



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. **AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE**

Corso di laurea in **SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE**

**DIFFUSIONE DELLE TECNOLOGIE DI MAPPATURA
SATELLITARI IN AGRICOLTURA: POTENZIALE E
PROSPETTIVE**

RELATORE:

Dott. Francesco Marinello

LAUREANDO:

Giacomo Pregolato

Matricola n. 1115247

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

RIASSUNTO

L'agricoltura di precisione prevede l'impiego di avanzate tecnologie elettroniche e informatiche al fine di massimizzare l'efficacia di trattamenti e lavorazioni in pieno campo, principalmente tramite l'utilizzo di sensori che rendono possibili stime accurate dei parametri del suolo o della coltura, di grande interesse agronomico.

Nel mondo dell'agricoltura meccanizzata una delle tecnologie a più alto impatto è sicuramente il telerilevamento satellitare, sviluppato a partire dagli anni '60 e reso disponibile negli anni '90 sul mercato civile. Solo negli ultimi anni si osserva una progressiva diffusione nel suo impiego e un crescente interesse da parte dell'utenza in campo.

L'obiettivo di questa ricerca è quello di analizzare l'attuale diffusione e utilizzo di tali tecnologie da parte delle eterogenee realtà agricole venete, determinando i loro punti di forza primari e le principali debolezze o eventuali ostacoli alla loro adozione; a tal proposito le informazioni sono state ottenute tramite l'invio di questionari agli utenti, che hanno risposto a una serie di domande mirate a comprendere il rapporto che hanno sviluppato con queste tecnologie nel mondo del lavoro.

Le risposte ottenute evidenziano un forte consenso sull'utilità di tali strumenti, a prescindere dalla coltura; è condivisa l'opinione secondo la quale si verifica un incremento dell'efficienza produttiva con conseguente riduzione delle spese e massimizzazione del raccolto.

I risultati però dimostrano anche come i limiti di queste tecnologie risiedano in svariati punti, anche se non sempre condivisi da tutti gli utenti, ma spesso riconducibili ai costi ancora inaccessibili per le piccole imprese e alla difficoltà di impiego di mezzi tecnologici avanzati da parte di utenti non formati oppure di età avanzata e spesso meno pratica di informatica.

ABSTRACT

Precision farming involves the use of advanced electronic and computer technologies in order to maximize tillage and crop fertilization effectiveness, mainly using digital sensors, granting accurate estimates of soil parameters of great agronomic interest.

In the world of mechanized agriculture, one of the most influential technologies is, without a doubt, the G.P.S. imaging and guidance, which has seen its early development in the 60s and its distribution to the population in the 90s. As of today, we are witnessing a growing interest by users in the field.

The objective of this research is to analyze the current diffusion and actual use of these technologies by the heterogeneous agricultural realities of the Veneto region of Italy, and to assess their primary strengths and main weaknesses or any possible barriers to their adoption. To this end, we gathered information by sending questionnaires to users, who answered a list of questions in order for us to understand the relationship they have developed with these technologies in the workplace.

The obtained data shows a consensus on the usefulness of these tools, regardless of the crop; the most shared opinion is that there's an actual increase in production efficiency and the resulting reduction in product expenses and the maximization of the harvest yield.

However, the results also show that, as of today, these technologies have precise limits, which may vary according to different users, but it's usually a matter of costs, which may be prohibitive to small businesses, moreover some users reported some pretty steep learning curves when dealing with such advanced machines.

SOMMARIO

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
SOMMARIO	3
CAPITOLO 1	5
INTRODUZIONE	5
1.1 Introduzione	5
1.2 Il presente lavoro	7
CAPITOLO 2	8
GLI ATTORI DELL'AGRICOLTURA.....	8
DI PRECISIONE IN ITALIA	8
2.1 Le tecnologie disponibili.....	8
2.2 Chi usufruisce delle tecnologie	9
2.3 Chi offre servizi di formazione e politiche di supporto	9
CAPITOLO 3	11
ANALISI ATTRAVERSO QUESTIONARIO	11
3.1 Descrizione del campione	11
3.2 Impieghi delle tecnologie in agricoltura.....	12
3.3 Incentivi e ostacoli.....	17
CAPITOLO 4	21
CONCLUSIONI	21
BIBLIOGRAFIA.....	24

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

1.1 Introduzione

Sviluppato dal DOD Statunitense a partire dagli anni 60 per scopi militari e aerospaziali, il Global Positioning System (GPS) ha giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo di tecnologie chiave in innumerevoli ambiti della vita quotidiana sin dalla sua commercializzazione negli anni 90. Si tratta di un sofisticato sistema digitale in grado di offrire precisi dati di posizione sulla superficie terrestre attraverso l'interazione con una rete di satelliti artificiali in orbita.



Figura 1.1: Satellite Block IIF usato durante lo sviluppo della rete GPS

Il mercato vede uscire le prime unità GPS portatili nel 1989, rendendo accessibili le informazioni di localizzazione globale per uso commerciale e civile al pubblico generale, sebbene con deliberati limiti alla reale precisione. Il sistema infatti degradava intenzionalmente la qualità del segnale per evitare utilizzi fraudolenti e permetteva una precisione dell'ordine di 900 metri circa. Il limite viene rimosso dal Maggio 2000, in favore di misure di sicurezza basate su parametri che permetteranno una precisione dell'ordine di pochi metri, fino ad arrivare a pochi centimetri ai giorni nostri.

La pratica dell'agricoltura di precisione, presente dagli anni 70, ha giovato enormemente dell'introduzione del sistema, permettendo la correlazione di raccolta dati in campo e precise informazioni sulla posizione in tempo reale, consentendo l'analisi di grandi quantità di dati geo-spaziali e l'operazione in sinergia di tutti i macchinari in azienda.

Le applicazioni più comuni sono la pianificazione e la mappatura dei campi coltivati, il campionamento del terreno, il monitoraggio delle colture e la guida assistita dei mezzi durante la maggior parte delle lavorazioni in campo come l'aratura, la semina, la fertilizzazione e l'irrorazione di prodotti fitosanitari.

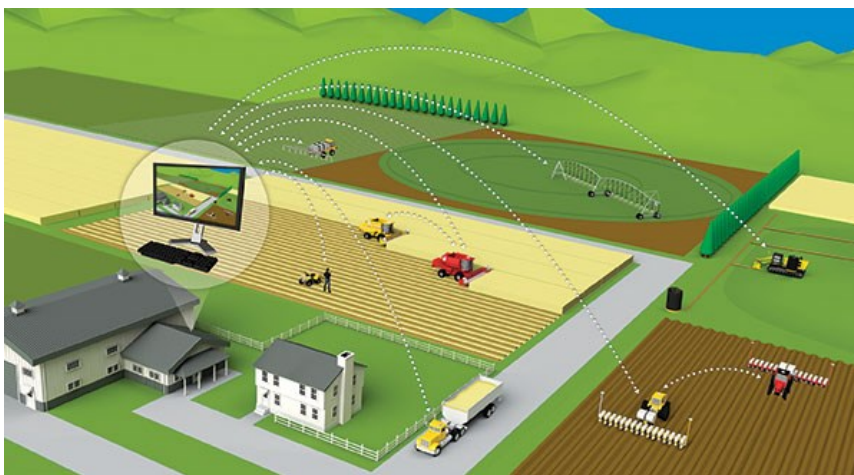


Figura 1.2: Esempio di azienda agricola con gestione centralizzata

In concomitanza con gli evidenti benefici economici, derivanti dall'incremento dell'efficienza degli interventi in pieno campo e la conseguente riduzione degli sprechi grazie a scelte informate da parte dell'agricoltore, queste tecnologie offrono l'opportunità di ridurre l'impatto ambientale del settore, sempre più mirato allo sviluppo sostenibile e il rispetto del territorio.

