



Istituto Regionale
Programmazione
Economica
della Toscana

CAUSE DELL'ABBANDONO DELLA SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA



Cofinanziato
dall'Unione europea



Regione Toscana

Firenze, Dicembre 2025

RICONOSCIMENTI

Questo studio è parte integrante dell'attività comune IRPET-Regione Toscana "Cause dell'Abbandono della Superficie Agricola Utilizzata", prevista per il 2025 (Attività n. 3.2025), ed è stato commissionato all'IRPET dall'Autorità di Gestione del FEASR in accordo con la Direzione generale "Agricoltura e Sviluppo Rurale" di Regione Toscana. All'orientamento iniziale, al posizionamento strategico dello studio, all'allineamento con le priorità istituzionali e alla definizione dei suoi obiettivi generali ha contribuito la Dirigenza dell'Istituto e in particolare i Leonardo Ghezzi, Sabrina Iommi, Patrizia Lattarulo, Marco Mariani e Renato Paniccià. Lo studio è stato progettato entro l'area Settori produttivi e imprese dell'IRPET. L'esecuzione dello studio e la scrittura del rapporto sono a cura di Sara Turchetti (IRPET), con la collaborazione nella raccolta ed elaborazione dei dati primari di Valentina Patacchini (IRPET).
L'allestimento editoriale è stato curato da Elena Zangheri (IRPET).

INDICE

1. INTRODUZIONE	7
2. BREVE REVIEW DELLA LETTERATURA SULL'ABBANDONO AGRICOLO	9
2.1. Le cause dell'abbandono in agricoltura	9
2.2. Conseguenze dell'abbandono agricolo	11
2.3. Modelli per l'analisi dell'abbandono agricolo	12
3. L'ABBANDONO AGRICOLO IN TOSCANA	15
3.1. La dimensione dell'abbandono in Toscana	15
3.2. Metodologia	17
3.3. Descrizione delle variabili	17
3.4. Risultati	22
3.5. Effetti marginali	25
3.6. Previsione <i>out-of-sample</i> sulle nuove nate	27
4. UNA VISIONE TERRITORIALE DELL'ABBANDONO	31
4.1. L'abbandono come fenomeno territoriale	31
4.2. Analisi di autocorrelazione spaziale	33
4.3. Modello spatial-lag	35
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	39
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	43

ABSTRACT

CAUSE DELL'ABBANDONO DELLA SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA IN TOSCANA

Questo rapporto esamina in prospettiva multidimensionale le determinanti dell'abbandono della superficie agricola in Toscana, fenomeno strutturale che emerge dall'interazione tra caratteristiche d'impresa, dinamiche socio-economiche di lungo periodo e condizioni morfologiche del territorio. La ricerca integra un modello microeconometrico basato sui dati aziendali dei Censimenti dell'Agricoltura 2010–2020 con un modello di econometria spaziale costruito su griglia regolare, consentendo di cogliere tanto le dinamiche individuali quanto le configurazioni territoriali del fenomeno. L'analisi mette in evidenza l'esistenza di pattern auto-rinforzanti di abbandono, concentrati nelle aree montane della Toscana nord-occidentale, e di nuclei territoriali resilienti, più diffusi nella Toscana meridionale. Inoltre, l'abbandono risulta più frequente in contesti caratterizzati da elevata frammentazione fonciaria, mentre l'orientamento al mercato, una minore polverizzazione della proprietà, la diversificazione produttiva e le certificazioni ambientali o di qualità emergono come fattori rilevanti per il suo contrasto.

DETERMINANTS FOR THE ABANDONMENT OF AGRICULTURAL LAND IN TUSCANY

This report adopts a multidimensional perspective to examine the determinants of agricultural land abandonment in Tuscany, a structural phenomenon arising from the interaction between farm-level characteristics, long-term socio-economic dynamics, and the morphological conditions of the territory. The study integrates a micro-econometric model based on farm-level data from the 2010–2020 Agricultural Censuses with a spatial econometric model built on a regular grid, thereby capturing both individual dynamics and broader territorial configurations. The analysis highlights the presence of self-reinforcing patterns of abandonment, concentrated in the mountain areas of north-western Tuscany, alongside resilient territorial clusters, more widespread in the southern part of the region. Furthermore, abandonment is more frequent in contexts marked by high land fragmentation, whereas market orientation, lower parcel fragmentation, production diversification, and environmental or quality certifications emerge as significant factors in mitigating the phenomenon.

1. INTRODUZIONE

L'abbandono dell'attività agricola è oggi uno dei fenomeni più significativi e complessi che interessano le aree rurali europee e italiane. Pur inserendosi in un processo di lungo periodo, ampiamente documentato nella letteratura economica, che vede la progressiva riduzione del peso dell'agricoltura nel percorso di sviluppo, l'abbandono agricolo risulta essere un concetto più articolato e multidimensionale rispetto al generale declino della rilevanza del settore primario. Esso riguarda infatti la cessazione permanente delle attività agricole su superfici precedentemente coltivate e non riconvertite ad altri usi, dando luogo a profonde trasformazioni dei paesaggi rurali e degli equilibri economici, sociali ed ecologici. L'eterogeneità delle dinamiche territoriali e l'interazione tra fattori molto diversi tra loro rendono il fenomeno difficilmente riconducibile a una traiettoria lineare o uniforme: più che un processo omogeneo, l'abbandono si configura come un mosaico complesso di traiettorie locali.

L'Italia è uno dei paesi più a rischio abbandono agricolo: dagli anni Ottanta la SAU si è ridotta di quasi un quinto, con la perdita di quasi il 60% delle aziende. Sulla base di Perpina Castillo et al. (2021), ciò sarebbe dovuto, oltre che alla particolare morfologia del territorio, anche alla struttura produttiva e conseguente fragilità delle aziende agricole. Negli ultimi due decenni molte regioni italiane hanno sperimentato un rallentamento della contrazione della superficie agricola utilizzata, seppure ancora con elevati tassi di riduzione del numero di aziende agricole, intraprendendo una progressiva ristrutturazione fondiaria. Da questo punto di vista la Toscana rappresenta una parziale eccezione, caratterizzandosi ancora per elevati tassi di contrazione della superficie agricola utilizzata (SAU). Dal 1982 al 2020, la regione ha perso oltre un terzo della superficie coltivata e quasi centomila aziende agricole, con un'intensità superiore alla media nazionale e con una ridotta capacità di consolidamento della dimensione aziendale.

Spiegare perché in Toscana non sia facile rallentare il processo di abbandono agricolo significa fare riferimento a una serie di fattori non unicamente legati alle strategie aziendali e alle caratteristiche del settore. Infatti, da una parte, il suo sistema produttivo agricolo, caratterizzato da piccole e piccolissime imprese, mostra un certo grado di fragilità di fronte alle sfide del mercato e alla necessità di garantire sostenibilità economica e continuità - a fronte di imprenditori sempre più anziani e bassa redditività del settore; dall'altra, l'abbandono agricolo è un fenomeno territoriale, declinato sia rispetto alla configurazione morfologica del territorio stesso - comprese le sue fragilità strutturali, spesso amplificate dagli effetti del cambiamento climatico - e alle sue evoluzioni insediative, sia alle sue condizioni sociali ed economiche.

In questo quadro, il presente rapporto propone un'analisi approfondita delle determinanti dell'abbandono agricolo in Toscana, combinando due livelli di osservazione complementari. Il primo è un approccio microeconomico ed econometrico basato sui dati censuari delle aziende agricole nel periodo 2010–2020. Attraverso la stima di un modello logit, si stimano le determinanti che hanno inciso maggiormente sulla probabilità di uscita dal settore. Questa prima parte si concentra maggiormente sulle caratteristiche aziendali, pur introducendo delle variabili di contesto con l'obiettivo di catturare, almeno parzialmente, anche la dinamica territoriale: la frammentazione fondiaria e la zona altimetrica. I risultati evidenziano con chiarezza che se, da una parte, le aziende mediamente più grandi hanno una minore probabilità di uscita, nello stesso tempo il persistente modello famigliare di conduzione dell'impresa garantisce la necessaria continuità, purché economicamente sostenibile. Inoltre, alcuni settori e alcune aree risultano intrinsecamente più esposti.

Il secondo livello dell’analisi fa un passo ulteriore, adottando un approccio territoriale che utilizza strumenti di econometria spaziale per mappare il rischio di abbandono e i suoi pattern di autocorrelazione. L’uso di una griglia regolare di 5 kmq consente di superare i limiti dei confini amministrativi e di individuare con maggiore precisione le aree in cui il rischio di abbandono si concentra e si autoalimenta. Attraverso questi strumenti è possibile sia identificare gli *hotspot* dove si concentra maggiormente la dinamica dell’abbandono agricolo e dove, invece, l’agricoltura è ancora forte e persistente, sia le determinanti spaziali dell’abbandono.

Il rapporto è strutturato come segue: nel secondo capitolo si presenta una breve review della letteratura sull’abbandono agricolo, comprensiva delle principali cause e conseguenze del fenomeno e degli strumenti utilizzati per analizzarlo; il terzo capitolo presenta lo studio econometrico sulla Toscana, in cui si stimano le determinanti individuali dell’abbandono; il quarto capitolo si concentra sulle dinamiche territoriali; infine, si presentano alcune considerazioni conclusive.

2. BREVE REVIEW DELLA LETTERATURA SULL'ABBANDONO AGRICOLO

2.1. Le cause dell'abbandono in agricoltura

La riduzione della rilevanza del settore agricolo nell'economia è un fatto stilizzato ampiamente studiato nella letteratura economica¹. Tuttavia, l'abbandono agricolo è un fenomeno complesso non di facile definizione, che appartiene all'ampia classe dei fenomeni di cambiamento di uso del suolo. Generalmente si riferisce alla cessazione delle attività agricole su superfici precedentemente coltivate e non riconvertite ad altri usi, che comporta una modifica profonda della struttura economica, ecologica e sociale dei paesaggi rurali (Terres et al., 2015; Levers et al., 2018). Alcuni per distinguere i terreni abbandonati dai terreni a riposo, ritengono necessario un periodo di osservazione di almeno 5 anni (Daskalova, Kamp, 2023). L'analisi congiunta delle dinamiche europee e italiane mostra come l'abbandono non sia un processo lineare, ma un mosaico di traiettorie territoriali in cui fattori economici, ambientali e demografici interagiscono con le politiche pubbliche e con la crescente competizione per l'uso del suolo.

Dagli anni Settanta l'Unione Europea ha perso circa il 20% della propria superficie agricola utilizzata (SAU), con punte più elevate nelle regioni mediterranee e montane (Pawlewicz & Pawlewicz, 2023). Perpina Castillo et al. (2018) prevedono che nel periodo 2015-2030 l'UE possa perdere ancora l'11% dei terreni agricoli, ovvero oltre 20 milioni di ettari. In Italia, dagli anni Ottanta la SAU si è ridotta di quasi un quinto, con la perdita di quasi il 60% delle aziende. Tale riduzione non deriva solo da processi di urbanizzazione o infrastrutturazione, ma in larga misura dall'abbandono produttivo di superfici marginali, spesso localizzate in aree collinari e montane caratterizzate da bassa redditività e da difficili condizioni di accessibilità (Sallustio et al., 2018). In molte aree europee si osserva, inoltre, un fenomeno di *land idling*, ossia superfici non coltivate ma ancora registrate come agricole, che maschera parzialmente la reale entità dell'abbandono (Levers et al., 2018).

Tabella 2.1: Principali cause dell'abbandono in agricoltura

Cause	Descrizione sintetica
Cause biofisiche	Limitazioni naturali alla produzione (come pendenza, altitudine, bassa fertilità del suolo, carenze idriche, rischio di erosione, ecc...) ma anche effetti del cambiamento climatico che possono ulteriormente penalizzare l'attività agricola in queste aree (Sallustio et al., 2018; Terres et al., 2015). Inoltre, le pratiche di agricoltura intensiva determinano degradazione dei suoli e un aumento del rischio di abbandono (FAO, 2025).
Cause socioeconomiche	Ridotta redditività del settore primario, frammentazione fondiaria, concorrenza con usi urbani e turistici. Polarizzazione territoriale tra agricoltura industriale/rivolta ai mercati di pianura e sussistenza nelle aree interne. Polarizzazione tecnologica tra agricoltura intensiva in grado di sfruttare le economie di scala e modelli di <i>family farm</i> persistenti e con evidenti legami con il territorio. Invecchiamento della popolazione agricola e mancanza di ricambio generazionale (Kitano, 2021; Levers et al., 2018; Romano et al., 2017; Shengfa & Xiubin, 2017; Riccioli et al., 2014)
Cause istituzionali e politiche	Sull'abbandono delle attività agricole non incidono solo le politiche agricole – che possono aver avuto nel tempo effetti positivi o negativi a seconda di come sono state declinate – ma anche altri tipi di politiche che hanno consentito un uso eccessivo e competitivo del suolo. Ciò può aver disincentivato le attività agricole a vantaggio della rendita o di altre attività più profittevoli, nonché ridotto la fertilità dei suoli e peggiorato o causato danni ambientali (Vergamini et al., 2024; Zavalloni et al., 2021; Romano et al., 2017)
Cause demografiche e culturali	L'abbandono è chiaramente legato al più generale spopolamento e invecchiamento della popolazione residente nelle aree marginali o interne.

¹ Il progressivo ridimensionamento dell'agricoltura a favore dell'industria e dei servizi e il cambiamento strutturale delle economie sono stati temi centrali nella letteratura economica classica (Lewis, 1954, Kuznets, 1957, Hirschman, 1958), successivamente ripresi da altri autori nel corso del tempo per evidenziare la crescente distanza in termini di produttività e le difficoltà in termini di catching-up tra urbano e rurale (e.g. Chenery e Syrquin, 1975; Pasinetti, 1981; Duarte e Restuccia, 2010; McMillan, Rodrik e Verduzco-Gallo, 2014).

Pur occupandosi prevalentemente della dimensione di impresa e delle determinanti economiche associate al fenomeno dell'abbandono, la complessità dei *drivers* che guidano questo fenomeno resta un elemento chiave nella traiettoria di questo studio. Se, come abbiamo detto, il fatto che la rilevanza dell'attività agricola decresca nel processo di sviluppo, altri eventi hanno creato ulteriori disincentivi a investire in agricoltura o a proseguire le attività di famiglia. Infatti, la crescente integrazione dei mercati e l'influenza che questi hanno esercitato sull'andamento di alcuni ordinamenti e territori hanno determinato rapidamente la contrazione dei redditi in agricoltura, un aumento delle fluttuazioni di mercato e, di conseguenza, una crescente incertezza e un aumento dell'eterogeneità degli attori coinvolti. Eventi come la grande liberalizzazione seguita al periodo di Doha e del WTO e, successivamente, alla grande crisi di fine anni 2000 hanno indubbiamente trasformato l'agricoltura e messo in crisi i piccoli sistemi produttivi (Bruno et al., 2016; Fabiani, 2015; De Filippis, Romano, 2009).

Il divario tra i redditi agricoli e quelli degli altri settori è un tema classico dell'economia agraria, che ha nel tempo giustificato il sostegno economico europeo al settore agricolo. Se, in parte, la differenza è spiegata dalla bassa elasticità della domanda di prodotti agricoli rispetto al reddito e all'offerta alimentare, altri fattori esogeni hanno compresso ulteriormente i livelli di reddito, come la variabilità e l'instabilità dei prezzi internazionali e i bassi rendimenti degli investimenti in tecnologia (Hill, 2018). Alcuni studi hanno rilevato che nel tempo il divario si è ridotto ma le difficoltà di misurazione della redditività in agricoltura rendono questi risultati particolarmente variabili e incerti (Finger, El Benni, 2021; Marino et al., 2021).

Altri elementi che hanno inciso sull'abbandono agricolo sono gli effetti del cambiamento climatico e la mancanza di ricambio generazionale. L'aumento degli eventi meteorologici estremi, come siccità, alluvioni, ondate di calore hanno causato improvvise perdite o riduzione di raccolti in molte regioni e altri effetti a cascata, quali difficoltà di trasporto di prodotti facilmente deperibili, danni alle infrastrutture di stoccaggio e altri problemi nelle catene di approvvigionamento che hanno inciso sui costi di produzione (FAO, 2025). Inoltre, Agnolucci e De Lipsis (2020) sottolineano come i fattori climatici abbiano svolto un ruolo fondamentale nel determinare l'andamento delle rese, influenzando non solo le fluttuazioni annuali, ma anche quelle sul lungo termine.

Per quanto riguarda il ricambio generazionale, è un tema centrale nel dibattito sull'abbandono agricolo ma, in generale, sull'impatto che avranno sulle economie gli ormai strutturali bassi tassi di fecondità. Al di là della demografia, le aree rurali, interne o marginali esercitano sempre meno attrazione sulle giovani generazioni, sia per la distanza rispetto ai centri urbani sia per il venir meno di servizi considerati essenziali. I processi di terziarizzazione dell'economia e di concentrazione della popolazione nelle città hanno avuto come conseguenza lo spopolamento e il progressivo invecchiamento delle aree rurali più marginali (Fayet et al., 2022). Inoltre, l'agricoltura è un settore decisamente poco attrattivo perché poco redditizio, fisicamente faticoso e con elevate barriere all'ingresso.

Tra le altre - che comprendono anche l'accesso al credito e la formazione - Licciardo et al. (2022) suggeriscono un problema classico dell'economia agraria, ovvero la scarsa disponibilità di terra e i prezzi elevati che non favorirebbero la fondazione di nuove imprese. In realtà, il mercato fondiario in Italia è caratterizzato da una certa staticità, tanto che nell'ultimo decennio l'andamento dei valori medi a ettaro per l'Italia è rimasto tendenzialmente stabile. È altresì vero che possono sussistere differenze a livello sub-regionale per alcune aree di pregio o ad alto valore paesaggistico, ma l'offerta tende comunque a superare la domanda (Arzeni, 2024), confermando la scarsa attrattività dell'investimento in agricoltura.

