PRECISION FARMING E GESTIONE DEI DATI NELL'AZIENDA AGROZOOTECNICA

Cod. 2A-19-23

27 ottobre, 3 e 6 novembre 2023

Meccanizzazione agricola e agricoltura di precisione

*Luigi Sartori*

*Dipartimento TESAF*

*Università degli Studi di Padova*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESAF**

Argomenti trattati in questa lezione:

- Evoluzione dell'AdP
- Fasi
- Mappatura delle produzioni (procedure per AdP basata su mappe)
- Sistemi Informativi Aziendali (FMIS)
- Definizione delle zone omogenee
- Distribuzione a dose variabile (basata su mappe)

# Definizione di Agricoltura di precisione

International Society for Precision Agriculture (ISPA) Conference, 2018, Montreal,  
PrecisionAg.com

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione che utilizza le informazioni elettroniche e altre tecnologie per raccogliere, elaborare e analizzare i dati spaziali e temporali allo scopo di guidare azioni mirate che migliorano l'efficienza, la produttività e la sostenibilità delle operazioni agricole.

**3.0** gestione spaziale e temporale della variabilità per dosare tutti i fattori produttivi in base alle reali necessità della pianta (AP, VRA, SSCM)

**4.0** gestione basata sulle nuove tecnologie ICT con l'obiettivo di ridurre l'incertezza nelle decisioni attraverso una migliore conoscenza di tutti i fattori che intervengono nell'attività agricola, ricorrendo anche a reti intelligenti e strumenti di gestione dei dati.

**5.0** Uso di sistemi informatici e/o mecatronici per automatizzare la raccolta dati, la loro elaborazione e le operazioni operazioni colturali (AdP avanzata, IA e robotica)



1- fase di raccolta dei dati (sensori)

## GNSS (Global Navigation Satellite Systems)

### *Coltura*

Sensori ottici, radiometri multi e iper spettrali, termici  
Laser, ricostruzione spaziale

### *Suolo*

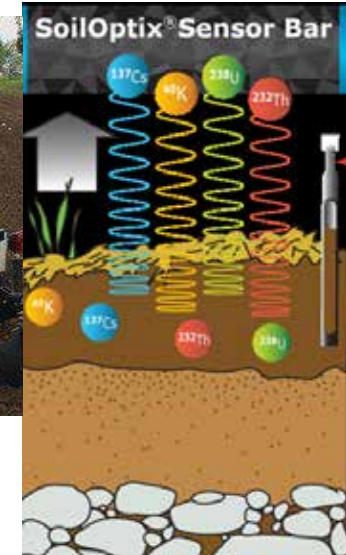
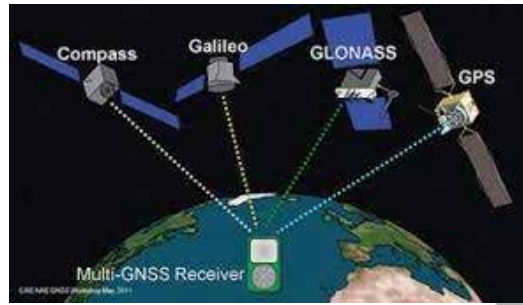
Sensori geoelettrici, radar  
NIRS, Lettori a raggi Gamma

### *Clima*

Reti

### *Macchine*

Mappatura delle rese  
Can Bus, ISOBUS  
Telemetria e logistica





2 – fase di analisi dei dati

### ***Sistemi Informativi Aziendali (FMIS)***

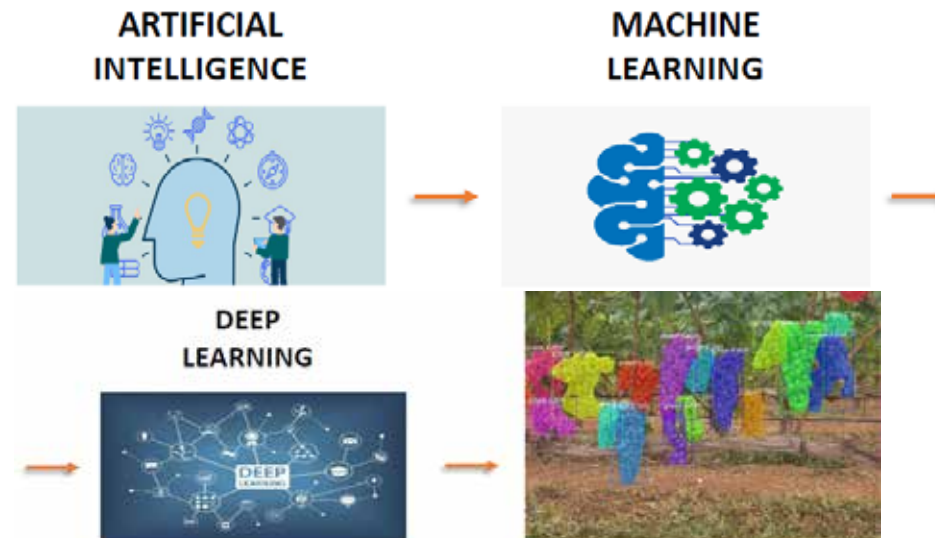
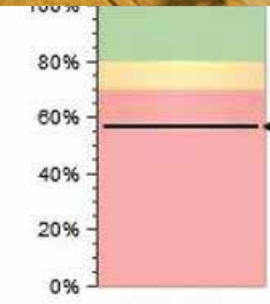
- Piattaforme gestionali per gestire VRA, ma anche per tracciabilità e per migliorare l'efficienza aziendale
- cloud

### ***DSS e modelli di simulazione***

- Difesa delle colture
- Concimazione e irrigazione
- Rischio di compattamento

### ***IA***

- Elaborazione big data
- Riconoscimento preventivo delle malattie



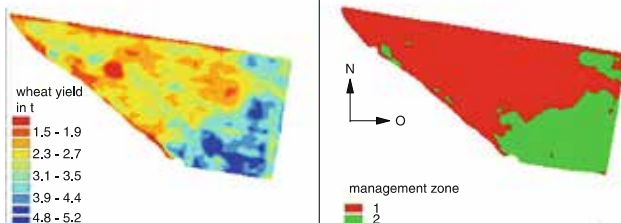
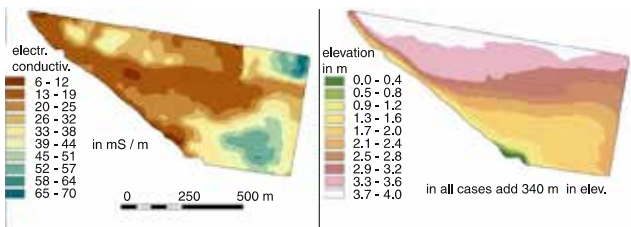
### 3 – fase di attuazione

***Precisione basata su GNSS, Isobus e sensori*** (gestisce tutta la variabilità)

- Sistemi di guida
- Automatic Section Control
- Funzionalità TIM Isobus
- Interventi on-the-go



***Precisione basata su mappe di prescrizione*** in tutte le operazioni colturali



***Robotica*** con automazione della navigazione e delle 3 fasi dell'AP (VRA avanzata)



# Mappatura delle produzioni

I sistemi per il monitoraggio delle produzioni hanno un ruolo essenziale nella raccolta dei dati, per i seguenti motivi:

- **i sensori sono molto affidabili**
- **il costo di monitoraggio e mappatura è (abbastanza) contenuto**
- **ha implicazioni dirette sul tasso di applicazione dei mezzi tecnici**
- **le rese determinano il livello di investimento economico nei diversi appezzamenti.**
- **è l'indicatore primario dell'efficienza delle colture e delle pratiche colturali ad esse dedicate**



# Calcolo della produzione

$$Y \left[ \frac{t}{ha} \right] = \left[ \left( \frac{f \left[ \frac{kg}{s} \right] \cdot i [s] \cdot 10.000 \left[ \frac{m^2}{ha} \right]}{1000 \left[ \frac{kg}{t} \right] \cdot v \left[ \frac{m}{s} \right] \cdot i [s] \cdot w [m]} \right) \cdot \left( \frac{100 - m[\%]}{100 - ms[\%]} \right) \right]$$

Dove:

Y = produzione unitaria (t/ha) all'umidità ms

f = flusso di granella in kg/s

i = intervallo di campionamento in s

v = velocità di avanzamento in m/s

w = larghezza di lavoro in m

m = umidità della granella in %

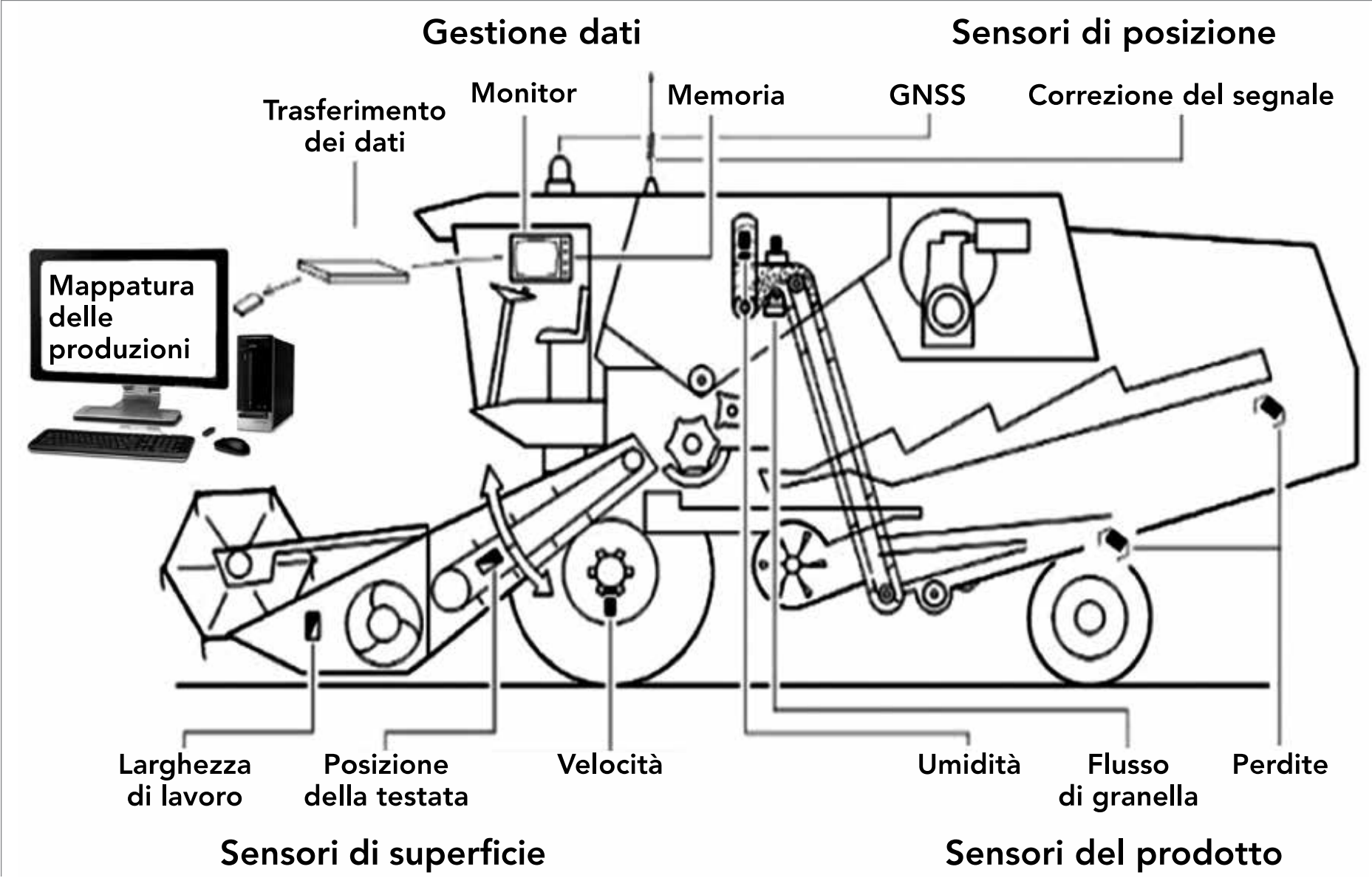
ms = umidità di riferimento in %

Quando i dati di produzione vengono georeferenziati si ottiene la mappa delle produzioni (ricevitore satellitare)

# MAPPATURA DELLE PRODUZIONI

Per determinare e georiferire istantaneamente la produzione si devono conoscere:

- entità del flusso di prodotto secco
  - sensore di portata
  - sensore di umidità
  - sensore di densità
- velocità di avanzamento reale (radar o GNSS)
- larghezza di lavoro della testata (sensore a riflessione)
- Inclinazione (inclinometri)
- coordinate geografiche (GNSS)



**Gestione dati**

**Sensori di posizione**

Trasferimento dei dati

Monitor

Memoria

GNSS

Correzione del segnale

Mappatura delle produzioni

Larghezza di lavoro

Posizione della testata

Velocità

Umidità

Flusso di granella

Perdite

**Sensori di superficie**

**Sensori del prodotto**



Nei **sensori ad impatto** la granella urta un  *sensore costituito da un piatto piano sagomato* (pieno o a diti) e da un *estensimetro (o potenziometro)*, che trasforma l'energia cinetica della granella che va ad impattare sul sensore, in un segnale elettrico, tanto più

## SENSORI DI FLUSSO: misurazione diretta del volume con sensore ottico

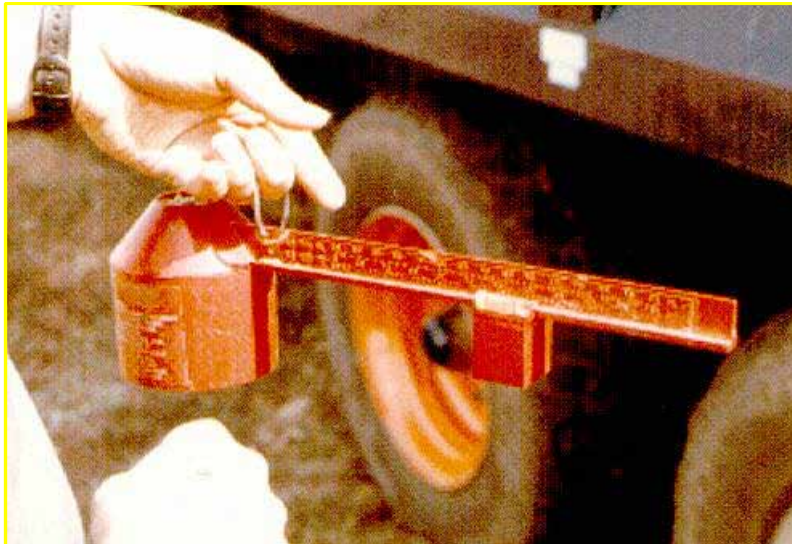
I sensori di tipo volumetrico si basano sul conteggio del numero totale dei " *volumi elementari*" che vengono spostati dall'elevatore della mietitrebbia. I volumi elementari che si formano nell'elevatore non sono costanti. Per superare tale problema si impiegano *sensori ottici*. Questi operano tramite l'emissione di luce monocromatica che investe il prodotto da un lato. Sul lato opposto, un ricevitore misura l'energia luminosa non assorbita dal prodotto e in base a ciò determina il grado di riempimento delle camere dell'elevatore. In altri termini, in funzione del grado di riempimento di ogni paletta, si originano tempi di alternanza differenti di luce/buio che vengono correlati alla portata volumetrica di prodotto. Per calcolare il flusso di prodotto (in peso secco) debbono obbligatoriamente essere presenti anche sensori per la determinazione della densità e dell'umidità. Su terreno in pendenza, inoltre, si utilizzano *sensori angolari* per compensare l'imprecisione dovute allo scivolamento laterale della granella.



**Sensore volumetrico  
(errore intrinseco: ~ 4,5%)**

## SENSORI DI DENSITA'

Necessario per i sensori volumetrici di flusso. Oltre ai kit per la veloce determinazione manuale di tale parametro, sono stati messi a punto dispositivi per il rilievo automatico ed in tempo reale della densità, al fine di alleviare l'operatore dall'obbligo di numerosi controlli manuali e di migliorare la precisione della misura. Questi dispositivi si basano sul principio del confronto fra un volume di riferimento di densità nota ed un contenitore del medesimo volume che sequenzialmente viene riempito con la granella in fase di campionamento. Proprio per il suo principio di funzionamento, il contenitore non sempre risulta colmo fino al medesimo livello, le prestazioni di questo dispositivo non sono molto accurate e precise, pur raggiungendo prestazioni superiori ai misuratori di tipo manuale





## SENSORI DI UMIDITA': misurazione con sensore di tipo capacitivo

Si hanno due piastre che funzionano come dei condensatori sulle quali si accumulano delle cariche elettriche variabili a seconda del dielettrico in transito (la granella o il vuoto)



è condizionato dalla temperatura e dalla densità del prodotto.

Al variare delle condizioni operative (es. varietà, stadio di maturazione) il sensore necessita del settaggio del valore di default mediante l'inserimento manuale.

periodica pulizia delle piastre metalliche al fine di garantire una buona precisione nella lettura.

# SENSORI DI UMIDITÀ : misurazione con sensore NIRS

L'umidità può essere misurata anche usando le tecnologie del vicino infrarosso (NIR)

Questi sensori mettono in relazione il contenuto di umidità con l'effetto sulle lunghezze d'onda del vicino infrarosso operato dal flusso di prodotto, in riflessione o in trasmissione.

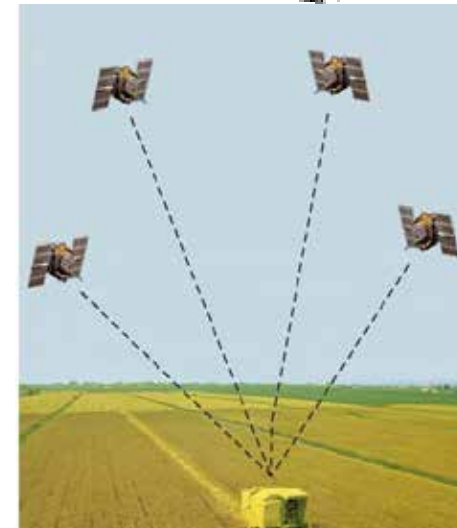
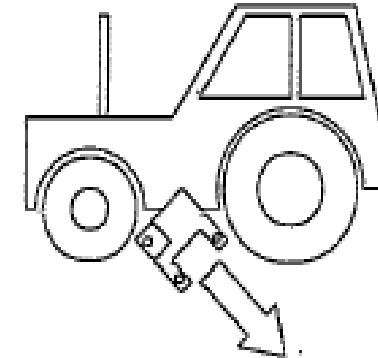
Sembra essere il sistema ufficiale di determinazione dell'umidità della granella per la sua precisione.

Spesso sulle applicazioni nella mietitrebbia oltre alle misure di umidità, questi sensori vengono utilizzati anche per la determinazione della qualità.

