



# LE TECNOLOGIE 4.0 IN TOSCANA

A cura di

**MET**

Ricerche e analisi  
per le politiche pubbliche

REGIONE  
TOSCANA



SviluppoToscana  
S.p.A.



## Le Tecnologie 4.0 in Toscana

A cura del MET - Ricerche e analisi per le politiche pubbliche [www.met-economia.it](http://www.met-economia.it)

Analisi svolta nell'ambito della Convenzione tra Regione Toscana e Sviluppo Toscana, approvata con Decreto Dirigenziale n° 13325 del 21/08/2018

Firenze, novembre 2018

Direzione Attività Produttive, Regione Toscana



Regione Toscana



# **LE TECNOLOGIE 4.0 IN TOSCANA**

<b>INTRODUZIONE E SINTESI</b> .....	<b>3</b>
<b>1. LA DIFFUSIONE DEL FENOMENO</b> .....	<b>5</b>
<b>2. LA PROPENSIONE INNOVATIVA E LE CRITICITÀ PRESENTI</b> .....	<b>19</b>
<b>3. LE IMPRESE 4.0 E L'UTILIZZO DI STRUMENTI AGEVOLATIVI</b> .....	<b>32</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	<b>38</b>
<b>APPENDICE: APPROFONDIMENTO SULLA CLUSTER ANALYSIS</b> .....	<b>39</b>
<b>NOTA METODOLOGICA</b> .....	<b>46</b>
<b>L'INDAGINE MET: LOGICA, CONDUZIONE E METODOLOGIA</b> .....	<b>46</b>
<b>APPENDICE: PROCEDURA PER L'ALLOCAZIONE DEL CAMPIONE NEI DOMINI PIANIFICATI</b> .....	<b>62</b>
<b>APPENDICE: LA DIFFUSIONE PROVINCIALE</b> .....	<b>65</b>
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>66</b>

## Introduzione e sintesi

Il lavoro si articola come segue: un primo quadro di carattere quantitativo è dedicato alla specificazione della diffusione del fenomeno di Industria 4.0 in Italia, in Toscana e in altre regioni di confronto del centro-nord; si propongono quindi delle relazioni tra fenomeni rilevanti e, in modo particolare, tra l'utilizzazione di tecnologie 4.0 e il più generale atteggiamento delle imprese nei confronti dei driver della competitività rappresentati dall'innovazione, dalla ricerca e dalla presenza in mercati di esportazione; si segnalano, quindi, differenze riferite a specifici mercati e a caratteristiche delle imprese dal punto di vista della proprietà e del management.

Per migliorare la capacità di lettura dei fenomeni, si propone altresì un approfondimento attraverso la clusterizzazione delle imprese in modo da raggrupparle per le diverse caratteristiche rilevanti con riferimento agli ambiti tecnologici di industria 4.0.

La diffusione delle tecnologie cosiddette 4.0 nell'industria Toscana nel 2017 segnala livelli sensibilmente ridotti rispetto alla media nazionale e soprattutto rispetto alle regioni del centro-nord che possono essere prese a riferimento.

La maggiore distanza relativa sembra essere concentrata nelle dimensioni minori e, segnatamente, in quella fascia 10-49 addetti che costituisce un punto di riferimento essenziale del sistema produttivo nazionale e regionale.

Questa difficoltà si associa a un sistema che, viceversa, non pare particolarmente differente nelle sue logiche di base: le imprese 4.0 si confermano quelle più innovative, anche alla scala Toscana, e sono caratterizzate da livelli di dinamismo in termini di crescita del fatturato più accentuati.

La struttura proprietaria contribuisce, solo in parte, a spiegare tale divario con una maggiore presenza di imprese familiari chiuse con management non particolarmente qualificato.

Le criticità della Toscana sono confermate e si approfondiscono moltissimo se si guarda a due sottoinsiemi particolarmente qualificanti rappresentati da due tra i principali esiti commerciali: il mercato della subfornitura e quello delle esportazioni.

Se si considera il sottoinsieme delle imprese subfornitrici, la distanza tra Toscana e altre regioni appare molto marcato con un gap considerevole segnalando, quindi, una caratterizzazione non tecnologica (almeno con riferimento agli ambiti tecnologici in questione).

Solo meno accentuata, ma comunque elevatissima, risulta la differenza tra regione Toscana e altri territori di confronto se si considerano le imprese esportatrici: il gap evidenziato risulta molto accentuato e nettamente superiore alla media generale mostrando, anche in questo caso, un orientamento tecnologico delle produzioni relativamente debole.

Le *policy* e la loro diffusione presso gli operatori non paiono aver contribuito in misura significativa a determinare il differenziale registrato: i due strumenti principali (Credito di Imposta e Nuova Sabatini) e anche gli interventi regionali, trovano un tasso di utilizzo uguale o superiore rispetto ai benchmark.

Le analisi cluster segnalano alcuni possibili indirizzi concentrando l'attenzione sugli "entranti", ovvero sui soggetti che stanno avviando il loro percorso nel campo delle tecnologie 4.0 per i quali esistono diversi segnali di interesse e che possono rappresentare delle chiavi di superamento dei gap esistenti.

\*\*\*

La principale fonte informativa è rappresentata dall'Indagine MET, il cui profilo generale con riferimento alle tematiche di industria 4.0 e alla Toscana è riportato nel riquadro che segue, rinviando all'appendice per una più estensiva presentazione delle metodologie seguite e delle caratteristiche.

## Le informazioni: Indagine MET 2017

Campione 2017: circa 24 mila imprese intervistate (Ott 2017 - Feb 2018),  
TOSCANA: 2395 imprese intervistate

Rappresentatività: tutte le classi dimensionali (1-9 incluse), tutte le regioni italiane, settori industria in senso stretto e servizi alla produzione (12 comparti, 3° digit ATECO 2017)

- 11 TECNOLOGIE 4.0, PER CIASCUNA SI OSSERVA L'ATTUALE UTILIZZO ED EVENTUALI INTERVENTI PROGRAMMATI
  - Robot collaborativi e interconnessi (Advanced Manufacturing Solutions)
    - Integrazione elettronica dei dati e delle informazioni lungo le diverse fasi produttive dell'azienda (Horizontal Integration)
  - Stampanti 3d (Additive Manufacturing)
    - Condivisione elettronica con clienti/fornitori delle informazioni sullo stato della catena di distribuzione (inventario, tracking, etc.) (Vertical Integration)
  - Realtà aumentata (Augmented Reality)
    - Gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti (Cloud)
  - Simulazioni di sperimentazione e test virtuali (Simulation)
    - Rilevamento e analisi di elevate quantità di dati (Big data/Analytics)
  - Nanotecnologie e materiali intelligenti (Smart technology/materials)
    - Sicurezza informatica durante le operazioni in rete e su sistemi aperti (Cyber Security)
- Comunicazione elettronica in rete tra macchinari e prodotti (Industrial Internet of Things)

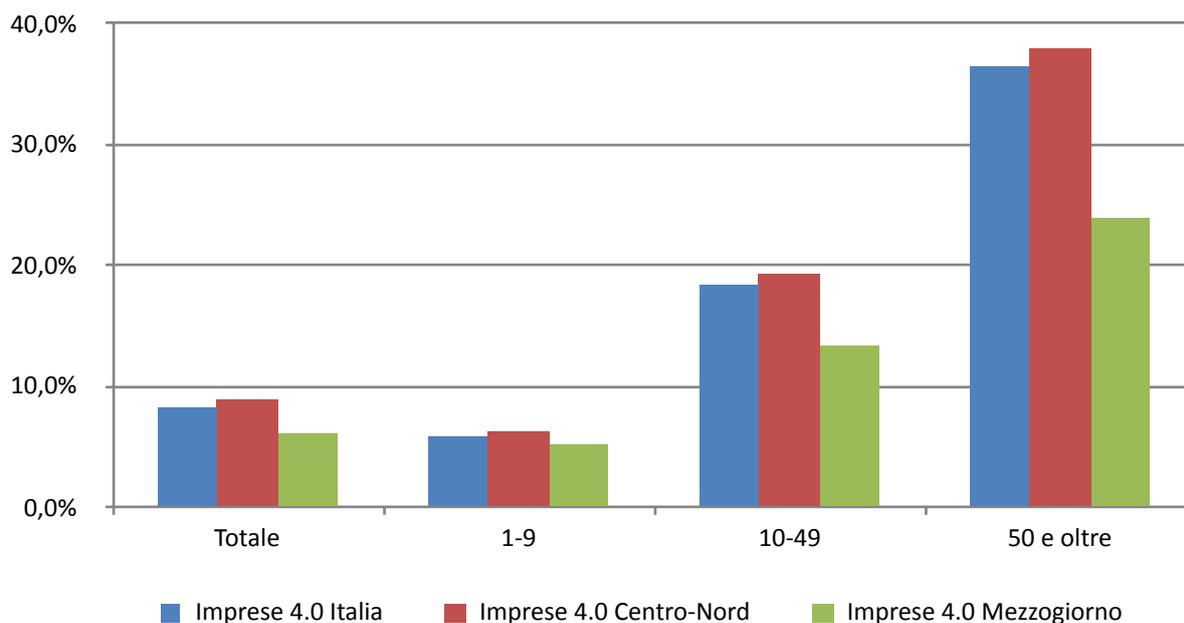
### 1. La diffusione del fenomeno

La prima dimensione di interesse si riferisce alla diffusione delle tecnologie 4.0 sul territorio nazionale, quantificabile all'8,5% del totale delle imprese (vengono definite "imprese 4.0" in Figura 1.1 le aziende che fanno utilizzo di almeno una delle tecnologie considerate). Come molti altri fenomeni economici che caratterizzano il dinamismo a livello microeconomico, la propensione verso l'utilizzazione di tecnologie 4.0 varia in misura significativa tra classi dimensionali, aumentando sostanzialmente al crescere delle dimensioni aziendali. Il fenomeno, in sé, è persino scontato, ma è particolarmente significativo comprendere il profilo dimensionale rilevante (cioè se le attività in oggetto si realizzano solo al di sopra di una scala molto elevata e quindi rara, ovvero se le dimensioni sufficienti possono essere considerate già quelle della piccola e media impresa con

scarso rilievo solo per le micro-attività) che caratterizza tale aspetto e le caratteristiche del fenomeno e la sua articolazione analitica.

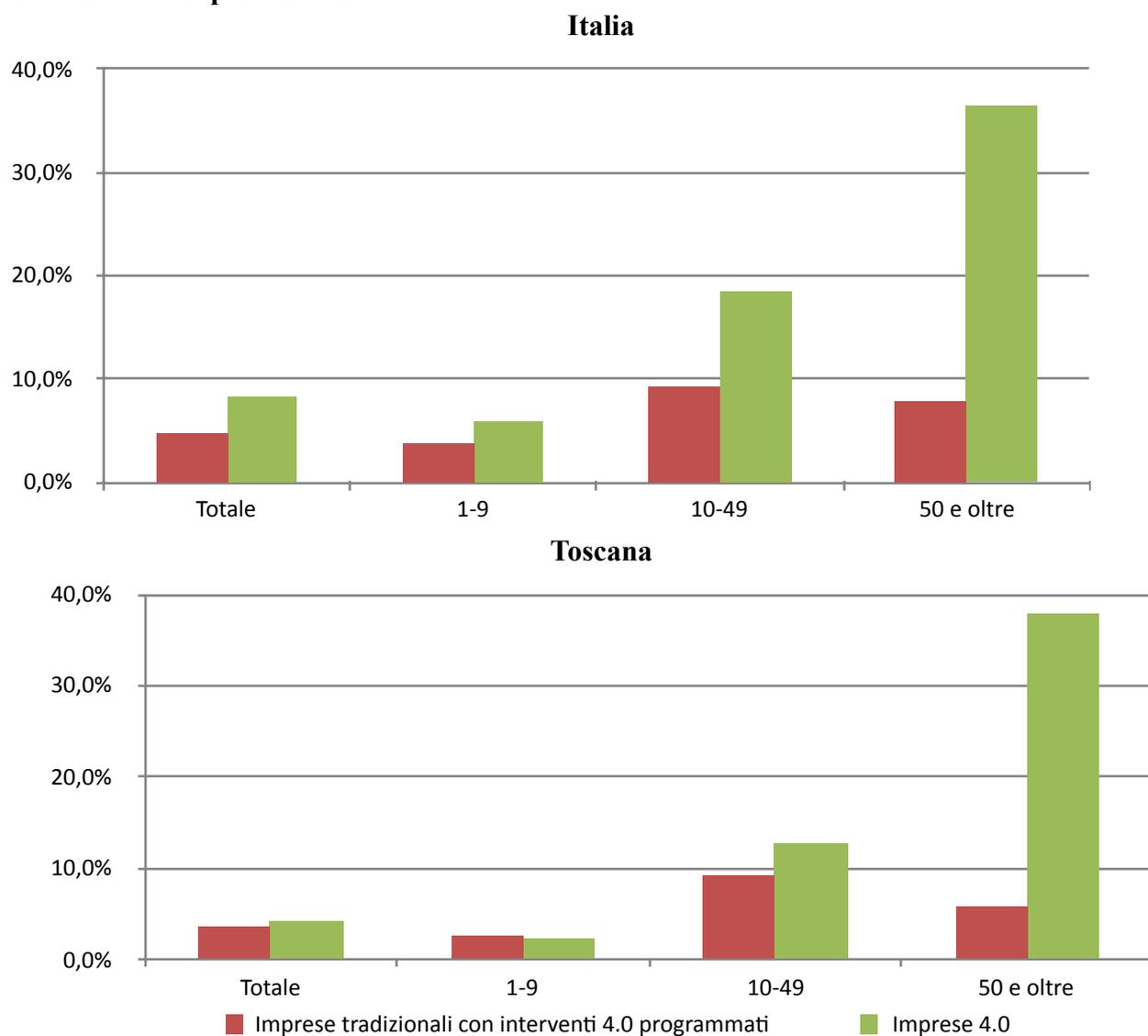
Già al di sopra dei 10 addetti le aziende 4.0 rappresentano il 18,4% del totale delle piccole imprese, raggiungendo il 36,4% nella classe dimensionale più strutturata (50 e oltre). Coerentemente con le aspettative, la quota di imprese 4.0 è maggiore nel Centro-Nord (9,1%) rispetto al Mezzogiorno (6,0%), specialmente per quanto riguarda la categoria delle grandi imprese (>250) in cui si registrano 14 punti percentuali di scarto.

**Figura 1.1. Diffusione delle tecnologie 4.0 per macro area geografica, dettaglio per classe dimensionale. Valori percentuali.**



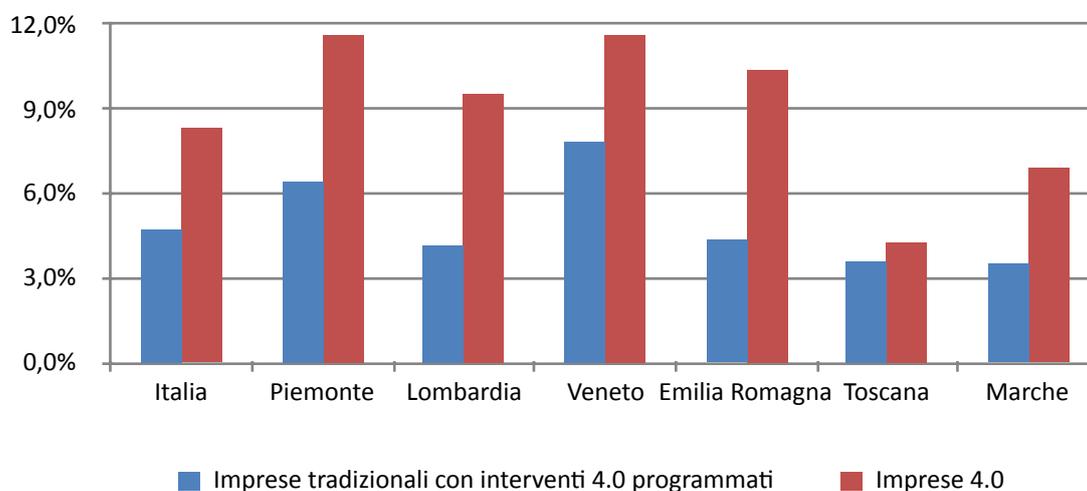
Guardando al dettaglio della Toscana, la diffusione di tecnologie 4.0 nella classe dimensionale 50 e oltre è pari al 37,9%, valore poco superiore al livello nazionale (36,4%). È tuttavia evidente come micro e piccole imprese toscane presentino percentuali apprezzabilmente più basse (Figura 1.2). Analizzando la propensione futura all'uso di tecnologie 4.0 (primo istogramma in Figura 1.2) si evidenzia come la minor diffusione di imprese toscane con programmi di interventi nel triennio 2018-2020 (3,6% vs. 4,7%) sia per lo più imputabile al comportamento delle micro imprese (2,7% vs. 3,9%), mentre le unità di piccole dimensioni si attestano su valori prossimi alla media nazionale (9,3% contro 9,4%).

