



IRPET Istituto Regionale
Programmazione
Economica
della Toscana

Seminario

**LE IMPLICAZIONI ECONOMICHE E SOCIALI DELLA
TRANSIZIONE DIGITALE IN TOSCANA**

**Agricoltura digitale e twin transition:
evidenze e prospettive di policy**

Sara Turchetti



IRPET Istituto Regionale
Programmazione
Economica
della Toscana

17 aprile 2026

Sala Esposizioni di Palazzo Strozzi Sacratì | Piazza Duomo 10, Firenze

Motivazioni del contributo

Abbandono

1982-2020:

- -340.000 ha SAU (-34%)
- -100.000 aziende

Invecchiamento

- Under-40: 8,5%
- Over-60: 50%
- Rapporto 5:1

Scarso ricambio generazionale

- 2.660 imprese <40 anni (6,8%)
- -5% nel periodo 2018-2023
- Probabile rallentamento...

Struttura produttiva e sostenibilità economica

- Micro e piccole imprese (oltre la metà <5 ha)
- Elevata specializzazione in coltivazioni legnose agrarie di qualità
- Elevata eterogeneità e polarizzazione



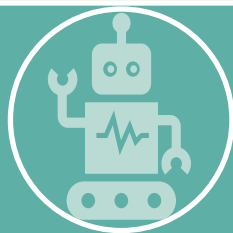
La digitalizzazione può sostenere l'upgrading del settore agricolo regionale e contribuire agli obiettivi di sostenibilità?

Cosa s'intende per digitalizzazione in agricoltura

La digitalizzazione in agricoltura è una forma di innovazione che combina diverse soluzioni dell'ICT con l'obiettivo di:



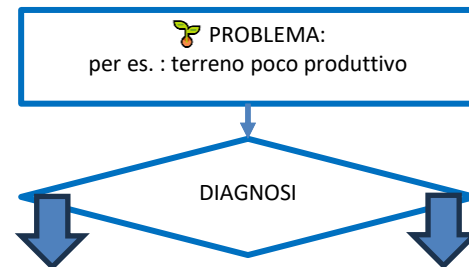
Raccogliere, utilizzare e analizzare dati per aumentare le capacità «diagnostiche» dell'agricoltore e supportarne le scelte (*Decision Support Systems*: Klerkx et al., 2019)



Ottimizzare e automatizzare le fasi del processo produttivo (FAO, 2022)



Consentire l'accesso alle piattaforme digitali, mutando profondamente i modelli di business nel sistema agroalimentare (Schroeder et al., 2021)