L'indisponibilità di terra può essere, però, dovuta ad altre cause, come, per esempio, l'eccessiva frammentazione fonciaria, che è determinata da diversi fattori. Come rilevato da Iommi e Turchetti (2022), le successive divisioni tra eredi che, spesso, comportano l'irreperibilità dei proprietari ed elevati costi di ricomposizione fonciaria, hanno aumentato la frammentazione fonciaria, intesa sia come dispersione dei fondi sia come polverizzazione delle proprietà. Questo fenomeno ha, nel tempo, reso particolarmente oneroso investire nel miglioramento dei fondi per avviare un'impresa agricola, soprattutto se confrontato con l'elevata incertezza e la scarsa profittabilità dell'attività stessa.

Altri fenomeni che incidono sulla frammentazione riguardano le dinamiche di insediamento abitativo che hanno determinato l'espansione dei fenomeni di *sprinkling*, ovvero la diffusione di edifici sparsi nelle aree rurali, e *sprawl* urbano, ovvero l'allargamento delle aree urbane periferiche al di fuori dei contesti propriamente urbani. Tali processi hanno progressivamente portato a un aumento della frammentazione soprattutto nelle aree di pianura adiacenti alle aree urbane e aumentato la competizione per l'uso del suolo (Manganelli et al., 2020).

2.2. Conseguenze dell'abbandono agricolo

L'abbandono agricolo produce una serie di effetti multidimensionali, spesso ambivalenti: alcuni studi sottolineano il potenziale positivo in termini di rinaturalizzazione e recupero della biodiversità, altri evidenziano, invece, gravi impatti negativi sul paesaggio, sulla stabilità idrogeologica e sull'equilibrio socioeconomico delle aree rurali (Terres et al., 2015). In generale, se è vero che l'abbandono agricolo è causato dal più generale processo di spopolamento e invecchiamento delle aree rurali e interne e dalla polarizzazione territoriale, ne è a sua volta conseguenza, auto-alimentando le dinamiche di marginalizzazione e impoverimento di opportunità e redditi.

In molte regioni europee, l'abbandono ha sì favorito l'espansione dei boschi e il recupero di pascoli spontanei, contribuendo all'assorbimento delle emissioni e al recupero di specie boschive a rischio estinzione, ma, nello stesso tempo, ha determinato la perdita di paesaggi modellati dall'attività agricola, spesso a elevato valore ecologico e culturale (Sallustio et al., 2018), e aumentato il rischio di incendi. In Italia, circa il 40% del territorio agricolo è oggi classificato come marginale o a rischio di abbandono, e il tasso di rimboschimento naturale è tra i più alti d'Europa (Riccioli et al., 2014).

Inoltre, il venir meno della presenza degli agricoltori nelle aree rurali, soprattutto se fragili e marginali, ha impedito l'implementazione di quelle opere di manutenzione e sistemazione idraulico-agrarie, che, combinate con adeguate pratiche agronomiche, favoriscono la percolazione dell'acqua, evitando ristagni o ruscellamenti violenti a valle. L'erosione ha ridotto la fertilità dei suoli e aumentato la sedimentazione dei corsi d'acqua, aumentando il rischio idro-geologico e aggravando gli effetti dei cambiamenti climatici. In Liguria, per esempio, la perdita di gestione dei versanti è correlata a un incremento significativo del rischio di erosione e frane (Vergamini et al., 2024).

La riduzione della superficie coltivata e la specializzazione produttiva hanno implicazioni dirette sulla sicurezza alimentare e sulla dipendenza dall'estero. Fayet et al. (2022) sottolineano come la perdita di capacità produttiva interna aumenti la vulnerabilità dell'Europa a shock esterni. L'Italia, in particolare, registra un crescente deficit nella bilancia agroalimentare, soprattutto per cereali, proteine vegetali e prodotti zootecnici (Pawlewicz & Pawlewicz, 2023). Allo stesso tempo, la concentrazione delle produzioni in

aree più competitive genera squilibri territoriali e vulnerabilità ambientali, poiché l'intensificazione in pianura è spesso associata a maggiore pressione idrica ed emissioni di gas serra (Levers et al., 2018).

2.3. Modelli per l'analisi dell'abbandono agricolo

Gli studi empirici sull'abbandono agricolo non sono così numerosi per i molti problemi di definizione e misurazione. Infatti, l'abbandono agricolo è, da una parte, un fenomeno essenzialmente territoriale, legato, come abbiamo visto, a dinamiche esogene al comparto agricolo o alla singola impresa. Dall'altra, alcune caratteristiche possono rendere l'impresa più vulnerabile a queste dinamiche o comunque meno propensa a proseguire l'attività agricola. Indagare quali di queste caratteristiche incidono sulla probabilità di uscita può restituire elementi utili ai policy makers per contrastare l'abbandono.

Le difficoltà maggiori riscontrabili nell'analisi empirica dell'abbandono agricolo riguardano:

- Scarsità di dati a livello microeconomico, soprattutto su periodi medio-lunghi: essendo l'abbandono un fenomeno dinamico che può essere definito tale solo nel corso del tempo, sono necessari studi per coorte che consentano di quantificare il fenomeno e analizzarlo.
- Mancanza di dati riferiti a variabili chiave, come la redditività. Come abbiamo visto, il divario tra i redditi agricoli e quelli degli altri settori aumenta il costo opportunità di svolgere un'attività agricola. Tuttavia, questi dati nella maggior parte dei casi non sono disponibili e la variabile latente "sostenibilità economica" va derivata sulla base di altre variabili disponibili.
- I dati individuali, per es. censuari, restituiscono le informazioni relative all'impresa al tempo t_0 e che poi non ritroviamo più al tempo t_1 . L'impresa può aver abbandonato oppure essere stata acquisita o ereditata da un altro proprietario: la ricostruzione della struttura proprietaria e dei relativi cambiamenti nel tempo non sono informazioni acquisibili con una fonte di dati statistica ma sono necessarie informazioni molto dettagliate da fonti amministrative che non sempre sono accessibili o fruibili per questo obiettivo.
- Per catturare la componente territoriale e identificare le aree maggiormente soggette ad abbandono e quelle persistentemente agricole, può essere utile integrare le fonti di dati a livello di impresa con fonti di dati georeferenziate. Ciò contribuisce a comprendere se c'è stato abbandono di superficie agricola o meramente un passaggio a nuovo proprietario. Inoltre, anche nei casi in cui il proprietario sia rimasto lo stesso, in alcune aree si sono osservati sistematici spostamenti tra ordinamenti produttivi che si traducono non tanto in abbandono agricolo ma abbandono di specifiche coltivazioni.

Terres et al. (2015) utilizzano il database Farm Accountancy Data Network (FADN) e altre fonti per identificare i *driver* dell'abbandono a livello di impresa e a livello regionale. I risultati mostrano come le aree maggiormente esposte siano localizzate nel Sud Europa, Italia compresa, nei Paesi Baltici e in alcune regioni nordiche, dove fattori economici strutturali e condizioni geografiche sfavorevoli si sovrappongono. Le aziende più vulnerabili risultano quelle basate sull'allevamento estensivo e sulle colture permanenti, spesso situate in contesti di alto valore naturale, per cui l'abbandono avrebbe effetti rilevanti sulla diversità biologica e sulla qualità del paesaggio.

Un altro studio interessante è quello di Kitano et al. (2021), che si concentra sull'abbandono agricolo in un'area rurale del Giappone, Yabu City. Il suo obiettivo è identificare le determinanti per spiegare due diversi tassi di abbandono, quello calcolato utilizzando dati georeferenziati e quello calcolato utilizzando dati censuari (*community-based*). Pur essendo correlati i due tassi divergono nei valori. Lo studio implementa un modello Tobit ed evidenzia che le variabili socioeconomiche tradizionalmente usate (ad esempio struttura

fondiaria, età degli agricoltori, specializzazione produttiva, sussidi alla multifunzionalità) spiegano bene il tasso di abbandono calcolato con dati censuari, mentre le variabili fisiche e ambientali (pendenza, altitudine, ecc...) risultano molto più significative quando si utilizzano dati georeferenziati.

Altri studi integrano l'approccio econometrico classico con quello spaziale. Lo studio di Gellrich e Zimmermann (2007) utilizza il rimboschimento naturale come indicatore di abbandono agricolo nelle zone montane della Svizzera. Partendo da dati sull'uso del suolo, gli autori prima hanno testato l'eventuale autocorrelazione della variabile esplicativa, al fine di giustificare l'uso di modelli di regressione spaziale. Successivamente, hanno implementato un modello di regressione spaziale per esplorare la relazione multivariata tra la variabile risultato e le potenziali variabili esplicative. Sulla base dei risultati di questo modello, l'abbandono si concentra soprattutto nelle aree con condizioni fisiche difficili e caratterizzate da un'elevata incidenza di aziende part-time, suggerendo che i costi di coltivazione elevati e i bassi rendimenti potenziali avrebbero determinato una maggiore propensione all'abbandono. Individuano altresì altri fattori esogeni che avrebbero ulteriormente inciso sulla propensione locale all'abbandono ma gli svantaggi strutturali a livello di impresa non sono stati indagati.

Uno studio simile con obiettivi di ricerca diversi ma interessante per la metodologia utilizzata, è quello di Cornelio (2021) che identifica le determinanti economiche che spiegano l'intensificazione dell'uso del suolo nelle isole Fiji, con particolare attenzione alle dinamiche che accompagnano lo *shifting cultivation*. Utilizzando dati censuari e carte tematiche, l'autore costruisce delle "mappe critiche" che identificano la maggiore pressione sull'attività agricola e mostrano un andamento non lineare dell'uso intensivo del suolo, che diminuisce al crescere della dimensione di impresa ma oltre una certa soglia ricomincia a crescere. In questo caso, l'attenzione verso le caratteristiche strutturali di impresa e a come interagiscono con la dimensione territoriale è maggiore rispetto allo studio di Gellrich e Zimmermann (2007).

Infine, un cenno va fatto ad alcuni modelli macroeconomici che, oltre a identificare le determinanti dell'abbandono territoriale, sviluppano previsioni scenario-dipendenti. Uno di questi è lo studio di Estoqué et al. (2019), che propone un modello basato su scenari per proiettare l'abbandono dei terreni nella prefettura di Fukushima, integrando un modello economico regionale con uno spaziale di cambiamento d'uso del suolo. I due scenari al 2050 mostrano dinamiche opposte: nello scenario di alta crescita l'abbandono agricolo aumenta significativamente, perché più lavoratori si spostano verso settori non agricoli; nello scenario di bassa crescita prevale invece l'abbandono urbano per via del calo della popolazione totale.

Un modello simile è stato sviluppato dal Joint Research Centre (JRC) appositamente per lo studio dell'abbandono agricolo in Europa ed è collegato al resto della modellistica del JRC, in modo da elaborare scenari di input credibili e coerenti con le previsioni economiche. Il modello *Land Use Integrated Sustainability Assessment* (LUISA) contribuisce alla comprensione, alla modellizzazione e alla valutazione degli impatti delle dinamiche delle funzioni del territorio (sociali, economiche, ambientali), che interagiscono su scala locale e globale nel contesto di fattori multipli e mutevoli. La rilevanza di questa nuova generazione di modelli sta nel tentativo di catturare l'interazione complessa tra forze socio-economiche e condizioni biofisiche e strutturali. Inoltre, l'approccio multilivello consente di individuare sia pattern continentali sia hotspot locali.

Utilizzando LUISA, P. Castillo et al. (2020) analizzano l'abbandono agricolo in Spagna, stimando, attraverso modelli logistici, la probabilità di cessazione della coltivazione in funzione di fattori biofisici e strutturali. I

risultati mostrano come i terreni più vulnerabili si concentrino nelle zone montane e semiaride, caratterizzate da bassa produttività, scarsa accessibilità e debole struttura aziendale. In un altro lavoro P. Castillo et al. (2021) analizzano i casi di UE e UK e costruiscono delle mappe di rischio che integrano condizioni biofisiche, struttura delle aziende agricole, demografia e marginalità fisica. Sulla base dei risultati di questo studio, entro il 2030 l'UE potrebbe perdere oltre 5,6 milioni di ettari di superfici agricole, con forti concentrazioni in Spagna, Polonia, Francia e Italia.

Questi modelli lavorano su rappresentazioni regolari e continue dello spazio, dette griglie spaziali, ottenute suddividendo il territorio in celle di dimensione uniforme. Ogni cella costituisce un'unità geografica elementare, all'interno della quale i fenomeni territoriali possono essere descritti, misurati o simulati. A differenza delle unità amministrative tradizionali (comuni, province, regioni), le griglie presentano una regolarità geometrica e non dipendono da confini amministrativi, rendendole strumenti particolarmente adatti per analizzare processi ambientali, uso del suolo e dinamiche spaziali (Arbia, 2024). Inoltre, è possibile sceglierne la risoluzione a seconda dei propri obiettivi di ricerca, privilegiando risoluzioni più fini per analisi più dettagliate o meno fini per limitare l'eccessivo rumore e ridurre il peso computazionale. Infine, l'uso delle griglie spaziali ha l'enorme vantaggio di consentire l'integrazione di dati eterogenei, associando variabili biofisiche, demografiche, economiche o strutturali.

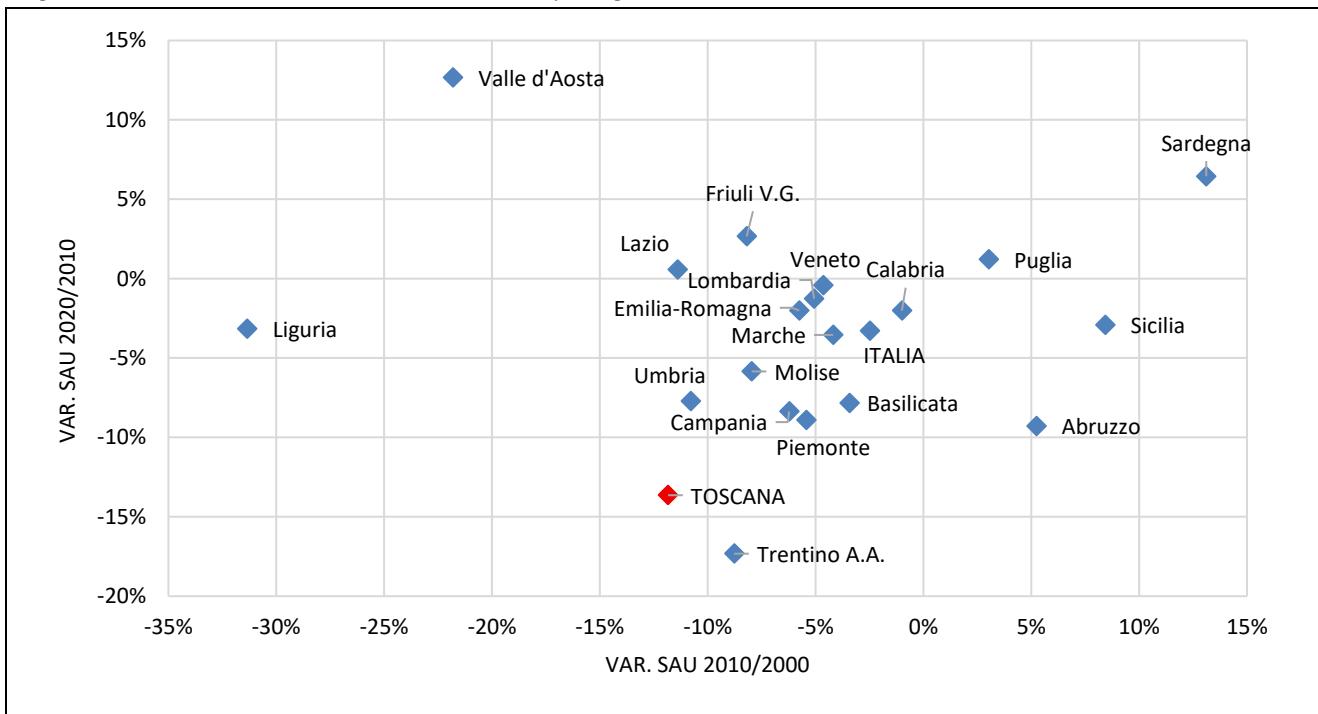
D'altra parte, l'utilizzo di questi strumenti richiede anche la disponibilità di dati a livello molto disaggregato, in modo da poterli usare come input di ingresso a livello di cella. Inoltre, domandano anche una strumentazione in termini di hardware e software adeguata a sostenere il peso computazionale. Pur non potendo implementare un modello del genere, proveremo nei prossimi capitoli a fornire alcuni elementi sulla comprensione delle dinamiche di abbandono in Toscana, integrando dati a livello di impresa e dati relativi al contesto spaziale.

3. L'ABBANDONO AGRICOLO IN TOSCANA

3.1. La dimensione dell'abbandono in Toscana

Come già mostrato altrove (Turchetti, Patacchini, 2024; Turchetti, 2023) nel periodo 1982-2020, la superficie coltivata in Toscana si è ridotta di circa 340mila ettari (-34,2%), ovvero più che nel resto d'Italia (-20,8%), con una perdita di quasi 100mila aziende agricole. A partire dagli anni Duemila, nella maggior parte delle regioni italiane si è osservato un rallentamento della contrazione della SAU, che, combinato con la fuoriuscita di molte piccole aziende dal mercato, ha innescato un processo di ristrutturazione fondiaria, riducendo la frammentazione, aumentando la dimensione media aziendale e creando le condizioni per una maggiore professionalizzazione del settore. In controtendenza, in Toscana la contrazione della SAU non si è arrestata, rallentando il processo di concentrazione dei fondi in un numero inferiore di imprese. Ciò è visibile nella figura 3.1, che mostra la posizione periferica rispetto alle altre regioni della Toscana, avendo superato in entrambi i censimenti il 10% di superficie persa.