**Figura 1.2. Diffusione delle tecnologie 4.0, dettaglio per classe dimensionale. Confronto Italia-Toscana. Valori percentuali**



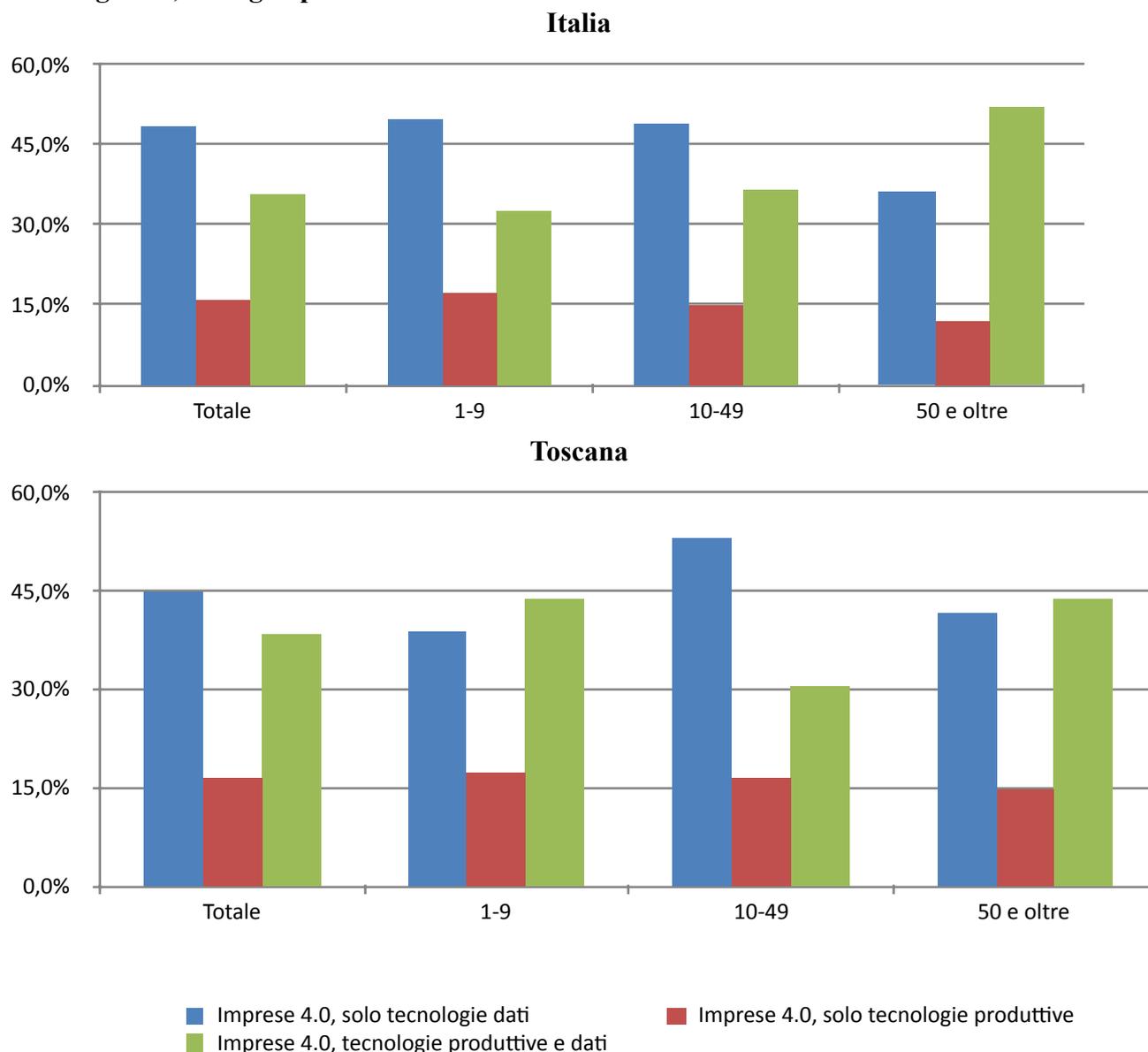
La diffusione delle imprese 4.0 nella regione Toscana appare ancora inferiore se confrontata con alcune regioni *benchmark* quali Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Marche. Guardando ai totali regionali, infatti, la percentuale delle imprese 4.0 è nettamente la più bassa tra tutte le regioni considerate, sfiorando differenze di 7 punti percentuali, sia con il Veneto che con il Piemonte, e di circa 6, 5 e 3 punti percentuali rispettivamente con Emilia Romagna, Lombardia e Marche (Figura 1.3). Per quanto riguarda le imprese che non usano tecnologie 4.0 ma che hanno dichiarato di averne in programma l'utilizzo futuro, lo scarto è consistente soprattutto rispetto a Veneto e Piemonte (7,8% e 6,4% contro il 3,6% dell'area toscana).

**Figura 1.3 Diffusione delle tecnologie 4.0 per il Totale, confronto con le regioni di benchmark. Valori Percentuali.**



La Figura 1.4 propone una classificazione delle imprese 4.0 che prende in considerazione la marcata distinzione tra le tecnologie connesse alla produzione (robot interconnessi, manifattura additiva, simulazioni, realtà aumentata e materiali intelligenti) e quelle relative allo sfruttamento di elevate quantità di informazioni e dati (integrazione orizzontale o verticale delle informazioni, *cloud*, *big data*, analytics, etc.). Circa la metà delle imprese 4.0 italiane utilizza esclusivamente tecnologie relative ai dati, mentre il 36% è attivo *anche* in tecnologie produttive. La stessa diffusione sembra caratterizzare le diverse classi dimensionali, così come non appaiono sostanziali differenze per le imprese toscane, la cui distribuzione appare in linea con quella nazionale.

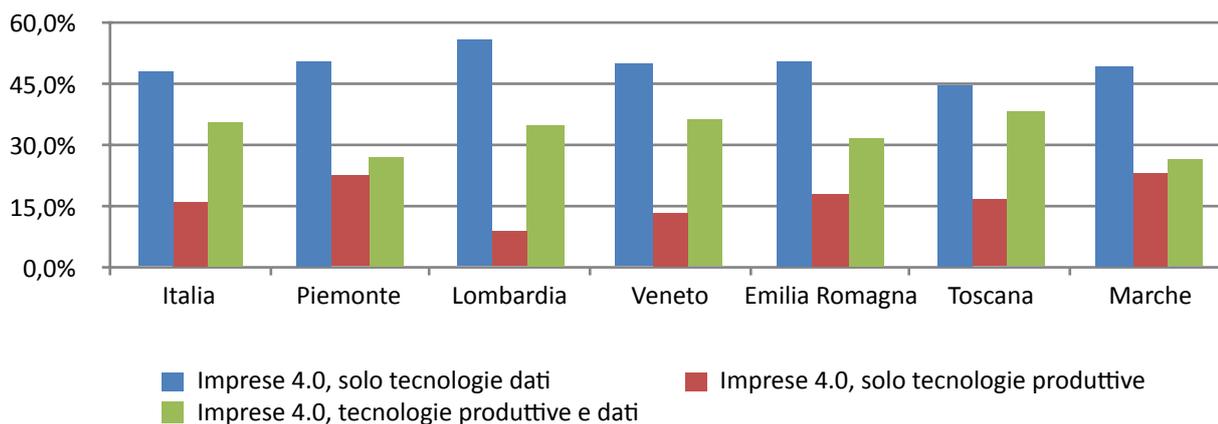
**Figura 1.4. Tipologia di tecnologie 4.0 utilizzate, fatto 100 il totale delle imprese che utilizza tecnologie 4.0, dettaglio per classe dimensionale. Confronto Italia-Toscana. Valori Percentuali.**



Il profilo delle imprese 4.0 che utilizzano esclusivamente tecnologie relative al processo produttivo appare marginale sia a livello nazionale che regionale, mentre il modello “solo tecnologie dati” è prevalente nelle imprese fino a 50 addetti. Per le imprese più strutturate sembra invece preponderante il modello di integrazione tra tecnologie dati e produttive.

Confrontando i diversi risultati regionali (Figura 1.5) appare evidente una maggiore propensione delle imprese toscane all’integrazione di entrambe le tecnologie (con una percentuale del 38,5% e un distacco di circa 10 punti percentuali rispetto a Piemonte e Marche), mentre rispetto alle altre regioni di *benchmark* sembrerebbe essere meno diffuso l’utilizzo di tecnologie riguardanti la gestione dei dati (44,7%).

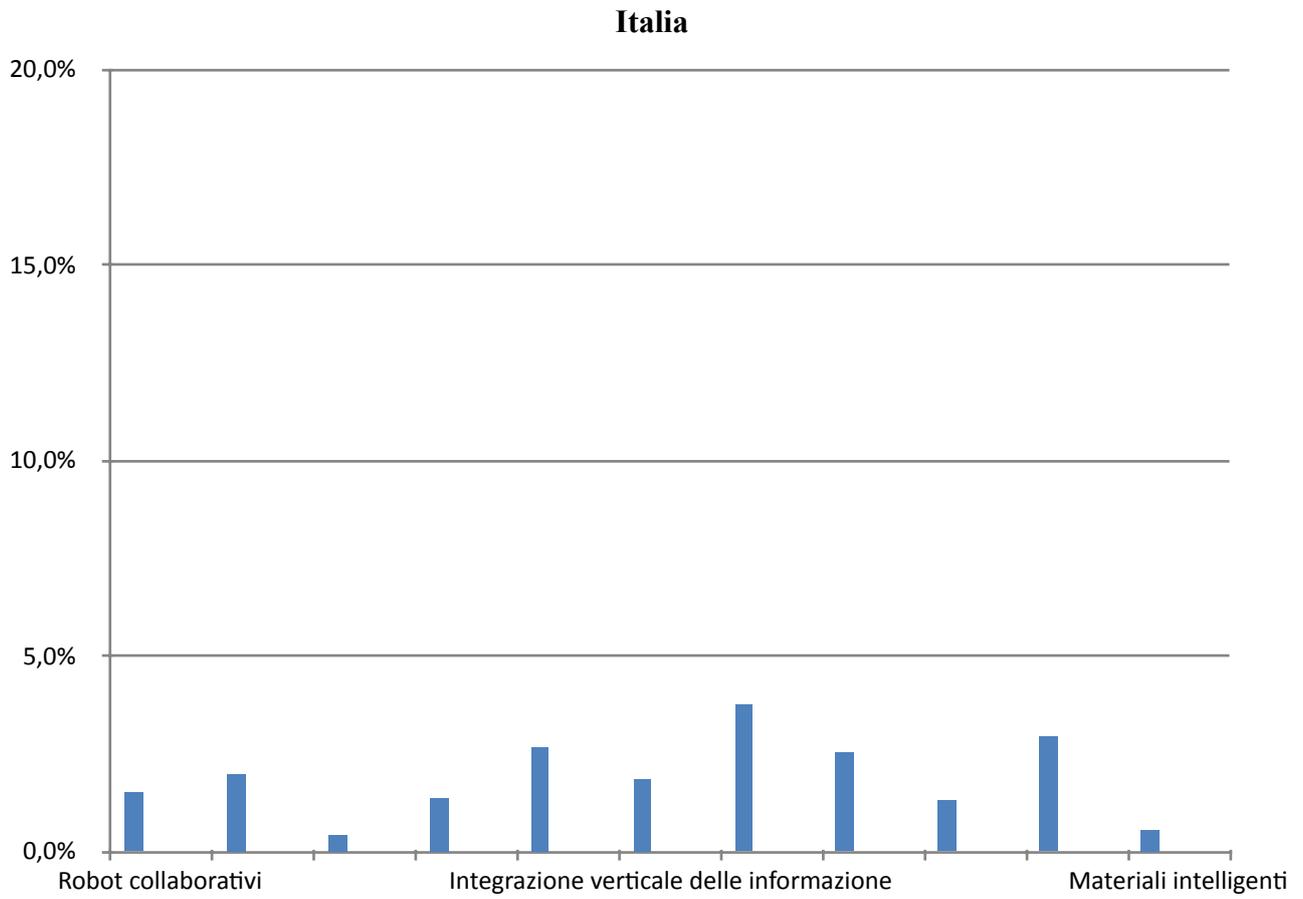
**Figura 1.5. Tipologia di tecnologie 4.0 utilizzate, fatto 100 il totale delle imprese che utilizza tecnologie 4.0. Confronto con le altre regioni di benchmark solo per il totale. Valori Percentuali.**



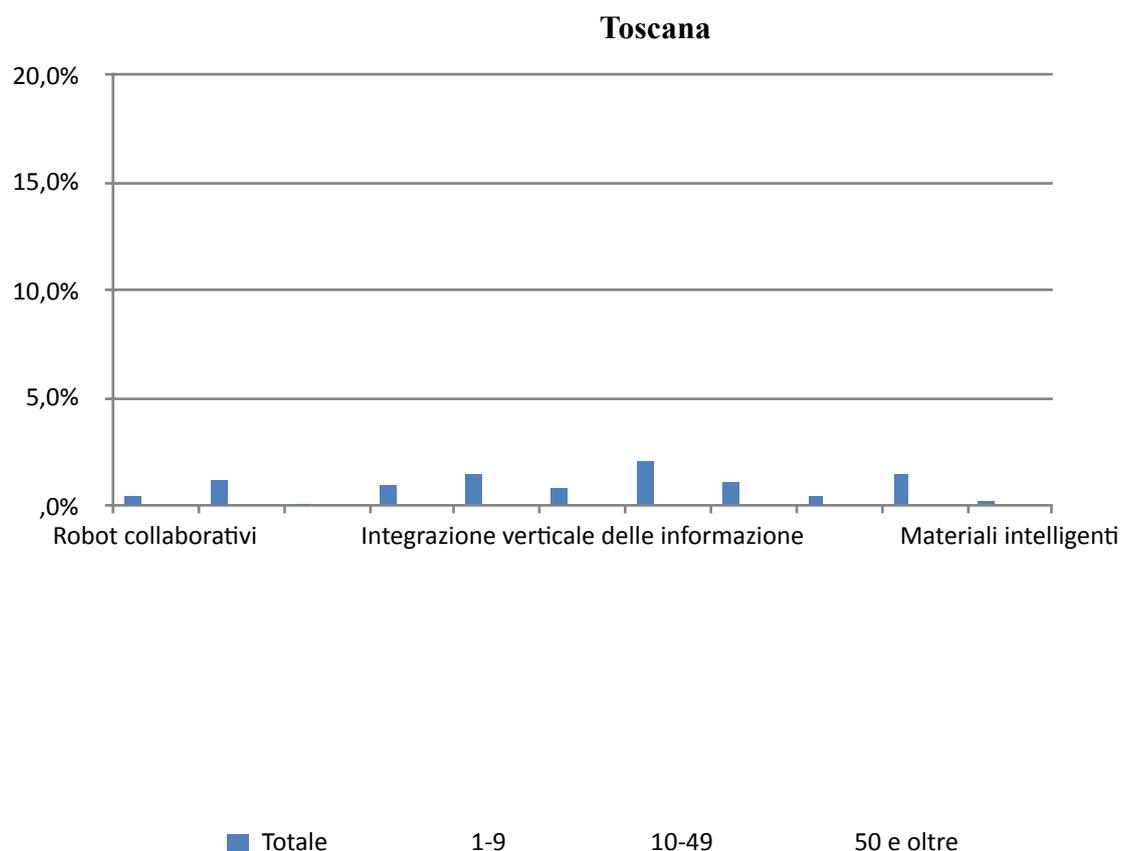
Per quanto riguarda il tipo di tecnologie impiegate in termini di orientamento tecnologico (Figura 1.6.) gli ambiti più diffusi per gli investimenti aziendali sembrano essere la *cyber security*, l'integrazione orizzontale delle informazioni e l'Internet delle cose. La gestione dei *big data/ analytics* è invece più carente rispetto al dato nazionale riguardando soltanto lo 0,4% delle imprese toscane (1,3% per l'Italia).

Tra le imprese di media e grande dimensione, gli investimenti più diffusi riguardano la sicurezza informatica e l'integrazione, sia verticale che orizzontale, delle informazioni. È opportuno sottolineare come, sia nel caso toscano che a livello nazionale, l'impiego di robot collaborativi, di stampanti 3D e di simulazioni virtuali trovano una diffusione apprezzabile soltanto presso le imprese più strutturate, sottendendo un comune indirizzo nella tipologia di investimenti realizzati.

**Figura 1.6. Diffusione delle tecnologie 4.0 per classe dimensionale (totale asse sinistro, classi dimensionali sull'asse destro). Confronto Italia- Toscana. Valori percentuali.**



