



**Sostenibilità  
in Lombardia**

 **FEDER  
UNACOMA**  
Federazione Nazionale Costruttori  
Macchine per l'Agricoltura

# Meccanizzazione agricola

## Innovazioni tecnologiche

## Aggiornamento

Davide Gnesini  
Responsabile Servizio Tecnico  
FederUnacoma

Webinar, 14 giugno 2022

# Contenuti

FederUnacoma – chi siamo

Protezione colture – aspetti ambientali

Spandiliquame e spandiconcime

Macchine per agricoltura conservativa

Macchine per irrigazione



# FEDERUNACOMA

- Nata come associazione nel 1945, evoluta in federazione nel 2012
- Composta da cinque associazioni: ASSOTRATTORI, ASSOMAO, ASSOMASE, COMAGARDEN e COMACOMP
- Aderisce a Confindustria --- CEMA, EGMF, FEM --- Agrievolution
- Sede centrale: Roma. Uffici: Bologna, Bruxelles
- Cura la realizzazione di EIMA International, Agrilevante, Agrimach (INDIA) ed altri eventi in collaborazione
- Oltre 300 aziende associate
- 80% dei siti produttivi italiani del settore
- 75% della produzione esportata
- 130.000 persone impiegate, compreso indotto



# LA CERTIFICAZIONE

- Legislazione applicabile ai prodotti: trattori escluse, vale autocertificazione
- certificazione VOLONTARIA di terza parte → possibile valore aggiunto
- Regioni (PSR) → possono valorizzare certificazione
  - Con **piccolo** vantaggio di punteggio
  - La certificazione **volontaria** deve restare tale, non diventare un obbligo di fatto





Parco macchine **irroratrici** in uso in Italia: circa **400'000** unità

35% circa macchine  
irroratrici per colture  
erbacee



58% circa macchine  
irroratrici per colture  
arboree

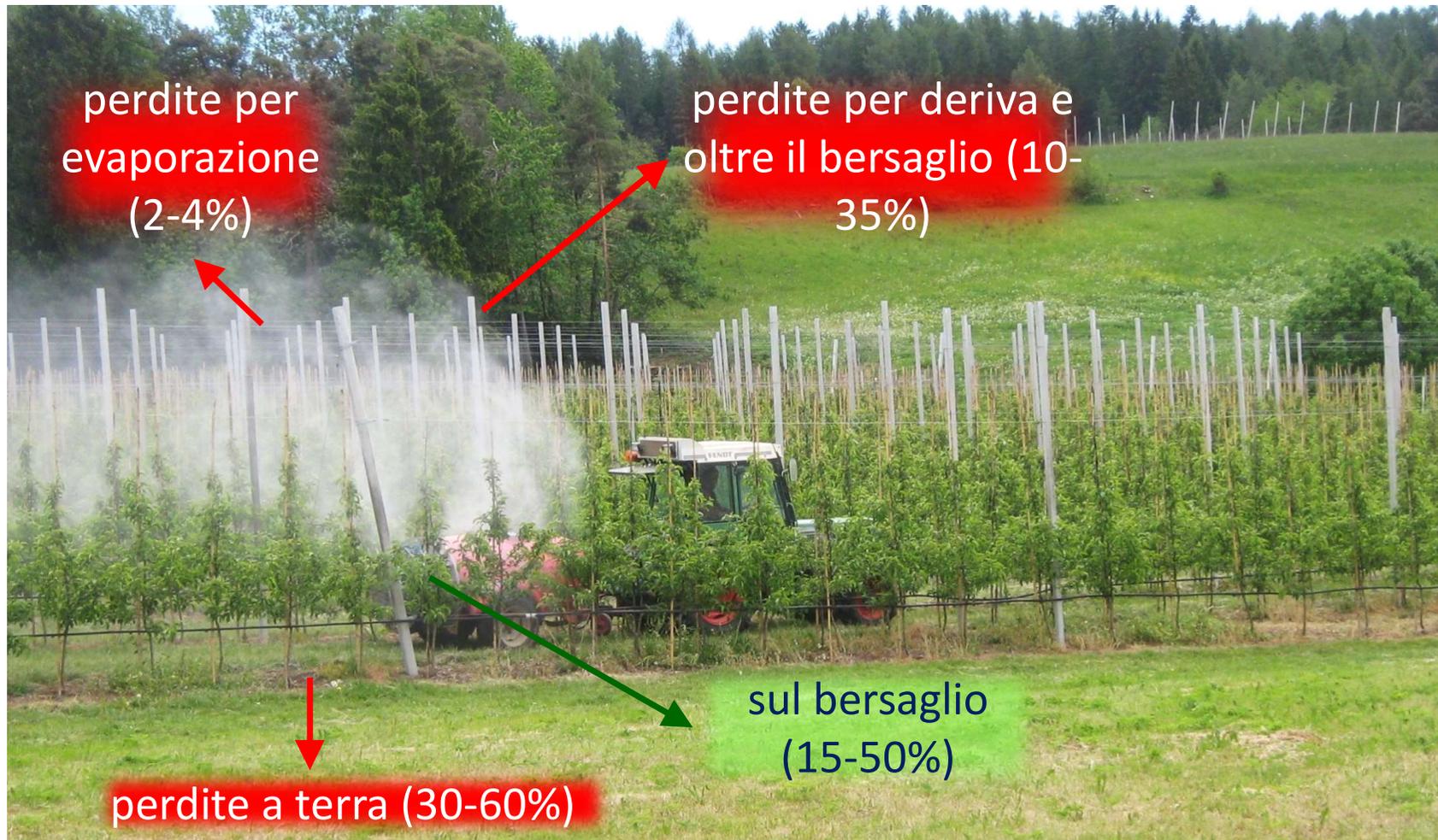


5% circa macchine  
portate dall'operatore

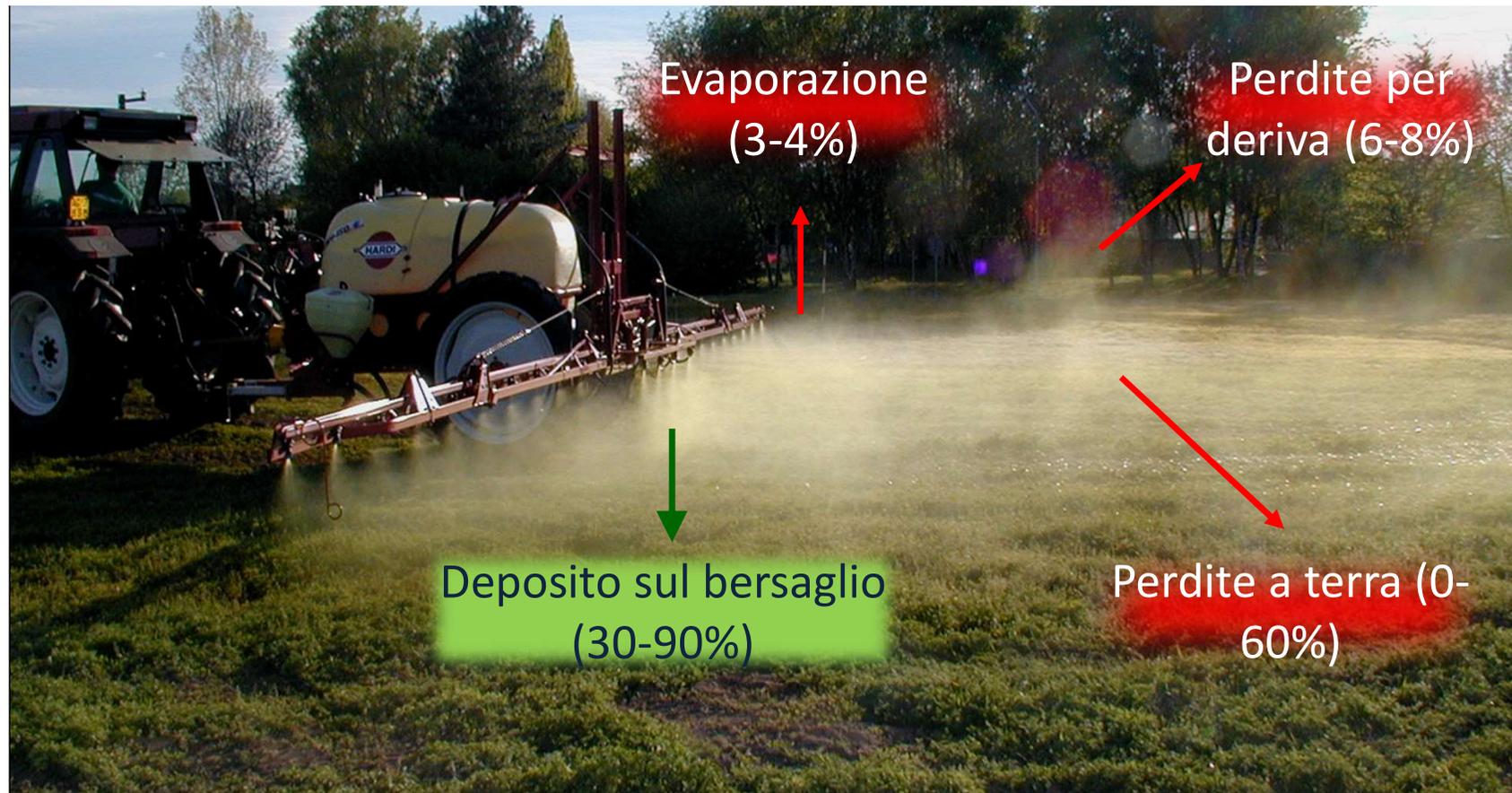


Età media: tra 9 e 12 anni

## LE PERDITE DI PRODOTTO – Colture arboree



## LE PERDITE DI PRODOTTO – Colture erbacee



## SOLUZIONI BASE - Contaltri automatico con sensori integrati al serbatoio



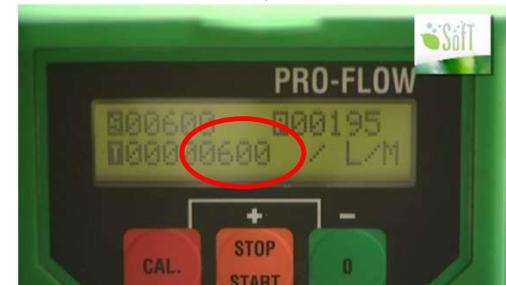
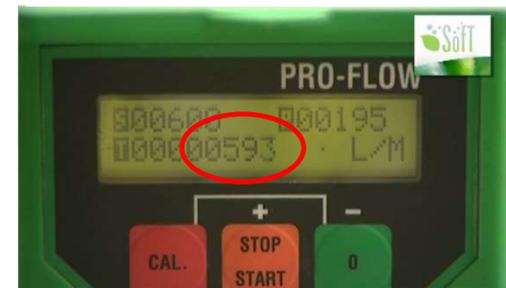
CONTALTRI ELETTRONICO



SENSORE DI LIVELLO  
collegato al contaltri



DISPLAY CONTALTRI



SOLUZIONI BASE –  
Cassetta ermetica per  
trasporto fitofarmaco





## SOLUZIONI BASE - Premiscelatore

con sistema di  
introduzione dei prodotti  
in polvere

indipendente

montato sull'irroratrice



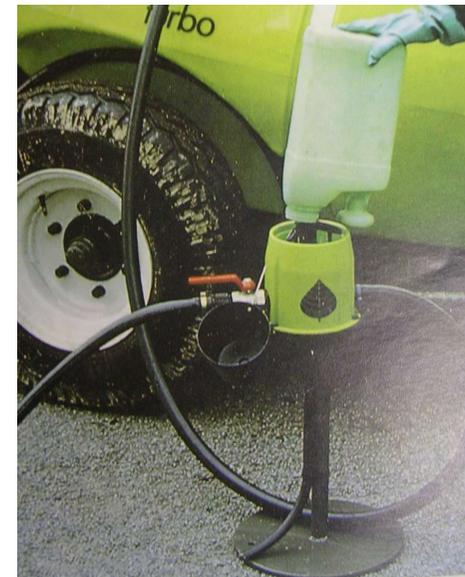
## SOLUZIONI BASE - Dispositivo per il lavaggio dei contenitori vuoti degli agrofarmaci

sul premiscelatore



nell'apertura di  
riempimento del  
serbatoio dell'irroratrice

indipendente



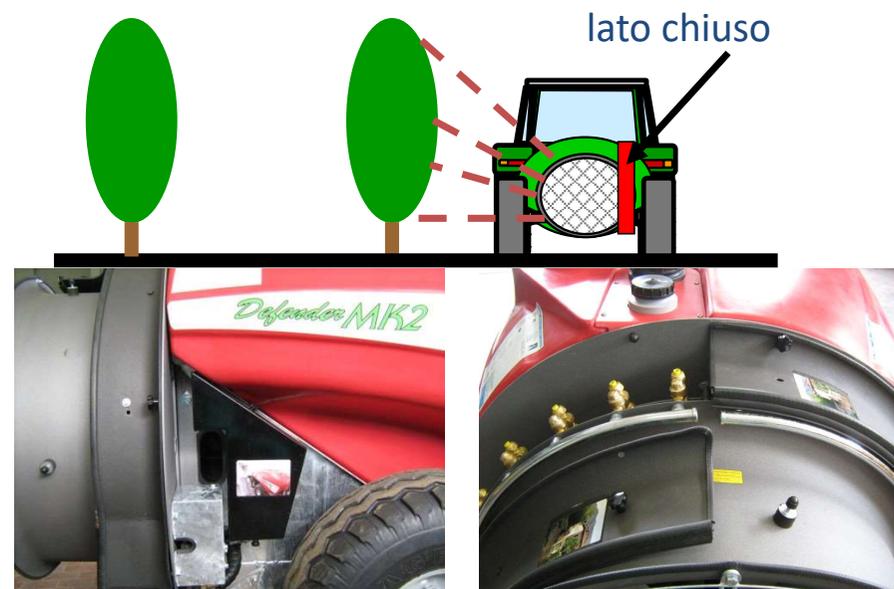
## SOLUZIONI BASE – Chiusura aria su ogni lato



aperto



chiuso



riduzione deriva del 20-50%

## SOLUZIONI BASE - Portata proporzionale alla velocità di avanzamento

Sistema che mantiene costante la dose (litri/ettaro) al variare della velocità di avanzamento