**Approccio tradizionale
basato sull'esperienza
dell'agricoltore**

*Diagnosi qualitativa
(osservazione del terreno)*

*Intervento uniforme
(concimazione dell'intero
terreno)*

*Possibile spreco di input →
impatto economico e
ambientale*

**Approccio con DSS basato
su dati e algoritmi**

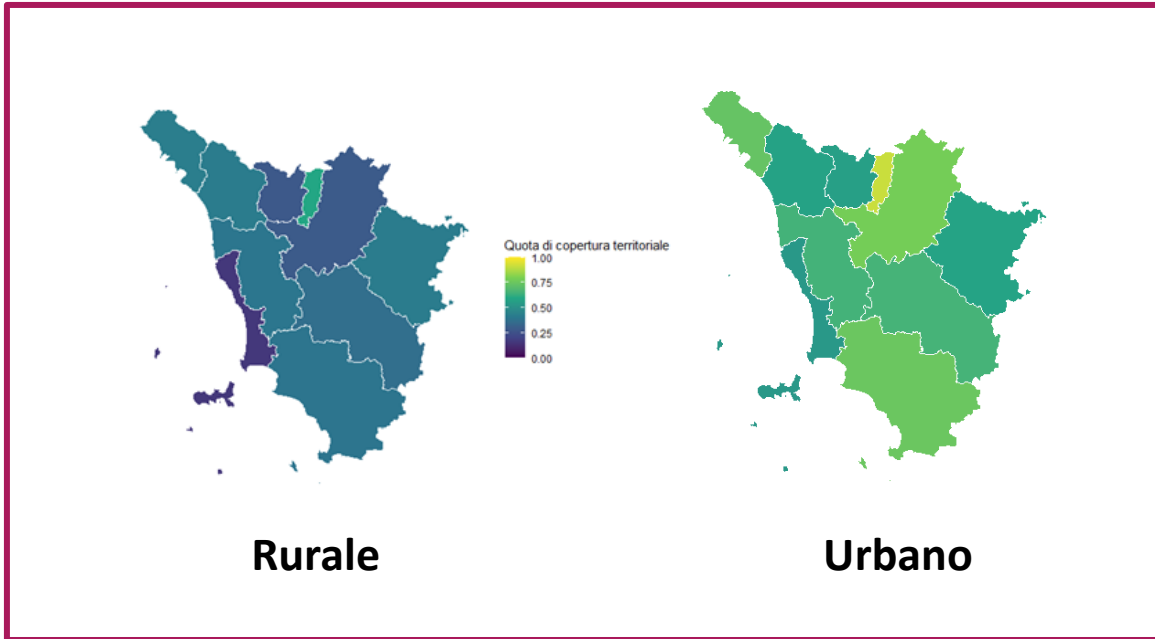
*Diagnosi basata sui dati
rilevati dai sensori e/o
satellitari*

*Intervento mirato
(concimazione se e dove
occorre)*

*Ottimizzazione dell'uso degli
input*

Digital divide urbano-rurale

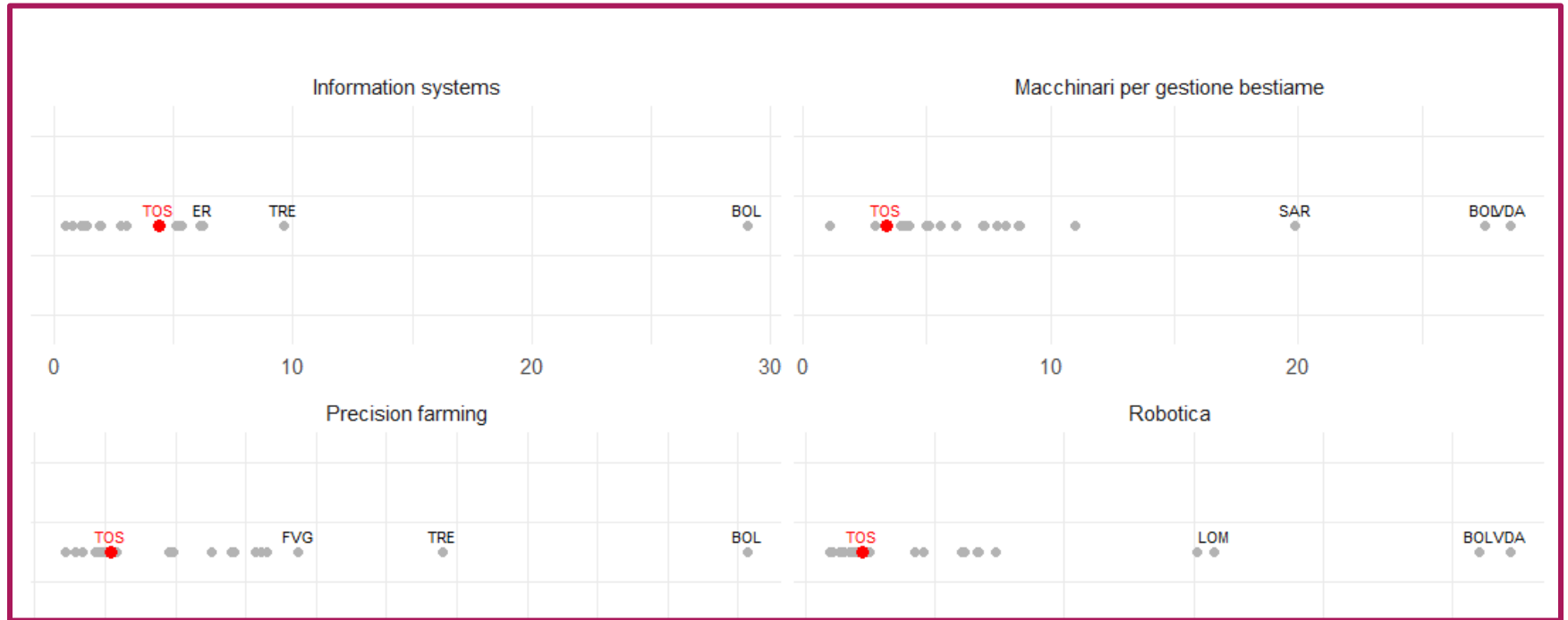
Very high-capacity network (VHCN) infrastructure