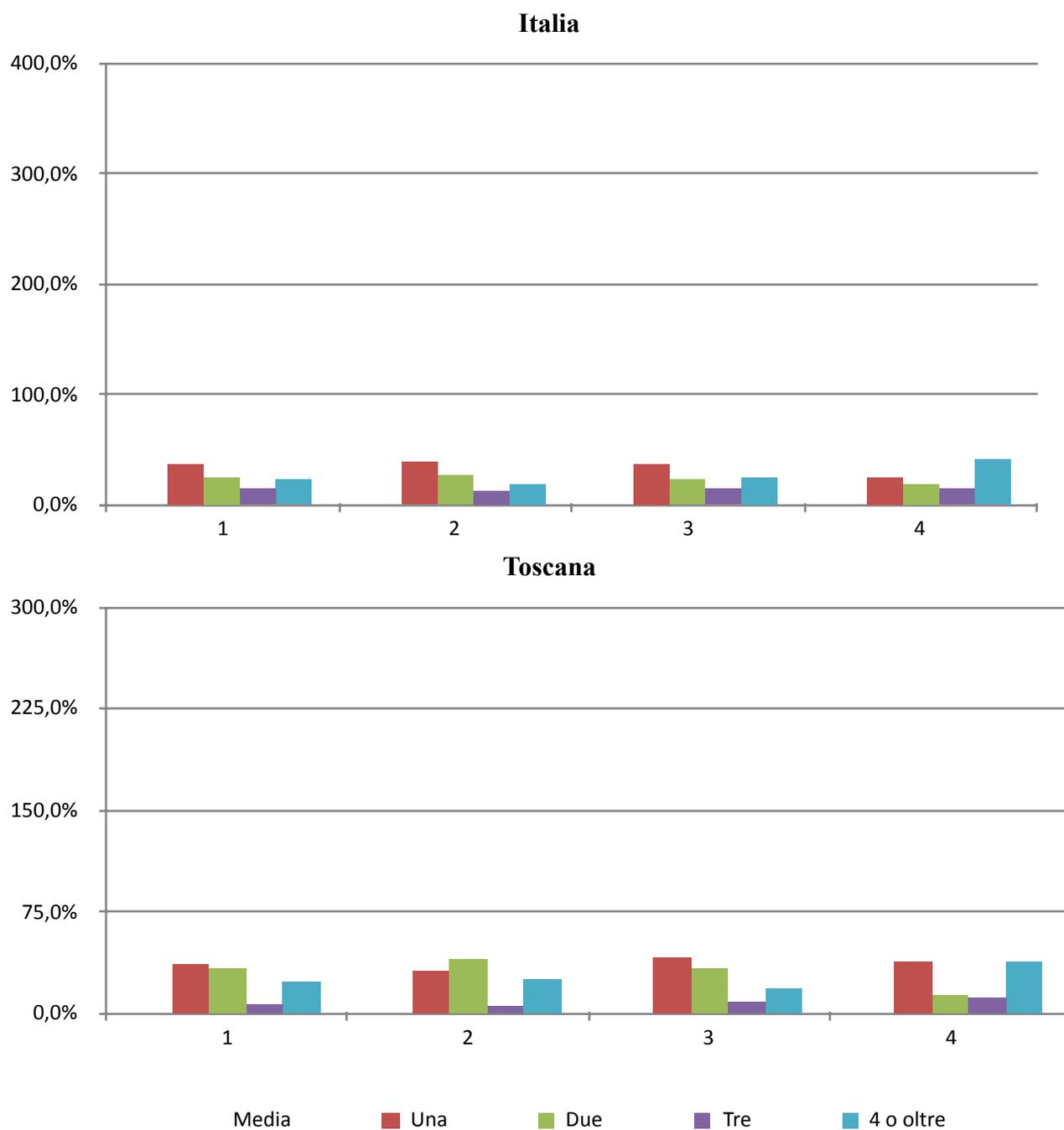
**Figura 1.6 (segue)**



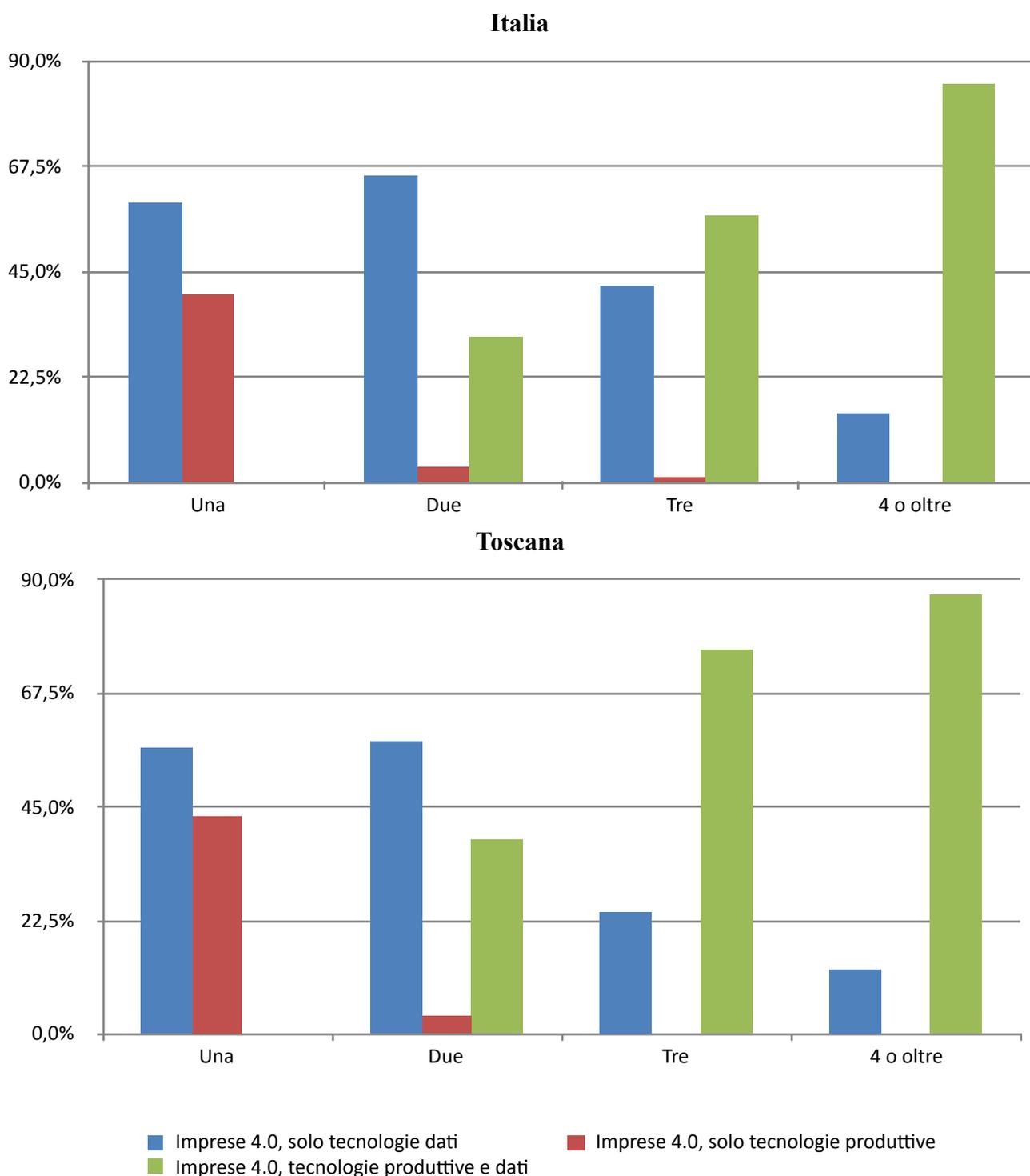
Nella maggior parte dei casi il numero di tecnologie impiegate è limitato a una o due tecnologie (Figura 1.7), sebbene strettamente crescente con la classe dimensionale (4 o più tecnologie per le imprese con oltre 50 addetti). Interessante la dinamica regionale che mostra come le imprese con 1-9 addetti in Toscana presentino un maggior dinamismo, sia rispetto al dato nazionale della stessa classe, sia rispetto alle piccole imprese nella regione, laddove le maggiori debolezze si riscontrano nella fascia dimensionale cruciale rappresentata da dimensioni comprese tra 10 e 49.

La tipologia di tecnologie adottate varia anche in funzione del numero delle stesse applicate in azienda. Le imprese che impiegano fino a un massimo di due tecnologie fanno maggiormente utilizzo di gestione dei dati, mentre al crescere del numero di tecnologie cresce sostanzialmente anche la probabilità di integrazione riguardante più strettamente il processo produttivo (Figura 1.8). La percentuale di imprese toscane che impiega 4 o più tecnologie 4.0 integrate (tecnologie produttive e dati) arriva a superare l'87%, leggermente superiore all'85% del dato nazionale. Da notare tuttavia come non vi siano imprese toscane con più di due tecnologie 4.0 legate al solo sistema produttivo.

**Figura 1.7. Numero di tecnologie utilizzate: distribuzione percentuale delle imprese per classi (asse sx) e numero medio di tecnologie impiegate (asse dx). Confronto Italia - Toscana**



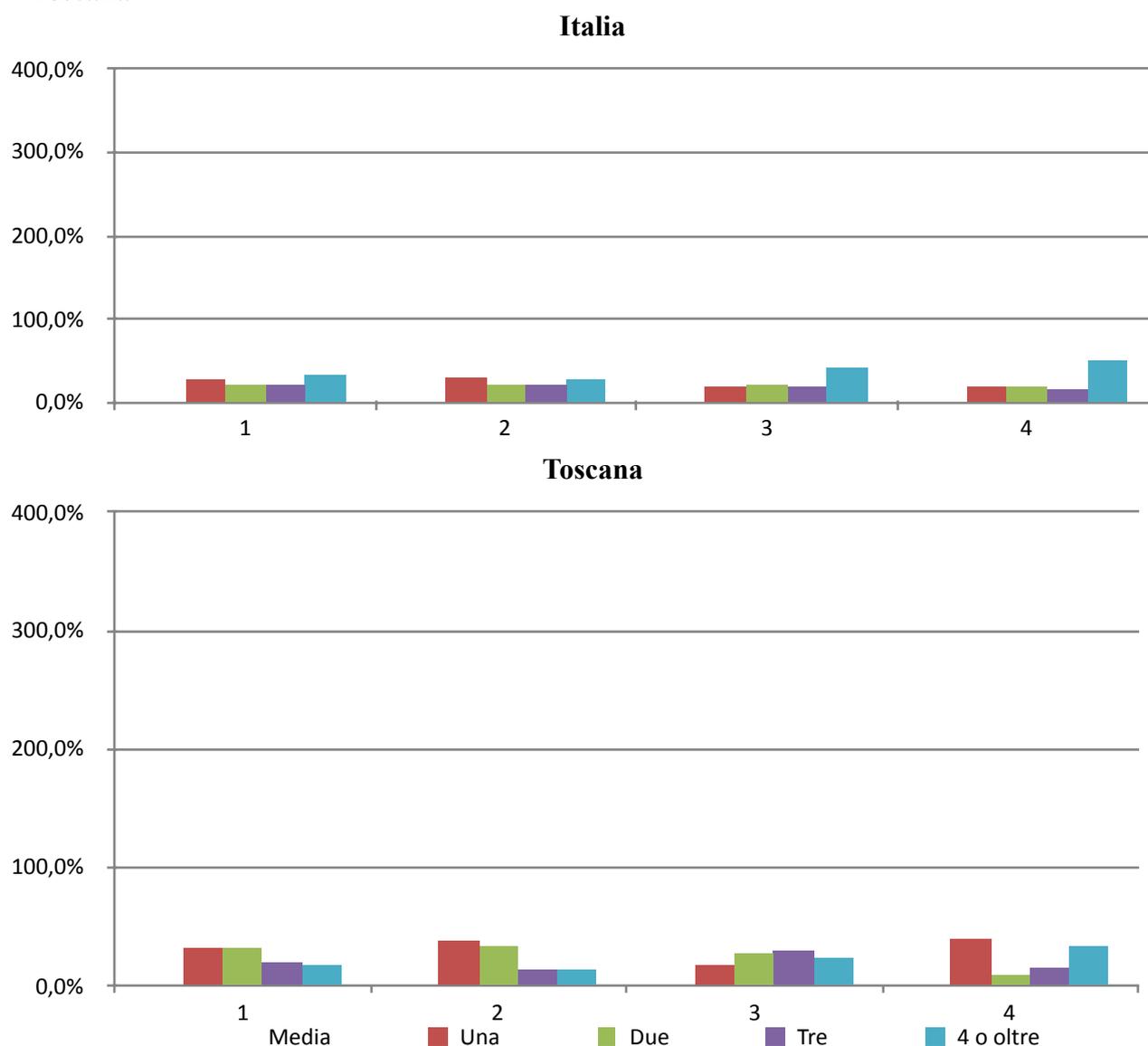
**Figura 1.8. Tipologia di tecnologie utilizzate per numero di applicazioni impiegate. Confronto Italia - Toscana. Valori percentuali.**



L'analisi degli interventi programmati segnala una minore diffusione di programmi di investimento in tecnologie 4.0 per le imprese toscane che attualmente ne sono sprovviste. Questo fenomeno è ancora più evidente nelle classi dimensionali maggiori dove la percentuale di imprese che ha in programma 4 o più investimenti è sostanzialmente inferiore al dato nazionale. Se quasi la metà delle imprese italiane con 50 addetti e oltre ha in programma l'impiego di 4 o più tecnologie, questa

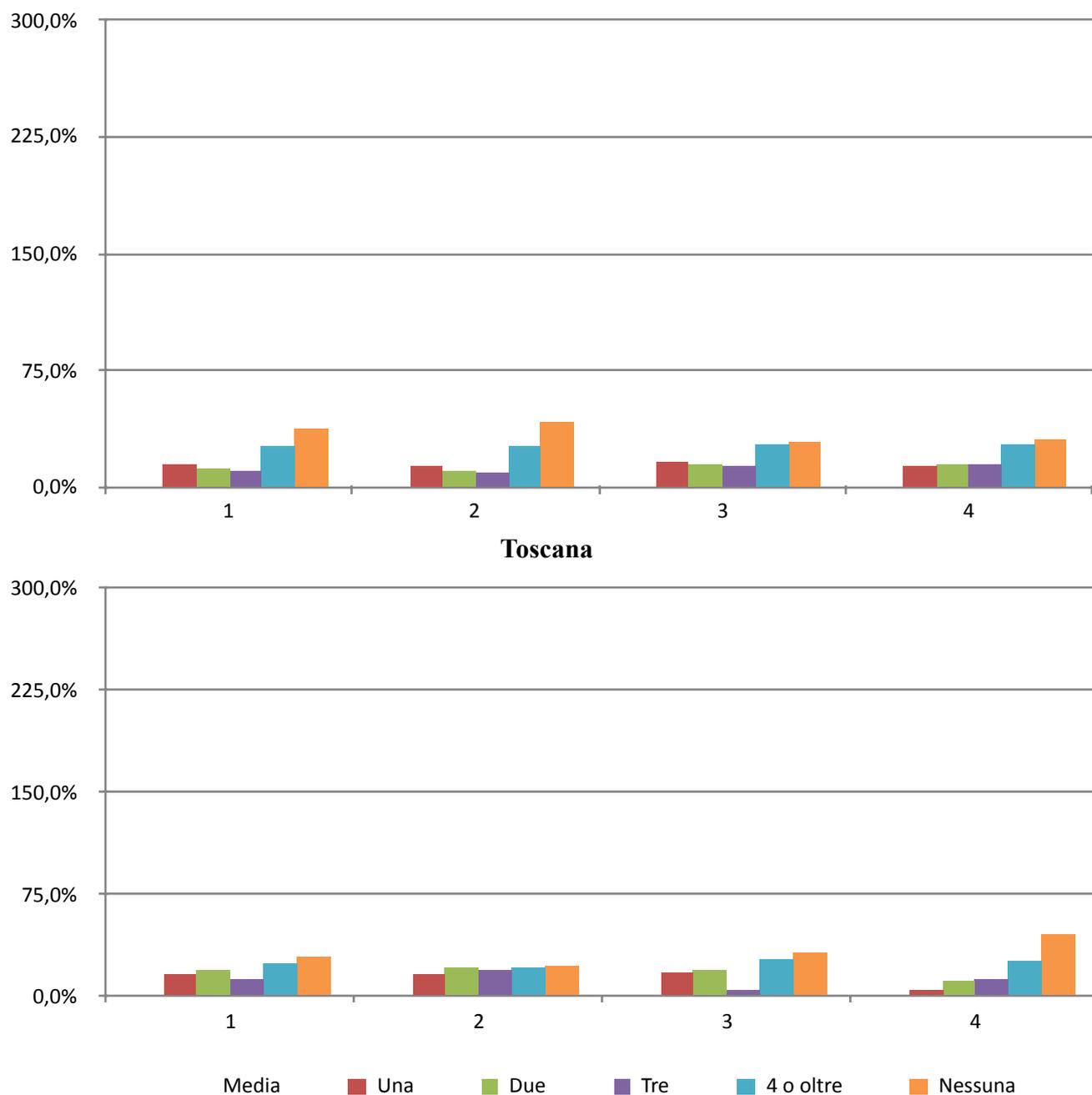
percentuale arriva solo al 33,9% in Toscana, con analoghe dinamiche anche per la classe 10-49 addetti (23,5% in Toscana e 41,4% in Italia). Le imprese toscane con programmi di investimento 4.0 sembrerebbero dunque manifestare una certa prudenza nel numero di tecnologie 4.0 da introdurre piuttosto che sulla scelta *tout court* riguardo l'adozione o meno di tali tecnologie. La classe dimensionale più strutturata mostra chiaramente come il problema non sia l'esistenza o meno degli interventi in programma, in alcuni casi più del doppio rispetto al dato italiano, quanto invece la scarsa diffusione di imprese con un ampio insieme tecnologie.

**Figura 1.9. Numero di tecnologie in programma nel prossimo triennio per le imprese tradizionali con interventi 4.0 programmati, dettaglio per classi dimensionali. Confronto Italia – Toscana**



Analizzando poi le imprese che già adottano tecnologie 4.0 (Figura 1.10), il 45% delle aziende toscane con più di 50 addetti dichiara di non avere in programma investimenti 4.0, con una media di interventi programmati di circa 1,9, ben al di sotto della media nazionale di 2,3. Le imprese toscane dai 10 ai 49 addetti sembrano invece essere più propense a nuovi investimenti, con una media di interventi programmati più vicina al dato italiano per la stessa classe (rispettivamente 2,15 e 2,27).

**Figura 1.10. Numero di tecnologie in programma nel prossimo triennio per le imprese 4.0, dettaglio per classi dimensionali. Confronto Italia – Toscana**



All'interno di questo quadro generale, le motivazioni degli imprenditori alla base delle realizzazioni di investimenti 4.0 assumono particolare interesse e costituiscono un indicatore dei risultati attesi e dei potenziali effetti di sistema. Alla base degli investimenti vi sono spesso considerazioni che vanno al di là delle sole analisi su aumenti di competitività e produttività. I vantaggi delle tecnologie 4.0 si estendono dalla possibilità di poter penetrare nuovi mercati e di poter ottenere economie di varietà e di personalizzazione di nuovi prodotti, fino alla sostituzione di capitale al lavoro. Le risposte delle imprese hanno confermato l'ipotesi di interventi più orientati alla crescita che al semplice contenimento dei costi (Figura 1.11): sia a livello nazionale che a livello regionale, infatti, l'effetto più diffuso legato all'impiego di tecnologie 4.0 è orientato al miglioramento della qualità dei prodotti e alla minimizzazione degli errori. Sia in Italia che in Toscana un aumento della velocità di produzione e della produttività rappresenta solo il secondo risultato più diffuso, la

risposta è stata indicata da circa il 44% delle imprese in Italia e da circa il 50% in Toscana. Per tutte le altre voci invece è presente un distacco considerevole, identificandoli come obiettivi relativamente residuali nei programmi di investimento degli imprenditori.

La situazione sopra descritta si riflette nelle diverse classi dimensionali che non presentano sostanziali differenze rispetto al totale delle imprese. La maggiore flessibilità della produzione e la personalizzazione dei prodotti rappresenta un obiettivo che cresce al crescere della classe dimensionale sia a livello nazionale che regionale, mentre l'ingresso dei nuovi mercati sembrerebbe più diffuso nelle imprese di dimensioni più piccole.

La riduzione del personale, invece, sembrerebbe lontana dagli obiettivi primari delle imprese, suggerendo come i rischi di una "disoccupazione tecnologica" siano in realtà relativamente ridotti e più elevati nelle grandi imprese (non nel caso toscano).