Questa misurazione è molto meno suscettibile delle oscillazioni dovute alle condizioni climatiche al momento di raccolta

# SENSORI DI VELOCITA

- Teorica
  - misurano la velocità di rotazione conoscendo la circonferenza di rotolamento delle ruote a medio carico.
  - Errori derivanti dallo slittamento e dal carico pneumatici
- Reale
  - radar o emettitori ultrasonici per l'effetto Doppler
  - Rugosità del terreno o residui colturali influenzano le misure
  - velocità >2 km/h
- Basata sul GPS
  - L'accuratezza è in relazione all'accuratezza del ricevitore



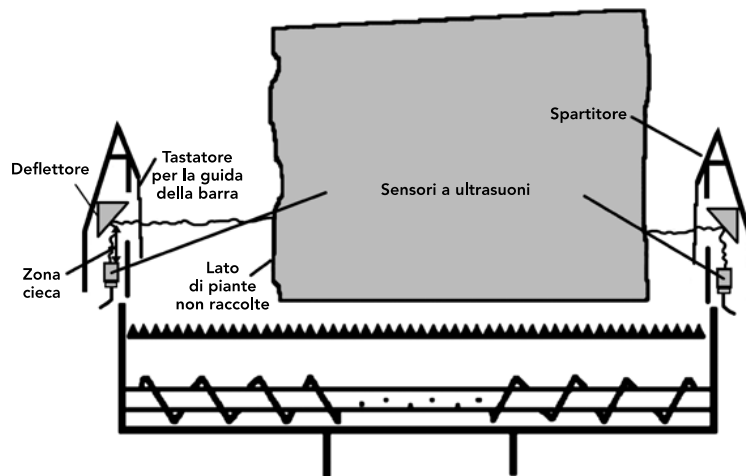


# SENSORI SULLA BARRA

La misura della larghezza effettiva è importante perché un'impresione in questo dato può portare a errori anche notevoli nella stima delle produzioni.

Si può porre rimedio a tale inconveniente inserendo manualmente il valore corretto quando la barra non è completamente utilizzata, oppure ricorrendo a un dispositivo elettronico basato su rilevatori di distanza ad ultrasuoni.

La posizione della barra viene rilevata sia in senso sia verticale che orizzontale. Entrambe le modalità sono in grado di influenzare il calcolo della produzione. Nel primo caso, la rilevazione della barra in posizione sollevata, ad es. in fase di svolta a fine campo, con organi trebbianti in funzione, determina la sospensione della registrazione dei dati, che verrà ripresa quando la barra ritorna in posizione di lavoro. Il sensore della posizione orizzontale della barra fornisce informazioni per correggere le eventuali variazioni di flusso di prodotto derivanti dall'inclinazione della barra sul piano orizzontale in fase di lavoro



errore di 30 cm su una barra di 5 m di larghezza genera una sopravvalutazione del 6% della resa

## SENSORI ALLA BARRA: posizione

**Posizione verticale:** la rilevazione della barra in posizione sollevata (es. voltata) con organi trebbianti in funzione determina la sospensione della registrazione dei dati che verrà ripresa quando la barra ritorna in posizione di lavoro. Il sensore deve essere tarato in maniera tale da consentire le variazioni dell'altezza di taglio della barra sulla base delle condizioni operative riscontrate in campo, senza che ciò comprometta la registrazione dei dati. In questo modo si può procedere alle manovre in campo senza influenzare la qualità dei dati produttivi.

**Posizione orizzontale** della barra fornisce informazioni per correggere le eventuali variazioni di flusso di prodotto derivanti dall'inclinazione della barra sul piano orizzontale in fase di lavoro

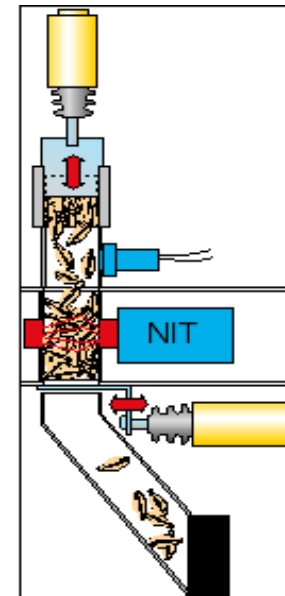
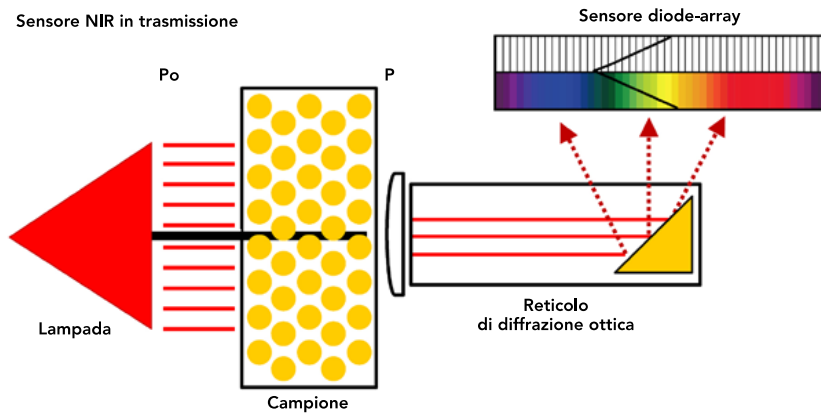
entrambi influenzano la produzione



# SENSORI DI QUALITA'

I sensori NIRS (*Near InfraRed Spectroscopy*), che operano nell'infrarosso vicino, possono essere di diverso tipo: operanti in riflessione, assorbimento o trasmissione.

Essi poi possono essere montati direttamente sull'elevatore in flusso continuo oppure posizionati all'interno di una camera di rilevazione posta sulla sommità dell'elevatore e riempita periodicamente di granella. Una volta calibrati correttamente, restituiscono tipicamente misure di umidità, proteine ed in alcuni casi contenuto in grassi della cariosside, per via non distruttiva. La calibrazione non risulta affatto semplice, essendo influenzata dalle differenti caratteristiche chimico- fisiche dei diversi tipi di granella e, in subordine, delle diverse varietà delle medesime, e da numerosi fattori ambientali. È quindi relativamente semplice, una volta costituiti database di analisi specifiche per ogni singola varietà, ottenere una buona precisione di misura. Molto meno facile garantire una elevata accuratezza. Peraltro, anche a causa delle                   à cui si è qui brevemente accennato, la diffusione di questi sistemi di misura nel mondo operativo è al momento sporadica.

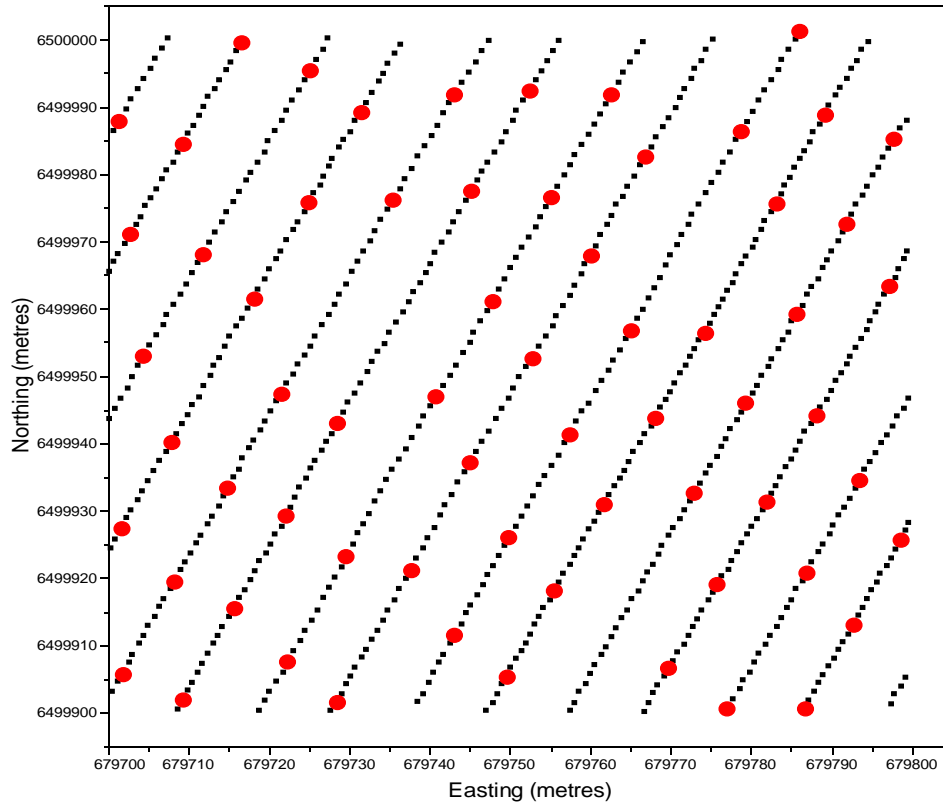


# Yield Sensor Data

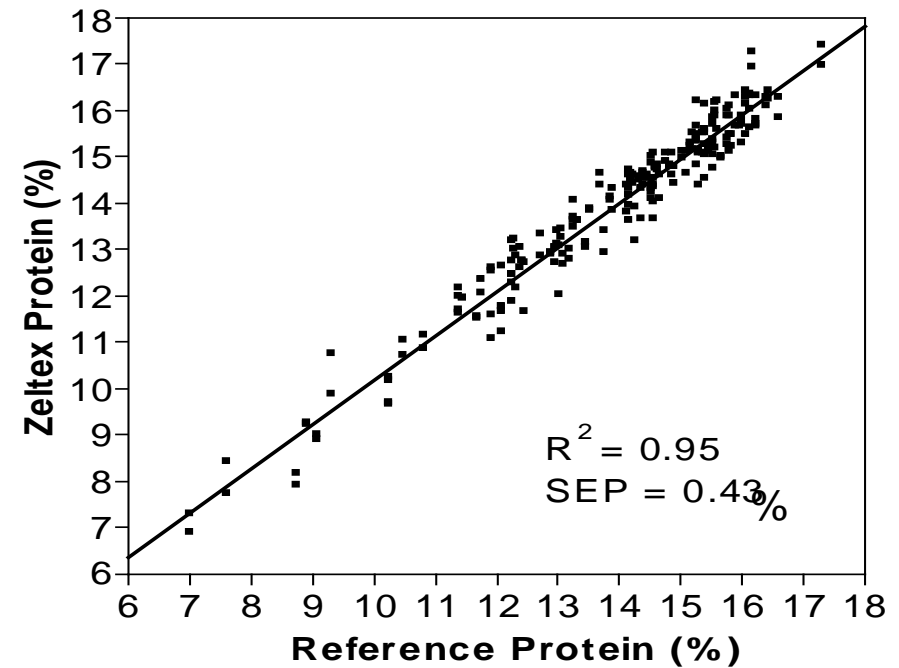
725/ha (1 second cycle)

# Protein Sensor Data

65/ha (~12 second cycle)



calibrazione



# Unità di controllo o monitor

Il Monitor è montato in cabina e comprende un tablet computer con una CPU, schermo, memorie, ecc

Alcune unità funzionano con i normali sistemi operativi come Windows® (e.g. Topcon) oppure più frequentemente con sistemi operativi di proprietà

La loro funzione è quella di raccogliere e memorizzare i dati provenienti dal GNSS e dagli altri sensori per calcolare la resa per ettaro

Il monitor per la mappatura delle produzioni è diverso da costruttore a costruttore, ma tutti consentono l'inserimento dei dati di identificazione del campo, la calibrazione e la visualizzazione della resa e dell'umidità calcolata per ogni intervallo di campionamento adottato.

Lo stesso monitor per le produzioni può essere utilizzato (spesso) per il controllo della barra delle operatrici (irroratrici, seminatrici, ecc.) oppure per la distribuzione a dose variabile (spandiconcime)





# LA CALIBRAZIONE

La capacità di restituire un valore della media di campo il più possibile vicino a quello mediamente misurato come riferimento certo (gold standard), dipende dalle procedure di *calibrazione* che sono differenti da sensore a sensore e che sono in carico all'operatore che le deve eseguire secondo le diverse specifiche richieste dalla casa costruttrici.

- Assicura la corrispondenza tra produzione reale e dati rilevati
- Comparazione tra il peso di molti carichi (curva di calibrazione)
- Se le condizioni di campo rimangono simili a quelle di calibrazione, il sistema di rilevamento delle produzioni funziona con accuratezza
- E' consigliabile effettuare la calibrazione su una vasta casistica (velocità di avanzamento e altezze di taglio)

# CALIBRAZIONE



- La quantità raccolta registrata dal monitor è comparata con il peso reale ottenuto con la pesatura dei rimorchi
- Il peso o i pesi si ottenuti vanno inseriti nel monitor e servono per costruire la curva di calibrazione attraverso il software interno

# Il ritardo di flusso

Nel monitor il dato del flusso è continuamente raccolto e abbinato al dato di posizione ricavato dal GNSS

Tutti i GNSS aggiornano la loro posizione almeno ogni secondo, mentre quelli più accurati lo fanno anche ogni 10 Hz (10 correzioni al secondo)

Il problema maggiore che i monitor devono affrontare è quello dell'abbinamento tra i dati di localizzazione e quelli derivanti dalla MT.

Il grano che viene registrato dal sensore ha dovuto passare un "lungo" tragitto all'interno della MT dal taglio al suo accumulo nel serbatoio. Questo vuol dire che il grano è stato raccolto in un punto (e quindi in un tempo) precedente a quello della sua registrazione.

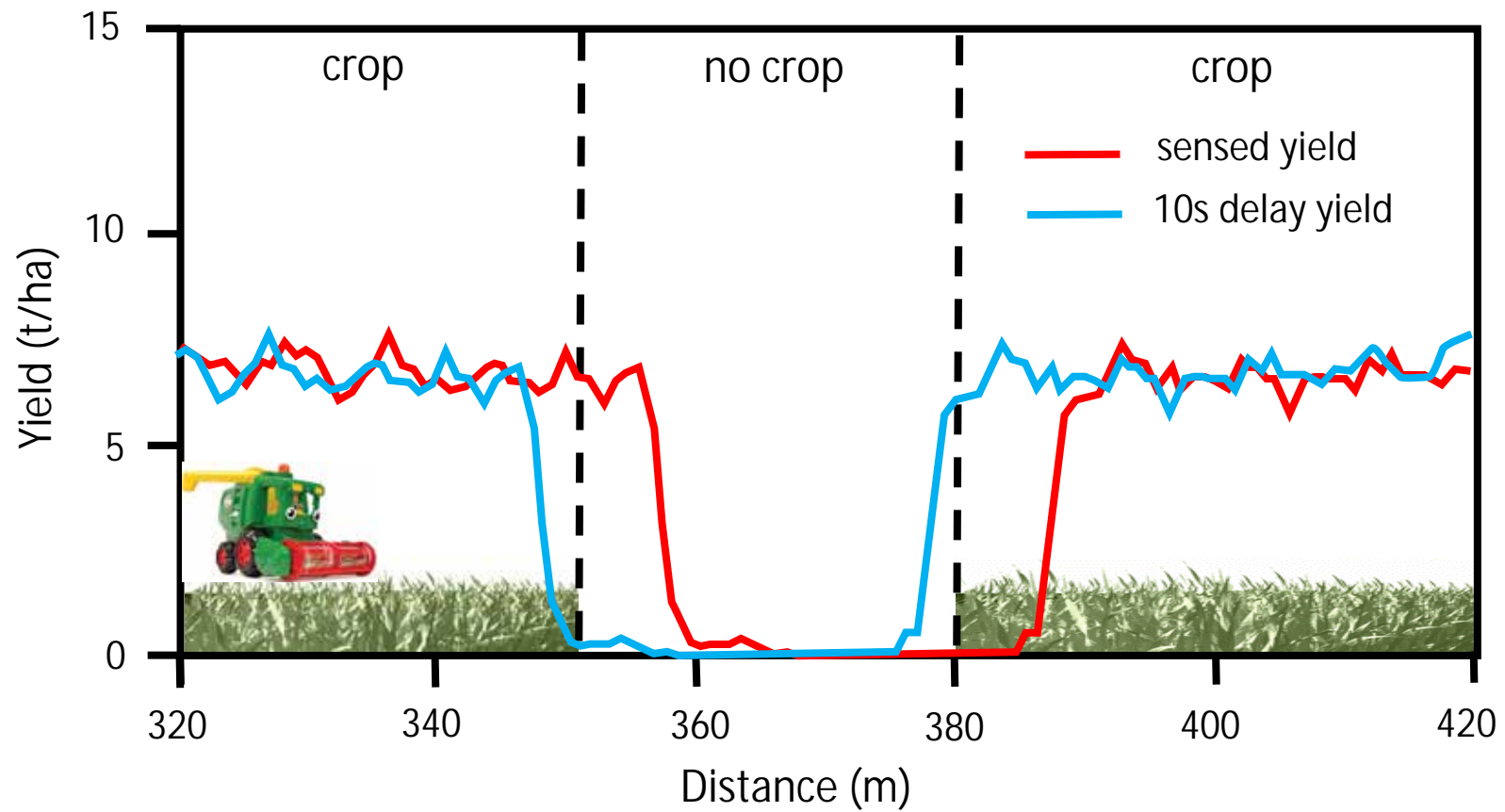
Il ritardo di flusso che si verifica è compensato facendo in modo che le misure del sensore siano abbinate con un punto antecedente nel tempo.