Figura 3.1: Variazioni intercensuarie relative della SAU per regione

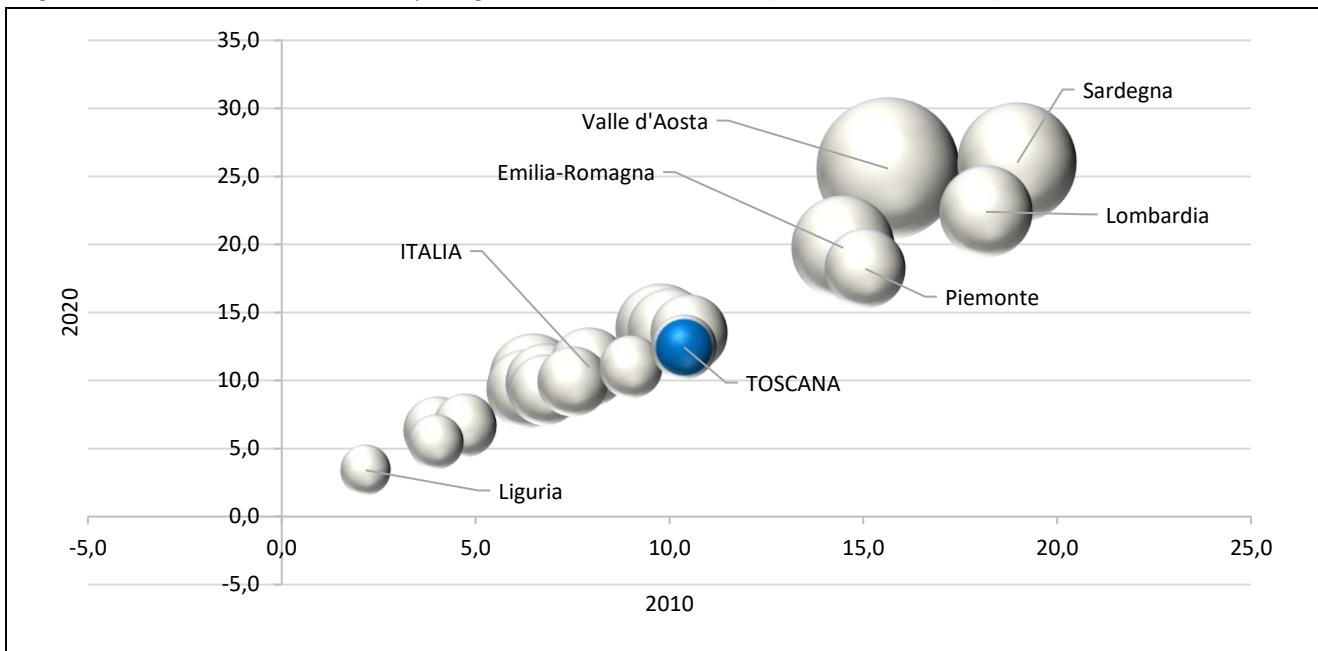


Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2000-2020)

Nel decennio 2010-2020 le imprese perse sono state circa 20mila, ovvero un terzo in meno, portando l'ammontare totale di imprese a meno di 53mila. La variazione è in linea con la media italiana, ma l'effetto sul processo di ristrutturazione fondiaria dipende dalla combinazione tra variazione di superficie coltivata e variazione del numero di imprese. Sostanzialmente, ci stiamo chiedendo se sia aumentata la concentrazione, ovvero la superficie media per singola impresa, o la frammentazione. Come si vede nella figura 3.2, nel periodo intercensuario in alcune regioni la dimensione media aziendale è cresciuta più che in altre, distaccandosi dal resto delle regioni italiane. La Toscana, in cui la dimensione media aziendale è aumentata

di circa 2 ettari, si trova nel gruppo delle regioni caratterizzate dalla presenza di imprese medio piccole, con una dimensione nel 2020 allineata sostanzialmente a quella media italiana.

Figura 3.2: Dimensione media aziendale per regione e differenza 2020-2010 (dimensione delle bolle)



Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2010-2020)

Al di là della superficie media, che può dipendere anche dalle specializzazioni specifiche dei singoli sistemi produttivi, di fatto la crescita delle imprese agricole toscane è stata inferiore rispetto a tutte le altre regioni, comprese quelle con specializzazioni simili. Va altresì detto che questo indicatore cattura la componente di polverizzazione della superficie ma non quella di effettiva frammentazione tra terreni che, come si è visto sopra, dipende dal fatto che i terreni si trovino distanti l'uno dall'altro.

Le motivazioni dietro ai processi di progressiva frammentazione delle proprietà fondiarie, che hanno in qualche modo ostacolato la ristrutturazione in Toscana, sono legati prevalentemente a una morfologia del territorio che ha favorito in alcune aree fenomeni diffusi di urbanizzazione e *sprawl* urbano, ma anche alla parcellizzazione dei fondi dovuta alle divisioni per successione. L'ultimo rapporto sull'uso e consumo del suolo (ISPRA-SNPA, 2025) mostra un aumento del consumo di suolo a livello nazionale dello 0,37% solo nell'ultimo anno, con un'elevata differenziazione tra regioni e territori sub-regionali. Nel caso della Toscana, il totale di suolo consumato è di 142mila ettari, ovvero il 6,20% dell'intera regione, leggermente sotto il dato nazionale (7,7%). Tuttavia, se si scende a livello sub-regionale, si osserva una concentrazione del consumo di suolo soprattutto nell'area più urbanizzata della Toscana, ovvero sulla direttrice che parte dalla piana fiorentina e arriva sulla costa pisana e livornese.

Come mostrato da Fastelli et al. (2015), i fenomeni di crescente frammentazione hanno aumentato il rischio di uscita delle aziende agricole dal mercato, essendo positivamente correlati sia alle difficoltà di gestione di campi non contigui sia alla progressiva riduzione della rilevanza del settore agricolo sul territorio e, di conseguenza, del venir meno dei servizi di sostegno. Nel sud della Toscana la frammentazione risulta più contenuta sia per la morfologia del territorio sia per uno *sprawl* urbano più limitato, al contrario delle aree

ultraperiferiche, dove le dimensioni dei fondi sono minori e le proprietà più frammentate (Iommi, Turchetti, 2022).

Al fine di approfondire le cause che hanno determinato l'abbandono dell'attività agricola in Toscana, il capitolo propone la stima della probabilità di uscita delle aziende nel periodo 2010–2020, implementando un modello logit e basandosi prevalentemente su dati provenienti da fonti censuarie. La definizione di abbandono utilizzata in questo studio considera sia l'abbandono dell'impresa, che può essere sostituita da un'altra impresa e, quindi, non comportare di abbandono di superficie coltivata, sia l'abbandono della superficie coltivata dalle aziende agricole, e, di conseguenza, di soggetti presenti nella rilevazione censuaria. Esclude le superfici coltivate uscite dal campo di osservazione del censimento e non può rilevare eventuali casi di *land idling*, ossia superfici non coltivate ma ancora registrate come agricole, che comportano necessariamente una sottostima del fenomeno abbandono.

3.2. Metodologia

L'esercizio econometrico che presentiamo si propone di individuare le determinanti che spiegano l'abbandono dell'attività agricola in Toscana nel decennio 2010–2020. Utilizziamo a tale proposito un modello logit che stima la probabilità di uscita dell'impresa i dall'universo di osservazione, ovvero le imprese censite nel 2010, nel periodo intercensuario 2010-2020

Il modello può essere formalizzato come segue:

$$\log\left(\frac{p_i}{1 - p_i}\right) = \alpha + X_i\beta$$

Laddove:

- $p_i = \Pr(exit_i = 1)$, ovvero la probabilità che l'impresa i si trovi nella condizione di uscita. La variabile risultato *exit* è una dummy che assume i seguenti valori:
 - *exit=1*: l'impresa censita nel 2010 è uscita e non è più presente nel Censimento 2020
 - *exit=0*: l'impresa censita nel 2010 non è uscita ed è ancora presente nel Censimento 2020
- X_i è un vettore di covariate dell'impresa i e β è il vettore dei coefficienti da stimare;
- α è l'intercetta dell'equazione

3.3. Descrizione delle variabili

• La variabile risultato *exit*

Come si è detto, la variabile risultato *exit* assume valore 1 se l'impresa abbandona, 0 se sopravvive. Come si vede nella tabella 3.1, le imprese che hanno abbandonato l'attività agricola sono state due terzi del totale, pari a circa 43mila imprese, per un totale di quasi 450mila ettari.

Tabella 3.1: Variabile risultato *exit*

Modalità	Stato	N	Superficie (ha)	%
0	Sopravvissute	28.602	296.881,4	39,7%
1	Uscite	43.389	448.684,2	60,3%
TOTALE		71.859	745.565,6	100,0%

Nota: sono state escluse le imprese mancanti di codice fiscale o partita iva

Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2010-2020)

Nel periodo 2010-2020 le nuove imprese sono state circa 23.500, portando a oltre 50mila il totale di imprese censite nel 2020, con un saldo negativo di 20mila imprese, pari a una riduzione intercensuaria di quasi un terzo. La superficie coltivata dalle nuove nate non è riuscita a rimpiazzare la perdita di superficie di quelle che sono uscite, recuperando circa 375mila ettari, con una perdita netta di quasi 74mila ettari (-13,2%) e un tasso di rimpiazzo di 86,7 ettari ogni 100 ettari persi.

- *Le covariate X_i*

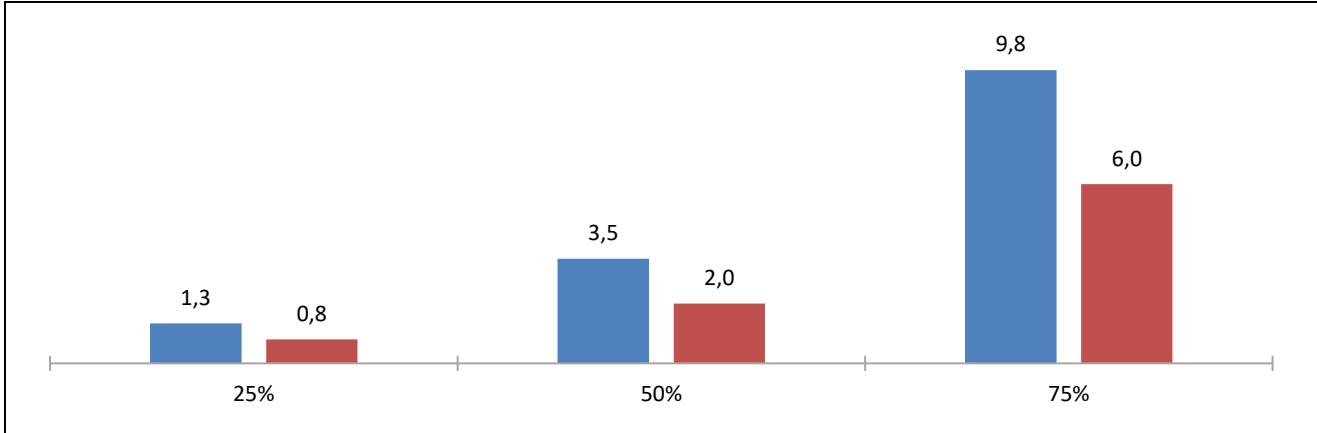
La tabella 3.2 riporta il vettore di covariate utilizzate nel modello per stimare le determinanti della probabilità di uscita.

Tabella 3.2: Vettore delle covariate

Dimensione	Variabili	Media		Segno atteso
		0	1	
Superficie aziendale	sau (ha)	10,4	10,3	-
Quota di superficie biologica	q_bio (%)	3,2	1,7	-
Quota di superficie irrigata	q_irri (%)	5,3	4,1	-
Quota di superficie certificata	q_dop (%)	8,2	4,9	-
Forma giuridica	individuale (1/0)	28.449 (99,5%)	38.233 (88,1)	Incerto
Diversificazione (attività connesse)	atrem (1/0)	3.417 (11,9%)	3.673 (8,5%)	-
Giornate di lavoro familiare/SAU	g_fam (giornate)	114,6	169	Incero
Giornate di lavoro salariato/SAU	g_w (giornate)	3,1	9,9	Incero
Giornate di lavoro in contoterzi passivo/SAU	G_terzi (giornate)	0,4	0,8	-
Consistenza dell'allevamento	UBA/ha	16,0	20,0	Incero
Pagamenti	RICA3: quota contributi su ricavi	22,2%	15,1%	-
Autoconsumo	Auto (1: auto-consumo oltre 50% della produzione/0)	12.188 (42,7%)	24.311 (56%)	+
Settore di specializzazione	ord_num (6 settori)			
Età del conduttore	giovane: Numero di giovani (1: <40 anni /0: >=40)	3.183 (11,1%)	3.049 (7%)	-
Sesso del conduttore (F)	femmina: Numero di conduttrici (1:f/0	9.596 (33,6%)	13.875 (33,4%)	Incero
Titolo di studio del conduttore	stu_sup (1: almeno diploma/0: massimo terza media),	9.628 (33,7%)	14.344 (33,1%)	-
Zona altimetrica	zalt (3 zone)			
Indice di frammentazione	seff	0,22	0,25	+

Anche se le imprese che hanno abbandonato e quelle che sono sopravvissute hanno una dimensione media praticamente uguale, la divisione in percentili della distribuzione mostra che, mediamente, le sopravvissute tendono ad avere una dimensione maggiore e che lo scarto cresce al crescere della dimensione media d'impresa (Fig. 3.3).

Figura 3.3: Distribuzione della SAU per la variabile exit



Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2010-2020)

Altre caratteristiche aziendali evidenti sono che le imprese sopravvissute presentano una quota di superficie biologica, irrigata e certificata superiori a quelle che hanno abbandonato. Inaspettatamente, praticamente tutte le imprese sopravvissute sono individuali, a fronte dell'88,1% di quelle che hanno abbandonato, e presentano un numero di giornate di lavoro, sia familiare sia salariato, inferiore. Inoltre, anche il numero di giornate di lavoro date in contoterzi sono inferiori. La consistenza dell'allevamento nel caso delle sopravvissute è inferiore, mentre la quota di pagamenti sul totale dei ricavi è maggiore. La quota di aziende che conduce attività diversificate è maggiore nel gruppo delle sopravvissute. Infine, la quota delle imprese che autoconsuma oltre il 50% della produzione è superiore tra quelle che hanno abbandonato.

Per quanto riguarda la variabile relativa all'ordinamento, in mancanza dell'informazione sull'orientamento tecnico-economico, è stato calcolato un indice di specializzazione agricola. L'indice è stato quantificato utilizzando l'Herfindahl–Hirschman Index (HHI) per misurare quanta superficie coltivata sia concentrata su una singola coltura o diversificata tra più ordinamenti culturali (Sonawane et al., 2022; Ghosh, 2011).

Per ciascuna azienda è stata calcolata la quota di superficie $P_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$ destinata a un determinato ordinamento produttivo i , con S_i che è la superficie dedicata alla coltura i e la sommatoria al denominatore la SAU.

L'indice HHI è quindi dato da: $HHI = \sum_{i=1}^n P_i^2$, con $HHI[0,1]$. Se $HHI=0$, la superficie è distribuita su vari ordinamenti (diversificazione massima); se $HHI=1$, la superficie è concentrata su un unico ordinamento (specializzazione massima).

Per classificare ciascun ordinamento come specializzato o diversificato, si è scelta una soglia di $HHI \geq 0,4$ di SAU. Le aziende con $HHI < 0,4$ sono state classificate come diversificate a ordinamento misto, mentre alle aziende con $HHI \geq 0,4$ è stato attribuito l'ordinamento prevalente, ossia quello con la quota di superficie maggiore. Nel caso di aziende con una consistenza di allevamento superiore alla media di comparto, il settore di appartenenza è stato riclassificato come zootecnico².

² La consistenza dell'allevamento è stata misurata in unità di bovino adulto (UBA), non presenti nel Censimento 2010 ma calcolate applicando i coefficienti previsti da Regione Toscana.

La distribuzione dei settori nei due gruppi di imprese che sono sopravvissute e quelle che sono uscite è abbastanza bilanciata, ma le differenze esistenti sono significative. In particolare, le imprese olivicole, vitivinicole e le altre legnose agrarie sono quelle che sembrano aver sofferto di più, presentando i tassi di abbandono più elevati (Tab. 3.3).