**Figura 1.11 Obiettivi prevalenti associati all'utilizzo delle tecnologie 4.0, dettaglio per classe dimensionale. Valori percentuali**

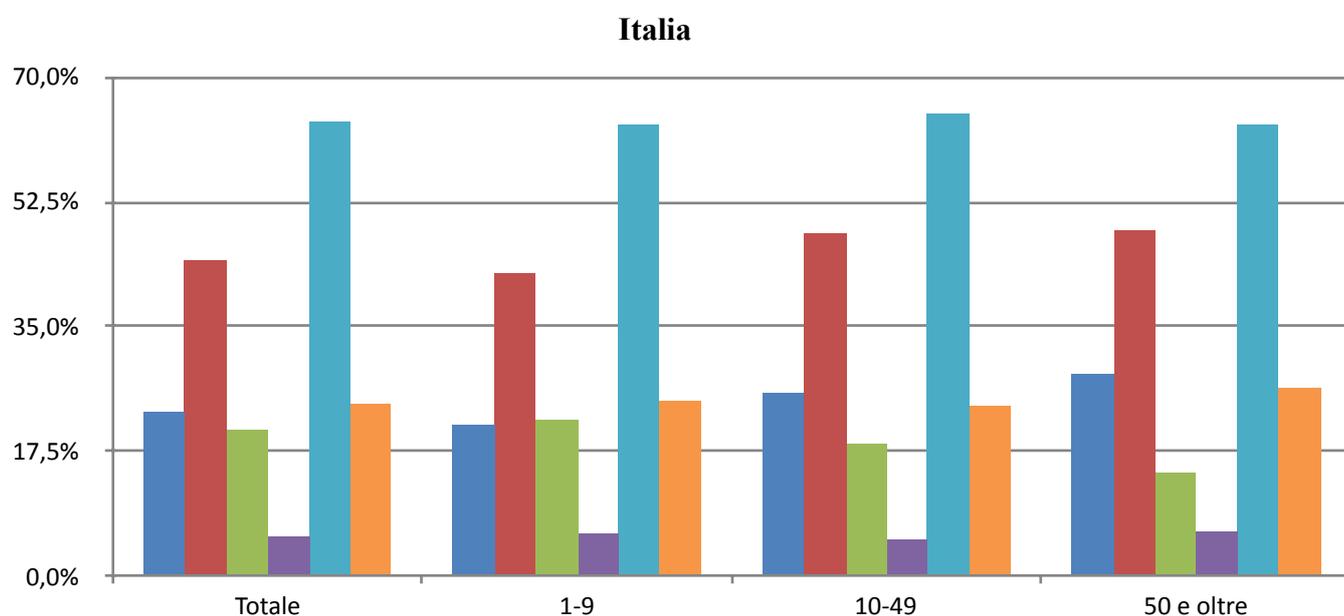
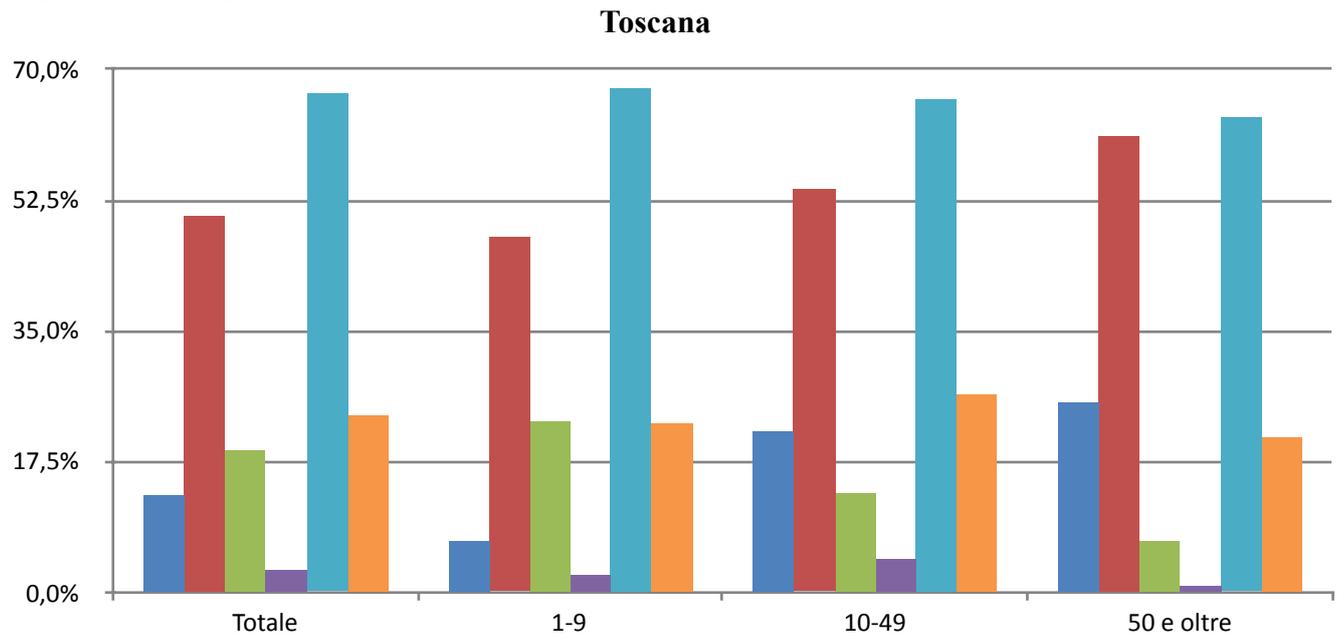


Figura 1.11 (segue)



- Flessibilità della produzione e/o Personalizzazione dei prodotti/servizi
- Aumento della velocità di produzione e della produttività
- Ingresso in nuovi mercati e modelli di business
- Riduzione del personale
- Miglioramento della qualità, minimizzazione degli errori
- Miglioramento della sicurezza e dell'ambiente produttivo

## 2. La propensione innovativa e le criticità presenti

Dopo aver analizzato la diffusione del fenomeno è opportuno investigare sui profili delle imprese 4.0 per studiarne le caratteristiche principali in modo da riconoscere i tratti salienti del percorso di digitalizzazione dei processi produttivi.

La debolezza del tessuto produttivo italiano è stata spesso ricondotta, tra le diverse concause, alla diffusa presenza di imprese familiari. La letteratura economica ha evidenziato alcuni tratti di criticità per le imprese con una gestione familiare accentrata, specialmente legate alla maggiore avversione al rischio o al cambiamento e alle scarse capacità manageriali. Tuttavia sono stati anche evidenziati alcuni possibili vantaggi come la maggiore coesione interna, la capacità di effettuare scelte maggiormente orientate al lungo periodo e *tradizionali* elevate competenze tecniche.

Benché la letteratura sia ancora frammentata, e le evidenze empiriche siano scarse e non univoche, vale la pena evidenziare come una distinzione dicotomica familiare – non familiare per definizione non possa essere in grado di spiegare una realtà profondamente eterogenea, nella quale una differenza sostanziale è da attribuire alla capacità della dirigenza familiare di aprirsi al contributo manageriale di altri soggetti esterni o alle effettive competenze (formazione e altre esperienze) acquisite dai membri dirigenti (spesso giovani) della famiglia.

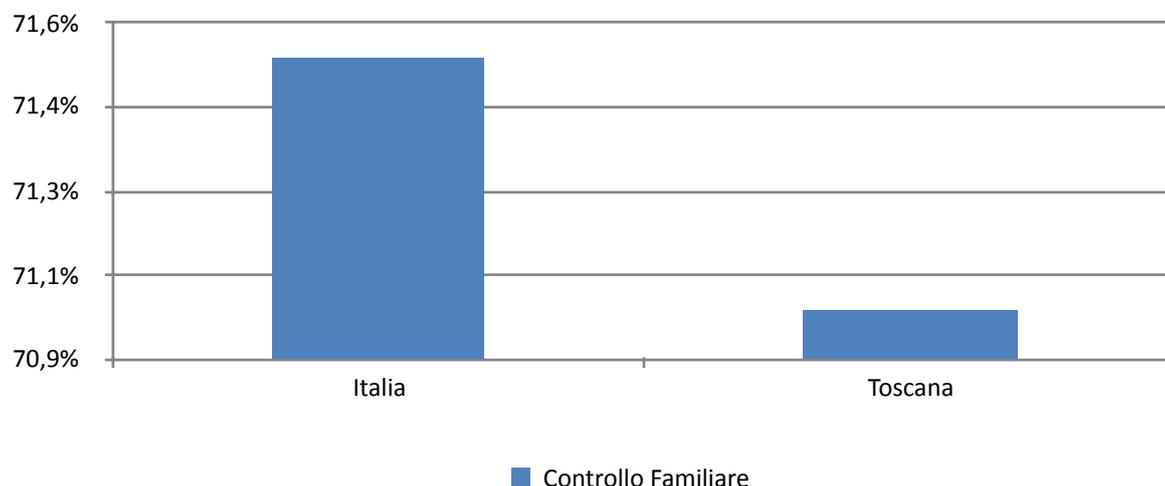
A questo proposito, l'indagine MET fornisce numerose informazioni in grado di sciogliere l'elevata eterogeneità. In particolare, vengono sfruttati dati sul controllo dell'impresa (riconducibile a una sola persona/famiglia o meno), sulla gestione (numero di manager apicali presenti e il grado di accentramento) e sulle competenze manageriali acquisite (presenza di manager laureati e con esperienza in altre aziende).

Sulla base di queste informazioni è stata costruita la seguente tassonomia:

- imprese familiari “accentrate”: imprese a controllo familiare la cui gestione è accentrata su un numero ristretto di figure apicali, nella maggioranza dei casi l'imprenditore o pochi membri della famiglia. Questa categoria è poi disaggregata sulla base della presenza o meno di manager laureati;
- imprese familiari a gestione condivisa: imprese a controllo familiare la cui gestione è condivisa tra un numero relativamente più ampio di dirigenti al vertice, con l'apertura a altri membri della famiglia e/o manager esterni alla famiglia. Anche in questo caso le imprese vengono ulteriormente classificate sulla base della presenza di manager laureati;
- imprese non familiari: aziende che non hanno un controllo di tipo familiare, ulteriormente distinte per grado di educazione dei dirigenti;
- imprese controllate da un gruppo: considerate una categoria a sé stante, al di là della proprietà e gestione. Si tratta di imprese appartenenti a un gruppo societario con l'esclusione delle capogruppo.

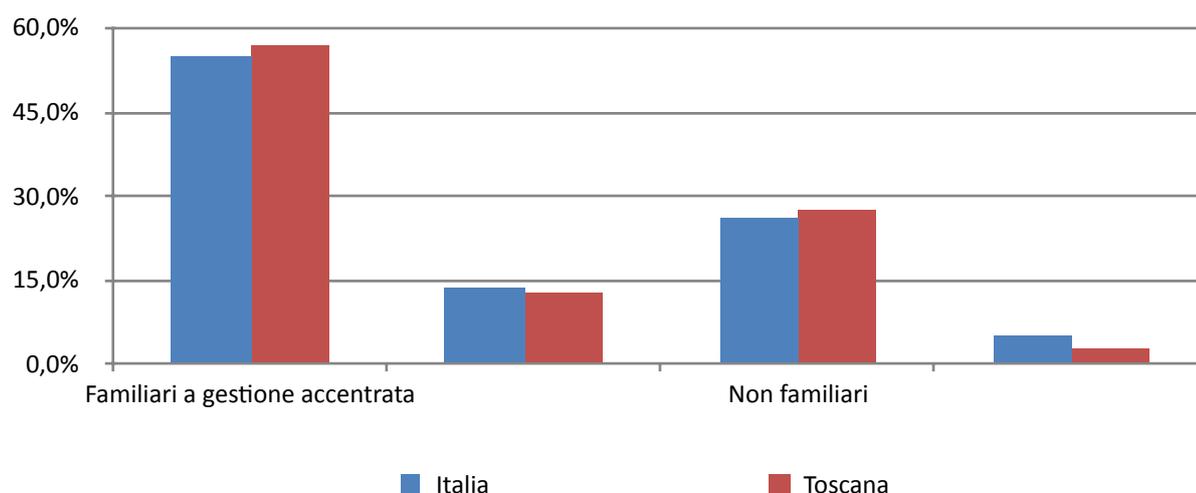
In linea con il dato nazionale, il 71% delle imprese toscane sono a gestione familiare (Figura 2.1), con un controllo riconducibile ad un solo soggetto che si occupa della gestione e delle scelte strategiche dell'impresa.

**Figura 2.1. Percentuali controllo familiare dell'impresa, dettaglio totale delle imprese. Confronto Italia – Toscana.**



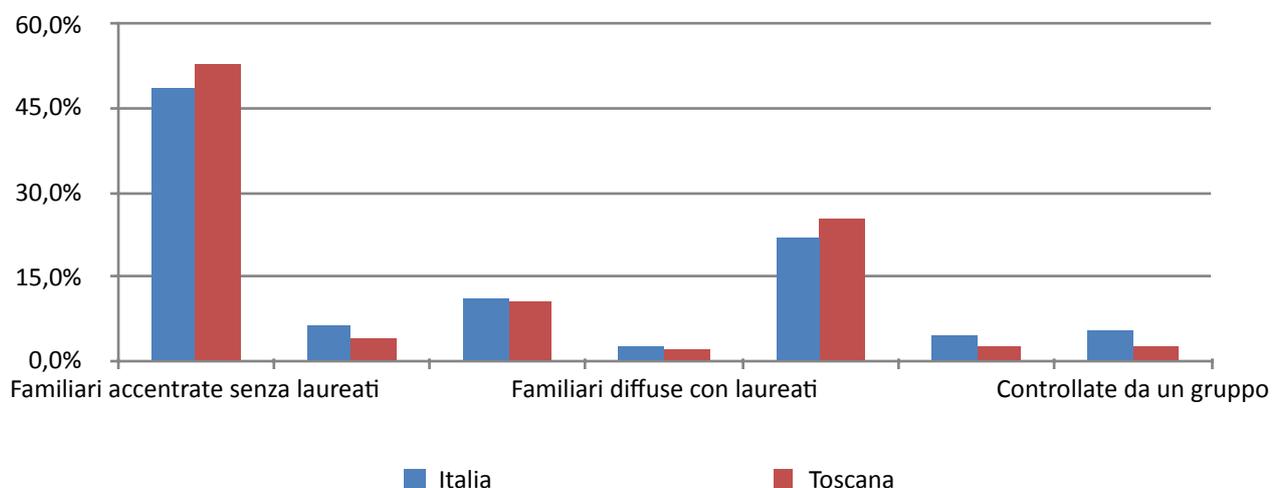
In particolare, il 56,7% presenta una gestione familiare accentrata, ovvero non aperta alla condivisione delle scelte strategiche con soggetti esterni (Figura 2.2). Tale mancanza di apertura potrebbe essere in parte correlata con scelte strategiche più conservative (prudenti) e in generale meno orientate a nuovi investimenti dall'*outcome* incerto.

**Figura 2.2. Percentuali tipologia di gestione e proprietà, dettaglio totale delle imprese. Confronto Italia – Toscana.**



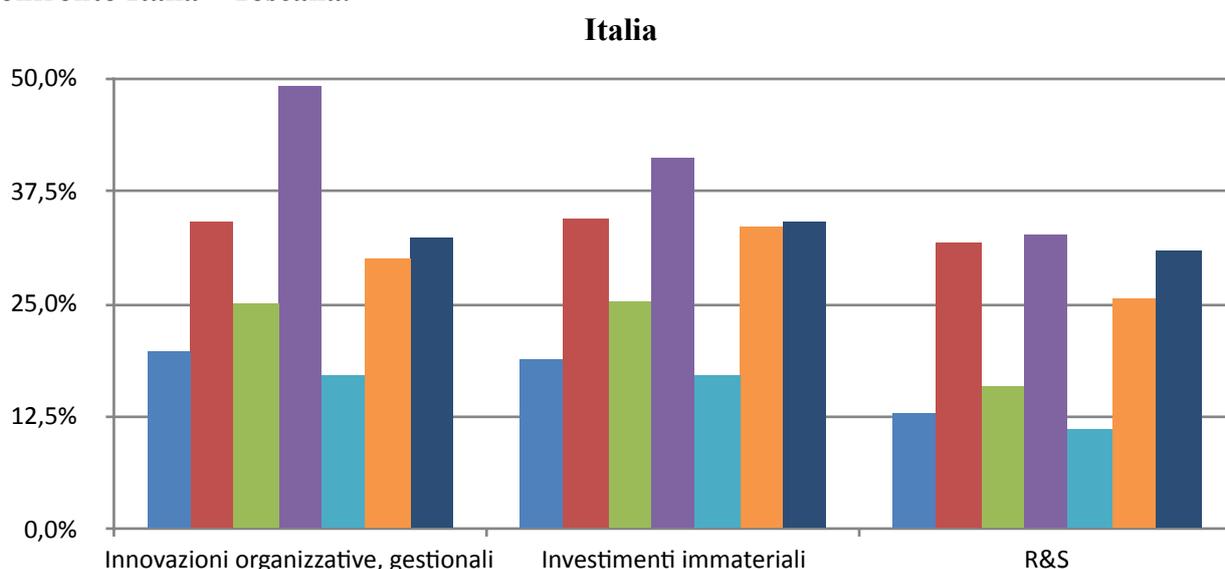
Inoltre, il 52,6% delle imprese risulta essere a gestione familiare e dirette da manager non laureati (Figura 2.3). Questo dato, ben al di sopra della media nazionale (48,6%), congiuntamente alla maggiore diffusione di imprese non familiari senza laureati (4 punti percentuali sopra il dato italiano) suggerisce una relativa carenza di figure apicali altamente formate che potrebbe a sua volta determinare una relativa chiusura rispetto a novità tecnologiche e a nuovi indirizzi di gestione.

**Figura 2.3. Percentuali tipologia di gestione manageriale, dettaglio per il totale delle imprese. Confronto Italia – Toscana.**

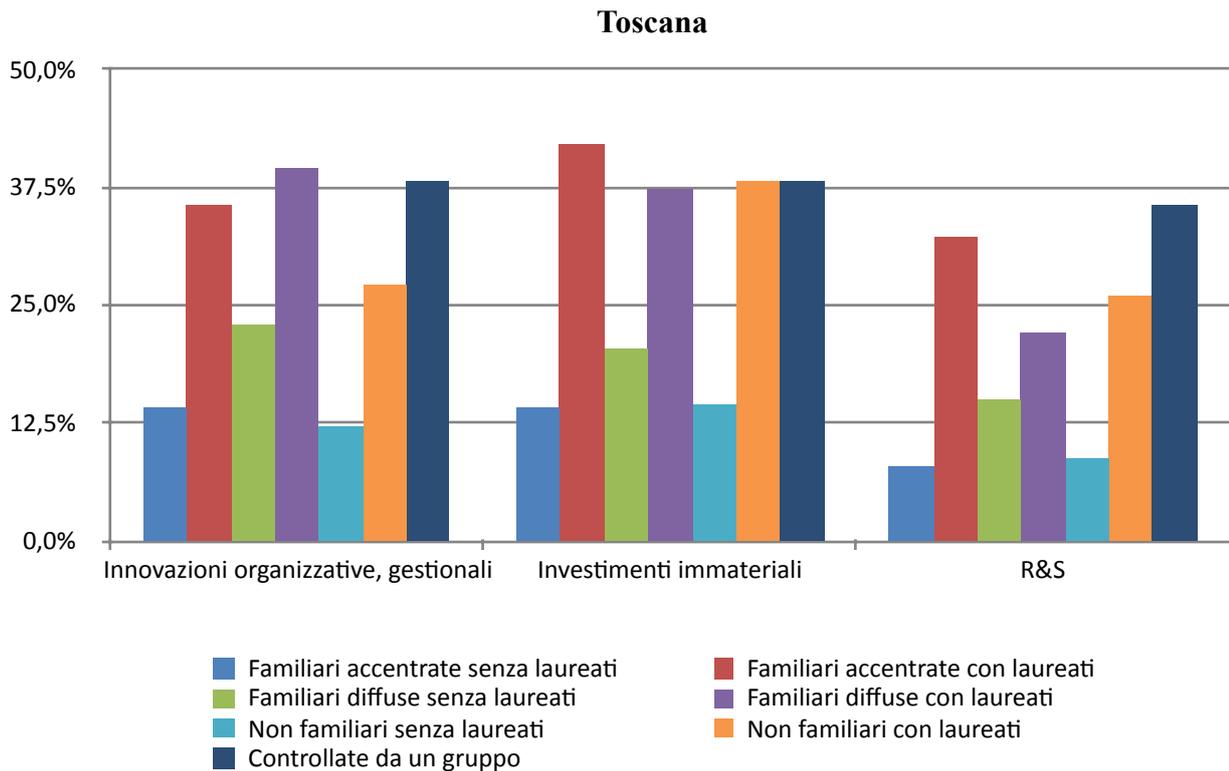


La presenza o l'assenza di soggetti laureati ha delle ripercussioni anche sulla presenza di strategie dinamiche delle imprese. In particolare, la Figura 2.4 mostra come la presenza di soggetti formati si traduca in un maggior dinamismo in termini di innovazione e di R&S sia per le imprese familiari accentrate che per quelle con maggiore diffusione della gestione. Sotto questo aspetto la dinamica regionale toscana è del tutto in linea con quella nazionale. Sembrerebbe, quindi, che la formazione del management sia un fattore cruciale che si associa a comportamenti dinamici e al cambiamento. Inoltre, lo stesso grado di accentramento può avere un'influenza diretta sulla propensione al rischio e dunque sulle strategie intraprese dall'azienda. Il 22% delle imprese toscane che hanno introdotto investimenti 4.0 presentano un profilo familiare accentrato in cui, nonostante la presenza di laureati, le scelte non vengono condivise con soggetti esterni, ma seguono il percorso strategico di un solo soggetto o di pochi soggetti (membri della famiglia) maggiormente avversi al rischio. Dall'altro canto, solo il 10,3% delle imprese 4.0 toscane (rispetto al 18,6% italiano) risulta aperto alla condivisione delle scelte con soggetti esterni alla famiglia (Figura 2.5).