Il telerilevamento satellitare in agricoltura originariamente trova maggior impiego nelle grandi colture estensive americane, dove l'incremento di efficienza, seppur marginale, facilmente giustifica i costi di adozione, ma negli ultimi anni ci si sta chiedendo in che misura queste tecnologie possano essere introdotte o migliorate in realtà caratterizzate da estensioni più contenute, come il frammentario ed eterogeneo territorio italiano, e quali siano i principali ostacoli alla loro diffusione capillare.

L'avanzamento tecnologico mondiale e i cambiamenti climatici richiedono una progressiva e costante innovazione delle pratiche agronomiche, dove la competitività dell'azienda agricola deve procedere di pari passo con la sostenibilità ambientale senza precludersi a vicenda, pena la sicurezza alimentare presente e futura e la crescente dipendenza dai mercati esteri.

1.2 Il presente lavoro

Gli obiettivi principali di questa tesi consistono nella raccolta e analisi di dati in grado di descrivere e schematizzare la percezione dei soggetti coinvolti in merito all'attuale e potenziale utilizzo delle tecnologie digitali in campo e di come le tecnologie satellitari si rapportino a queste ultime; a tal proposito è stato presentato un questionario sia in via telematica che telefonica, oppure talvolta di persona, a un panel di soggetti con ampia diversità di esperienza nel mondo agricolo.

Si è dapprima tentato di capire quale fosse l'attuale diffusione dei sistemi informatici digitali e satellitari attraverso quesiti a risposta multipla o aperta, nei quali gli intervistati elencavano, secondo la loro opinione, in che colture fosse più marcata una presenza tecnologica digitale. Successivamente è stato sondato il potenziale di sviluppo che caratterizza queste tecnologie, definendo le prospettive future di diffusione percepite dall'utenza, includendo inoltre pareri sull'ampiezza dell'area agricola attualmente gestita digitalmente e potenzialmente mappata/informatizzata.

Il questionario ha poi indagato sulle opinioni degli utenti riguardo i principali punti di forza e i più grandi benefici portati dalle tecnologie digitali e satellitari, per comprendere quali siano gli incentivi fondamentali che un'azienda agricola valuta maggiormente nel momento della decisione di investire in questi strumenti. Sono stati esaminati inoltre le opinioni sui requisiti minimi ritenuti necessari per giustificare l'adozione (come ad esempio le dimensioni d'azienda) e i maggiori ostacoli alla diffusione, ovvero gli aspetti negativi che potrebbero scoraggiare l'imprenditore agricolo a investire in direzione della cosiddetta agricoltura 4.0

CAPITOLO 2

GLI ATTORI DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE IN ITALIA

2.1 Le tecnologie disponibili

Tra le tecnologie più diffuse troviamo i sistemi di supporto alle decisioni (DSS), piattaforme informatiche in grado di elaborare grandi quantità di dati offerti da sensori in campo o su mezzi e da appositi modelli previsionali, che rilevano condizioni quali lo stato di umidità della coltura, la sua fenologia e le relative avversità.



Figura 2.1: Sensori a infrarossi Claas montati su mezzo (sinistra) e dettaglio del sensore (destra)

Produttori come Fendt, Claas, KWS, New Holland e John Deere già da anni si interessano di agricoltura di precisione, integrando una vasta gamma di sistemi informatici e sensori sui propri prodotti, sviluppando al contempo software proprietari in grado di interfacciare l'agricoltore con i dati rilevati in campo e assisterlo nella guida dei mezzi in pieno campo. Le possibili applicazioni includono la semina variabile, la concimazione, i trattamenti e l'irrigazione di precisione.

È inoltre sempre più richiesto il montaggio di sistemi di guida e di rilevamento satellitare; tra i fornitori di tecnologie di posizionamento più conosciuti troviamo nomi come le multinazionali Topcon Agricolture o Trimble Navigation (distribuita in Italia

da Spektra), specializzati sulla ricerca e lo sviluppo di software GNSS (Global Navigation Satellite System), integrando nell'agricoltura di precisione le tecnologie di rilevamento più avanzate.



Figura 2.2: Seminatrice di precisione KWS accoppiata a sistema di guida satellitare John Deere (montata su tettuccio)

2.2 Chi usufruisce delle tecnologie

Le nuove metodologie agricole vedono il loro bacino di utenza principale nelle aziende agricole e nei contoterzisti, dove si trovano le figure del proprietario d'azienda e dell'operatore di mezzi per la lavorazione del terreno coltivato e la gestione dei trattamenti. Le aziende agricole possono decidere di acquistare nuovi mezzi e sistemi digitali, oppure di optare per un noleggio a breve o lungo termine di macchinari e/o servizi, rivolgendosi appunto alla figura del contoterzista. Il contoterzista offre un servizio di lavorazioni meccaniche in campo con mezzi propri, rendendo di fatto economicamente accessibile l'uso di macchinari estremamente costosi per un'azienda di ridotte dimensioni. Anche la figura dell'agronomo si vede interessata dalle tecnologie digitali, potendo avere accesso a ingenti moli di dati in tempo ridotto, di facile consultazione e comunicazione all'agricoltore, ovviamente alzando il livello di qualità delle decisioni in campo.

2.3 Chi offre servizi di formazione e politiche di supporto

Sono al momento disponibili corsi di formazione allo scopo di preparare il personale di azienda all'uso efficace dei mezzi digitali, spesso offerti da istituti tecnici in collaborazione con le associazioni di categoria (come ad esempio l'UNCAI, l'Unione Nazionale Contoterzisti Agromeccanici e Industriali) e promossi dalla regione. Lo

scopo è il miglioramento delle competenze degli operatori per uno sviluppo produttivo, economico e sociale delle imprese agricole, con l'accento sui principi di agricoltura sostenibile e tutela dei consumatori.

CAPITOLO 3

ANALISI ATTRAVERSO QUESTIONARIO

3.1 Descrizione del campione

Sono stati incluse circa 80 persone, dall'età media di 36 anni, da un minimo di 24, fino a un massimo di 72 anni. L'esperienza lavorativa media dell'intero gruppo si aggira attorno a una media (molto variabile) di 10 anni.

Tra le categorie a cui è stato sottoposto il questionario si trovano in maggioranza i fornitori di servizi digitali per l'agricoltura (20%) seguiti a breve distanza da proprietari di aziende (18%), rivenditori, produttori o rappresentanti di macchinari, impianti e attrezzature (15%) e consulenti e agronomi (12%). In misura minore ma pur sempre rappresentativa si osservano le associazioni di categoria (7%), università e istituti di ricerca (6%), istituti di informazione e formazione tecnico professionale (5%), fornitori di input agronomici (consorzi, 5%), contoterzisti (4%), figure in ambito assicurativo (2%) e in ambito della GDO dei prodotti agricoli (1%).