Tabella 3.3: Distribuzione per ordinamento

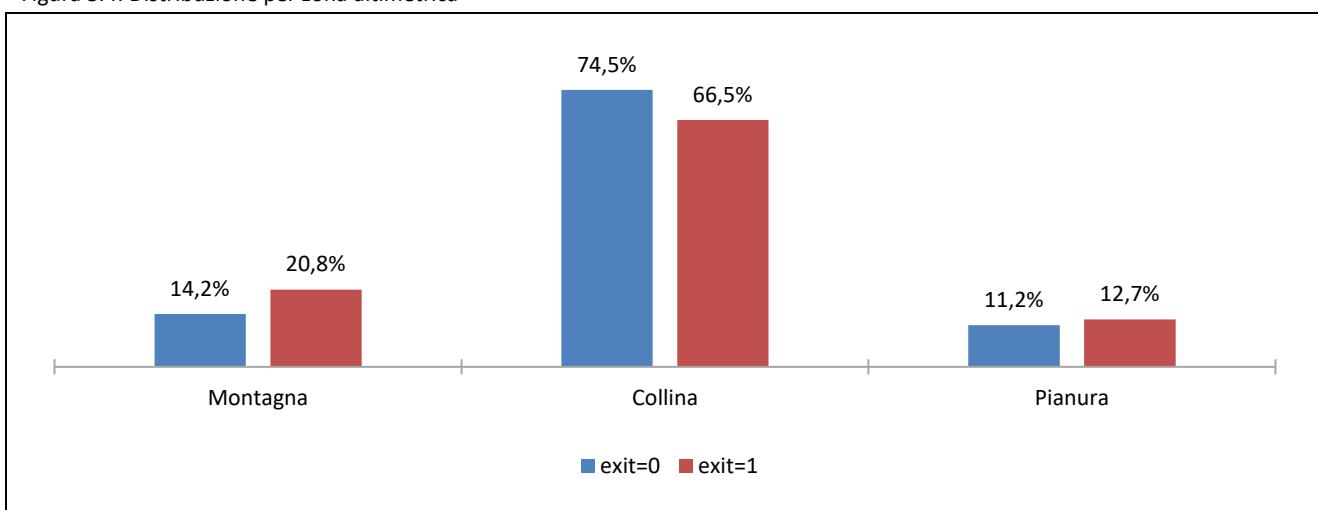
	0	1	Totale	Quota di imprese uscite	Quota di superficie corrispondente
Altri seminativi	8.012	10.988	19.000	57,8%	60,6%
Altre legnose	1.346	4.033	5.379	75,0%	75,1%
Miste	2.306	2.443	4.749	51,4%	60,7%
Cerealicoltura	4.191	4.319	8.510	50,8%	55,7%
Olivicoltura	9.335	15.903	25.238	63,0%	62,0%
Vitivinicoltura	2.096	3.650	5.746	63,5%	68,3%
Zootecnia	1.647	1.590	3.237	49,1%	57,4%
TOTALE	28.933	42.926	71.859	59,7%	59,9%

Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2010-2020)

Tra le covariate sono state inserite anche alcune caratteristiche del conduttore, anche se non si osservano differenze rilevanti, se non per la quota di conduttori giovani leggermente più elevata nel gruppo delle sopravvissute.

Infine, sono state aggiunte due variabili di contesto, ovvero la zona altimetrica e un indicatore sulla densità di frammentazione (*seff*). Rispetto alla zona altimetrica, si osserva che le aziende sopravvissute localizzate in collina sono 3 su 4, a fronte di quelle che hanno abbandonato che sono 2 su 3. Il 20,8% di queste ultime è localizzato in montagna, a fronte del 14,2% delle sopravvissute, mentre la situazione in pianura tra i due gruppi è abbastanza bilanciata.

Figura 3.4: Distribuzione per zona altimetrica



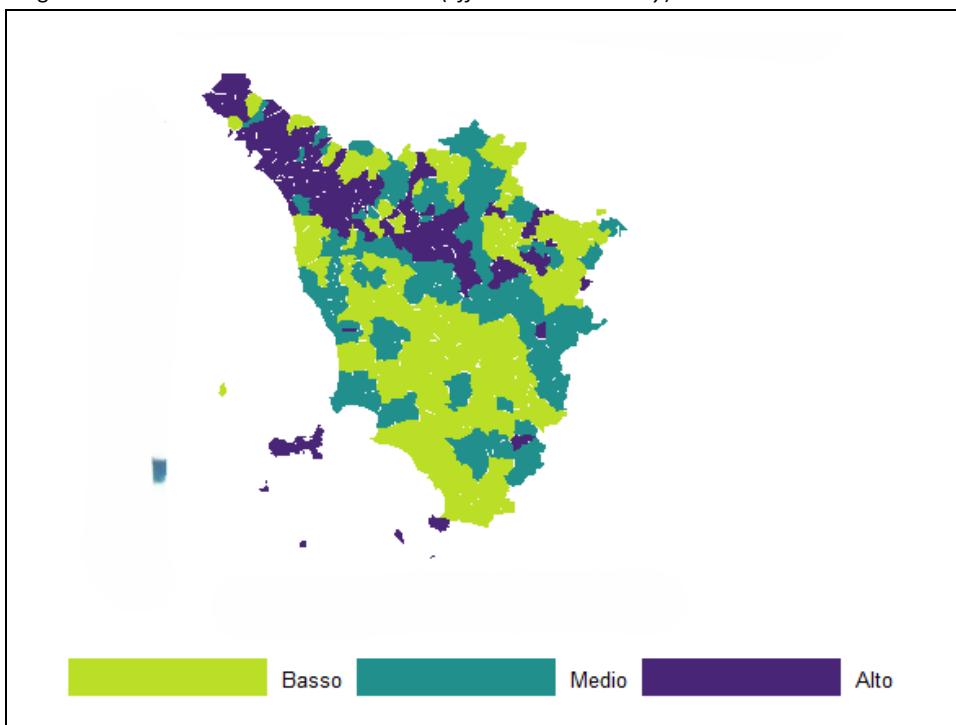
Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Censimento (2010-2020)

- *Misurare la frammentazione fonciaria*

Per tenere conto della frammentazione fonciaria, abbiamo calcolato l'*Effective Mesh Size* per comune, ovvero $m_{eff}^{(com)} = \frac{\sum_j A_j^2}{A_t}$. Si tratta di un classico indice di frammentazione, calcolato rapportando il numero di appezzamenti e la superficie del j-esimo appezzamento alla superficie coltivata totale del comune stesso. Sostanzialmente, stima la probabilità che due *patch* siano contigui e non frammentati e aumenta all'aumentare della concentrazione, per cui a valori elevati corrisponde una bassa frammentazione. L'indice è stato calcolato utilizzando i Piani Culturali Grafici di ARTEA.

Per una lettura più agevole, abbiamo normalizzato il *meff* ottenendo una densità di frammentazione per kmq, per cui $seff=1-meff$; $seff[0,1]$. L'indicatore conferma quanto detto sopra: la maggiore frammentazione di concentra nelle aree periferiche della Garfagnana e Lunigiana ma anche scendendo verso la piana della Lucchesia e di quella fiorentina. Pur con minore intensità, si estende poi nel Valdarno aretino e nella Valdichiana, seguendo sostanzialmente la principale arteria autostradale e ferroviaria. Scendendo, poi verso sud, tra le province di Livorno, Siena e Grosseto la frammentazione si riduce notevolmente (Fig. 3.5).

Figura 3.5: Densità di frammentazione seff (*Effective mesh density*)



Fonte: Elaborazioni IRPET su dati Artea

Sulla distribuzione tra i due gruppi dell'indice di frammentazione non si notano, in media, differenze significative, anche se i valori più elevati dell'indice tendono a concentrarsi nel gruppo delle imprese che hanno abbandonato.

3.4. Risultati

La tabella 3.4 presenta tre diverse specificazioni del modello, che risulta significativo all'1%, e i relativi risultati. La prima specificazione il modello include solo variabili relative all'azienda, la seconda introduce alcune interazioni e la zona altimetrica e la terza l'indice di frammentazione.

Tabella 3.4: Risultati del modello logit

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
exit	exit	exit	exit
log_sau	-0.236*** (0.008)	-0.231*** (0.008)	-0.229*** (0.008)
1.atrem	-0.307*** (0.032)	-0.322*** (0.032)	-0.323*** (0.032)
uba_ha	0.003 (0.006)	0.004 (0.006)	0.004 (0.006)
q_bio	-0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)
q_irri	-0.006*** (0.000)	-0.006*** (0.000)	-0.006*** (0.000)
RICA3	-0.006*** (0.000)	-0.006*** (0.000)	-0.005*** (0.000)
q_dop	-0.006*** (0.000)	-0.006*** (0.000)	-0.006*** (0.000)
1.individuale	-3.724*** (0.089)		
1.auto	0.469*** (0.020)		
1.individuale#1.auto		2.377*** (0.181)	2.377*** (0.181)
g_fam	-0.000* (0.000)	-0.000** (0.000)	-0.000** (0.000)
g_w	-0.001** (0.000)	-0.001** (0.000)	-0.001** (0.000)
g_cterzi	0.011*** (0.003)	0.011*** (0.003)	0.010*** (0.003)
1.ord_num (cerealicoltura)	0.048 (0.040)	0.052 (0.040)	0.060 (0.040)
2.ord_num (olivicoltura)	0.073** (0.034)	0.075** (0.035)	0.080** (0.035)
4.ord_num (altri seminativi)	0.218*** (0.036)	0.213*** (0.036)	0.221*** (0.036)
5.ord_num (altre legnose)	0.773*** (0.046)	0.665*** (0.048)	0.668*** (0.048)
6.ord_num (miste)	-0.126*** (0.046)	-0.122*** (0.046)	-0.117** (0.046)
7.ord_num (zootecnia)	-0.188*** (0.047)	-0.229*** (0.047)	-0.226*** (0.047)
1.giovane	-0.318*** (0.030)		
1.femmina	0.021 (0.018)		
1.giovane#0b.femmina		-0.437*** (0.037)	-0.438*** (0.037)
1.giovane#1.femmina		-0.087* (0.051)	-0.089* (0.051)
1.stu_sup	-0.071*** (0.018)	-0.070*** (0.018)	-0.070*** (0.018)
2.zalt2 (collina)		-0.248*** (0.025)	-0.243*** (0.025)
3.zalt2 (pianura)		-0.076** (0.033)	-0.082** (0.034)
seff			0.100*** (0.038)
Constant	4.118*** (0.095)	4.852*** (0.124)	4.818*** (0.124)
Numero di osservazioni	68,035	68,035	68,035

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Iniziamo con i risultati relativi alle caratteristiche aziendali. La dimensione di impresa (*log_sau*) è un risultato atteso e robusto, essendo significativo in tutte e tre le specificazioni: all'aumentare della dimensione diminuisce la probabilità di uscita. Al contrario, la consistenza dell'allevamento non è significativa.

Essere multifunzionale, quindi che conduce altre attività, oltre a quella agricola, riduce la probabilità di abbandonare: la variabile *atrem* è, infatti, altamente significativa e robusta. Allo stesso modo, all'aumentare della quota di superficie biologica, di qualità certificata o irrigata, la probabilità di abbandono si riduce. Anche la quota di pagamenti sui ricavi incide positivamente sulla probabilità dell'impresa di restare.

Per quanto riguarda la forma giuridica, l'essere individuale protegge dall'esito negativo di uscita. Questo può sembrare un risultato inatteso ma, come abbiamo visto, la quota di imprese con altra forma giuridica nella coorte 2010-2020 era irrisoria e molte di esse erano uscite. Inoltre, in altri studi si era osservato come la continuità inter-generazionale legata al modello di *family business* sia una garanzia per la sopravvivenza stessa dell'impresa (Turchetti, Mariani, 2023).

Un ulteriore elemento da considerare è che interagendo questa variabile con la variabile relativa all'autoconsumo, che nella prima specificazione risulta significativa e positivamente correlata alla probabilità di uscita, si ottiene un risultato significativo e positivo: ciò significa che per le imprese individuali che autoconsumano gran parte della propria produzione, la probabilità di uscita è maggiore. Per le altre il risultato non è significativo, ma possiamo dedurre che l'effetto protettivo non sta tanto nella forma giuridica, ma nell'essere effettivamente un'impresa con un certo grado di orientamento al mercato.

Le variabili relative al lavoro, sia familiare sia salariato, sono scarsamente significative, mentre all'aumentare delle giornate in contoterzi aumenta, come nelle attese, la probabilità di uscita.

Per quanto riguarda i settori, la *baseline* è la vitivinicoltura. I risultati sono robusti soprattutto per altri seminativi, altre legnose agrarie, zootechnia e, parzialmente, per le miste. Per i primi due ordinamenti la probabilità di uscita risulta maggiore rispetto alla vitivinicoltura e il contrario per gli altri due. Il risultato dell'olivicoltura è scarsamente significativo ma positivo (quindi l'olivicoltura ha maggiore probabilità di uscita rispetto alla vitivinicoltura), mentre non si registrano differenze significative tra vitivinicoltura e cerealicoltura.

Relativamente alle caratteristiche del conduttore, l'essere giovani riduce la probabilità di uscita e ciò può essere dovuto anche a un'aspettativa di vita più lunga che, considerando l'età media elevata dei conduttori agricoli, per molti di loro è comunque breve. Il genere, invece, non è significativo. Nelle altre specificazioni le due variabili sono state interagite, confermando che l'unico risultato significativo e negativamente correlato con la probabilità di abbandono è l'essere giovani. L'effetto è, tuttavia, più forte nei conduttori, mentre per le conduttrici permane ma è molto debole.

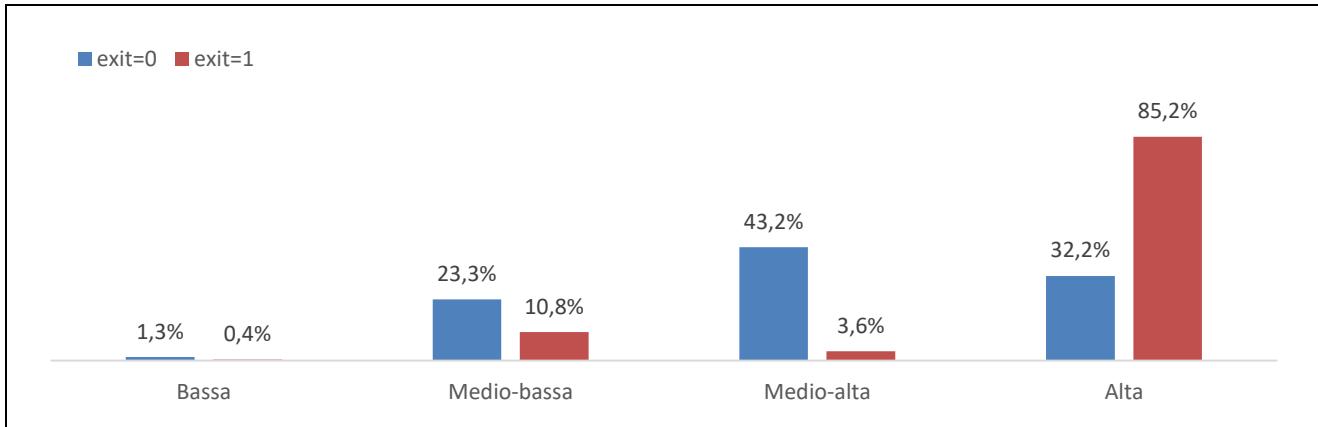
Infine, come nelle attese, il titolo di studio superiore è sempre significativo e negativo.

Nella seconda specificazione abbiamo aggiunto la zona altimetrica per tenere conto anche delle caratteristiche morfologiche in cui operano le aziende agricole. La *baseline* è la montagna e, come nelle attese, l'agricoltura collinare mostra una maggiore resistenza, mentre il risultato con l'agricoltura di pianura è meno robusto, seppure negativo e significativo.

Nella terza specificazione abbiamo aggiunto la densità di frammentazione che risulta significativa e positivamente correlata alla probabilità di abbandono: come nelle attese, le imprese che si trovano in territori caratterizzati da elevata frammentazione, presentano una probabilità più elevata di uscita.

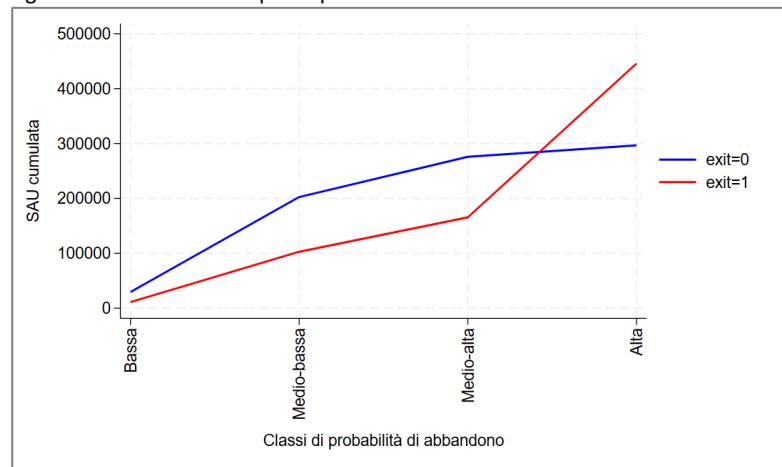
Abbiamo infine stimato sulla base del modello la probabilità di abbandono di ciascuna impresa. Il modello funziona abbastanza bene perché l'85,2% delle imprese che sono uscite si trova nella classe elevata di probabilità di uscita (>60%). Per quanto riguarda quelle che sono sopravvissute, di cui conosciamo l'esito fino al 2020, circa il 75% si distribuisce tra le classi medio-alta e alta (Fig. 3.6).