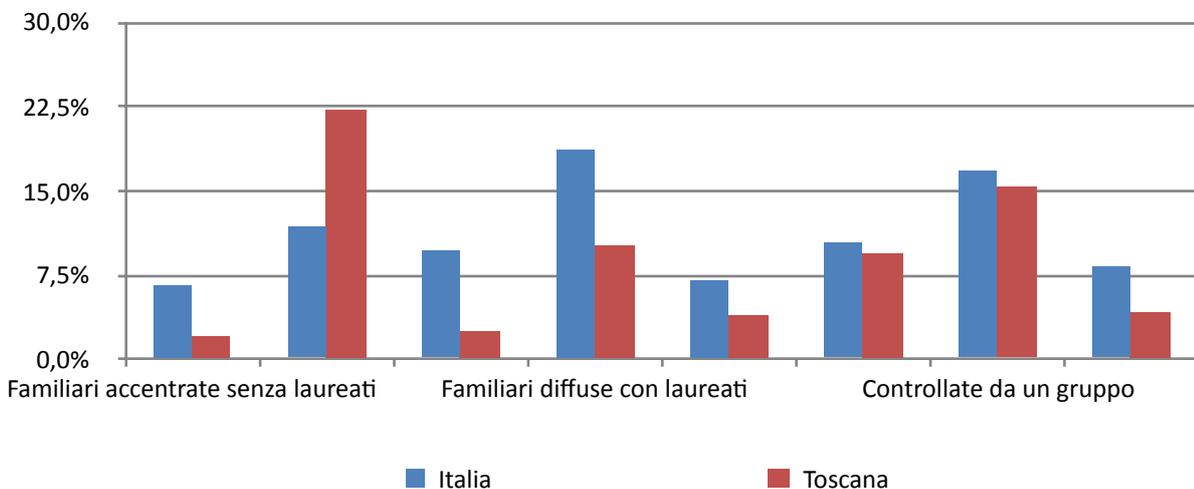
**Figura 2.4. Percentuali tipologia di gestione e dinamismo, dettaglio per il totale delle imprese. Confronto Italia – Toscana.**



**Figura 2. 4 (segue)**

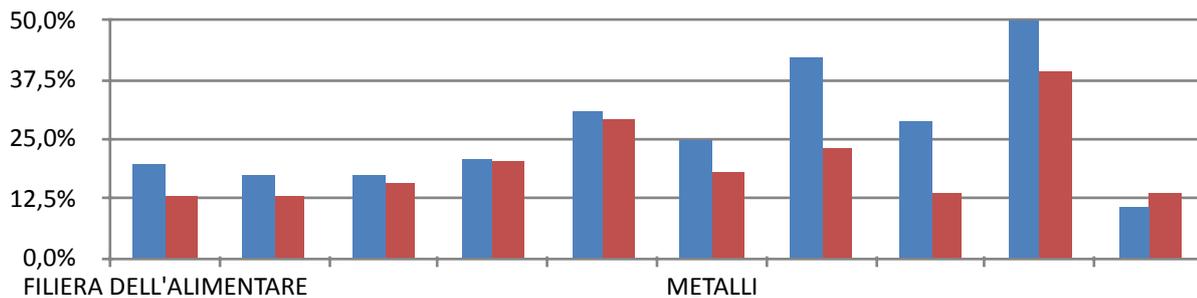


**Figura 2.5. Percentuali tipologia di gestione delle imprese 4.0, dettaglio per il totale delle imprese. Confronto Italia – Toscana.**



La dinamica settoriale in Figura 2.6 mostra chiaramente una carenza di tecnologie 4.0 nella regione Toscana che abbraccia tutti i comparti considerati, con valori sistematicamente inferiori al dato nazionale e con distacchi che arrivano a toccare i 20 punti percentuali come nel caso della fabbricazione dei mezzi di trasporto. Il settore con la maggior presenza di tecnologie 4.0 in Toscana è quello delle macchine elettriche e delle apparecchiature elettroniche con una percentuale di circa 40%. Di rilievo il settore della gomma, plastica e chimica con un livello relativamente simile al dato italiano (29,3% vs. 30,9%). L'impiego delle tecnologie 4.0 in Toscana è sostanzialmente più basso nei settori meccanica, alimentare e abbigliamento, con percentuali poco superiori al 10%.

**Figura 2.6. Diffusione delle imprese 4.0 nei settori economici. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali, peso addetti.**

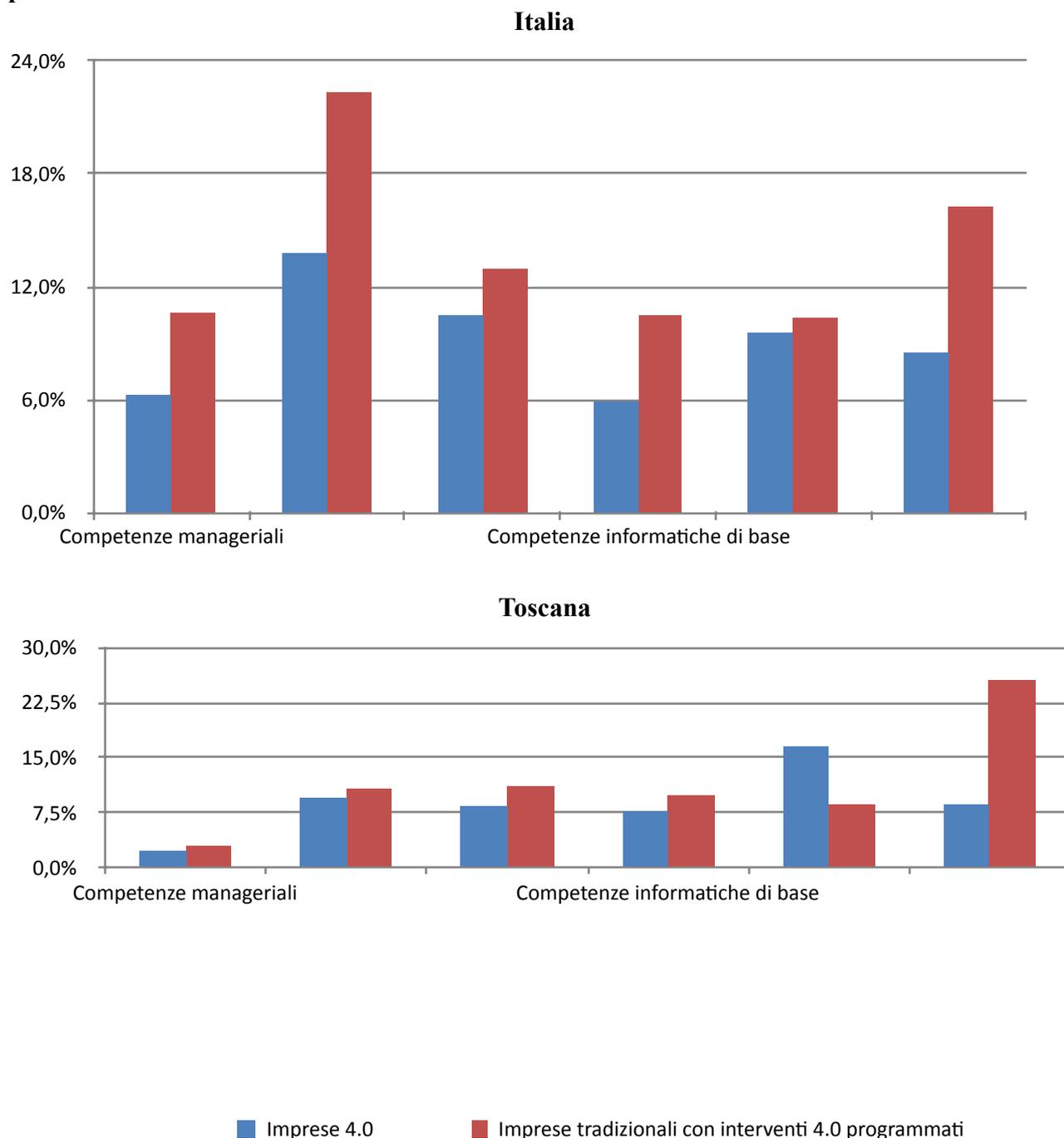


■ Italia ■ Toscana

È possibile che le difficoltà di applicazione del paradigma 4.0 siano in parte legate a criticità relative a competenze del personale non in linea con le richieste del processo di digitalizzazione. La Figura 2.7 mostra come le maggiori criticità non superate siano per lo più attribuibili a imprese tradizionali con interventi 4.0 programmati, che sembrerebbero essere in maggiore difficoltà nell'avere competenze al passo con le nuove necessità 4.0.

Sebbene questo fenomeno sia consistente sia a livello regionale che nazionale, le imprese toscane con programmi futuri sembrerebbero essere meno in difficoltà rispetto al dato nazionale, con la sola eccezione delle criticità legate alla automazione, “fabbrica intelligente” e simulazioni caratterizzato dal 25% di imprese con criticità non ancora superate. Rispetto alle imprese 4.0 l'unico settore che presenta maggiori criticità in Toscana si riferisce alle difficoltà legate alle competenze nella gestione dei dati e nella programmazione informatica. Questo risultato potrebbe suggerire come sia proprio la presenza di personale poco competente a frenare la diffusione 4.0 per alcune imprese toscane, soprattutto per quelle tecnologie legate alla gestione dei dati che caratterizzano il panorama 4.0 italiano.

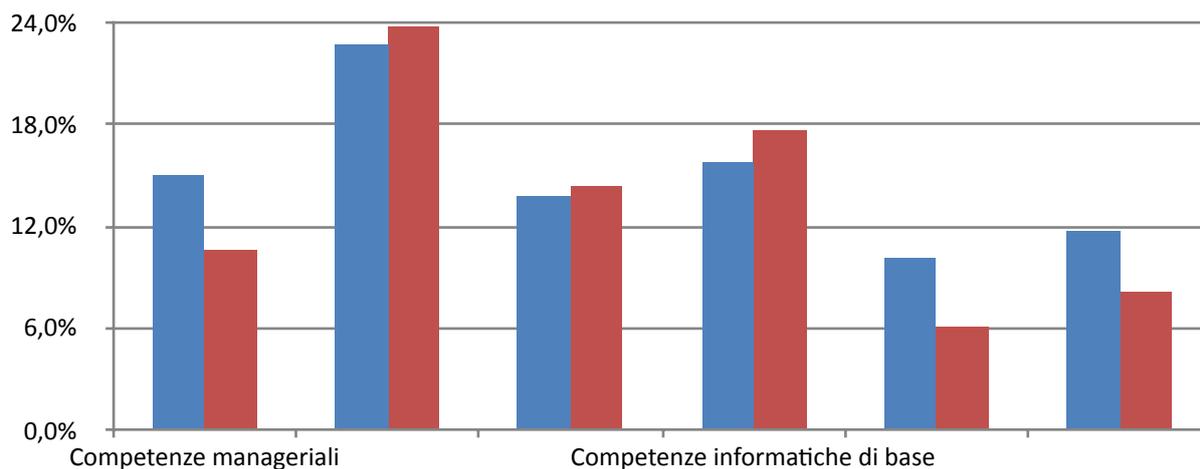
**Figura 2.7. Imprese che presentano criticità non superate nella disponibilità di competenze del proprio personale, dettaglio per tipologia di criticità. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali.**



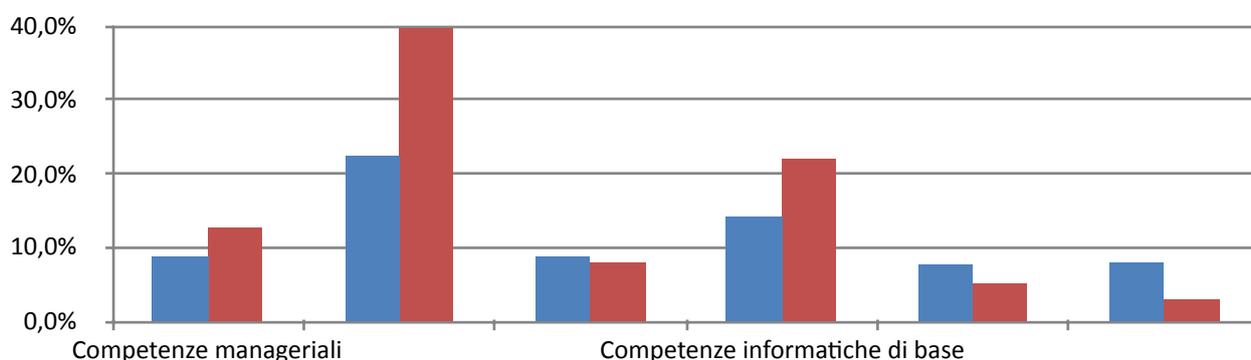
Un aspetto di assoluto rilievo riguarda le modalità con cui le imprese sono state in grado di superare queste criticità. Le imprese coinvolte nell’impiego di tecnologie 4.0 (attuali e future) sono riuscite a colmare il vuoto di competenze professionali sia sul piano nazionale che regionale. In particolare le imprese toscane hanno manifestato una certa propensione al superamento di tali limitazioni. Restano tuttavia da evidenziare le criticità legate alla programmazione informatica e alla gestione dei *big data*, con una percentuale inferiore rispetto a quella nazionale (Figura 2.8).

**Figura 2.8. Imprese che presentano criticità superate nella disponibilità di competenze del proprio personale, dettaglio per tipologia di criticità. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali.**

**Italia**



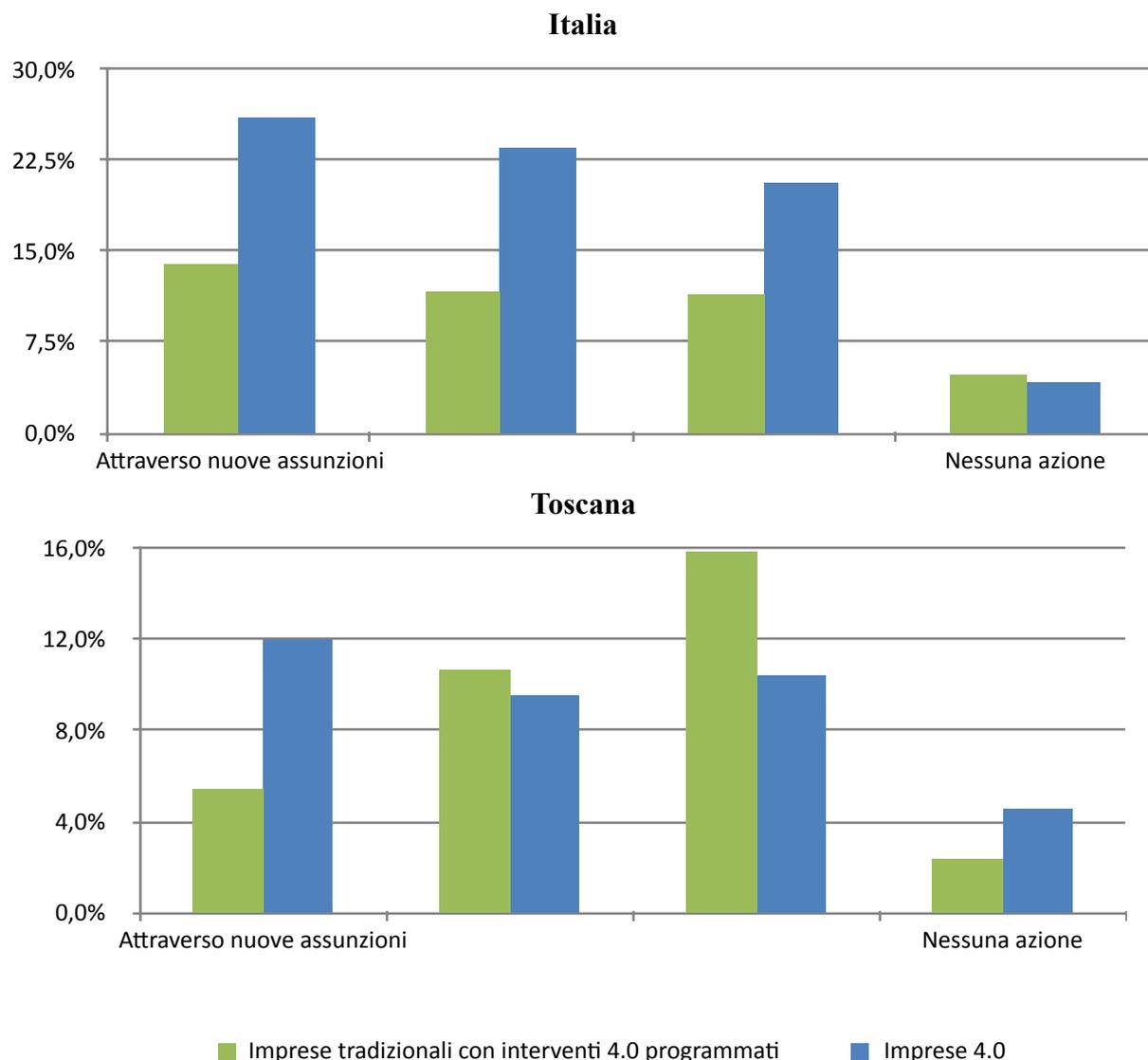
### Toscana



■ Imprese 4.0      ■ Imprese tradizionali con interventi 4.0 programmati

Un'informazione di estremo rilievo riguarda le modalità attraverso cui le imprese hanno provato a superare le criticità sopra descritte. Il 12% delle aziende toscane ha puntato sull'assunzione di nuovo personale (Figura 2.9), mentre 10% ha investito nella formazione del personale per colmare le lacune presenti. La stessa percentuale di imprese, invece, si è avvalsa di collaborazioni esterne e di acquisizioni di servizi da enti terzi per riuscire a superare tali limiti. Quest'ultima scelta è stata anche la più diffusa sul territorio toscano dalle imprese tradizionali con interventi futuri programmati (15%).