Senza tale sistema:

- velocità ↑, dose ↓ -- e viceversa



Sensore di velocità



Regolatore di portata



Sensore di pressione



Sensore di portata



Quadro comandi

SOLUZIONI BASE - Sistemi per la  
regolazione della **direzione** del flusso d'aria





## SOLUZIONI BASE - Irroratrici scavallanti – con o senza recupero



## SOLUZIONI BASE - manica d'aria



### VANTAGGI:

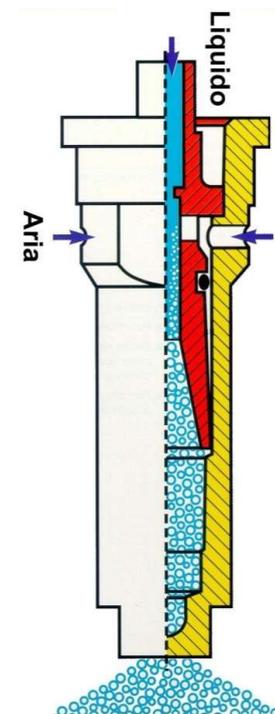
- Migliore penetrazione nella vegetazione
- Contenimento della deriva

## SOLUZIONI BASE - Ugelli ad iniezione d'aria («antideriva»)

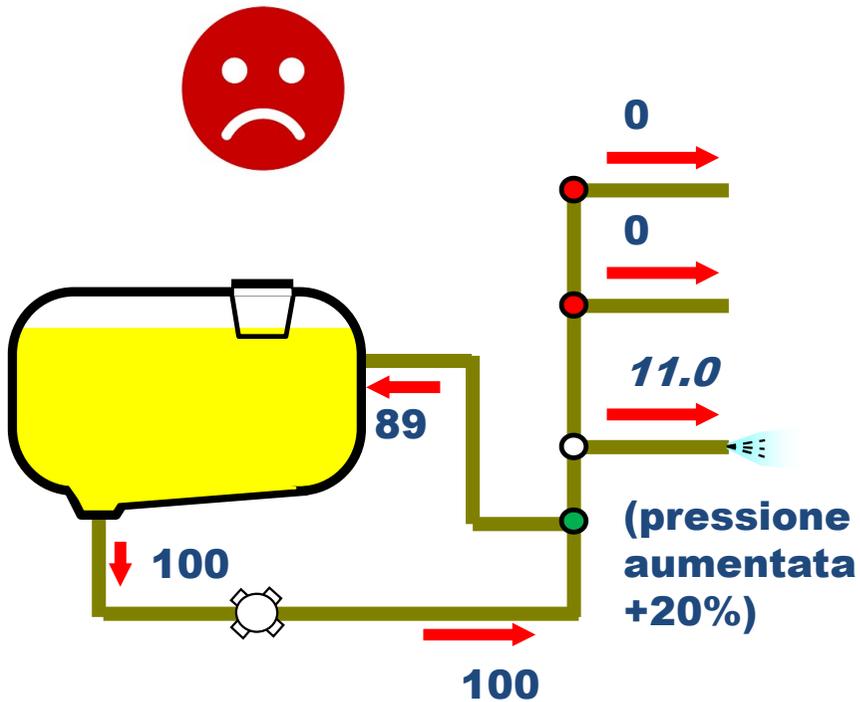


Ugelli  
convenzionali

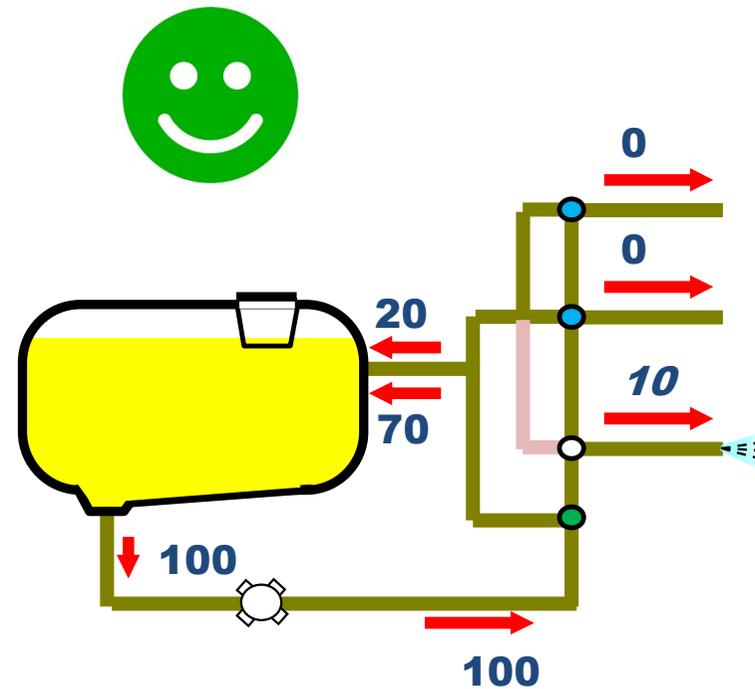
Ugelli a iniezione  
d'aria



# SOLUZIONI BASE – Ritorni calibrati



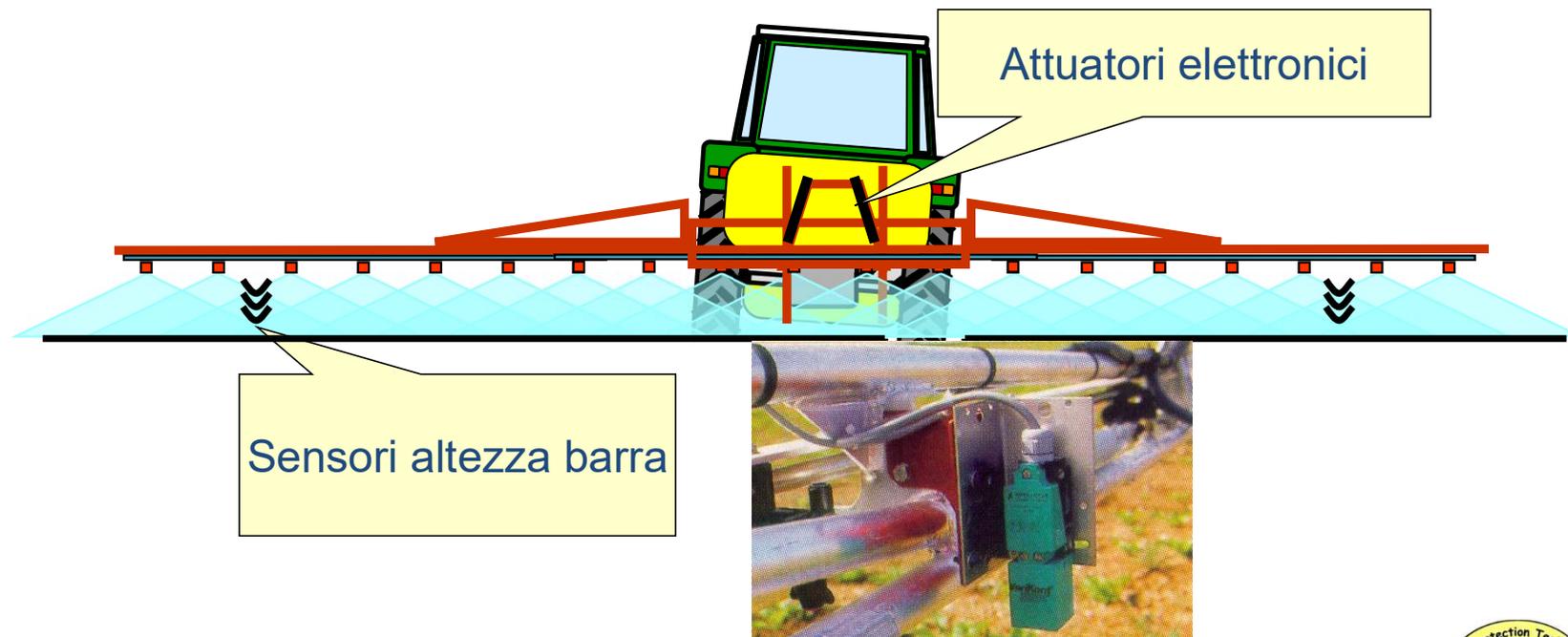
Senza sistema di compensazione



Con sistema di compensazione



# SOLUZIONI BASE – Controllo stabilità barra



## SOLUZIONI BASE – Irroratrici con carica elettrostatica

La miscela  
irrorata viene  
caricata  
negativamente

La pianta ha  
carica positiva  
(sulla superficie  
delle foglie)



Presente solitamente su macchine pneumatiche

Ugelli in numero minore – condizione favorevole  
per caricare elettricamente la miscela e  
distribuire portate di liquido inferiori (basso  
volume)



## SOLUZIONI BASE – barre umettanti

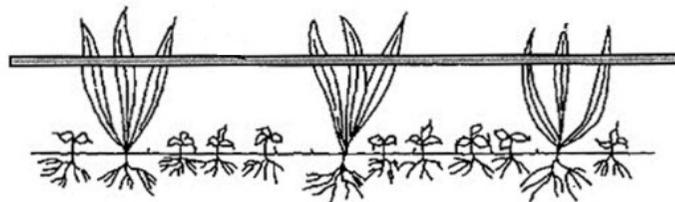


Utilizzo limitato al diserbo

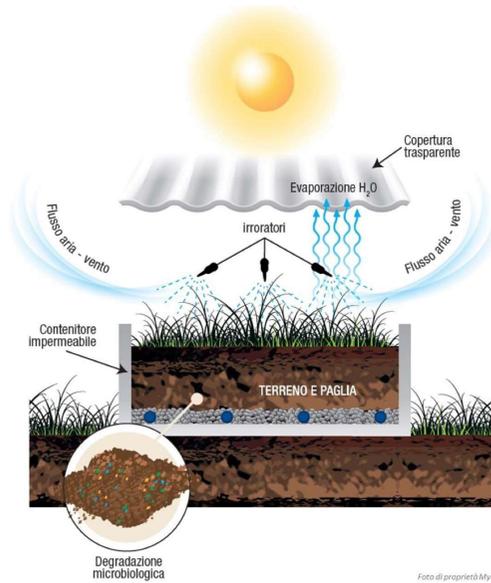
Deriva zero

Possibile gocciolamento

Impiegate prevalentemente in risaie (contro riso crodo)



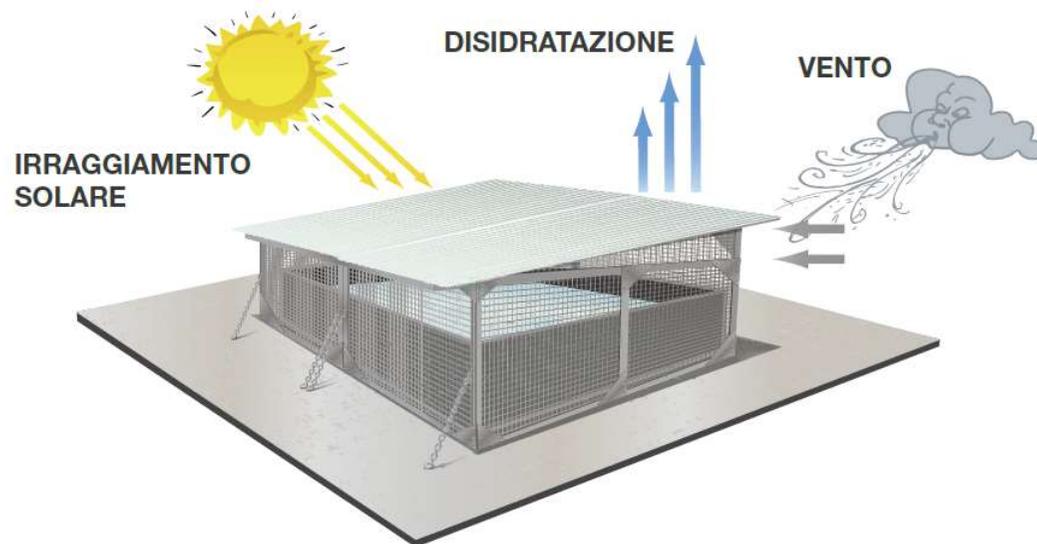
# SOLUZIONI BASE – Punto attrezzato di smaltimento in azienda



Fondamentale: il 70% dell'inquinamento da fitofarmaci di acque superficiali e profonde viene da fasi di riempimento e lavaggio!!!