Il ritardo di flusso può essere aggiustato tra 5 e 15 secondi

# Il ritardo di flusso

## Grain flow in a harvester

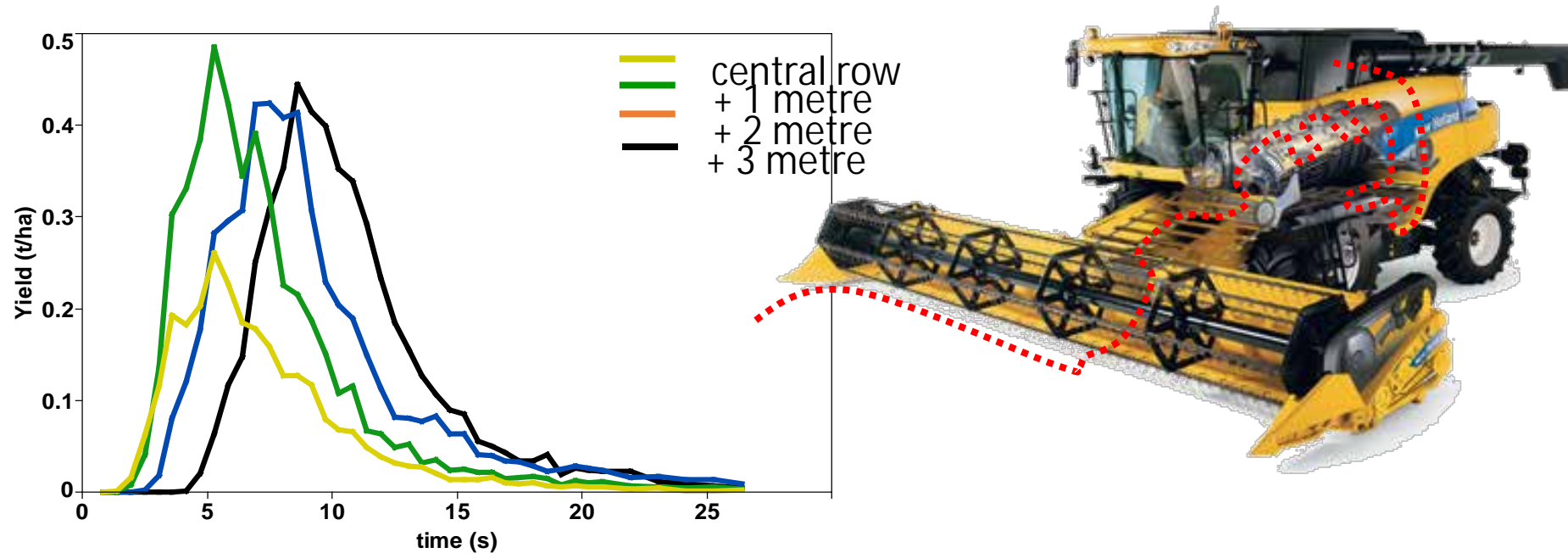
Flow delay example



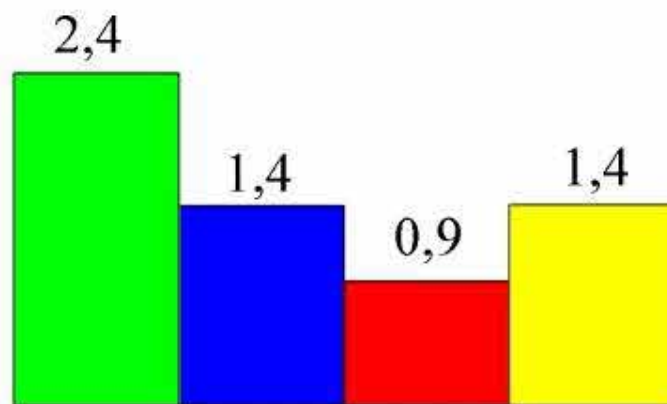
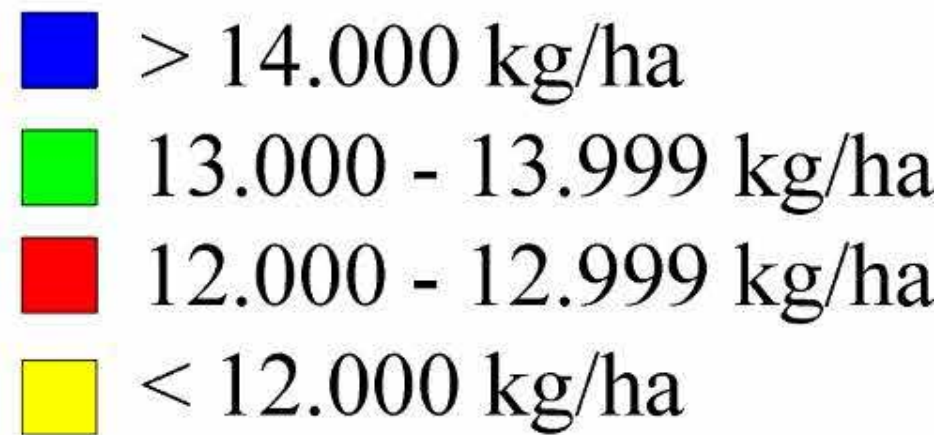
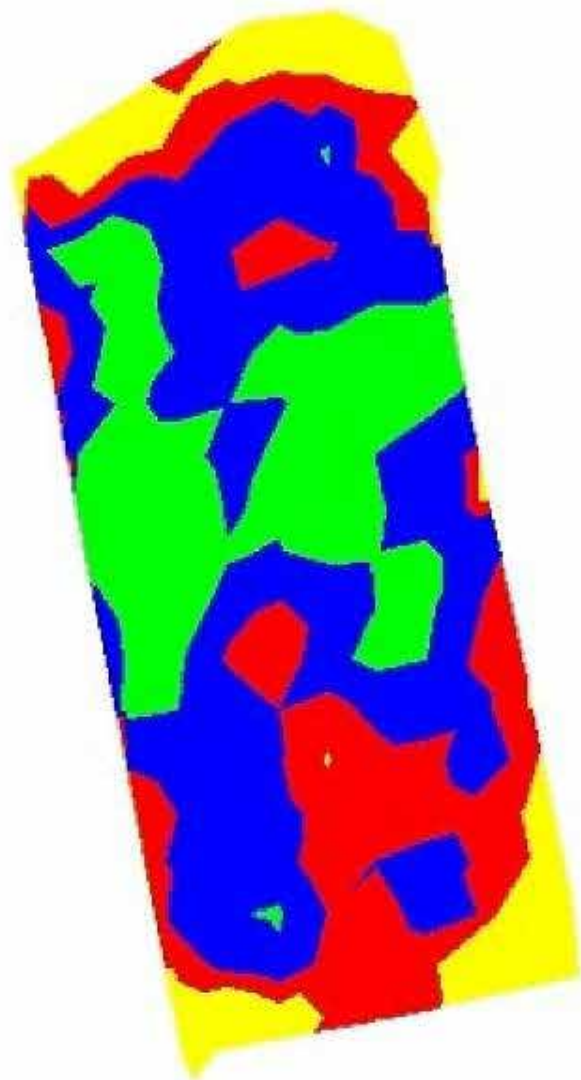


# Il ritardo di flusso

Anche la posizione della pianta al momento del taglio rispetto alla barra, influisce sul ritardo di flusso



Il grano non viaggia per impulsi ma passa attraverso il sensore in modo graduale in un periodo di circa 20 secondi



Superfície (ha)

## Elaborazione delle mappe di produzione

### *scaricamento dei dati*

***filtro manuale dei dati:*** è possibile selezionare i parametri più opportuni relativi alla gestione dei dati grezzi (es. raggio d'interpolazione), per migliorare la qualità delle informazioni contenute nella mappa;

***numero di classi:*** contenuto (4-6 classi) in grado di spiegare la variabilità,

***ampiezza delle classi:*** un piccolo intervallo (es. 0,5÷1 t/ha) di resa può essere utile per esaminare la mappa in maggiore dettaglio. E' raccomandabile che tutte le classi abbiano la stessa ampiezza,

***colori delle classi:*** tutte le mappe vanno elaborate con lo stesso gradiente di colori.

utilizzare anche le indicazioni statistiche riassuntive fornite dal software, per avere un'idea più chiara dell'incidenza percentuale dei singoli livelli produttivi sulla formazione della resa complessiva.

# Scaricamento dei dati

- I dati di produzione sono salvati in file su supporti vari durante la raccolta o quando si esegue il download dal monitor.
- Ogni ditta ha il suo formato proprietario
- Il marchio della ditta può essere identificato dalle differenti estensioni del file

Brand	Yield file extension
<b>Agco</b>	<b>*.syn</b>
<b>AgLeader</b>	<b>*.yld, *.ilf</b>
<b>Class</b>	<b>*.dat</b>
<b>Case IH</b>	<b>*.yld, *.vyg, *.vy1</b>
<b>John Deere</b>	<b>*.gsd, *.gsy, *.ver</b>
<b>MicroTrak</b>	<b>*.dat</b>
<b>New Holland</b>	<b>*.yld, *,vyg, *.vy1</b>
<b>RDS</b>	<b>*.0??, *.x??</b>

# Scaricamento dei dati

Tutti i file contengono dati sufficienti per calcolare la produzione (larghezza, velocità, flusso, ecc.) e l'umidità istantanea in ogni punto oltre a altri dati necessari per la localizzazione (coordinate, elevazione, informazioni sulla funzionalità del GNSS l'appezzamento, la coltura, ecc.

longitude	latitude	flow (kg/s)	GPS time	measurement cycle (s)	distance travelled (mm)	swath width (mm)	moisture (%)	satellite status	pass number	harvester serial number	field ID	load number	crop type	GPS status	elevation (m)
150.01333	-29.82659	5.49	879028301	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.7
150.01333	-29.82660	5.55	879028302	1	1450	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01334	-29.82661	5.47	879028303	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01335	-29.82662	5.41	879028304	1	1450	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315.1
150.01335	-29.82663	5.36	879028305	1	1420	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315
150.01336	-29.82664	6.06	879028306	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315.1
150.01337	-29.82666	5.72	879028307	1	1450	7470	11.7	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01337	-29.82667	5.8	879028308	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315
150.01338	-29.82668	5.9	879028309	1	1470	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315
150.01339	-29.82669	5.36	879028310	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315.1
150.01339	-29.82670	5.79	879028311	1	1470	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315
150.01340	-29.82671	5.87	879028312	1	1450	7470	12	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	315.1
150.01340	-29.82673	5.56	879028313	1	1470	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01341	-29.82674	5.45	879028314	1	1450	7470	12	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01342	-29.82675	5.38	879028315	1	1450	7470	11.8	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01343	-29.82676	5.92	879028316	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.9
150.01343	-29.82677	5.88	879028317	1	1450	7470	11.9	33	3	960446	"F5:COM	"L3: 88	"Wheat"	7	314.7



# Pulizia dei dati

## Pulizia

I dati al di sopra del massimo livello di produzione e quelli sotto il livello minimo devono essere rimossi. Alti valori di resa possono essere causati da un improvviso rallentamento della MT e valori molto bassi si possono ottenere operando con la testata bassa in zone dove non c'è la coltura oppure con incorretto settaggio del ritardo di flusso. Importante è anche la larghezza di lavoro.

Molti software aiutano a correggere i dati e a pulirne gli errori

Yield Editor (University of Missouri - ARS)

Yield Check (University of Nebraska)

*Geod* (New South Wales Government)

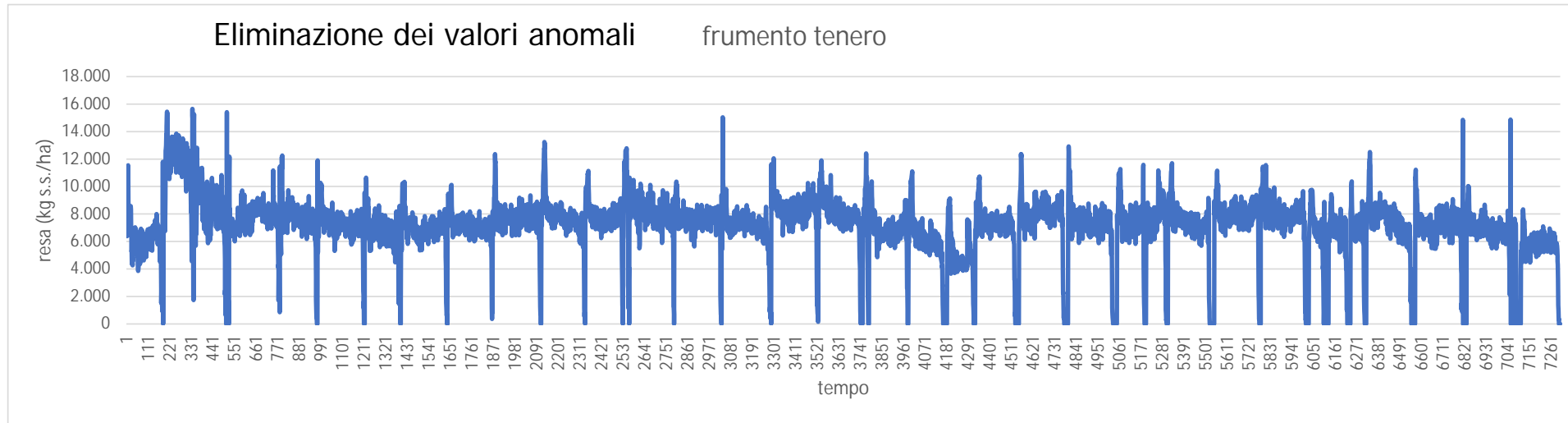
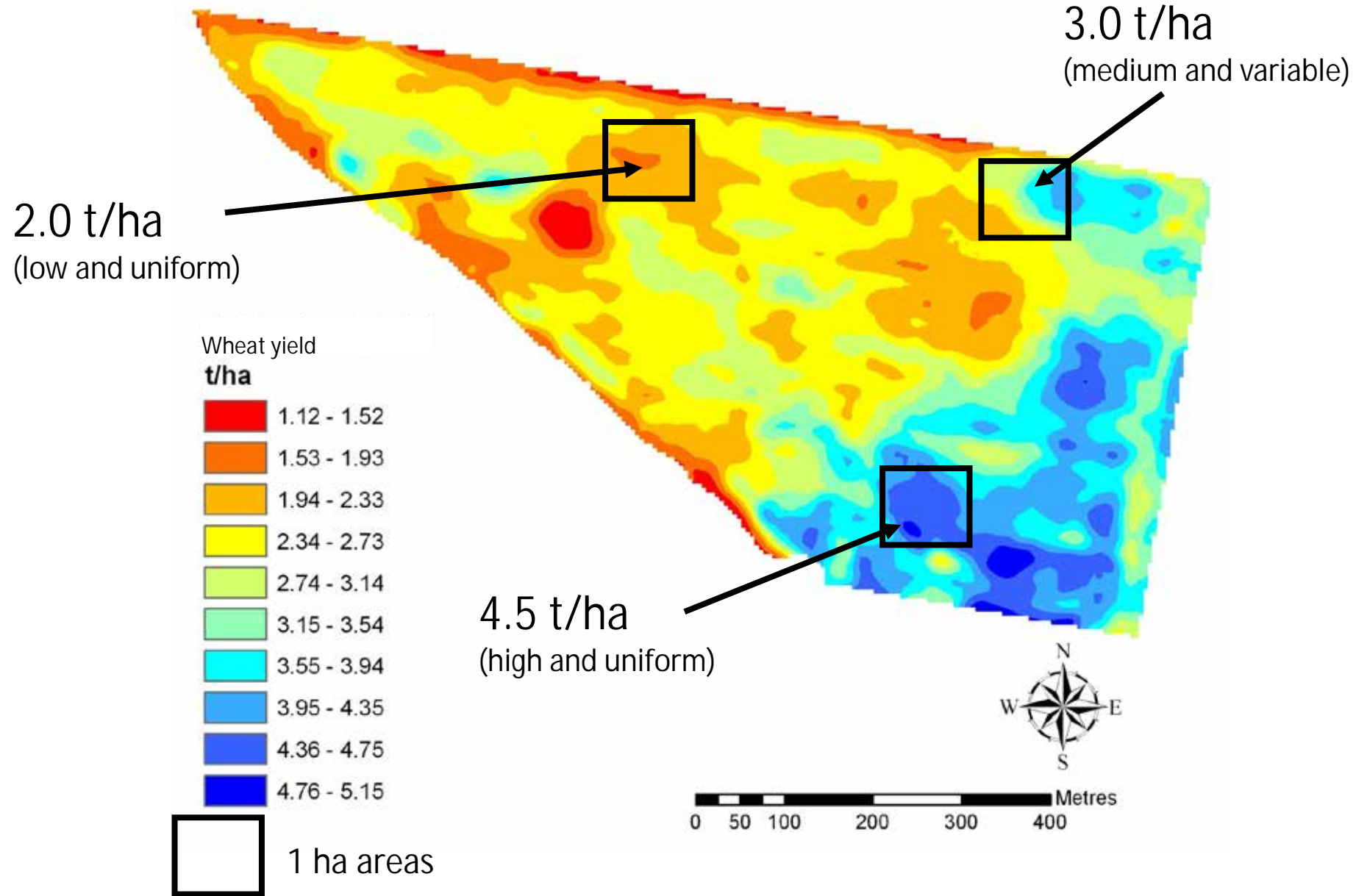


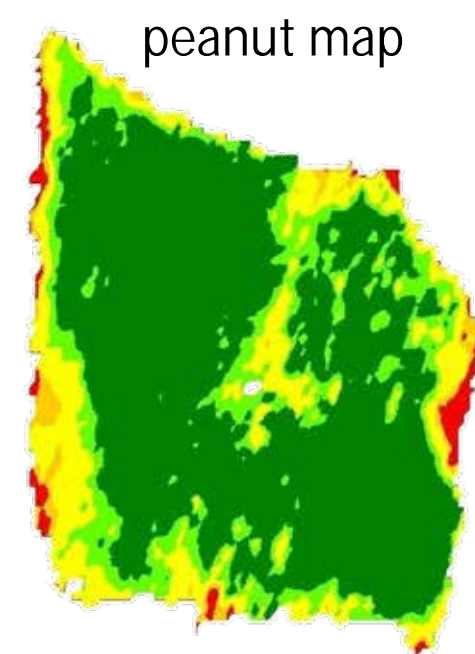
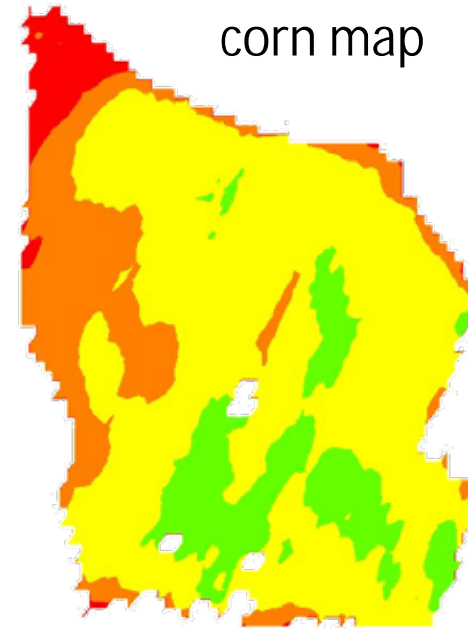
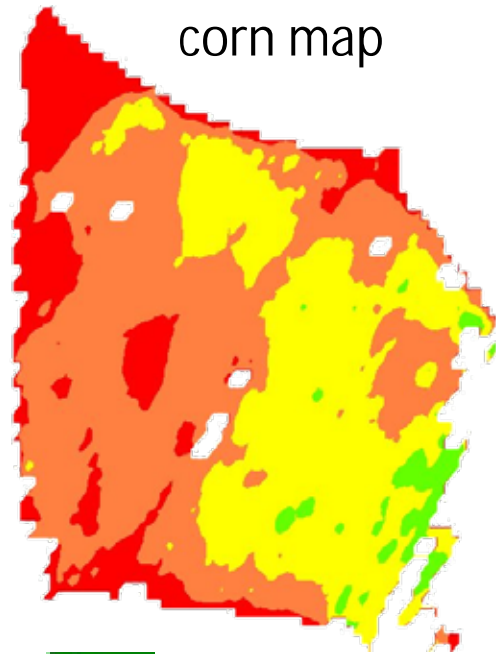
Figura.- Andamento del flusso di granella di **frumento** misurato al piatto sagomato del sensore di massa