Figura 3.6: Distribuzione delle imprese per classe di probabilità di abbandono stimata



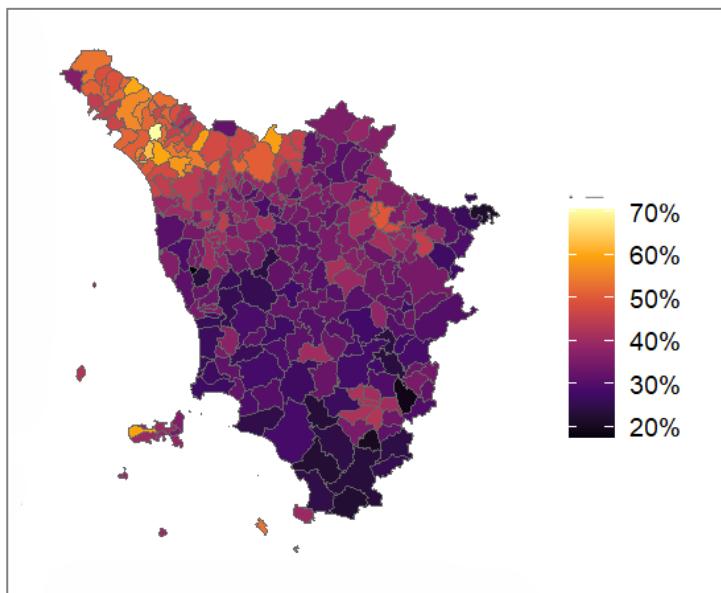
La figura 3.7 mostra l'andamento della SAU cumulata per classi di probabilità di abbandono, distinguendo tra le imprese che sono uscite e quelle che sono sopravvissute. Il grafico evidenzia come la superficie agricola che si è effettivamente persa si concentri soprattutto nelle classi a rischio elevato: nelle sole classi medio-alta e alta si registra infatti oltre tre quarti di SAU a rischio abbandono, pari a più di 340mila ettari complessivi. Per contro, le imprese sopravvissute risultano distribuite in modo più uniforme, con una quota significativa di SAU anche nelle classi a rischio basso e medio-basso. Considerando soltanto le imprese nelle classi a rischio alto e medio-alto, la perdita potenziale di superficie ammonterebbe comunque a circa 94mila ettari, a indicare che una parte rilevante della SAU ancora presente si colloca in segmenti a vulnerabilità non trascurabile (Fig. 3.7).

Figura 3.7: SAU cumulata per la probabilità di abbandono stimata



Abbiamo infine calcolato la media della probabilità di uscita delle imprese per comune. Come appare abbastanza evidente nella figura 3.8, la probabilità di abbandono risulta molto elevata soprattutto nella Toscana nord-occidentale, in particolare nelle aree montane di Garfagnana, Lunigiana e montagna pistoiese. Inoltre, si osservano aree più chiare, cui corrispondono valori di probabilità di abbandono più elevati, tra la Versilia e la provincia di Pisa, tra la piana fiorentina fino al Casentino e alla Valtiberina e, infine, nella zona amiatina.

Figura 3.8: Stima della probabilità di abbandono per comune

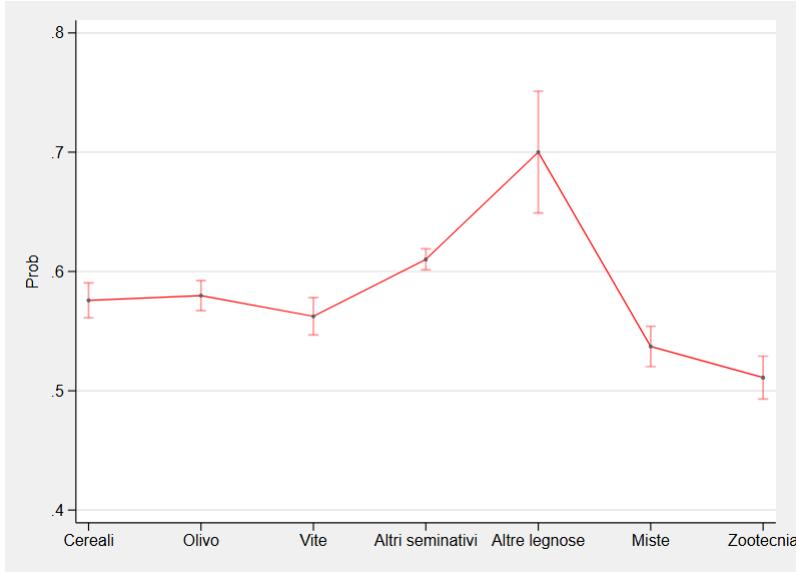


3.5. Effetti marginali

I coefficienti nel modello logit restituiscono l'effetto della variazione di una covariata sui log-odds e non sull'effettiva probabilità dell'esito di un evento. Di conseguenza, stimiamo alcuni effetti marginali al fine di comprendere la variazione della probabilità di uscita al variare di un'unità di covariata.

La figura 3.9 mostra la variazione della probabilità di uscita al variare degli ordinamenti produttivi. Si ricorda che nel modello la *baseline* era vitivinicoltura. Nel caso di cerealicoltura e olivicoltura la probabilità di uscita non è significativamente diversa rispetto a quella della vitivinicoltura; anche nel caso delle miste, la differenza rispetto alla baseline è modesta. Al contrario, legnose agrarie e altri seminativi presentano una probabilità di uscita significativamente più elevata della vite, come la zootecnia una probabilità significativamente meno elevata.

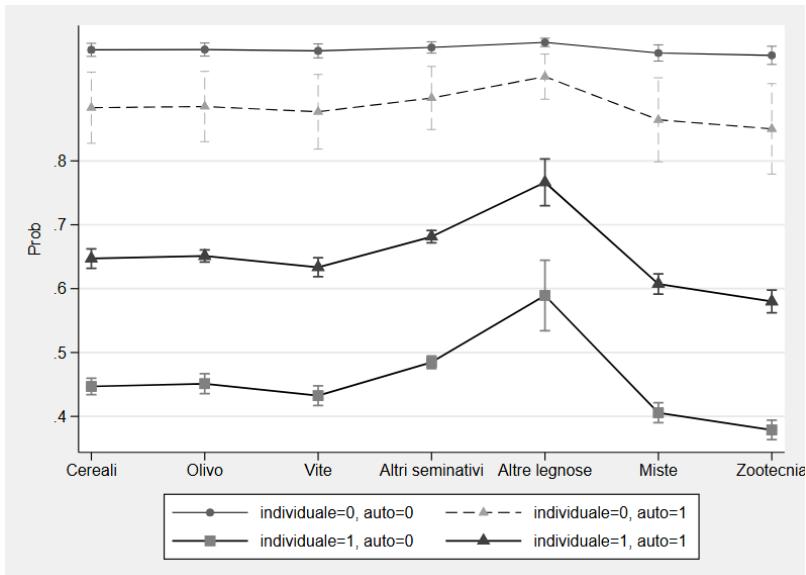
Figura 3.9: Probabilità predetta per ordinamento



Un altro esito interessante è stimare l'effetto sulla probabilità dei vari ordinamenti per la forma giuridica dell'impresa e la loro propensione ad autoconsumare o essere maggiormente rivolti al mercato. Si tratta di caratteristiche che generalmente catturano molto bene la struttura di impresa ed eventuali variabili latenti che non possiamo osservare (e.g. la sostenibilità economica). Come abbiamo visto, l'esito di uscita cambia se interagiamo queste variabili oppure ne stimiamo l'esito separatamente. Come si vede nella figura 3.10, nel caso di società ($individuale=0$) l'effetto sulla probabilità è molto elevato e sfumano le differenze tra ordinamenti: in generale, abbiamo visto che le società sono molto poche e tendenzialmente si trovavano quasi tutte nel gruppo delle imprese che hanno abbandonato.

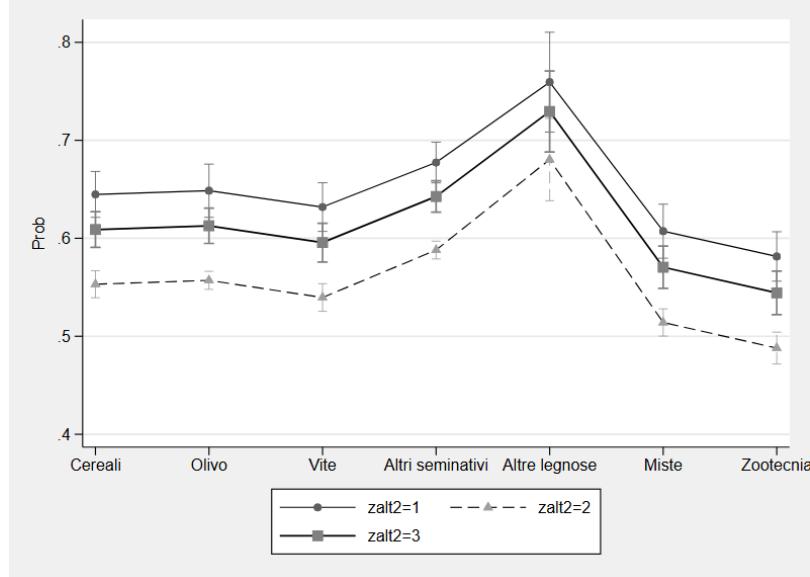
La differenza è significativa, invece, per le imprese individuali che autoconsumano oltre il 50% della produzione e quelle che non lo fanno e, di conseguenza, sono maggiormente rivolte al mercato. Per queste ultime, la probabilità si abbassa notevolmente per tutti gli ordinamenti, catturando molto bene la maggiore resistenza delle imprese più strutturate.

Figura 3.10: Probabilità predetta per ordinamento, forma giuridica e autoconsumo



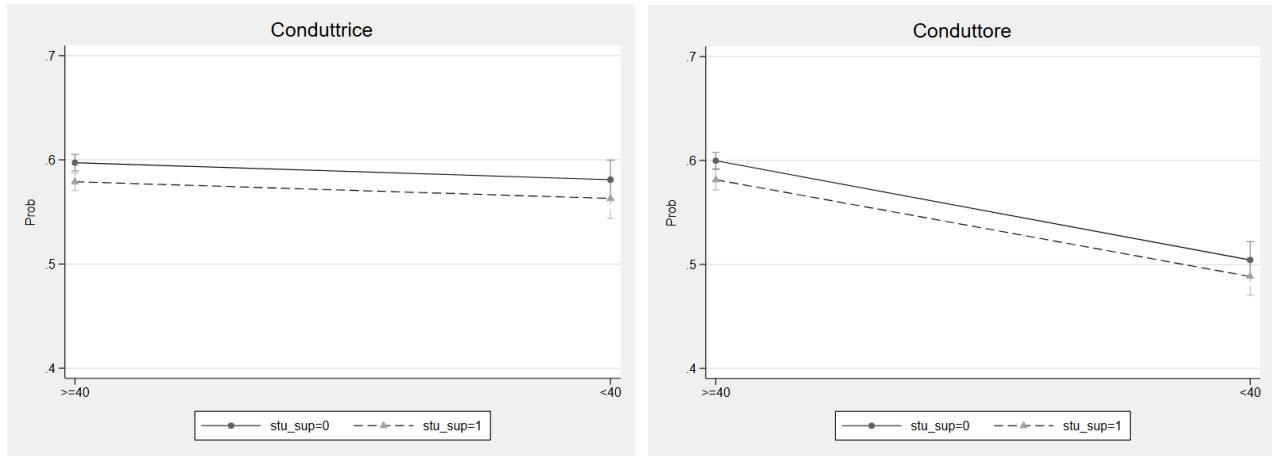
Un'altra variabile interessante è la zona altimetrica. Come si vede nella figura 3.11, l'agricoltura di collina è quella meno penalizzata, anche se per le legnose agrarie la differenza non è significativa. Per tutti gli ordinamenti la differenza tra agricoltura di pianura e montana non è significativa: ciò significa che la probabilità di uscita per le imprese localizzate in pianura e montagna è simile a parità di ordinamento.

Figura 3.11: Probabilità predetta per ordinamento e zona altimetrica



Rispetto alle caratteristiche del conduttore, vediamo che nel caso delle conduttrici la differenza nella probabilità di uscita non cambia tra giovani e anziane. Se consideriamo anche il titolo di studio, sembra sia significativo nel ridurre la probabilità di uscita delle imprenditrici anziane, ma la differenza è modesta. Diverso è il caso degli imprenditori: la probabilità di uscita si abbassa notevolmente per i giovani, mentre non è significativo il titolo di studio (Fig. 3.12).

Figura 3.12: Probabilità predetta per età, titolo di studio e genere del conduttore



3.6. Previsione *out-of-sample* sulle nuove nate

Finora abbiamo identificato le determinanti che hanno inciso sulla probabilità di abbandono delle aziende agricole nate prima del Censimento 2010 e che nel periodo 2010-2020 sono rimaste attive oppure hanno cessato la propria attività. Come abbiamo visto, le imprese cessate sono state un numero considerevole, oltre

43mila, per un totale di perdita di superficie coltivata di quasi 450mila ettari. Ovviamente dopo il 2010 sono nate altre imprese, alcune delle quali sono sopravvissute fino al Censimento 2020: come abbiamo visto, la superficie coltivata dalle nuove nate non è riuscita a rimpiazzare la perdita di superficie di quelle che sono uscite, recuperando circa 375mila ettari, con una perdita netta di quasi 74mila ettari (-13,2%) e un tasso di rimpiazzo di 83,5 ettari ogni 100 ettari persi.

Nel periodo intercensuario sono, inoltre, intervenuti cambiamenti nella composizione della SAU. In particolare, si sono ridotte le superfici coltivate a legnose agrarie, cereali e olivo, mentre sono aumentate quelle coltivate a seminativo e vite. Tra le nuove nate è aumentata l'incidenza delle aziende specializzate in vitivinicoltura e zootechnia (nonostante una contrazione nella consistenza degli allevamenti), mentre è diminuita quella delle specializzazioni cerealicola e olivicola. Le nuove nate, inoltre, presentano una dimensione media di 15,8 ettari a fronte dei 10 ettari della coorte precedente e, complessivamente, la SAU media è cresciuta di 2 ettari. In particolare, gli ordinamenti che hanno aumentato maggiormente la loro dimensione media sono la vitivinicoltura e la zootechnia (Tabb. 3.5 e 3.6).

Tabella 3.5: Composizione della SAU per ordinamento nel 2010 e nel 2020 e variazione % 2020/2010

Superficie	Comp. 2010	Comp. 2020	Var. %
Olivo	12,2%	11,6%	-17,6%
Cereali	22,9%	20,8%	-20,9%
Vite	7,9%	9,0%	-1,0%
Altri Seminativi	40,7%	48,3%	3,4%
Altre Legnose	3,4%	2,5%	-34,6%
SAU	100,0%	100,0%	-13,0%
UBA			-4%

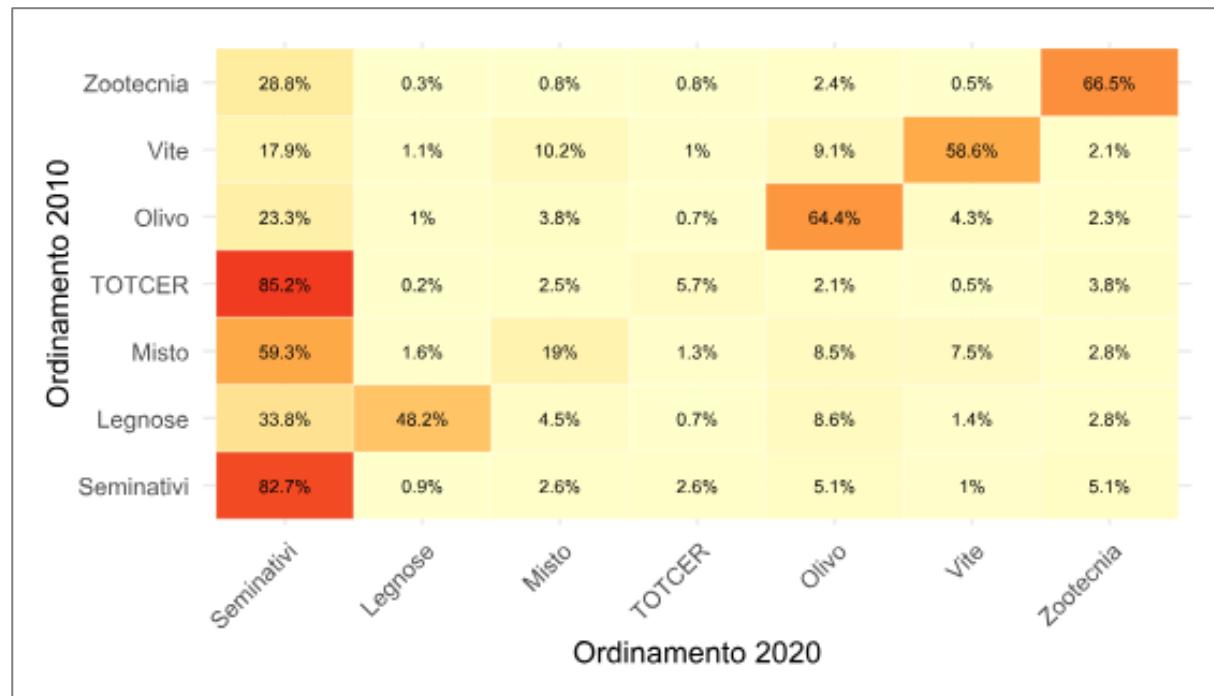
Tabella 3.6: Dimensione media per ordinamento (ha)

Ordinamento	Dimensione media 2010	Dimensione media 2020
Olivicoltura	2,7	3,1
Cerealicoltura	17,4	21,2
Vitivinicoltura	7,3	12,1
Altri Seminativi	13,5	14,1
Altre Legnose	4,7	5,7
Miste	12,7	16,2
Zootecnia	33,5	38
SAU	10,4	12,4

Inoltre, molte imprese che sono sopravvissute si sono spostate su altri ordinamenti. La matrice di transizione nella figura 3.13 mostra per riga la distribuzione della superficie 2010 nel 2020 per specializzazione produttiva. Sulla diagonale secondaria della matrice, quella che va dall'origine verso l'alto a sinistra, si trova la quota di superficie che nel 2020 non è cambiata: circa l'82,7% della superficie delle imprese specializzate in seminativo è rimasta tale, seppure, trattandosi di un ordinamento molto eterogeneo, non possiamo escludere spostamenti interni. Non sorprende neanche che le variazioni di superficie di aziende specializzate in legnose agrarie, compresi vitivinicoltura e olivicoltura, siano stati limitati. Al contrario, le cerealicole si sono

spostate su altri ordinamenti (in particolare foraggere) e nel 2020 solo il 5,7% della loro superficie è rimasta cerealicola; al contrario gli spostamenti dagli altri ordinamenti verso la cerealicoltura sono stati molto limitati e ciò ha determinato una consistente contrazione della superficie a cereali.