- Poco più di un quarto delle aziende agricole ha accesso a una rete a terra ad alta velocità (dati Eurostat)
- Possibili cambiamenti dalla evoluzione del mobile (rete 5G)...

Fonte: CE, KPI-DESI

Posizionamento Toscana



Perché? I benefici

Riduzione dell'impatto ambientale, soprattutto nell'utilizzo dei suoli e dell'acqua



Approccio tendenzialmente conservativo di risorse e conoscenze

Riduzione dei costi e incremento generale dell'efficienza, potenzialmente lungo tutta la catena del valore non solo *in-field* (Schroeder et al., 2021; Wolfert et al., 2017)



l'ottimizzazione dell'impiego degli input può portare ad aumenti di produttività che sono una delle conseguenze del processo di innovazione ma non il focus principale, come nella Rivoluzione Verde

Aumentare le capacità previsive in un contesto di cambiamenti climatici e mercati sempre più instabili



Disponibilità di una grande quantità di dati e informazioni in *real-time*

Barriere all'adozione

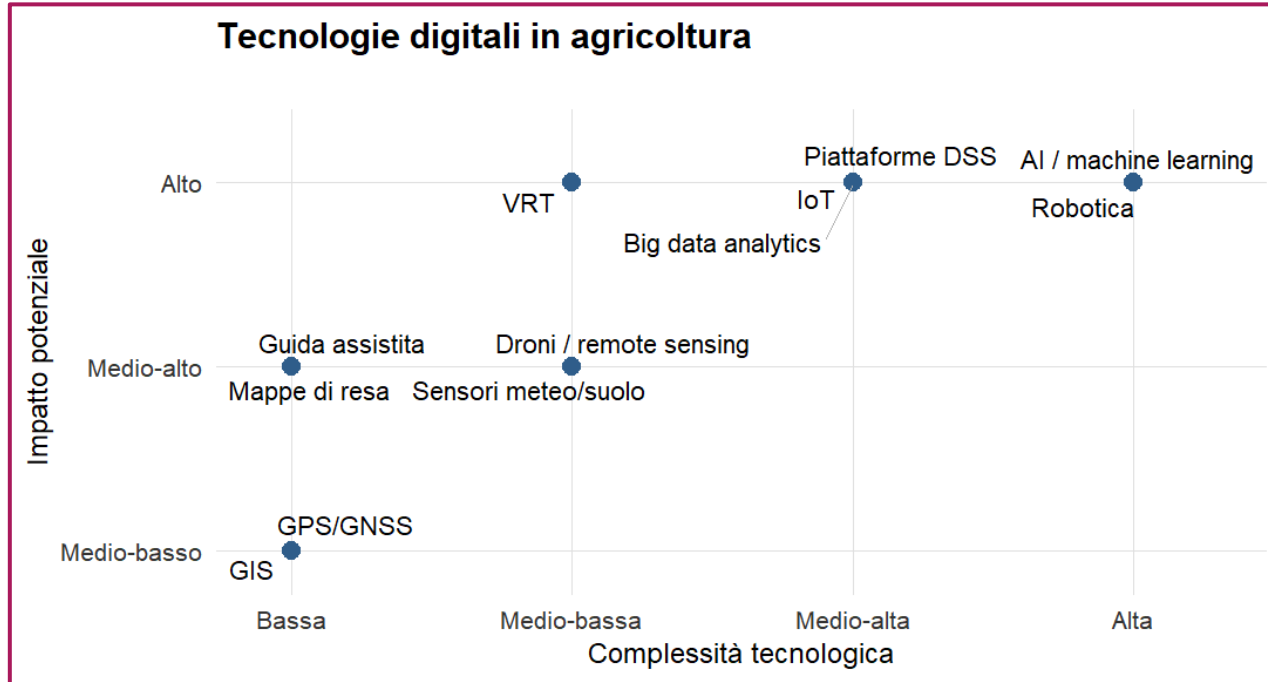
I precedenti processi di innovazione (meccanizzazione e Rivoluzione Verde) hanno mostrato la disfunzionalità di un approccio *one-fits-all* e la necessità di creare le condizioni istituzionali per l'*upgrading* → **ECOSISTEMA DIGITALE**