# A cosa servono le mappe di produzione? Capire la variabilità

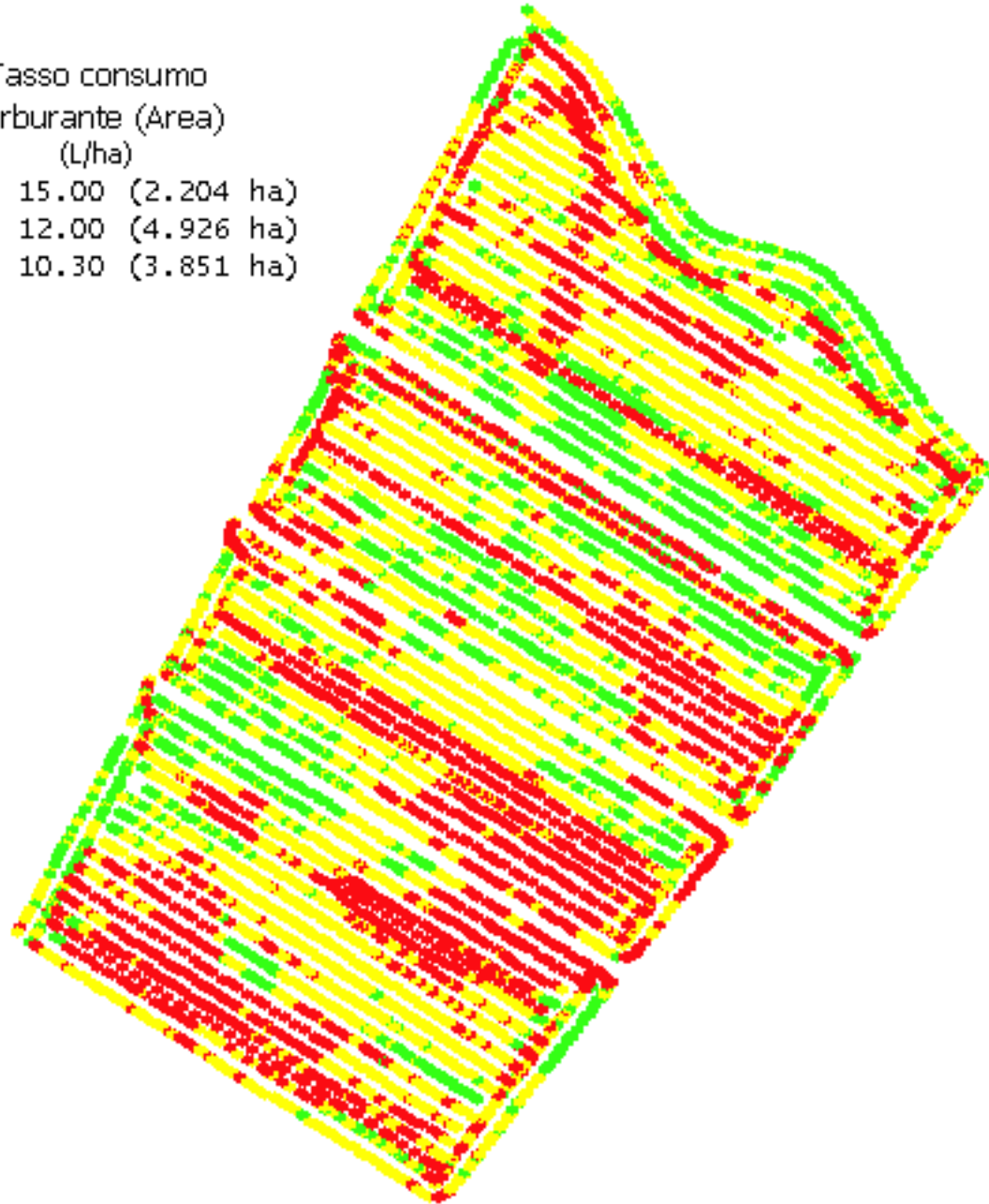
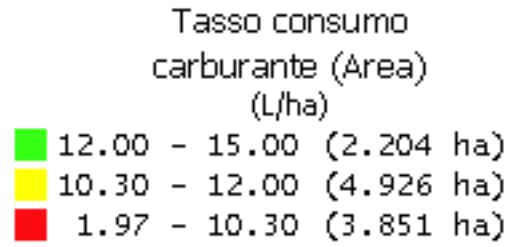


INTERPRETAZIONE DELLE MAPPE DI PRODUZIONE			
EFFETTI ORIENTATI LUNGO LE LINEE DI TRAFFICO		EFFETTI IRREGOLARI	
LINEA DI LAVORO	INCROCIATI RISPETTO ALLA LINEA DI LAVORO	CURVE O SPARSE	MACCHIE
Errori di applicazione durante la semina, fertilizzante, difesa	Linee di lavoro di anni precedenti, strade o compattazioni	Scarsa omogeneità nella distribuzione di fertilizzanti o ammendanti	Variazioni topografiche naturali (ristagni, danni da freddo, ecc.)
Date di semina diverse	Vecchi confini	Sbancamenti o terrazzamenti	Malerbe, infestazioni localizzate
Diverse varietà	Tubazioni, dreni, ecc.	Danni di insetti nei bordi	Variazioni nella fertilità del suolo
Diversi prodotti chimici o fertilizzanti		Deriva di prodotti fitofarmaci	Effetti di pratiche precedenti
Differenti condizioni di semina			Incendi o grandinate
Compattazione			
Vecchi confini			

# A cosa servono le mappe di produzione? Significato economico

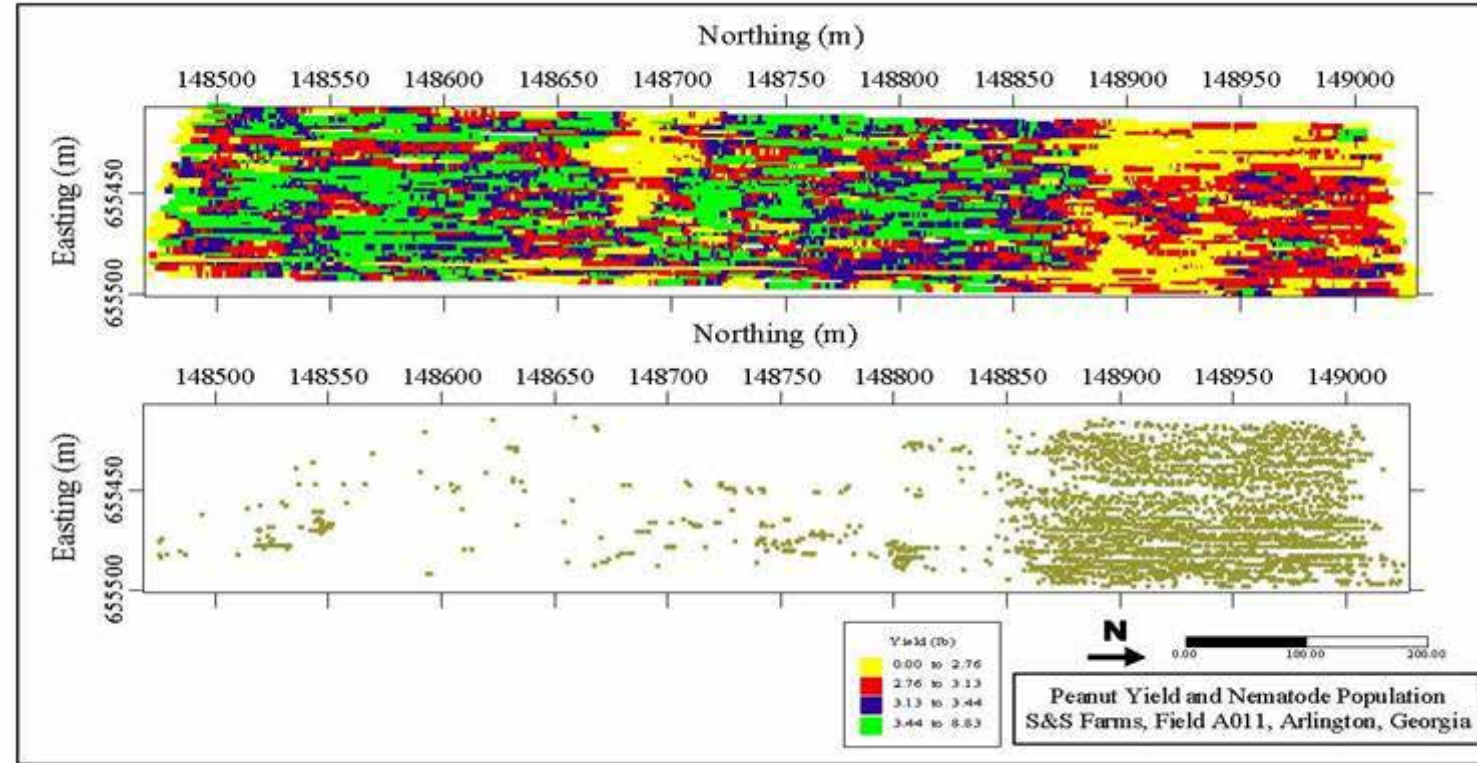
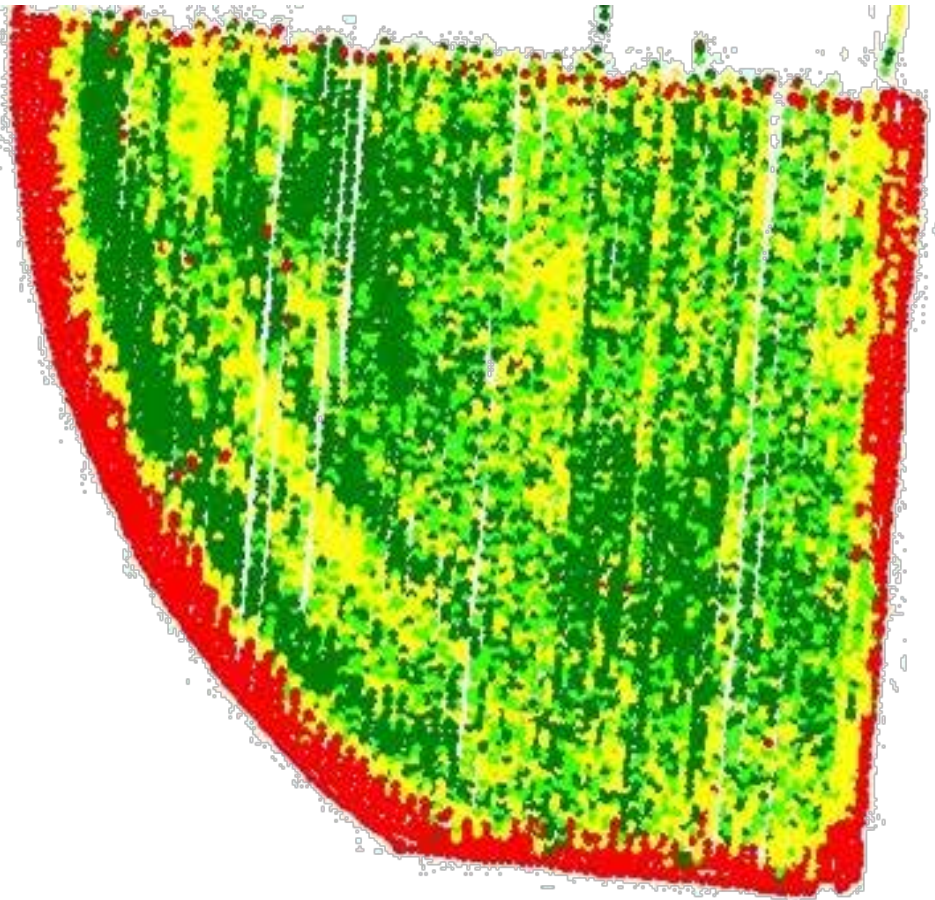


# A cosa servono le mappe di produzione? Significato energetico





# A cosa servono le mappe di produzione? Malfunzionamenti o infestazioni di patogeni



A cosa servono le mappe di produzione?

Applicazioni mirate di fertilizzante (ripristino delle asportazioni)

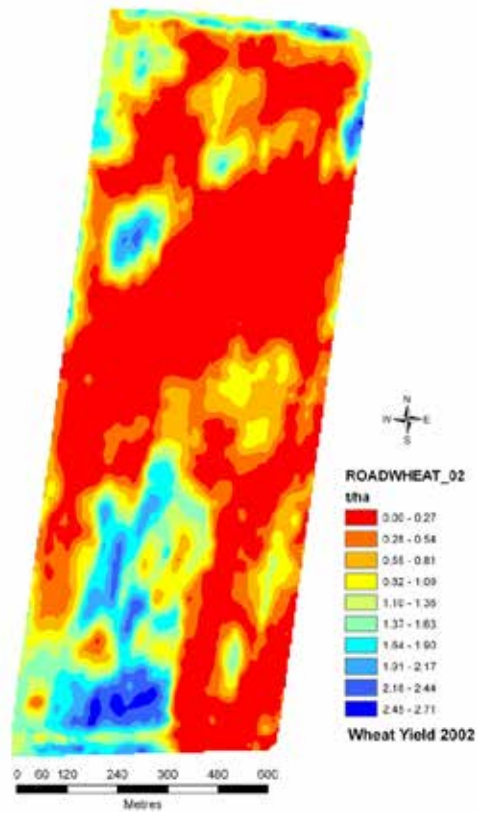
I nutrienti rimossi dalla coltura precedente possono essere calcolati usando le mappe di resa e algoritmi che le correlano con la quantità di nutrienti asportati:

$$P \text{ asportato}_{(kg P/ha)} = \text{asportazioni unitarie}_{(kg P/t)} \times \text{resa}_{(t/ha)}$$

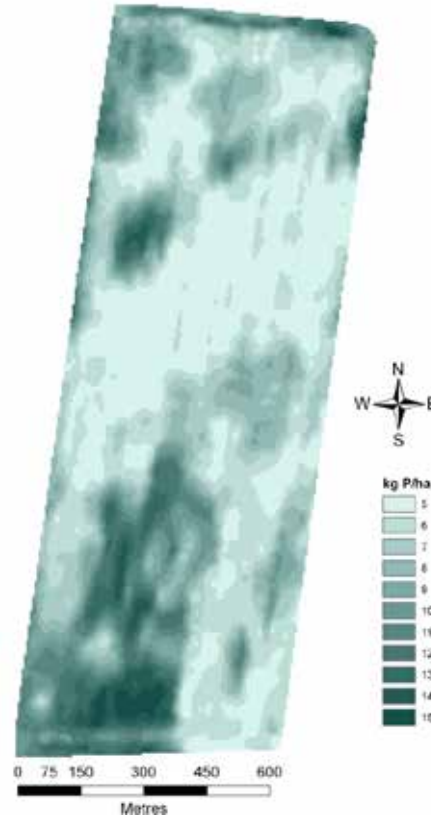
$$N \text{ asportato } (kg N/ha) = \text{Resa}(kg/ha) \times \text{Proteina}(\%) \times 0.00175$$

Used in map-based  
whole field VRA

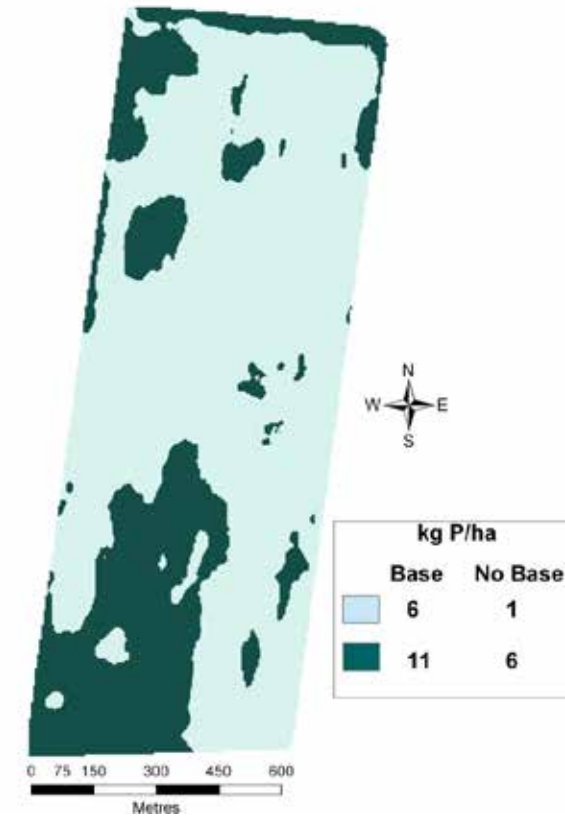
Used in map-based  
management class VRA



wheat yield  
map



Phosphorus  
removed map

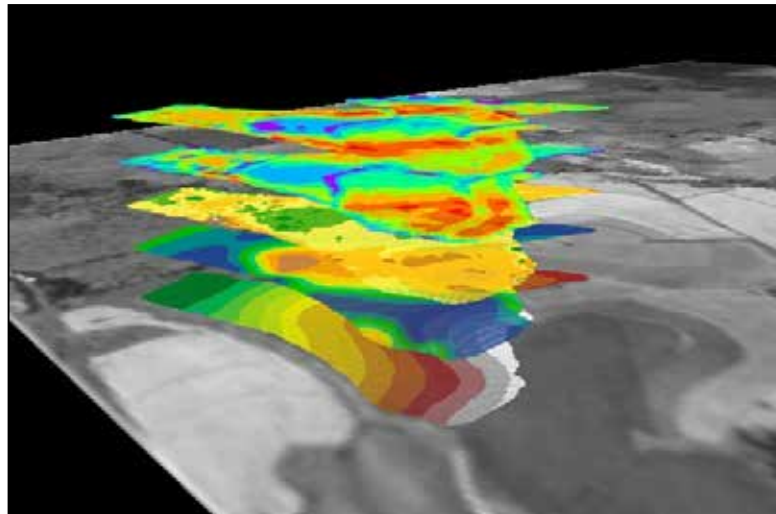


2 class  
Phosphorus  
replacement  
map

# A cosa servono le mappe di produzione? Costruzione di zone omogenee

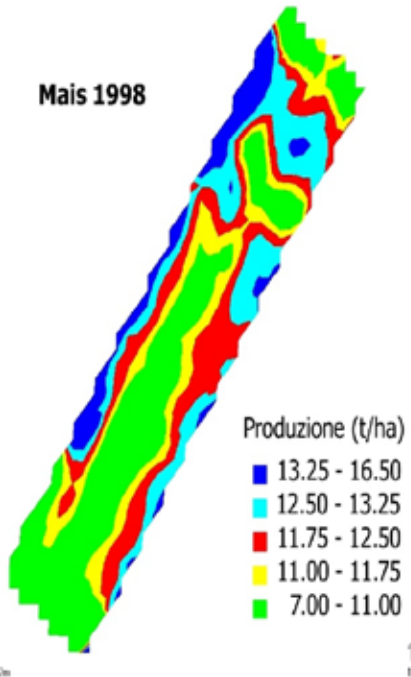
Le ZO devono suddividere la variabilità di un campo in modo che:

- la variabilità all'interno della classe sia ridotta al di sotto della variabilità del campo intero;
- la variabilità media all'interno della classe sia significativamente diversa dalle altre classi tale da renderne possibile una gestione differenziata in termini tecnici ed conveniente dal punto di vista economico