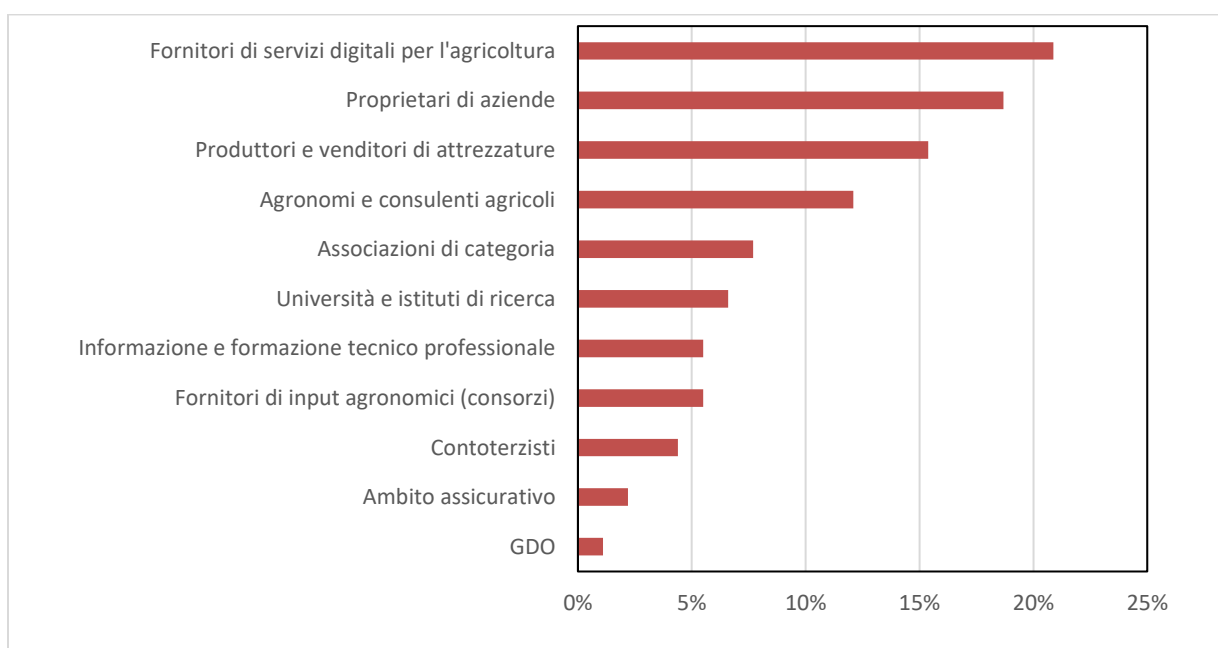


Figura 3.1: Caratterizzazione del campione di persone intervistate

3.2 Impieghi delle tecnologie in agricoltura

La quasi totalità dei soggetti coinvolti (93%) ritiene che al momento sia la cerealicoltura a vedere il maggior impiego di tecnologie digitali per l'agricoltura di precisione, mentre una persona su tre ritiene che anche la viticoltura sia largamente interessata da queste tecniche.

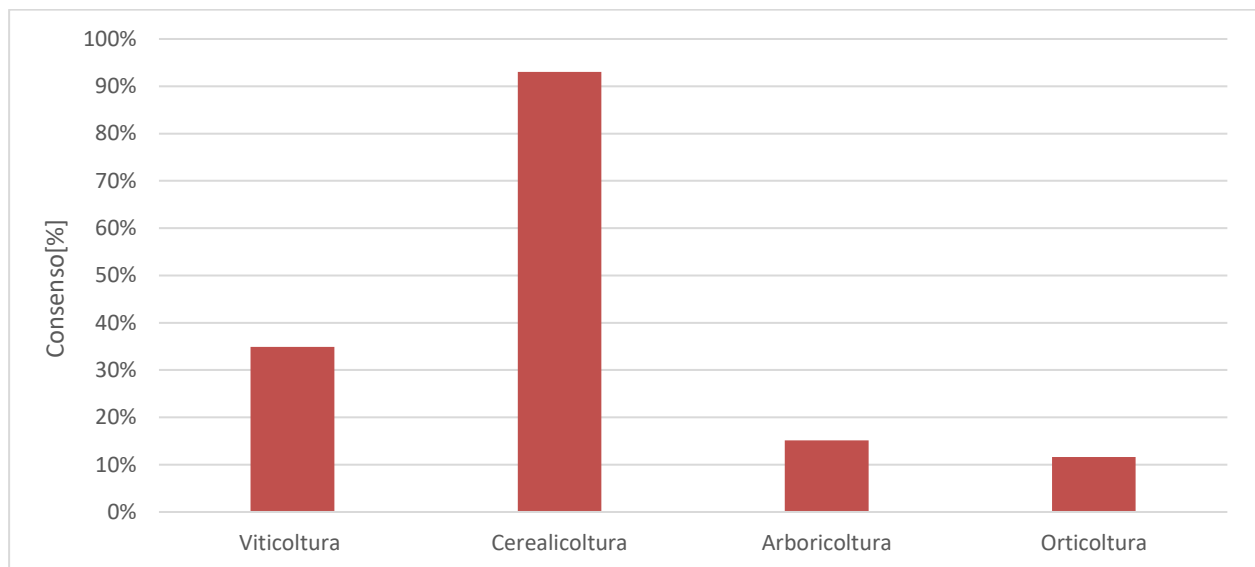


Figura 3.2.1: Ambiti di maggior potenziale di adozione di tecnologie informatiche

Se chiesto di specificare tipo di tecnologia digitale attualmente più utilizzato, le opinioni si sono divise principalmente tra sistemi di supporto alle decisioni (DSS) e tecnologie di guida satellitare sui mezzi agricoli.

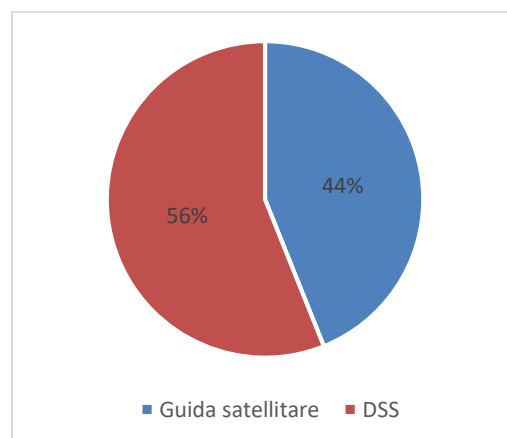


Figura 3.2.2: Categorie di tecnologia più menzionate

Di seguito invece in figura 3.2.3 la percezione della potenziale diffusione delle tecnologie digitali e satellitari. I dati ottenuti seguono una tendenza simile a quella del grafico in figura 3.2.1, a segnalare con probabilità che gli ambiti agricoli già maggiormente digitalizzati segnalano allo stesso tempo il maggior potenziale di sviluppo, offrendo ampio margine di respiro per un'eventuale diffusione futura di tecnologie sia digitali che satellitari in simile misura.