- Consistenti investimenti in capitale fisico → sforzo di sostegno economico pubblico in una prospettiva di ritiro della PAC
- Adattamento a routine completamente nuove (Brunori, 2022; Rolandi et al., 2021) → acquisizione nuove competenze interne o esterne
- Effetti sul lavoro incerti → sostituzione (robotica) oppure creazione di nuovi (migliori o forse no) posti di lavoro (Rotz et al., 2019)?

- Limiti all'effettiva usabilità dei dati (Brunori, 2022; Carolan, 2018; 2017): i) Diritti di proprietà intellettuale legati all'uso del software; ii) Interoperabilità dei sistemi
- Necessità di collaborazioni per adattare le tecnologie alle specificità locali

Rafforzamento delle connessioni intersistemiche

Trade-off/ rischi polarizzazione



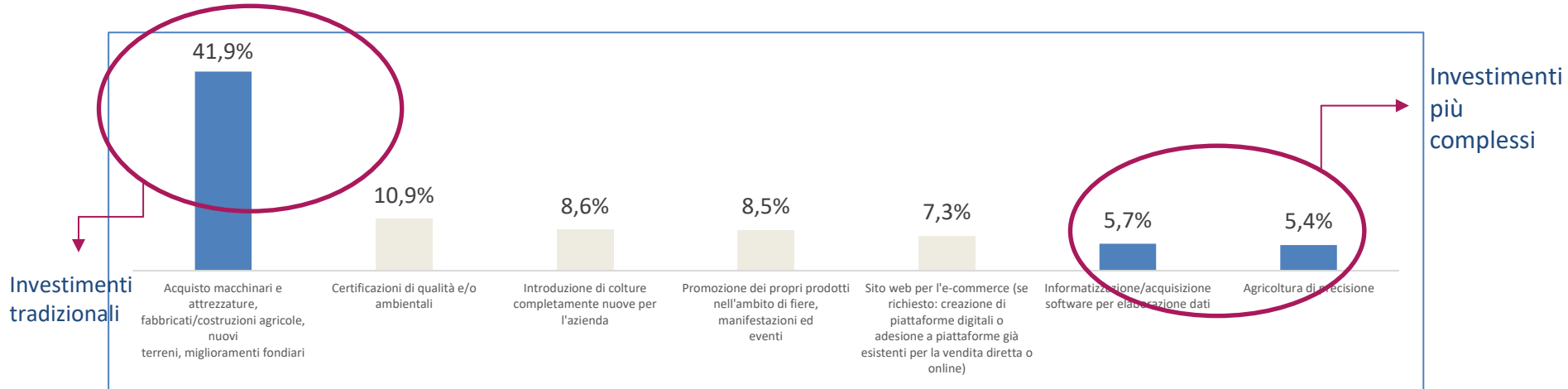
Nonostante l'approccio conservativo, le conseguenze sul modello di business e sulle routine di lavoro possono essere **TRASFORMATIVE** in funzione di:

- Caratteristiche di impresa
- Caratteristiche delle tecnologie adottate

Elaborazioni proprie su letteratura relativa a digital agriculture

Investimenti in digitalizzazione

Negli ultimi 3 anni ha effettuato i seguenti investimenti?