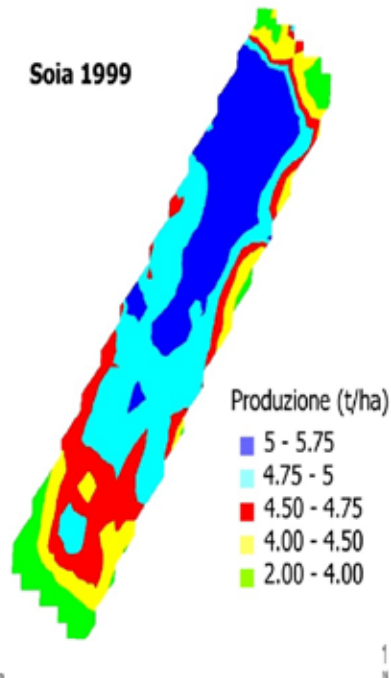




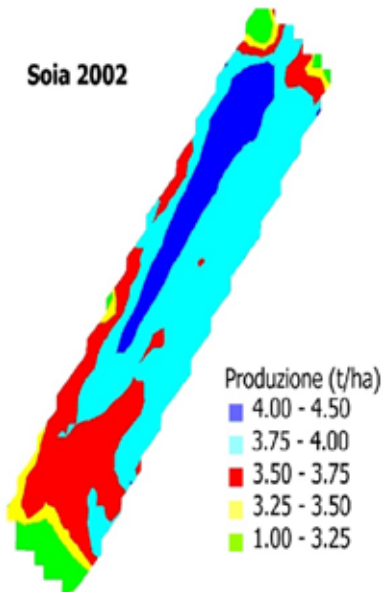
Mais 1998



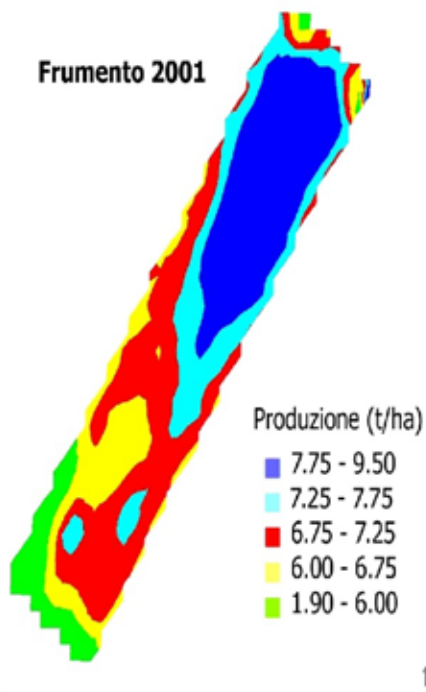
Soia 1999



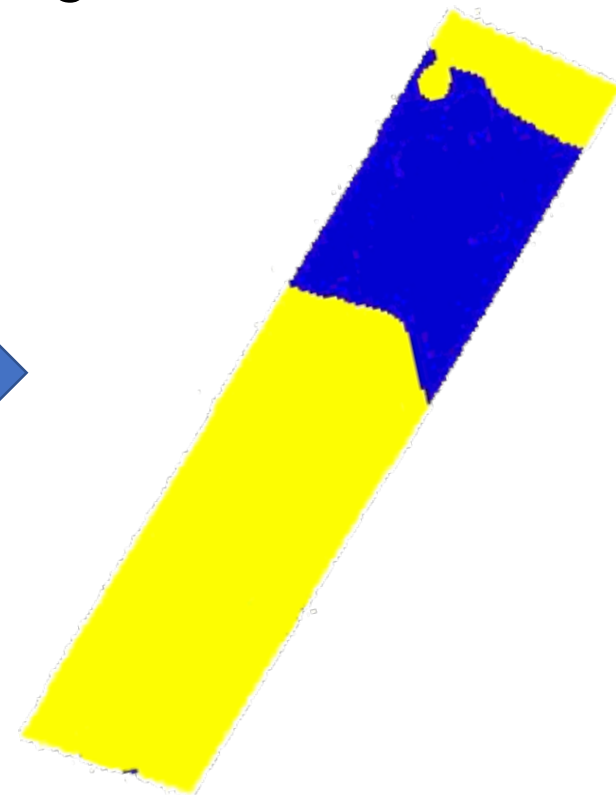
Soia 2002



Frumento 2001

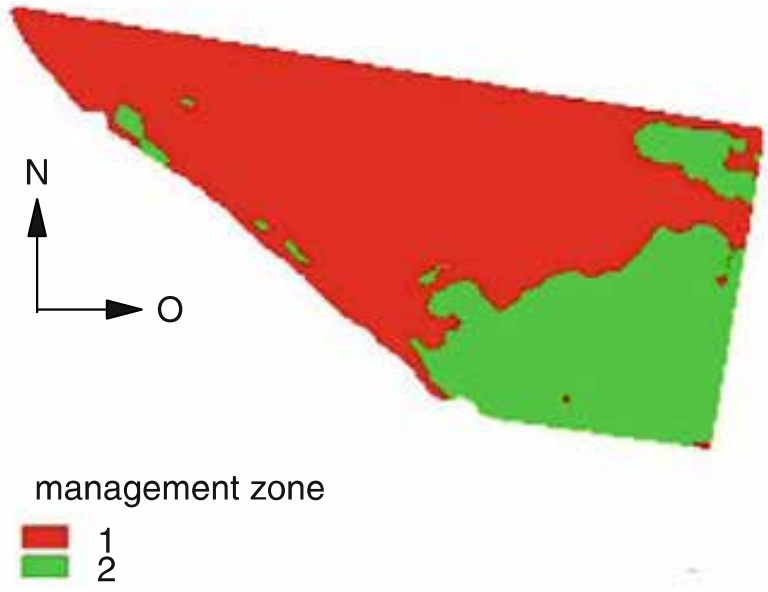
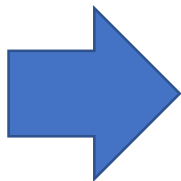
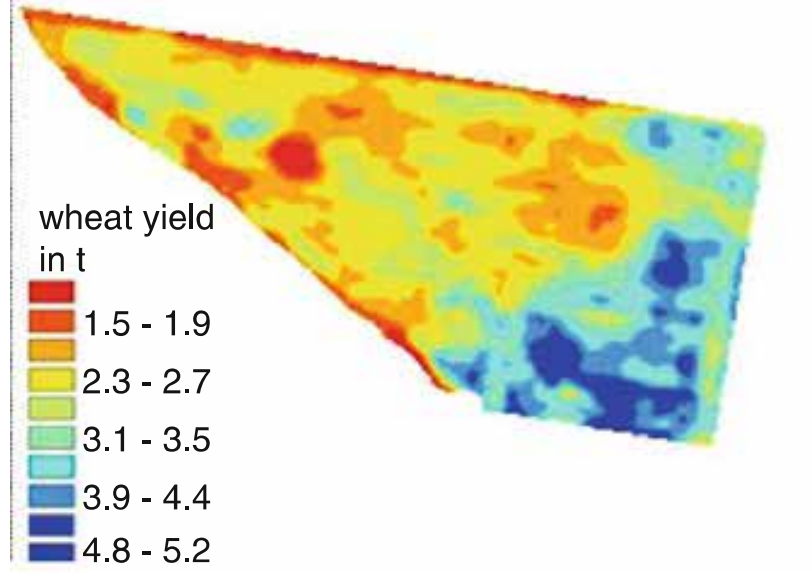
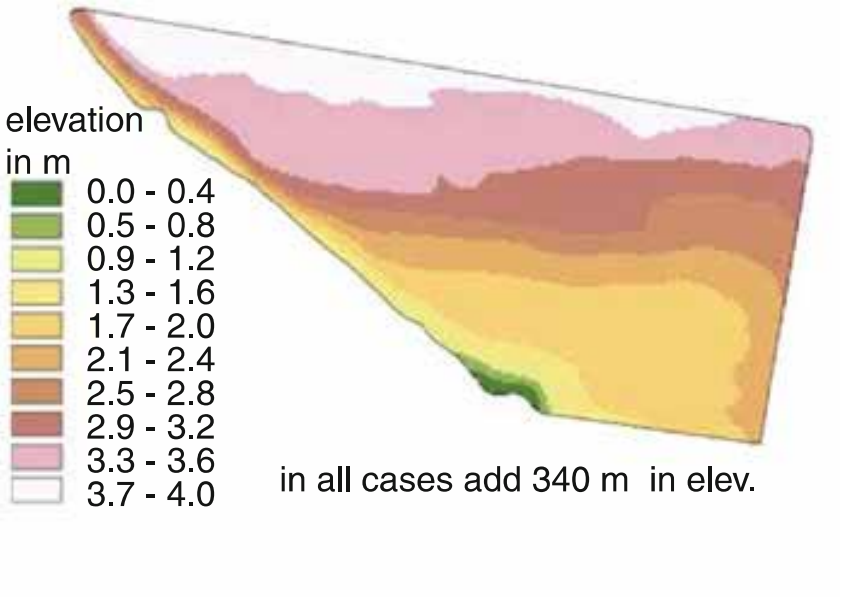
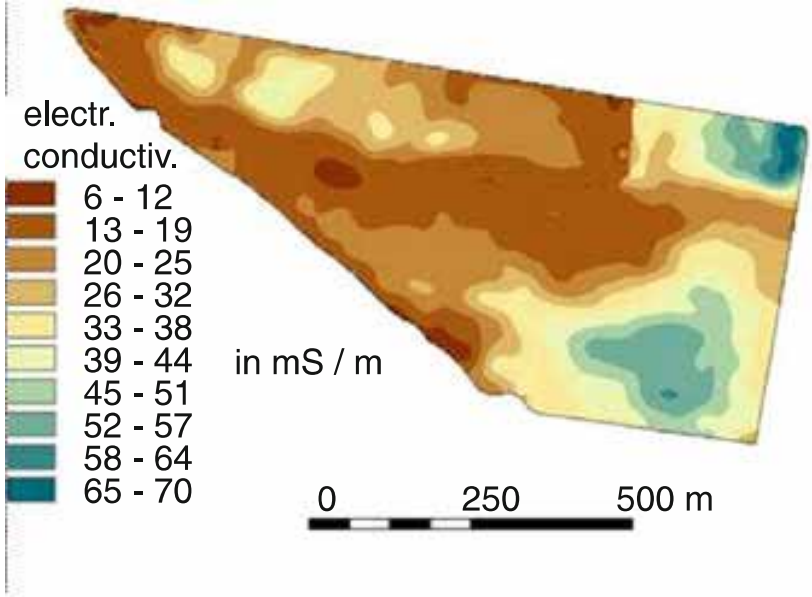


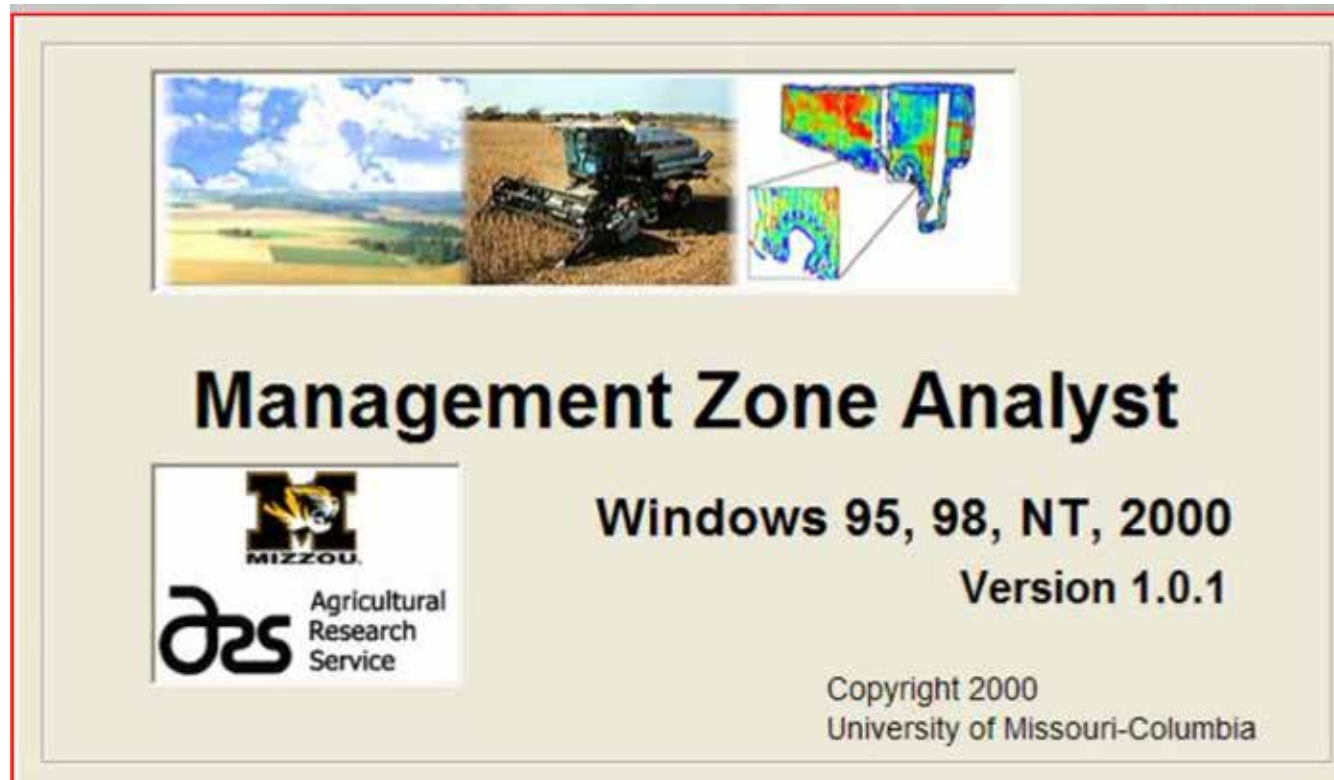
1. da mappe di produzione poliennali: occorre considerare la variabilità spaziale e la stabilità temporale negli anni





# 2. da mappe del suolo, di produzione, NDVI, ARP, scouting, ecc





MZA usa la fuzzy analysis per individuare le aree più simili tra loro nell'appezzamento

- confronta tutti i dati tra loro
- raggruppa i dati simili
- genera le zone omogenee

<https://www.ars.usda.gov/research/software/download/?softwareid=24>

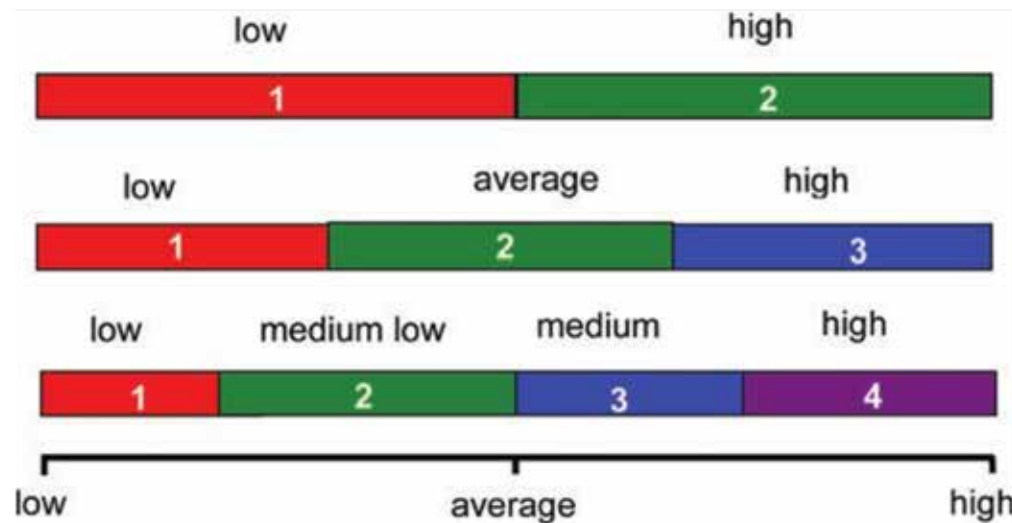
# Numero di classi per le zone omogenee

La pratica è quella di utilizzare da una a quattro classi di gestione per una particolare operazione. Più comunemente, vengono identificate da una a tre classi di gestione:

una: trattamento uniforme;

due: una divisione tra alto e basso;

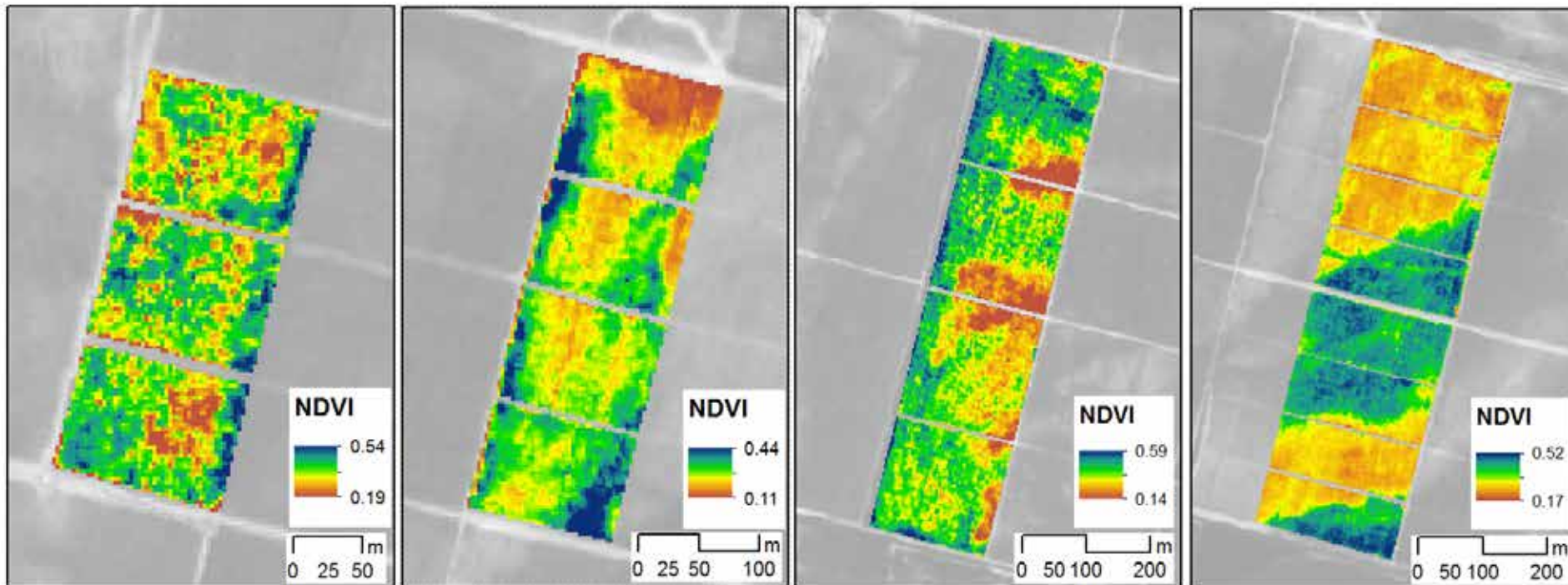
tre: trattamenti di alta, media e bassa



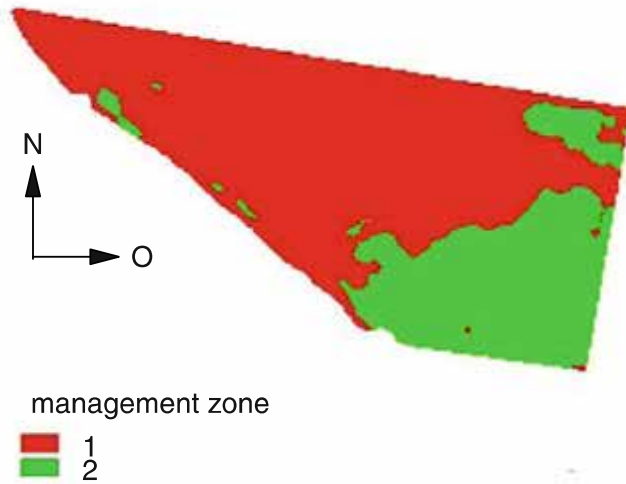
# Forma delle Zone Omogenee

- La forma dovrebbe accompagnarsi con le performance della macchina in termini di VRA (zone troppo strette perpendicolari alla linea di spostamento danno luogo a zone entro le quali le apparecchiature non hanno il tempo di apportare modifiche)