## SOLUZIONI BASE – Punto attrezzato di smaltimento in azienda



Rifiuti speciali?

Con questa soluzione,  
solo *qualche kg* in un  
anno!



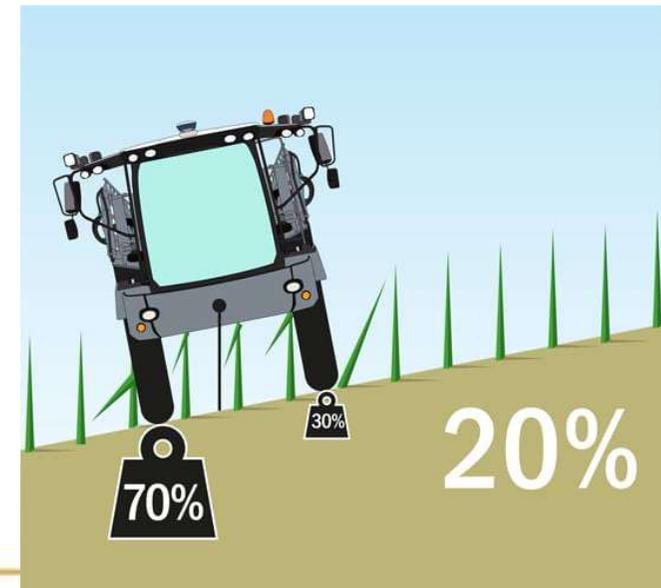
## SOLUZIONI EVOLUTE - Sistema chiuso di introduzione fitofarmaco



## SOLUZIONI EVOLUTE – Macchine con irrorazione schermata



## SOLUZIONI EVOLUTE – Irroratrice autolivellante per colture in collina



SOLUZIONI EVOLUTE - Sistemi per la regolazione della  
**portata d'aria**

Irroratrice con  
ventilatore  
azionato da  
motore **elettrico**





## SOLUZIONI EVOLUTE – Irrorazione «ibrida» elettro-chimica



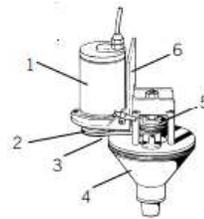
Viene irrorato un liquido bio-compatibile, che conduce elettricità

La macchina portata posteriormente trasferisce alle infestanti una corrente elettrica

Ha i vantaggi produttivi dell'irrorazione tradizionale, e quelli ambientali della rimozione meccanica

---

## SOLUZIONI EVOLUTE – CDA Controlled Droplet Application



1. Motor
2. Motor Pulley
3. Drive Belt
4. Atomizer Disc
5. Nozzle Pulley
6. Mounting Bracket

Le gocce non sono create dalla pressione, ma dalla veloce rotazione di tre dischi, azionati da un motore elettrico

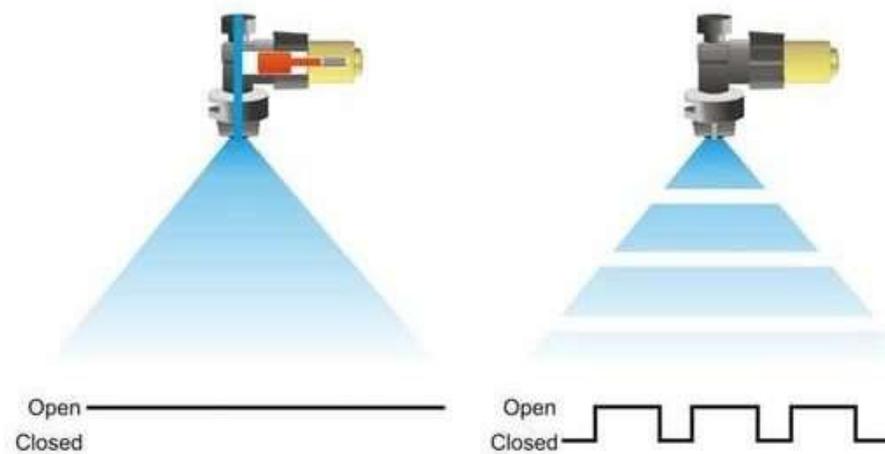
Obiettivo: ridurre la dose mantenendo lo stesso livello di protezione

Il parametro da controllare è il numero di goccioline (droplet) per unità di superficie di vegetazione



## SOLUZIONI EVOLUTE - Pulse width modulation (PWM)

Ugelli non costantemente aperti  
Sequenza di aperture – chiusure  
Migliora controllabilità puntuale



## SOLUZIONI EVOLUTE - Pulse width modulation (PWM)

Disponibile anche come retrofit per macchine già in uso

Riduzione dose fino al 40% a parità di efficacia, secondo studi scientifici

(Foliar deposition and coverage on young apple trees with PWM-controlled spray systems)

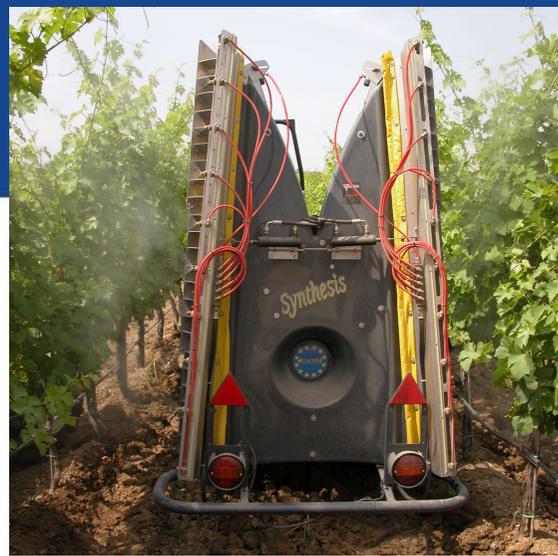
Ramón Salcedoa, Heping Zhub,\*, Zhihong Zhangb, Zhiming Weib, Liming Chenb, Erdal Ozkana, Davide Falchieri

Computers and Electronics in Agriculture 178 (2020) 105794



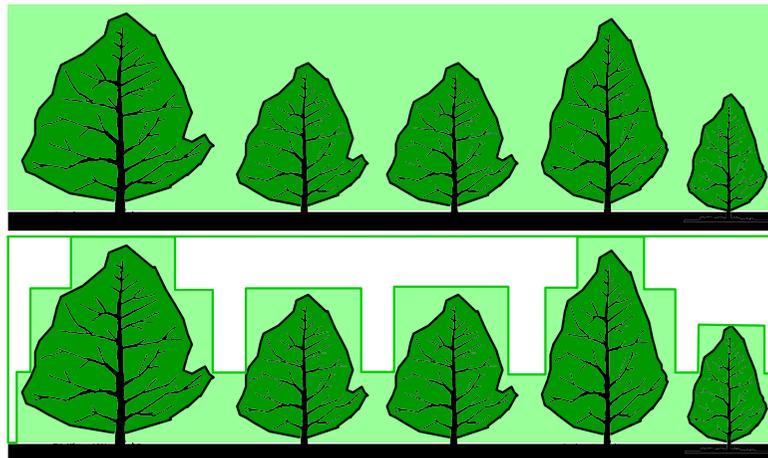
## SOLUZIONI EVOLUTE – Porta-ugelli multipli con controllo automatico



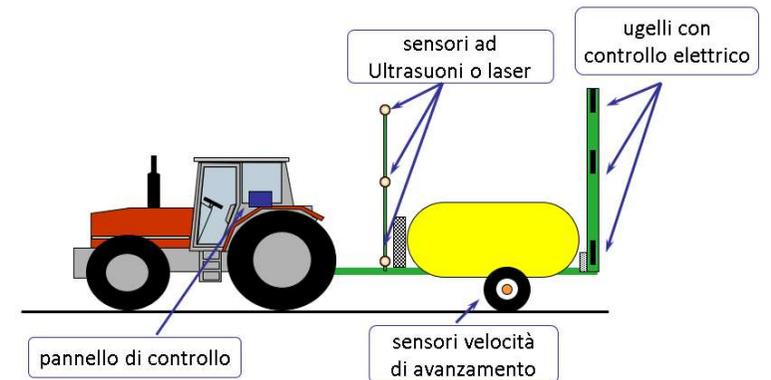
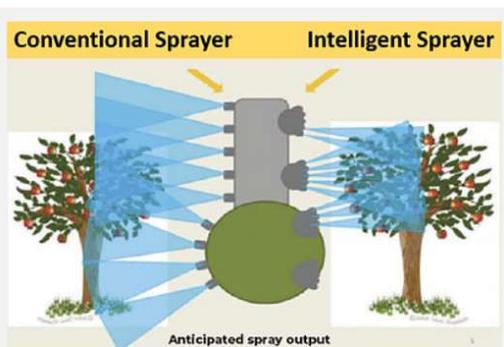


## SOLUZIONI EVOLUTE - Trattamento mirato con sensori

Distribuzione convenzionale

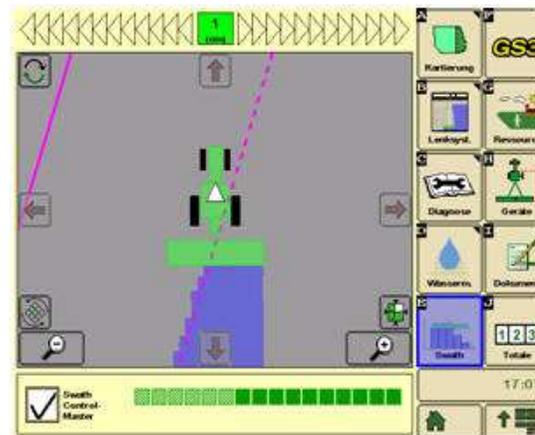
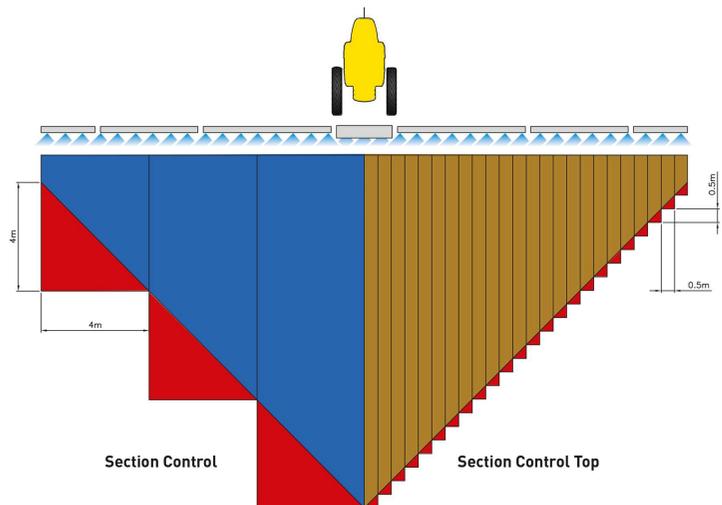


Distribuzione controllata





## SOLUZIONI EVOLUTE – Controllo delle sezioni di barra e in generale sistemi di ausilio alla guida



## SOLUZIONI EVOLUTE – Irrorazione mirata solo sulle infestanti rilevate



Concetto analogo ad atomizzatore con profilo distribuzione che si adatta a vegetazione

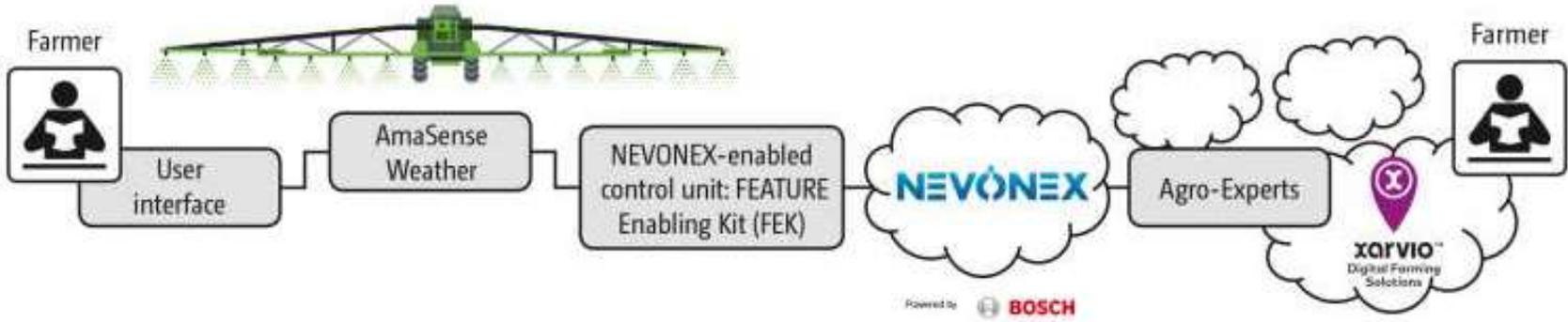
Necessario controllo del singolo ugello

Necessari sensori e centralina con alta capacità di calcolo

# SOLUZIONI EVOLUTE – Sensori temperatura e umidità a bordo macchina



An example of a changing temperature curve for a single area (depending on the time of day, topography, solar radiation, etc.)