La metà delle aziende almeno un investimento

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Il modello

Utilizzando un *modello logit ordinato*, si stima la probabilità che l'impresa realizzi un investimento con diversi livelli di complessità. Assumendo l'esistenza di una propensione latente influenzata da specifici *drivers*:

$$y_j^* = \beta_1 x_{\{1j\}} + \beta_2 x_{\{2j\}} + \dots + \beta_k x_{\{kj\}} + u_j$$

Dato il coefficiente delle covariate x_{ij} e che la variabile osservata y_j dipende da determinate soglie (*cutpoints*):

$$y = \begin{cases} 0: \text{nessun investimento } (y_j^* < k_1) \\ 1: \text{investimento tradizionale } (k_1 \leq y_j^* < k_2) \\ 2: \text{investimento complesso } (y_j^* \geq k_2) \end{cases}$$

Il modello stima i coefficienti β e le soglie (*cutpoints*) k_1 e k_2 che separano i diversi livelli di complessità:

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Risultati

DRIVERS CHE AUMENTANO LA PROPENSIONE A EFFETTUARE INVESTIMENTI COMPLESSI

- ✓ Dimensione di impresa: grandi avvantaggiate rispetto a tutte le altre (nessuna differenza significativa tra medie e piccole)
 - ✓ Essere *market-oriented*, domandare lavoro e diversificare
 - ✓ Continuità familiare solida
 - ✓ Essere agricoltori giovani e istruiti
-
- x Differenze non significative tra settori, tranne parzialmente vitivinicoltura (10%)
 - x Nessuna differenza di genere

Studio IRPET basato su indagine a 1300 imprese agricole (2023)

Primi risultati sull'impatto della misura ACA 24

Misura 4.1.1: Investimenti

Fino al 90% dei costi ammissibili

	Titolo sottomisura/tipo di operazione	Finalità principale	Esempi di operazioni/interventi
4.1	Sostegno a investimenti nelle aziende agricole	Migliorare redditività e competitività delle aziende	Acquisto macchinari, trattori, mietitrebbie, sistemi di agricoltura di precisione, recinzioni, sistemi di allerta e videosorveglianza
4.1.1	Investimenti per la redditività e competitività	Ammodernamento e innovazione tecnologica	Attrezzature innovative, sistemi di guida satellitare, droni, sensori

ACA24: Piattaforme

Premio a superficie, impegno quinquennale

Azione	Requisiti di impegno	Obiettivi	Strumenti richiesti
<i>Difesa fitosanitaria di precisione</i>	<ul style="list-style-type: none">- Utilizzo di sistemi di supporto decisionale (DSS) basati su dati meteo e sensori- Registrazione e tracciabilità degli interventi- Applicazione dei trattamenti solo quando necessari	<ul style="list-style-type: none">- Ridurre l'uso di prodotti fitosanitari- Limitare l'impatto ambientale- Migliorare la salute delle colture	<ul style="list-style-type: none">- Centraline meteo- Sensori di campo- Software DSS- Sistemi di mappatura
<i>Irrigazione di precisione</i>	<ul style="list-style-type: none">- Monitoraggio dell'umidità del suolo e dei parametri climatici- Pianificazione irrigua basata su dati oggettivi- Documentazione delle pratiche adottate	<ul style="list-style-type: none">- Ottimizzare l'uso dell'acqua- Ridurre sprechi idrici- Aumentare resilienza ai cambiamenti climatici	<ul style="list-style-type: none">- Sensori di umidità- Centraline di controllo- Mappe di vigore- Sistemi di irrigazione a rateo variabile
<i>Fertilizzazione di precisione</i>	<ul style="list-style-type: none">- Distribuzione mirata dei fertilizzanti- Analisi periodiche del suolo e delle piante- Registrazione dei quantitativi distribuiti	<ul style="list-style-type: none">- Ridurre l'apporto di nutrienti in eccesso- Limitare inquinamento da nitrati e fosfati- Migliorare efficienza produttiva	<ul style="list-style-type: none">- Macchine a rateo variabile- Mappe di prescrizione- Software di gestione- Laboratori di analisi del suolo