Opportunità di introdurre AdP







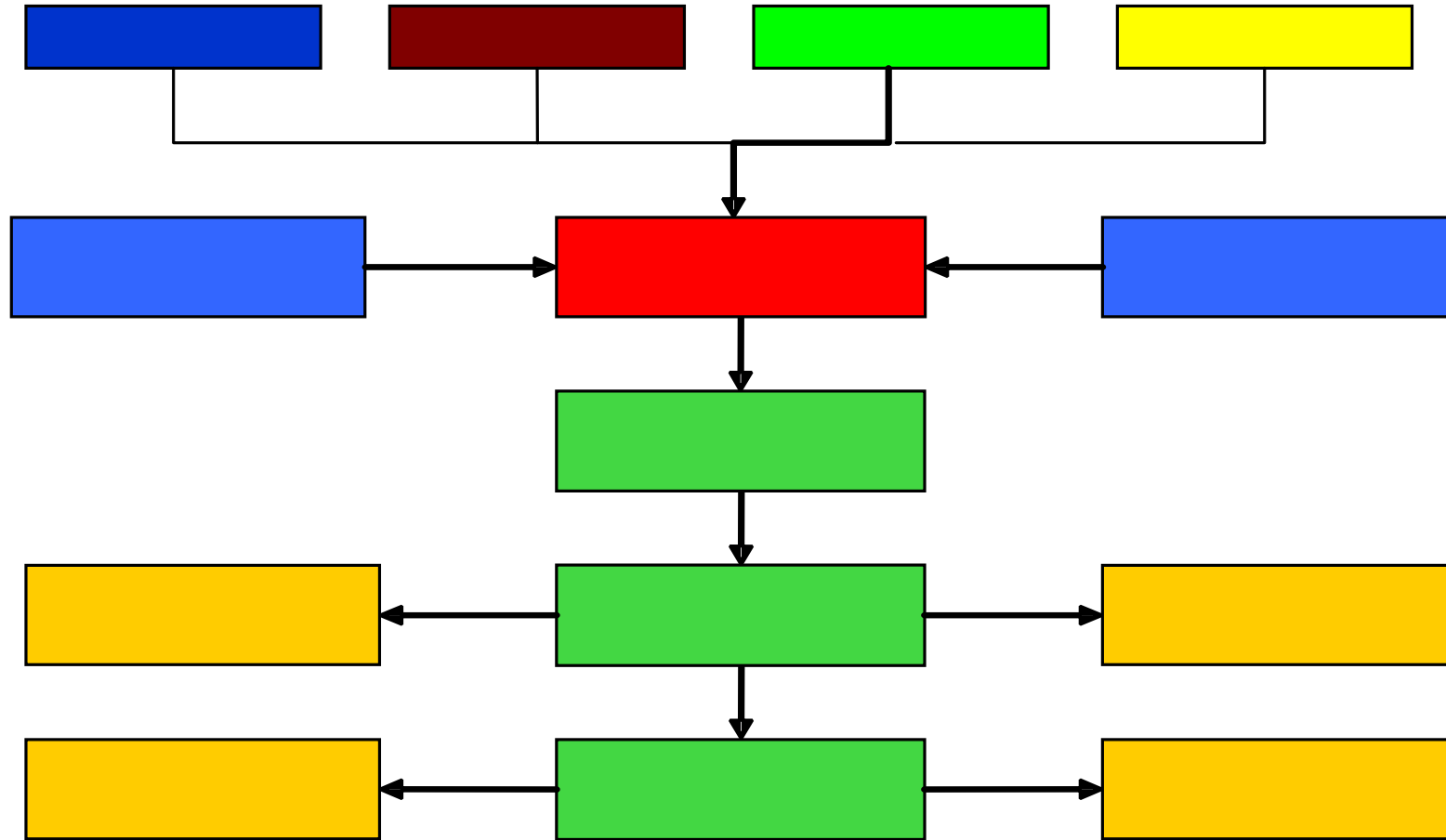
... quale dose di fertilizzante conviene impiegare?

**La risposta dipende da numerose variabili:**

- resa
- terreno
- varietà
- **strategia colturale**
- **interazione tra i fattori**

Quindi non esiste una soluzione univoca al problema, ma la risposta va modulata ed adattata alle diverse realtà produttive

# Decisioni con uso di modelli di simulazione (DSS)

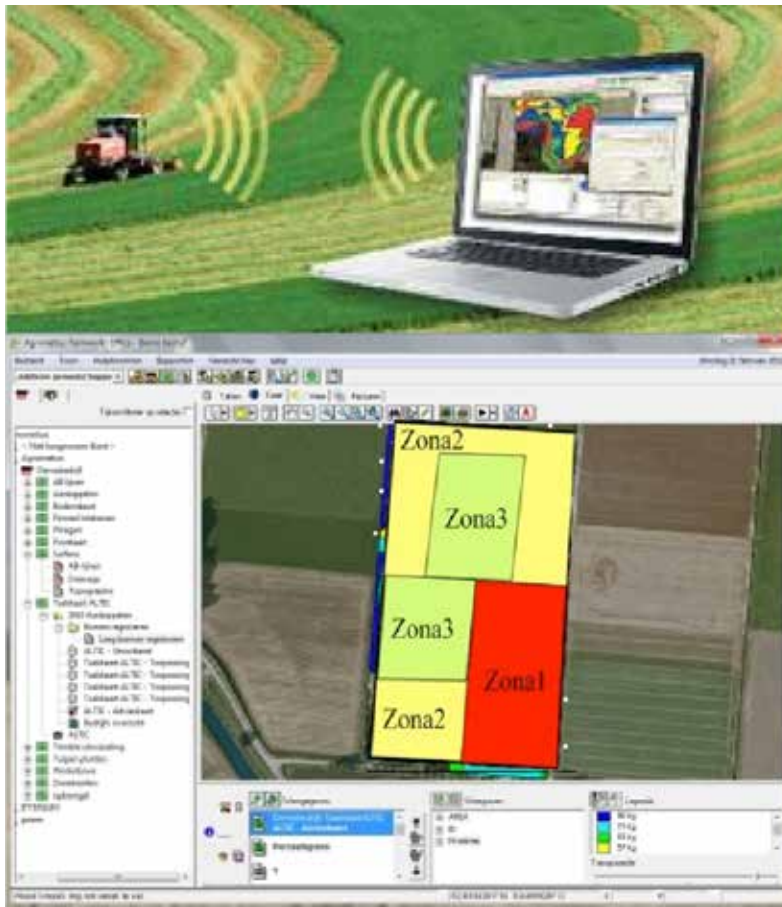




## Come trasferire una mappa di prescrizione

La mappa di prescrizione contiene le istruzioni per effettuare l'applicazione degli input nelle dosi prefissate per ciascuna zona omogenea. In pratica, installata nella macchina operatrice, comunica la dose da distribuire in funzione della posizione della macchina in campo.

Il trasferimento dal PC al computer di bordo è solo questione di interfaccia. Tutti i GIS agricoli prevedono il collegamento con le centraline delle principali ditte di macchine



Company	Desktop Product	PDA Companion Program	Website
EasiSuite	MapShots	Pocket Crops (recordkeeping only)	www.mapshots.com
SST Development Group, Inc.	SSToolbox® SSToolbox Lite® SSToolkit®	SST Stratus	www.sstsoftware.com
Ag Leader	SMS Basic SMS Advanced	SMS Mobile	sms.agleader.com
Farm Works	Farm Site Site Pro	FarmSiteMate	www.farmworks.com
John Deere	Apex	NA	stellarsupport.deere.com/en_US/

Topcon SGISFarm <https://www.topconpositioning.com/>  
 SGISPro  
 SGIS Enterprise



- **Software GIS** in grado di caricare file provenienti da console di brand differenti che utilizzano diversi formati. Possibilità di leggere le informazioni contenute nei punti georeferenziati di una mappa.
- **Funzione di database**, dall'archiviazione delle informazioni di campo alla contabilità delle attività.
- **Funzione gestionale** dei dati, gestione della flotta e organizzazione del task di lavoro. Si possono interpretare, modificare ed aggiungere attributi alle mappe caricate. Costruzione di mappe di prescrizione da esportare sulle console delle macchine operatrici.

- Icon**
- New Client
- New Farm
- New Field
- New Structure
- New Person
- New Machine
- New Supply
- New Animal
- Read Job Data

Write Job Data

Client/Farm/Field tab

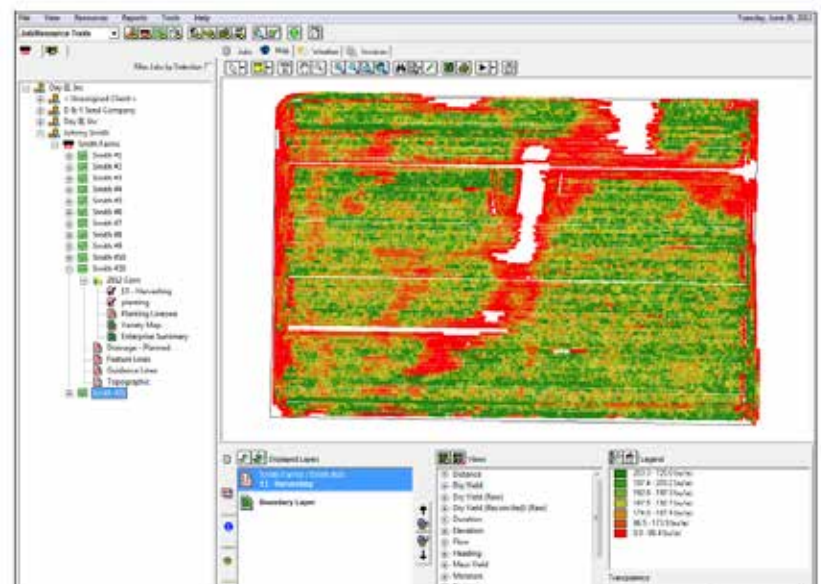
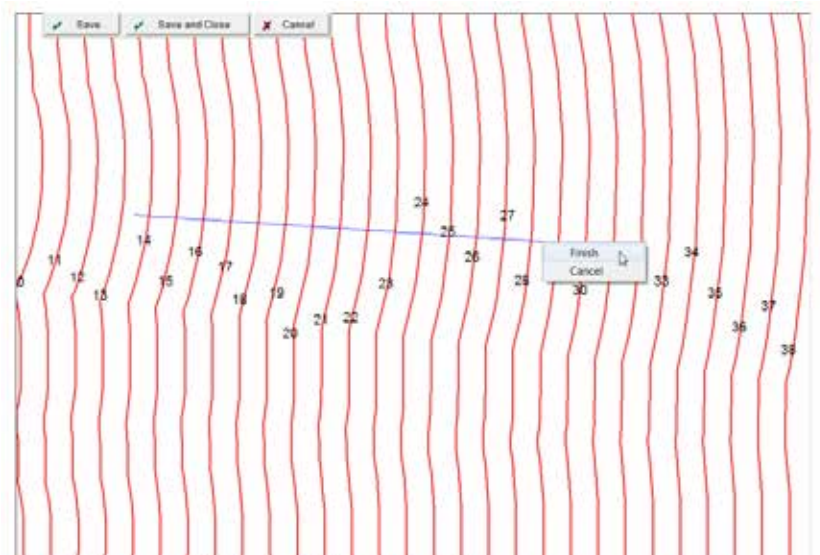
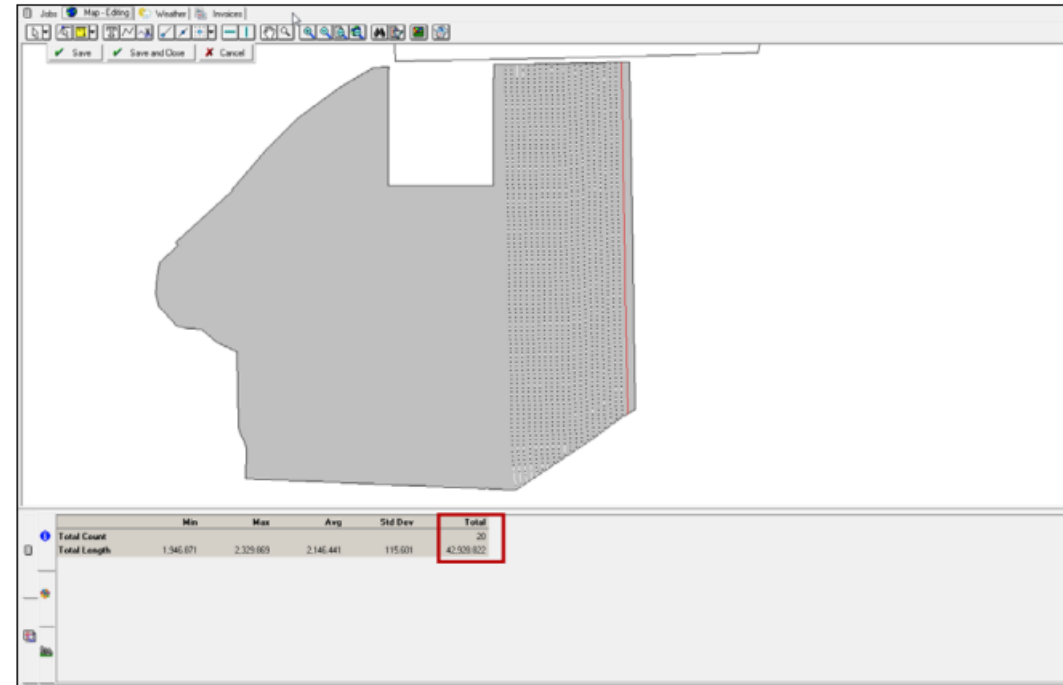
Filter Jobs by Selection

- Day III, Inc
  - < Unassigned Client >
  - D & Y Seed Company
  - Day III, Inc
    - Home
      - Home #1
      - Home #2
      - Home #3
      - Home #4
      - Home #5
      - Home #6
    - 2010 Corn
    - 2010 Soybean
    - 2011 Wheat Winter
    - 2012 Soybean
    - Guidance Lines
    - Home #7
    - Layers
  - Johnny Smith

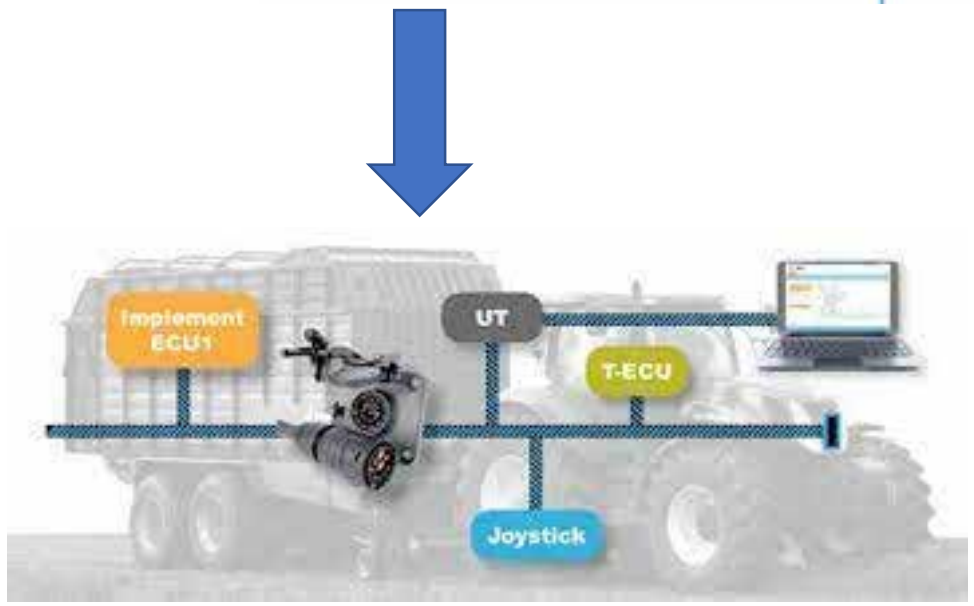
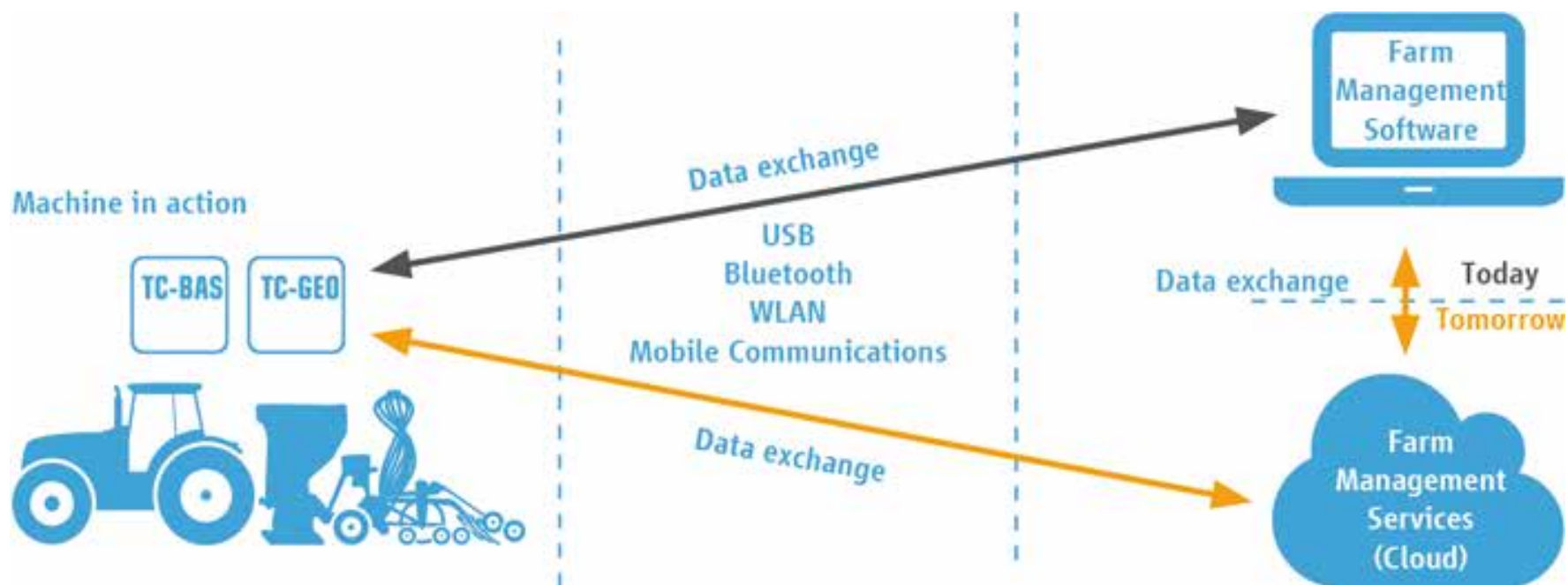
Inputs tab