Figura 3.13: Matrice di transizione tra ordinamenti delle imprese sopravvissute (quote % di superficie)



Nel decennio 2010-2020 oltre 35mila ettari di cerealicoltura sono andati persi, a vantaggio prevalentemente di una conversione a foraggere. Dal lato economico, il calo della redditività dei cereali e di altre colture annuali ha reso più conveniente orientarsi verso sistemi più estensivi e meno dipendenti da input, come erbai, prati e pascoli, che riducono i costi di gestione e i rischi produttivi. Parallelamente, l'aumento dei prezzi dei mangimi ha spinto molte aziende zootecniche a incrementare la produzione interna di foraggi per migliorare l'autosufficienza alimentare (Renwick et al., 2013). Va anche detto che dal punto di vista delle politiche, l'introduzione della condizionalità e del greening nel ciclo di programmazione 2014-2022, hanno favorito la permanenza e l'espansione dei prati permanenti e di terreni a gestione ridotta, soprattutto nelle aree più marginali dove il costo della cerealicoltura può essere molto elevato (Rete Rurale Nazionale, 2023).

Per le imprese nate tra il 2010 e il 2020 e ancora presenti nel Censimento 2020 non disponiamo di un esito osservabile. Tuttavia, assumendo lo stesso comportamento di impresa delle nuove nate rispetto alle aziende su cui è stata stimata la probabilità di abbandono, è possibile applicare gli stessi coefficienti al fine di stimare un rischio di abbandono per ciascuna impresa basato sugli esiti della coorte precedente (Wooldridge, 2013).

Per fare questo, abbiamo prima di tutto armonizzato le covariate presenti nel censimento 2020 con quelle utilizzate nel modello logit³; successivamente, abbiamo applicato i coefficienti ottenuti dalla stima precedente alla nuova distribuzione, per cui

$$\hat{p}_{i,2020} = \Pr (\text{exit}_i = 1 | X_{i,2020}; \hat{\beta})$$

³ L'unica variabile che non è stato possibile inserire nel modello è stata quella relativa alla superficie dop/igp perché non disponibile nel Censimento 2020.

Bisogna tenere presente che questo tipo di stima assume gli stessi comportamenti delle nuove nate rispetto a quelle nate precedentemente e che la relazione tra covariate e probabilità di uscita non vari nel tempo. Inoltre, le imprese ancora presenti nel 2020 osservate nel 2010, potrebbero aver modificato alcune delle loro caratteristiche e aver assunto comportamenti completamente diversi: come abbiamo visto, molte di esse si sono spostate su altri ordinamenti, adattandosi a condizioni contestuali mutate o implementando innovazioni nel corso del tempo. Infine, nel frattempo potrebbero essere intervenuti degli shock di cui non è possibile al momento tenere conto (e.g. covid, aumento dei prezzi, nuovo ciclo di programmazione). Pur trattandosi di assunzioni molto forti, la validità della stima *out-of-sample* sta nell'indicare una fragilità e un potenziale di superficie coltivata a rischio, seppure basata sull'osservazione di esiti passati e non presenti.

Una parte consistente delle nuove imprese rientra ancora nelle classi di rischio medio-alto e alto. Aggregando la superficie coltivata da queste imprese a quella delle sopravvissute appartenenti alle stesse classi, si ottiene un'esposizione potenziale di oltre 277mila ettari. Proiettando sul futuro il tasso di rimpiazzo osservato – pari a circa 72,6 nuove aziende ogni 100 uscite – e adottando una superficie media aziendale di 15 ettari, il recupero atteso ammonterebbe a circa 260mila ettari. Tale evidenza indica che il processo di abbandono mostra segnali di rallentamento e potrebbe essere prossimo a una fase di relativa stabilizzazione.

Va inoltre rilevato che l'analisi, essendo costruita sulle traiettorie del passato, non incorpora le trasformazioni intervenute di recente nel comparto vitivinicolo. La previsione tende a sovrastimare il rischio di abbandono soprattutto per le aziende vitivinicole, rispecchiando i comportamenti della coorte precedente e non tenendo conto del diffuso *turnover* che ha visto per molte imprese il progressivo passaggio da un modello di *family business*, fondato sul conferimento alle cantine locali, a un modello marcatamente *market-oriented* ed *export-oriented*. Nel settore coesistono oggi realtà proprietarie semi-industriali, con caratteristiche molto differenti rispetto alle società presenti nel precedente censimento, in grado di beneficiare di significative economie di scala, e imprese familiari che valorizzano maggiormente il legame con il territorio (Capone e Zampi, 2021). L'attuale modello non riesce a rappresentare in modo pieno tale eterogeneità evolutiva, mostrando quindi un limite analitico in questa fase.

4. UNA VISIONE TERRITORIALE DELL'ABBANDONO

4.1. L'abbandono come fenomeno territoriale

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, la decisione di abbandonare l'attività agricola non dipende solo da fattori individuali legati a caratteristiche di impresa, ma è anche legata a dinamiche territoriali più generali. In particolare, abbiamo visto che la morfologia e l'evoluzione nell'uso e consumo del suolo sono elementi che sicuramente tendono a incidere sulla propensione di un territorio a restare agricolo. D'altra parte, aree fortemente isolate e soggette a spopolamento e invecchiamento della popolazione o che soffrono particolarmente per gli effetti del cambiamento climatico, potrebbero altresì essere soggette a una maggiore difficoltà a mantenere l'attività agricola.

In questo capitolo cerchiamo di scendere a un livello di dettaglio territoriale ancora più granulare, al fine di comprendere fino a che punto la dimensione territoriale incida sul rischio di abbandono e se è possibile identificare delle aree dove l'abbandono agricolo si autoalimenta per dinamiche territoriali non necessariamente attribuibili alle sole criticità del settore agricolo.

Per fare questo siamo partiti dalla costruzione di una griglia regolare di celle della dimensione di 5kmq. Ciò ha consentito di scendere a un livello di dettaglio territoriale molto fine e di lavorare su porzioni regolari di territorio non delimitate da confini amministrativi o statistici “frastagliati” e irregolari, nonché di implementare agevolmente analisi di prossimità e, come vedremo, autocorrelazione spaziale. Successivamente, ogni impresa è stata assegnata univocamente a una e a una sola cella, utilizzando le coordinate geografiche per le imprese presenti solo nel Censimento 2010 e aggregando le griglie da un kmq per quelle presenti nel Censimento 2020⁴.

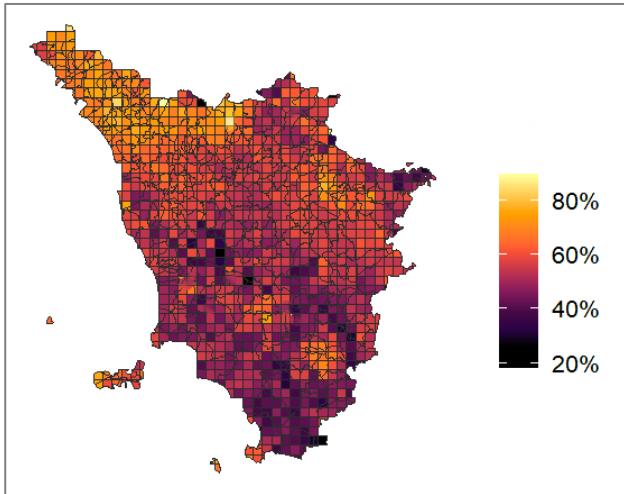
La figura 4.1 riporta il rischio di abbandono stimato con il modello logit aggregato per la cella da 5kmq. In questa mappa appaiono evidenti sia i territori a maggior rischio abbandono ma anche le rilevanti differenze interne alle aree a rischio meno elevato.

Le zone di Garfagnana, Lunigiana e montagna pistoiese si confermano quelle con il rischio di abbandono più elevato, anche se osserviamo altre aree dove il rischio supera l'80%: in particolare, l'area compresa tra Casentino e Valtiberina e l'Amiata. Un rischio intorno al 60% si osserva, invece, nell'area fortemente urbanizzata tra Lucca e Pontedera e, a est, nella zona del Valdarno aretino.

Tutta l'area che da Livorno scende sia verso la costa sia verso l'interno della provincia senese, mostra un rischio di abbandono relativamente basso, compreso tra il 20% e il 40%. Tuttavia, mentre l'area maremmana, nel sud estremo della Toscana, mostra una certa omogeneità del rischio stimato, sulla costa livornese e nell'area senese si presenta una situazione più disomogenea, anche per la maggiore frammentazione del territorio dovuta a una maggiore competizione nell'uso del suolo, dovuta alla presenza di attività turistiche e manifatturiere.

⁴ Ritendendo la dimensione di cella inferiore a 5kmq troppo piccola e soggetta al rischio di confondere i risultati dell'analisi per eccessiva “rumorosità”, si è ritenuta questa una dimensione ottimale per gli scopi della ricerca.

Figura 4.1: Rischio medio di abbandono calcolato su celle da 5kmq

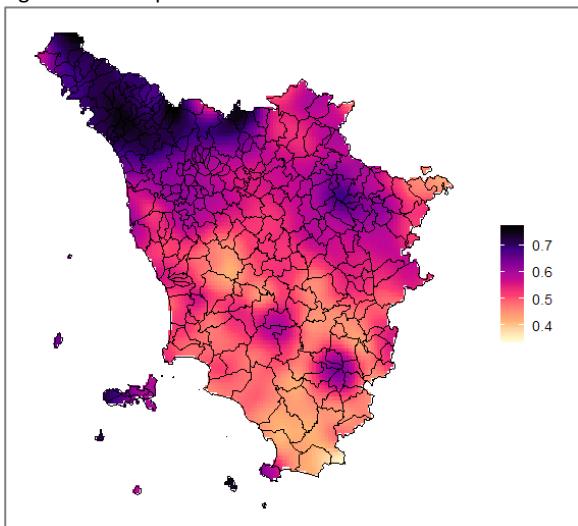


Intuitivamente, ciò che stiamo cercando sono delle zone dove la dimensione territoriale gioca un ruolo particolarmente rilevante per incentivare o disincentivare l'attività agricola. Come abbiamo visto nella revisione della letteratura e come emerso anche dall'evidenza empirica presentata nel capitolo 3, le caratteristiche individuali raccontano solo una parte della storia, la cui definizione dipende anche dal contesto. Partendo dal rischio medio per cella presentato nella figura 4.1, abbiamo stimato l'intensità del rischio in un intorno di 5kmq per ogni punto (nel nostro caso la cella di 5kmq) con l'obiettivo di identificare degli "hotspot", ovvero dei pattern spaziali di rischio di abbandono. Ciò è stato fatto pesando il rischio stimato per la distanza.

La mappa nella figura 4.2 conferma sostanzialmente che ci sono almeno 4 *hotspot* dove il rischio di abbandono è molto elevato. A parte la solita zona appenninica della Toscana nord-occidentale, che si espande chiaramente anche nell'area tra Lucca e Pontedera, c'è l'ampia area che dal Casentino si espande verso la Valtiberina e il Valdarno aretino, la zona amiatina e un altro piccolo hotspot tra le province di Siena e Grosseto.

Si intravedono, inoltre, anche dei pattern spaziali dove il rischio abbandono è particolarmente basso, ovvero le zone della Maremma, della Val d'Orcia e della Valdelsa.

Figura 4.2: Hotspot del rischio di abbandono



4.2. Analisi di autocorrelazione spaziale

Per verificare se il rischio di abbandono mostra una struttura spaziale non casuale, stimiamo l'autocorrelazione spaziale globale mediante l'indice di Moran's I. L'obiettivo è valutare se le celle da 5 kmq con elevato tasso di abbandono tendono a essere localizzate vicino ad altre celle con valori simili, formando patterns territoriali di abbandono coerenti, che abbiamo definito *hotspot*.

Per ogni cella i , abbiamo definito un lag spaziale del rischio di abbandono come:

$$\text{lag}_i = \sum_{j \in N_i} w_{ij} x_j$$

laddove:

- x_j è il rischio di abbandono stimato nella cella j ;
- N_i è l'insieme dei vicini di i , definiti con il criterio *queen*⁵;
- w_{ij} è l'elemento della matrice dei pesi spaziali.

Tanto più elevato sarà il valore di lag_i , tanto maggiore sarà l'intensità dell'abbandono nell'intorno circostante, configurando, così, un pattern territoriale di abbandono.

L'indice Moran's I misura la correlazione tra rischio di abbandono e lag_i , quindi:

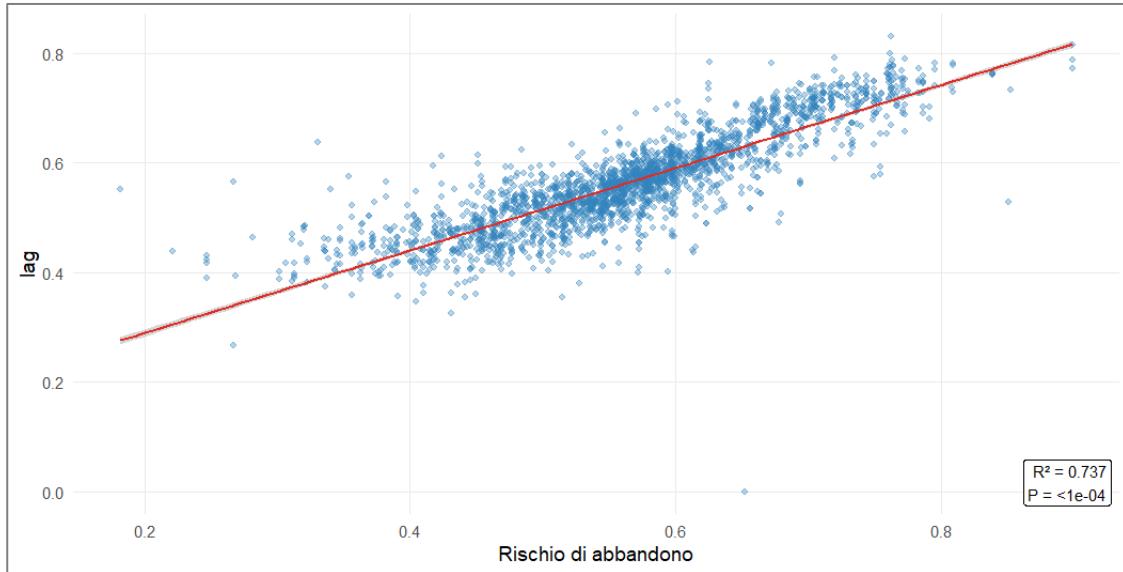
$$I = (n/S_0) * \left(\sum_i (x_i - \bar{x})(\text{lag}_i - \bar{\text{lag}}) \right) / (\sum_i (x_i - \bar{x})^2)$$

laddove $S_0 = \sum_{i,j} w_{ij}$, cioè la somma degli elementi della matrice di distanza.

Il risultato del test è riportato nella figura 4.3. Il test è significativo all'1% e conferma la presenza di autocorrelazione spaziale. La relazione, inoltre, è molto alta (0,74), che significa che la distribuzione del rischio di abbandono nello spazio non è casuale ma spazialmente determinata da alcuni patterns specifici: le celle a elevato rischio di uscita sono localizzate in prossimità di celle simili, così come le celle a basso rischio di uscita sono localizzate in prossimità di celle simili.

⁵ Sulla base del criterio *queen*, si definiscono vicine due unità che hanno almeno un punto in comune, che sia un lato o un vertice (Arbia, 2024).

Figura 4.3: Relazione tra rischio di abbandono e lag spaziale



Il test Moran I ha definito che globalmente sussiste autocorrelazione globale. A questo punto possiamo identificare con precisione dove sono localizzati i patterns spaziali locali, ovvero gruppi omogenei di celle che presentano valori simili o dissimili rispetto ai vicini. Per fare questo calcoliamo un indicatore Moran locale (LISA: Local Indicator of Spatial Association), definito per ogni cella i come:

$$L_i = (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

I risultati dell’analisi spaziale locale sono riportati nella figura 4.4, che restituisce aree omogenee basate sulla stima dell’indicatore LISA. Innanzitutto, non ovunque il test è significativo, per esempio nella Toscana centrale, dove l’agricoltura esiste ed è rilevante ma probabilmente il rischio abbandono è spiegato da dinamiche legate ad altre caratteristiche non strettamente correlate alla dimensione spaziale.