**Figura 2.9. Modalità attraverso le quali le imprese hanno affrontato la presenza di criticità nella disponibilità di competenze del proprio personale. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali.**

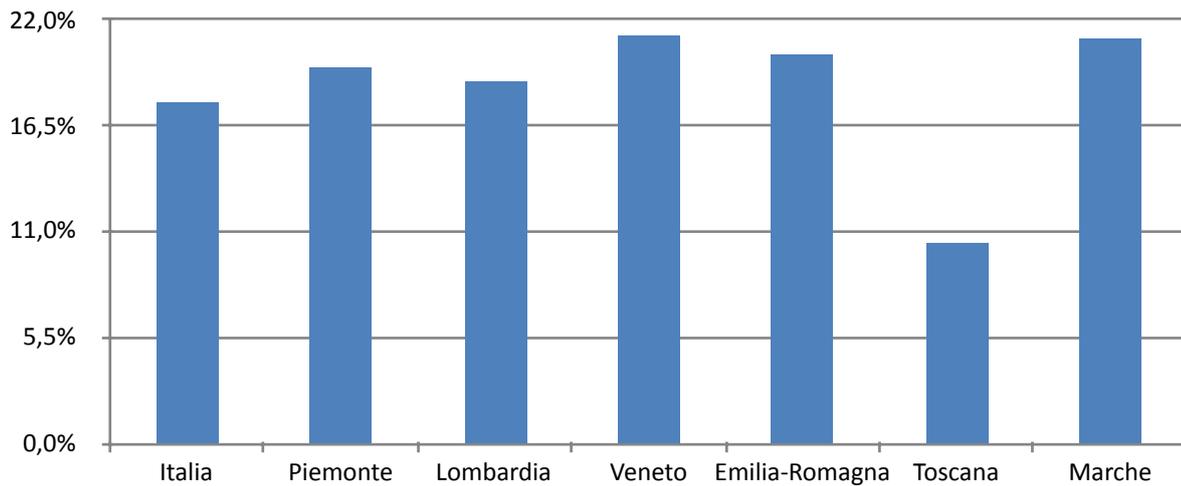


Per ottenere un quadro più completo del dinamismo e delle strategie delle imprese 4.0 in Toscana sono stati paragonati i valori relativi ai *driver* della competitività rispetto ad alcune regioni di *benchmark*. Questa analisi consente di avere una fotografia più dettagliata della differenza sui comportamenti delle imprese 4.0 relativamente a scelte strategiche per al raggiungimento di obiettivi legati alle tecnologie. A questo proposito sono state confrontate le percentuali di imprese 4.0 che hanno programmi di ricerca e sviluppo, che hanno introdotto innovazioni e che operano sui mercati internazionali.

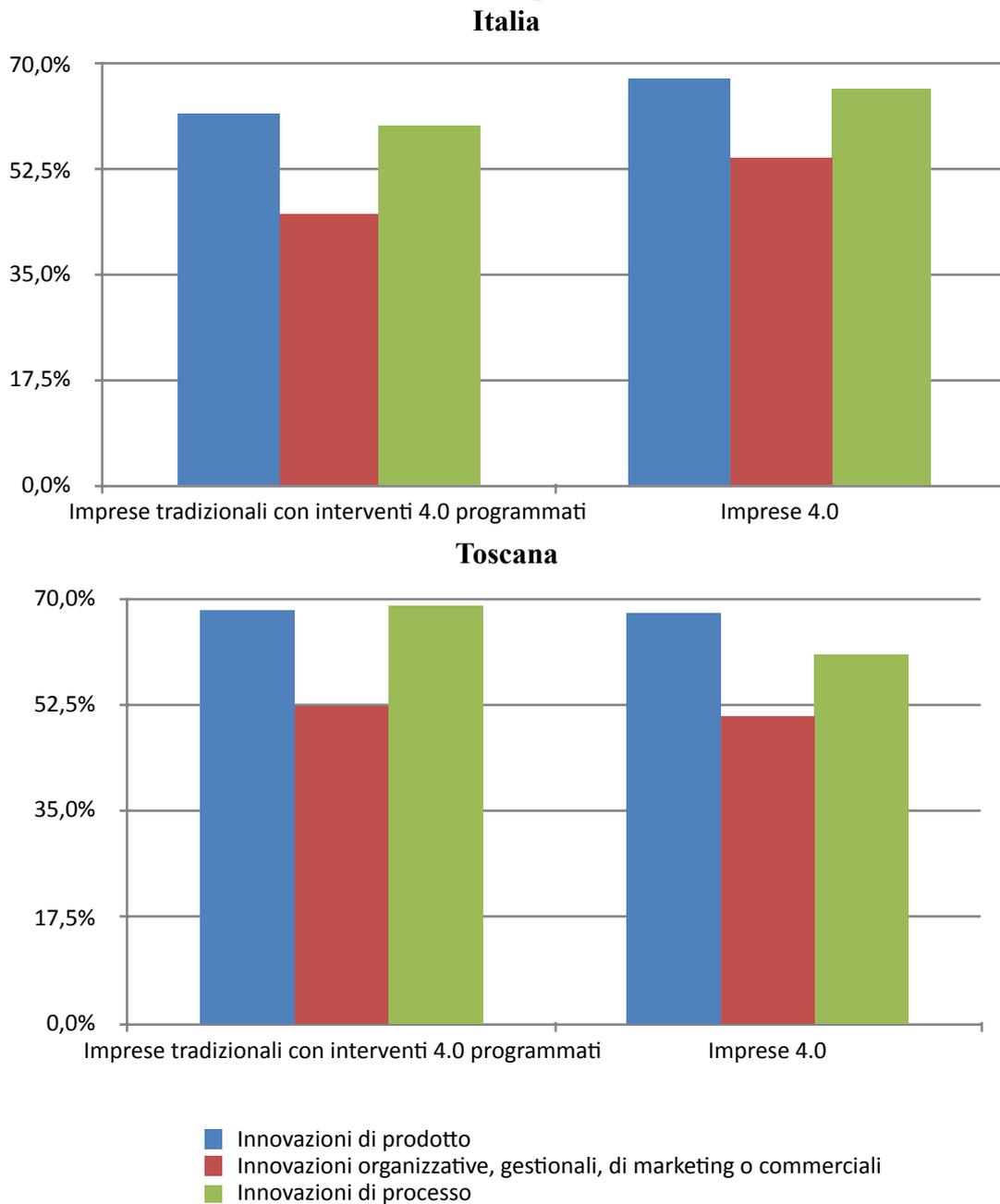
La Figura 2.10 mostra una percentuale molto inferiore di imprese 4.0 che hanno introdotto almeno un'innovazione nell'ultimo triennio (2015-2017), con valori abbondantemente sotto quelli delle regioni di *benchmark*. Se Veneto, Emilia Romagna e Marche si aggirano attorno al 20%, superando il livello nazionale del 17%, la Toscana è ferma al 10,4%, dimostrando una certa reticenza delle imprese innovatrici a portare avanti investimenti 4.0. Non sembrerebbero esserci però sostanziali differenze fra le tipologie di innovazioni introdotte dalle imprese 4.0 rispetto al livello nazionale (Figura 2.11). Si segnala solo una maggiore carenza delle imprese 4.0 toscane sul profilo di innovazione di processo, con una percentuale più bassa rispetto a quella italiana di circa 6 punti percentuali.

La minore diffusione di imprese innovative può essere in parte ricondotta alla quantità significativamente più bassa di imprese che operano in subfornitura (Figura 2.12). L'attività innovativa è infatti strettamente legata all'ambiente in cui opera l'impresa e alle relazioni con altre aziende. In questo contesto, la scarsa presenza di imprese subfornitrici potrebbe indicare una bassa partecipazione delle unità produttive toscane alle catene globali del valore, che letta congiuntamente alle modalità di gestione delle imprese toscane può aver generato una ridotta attività dinamica.

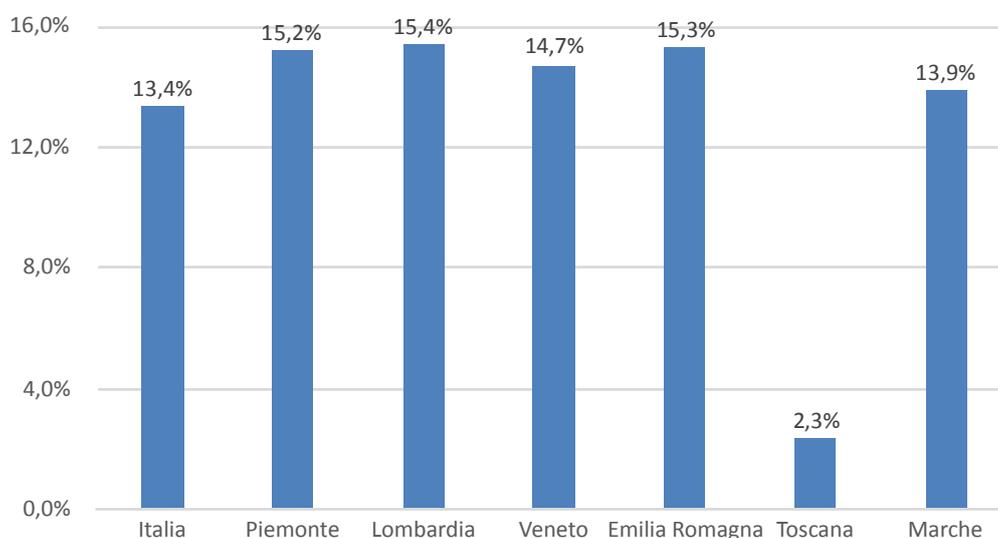
**Figura 2.10. Percentuali imprese innovatrici fra quelle che hanno introdotto investimenti 4.0. Confronto Italia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana e Marche. Valori Percentuali.**



**Figura 2.11. Tipologia di innovazioni fra le imprese 4.0 e quelle tradizionali con interventi 4.0 programmati. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali**



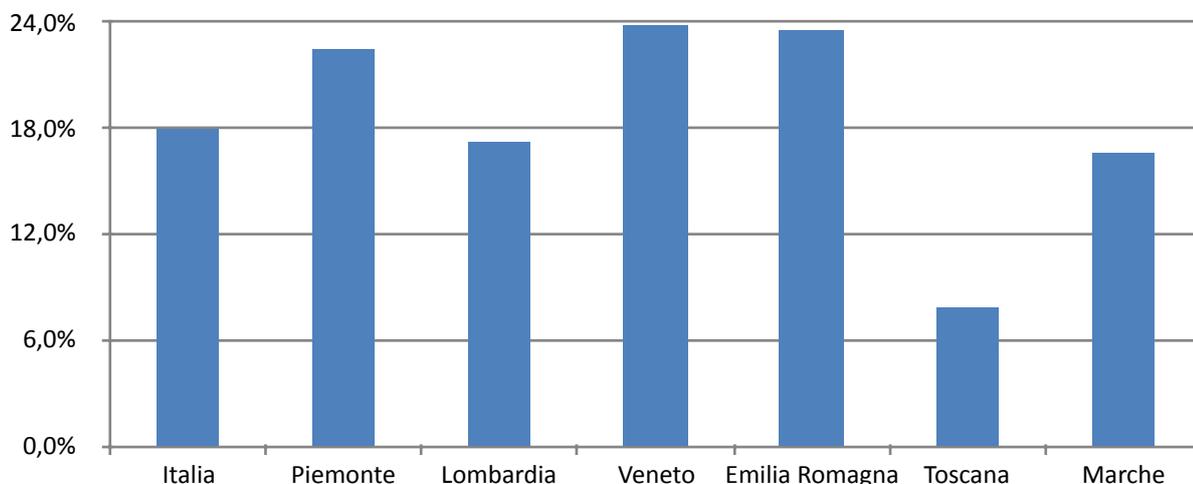
**Figura 2.12. Percentuale di imprese subfornitrici. Confronto Italia – Toscana. Valori percentuali**



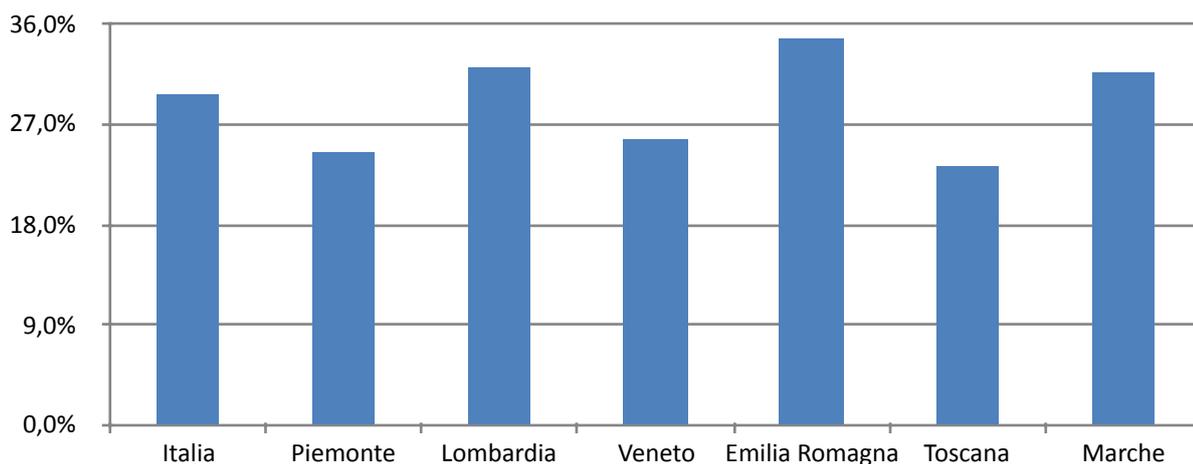
Uno scenario del tutto coerente viene presentato in Figura 2.13 che mostra la percentuale di imprese esportatrici con investimenti 4.0. In questo caso il distacco toscano rispetto alle regioni messe a confronto si fa ancora più evidente e marcato soprattutto nei confronti di Piemonte, Emilia Romagna e Veneto. In queste regioni più del 22% delle imprese con attività di export ha introdotto tecnologie 4.0, una percentuale consistente se confrontata con il 7.6% delle imprese toscane. Anche le Marche, seppur in misura leggermente inferiore, con un distacco di circa 9 punti percentuali dimostra una maggiore propensione delle imprese esportatrici marchigiane ad effettuare investimenti 4.0. Sembrerebbe quindi che, all'interno delle scelte strategiche, gli investimenti 4.0 per gli imprenditori toscani siano meno determinanti nel competere sui mercati internazionali.

Le imprese toscane che investono in R&S sembrerebbero dimostrare una maggior propensione ad intraprendere il “cammino 4.0” (23,3%), sebbene comunque lontano sia dai livelli nazionali che quelli delle regioni di benchmark. Solo il Piemonte sembrerebbe avvicinarsi al dato toscano con una percentuale del 24,6% delle imprese impegnate in attività di R&S che hanno introdotto investimenti 4.0. (Figura 2.14).

**Figura 2.13. Percentuali imprese esportatrici fra quelle che hanno introdotto investimenti 4.0. Confronto Italia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana e Marche. Valori Percentuali.**

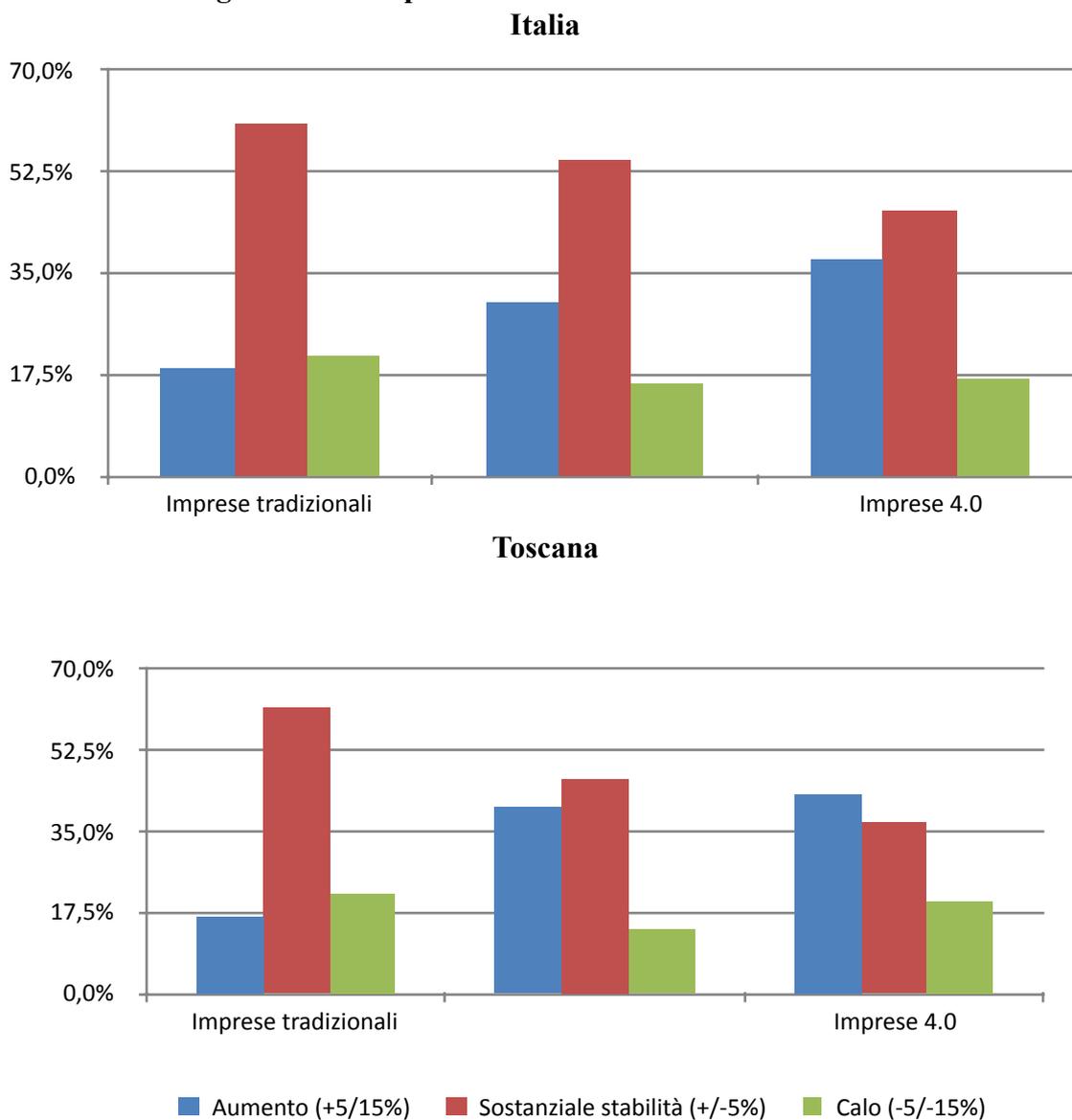


**Figura 2.14. Percentuali imprese attive nella R&S fra quelle che hanno introdotto investimenti 4.0. Confronto Italia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana e Marche. Valori Percentuali.**



A una minore predisposizione a strategie dinamiche innovative e di apertura internazionale non sembrerebbe tuttavia associarsi un evidente distacco in termini di performance economiche (Figura 2.15): il 43% delle imprese 4.0 in Toscana ha dichiarato di aver registrato un aumento del fatturato, il 37,1% una sostanziale stabilità (45,8% - dato italiano), e solo il 19,9% un calo significativo. Si segnala, inoltre, come le imprese 4.0 con fatturato in aumento registrino percentuali sistematicamente superiori rispetto alle imprese tradizionali.