Focus group con provider di servizi digitali, policy makers, agenzie regionali, associazioni di categoria (26 partecipanti)

13 interviste ad aziende beneficiarie ACA24 (elevata eterogeneità)

Analisi comparata, sintesi e prospettive per il futuro

Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Risultati: valutazione di impatto dell'ACA24 (1)

Benefici immediati

- **Risparmio sui mezzi tecnici** (15–25%, fino al 30% in annate stabili)
- **Riduzione ore macchina** (10–20%)
- **Ottimizzazione del lavoro e della manodopera**
- **Migliore allocazione delle risorse e riduzione degli errori decisionali**

Criticità trasversali

- **Interoperabilità scarsa tra piattaforme, software, macchine e dispositivi**
- **Connettività**
- **Sensoristica fragile** (manutenzione costosa e spesso non gestibile internamente)
- **Frammentazione fondiaria/difficoltà organizzative**
- **Complessità burocratiche**
- **Carico cognitivo**



FATTORI ABILITANTI



- **Tecnologico** (standard comuni, assistenza)
- **Organizzativo** (competenze e governance)
- **Decisionali** (consulenza evoluta, formazione continua)
- **Economici** (sostegno integrato)
- **Relazionali** (rete e condivisione)
- **Monitoraggio continuo**

Brunori, G., Mariani, M., Santini, C., Turchetti, S. (2025). Digitalizzazione dell'agricoltura in Toscana. Primi risultati dello studio sugli interventi per l'agricoltura di precisione

Livello di maturità digitale delle imprese

Basso

La digitalizzazione si manifesta soprattutto nei processi obbligatori o attraverso strumenti minimi, senza che si crei una vera continuità di flusso informativo



Medio

- Adozione selettiva guidata dai processi che offrono un ritorno immediato e tangibile
- Integrazione parziale
- Natura esplorativa, rischio overload cognitivo



Elevato

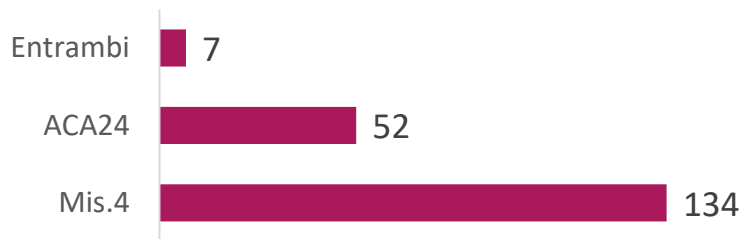
Presenza simultanea di DSS, sensoristica diffusa, piattaforme integrate e macchine 4.0 → il digitale non come elemento aggiuntivo, ma parte strutturale del sistema gestionale

L'analisi complessiva mostra che la maturità digitale non è determinata unicamente dalla dimensione fisica o economica, ma dipende da una combinazione di fattori: la cultura aziendale, la predisposizione all'innovazione, la capacità di affrontare la complessità tecnologica, la disponibilità di persone formate e la natura del territorio in cui si opera.

Implicazioni di policy

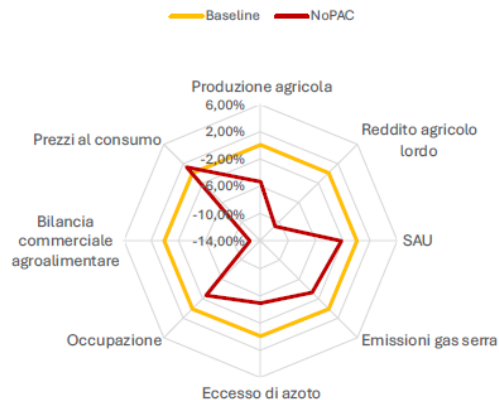
- La digitalizzazione è un'opportunità strategica per l'agricoltura toscana considerando le difficoltà del settore, gli obiettivi ambientali richiesti e i benefici legati all'adozione di queste tecnologie
- La diffusione di queste tecnologie è frenata da barriere strutturali significative e può comportare un rischio di peggioramento della polarizzazione già molto evidente nel sistema produttivo della Toscana.
- Allo stato dell'arte, l'evidenza quantitativa mostra che la dimensione di impresa è la determinante principale che guida il processo di adozione, seppure legata a una solida base familiare. Tuttavia, dall'evidenza qualitativa emerge che la maturità digitale dipende anche dalla combinazione di diversi fattori
- La costruzione di un ecosistema digitale localmente definito per soluzioni *context-specific* e il ruolo guida delle istituzioni per la governance del processo sono cruciali