## SOLUZIONI EVOLUTE – irrorazione aerea (droni)



- Elevati costi di funzionamento, manutenzione e riparazione
- Capacità carico e autonomia: ridotte
- Deriva
- Limiti normativi - anche bozza di revisione del PAN ribadisce divieto, con possibili deroghe rilasciate dalle Regioni o dalle Province Autonome, *ma apre alla sperimentazione*



- Utilizzabili per monitoraggio
- Distribuzione di imenotteri parassitoidi o batteri sporigeni (lotta biologica o integrata)
- Usi promettenti per mosca dell'olivo
- Diserbo localizzato
- Possibilità di intervento anche con terreno bagnato o in luoghi non praticabili con trattore



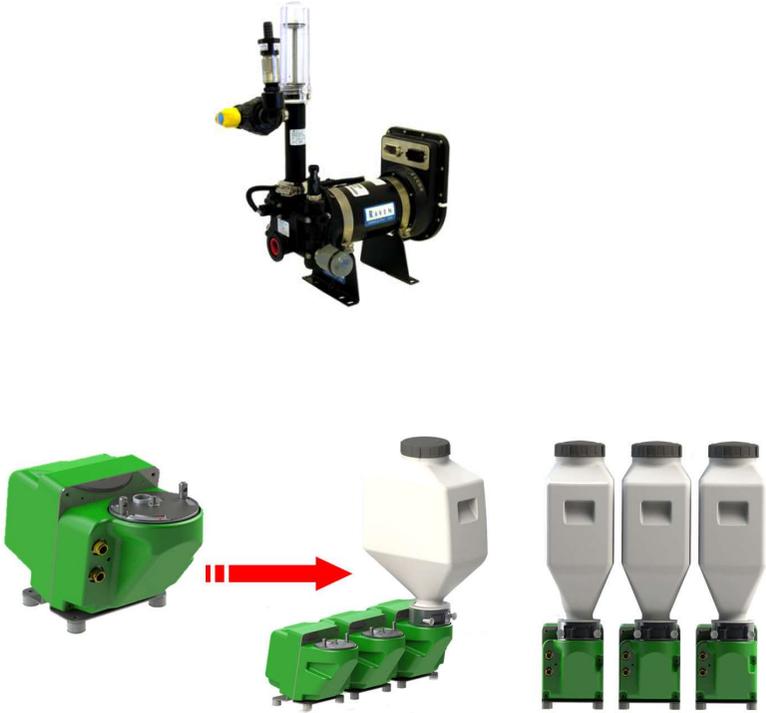
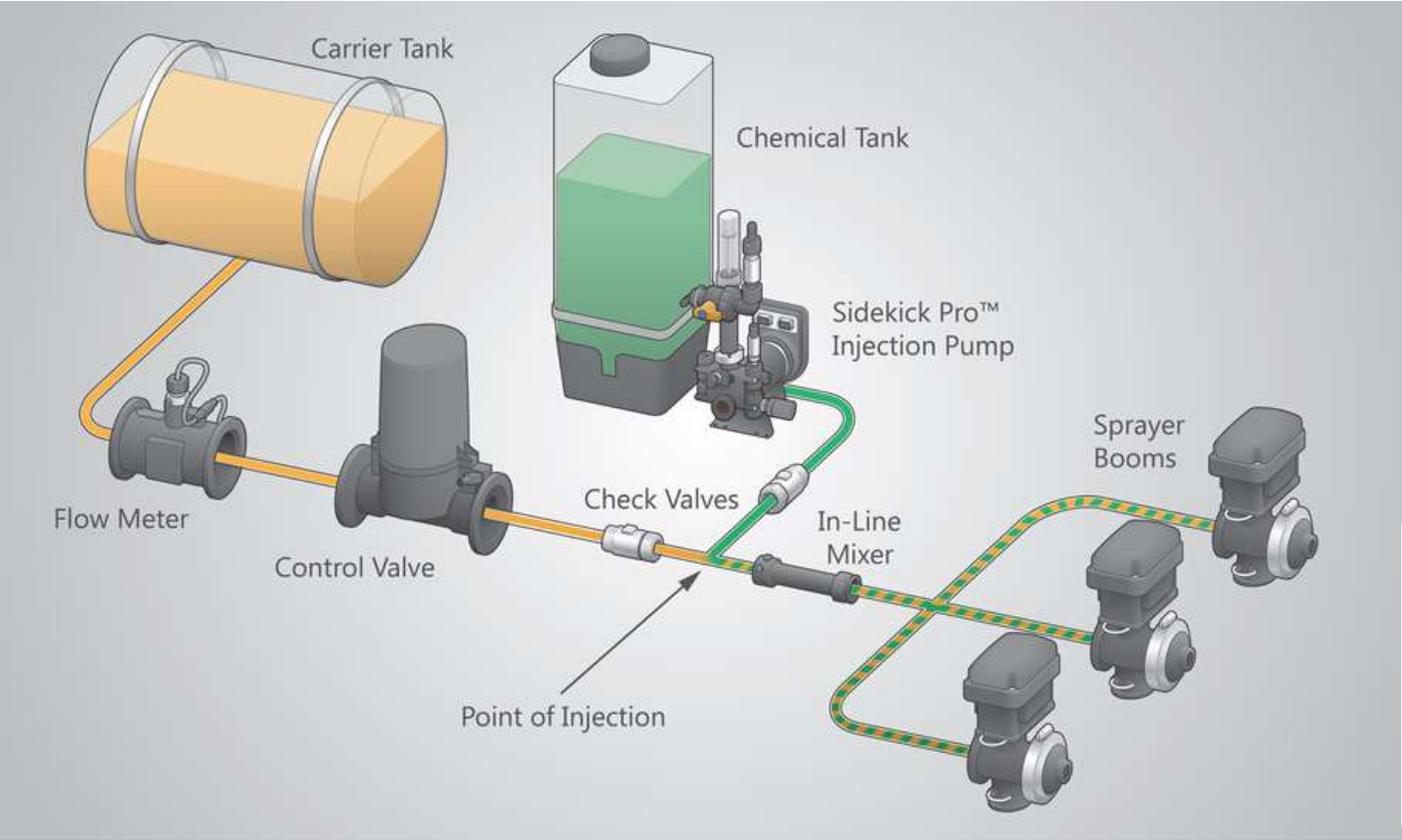


## SOLUZIONI EVOLUTE – Irroratrici semoventi autonome

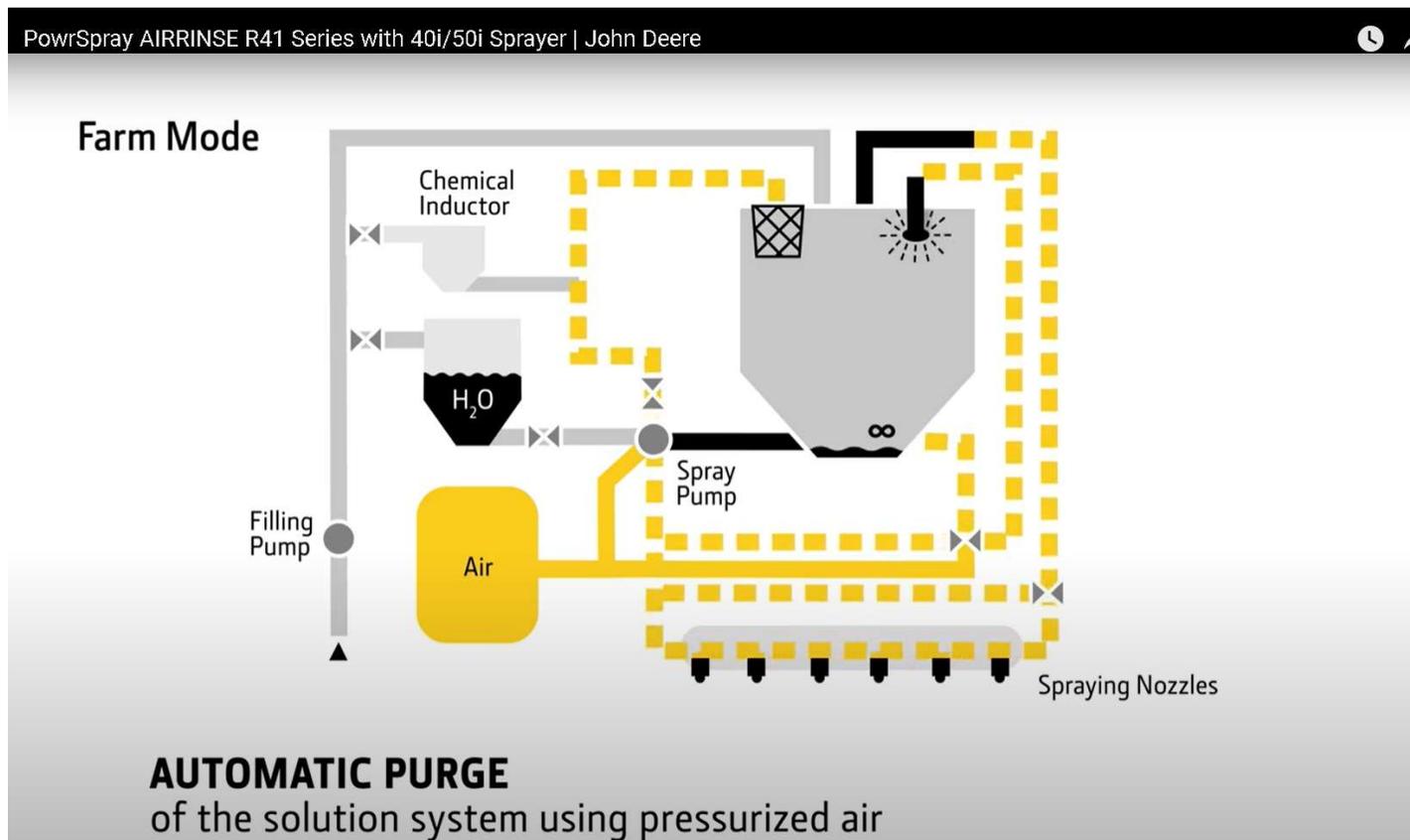




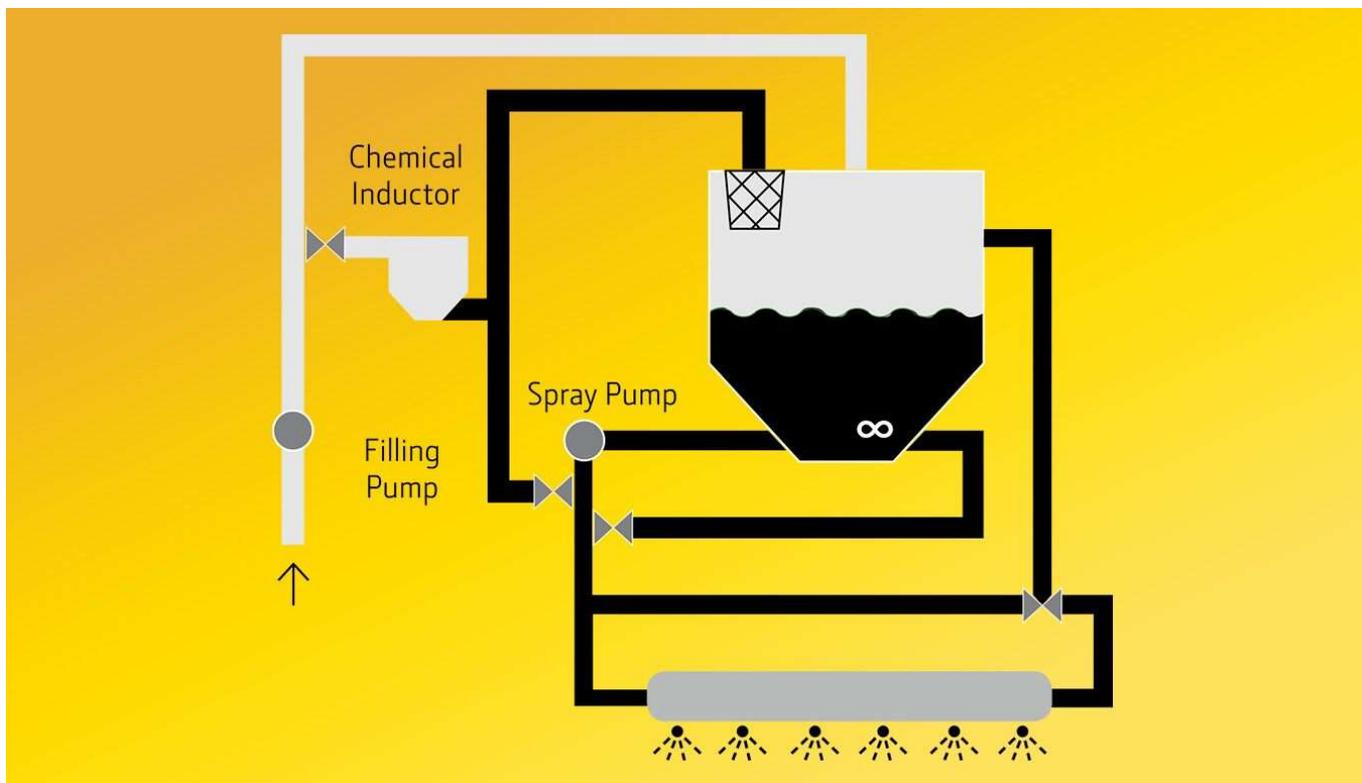
# SOLUZIONI EVOLUTE – Iniezione diretta fitofarmaco