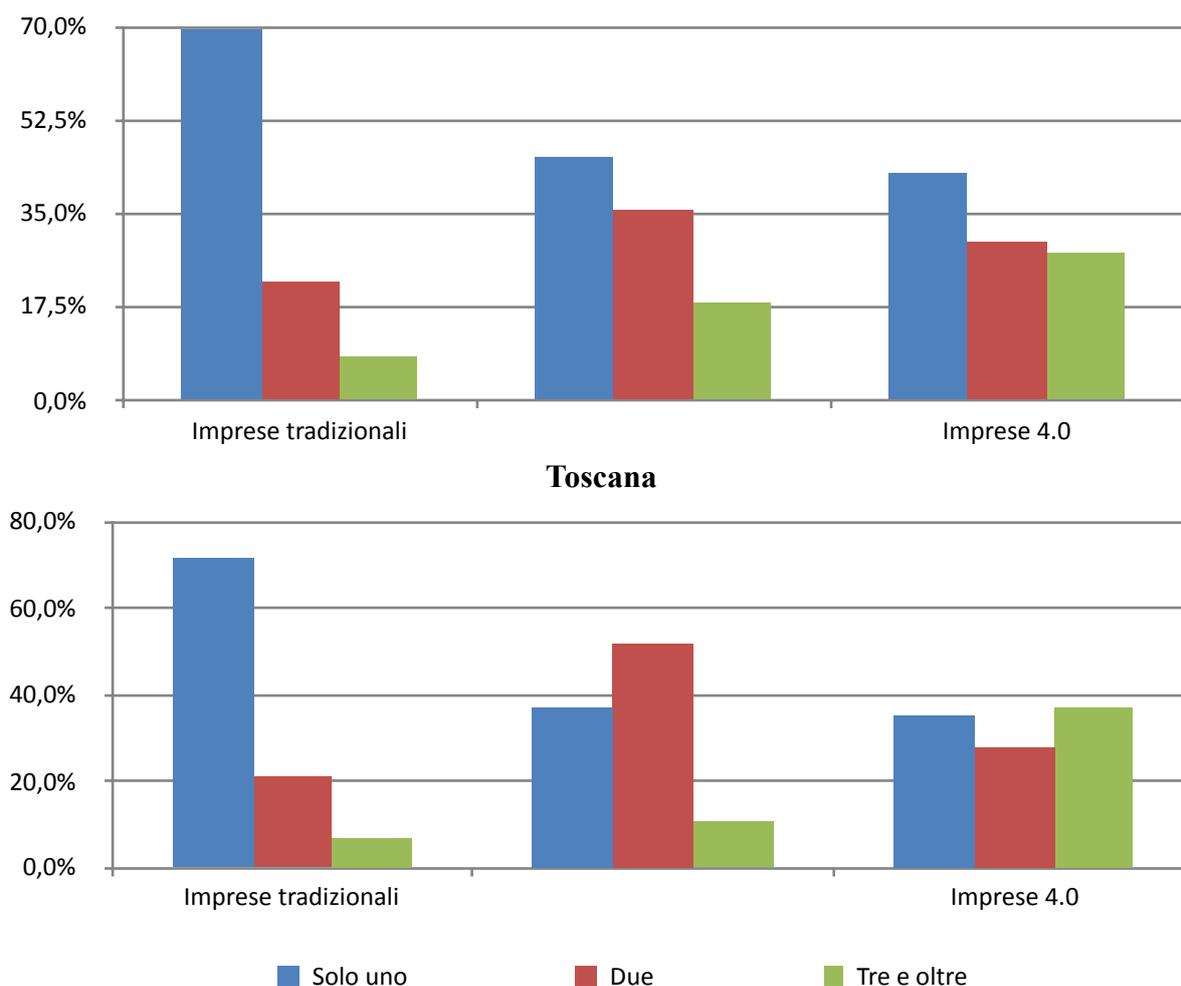
**Figura 2.15. Variazione del fatturato nell'ultimo triennio, confronto fra le imprese sulla base dell'utilizzo di tecnologie 4.0. Valori percentuali.**



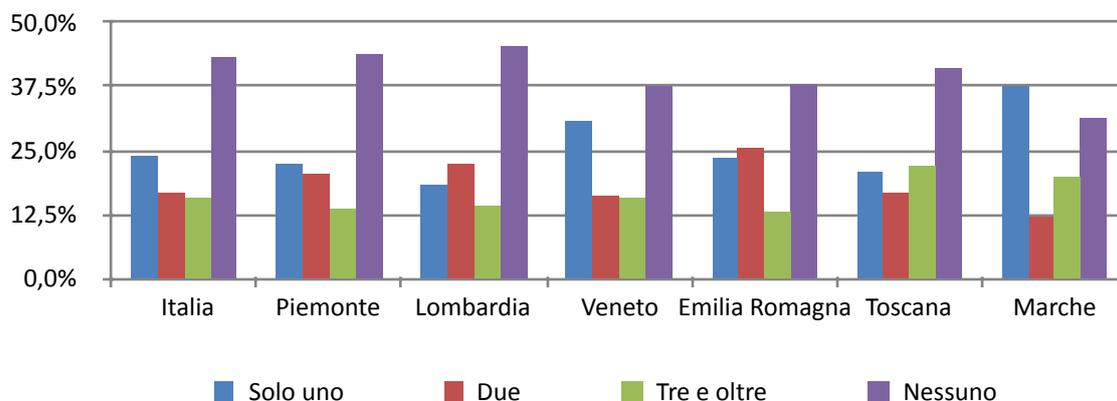
### 3. Le imprese 4.0 e l'utilizzo di strumenti agevolativi.

Le politiche pubbliche hanno avuto un ruolo di rilievo nel sostenere gli sforzi attuati dalle imprese nel processo di digitalizzazione dei processi produttivi. Dall'analisi dei dati si evidenzia (Figura 3.1.) come le imprese toscane tradizionali con interventi programmati utilizzino due incentivi in più della metà dei casi (52,1%) rispetto a una percentuale del 36% a livello nazionale (35,6%). Se invece si considerano le sole imprese tradizionali, circa il 70% di aziende che ha usufruito di aiuti pubblici ha beneficiato di un solo strumento (dato coerente sia in Toscana che a livello nazionale). È chiara, inoltre, una maggiore propensione delle imprese 4.0 toscane all'accumulazione di incentivi. Questa pratica appare evidente anche se si confronta la regione Toscana con le altre regioni di *benchmark* (Figura 3.2.). Lo sfruttamento di tre e più incentivi, infatti, è presente nel 21,8% delle imprese 4.0 dell'area in esame. Allo stesso tempo però un'alta percentuale (41%) non sfrutta nessuno degli strumenti proposti, segnalando come in alcuni casi il mancato sfruttamento possa aver indebolito le imprese toscane nel percorso di crescita tecnologica 4.0.

**Figura 3.1. Numero di incentivi utilizzati, confronto tra le imprese che utilizzano tecnologie 4.0 e quelle che non le utilizzano (né hanno in programma di utilizzarle). Valori percentuali Italia**

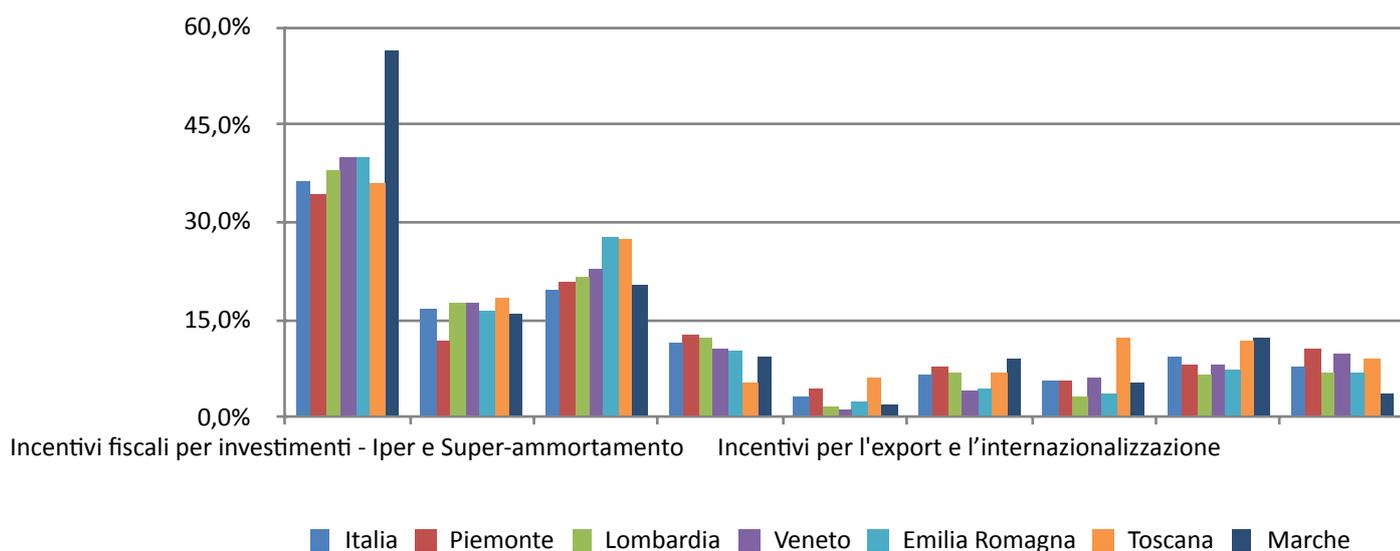


**Figura 3.2. Numero di incentivi utilizzati dalle imprese 4.0, confronto fra le regioni benchmark. Valori percentuali.**



La Figura 3.3 da una panoramica descrittiva per approfondire quali siano stati gli strumenti agevolativi più sfruttati dalle imprese 4.0 e i loro livelli relativamente alle regioni messe a confronto. Tra gli strumenti più diffusi a livello regionale figurano gli strumenti fiscali di supervalutazione degli investimenti (Iper e Superammortamento) e gli incentivi ai beni strumentali (Nuova Sabatini). Si rileva, infatti, che rispettivamente il 35,8% e il 27,6% delle imprese 4.0 toscane li abbiano utilizzati al fine di migliorare le proprie *performance*, nell'ultimo caso inoltre si manifesta il primato toscano ad un livello quasi pari a quello emiliano romagnolo (28%). Nel confronto le imprese 4.0 toscane sembrano aver sfruttato maggiormente aiuti come “Incentivi e finanza per le *start-up* e per PMI innovative” e incentivi nazionali e regionali per la Ricerca e l’Innovazione, ma al contrario i Fondi di garanzia pubblici sembrerebbero quelli meno sfruttati se confrontati con le altre regioni.

**Figura 3.3 Tipologia di incentivi utilizzati. Confronto tra le regioni di benchmark per le imprese 4.0. Valori percentuali.**



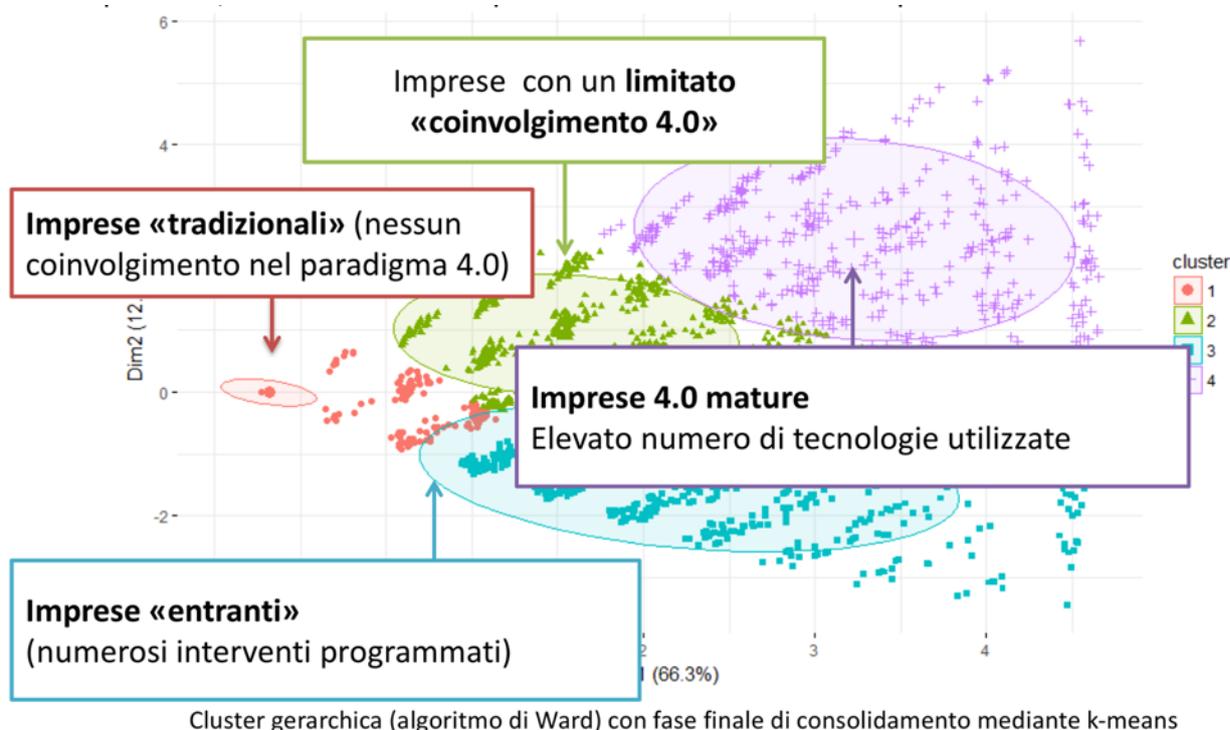
## 4. I profili delle imprese raggruppati per cluster

Come ulteriore analisi, le imprese del campione sono state raggruppate sulla base del loro coinvolgimento nel paradigma 4.0. In particolare, sono state impiegate tecniche statistiche multidimensionali per identificare la “struttura” rilevante dei dati, con il duplice obiettivo di evidenziare le relazioni tra i fenomeni analizzati e identificare la presenza di profili omogenei di imprese. Da un lato, l’analisi fattoriale (ACM - Corrispondenze Multiple) ha consentito di identificare uno spazio di dimensione ridotta sulla base di fattori latenti che sono in grado di spiegare la variabilità (inerzia) del fenomeno. Dall’altro la analisi dei Cluster ha operato l’analisi fattoriale sui fattori identificati (sull’informazione rilevante, eliminando il rumore statistico) consentendo di identificare quattro gruppi relativamente omogenei. Si rimanda all’appendice per una discussione dettagliata del processo statistico di aggregazione.

L’analisi ha raggruppato le imprese nei quattro cluster (Figura 4.1) definite le seguenti categorie:

- **Imprese «tradizionali»;**
- **Imprese «entranti»;**
- **Imprese con un modesto «coinvolgimento 4.0»;**
- **Imprese 4.0 «mature».**

**Figura 4.1 Rappresentazione delle imprese sul piano fattoriale. I colori sono legati ai differenti cluster di appartenenza in legenda.**



Il primo cluster è per lo più rappresentato da imprese poco innovative, con assenza di programmi di R&S e, specialmente, senza nessun tipo di coinvolgimento in investimenti 4.0. Il secondo gruppo è caratterizzato da una forte presenza di aziende in movimento, ancora tradizionali ma che hanno

diversi investimenti programmati in tecnologie 4.0. Il terzo cluster riguarda imprese che fanno un utilizzo ancora ridotto di tecnologie 4.0, spesso associato alle sole tecnologie dati. Infine, il quarto gruppo è composto da imprese altamente innovative e fortemente internazionalizzate, con un utilizzo consolidato e consistente di tecnologie 4.0, spesso integrando un elevato numero di tecnologie dati con tecnologie relative alla produzione.

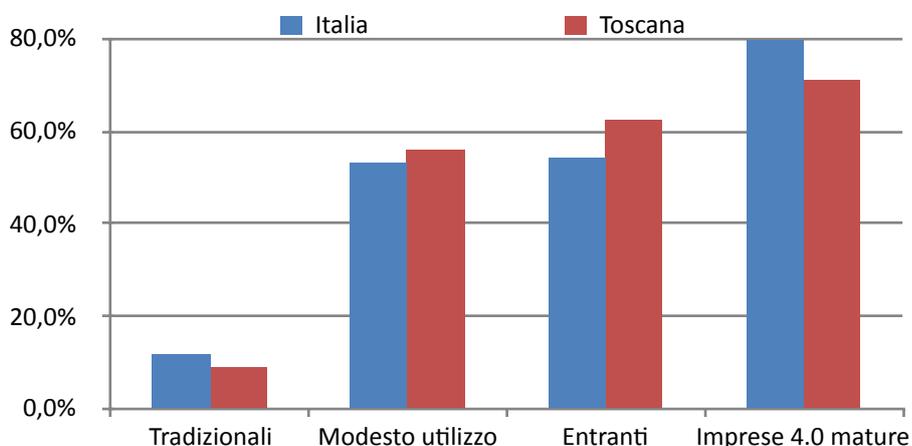
In termini di diffusione la stragrande maggioranza delle imprese in Italia e nella regione Toscana appartiene alla categoria tradizionale. Tuttavia, essendo per lo più imprese strutturate di una certa dimensione, la distribuzione occupazionale tra classi risulta essere molto meno netta (8% di occupati in imprese 4.0 mature, 10% in imprese con un modesto coinvolgimento in 4.0 e 10% in nuove entranti). Si riscontra ancora una relativa minore diffusione di imprese 4.0 per la regione Toscana, specialmente per quanto riguarda le imprese più mature, 0,6% contro 1,5% nazionale.