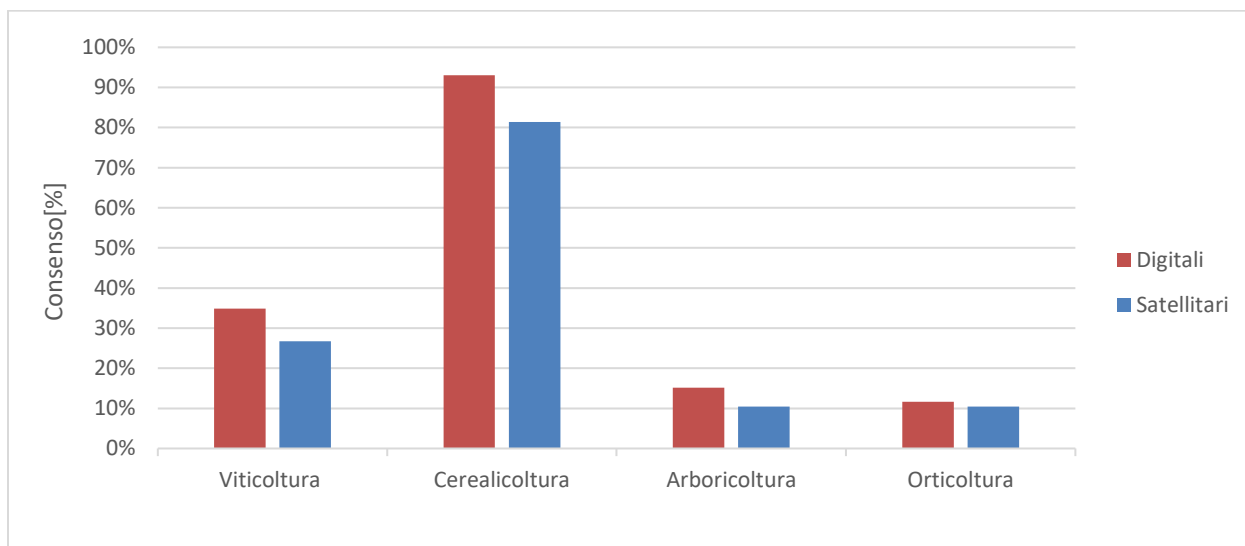


Figura 3.2.3: Ambiti con maggior potenziale di adozione di tecnologie digitali

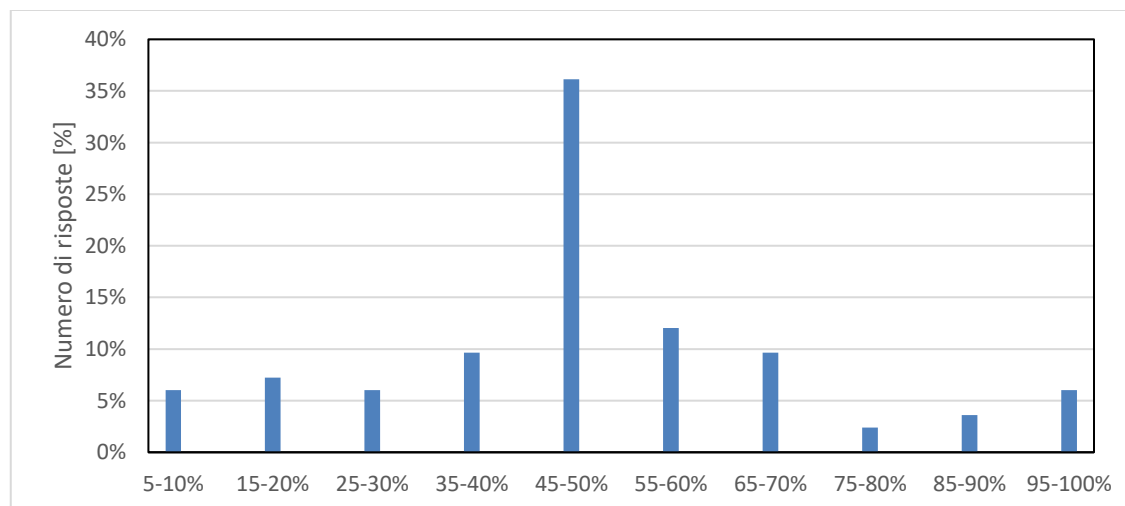


Figura 3.2.4: Area agricola che potrebbe beneficiare delle tecnologie di mappatura[%]

Successivamente il questionario cerca di sondare la percezione riguardo alla percentuale di area che potrebbe potenzialmente essere interessata dall'uso di

tecnologie digitali e in particolare satellitari, per poi comprendere quali possano essere le dimensioni ottimali d'azienda per giustificare l'investimento.

Due terzi delle risposte hanno restituito percentuali che vanno dal 35% al 70% delle aree coperte. Secondo una persona su tre, almeno il 50% delle aree sarebbe mappabile in modo vantaggioso con tecnologie satellitari (Figura 3.2.4).

L'area attualmente gestita invece (Figura 3.2.5) è percepita tra il 5% e il 12% ed è solo una piccola minoranza (5-6%) a ritenere che questa percentuale sia maggiore del 30%.

L'8% ritiene che l'uso di tecnologie informatiche sia inferiore al 4% della superficie agricola utilizzata.

L'opinione generale è quella che si tratti di un approccio ancora molto limitato.

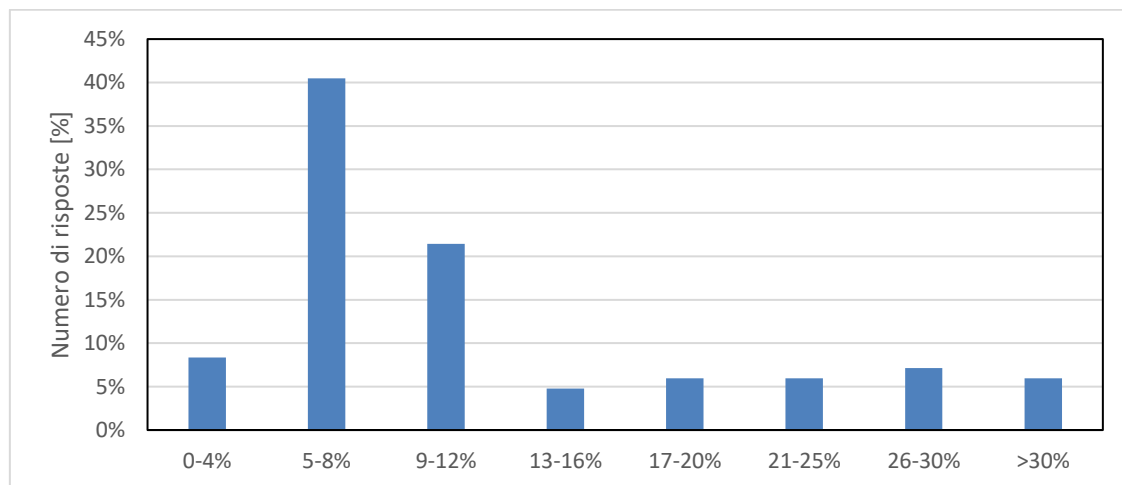
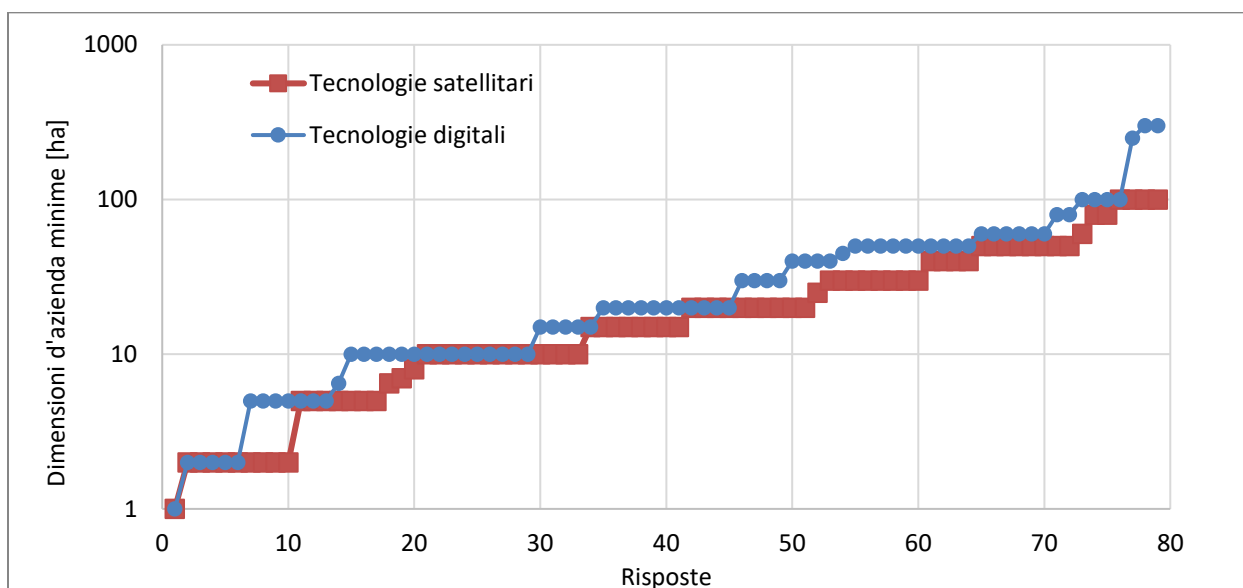


Figura 3.2.5: Area agricola che sta attualmente beneficiando di tecnologie di mappatura [%]

Il questionario indaga anche sui requisiti minimi di dimensione che un'azienda agricola deve rispettare affinché venga giustificata l'adozione di tecnologie digitali e nello specifico di tecnologie di mappatura satellitare, con l'obiettivo di esaminare la percezione che quest'ultime offrono quando confrontate con altri strumenti informatici.