Filter Jobs by Input

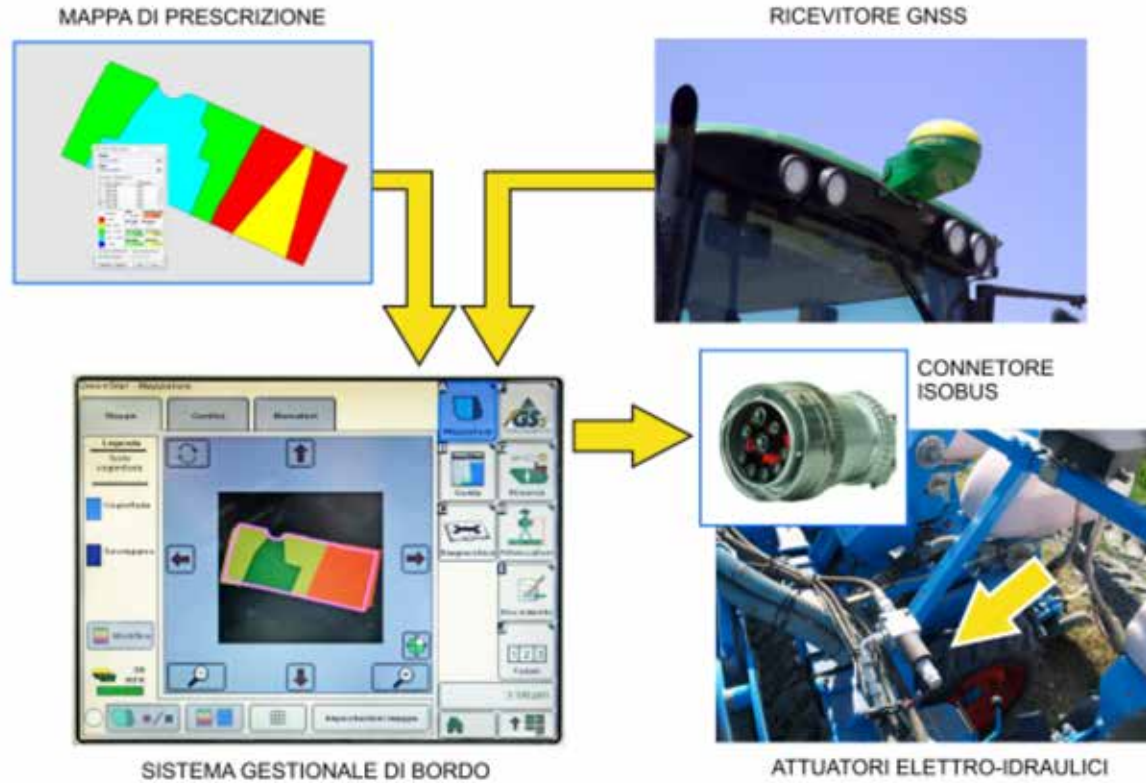
- Inputs
  - Animals
    - Hogs
    - Steers
  - Machines
    - Application
    - Spray Coupe
    - Harvesting
    - Other
    - Planting/Seeding
    - 12 Row Planter
    - Tractors
  - People
    - Smith, John D
  - Supplies
    - Fertilizer
    - 28%
    - Lime
    - Fuel
    - Fuel
    - Herbicide
    - Herbicide 98 XY







# Seminatrici a dose variabile



a differenza di quanto avviene nelle convenzionali seminatrici, dove la ruota di trasmissione è direttamente collegata al sistema di distribuzione, nelle seminatrici a dose variabile la variazione è resa possibile dalla presenza di un motore idraulico o elettrico che va ad agire sul distributore, in modo tale da variarne il regime di rotazione in base alla prescrizione impartita. A seconda della larghezza di lavoro della seminatrice e della sua architettura, questi motori elettro-idraulici, possono essere centralizzati o presenti in un numero pari alle sezioni della macchina.

# Seminatrice di precisione con elementi distributori ad azionamento elettrico

## Calcolo della distanza di semina a vari livelli:

Decisionale

$$d = \frac{10.000 \times 10.000}{l \times la}$$

$d$  = distanza sulla fila (cm)

$l$  = investimento (n / ha)

$la$  = interfila (cm)



Fotocellula di controllo

$$d = \frac{\Delta t \cdot v}{3,6}$$

$d$  = distanza sulla fila (m)

= intervallo di tempo  
tra un seme e il  
successivo (s)

$v$  = velocità di  
avanzamento (km/h)

Motore elettrico  
del distributore

$$d = \frac{16,67 \cdot v}{ng \cdot nf}$$

$ng$  = regime rotazione  
del disco (n/min)

$nf$  = numero di fori del  
disco

$v$  = velocità  
avanzamento  
(km/h)



## Spandiconcime a dose variabile: Regolazione del dosatore

- DPA (dosaggio proporzionale all'avanzamento): assicura il rispetto della dose in caso di variazione della velocità di avanzamento

- \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

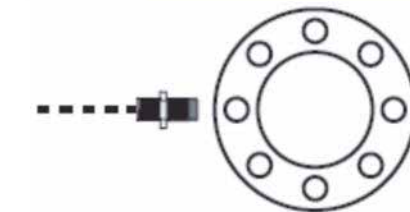
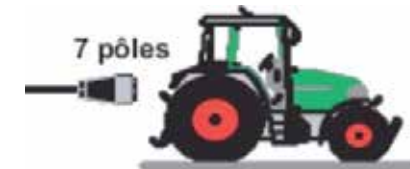
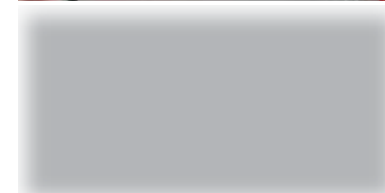
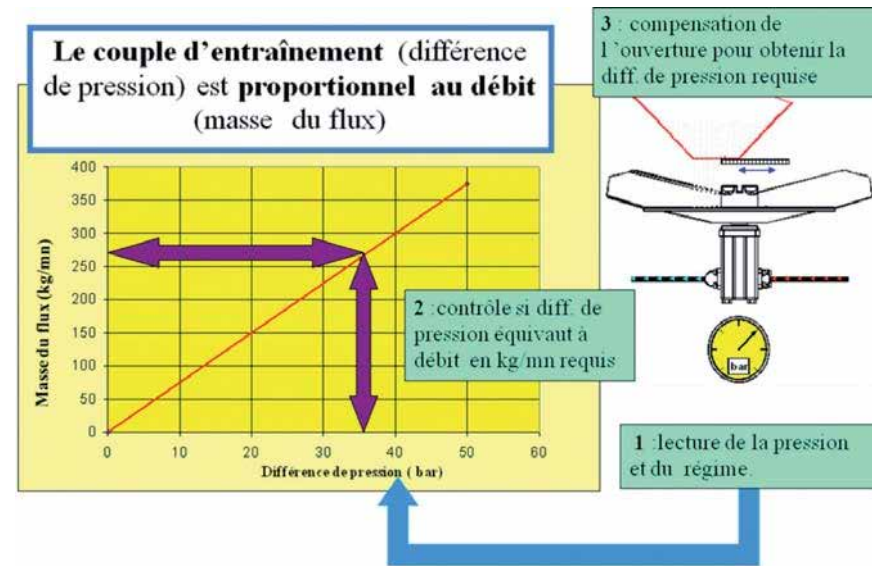


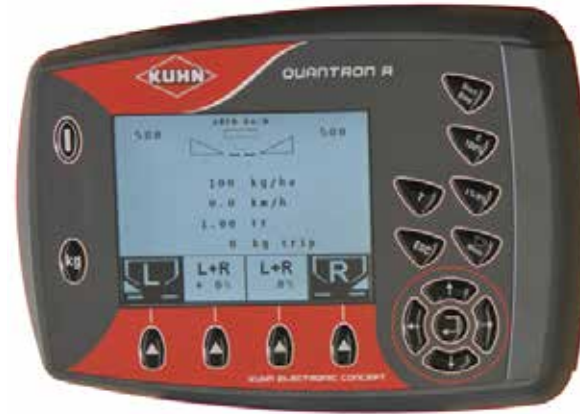
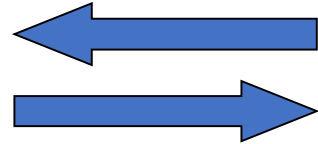
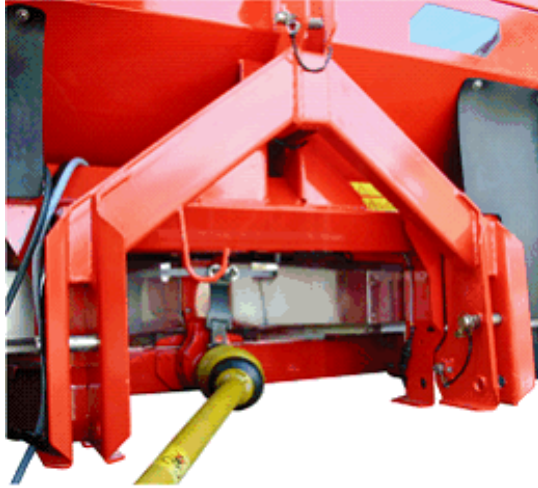


Figure 3.7 : Étalonnage automatique en continu.

2. Sistema di misura della coppia sul disco. Necessita che entrambi i dischi siano azionati da un motore idraulico e, misurando la differenza di pressione a vuoto e in carico, si stima la quantità di concime che passa sul disco e quindi il suo flusso



# Regolazione elettronica della dose (DPAe)



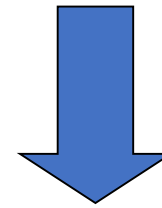
Monitor dedicato o  
VT con ISOBUS

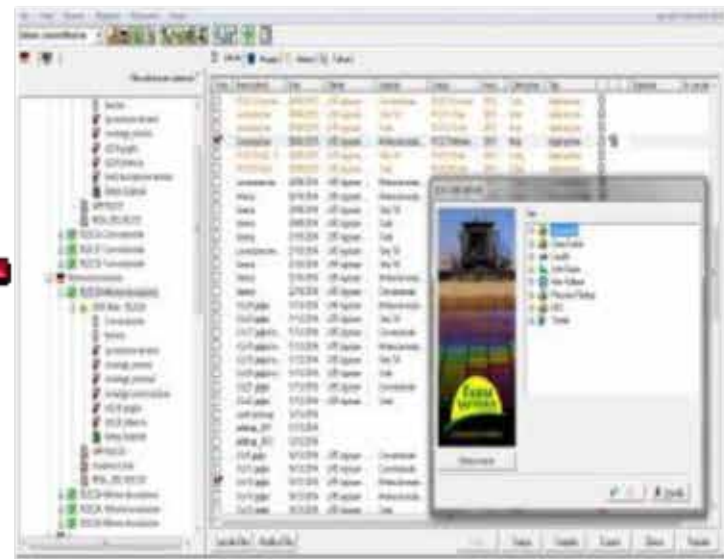
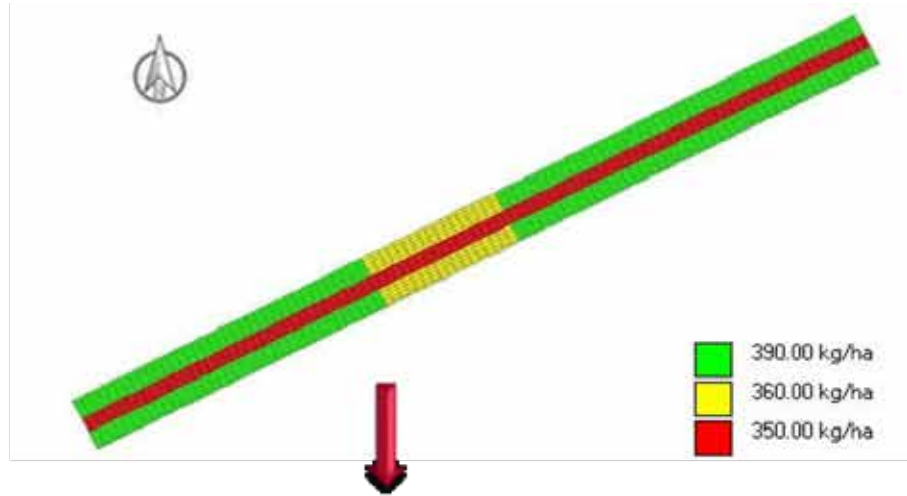
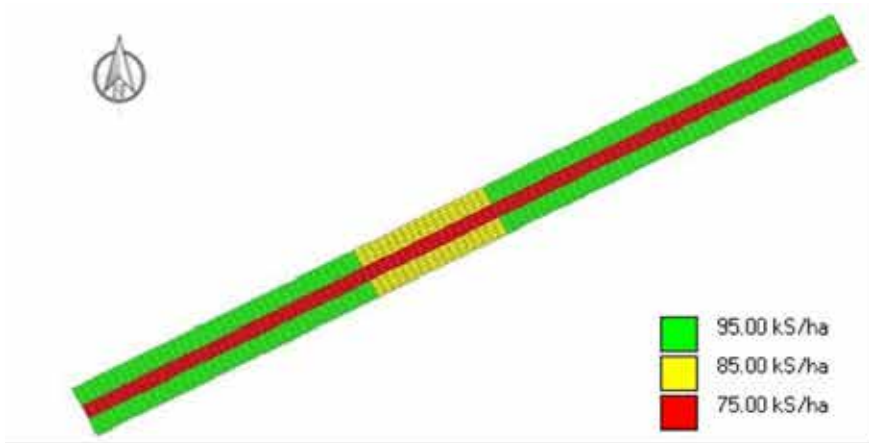


- Flusso di prodotto (pesa elettronica o sensori sul disco)
- Velocità effettiva
- Larghezza di lavoro

$$D = \frac{Qd \cdot 600}{Ve \cdot Le}$$

D = dose da distribuire (kg/ha)  
Qd = flusso di prodotto  
Ve = velocità di avanzamento (km/h)  
Le = larghezza di lavoro (m)









Legg'atti attività

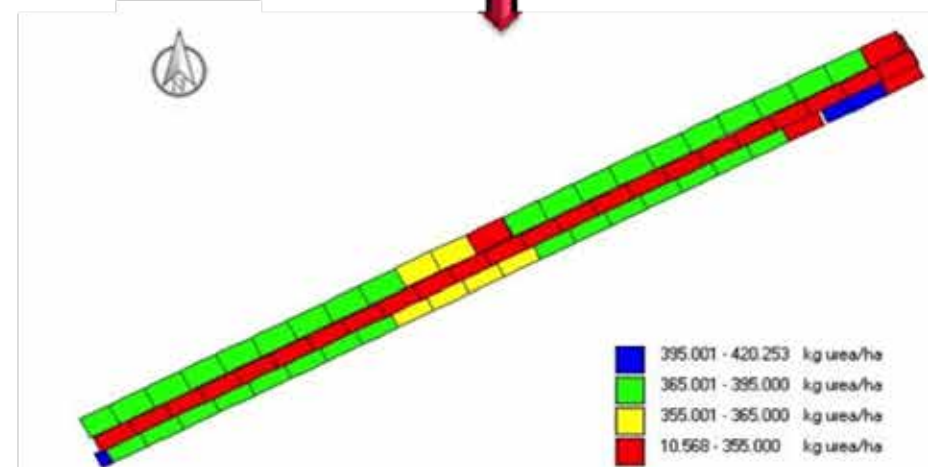
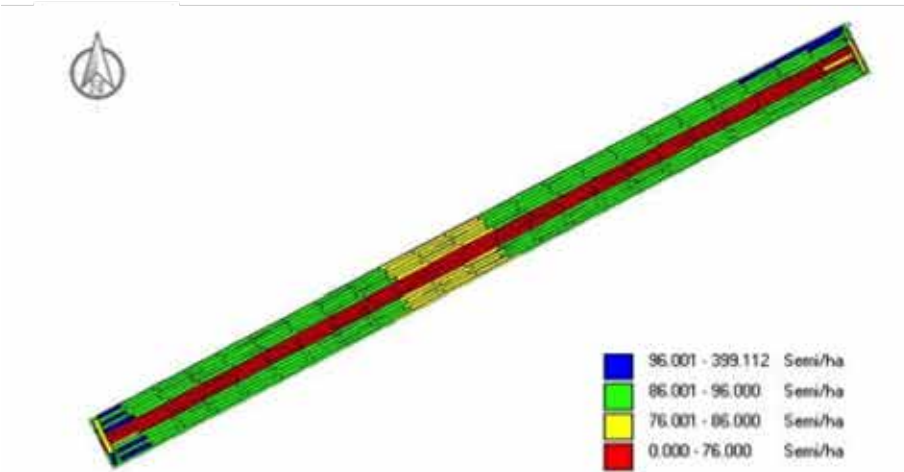
Fileshare (F:\) | C:\Users\User\Desktop\Dotazioni\del operatore\invece ap | Sfoglia

Nome	Dim. file	Data	Ora
r\2\10_bianco.s...	4.45 KB	24/11/2015	14.34.25
r\2\10_giugli.rp...	146.19 KB	24/11/2015	14.31.47
r\2\11_bianco.s...	6.17 KB	24/11/2015	14.36.57
r\2\11_giugli.rp...	186.04 KB	24/11/2015	14.32.18
r\2\12_bianco.s...	4.25 KB	24/11/2015	14.38.28
r\2\12_giugli.rp...	146.19 KB	24/11/2015	14.32.55
r\2\13_bianco.s...	5.84 KB	24/11/2015	14.22.05
r\2\13_giugli.rp...	132.91 KB	24/11/2015	14.01.10
r\2\14_bianco.s...	4.86 KB	24/11/2015	14.23.14
r\2\14_giugli.rp...	146.19 KB	24/11/2015	14.51.45
r\2\15_bianco.s...	4.66 KB	24/11/2015	14.24.10
r\2\15_giugli.rp...	186.04 KB	24/11/2015	14.52.14
r\2\16_bianco.s...	4.34 KB	24/11/2015	14.25.29
r\2\16_giugli.rp...	146.19 KB	24/11/2015	14.52.43
r\2\17_bianco.s...	5.02 KB	24/11/2015	14.46.11
r\2\17_giugli.rp...	132.91 KB	24/11/2015	14.40.44
r\2\18_bianco.s...	3.90 KB	24/11/2015	14.47.46
r\2\18_giugli.rp...	146.19 KB	24/11/2015	14.41.17
r\2\19_bianco.s...	4.17 KB	24/11/2015	14.40.39

Imposta i campi senza lanci  
Aggiorna confini campo  
Salva conferma info Azienda/Appuntamento

Cancella punti bruciati

OK Annulla

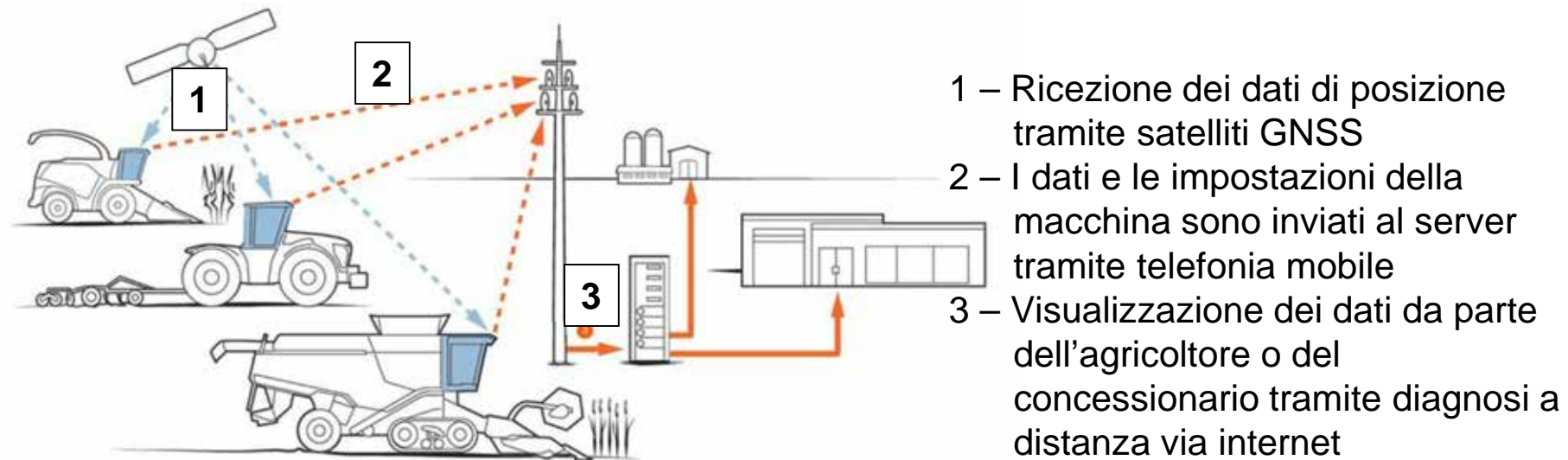




# Applicazioni della telemetria nelle macchine agricole

La telemetria consente di inviare messaggi a distanza ad altri mezzi operanti in aree differenti o ai device degli imprenditori agricoli, studi agronomici, concessionari, costruttori, che così hanno sempre tutto sotto controllo.