## SOLUZIONI EVOLUTE – Svuotamento impianto con aria compressa

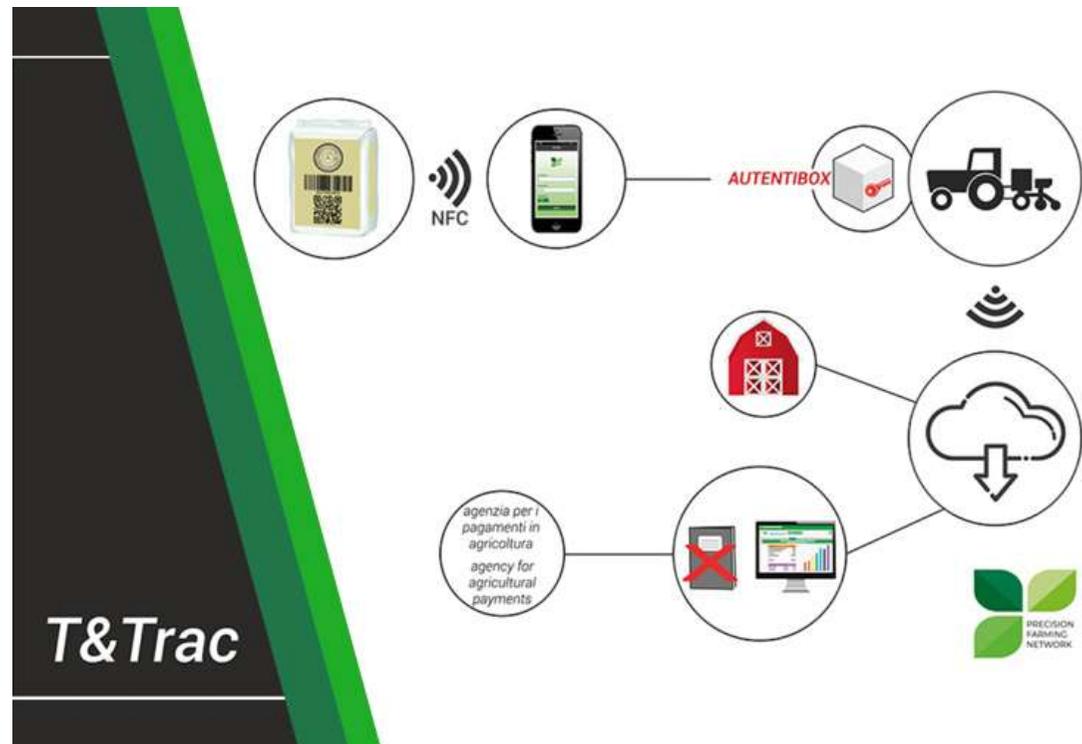


## SOLUZIONI EVOLUTE – circuiti separati per riempimento e irrorazione





## SOLUZIONI EVOLUTE – quaderno di campagna elettronico



Progetto



Spraying Equipment, Training and **Advising** di tipo **INNO**vativo

Progetto Europeo

Database (anche) di tutte le nuove tecnologie

<https://platform.innoseta.eu/list?type%5B%5D=5>





# Distribuzione liquami





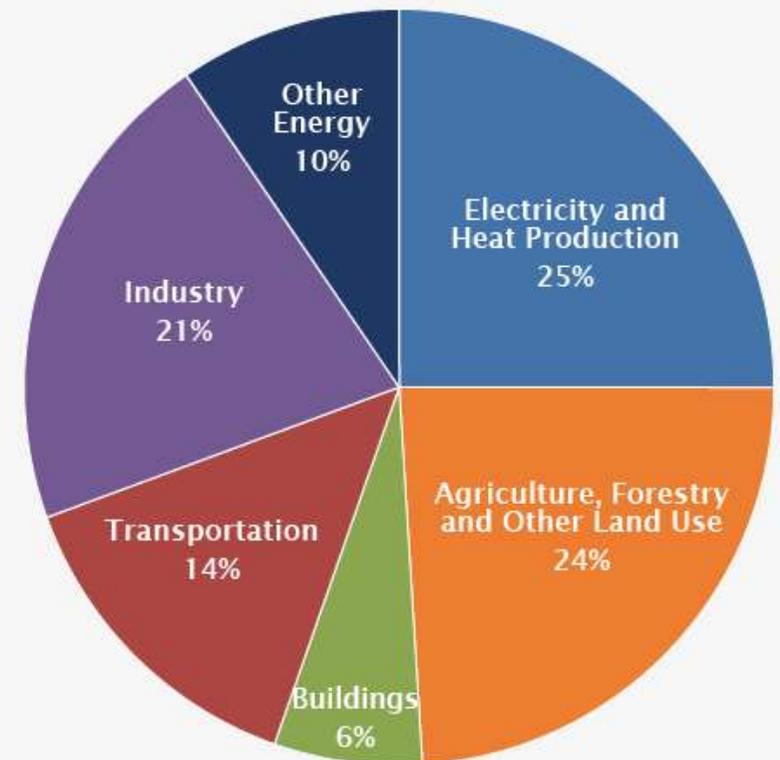
## Di cosa non parleremo:

- Periodi ottimali in cui distribuire
  - ✓ colture in atto in sviluppo vegetativo, ...
- Modalità ottimali di distribuzione
  - ✓ più passaggi con basse quantità, colture di copertura, ...
- Fattori esterni
  - ✓ fattori climatici, pH e altre caratteristiche del suolo, ...
- Inquinamento acque
  - ✓ potenzialmente legato a spandimenti in deroga «fuori stagione», riduzione potabilità, eutrofizzazione,...
- Rischi aggiuntivi
  - ✓ Gas acido solfidrico  $H_2S$  letale in pochi istanti se  $>1000$  ppm, ...

# Inquinamento aria

- Effetto serra
  - ✓ Gas serra da agricoltura fino a 15% su totale
  - ✓ anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) =  $25 * (\text{CO}_2)$  e *protossido di azoto* ( $\text{N}_2\text{O}$ ) =  $298 * (\text{CO}_2)$

Global Greenhouse Gas Emissions  
by Economic Sector

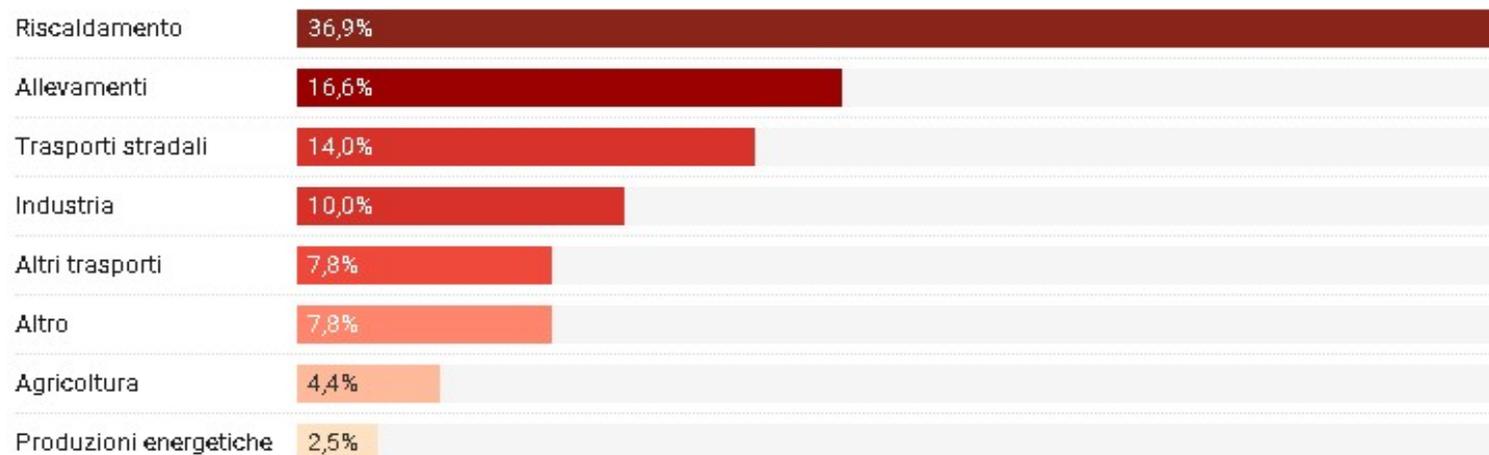


# Inquinamento aria



- Polveri sottili
  - ✓ Da allevamenti fino a 16% particolato PM2,5 su totale
  - ✓ Causa: *ammoniacca* ( $NH_3$ ), quando reagisce con acido solforico ( $H_2SO_4$ ) e acido nitrico ( $HNO_3$ ) → solfato di ammonio  $(NH_4)_2SO_4$  e nitrato di ammonio  $NH_4NO_3$
  - ✓ Emissioni totali da fertilizzanti: 41% da ricovero e stoccaggio (stalla), 20% da distribuzione liquami, 19% da distribuzione concimi granulari

Particolato (PM2,5) primario e secondario in Italia in %, anno 2018



# Spandiliquame

- Trainati → molti costruttori in Italia
- Semoventi → prodotti all'estero
- Serbatoio con sistemi di carico e scarico liquidi
  - ✓ Sistemi con caricamento a pressione atmosferica
  - ✓ Sistemi in pressione/depressione



## Sistemi a pressione atmosferica

- Pompa centrifuga trasferisce liquame
  - da vascone a serbatoio
  - da serbatoio a organi di spandimento

Pressione nel serbatoio sempre uguale a quella atmosferica → struttura serbatoio più snella

Contro: usura pompa, rischio intasamento



Sistemi a pressione/depressione → più diffusi

Un compressore/depressore comanda il flusso di aria nel serbatoio

- Aspirandola durante riempimento
- Comprimendola durante spandimento

La pressione nel serbatoio va da  $-0,5$  bar in riempimento a  $0,5$  bar circa in spandimento  
→ struttura serbatoio più robusta