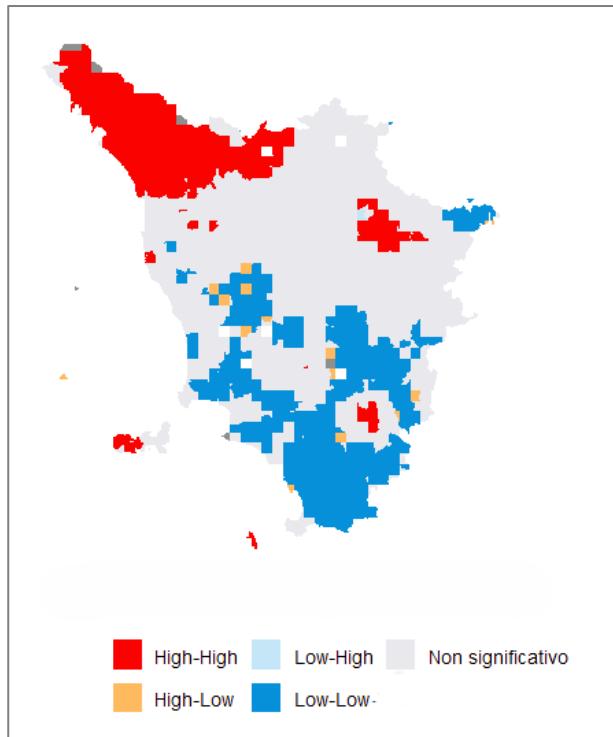
Così come atteso, emerge chiaramente il pattern a elevato rischio abbandono della Toscana nord-occidentale, che si estende fino alla montagna pistoiese. Nella parte sottostante, tra Lucca e Pontedera, il pattern è meno chiaro e riguarda un’estensione più limitata e spot di abbandono più diffusi e meno contigui, cui si alternano celle contigue a basso rischio di abbandono. Le altre due zone che emergono con chiarezza sono quella amiatina e quella tra Valdarno aretino e Casentino.

Le zone blu indicano dei patterns territoriali dove il rischio di abbandono è particolarmente basso e che rappresentano il cuore pulsante e vivo dell’agricoltura toscana. Si tratta di un’area piuttosto estesa che nelle precedenti mappature non emergeva con tanta evidenza. Oltre alla parte maremmana e alla Val d’Orcia, si riconoscono chiaramente le aree comprese tra Valdelsa e Valdera e l’area compresa tra le colline metallifere e la Val di Cornia.

Nell’area della Valdera e diffusamente in altre aree, alcune celle presentano un elevato rischio di abbandono associato a un basso rischio dei vicini (celle gialle). Nelle precedenti mappature queste celle creavano confusione e difficoltà di interpretazione dei patterns prevalenti. Averle fatte emergere è un notevole passo

in avanti, che mostra come in aree a elevato rischio abbandono persistano dei territori a forte vocazione agricola con basso rischio di abbandono.

Figura 4.4: Hotspot definiti in base alla stima di LISA su celle 5kmq



4.3. Modello spatial-lag

- *Metodologia*

Una volta verificato che l'abbandono è un fenomeno spazialmente determinato, in questo capitolo si stimano le determinanti dell'abbandono utilizzando un approccio di autoregressione spaziale. Innanzitutto, la nostra unità di analisi non è più l'impresa ma la cella di 5kmq utilizzata per le analisi di questo capitolo. Inoltre, teniamo conto della dimensione spaziale introducendone la dipendenza direttamente nella variabile dipendente: in poche parole, il valore della variabile dipendente è condizionato dal valore delle variabili dipendenti delle celle vicine, con un meccanismo auto-rinforzante (Arbia, 2024).

In particolare, stimiamo un modello autoregressivo spaziale di tipo lag (SAR):

$$y_i = \rho \sum_j w_{ij} y_j + X_i \beta + \varepsilon_i$$

dove:

- y_i è tasso di abbandono nella cella i (5 kmq) = n_morte_i/n_totali_i ;
- $\sum_j w_{ij} y_j$ è il lag spaziale del tasso di abbandono per la cella i , cioè la media ponderata dei valori y_j nelle celle vicine, con pesi w_{ij} ;
- ρ è il coefficiente di autocorrelazione spaziale sul lag della variabile dipendente;
- X_i è il vettore riga delle covariate per la cella i e β è il vettore dei coefficienti da stimare;
- ε_i è il termine di errore.

- *Dati*

La differenza rilevante rispetto al modello logistico è che, come covariate, si utilizzano sia dati di impresa sia dati spaziali. In particolare:

- I dati di impresa sono di fonte censuaria, gli stessi utilizzati nel modello logistico;
- Abbiamo calcolato quota e pendenza a livello di cella 5kmq utilizzando il pacchetto R “terrain”;
- I dati sulle superfici sono estratti dall’archivio sull’uso e consumo del suolo (UCS) di Regione Toscana.

Le variabili sono state tutte standardizzate.

- *Risultati*

Il parametro $\rho = 0,296$ è positivo e significativamente diverso da zero. Ciò indica che esiste un effetto di dipendenza spaziale non trascurabile nel tasso di abbandono e che le celle con alto tasso di abbandono tendono ad essere localizzate vicino ad altre celle con valori elevati, e viceversa. I risultati sono mostrati nella tabella 4.1.

Tabella 4.1: Risultati del modello SAR

VARIABILE	FONTE	NOME VARIABILE	Coeff	Std_Error
		(Intercept)	1,097 ***	0,102
Quota	Pacchetto R Terrain	quota_mean	0,000 *	0,000
Pendenza	Pacchetto R Terrain	pendenza_mean	0,011 ***	0,003
SAU media	UCS	sau_mean_ucs	0,000	0,000
Quota di superficie a olivicoltura	UCS	q.olivo	-0,190 **	0,090
Quota di superficie a seminativo	UCS	q.seminativi	-0,162 *	0,089
Quota di superficie a vitivinicoltura	UCS	q.vite	-0,232 **	0,094
Quota imprese individuali	Censimento 2010	q.individuali	-0,493 ***	0,049
Quota imprese che autoconsumano oltre 50%	Censimento 2010	q.autoc	0,099 ***	0,023
Var. aree artificiali 2019/2010	UCS	var.artificiali	0,266	0,196
Quota di pagamenti su ricavi	Censimento 2010	rica	-0,003 ***	0,000
Quota di superficie a prati stabili		q.prati	-0,147	0,092
Quota di zone agricole eterogenee	UCS	q.eterogenee	-0,087	0,090
Quota di imprese con attività connesse	Censimento 2010	q.atrem	-0,188 ***	0,036
Quota di imprese con marchi	Censimento 2010	q.dop	-0,052 **	0,021
Quota di imprese con superfici irrigate	Censimento 2010	q.irri	-0,022	0,017
Quota di imprese bio	Censimento 2010	q.bio	0,002	0,005
Quota di imprese con conduttore o conduttrice <40 anni	Censimento 2010	q.giova	-0,334 ***	0,084
Quota di imprese femminili	Censimento 2010	q.femmine	-0,040	0,037
		<i>rho</i>	0,213 ***	0,044

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Per quanto riguarda le due variabili relative alla morfologia, ovvero quota e pendenza, sono entrambe positive; quindi, all'aumentare della quota e della pendenza aumenta il tasso di abbandono. Ciò non sorprende considerando che avevamo già visto che la maggior parte dell'abbandono si è concentrato nelle aree montane. Tuttavia, sulla base di questi risultati, la quota è scarsamente significativa, mentre la pendenza lo è molto di più: tendenzialmente, non sembra essere la montagna il problema quanto i declivi particolarmente ripidi di certe aree e il rischio connesso per le aziende agricole.

La dimensione media di impresa non risulta significativa, mentre lo sono le quote di superficie coltivate a olivo e vite e, con una minore significatività, anche quelle a seminativo, tutte con segno negativo. D'altra parte, sia le quote di prati stabili sia quelle eterogenee risultano non significative. Ciò significa che, al di là della singola specializzazione, l'attività agricola condotta dalle imprese, quindi intesa come attività produttiva, è associata prevalentemente agli ordinamenti in grado di garantire un certo orientamento al mercato. Chiaramente, sia le zone agricole eterogenee sia i prati stabili rappresentano per la Toscana elementi del tipico paesaggio complesso e diversificato, da cui è possibile trarre molti benefici ambientali. La ricerca di un punto di equilibrio tra un'eccessiva diversificazione incompatibile con l'attività di impresa e la tendenza a paesaggi monoculturali è probabilmente un obiettivo da raggiungere, soprattutto per alcuni territori⁶.

La variazione delle aree artificiali, quindi sostanzialmente la diffusione di zone urbane e infrastrutture, non è significativa e, quindi, parrebbe non spiazzare l'attività agricola.

Per quanto riguarda le caratteristiche di impresa sono approssimativamente confermati i risultati del modello logit. In particolare, la forma giuridica individuale contrasta l'abbandono ma non l'autoconsumo di oltre il 50% della propria produzione: seppure l'interazione tra queste due variabili non sia significativa in questo modello, il risultato che un'impresa persiste se mostra un certo grado di orientamento al mercato è confermato.

Si confermano significativamente rilevanti nel contrastare l'abbandono la quota media di contributi su ricavi, la quota di superficie dop e la quota di imprese che conduce almeno un'attività di diversificazione. Al contrario sia la quota irrigata sia la quota biologica non risultano singolative.

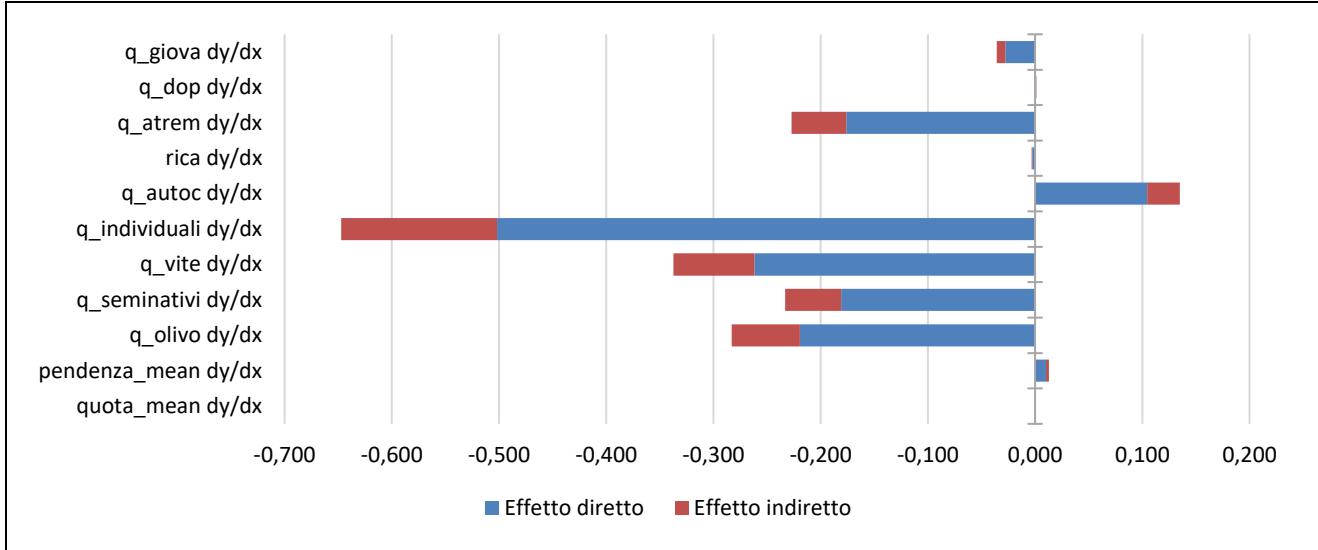
Infine, per quanto riguarda le caratteristiche del conduttore, confermiamo quanto già detto: l'essere giovani garantisce una certa stabilità all'impresa ma vale solo per gli imprenditori agricoli e non per le imprenditrici.

Nei modelli SAR i coefficienti stimati non rappresentano direttamente l'effetto marginale delle covariate sulla variabile dipendente, perché un cambiamento in una cella si propaga anche alle celle vicine. Di conseguenza, abbiamo calcolato gli impatti che misurano sia gli effetti diretti sulla cella sia quelli indiretti sulle celle vicine, che possiamo definire spillovers, al fine di misurare l'intensità complessiva con cui ogni variabile influisce sul tasso di abbandono agricolo tenendo conto delle interdipendenze spaziali (Fig. 4.5)⁷.

⁶ Si pensi per es. alla diffusione di terreni vitati in alcune aree di pianura che hanno spiazzato altre coltivazioni

⁷ In questo tipo di modello gli spillovers non derivano dalle caratteristiche dei vicini, ma dal fatto che la variabile dipendente è spazialmente autocorrelata. Un cambiamento di una covariata X in una cella modifica y in quella stessa cella (effetto diretto), e tale variazione si trasmette alle celle contigue attraverso il parametro p, generando uno spillover endogeno. Di conseguenza, gli effetti indiretti del modello rappresentano la propagazione spaziale dell'impatto di X tramite il meccanismo di feedback della variabile dipendente, ovvero il tasso di abbandono.

Figura 4.5: Effetti marginali delle covariate sul tasso di abbandono



Il grafico a barre ordinate distingue chiaramente gli effetti che agiscono in senso negativo sul tasso di abbandono (lato sinistro), contribuendo a ridurlo, da quelli che invece amplificano la probabilità di uscita dall'attività agricola (lato destro). Gli impatti rappresentano l'effetto complessivo di ciascuna variabile, includendo sia la componente diretta sulla cella sia quella indiretta che si propaga attraverso le celle adiacenti.

Gli effetti più intensi riguardano la struttura aziendale e le specializzazioni produttive, misurate come quota di superficie destinata ai diversi ordinamenti. In particolare, la forte magnitudine dell'impatto associato alle aziende individuali indica che anche variazioni contenute nella loro incidenza possono produrre effetti territoriali significativi in termini di riduzione dell'abbandono. Tale effetto si contrappone simmetricamente a quello dell'autoconsumo, che costituisce uno dei principali fattori di vulnerabilità aziendale, contribuendo in modo rilevante all'aumento del tasso di abbandono.

La resilienza dell'agricoltura risulta inoltre strettamente legata a scelte culturali orientate al mercato. Vite e olivo emergono come i fattori più stabili, con impatti negativi più marcati rispetto ai seminativi, suggerendo che la profitabilità e il valore aggiunto generato da colture permanenti svolgono un ruolo cruciale nel contrastare i processi di abbandono. Questo risultato conferma l'importanza di approfondire, anche in chiave territoriale, le dinamiche economiche che differenziano gli ordinamenti culturali e la loro capacità di sostenere la permanenza delle aziende.

Gli effetti significativi ma di entità molto ridotta riguardano invece gli aspetti morfologici e quelli legati alle caratteristiche del conduttore. Quota e pendenza mostrano un impatto positivo sul tasso di abbandono, ma la loro intensità è trascurabile se confrontata con quella delle variabili strutturali ed economiche. Allo stesso modo, la quota di imprese condotte da giovani presenta un effetto negativo — coerente con una maggiore vitalità e capacità di adattamento — ma di entità moderata, indicando che il fattore demografico, pur importante, non è sufficiente da solo a compensare condizioni territoriali sfavorevoli. Il risultato può essere interpretato come un effetto soglia: la variabile cresce in rilevanza solo oltre valori relativamente elevati, mentre oscillazioni contenute attorno alla media non generano impatti territoriali significativi. Ciò riflette la struttura del tessuto produttivo, dove la presenza giovanile, spesso minoritaria, fatica a produrre effetti sistematici.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi condotta in questo rapporto mette in luce come l'abbandono della superficie agricola sia il risultato dell'interazione complessa tra caratteristiche strutturali delle imprese, tendenze sociali ed economiche di medio e lungo periodo e fattori morfologici, a cui si aggiungono nuove fragilità dovute ai molti impatti ambientali. I due approcci utilizzati – l'analisi microeconomica a livello di impresa e il modello spaziale su griglia regolare – offrono una lettura coerente e complementare, restituendo un quadro articolato e geograficamente molto differenziato del fenomeno.

L'Italia e la Toscana sono particolarmente soggette a questo fenomeno, sia per le condizioni morfologiche sia per le dinamiche insediative che hanno caratterizzato gli ultimi decenni. Per quanto riguarda la Toscana, la perdita netta di superficie agricola nel decennio 2010-2020 è stato di circa 90mila ettari (-13%), con differenze rilevanti a livello sub-regionale.

Come nelle attese, l'abbandono nel decennio 2010-2020 si è concentrato nelle aree montane, con un'ampia estensione nell'area di Garfagnana, Lunigiana e montagna pistoiese e porzioni di territorio più limitate dell'area amiatina e compresa tra Valtiberina e Casentino. Va detto che in queste aree l'abbandono è definito da meccanismi auto-rinforzanti, ovvero legati a fattori che riguardano dinamiche di contesto e non attribuibili alla singola impresa.

Allo stesso modo nelle aree nel sud della Toscana sussistono meccanismi auto-rinforzanti di persistenza dell'attività agricola, che possono compensare eventuali elementi di fragilità a livello di singola impresa. In condizioni di assenza di autocorrelazione spaziale – in particolare nelle aree della Toscana centrale, incluse porzioni territoriali di rilievo agricolo – non è opportuno inferire che i processi territoriali siano privi di rilevanza. È invece più plausibile che manchino quei meccanismi auto-rinforzanti che conferiscono alle dinamiche spaziali un carattere persistente, strutturale e di lungo periodo, difficilmente reversibile se non con un approccio di policy multilivello.