Il policy mix regionale, seppure ancora non sufficientemente integrato, va nella direzione giusta, ma va rafforzato con interventi mirati per **dimensione e maturità tecnologica**, sostegno allo **sviluppo di (nuove) competenze, promozione della collaborazione** tra ricerca, istituzioni e agricoltori, e attenzione alle ricadute **dell'incognita PAC** sul finanziamento pubblico futuro.

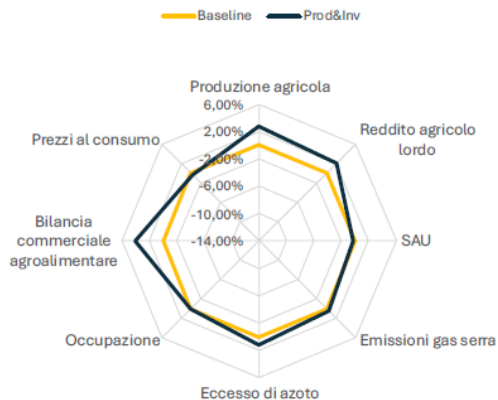


L'incognita PAC

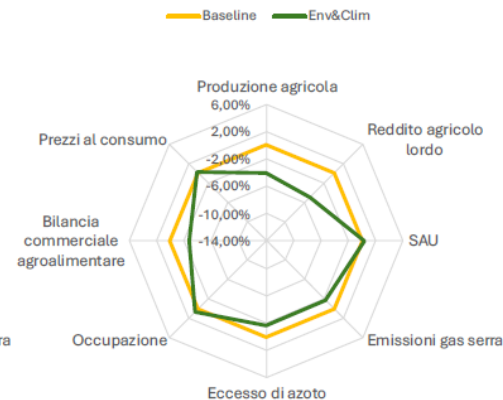
Variazioni NoPAC vs. baseline



Variazioni Prod&Inv vs. baseline



Variazioni Env&Clim vs. baseline



Indicatore	Baseline	NoPAC
Produzione agricola	0,00%	-5,40%
Reddito agricolo lordo	0,00%	-11,00%
SAU	0,00%	-2,20%
Emissioni gas serra	0,00%	-3,30%
Eccesso di azoto	0,00%	-4,90%
Occupazione	0,00%	-2,80%
Bilancia commerciale agroalimentare	0,00%	-12,40%
Prezzi al consumo	0,00%	1,35%

Indicatore	Baseline	Prod&Inv
Produzione agricola	0,00%	2,70%
Reddito agricolo lordo	0,00%	2,00%
SAU	0,00%	-0,20%
Emissioni gas serra	0,00%	0,50%
Eccesso di azoto	0,00%	1,20%
Occupazione	0,00%	0,10%
Bilancia commerciale agroalimentare	0,00%	4,10%
Prezzi al consumo	0,00%	-0,36%

Indicatore	Baseline	Env&Clim
Produzione agricola	0,00%	-4,00%
Reddito agricolo lordo	0,00%	-5,00%
SAU	0,00%	0,30%
Emissioni gas serra	0,00%	-1,70%
Eccesso di azoto	0,00%	-1,70%
Occupazione	0,00%	0,70%
Bilancia commerciale agroalimentare	0,00%	-2,80%
Prezzi al consumo	0,00%	0,34%

Ferrari, G.M., Francescone, M., Carriero, M. (2025). Contributi analitici al dibattito sulla Politica agricola comune dell'UE basati su "Scenar 2040" (JRC). Documento ISMEA realizzato nell'ambito del programma della Rete Nazionale della PAC 2025-2027