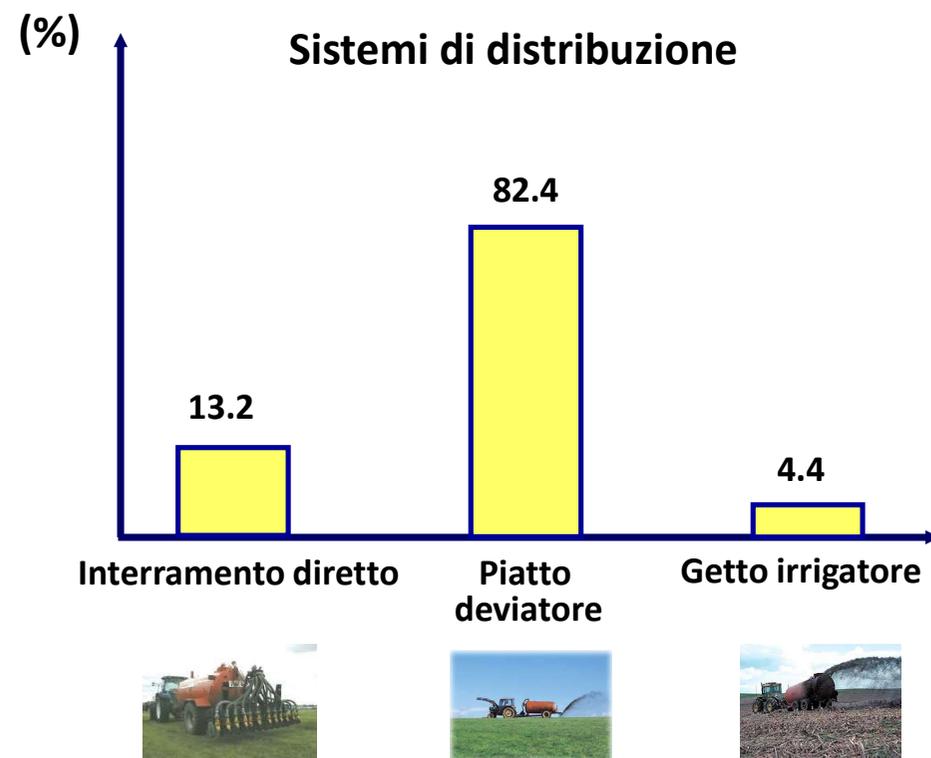
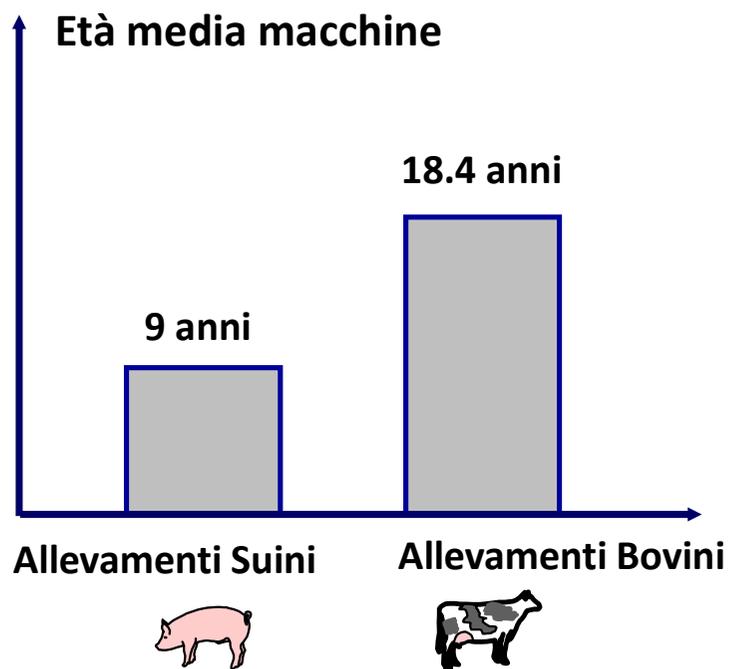
Se pressione nominale max  $\leq 0,5$  bar → no Direttiva PED, no controlli periodici su serbatoio

## Sistemi di distribuzione tradizionali

- Piatto deviatore
- A getto oscillante



# La situazione attuale



## Obiettivi



- ➔ uniformità di distribuzione
- ➔ controllo della dose di distribuzione
- ➔ determinazione del contenuto in NPK
- ➔ riduzione delle perdite di elementi nutritivi e inquinamento ambientale
- ➔ Integrazione con azienda agricola digitale
  - sistemi diagnostici e di monitoraggio della fertilizzazione (mappatura del suolo, delle colture e dei livelli produttivi, proximal e remote sensing per modulare la fertilizzazione)
  - connettività
  - ISOBUS
  - ...



# Tecnologie virtuose

## Esempi - 1

Distribuz. in bande (A)

Spandimento interrato (B)

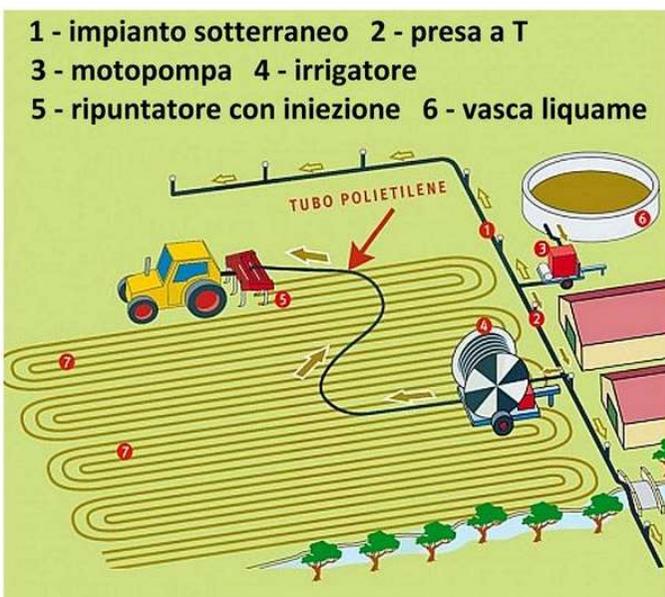
anche ombelicale (C)



B



- 1 - impianto sotterraneo
- 2 - presa a T
- 3 - motopompa
- 4 - irrigatore
- 5 - ripuntatore con iniezione
- 6 - vasca liquame



# Tecnologie virtuose

## Esempi - 2

Spandimento rasoterra (D)

Controllo in tempo reale NPK  
in entrata e in uscita  
con sensori NIR (F)



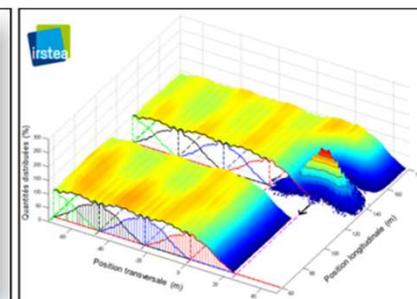
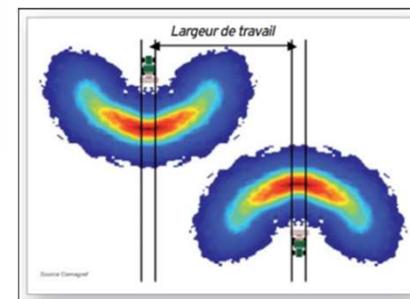
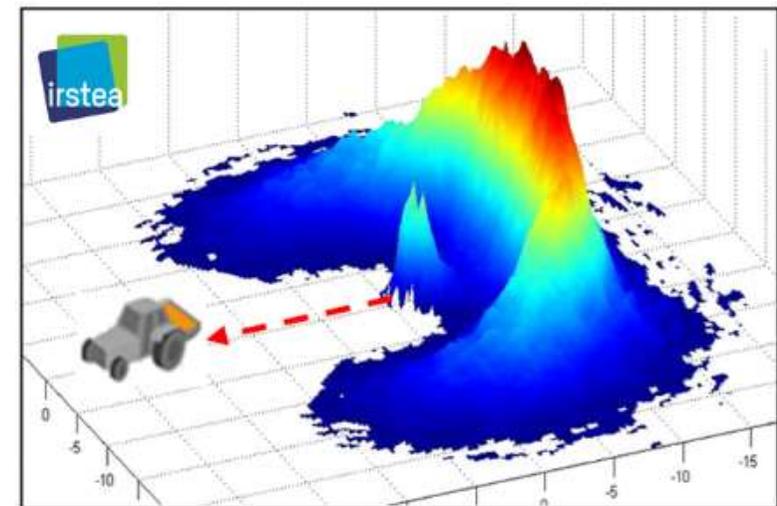
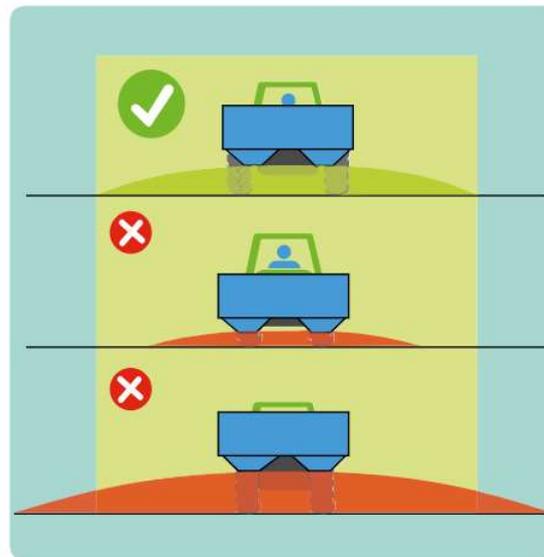
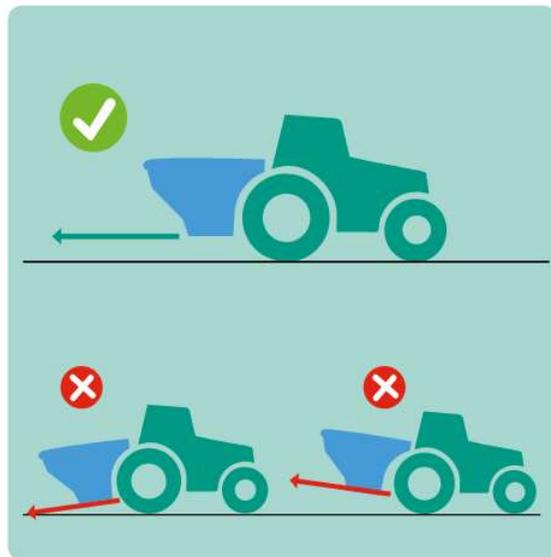


# Spandiconcime





## Back to basic: l'importanza delle regolazioni



## Mercato degli spandiconcime: evoluzione della richiesta

DA:

- Capacità tramoggia
- Flusso in uscita
- Larghezza spandimento



A:

- Uniformità distribuzione...
- ...disuniformità distribuzione (calcolata!)
- Gestione bordi
- Compatibilità ambientale





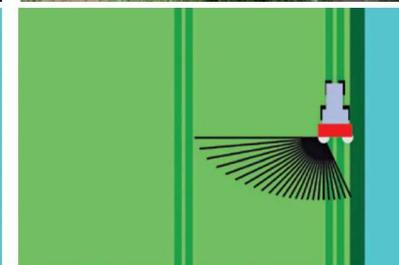
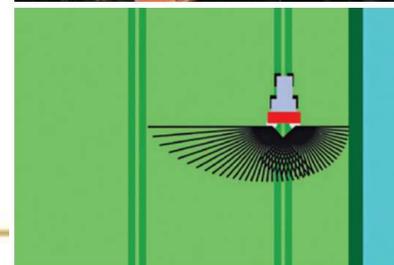
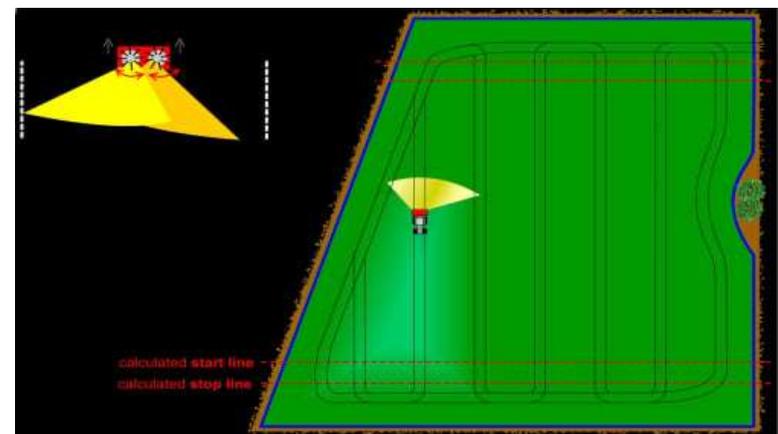
## Caratteristiche tecniche rilevanti consolidate:

- Sistema di distribuzione che mantiene intatti i granuli
- Sistema di agitazione che evita surriscaldamenti (creazione disuniformità nel materiale)
- Doppio disco → il disco singolo non è fuori mercato, ma distribuzione asimmetrica



## Caratteristiche tecniche rilevanti innovative:

- Dose proporzionale alla velocità di avanzamento
- Gestione evoluta di agitatori e dosatori (attuatori elettrici)
- Stadi *piccoli* («step» di riduzione della larghezza di lavoro, 1 m o addirittura in continuo)
- Sistemi di pesatura in tempo reale (anche separati su ogni disco)
- Inclinometro longitudinale e laterale
- Possibilità di ridurre ampiezza spargimento solo su un lato (spandimento in prossimità di bordi)



## Caratteristiche tecniche rilevanti innovative:

- Controllo in tempo reale dell'effettivo diagramma di distribuzione
- Anemometri per compensazione vento
- Geolocalizzazione, per variazione della dose all'interno della larghezza di lavoro (da 2 a 8 diverse zone sulla larghezza di lavoro)
- Compatibilità con sensori per creare mappe di prescrizione real-time
- ISOBUS



# Sensori real-time: esempi

Yara N-SENSOR



Fritzmeier ISARIA



Trimble GreenSeeker



# Altre tipologie di spandiconcime

Spandiconcime a distribuzione pneumatica



Spandiconcime centrifugo monodisco



Spandiconcime con interrattore



Spandiconcime a getto oscillante



Spandiconcime in linea per gravità







Cause:

- **Erosione**
- **Compattamento**
- **Riduzione della sostanza organica**
- Perdita della biodiversità
- Contaminazioni
- Impermeabilizzazione
- Salinizzazione
- Frane e alluvioni

<b>Soil consumption (%)</b>		
	y 1956	y 2013
North	2.9	6.9
Centre	2.1	6.5
South	2.7	6.1
Islands	1.9	5.5
<b>Italy</b>	<b>2.6</b>	<b>6.4</b>





## Agricoltura conservativa

Tre pilastri:

1. Lavorazioni conservative
2. Copertura del suolo
3. Rotazioni





## 1) Lavorazioni conservative:

- Lavorazione senza inversione strati: profonda o superficiale
- Strip-till / Ridge till
- Semina diretta
- Non lavorazione





## Lavorazione profonda

- Richiede meno energia dell'aratura
- Le lavorazioni successive sono minori



## Lavorazione superficiale

- Attrezzi più leggeri
- Ridotta profondità di lavoro
- Ancore, dischi, versoi, rulli



## Strip-till / Ridge-till

- Larghezza di lavorazione limitata al minimo necessario per la semina
- GPS: quasi obbligatorio!