Le risposte hanno evidenziato una minor area minima necessaria per gli strumenti digitali in generale, mentre il consenso generale vede le tecnologie di mappatura satellitare diventare efficaci su aziende di più grandi dimensioni. In media è stata data una dimensione di circa 25 ha per l'utilizzo delle tecnologie digitali, mentre per le mappature satellitari di circa 40 ha. (Figura 3.2.6)



Secondo i dati forniti dagli utenti, l'attuale impiego delle tecnologie satellitari in particolare riporta dati simili al sondaggio precedente, ma con un accento sul controllo dei parametri in campo e la loro miglior gestione. (Figura 3.2.8)

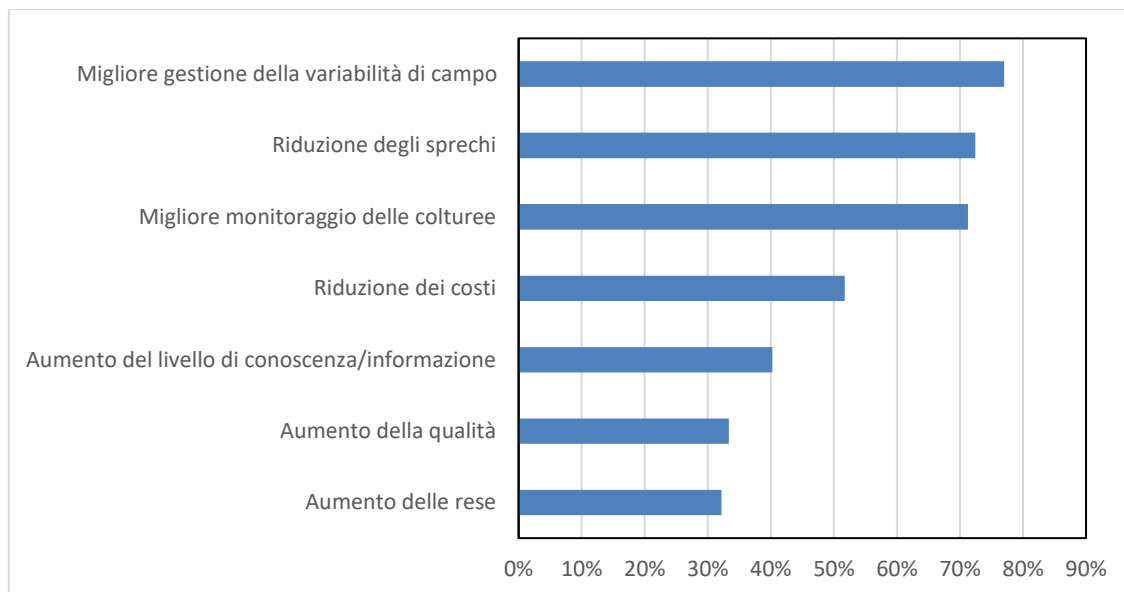


Figura 3.2.8: Benefici portati da tecnologie satellitari percepiti

È stato poi chiesto quale fosse per i soggetti coinvolti l'uso più comune delle tecnologie di mappatura, segnalando una spiccata presenza in lavorazioni come la fertilizzazione, la semina, la gestione dei trattamenti fitosanitari e d'irrigazione. In minor misura nelle operazioni di raccolta differenziale, comunicazione di dati, lavorazioni del suolo e perizie assicurative. (Figura 3.2.9)

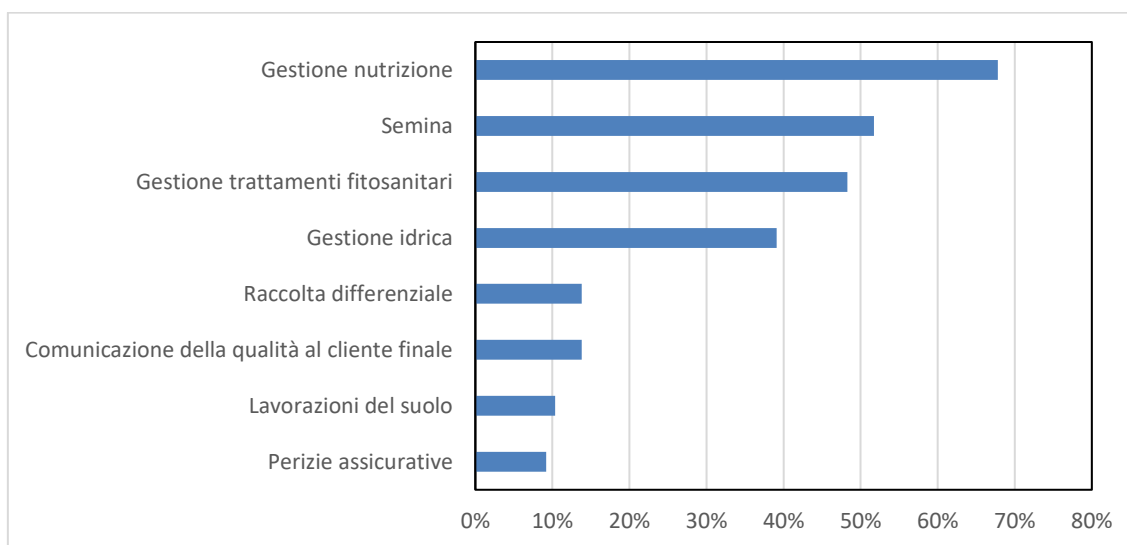


Figura 3.2.9: Ambito d'utilizzo più comune per tecnologie di mappatura

3.3 Incentivi e ostacoli

I soggetti coinvolti hanno poi elencato in una serie di domande aperte le proprie opinioni riguardanti i principali fattori o caratteristiche d'azienda che incentiverebbero l'adozione di tecnologie digitali e/o satellitari in campo, per poi passare agli eventuali ostacoli.

Basando la stesura e l'analisi dei dati sui grafici sulla base di parole chiave ricorrenti nelle risposte del questionario, risulta che tra i maggiori fattori di spinta per quanto riguarda le tecnologie digitali in generale troviamo la riduzione dei costi e l'aumento dell'efficienza delle lavorazioni in generale, dove si trova d'accordo tra il 25% e il 38% circa degli intervistati.