I tool più evoluti per la trasmissione di dati a distanza sono quelli proposti dai principali produttori di trattori, anche se non mancano costruttori di attrezzature che mettono a disposizione macchine con funzioni di diagnostica remota.



## Esempi di utilizzazione:

- Controllo remoto della posizione, delle performance e della configurazione di una macchina agricola
- Visualizzazione e analisi dei dati provenienti dalla macchina direttamente su Internet
- Diagnostica e servizio di assistenza remota

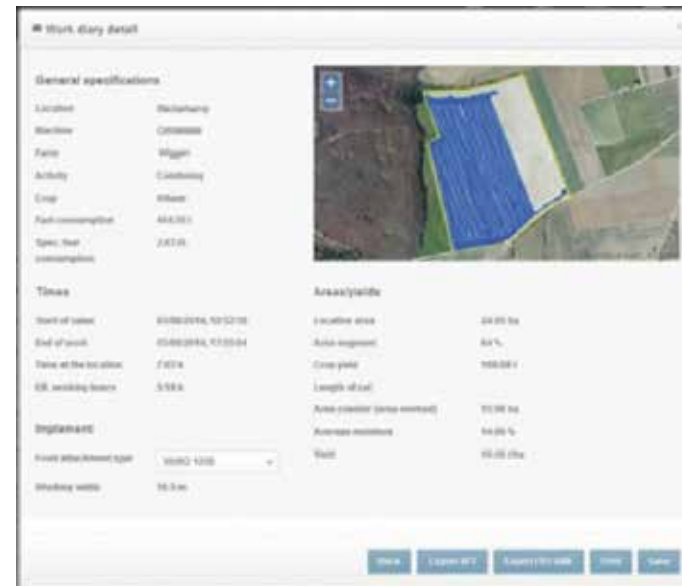
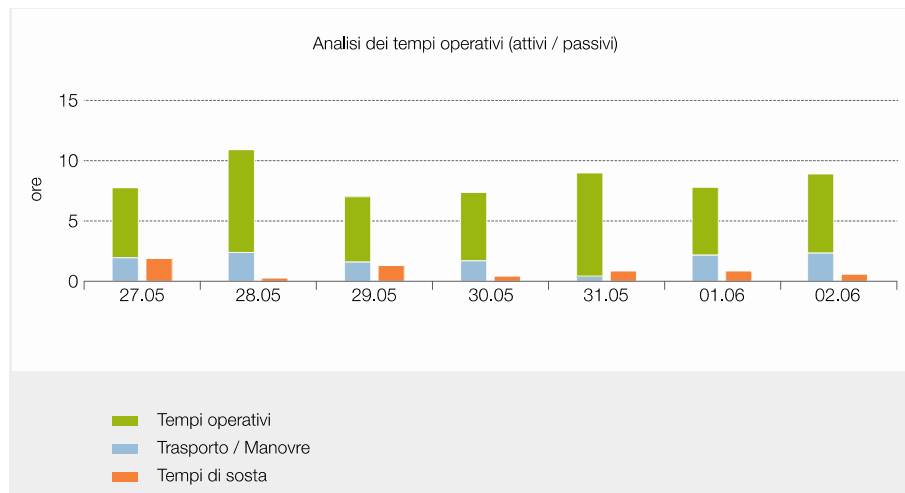
# Controllo remoto della posizione, delle performance e della configurazione di una macchina agricola

Controllo della flotta, mantiene sempre sotto controllo i cantieri di lavoro. Possono essere richiamati velocemente il consumo carburante, la localizzazione, l'avanzamento del lavoro e la necessità di assistenza a distanza o di altre impostazioni della macchina. Il collegamento avviene tramite PC aziendale o tramite app su dispositivi mobili. Individua inoltre le macchine migliorando la sicurezza e invia avvisi personalizzati



# Visualizzazione e analisi dei dati provenienti dalla macchina direttamente su Internet.

Fornisce una documentazione affidabile della gestione degli appezzamenti. E' possibile disporre inoltre di tutte le informazioni necessarie per redigere bolle di consegna o fatture qualitativamente valide. Offre una chiara panoramica di tutte le spese aziendali e potete rintracciare e confrontare in ogni momento i lavori già svolti. Analizza i Tempi di lavoro, la capacità di lavoro, il consumo di gasolio, la posizione delle macchine, dati agronomici (quantità raccolta, quantità di fertilizzanti e antiparassitari distribuita, ecc.). Se i confini dell'appezzamento sono stati memorizzati, il sistema riconosce automaticamente su quale appezzamento si trova la rispettiva macchina e crea una documentazione specifica basata sui confini dell'appezzamento e sulle traiettorie memorizzate per ogni ordine.



LD\_50200648\_20220727\_20220728

Cerca nel foglio

Home Inserisci Disegno Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Calibri (Corp... 12

Testo a capo

Unisci e centra

Generale

Formattazione condizionale Formatta come tabella Stili cella

Inserisci Elimina Formato

Ordina e filtra Trova e seleziona

N14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Data/Ora		N Longitudine GPS [°]	Latitudine GPS [°]	Contatore or	Velocità di avanzamento [km/h]	Regime del motore 1 [U/min]	Carico del motore 1 [%]	Consumo carburante motore 1 [l/h]	Livello del gasolio [%]	Direzio
2	27 lug 2022, 07:53:22		11,934241	44,874893	128,23	0	999	0	9,9	93,69	
3	27 lug 2022, 07:53:32		11,934241	44,874893	128,24	0	999	0	10,05	93,69	
4	27 lug 2022, 07:53:43		11,934241	44,874893	128,24	0	1000	0	9,65	93,69	
5	27 lug 2022, 07:53:53		11,9342404	44,874898	128,24	0	1000	0	9,45	93,69	
6	27 lug 2022, 07:54:03		11,9342404	44,874898	128,24	0	999	0	9,2	93,69	
7	27 lug 2022, 07:54:13		11,9342404	44,874898	128,25	0	999	0	9,85	93,69	
8	27 lug 2022, 07:54:23		11,9342404	44,874898	128,25	0	1000	0	9,8	93,69	
9	27 lug 2022, 07:54:34		11,9342404	44,874898	128,25	0	999	0	9,45	93,69	
10	27 lug 2022, 07:54:44		11,9342404	44,874898	128,26	0	1000	0	9,2	93,69	
11	27 lug 2022, 07:54:54		11,9342404	44,874898	128,26	0	999	0	9,75	93,69	
12	27 lug 2022, 07:55:04		11,9342404	44,874898	128,26	0	1002	0	9,1	93,69	
13	27 lug 2022, 07:55:15		11,9342404	44,874898	128,26	0	999	0	9,1	93,69	
14	27 lug 2022, 07:55:25		11,9342404	44,874898	128,27	0	999	0	9	93,62	
15	27 lug 2022, 07:55:35		11,9342404	44,874898	128,27	0	999	0	9,6	93,69	
16	27 lug 2022, 07:55:45		11,9342404	44,874898	128,27	0	999	0	9,2	93,69	
17	27 lug 2022, 07:55:55		11,9342404	44,874898	128,28	0	999	0	8,75	93,69	
18	27 lug 2022, 07:56:06		11,9342404	44,874898	128,28	0	999	0	8,6	93,69	
19	27 lug 2022, 07:56:16		11,9342404	44,874898	128,28	0	999	0	8,55	93,69	
20	27 lug 2022, 07:56:26		11,9342404	44,874898	128,28	0	999	0	8,85	93,69	
21	27 lug 2022, 07:56:36		11,9342404	44,874898	128,29	0	999	0	8,2	93,69	
22	27 lug 2022, 07:56:47		11,9342404	44,874898	128,29	3,72	991	0	14,65	93,43	
23	27 lug 2022, 07:56:57		11,9339383	44,8749243	128,29	13,16	998	0	14,2	93,16	
24	27 lug 2022, 07:57:07		11,933547	44,8750892	128,3	13,46	1002	0	11,55	93,03	
25	27 lug 2022, 07:57:17		11,933459	44,8753902	128,3	12,95	997	0	17,2	92,43	
26	27 lug 2022, 07:57:28		11,9332917	44,8756839	128,3	11,87	990	0	21,05	93,03	
27	27 lug 2022, 07:57:38		11,9333034	44,8760009	128,3	13,11	999	0	13,9	93,29	
28	27 lug 2022, 07:57:48		11,9333037	44,8763219	128,31	12,89	997	0	15,4	93,03	
29	27 lug 2022, 07:57:58		11,9331567	44,8765423	128,31	10,96	1001	0	10,85	93,16	
30	27 lug 2022, 07:58:08		11,9328563	44,8765152	128,31	0	999	0	8,65	93,16	
31	27 lug 2022, 07:58:19		11,932855	44,8765164	128,32	0	999	0	8	92,63	
32	27 lug 2022, 07:58:29		11,932855	44,8765164	128,32	0	999	0	7,7	92,36	
33	27 lug 2022, 07:58:39		11,932855	44,8765164	128,32	0	999	0	7,75	92,23	
34	27 lug 2022, 07:58:49		11,932855	44,8765164	128,32	0	999	0	8,55	92,16	
35	27 lug 2022, 07:59:00		11,9328556	44,8765205	128,33	0	999	0	7,95	92,16	
36	27 lug 2022, 07:59:10		11,9328513	44,8765307	128,33	0	1000	0	7,8	92,16	
37	27 lug 2022, 07:59:20		11,9328513	44,8765307	128,33	0	999	0	7,7	92,16	
38	27 lug 2022, 07:59:30		11,9328513	44,8765307	128,33	0	999	0	7,8	92,16	

## Analisi del tempo di utilizzo

Numero macchina: 58100197

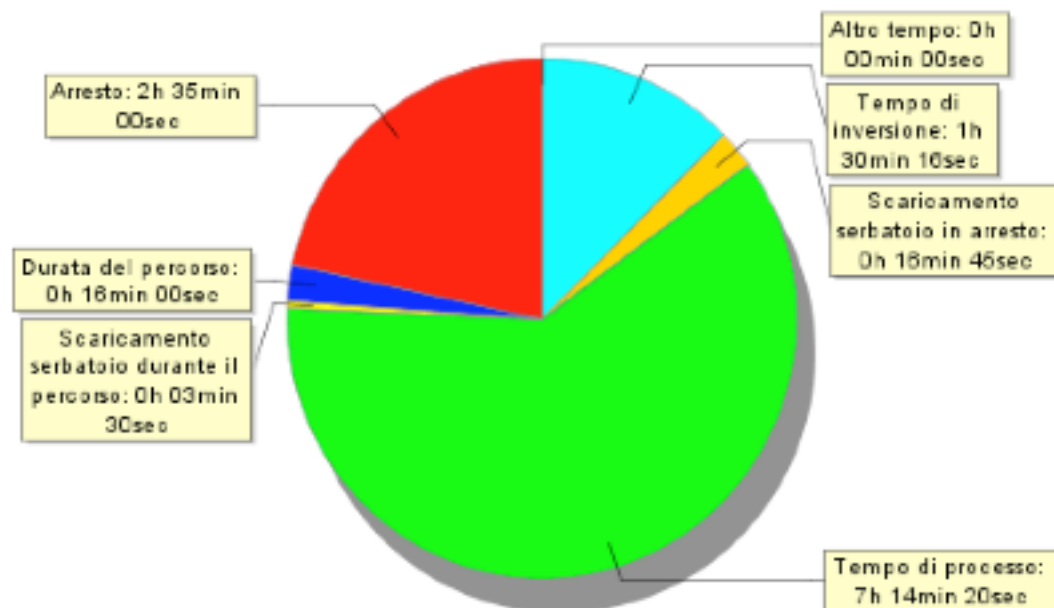
Periodo: 10-lug-2008 6.00.00 - 11-lug-2008 6.00.00

Cambia periodo

Cambia database

Cambia impostazioni dell'analisi

Esportazione come file CSV



Stato	Percentuale	Absolute
Tempo complessivo	100 %	11h 55min 51sec
Tempo di processo	60,7 %	7h 14min 20sec
Arresto	21,7 %	2h 35min 00sec
Tempo di inversione	12,6 %	1h 30min 16sec
Scaricamento serbatoio in arresto	2,3 %	0h 16min 45sec
Durata del percorso	2,2 %	0h 16min 00sec
Scaricamento serbatoio durante il percorso	0,5 %	0h 03min 30sec
Altro tempo	0 %	0h 00min 00sec



## Diagnostica e servizio di assistenza remota

offre la possibilità di leggere da remoto i codici di errore delle macchine e quindi sapere in anticipo il ricambio da sostituire oppure correggere da remoto un errore del software. Se telemetria bidirezionale è possibile intervenire a distanza sulla macchina.

Monitora gli intervalli di manutenzione per programmarli in modo razionale. Gli avvisi di errore arrivano in tempo reale anche al concessionario o all'officina di manutenzione





- Cruscotto
- Macchine
- Eventi
- Rapporti**
- Grafico
- Grafico a dispersione
- Tabelle

pro 11.1.55

## Rapporti

RAPPORTI / GRAFICO DEI DATI DELLA MACCHINA

### CONFIGURA GRAFICO



A partire dal 
 Fino a 
 Bucket \*

Colore <input type="button" value="v"/>	Modello <input type="text" value="PF"/>	Macchina * <input type="text" value="Faresin - PF 2.28 - SX 11331"/>	Segnale * <input type="text" value="Auger Oil Temperature"/>
<input type="checkbox"/> Riempire	Stile linea * <input type="text" value="Linea punteggiata"/>	Aggregazione * <input type="text" value="Media"/>	<input type="button" value="x"/> <input type="button" value="+ CLONA METRICA"/>

Con soglia  Automatico  Manuale

Colore <input type="button" value="v"/>	Modello <input type="text" value="PF"/>	Macchina * <input type="text" value="Faresin - PF 2.28 - SX 11331"/>	Segnale * <input type="text" value="Cooler Oil Temperature"/>
<input type="checkbox"/> Riempire	Stile linea * <input type="text" value="Linea punteggiata"/>	Aggregazione * <input type="text" value="Media"/>	<input type="button" value="x"/> <input type="button" value="+ CLONA METRICA"/>

Dati [Farmatic](#) Faresin  
[Estrazione dati](#)

# Compatibilità con database gestionali differenti

Ogni costruttore offre una soluzione cloud propria e sono necessari portali diversi per poter visualizzare l'intera flotta. Le possibilità di scambio dei dati sono limitate

Lo standard ISOXML aperto cloud-to-cloud consente uno scambio dati con i portali web di CLAAS, 365FarmNet, John Deere, Case, Steyr e New Holland (Data Connect di Claas) o con BASF, Helm, Land-Data Eurosoft / FarmFacts, Agrocom, Farm Works e Land-Data Eurosoft (AG Command di Fendt, AGCO Connect di Agco)



XML: Extensible Markup Language: è un linguaggio che consente la rappresentazione di documenti e dati strutturati su supporto digitale. E' uno strumento potente e versatile per la creazione, memorizzazione e distribuzione di documenti digitali. La sua sintassi rigorosa e al contempo flessibile consente di utilizzarlo nella rappresentazione di dati strutturati anche molto complessi

Il suo linguaggio è composto di istruzioni, definite tag o marcatori, che descrivono la struttura e la forma di un documento. Ogni marcatore (o coppia di marcatori) identifica un elemento o componente del documento. I marcatori vengono inseriti all'interno del documento in formato ASCII per cui è «leggibile» da un utente umano come file di testo. Per la modifica sono disponibili appositi linguaggi di programmazione

## Comunicabilità tra cloud: primi tentativi

**DATA CONNECT:** Data Connect è stata fondata da John Deere e Claas, con il coinvolgimento di 365 Farm Net, un sistema gestionale messo a punto da una realtà tedesca e aperto alla partecipazione di tutti. Recente adesione del gruppo Cnh Industrial - con i brand New Holland, Case Ih e Steyr. Consente di scambiare informazioni tra cloud, ma anche controllare in remoto macchine appartenenti a diversi marchi utilizzando una sola piattaforma. Prevista l'integrazione con i sistemi di Aef.



**AGRI ROUTER:** Vi aderiscono oltre al proponente Sdf, Kuhn, Lemken, Pöttinger e Amazone. Vi aderisce anche New Holland. Si presenta come “Piattaforma universale per lo scambio dei dati”, precisando che per suo tramite è possibile il dialogo tra diversi marchi di attrezzi e macchine operatrici. L'agricoltore o il contoterzista possono decidere quali informazioni condividere e con chi. Dunque possono usare Agri Router per trasferire file all'interno della propria flotta oppure per inviarli ad altri soggetti, come uno studio agronomico oppure il contoterzista (viceversa, il contoterzista può sfruttare Agri Router per trasferire i dati sulle lavorazioni e le rese ai propri clienti). Non è un cloud, ma soltanto un'autostrada per il trasferimento da un cloud all'altro.



**AGRO-LINK:** un prodotto pensato da Agco. Funziona in modo molto simile ad Agri Router, salvo che, a differenza del primo, tratta principalmente informazioni agronomiche più che quelle sul funzionamento delle macchine e inoltre permette la conservazione delle stesse. Si tratta insomma di un vero cloud, con la differenza che su di esso si possono caricare file provenienti da sistemi operativi diversi, che saranno automaticamente convertiti in un formato leggibile per Agro-Link. Anche in questo caso, pertanto, cade la barriera di incomunicabilità tra trattori o macchine da raccolta di diversi costruttori.



**agrirouter** – Your Farming Network Partner



**agrirouter** – Your Farming Network Brands