Sulla base delle analisi implementate principali driver dell'abbandono sono i seguenti:

- le imprese con una dotazione fisica più grande misurata in termini di SAU, a parità di ordinamento produttivo, presentano una probabilità significativamente inferiore di abbandonare, evidenziando come una minore polverizzazione sia un incentivo che favorisce investimenti e una maggiore stabilità aziendale. Questo risultato suggerisce che, a prescindere dalla localizzazione territoriale, l'eccessiva polverizzazione aziendale aumenta la fragilità dell'impresa;
- Coerentemente con questo risultato, all'aumentare della frammentazione, la probabilità di uscita dell'impresa aumenta. Sebbene a livello di impresa il risultato sia robusto e statisticamente fondato, a scala territoriale si richiede un approfondimento ulteriore, volto sia a isolare i driver della frammentazione che incidono strutturalmente sulle attività agricole in specifici territori (processi di *sprawl* e *sprinkling*), sia a misurarne l'intensità.
- Le imprese individuali orientate al mercato mostrano livelli di resilienza superiori anche rispetto alle poche società presenti nel periodo considerato, mentre le imprese individuali prevalentemente destinate all'autoconsumo hanno mostrato una maggiore propensione all'abbandono. Questo suggerisce che il problema non risiede nel modello di *family business* in sé, quanto piuttosto nella mancata vocazione verso un'agricoltura professionale: restano, per riprendere l'espressione di Sotte e Arzeni (2013), "non imprese", che non sono in grado di dare continuità all'attività agricola;

- Da questo punto di vista del ricambio generazionale, vale la pena sottolineare che, come nelle attese, l'impresa condotta da giovani agricoltori, soprattutto se istruiti, garantisce continuità all'impresa. Ciò è vero soprattutto per l'imprenditorialità maschile, meno per quella femminile, che evidentemente incontra ancora barriere più elevate sia ex-ante sia in itinere;
- Un ulteriore risultato riguarda il fatto che una maggiore concentrazione di imprese orientate al mercato è associata a un minore tasso di abbandono. Ciò apre a ulteriori linee di indagine, incentrate sulla natura delle relazioni fra imprese co-localizzate, distinguendo tra forme di integrazione verticale e orizzontale e adottando una prospettiva di filiera più ampia rispetto a quella strettamente settoriale;
- L'impresa “multifunzionale” o che più semplicemente diversifica ha una minore probabilità di uscita: ciò vale sia quando si valorizza il proprio prodotto con pratiche sostenibili (e.g. biologiche) o certificazioni di qualità, sia quando si implementano attività complementari a quella agricola.

A livello settoriale, il quadro analitico rimane caratterizzato da un numero elevato di questioni irrisolte. La vitivinicoltura non evidenzia una minore probabilità di uscita rispetto agli altri comparti; tale risultato riflette un processo dinamico di turnover tra imprese “tradizionali” e aziende altamente competitive non completamente catturato da questa analisi. Su questo sfondo si innestano dinamiche più recenti di concentrazione territoriale nelle mani di poche realtà di grandi dimensioni, che accrescono ulteriormente l'eterogeneità del settore. Questi processi, pur esercitando un effetto protettivo nei confronti dell'abbandono, tanto a livello micro quanto meso, possono indurre fenomeni di spiazzamento di altri ordinamenti, già in parte osservabili.

L'analisi previsionale *out-of-sample* suggerisce che il processo di abbandono della superficie agricola stia rallentando, anche grazie all'ingresso sul mercato di nuovi operatori rilevanti, in particolare in alcuni comparti. Parallelamente, l'abbandono non rappresenta l'unico esito possibile nelle situazioni di difficoltà produttiva. Fenomeni già conosciuti in letteratura, quali il *land idling* (Levers et al., 2018) e la *shift cultivation* (Cornelio, 2021), meritano un'attenzione specifica: oltre a contribuire alla semplificazione degli assetti culturali complessi, con implicazioni rilevanti per i paesaggi agrari, possono svantaggiare ulteriormente gli ordinamenti meno redditizi. Il caso delle aziende cerealicole ne è un esempio emblematico: a parità di probabilità di abbandono, molte di esse si sono riposizionate su altri ordinamenti, in particolare verso colture foraggere. Se ciò, in parte, è dovuto a una politica europea sempre più *demanding* verso gli impegni ambientali e di messa a riposo dei terreni, dall'altra può essere attribuito a dinamiche di scarsa redditività del settore che rendono sempre più elevato il costo opportunità di produrre.

Sul versante delle implicazioni di policy, si osserva come interventi di natura settoriale risultino spesso inadeguati rispetto all'obiettivo di contrastare l'abbandono. Le analisi evidenziano che misure quali pagamenti diretti o sostegni allo sviluppo rurale producono effetti protettivi percepibili a livello aziendale, ma non si traducono in cambiamenti rilevanti su scala territoriale. Ciò riflette il fatto che, nei contesti di abbandono consolidato, i meccanismi di auto-rinforzo che ne alimentano la persistenza sono sistemici e poco sensibili all'andamento di un singolo comparto. Nonostante ciò, alcuni settori mantengono un potere trainante in specifici territori, contribuendo a mitigare l'abbandono: il caso della zootecnia nel Mugello ne è un esempio, grazie a una filiera lattiero-casearia relativamente stabile che, pur tra numerose criticità, ha consentito la continuità delle attività agricole in un'area morfologicamente complessa.

Lo sforzo intrapreso dal governo regionale per sostenere il ricambio generazionale, come evidenziato da Gori et al. (2024), è consistente e rilevante, ma difficilmente in grado, da solo, di modificare la scarsa attrattività strutturale delle aree marginali o di contrastare le spinte centripete che alimentano *sprawl* e *sprinkling*, accentuando la frammentazione territoriale. Paradossalmente, tali dinamiche possono, tuttavia, stimolare

l'espansione di forme di agricoltura orientate alla filiera corta e al mercato urbano, che beneficiano di una domanda crescente di produzioni locali, del recupero di piccoli appezzamenti inculti e che risultano particolarmente *appealing* per i giovani imprenditori agricoli.

A partire dalla programmazione 2014-2022, il titolo di imprenditore agricolo professionale è diventato, di fatto, vincolante per accedere alla gran parte delle misure di sviluppo rurale, favorendo, come detto sopra, l'agricoltura professionale e prevalentemente rivolta al mercato. Come nelle previsioni, ciò ha contribuito a contrastare l'abbandono ma, viste le caratteristiche prevalenti di un piccolo sistema produttivo come quello toscano, ciò non è stato sempre sufficiente.

L'abbandono è condizionato dall'andamento dei mercati, soprattutto per quanto riguarda gli input intermedi, prevalentemente rivolti a trasformazione industriale, e omogenei - come i cereali - per i quali l'approvvigionamento estero costituisce sovente la soluzione a minor costo per l'industria. Le strategie di certificazione, sia di qualità sia ambientali, possono rivelarsi efficaci, a patto che il *premium price* generato venga effettivamente trasferito in modo equo lungo la filiera. Gli interventi già avviati dalla Regione Toscana per promuovere forme di integrazione verticale locale, mediante contratti di filiera, possono risultare ancora più efficaci e meritevoli di ulteriore estensione, poiché capaci di assicurare stabilità degli acquisti e adeguati margini di redditività (Turchetti e Ferraresi, 2025).

Del resto sulla rilevanza dell'aggregazione in agricoltura la letteratura è concorde nel ritenere che aggregazioni di tipo cooperativo, più o meno strette e vincolanti, sono la continuazione della logica economica organizzativa del modello di *family business*, superandone i limiti legati alla scala produttiva e alla mancanza di potere contrattuale verso i propri clienti, soprattutto in caso di monopolio o monopsonio a valle (Tortia et al., 2013).

Infine, un breve ma necessario *caveat*. Il presente rapporto non si è soffermato sulla transizione digitale, poiché ancora in fase embrionale e priva di evidenze empiriche consolidate. In prospettiva, essa potrebbe rappresentare un fattore rilevante di mitigazione dell'abbandono, qualora fosse in grado di aumentare l'efficienza e la produttività delle imprese, ridurre i costi degli input con effetti positivi sulla redditività e, più in generale, risultare funzionale al tessuto produttivo di piccole e piccolissime aziende che caratterizza l'agricoltura toscana.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agnolucci, P., De Lipsis, V. (2020). "Long-run trend in agricultural yield and climatic factors in Europe," *Climatic Change*, vol. 159(3), pp. 385-405.
- Arbia, G. (2024). *A primer for Spatial Econometrics. With application in R, STATA and Python*. Palgrave Macmillan.
- Arzeni, A., Sotte, F. (2013). "Imprese e non-imprese nell'agricoltura italiana. Una analisi sui dati del Censimento dell'Agricoltura 2010". Working paper n. 20 del Gruppo 2013. https://utenti.dises.univpm.it/sotte/ultime%20pubblicazioni%20pdf/WORKING%20PAPER%20Imprese%20e%20non%20imprese%20-%20Arzeni%20Sotte.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Arzeni, A. (2024). "L'andamento del mercato fondiario in Italia nel 2024. Sintesi dei risultati". CREA-PB. <https://www.crea.gov.it/web/politiche-e-bioeconomia/-/indagine-mercato-fondiario>
- Bruno V.G., Büyüksahin B. e Robe M.A. (2016). "The Financialization of Food?", *Amer. J. Agr. Econ.*, Vol. 99 (1), pp. 243–264.
- Capone e Zampi (2021) nel lavoro *The Italian Wine Sector: Evolution, Structure, Competitiveness and Future Challenges of an Enduring Leader* (*Italian Economic Journal*, 7, 259-295).
- Carbone, A., Corsi, A. (2014). "Dinamica generazionale e dimensione territoriale dell'agricoltura italiana". *QA Rivista dell'Associazione Rossi-Doria*. Vol. 2014/1, pp. 135-164. DOI 10.3280/QU2014-001005.
- Daskalova, G.N., Kamp, J. (2023). "Abandoning land transforms biodiversity. Land abandonment is critical when assessing global biodiversity and conservation". *Science*. Vol 380(6645). <https://doi.org/10.1126/science.adf1099>
- De Filippis F. e Romano D. (2009) (a cura di), *Crisi Economica E Agricoltura*. Quaderni del Gruppo 2013. Edizioni Tellus.
- Fabiani, G. (2015). *Agricoltura-mondo. La storia contemporanea e gli scenari futuri*. Collana: Saggi. Storia e scienze sociali. Donzelli Editore. ISBN: 9788868432409
- FAO (2025). The State of Food and Agriculture 2025 – Addressing land degradation across landholding scales. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd7067en>
- Fastelli, L., Ciampi, C., Giusti, B., Lucchesi, F., Monacci, F., Rovai, M. (2015). "La complessità dell'organizzazione spaziale nell'agricoltura toscana". In Atti della XIX Conferenza Nazionale ASITA (pp. 363-370).
- Fayet, C. M. J., Reilly, K. H., Van Ham, C., Verburg, P. H. (2022). "Future abandoned land in the European Union: scenarios and implications for food security". *Land Use Policy* 112. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105833>
- Finger, R., El Benni, N. (2021). "Farm income in European agriculture: new perspectives on measurement and implications for policy evaluation". *European Review of Agricultural Economics*. Vol 48 (2). 253–265. <https://doi.org/10.1093/erae/jbab011>
- Gellrich, M., Zimmermann, N.E. (2006). "Investigating the regional-scale pattern of agricultural land abandonment in the Swiss mountains: A spatial statistical modelling approach". *Landscape and Urban Planning* 79, pp. 65–76.
- Ghosh, B. K. (2011). Essence of crop diversification: A study of West Bengal agriculture. *Asian Journal of Agricultural Research*, 5(1), 28–44.

Gori, G.F., Mariani, M., Turchetti, S. (2024). Gli effetti causali degli interventi per l'imprenditorialità agricola giovanile. Rapporto commissionato a IRPET da AdG-FEASR di Regione Toscana. <https://www.irpet.it/gli-effetti-causali-degli-interventi-per-limprenditorialita-agricola-giovanile/>

Hill, B. (2018). *Farm income, wealth and agricultural policy*. Third Edition. Routledge Revivals. <https://doi.org/10.4324/9781003073550>

Iommi, S., Turchetti, S. (2022). Frammentazione fondiaria, attività agroforestale e servizi ecosistemici nelle aree interne e montane. Nota di lavoro 17/2022. <https://www.irpet.it/frammentazione-fondiaria-attivita-agroforestale-e-servizi-ecosistemici-nelle-aree-interne-e-montane/>

Kitano, S. (2021). "Estimation of Determinants of Farmland Abandonment and Its Data Problems". *Land*. Vol. 10(596). <https://doi.org/10.3390/land10060596>

Levers, C., Schneider, M., Prishchepov, A.V., Estel, S., Kuemmerle, T. (2018). "Spatial variation in determinants of agricultural land abandonment in Europe". *Science of the Total Environment* 644, pp. 95–111.

Licciardo, F., Zanetti, B., Gargano, G., Tarangioli, S., Verrascina, M. (2022). "Rural Development Policies Supporting Generational Renewal. Some Evidence from the Italian Experience". *Social Policies* (ISSN 2284-2098). Vol. 1.

Manganelli, B., Murgante, B., Saganeiti, L. (2020). "The Social Cost of Urban Sprinkling". *Sustainability* 12(6). <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2236>

Marino, M., Rocchi, B., Severini, S. (2021). "Conditional income disparity between farm and non-farm households in the European Union: a longitudinal analysis". *Journal of Agricultural Economics*, 72 (2), 589-606. doi: 10.1111/1477-9552.12420

Pawlewicz, A., Pawlewicz, K. (2023). Sustainability and agricultural land abandonment in the EU: Economic and policy implications.

Perpina Castillo, C., Kavalov, B., Diogo, V., Jacobs-Crisioni, C., Batista e Silva, F., Lavalle, C. (2018). "Agricultural land abandonment in the eu within 2015-2030". *JRC Policy Insights*. <https://ec.europa.eu/jrc/en/luisa>

Perpina Castillo, C., Jacobs-Crisioni, C., Diogo, V., Lavalle, C. (2021). "Modelling agricultural land abandonment in a fine spatial resolution multi-level land-use model: An application for the EU". *Environmental Modelling and Software* 136.

Perpina Castillo, C., Coll Aliaga, E., Lavalle, C., Martínez Llario, J.C. (2020). "An Assessment and Spatial Modelling of Agricultural Land Abandonment in Spain (2015–2030)". *Sustainability* 12(560).

Renwick, A., Jansson, T., Verburg, P. H., Revoredo-Giha, C., Britz, W., Gocht, A., McCracken, D. (2013). Policy reform and agricultural land abandonment in the EU. *Land Use Policy*, 30(1), 446–457.

Rete Rurale Nazionale (2023). La valutazione degli aspetti ambientali della Pac 2014-2020. <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/24841>

Riccioli, F., Boncinelli, F., Casini, L., Pagnotta, G. (2014). La perdita di superficie agricola in Italia. XXXV Conferenza Italiana di Scienze Regionali.

Romano, B., Zullo, F., Fiorini, L., Marucci, A., Ciabò, S. (2017). Land transformation of Italy due to half a century of urbanization. *Land Use Policy*, 67, 387–400.

Sallustio, L., Pettenella, D., Merlini, P., Romano, R., Salvati, L., Marchetti, M., Corona, P. (2018). Assessing the economic marginality of agricultural lands in Italy to support land use planning. *Land Use Policy*, 76, 526–534.

Shengfa, L., Xiubin, L. (2017). "Global understanding of farmland abandonment: A review and prospects". *J. Geogr. Sci.* Vol. 27(9): 1123-1150. doi: 10.1007/s11442-017-1426-0

SNPA-ISPRA (2025). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2025. <https://www.snpambiente.it/pubblicazioni/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2025/>

Sonawane, K. G., More, S. S., Perke, D. S., Chavan, R. V. (2022). Techniques and status of crop diversification: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 11(4), 258–262.

Terres, J.-M., Nisini Scacchafichi, L., Wania, A., Ambar, M., Anguiano, E., Buckwell, A., Coppola, A., Gocht, A., Nordström Källström, H., Pointereau, P., Strijker, D., Visek, L., Vranken, L., Zobenaka, A. (2015). “Farmland abandonment in Europe: Identification of drivers and indicators, and development of a composite indicator of risk”. *Land Use Policy*, 49, 20–34.

Tortia, E., Valentinov, V., Iliopoulos, C. (2013). “Agricultural cooperatives”. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. Vol. 2(1). pp. 23-36. <https://doi.org/10.5947/jeod.2013.002>

Turchetti, S., Mariani, M. (2023). Investimenti innovativi e sostenibilità nelle imprese individuali agricole della Toscana: chi sono i protagonisti del cambiamento? Rapporto commissionato a IRPET da AdG-FEASR di Regione Toscana. <https://www.irpet.it/investimenti-innovativi-e-sostenibilita-nelle-imprese-individuali-agricole-della-toscana-chi-sono-i-protagonisti-del-cambiamento/>

Turchetti, S. (2023). L’agricoltura toscana oggi: le tendenze tra i due censimenti Istat. Rapporto commissionato a IRPET da AdG-FEASR di Regione Toscana. <https://www.irpet.it/lagricoltura-toscana-oggi-le-tendenze-tra-i-due-censimenti-istat/>

Turchetti, S., Ferraresi, T. (2025). “Using Input-Output to Disentangle the Farm Income Problem: An Integrated Macro-Micro Level Analysis”. *Scienze Regionali*. Vol. 1/2025.

Turchetti, S., Patacchini, V. (2024). Cambiamenti strutturali del lavoro agricolo in Toscana. Rapporto commissionato a IRPET da AdG-FEASR di Regione Toscana. <https://www.irpet.it/cambiamenti-strutturali-del-lavoro-agricolo-in-toscana/>

Vergamini, D., Olivieri, M., Andreoli, M., Bartolini, F. (2024). Simulating policy mixes to reduce soil erosion and land abandonment in marginal areas: A case study from Liguria, Italy. *Land Use Policy*, 143, 107188.

Wooldridge, J.M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Fifth Edition. South-Western, Cengage Learning

Zavalloni, M., D’Alberto, R., Raggi, M., Viaggi, D. (2021). Farmland abandonment, public goods and the CAP in a marginal area of Italy. *Land Use Policy*, 107, 104365.