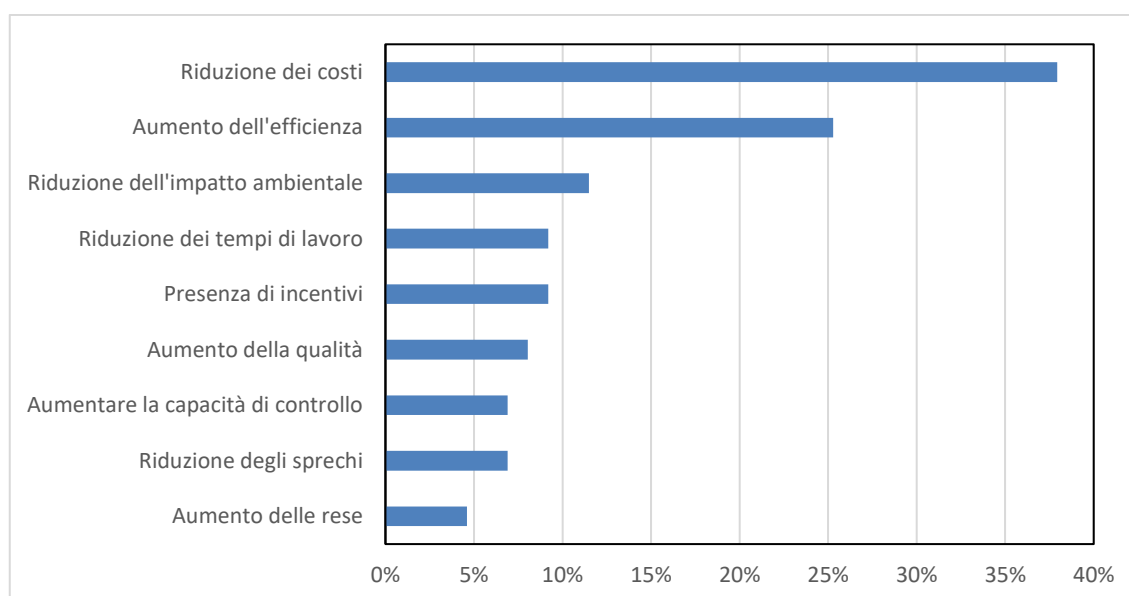


Figura 3.3.1: Incentivi all'adozione di tecnologie digitali secondo gli utenti

Successivamente sono stati specificati fattori riconducibili alle prime due categorie, come la riduzione dei tempi di lavoro (9%), l'aumento della qualità delle lavorazioni (8%), un migliore controllo dei parametri in campo (7%), la riduzione degli sprechi (7%) e l'aumento delle rese (4%).

Almeno 3/4 degli intervistati vede nell'adozione di tecnologie digitali un chiaro beneficio economico. Solo una persona su dieci ha indicato la riduzione dell'impatto ambientale come forza di spinta all'investimento e il 9% ritiene che la presenza di

incentivi statali/europei risulterebbe in una maggiore percentuale di adozione. (Figura 3.3.1)

Il quesito successivo riguardava quali fossero i principali fattori che possono spingere un'azienda ad adottare tecnologie di mappatura satellitare.

La passione per le nuove tecnologie sembra ricoprire un ruolo determinante per più della metà degli intervistati, seguita dalle necessità imposte dai cambiamenti climatici, dall'eventuale presenza di incentivi statali/europei e un bilancio aziendale in attivo.

Inoltre per un 10-20% i fattori riguardano l'aumento dell'incertezza e l'adozione da parte delle aziende vicine, generando competitività. (Figura 3.3.2)

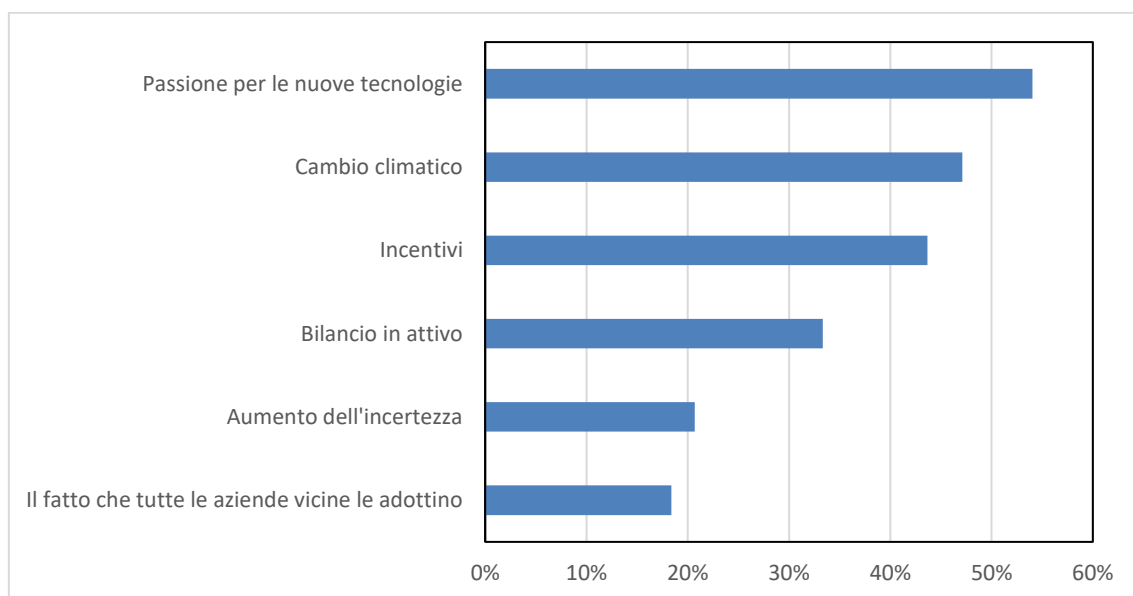


Figura 3.3.2: Fattori di spinta all'adozione di tecnologie di mappatura satellitare

Esistono oltre a ciò, secondo gli utenti, delle condizioni necessarie affinché un'azienda possa adottare sistemi di mappatura satellitare.

Tra le opinioni più comuni (più del 40%, fino al 70% dei consensi) si osserva: la propensione/predisposizione agli strumenti tecnologici e alle innovazioni (spesso correlato alla giovane età dell'utente e/o alla passione nei confronti della tecnologia), la disponibilità di sistemi di facile utilizzo per analisi dei dati e conversione di questi ultimi in decisioni, la necessità di dimensioni aziendali sufficientemente ampie e la disponibilità di consulenti specializzati e tecnici di supporto.

Altri fattori (con percentuale di consensi tra il 15% e il 35%) possono essere la disponibilità di corsi di formazione periodici, la presenza di incentivi fiscali, l'alta redditività della coltura, la gratuità del servizio, la presenza di elevata variabilità in campo e la disponibilità di materiale informativo e/o formativo online. (Figura 3.3.3)