## Semina diretta

- La semina avviene con una macchina combinata ad un coltivatore: unico passaggio



## Non-lavorazione

- La semina avviene su terreno non lavorato (semina su sodo)



## Evitare il compattamento

- Ridurre pressioni
- Controllare il traffico



## Contrastare il compattamento





## 2) Copertura del suolo:

- + Aumenta la fertilità del terreno (apporto di N e s.o.)
  - + Limita i fenomeni erosivi e la lisciviazione dei nitrati;
  - + Esercita una competizione nei confronti delle infestanti
  - + Azione pacciamante sul terreno
  - + Controllo della compattazione
  
  - **Gestione residui colturali**
  - **Invasività delle *cover crop* durante semina e crescita**
  - **Difficoltà nella terminazione**
  - Inoculo patogeni e allelopatia
- 

## Gestione residui colturali

*Trinciastocchi*

*Rulli decespugliatori (roller-crimper)*

- ✓ Appesantiti con acqua
- ✓ Utilizzati ad elevate velocità



## Gestione residui colturali

### *Erpici strigliatori*

- ✓ controllo fisico delle malerbe
- ✓ affinamento del terreno
- ✓ rottura crosta superficiale



### *Vertical tiller*

- ✓ Serie di dischi a profilo liscio o zigrinato, non concavi e inclinati al massimo di 1-5° sull'avanzamento
- ✓ Non creano sole di lavorazione
- ✓ Velocità 10-15 km/h



## Gestione cover crops

### *Terminazione*

- ✓ Distrutte da metodi meccanici
- ✓ Distrutte dal freddo
- ✓ Non distrutte
- ✓ Distrutte per via chimica

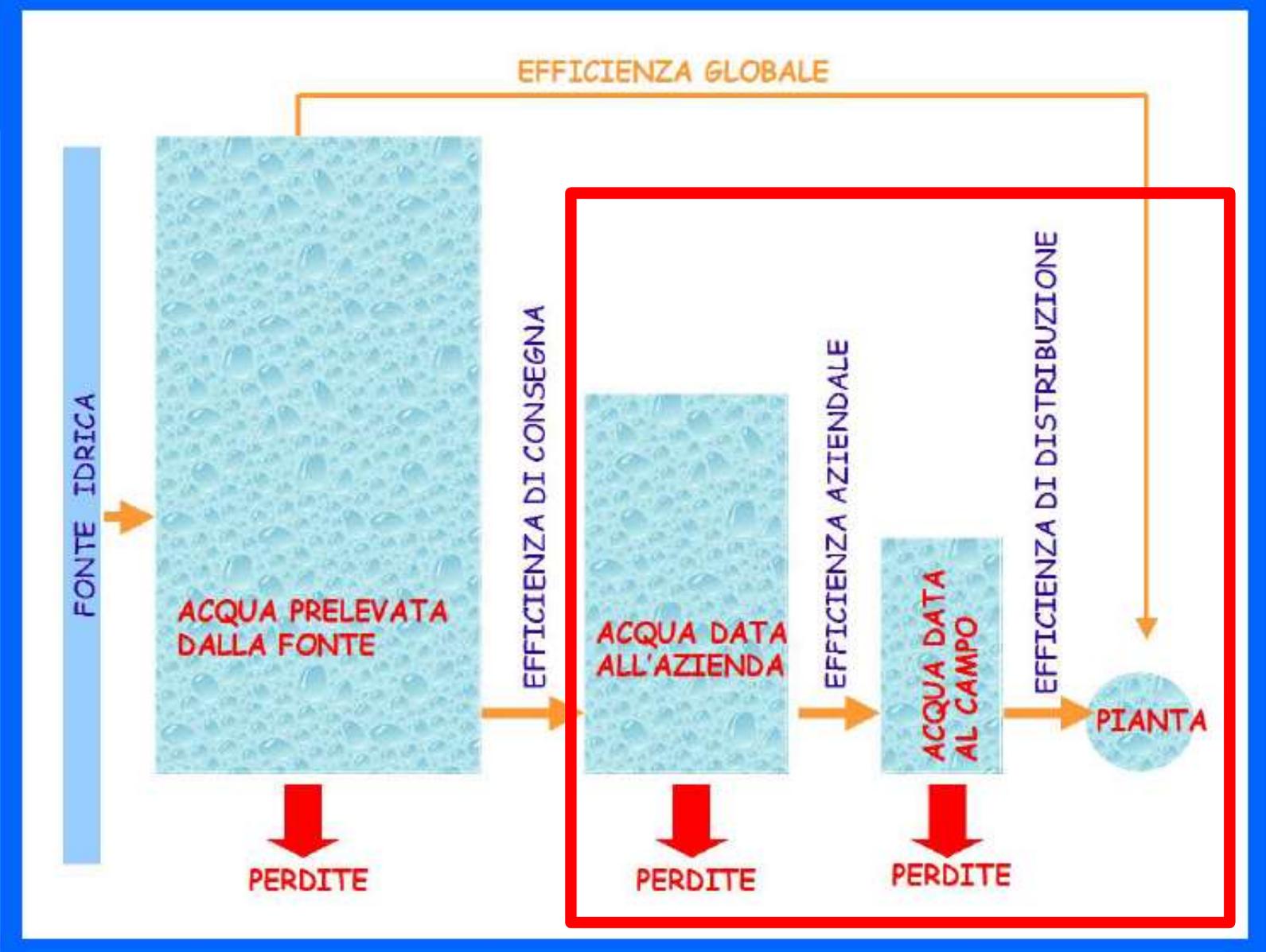




## Irrigazione - contesto



- ultimi decenni: **aumento globale temperatura** media superficie pianeta di circa 0.9 °C nel decennio 2006-2016 rispetto alla media di riferimento del 1850-1900
  - maggiore **intensità locale precipitazioni**, con riduzione di intensità efficace per la ricarica degli acquiferi
  - allungamento locale dei **periodi secchi**
  - criticità in continua evoluzione per **riduzione precipitazioni nevose** e concentrazione piogge in periodi brevi
  - **Penalizzata la ricarica delle falde** in quota
  - **minore portata** dei bacini verso valle
  - Impiego non razionale dei **fertilizzanti** → aumento temperature (indiretto) e peggioramento qualità dei corpi idrici
  - Per contro, **incremento di uso d'acqua nell'agricoltura**
-





### EFFICIENZA --

sommersione (risaie)	25-30%
• scorrimento superficiale	40-50%
• aspersione tradizionale	70-75%
• <b>Aspersione macchine moderne</b>	<b>80-85%</b>
• microirrigazione (goccia, spruzzo)	80-90%
• <b>Microirrigazione interrata e ULDI</b>	<b>90-95%</b>

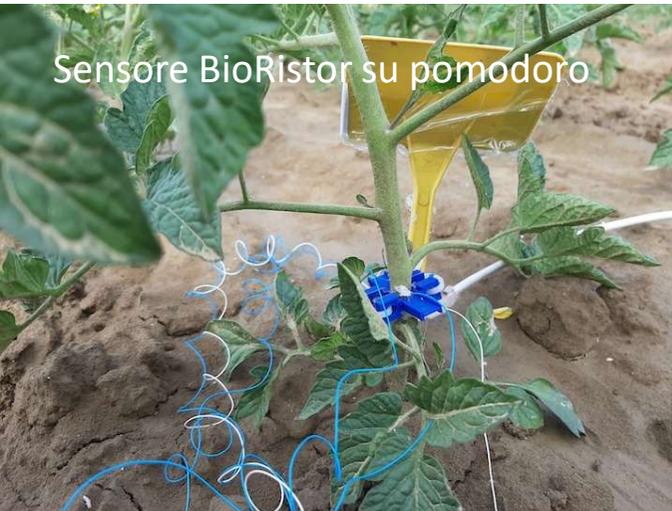
... ma ...

Nessuna scelta di sistemi irrigui efficienti ha effetto se l'irrigazione viene effettuata:

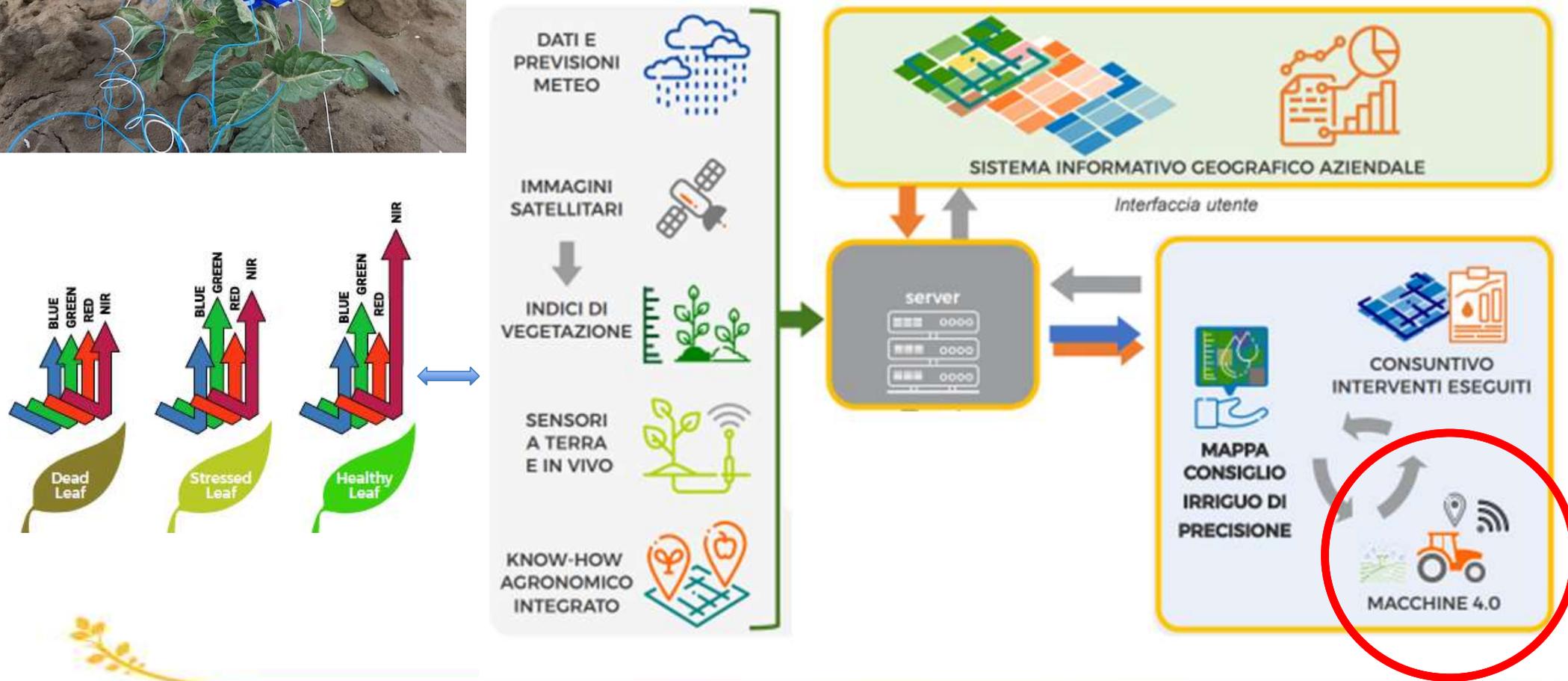
- **Se non ce ne è bisogno** (perdita completa acqua e danno per la coltura)
- **Nel momento sbagliato** (inefficienza acqua e carenza od eccesso per la pianta)
- **Con un volume scorretto** (inefficienza e perdita acqua per evaporazione o percolazione profonda)

**UNA BUONA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE PORTA AD EFFICIENZA MOLTO SUPERIORI A QUELLE DELLA SEMPLICE SCELTA DEL SISTEMA IRRIGUO**