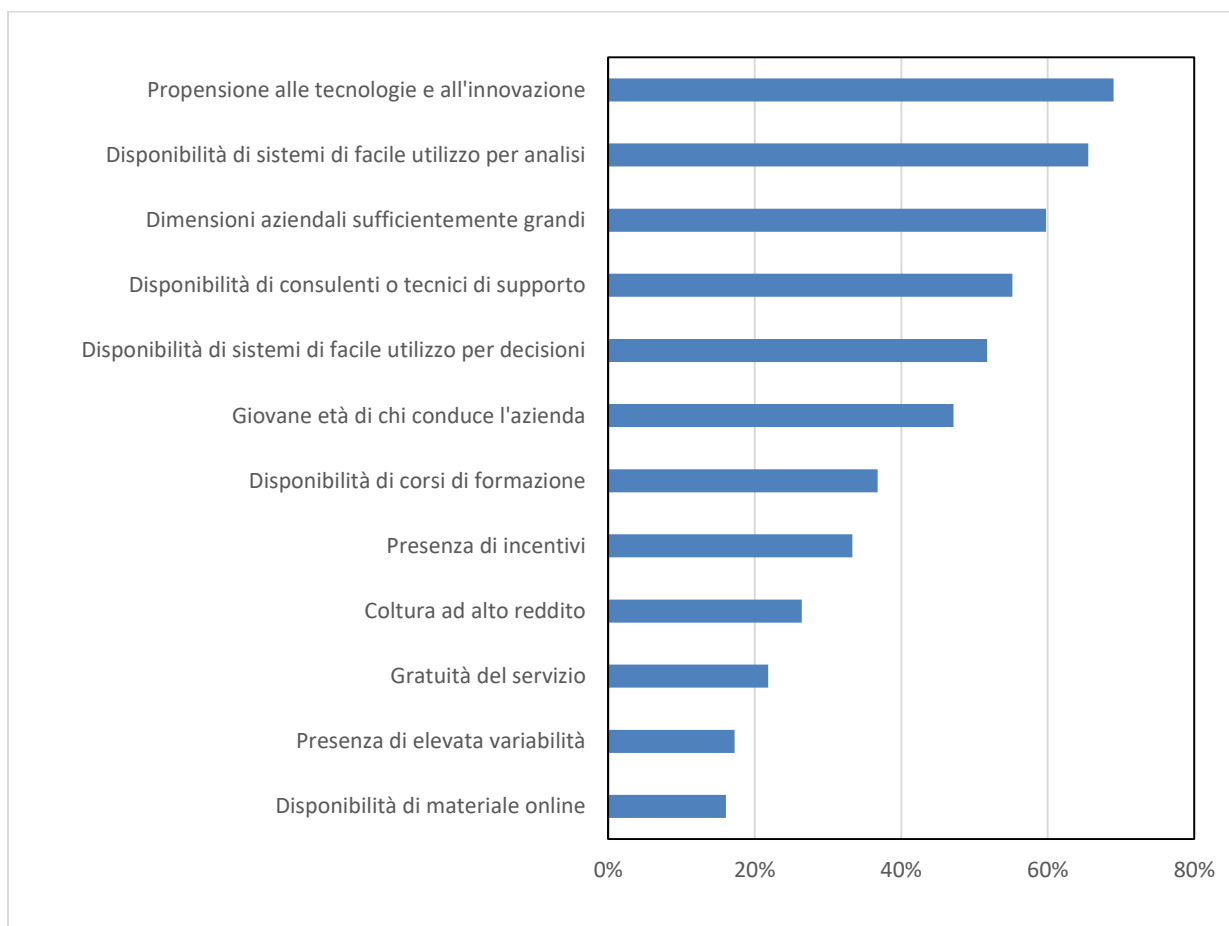


Figura 3.3.3: Condizioni necessarie al successo dell'introduzione di tecnologie digitali

Fra i maggiori ostacoli all'adozione delle tecnologie digitali e satellitari sono stati segnalati fattori in larga parte condivisi dalla maggior parte degli utenti.

I costi di produzione sono considerati dal 50% degli utenti il maggior fattore disincentivante al momento della decisione di investire in questo campo, in misura quasi uguale (49%) alla mancanza di personale formato o in generale più flessibile in ambito di apprendimento per un utilizzo rapido ed efficace, spesso a causa dell'età avanzata, dalla scarsa reperibilità della documentazione necessaria o dalla carenza di corsi formativi mirati.

Contemporaneamente una persona su tre ritiene che vi sia una certa diffusione di diffidenza nei confronti delle tecnologie avanzate, talvolta riconducibile alla chiusura mentale degli utenti legati a sistemi più tradizionali oppure semplicemente alla disinformazione sull'argomento, considerato da molti un'alternativa non conveniente e avida di tempo prezioso e quindi non prioritaria rispetto a tutti gli altri ambiti di gestione dell'azienda. (Figura 3.3.4)

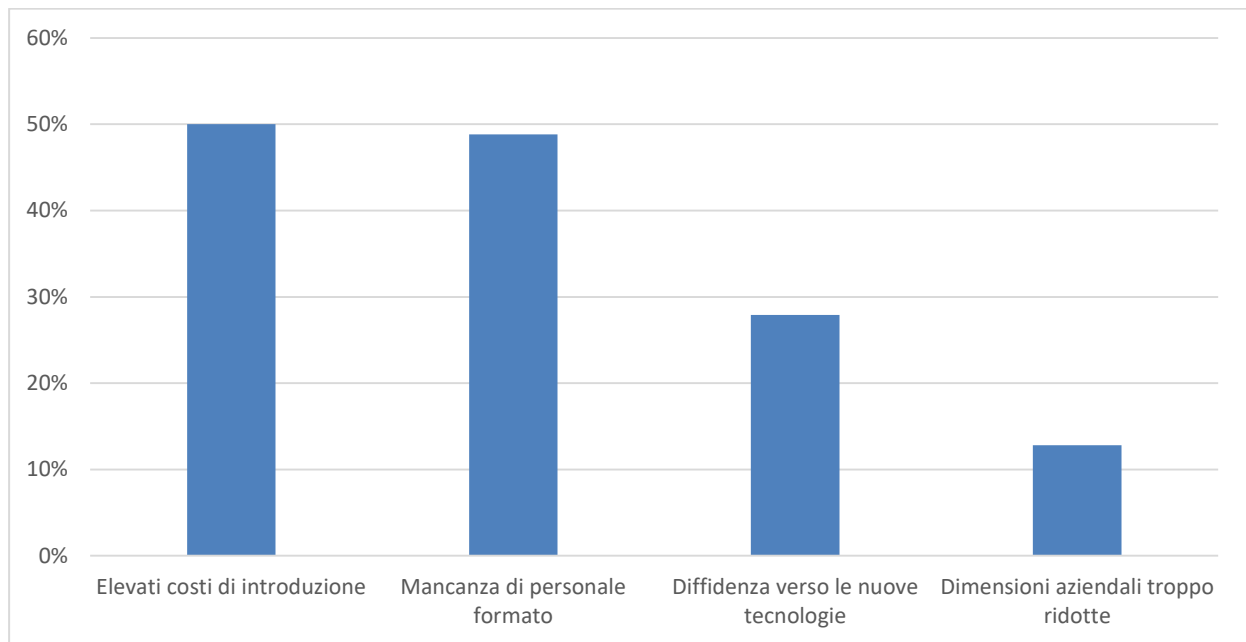


Figura 3.3.4: Fattori disincentivanti l'adozione di tecnologie digitali

Un 13% degli utenti inoltre sottolinea di nuovo come avvenuto in quesiti precedenti l'importanza delle dimensioni aziendali, spesso troppo ristrette per giustificare lo sforzo temporale e monetario necessario.

CAPITOLO 4

CONCLUSIONI

Dalla ricerca emerge uno spiccato consenso generale sulla percezione in gran parte positiva che i sistemi informatici digitali e satellitari generino quando applicati nel lavoro in azienda. È chiaro che la maggioranza degli utenti dimostri pochi dubbi sull'effetto positivo sulle rese di raccolta, sulla riduzione dei costi, sull'aumento della qualità delle lavorazioni e in generale sull'efficienza in ambito agricolo. Quando un'azienda con determinate caratteristiche, quali dimensioni elevate e/o coltura ad alto reddito, sceglie di adottare questo tipo di tecnologie, i risultati sono positivi e apprezzabili, giustificando quindi l'investimento iniziale spesso elevato.

Il settore della cerealicoltura assieme a quello della viticoltura (in minor parte assieme alla frutticoltura/arboricoltura e all'orticoltura estensiva) vedono simultaneamente la maggior diffusione attuale e il maggior potenziale di diffusione di tecnologie digitali e/o satellitari, sintomo di un mercato ancora ben lontano dalla saturazione e dalle vaste prospettive di crescita; dati confermati dalla percezione della percentuale di SAU interessata da queste tecniche inferiore al 15% rispetto all'area potenzialmente affetta (45-50%).

I sistemi di supporto alle decisioni (DSS), categoria che ricopre una vasta gamma di strumenti (anche satellitari), sono al momento leggermente più popolari dei sistemi di guida satellitare, sintomo di una realtà agricola veneta frammentaria e caratterizzata dalle numerose aziende di dimensioni ristrette, nonché dall'eterogeneità geografica.

L'utente medio si dimostra particolarmente interessato dai sistemi di rilevazione e controllo dei parametri in campo atti alla loro trasformazione in decisioni di ordine agronomico, con particolare enfasi sulla prontezza della reperibilità dei dati e la semplicità di utilizzo dell'interfaccia digitale.

Detto ciò, i sistemi satellitari vedrebbero quindi probabilmente un miglior benvenuto se applicati al monitoraggio della variabilità dei valori del terreno e della coltura, ma esiste un mercato per i sistemi di guida satellitare dei mezzi su grandi estensioni, con effetti positivi sul carico di lavoro degli operatori e la qualità delle lavorazioni.

È chiaro quindi come determinati sistemi satellitari richiedano estensioni d'azienda minime più elevate (>40ha) rispetto ai tradizionali sistemi digitali (circa 25ha), ma i fattori ostacolanti all'adozione di entrambi possono essere molteplici e variabili: in primis gli elevati costi iniziali che spesso pregiudicano la decisione di un'azienda a investire, complici l'estensione del terreno spesso insufficiente in concomitanza con un bilancio che deve essere necessariamente in attivo.

Un altro grande ostacolo osservato dalle dichiarazioni dei soggetti coinvolti nella ricerca è quello della carenza di personale con educazione adeguata, spesso sintomo di assenza di corsi di formazione e documentazione accessibile oppure di agricoltori di età avanzata/mancaanza di giovani nel settore.

Sono state infatti segnalate curve di apprendimento abbastanza ripide da scoraggiare parte degli utenti meno pratici o più diffidenti nei confronti di queste tecnologie, generando l'impressione che l'investimento di tempo e energie in questa direzione non sia giustificato, quando le priorità della gestione di un'azienda sono già stringenti.

La diffidenza generale è, secondo alcuni utenti, talvolta frutto di un mindset chiuso e incapace di apprezzare risultati non sempre immediati e consistenti, causando molti casi di disinformazione che portano a classificare le ultime innovazioni come superflue e inefficaci. Una possibile soluzione potrebbe essere l'incremento del supporto tecnico da parte delle aziende produttrici di tali tecnologie, in quanto diversi utenti hanno manifestato il desiderio di ottenere un affiancamento professionale con tecnici specializzati con funzione di supporto sul campo e assistenza tecnica.

Lo sfatare di alcuni miti riguardanti queste tecnologie potrebbe non essere sufficiente se non affiancato da una corretta campagna di informazione e formazione professionale.

In conclusione il quadro dipinto da questa ricerca mostra il riconoscimento abbastanza condiviso del buon valore delle tecnologie digitali e satellitari in agricoltura di precisione, evidenziando al contempo i principali dubbi e ostacoli con

cui l'utenza ha a che fare ogni giorno sul campo, vitali per delineare il percorso corretto da intraprendere al fine di sfruttare a pieno il significativo potenziale di diffusione osservato.

BIBLIOGRAFIA

Documenti scientifici

- Mulla, D. J., & Miao, Y. (2015). Precision farming. In *Land Resources Monitoring, Modeling, and Mapping with Remote Sensing* (pp. 161-178).
- Morelli, M., Masini, A., & Lupidi, A. (2014). Sistemi di supporto decisionale innovativi dedicati alla gestione intelligente delle foreste e dell'agricoltura basati su immagini ottiche satellitari.
- Mosca, G., Alpi, A., & Piovan, D. (2021). Agricoltura di precisione applicata ai cereali: la mappatura dei terreni. *Agricoltura di precisione applicata ai cereali: la mappatura dei terreni*, 38-41.
- Neményi, M., Mesterházi, P. Á., Pecze, Z., & Stépán, Z. (2003). The role of GIS and GPS in precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 40(1-3), 45-55.
- Grisso, R. D., Alley, M. M., & Heatwole, C. D. (2005). Precision Farming Tools. Global Positioning System (GPS).
- Comparetti, A. (1998). Fondamenti dell'agricoltura di precisione. *INFORMATORE AGRARIO*, 54, 29-38.
- Berti, A., Borin, M., Giupponi, C., Morari, F., Zanin, G., Duso, C., ... & Sessi, E. (2000). Potenzialità applicative dell'agricoltura di precisione nell'ambiente Veneto. *Veneto Agricoltura: Milano, Italy*.
- AUGELLO, F. G. (2021). Analisi e sviluppo di un sistema di guida autonoma per l'agricoltura di precisione.
- Shanmugapriya, P., Rathika, S., Ramesh, T., & Janaki, P. (2019). Applications of remote sensing in agriculture-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(1), 2270-2283.
- Steven, M. D., & Clark, J. A. (Eds.). (2013). *Applications of remote sensing in agriculture*. Elsevier.
- Atzberger, C. (2013). Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs. *Remote sensing*, 5(2), 949-981.

- Wójtowicz, M., Wójtowicz, A., & Piekarczyk, J. (2016). Application of remote sensing methods in agriculture. *Communications in biometry and crop science*, 11(1), 31-50.
- Zhao, C. (2014). Advances of research and application in remote sensing for agriculture. *Nongye Jixie Xuebao= Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 45(12), 277-293.
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., & Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256.
- Rinaldi, M., & He, Z. (2014). Decision support systems to manage irrigation in agriculture. *Advances in agronomy*, 123, 229-279.
- Lindblom, J., Lundström, C., Ljung, M., & Jonsson, A. (2017). Promoting sustainable intensification in precision agriculture: review of decision support systems development and strategies. *Precision Agriculture*, 18(3), 309-331.
- Kukar, M., Vračar, P., Košir, D., Pevec, D., & Bosnić, Z. (2019). AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 260-271.
- Riezzo, D. E. E., & Corsi, M. I sistemi di supporto decisionale (DSS) in campo agronomico: importanza della qualità dei dati agrometeorologici per i modelli di simulazione.
- Alshihabi, O., Piikki, K., & Söderström, M. (2019, September). CropSAT—a decision support system for practical use of satellite images in precision agriculture. In *International conference on smart Information & communication Technologies* (pp. 415-421). Springer, Cham.
- Ishimwe, R., Abutaleb, K., & Ahmed, F. (2014). Applications of thermal imaging in agriculture—A review. *Advances in remote Sensing*, 3(03), 128.
- Zhou, Z., Majeed, Y., Naranjo, G. D., & Gambacorta, E. M. (2021). Assessment for crop water stress with infrared thermal imagery in precision agriculture: A review and future prospects for deep learning applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182, 106019.
- Khanal, S., Fulton, J., & Shearer, S. (2017). An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 22-32.

Siti web

<https://aerospace.org/article/brief-history-gps>

<https://agrireregionieuropa.univpm.it/it/content/article/31/53/agricoltura-di-precisione-pubblicate-le-linee-guida-nazionali>

<https://www.gps.gov/applications/agriculture/>

https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/environmental-sustainability/cap-and-environment_it

<https://precisionagricultu.re/gps-and-gis-technologies-as-farm-management-tools/>

<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/formazione-informazione>

<https://www.contoterzisti.it/>