Sensore BioRistor su pomodoro



## Monitoraggio – Decisione – Attuazione

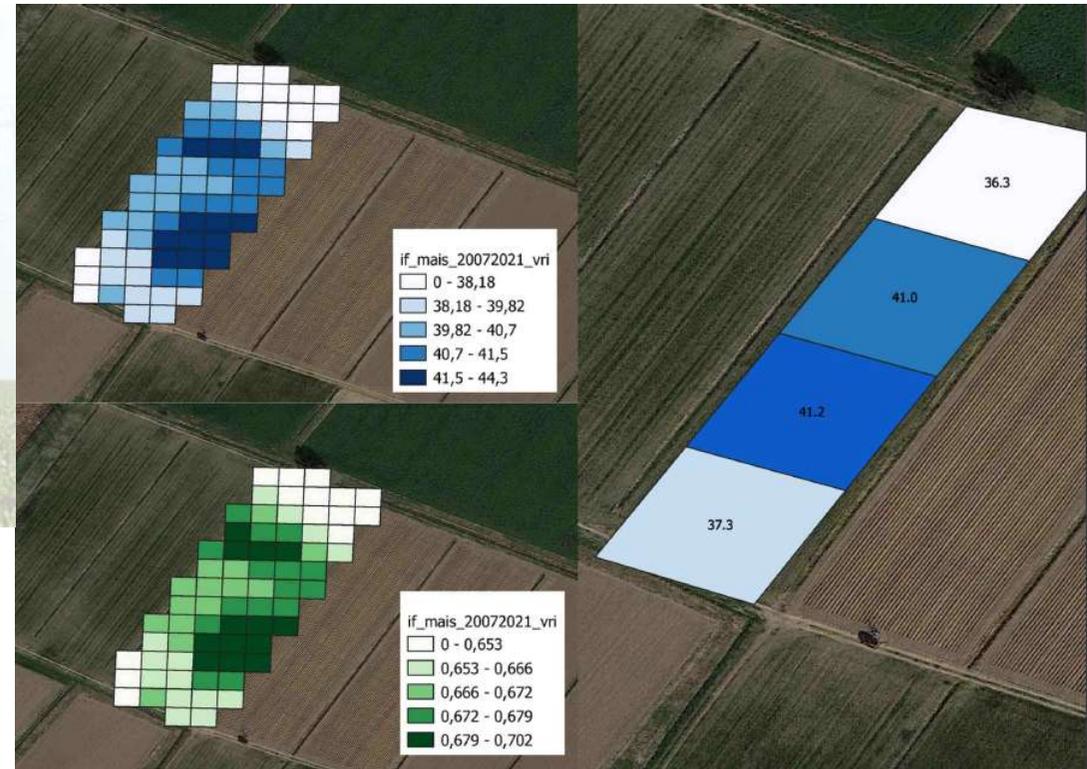
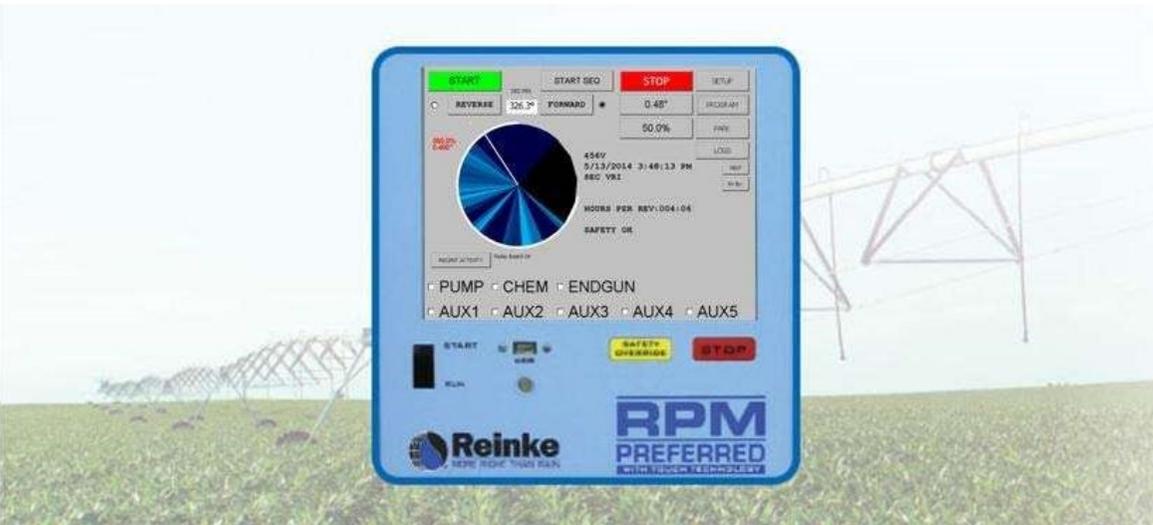


# Irrigazione - aspersione

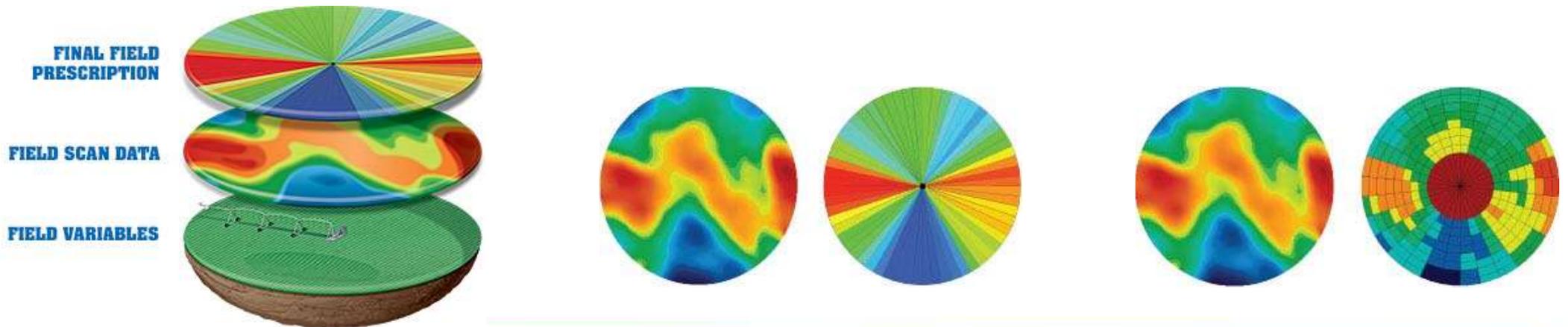
- Sistemi per aumento efficienza di distribuzione
- Sistemi per ridurre sforzo riavvolgimento condotta (rotoloni)
- Elektrificazione riavvolgimento
- Sistemi di controllo da remoto
- Regolazione pluviometria
- Riduzione perdite per evaporazione (ali piovane anzichè irrigatore a getto per i rotoloni, *sistemi LEPA\* con calate per pivot e rainger*)

\*LEPA=Low Energy Precision Application

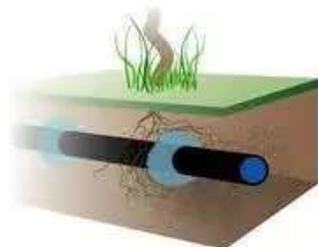




Rateo variabile: controllo velocità avanzamento, controllo sezioni, controllo singolo ugello

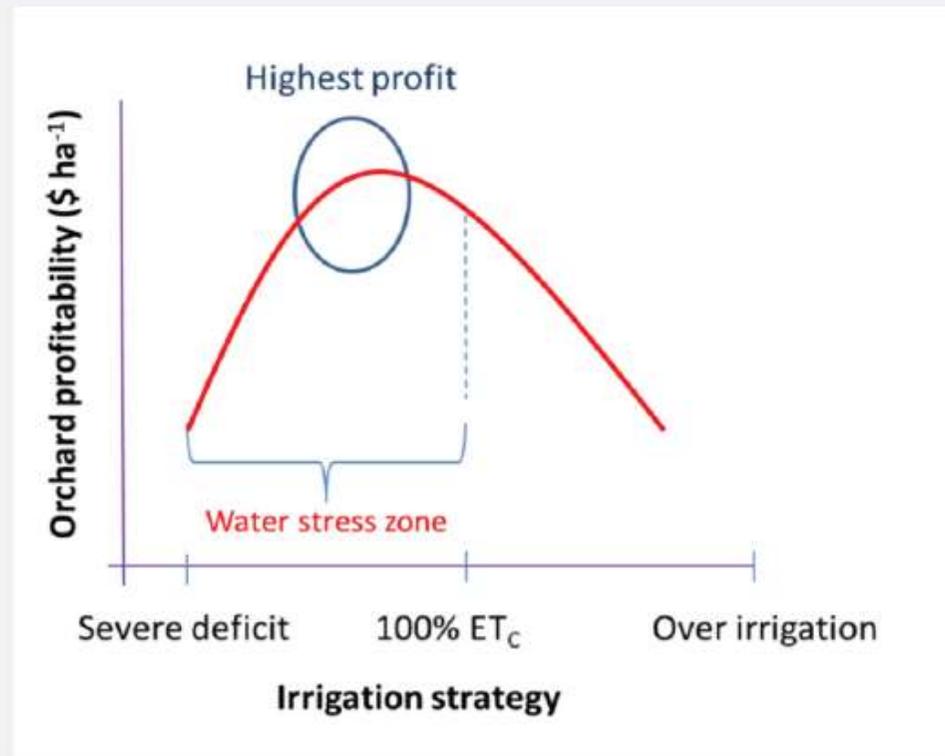


# Irrigazione - goccia





## Stress idrico controllato (Regulated deficit irrigation)



**Figure 1:** Theoretical relationship between orchard profitability and irrigation strategy (Deficit: <100% ET<sub>c</sub>; 100% ET<sub>c</sub>; and Over irrigation: >100% ET<sub>c</sub>) for fruit crops subjected to regulated deficit irrigation.



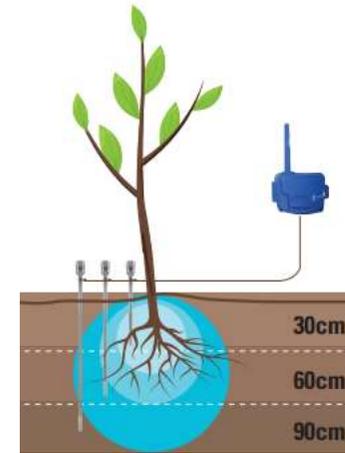
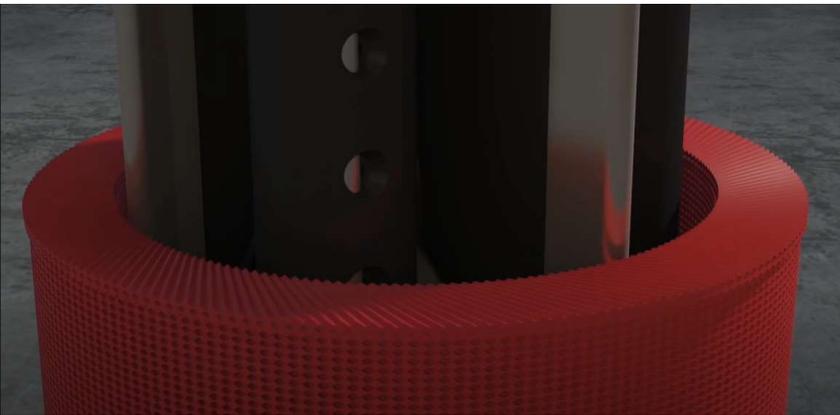
- Razionalizzare uso risorsa idrica
- Ottimizzare fattore lavoro (h/uomo)
- Ridurre consumo energetico impianto
- Integrare altri fattori produzione (fertilizzazione)



- Ultra Low Volume (fino a 0,35 l/h)
- Filtrazione (sistemi a dischi)
- Fertirrigazione
- Micro-irrigazione con tecnica aspersione (frutteto)
- Antibrina

- Sistemi 4.0: controllo da remoto, verifica parametri, sensori e centraline per consiglio irriguo e aggiustamento real-time
- Elettificazione pompe (→ automazione)
- Autocompensazione gocciolatori (→ tracciabilità portate)
- Gestione separata per settori (da progettare in base a mappe o esigenze colturali)









## I punti fondamentali

**IRRORATRICI:** determinanti per riduzione dell'impatto ambientale – vedere <https://platform.innoseta.eu/list?type%5B%5D=5&s=>

**MACCHINE PER FERTILIZZANTI LIQUIDI ORGANICI:** priorità è ridurre emissioni di ammoniaca in atmosfera

**MACCHINE PER FERTILIZZANTI SOLIDI CHIMICI:** controllo e regolazione (rapida!)

**MACCHINE PER LAVORAZIONI CONSERVATIVE:** disponibili per tutte le fasi, importante è conoscere e applicare le giuste modalità operative

**MACCHINE PER IRRIGAZIONE:** ridurre e ottimizzare. Controllo (sensori) e comunicazione (dati)



Remind: compilazione questionario a fine giornata

Link: <https://it.surveymonkey.com/r/5NFCSKN>

Davide Gnesini  
Servizio Tecnico FederUnacoma  
Tel. +39 0516333957 – Fax +39 0516333896  
E-mail: [davide.gnesini@federunacoma.it](mailto:davide.gnesini@federunacoma.it)  
Website: [www.federunacoma.it](http://www.federunacoma.it)

---