**Figura 4.2 Distribuzione delle imprese tra cluster. Valori percentuali.**

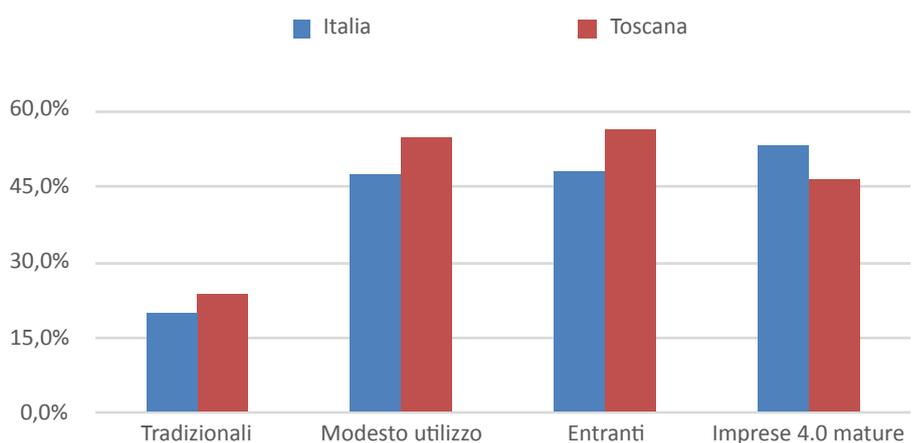


La Figura 4.3 mostra la propensione alla ricerca delle imprese nei diversi cluster. Coerentemente con l'interpretazione dei fattori alla base dei diversi gruppi, il grado di innovatività delle imprese risulta essere strettamente decrescente con il grado di utilizzo di tecnologie 4.0. Il gruppo di imprese 4.0 mature presenta un coinvolgimento nettamente superiore in progetti di ricerca, ma le imprese 4.0 toscane mature con R&S risultano essere leggermente indietro rispetto alle altre aziende nazionali dello stesso cluster. A parziale compensazione, si riscontra una leggera maggiore propensione alla ricerca per le classi intermedie (entranti e modesto utilizzo di tecnologie 4.0). Una dinamica del tutto coerente viene dipinta dalla Figura 4.4 che analizza la propensione internazionale tra i diversi cluster. Sebbene il fenomeno sia più omogeneo rispetto all'attività di ricerca e sviluppo, le imprese 4.0 mature mostrano ancora una volta la maggior frequenza di imprese dinamiche e le imprese toscane del gruppo risultano in leggero ritardo rispetto al resto del territorio nazionale.

**Figura 4.3 Percentuale di imprese con progetti di R&S per tipologia di cluster. Valori percentuali.**

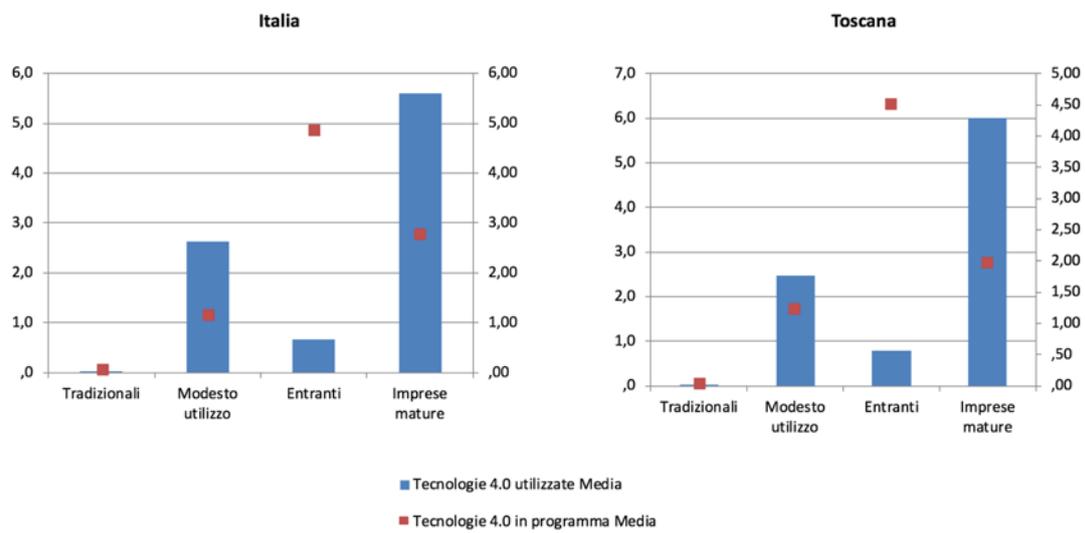


**Figura 4.4 Percentuale di imprese esportatrici per tipologia di cluster. Valori percentuali.**



Infine, la Figura 4.5 presenta il numero medio di tecnologie utilizzate e in programma per tipologia di cluster. Per definizione stessa del raggruppamento, le imprese mature sono caratterizzate dal maggior utilizzo di tecnologie 4.0, valore che tuttavia è sostanzialmente più basso in Toscana rispetto al resto del territorio nazionale (4.3 vs 5.7). Un rapporto simile si riscontra nella classe di “utilizzo modesto” mentre il valore relativo all’utilizzo di tecnologie 4.0 per la classe degli entranti risulta sostanzialmente in linea con il dato italiano. Interessante tuttavia sottolineare come il confronto tra regione Toscana e dato nazionale sul numero di tecnologie in programma per il futuro sia molto più omogeneo (intra gruppo) rispetto all’utilizzo effettivo, segnale di una possibile convergenza futura del dato regionale con l’aggregato nazionale.

**Figura 4.5 Numero di tecnologie 4.0 utilizzate e tecnologie 4.0 in programma. Unità.**



## Considerazioni conclusive

La diffusione delle tecnologie cosiddette 4.0 nell'industria Toscana nel 2017 segnala livelli sensibilmente ridotti rispetto alla media nazionale e soprattutto rispetto alle regioni del centro-nord che possono essere prese a riferimento.

La maggiore distanza relativa sembra essere concentrata nelle dimensioni minori e, segnatamente, in quella fascia 10-49 addetti che costituisce un punto di riferimento essenziale del sistema produttivo nazionale e regionale.

Questa difficoltà si associa a un sistema che, viceversa, non pare particolarmente differente nelle sue logiche di base: le imprese 4.0 si confermano quelle più innovative, anche alla scala toscana, e sono caratterizzate da livelli di dinamismo in termini di crescita del fatturato più accentuati.

La struttura proprietaria contribuisce, solo in parte, a spiegare tale divario con una maggiore presenza di imprese familiari chiuse con management non particolarmente qualificato.

Le criticità della Toscana sono confermate e si approfondiscono moltissimo se si guarda a due sottoinsiemi particolarmente qualificanti rappresentati da due tra i principali esiti commerciali: il mercato della subfornitura e quello delle esportazioni.

Se si considera il sottoinsieme delle imprese subfornitrici, la distanza tra Toscana e altre regioni appare abissale segnalando un gap considerevole segnalando quindi una caratterizzazione non tecnologica (almeno con riferimento agli ambiti tecnologici in questione).

Solo meno accentuata, ma comunque elevatissima, risulta la differenza tra regione Toscana e altri territori di confronto se si considerano le imprese esportatrici: il gap evidenziato risulta molto accentuato e nettamente superiore alla media generale mostrando, anche in questo caso, un orientamento tecnologico delle produzioni relativamente debole.

Le policy non paiono aver influenzato in misura particolare il gap registrato: i due strumenti principali (Credito di Imposta e Nuova Sabatini) e anche gli interventi regionali, trovano un tasso di utilizzo uguale o superiore rispetto ai benchmark.

Le analisi cluster segnalano alcuni possibili indirizzi concentrando l'attenzione sugli "entranti", ovvero sui soggetti che stanno avviando il loro percorso nel campo delle tecnologie 4.0 per i quali esistono diversi segnali di interesse e che possono rappresentare delle chiavi di superamento dei gap esistenti.

## Appendice: approfondimento sulla *cluster analysis*

L'indagine MET fornisce un insieme estremamente ricco di dati sul tema 4.0, sia in termini di numerosità campionaria sia di variabili relative all'utilizzo delle tecnologie.

A fronte di una mole così estesa di informazioni è utile ricorrere a tecniche statistiche esplorative in grado di descrivere, attraverso un approccio multidimensionale, la "struttura" rilevante che soggiace ai dati osservati, con il duplice obiettivo di evidenziare le relazioni tra i fenomeni analizzati e di identificare la presenza di profili omogenei di imprese. Le analisi descrittive presentate hanno già segnalato come molte delle grandezze considerate siano fortemente correlate tra loro, segnalando, inoltre, la presenza di una significativa concentrazione dei fenomeni in segmenti specifici di imprese.

Tali obiettivi di analisi possono essere ottenuti ricorrendo ad un approccio che combini, in maniera sequenziale, una sintesi dei dati rilevanti, attraverso un'analisi fattoriale, con la classificazione in gruppi omogenei tramite tecniche di *cluster analysis* (applicate sull'insieme ridotto di informazione del primo passaggio). Tale approccio in due fasi (Arabie e Hubert, 1994) favorisce l'identificazione di gruppi robusti e interpretabili, eliminando la componente di rumore statistico presente<sup>1</sup>.

Sulla base delle variabili oggetto di studio, tutte di tipo categoriale, il primo step è stato condotto attraverso un'Analisi delle Corrispondenze Multiple (Greenacre e Blasius, 2006), che ha lo scopo di analizzare la struttura di relazioni tra le variabili in esame. L'ACM può essere vista come una generalizzazione della più conosciuta analisi in componenti principali applicata a variabili categoriali. L'ACM mira ad identificare uno spazio di dimensione ridotta sulla base di fattori latenti che sono ottenuti dalla combinazione lineare delle variabili originali. Tali fattori di sintesi, ortogonali tra loro, sono costruiti al fine di massimizzare la capacità di spiegare la variabilità (inerzia) del fenomeno.

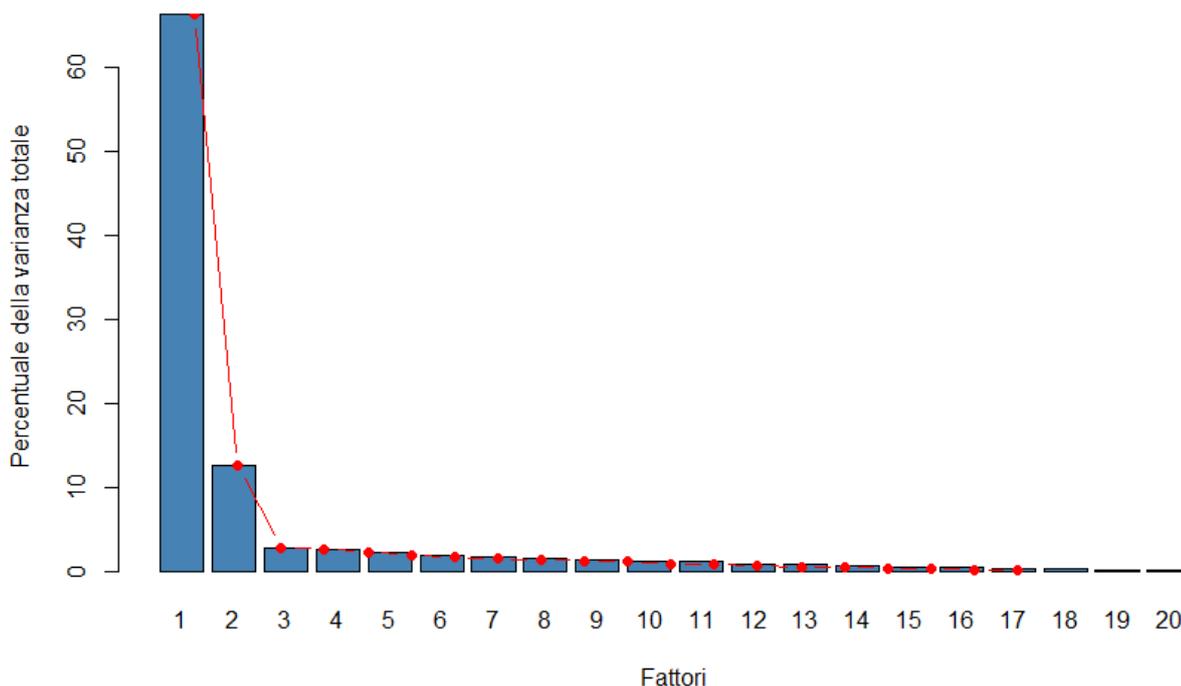
L'ACM è stata condotta sull'insieme di variabili rappresentative dell'utilizzo (presente o programmato) delle tecnologie 4.0, così come visto nel capitolo precedente.

La figura A.1 mostra, per ciascun fattore latente identificato, il contributo alla spiegazione dell'inerzia totale. Una quota rilevante dell'informazione originaria è rappresentata dai primi due fattori, in grado di spiegare il 78,8% della variabilità del fenomeno (rispettivamente il 66,3% e il 12,5%). È noto che il contributo dei fattori, in particolare il primo, è sottostimato e va corretto attraverso formule *ad hoc* (Greenacre 1994): applicando tale correzione le prime due dimensioni incidono per il 98,1% della varianza totale (87,4% e 10,7%).

---

<sup>1</sup> È stato evidenziato (Vichi e Kiers, 2001) che questo approccio può, in determinate condizioni, portare a soluzioni non ottimali visto che le due fasi di analisi mirano a rispondere a due tipologie di obiettivi diversi. L'analisi da noi condotta è stata ripetuta anche attraverso un approccio unificato (si veda van de Velden M., Iodice D'Enza, A., e Palumbo, F. (2017). Cluster correspondence analysis. *Psychometrika*, 82(1), 158-185.) che ottimizza in un unico framework la riduzione dei dati con la classificazione in gruppi. Tale tecnica ha prodotto risultati del tutto identici; si è preferito utilizzare l'approccio in due fasi in quanto massimizza la possibilità di descrizione e visualizzazione grafica dei risultati.

**Figura A.1. Scomposizione dell'inerzia totale in fattori.**



L'interpretazione dei fattori si basa prevalentemente sul contributo di ciascuna modalità di risposta all'inerzia spiegata da ciascun fattore; il contributo è strettamente connesso al posizionamento delle categorie sul piano fattoriale (coordinate) e alla frequenza con la quale esse si presentano.

Come nelle altre tipologie di analisi fattoriale, nell'ACM un ruolo centrale è assunto proprio dall'interpretazione grafica dei risultati, analizzando il posizionamento sul piano fattoriale delle categorie e delle unità statistiche (le imprese).

Le modalità di risposta che si presentano ravvicinate sul piano (ancorché distanti dall'origine degli assi) indicano un'elevata associazione tra di esse: in altre parole, le imprese tendono a presentare il medesimo comportamento relativamente a quelle stesse categorie. Al contrario, due modalità che si posizionano con segno opposto rispetto ad un asse indicano che sono inversamente connesse.

Nella Figura A.2 sono raffigurate le categorie delle variabili sul piano fattoriale definito dalle prime due dimensioni latenti. Per facilitare la lettura dei punti sono state utilizzate delle etichette sintetiche: la prima parte indica la tecnologia in esame (da *T1* a *T11*) mentre il suffisso indica la modalità di risposta per ciascuna tecnologia (*N*= 'non utilizzata'; *F*= 'programmata nel prossimo triennio'; *U*= 'attualmente utilizzata') La gradazione di colore segnala l'intensità del contributo di ciascuna modalità alla spiegazione dell'inerzia cumulata dei due fattori.

La nuvola delle modalità di risposta tende a disporsi secondo una forma a triangolo, con il primo fattore (asse orizzontale) che spiega il grado di coinvolgimento (anche solo programmato) al tema 4.0, e il secondo che contrappone le imprese attualmente attive a quelle che hanno in programma futuri investimenti.

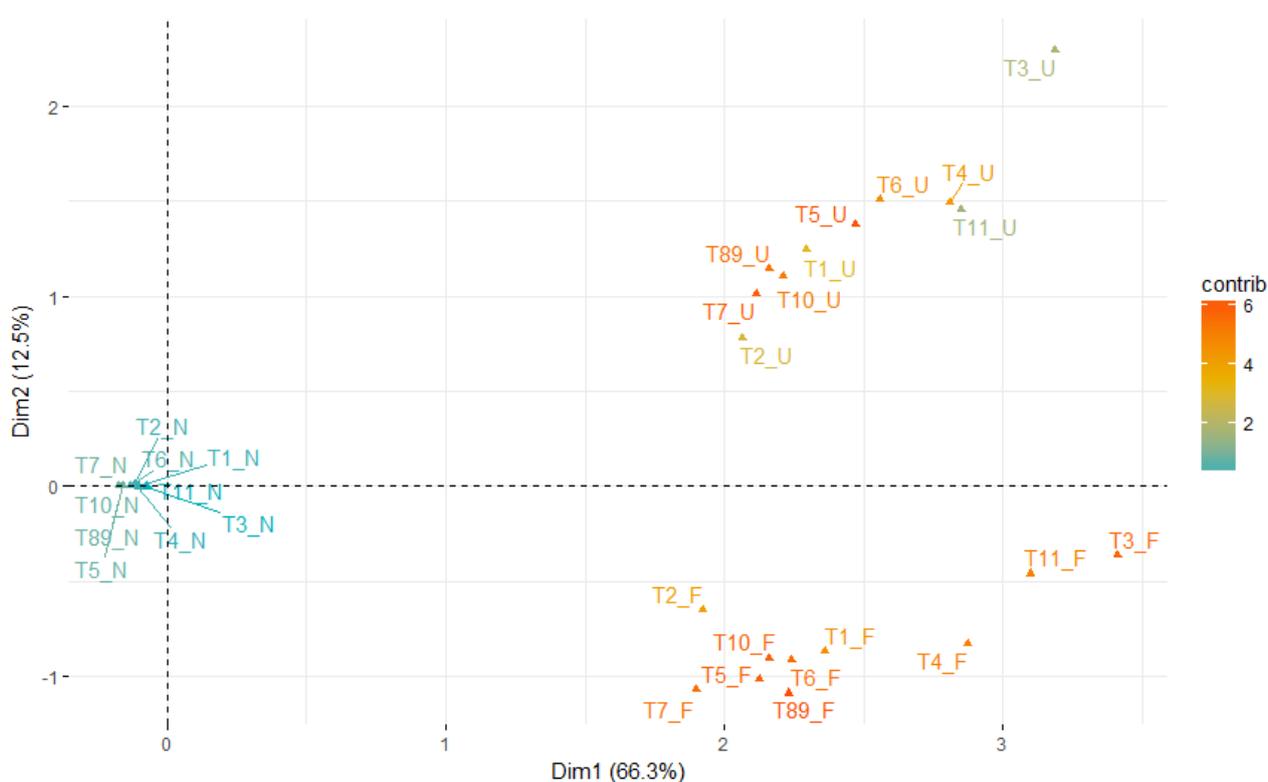
Il primo asse è fortemente caratterizzato dalla contrapposizione tra le categorie indicative dell'assenza di tecnologie 4.0, sulla parte sinistra, e quelle rappresentative dell'attuale o del futuro utilizzo, che si collocano al contrario sulla parte destra.

Le categorie rappresentative del mancato utilizzo delle tecnologie hanno coordinate negative sul primo asse e valori nulli sul secondo. Come detto, la vicinanza delle modalità evidenzia la loro forte associazione: le imprese che non utilizzano una tecnologia hanno un'elevata probabilità di non utilizzare nemmeno le altre. Lo stesso ragionamento può essere esteso alle modalità che rappresentano l'attuale impiego o gli interventi futuri. Le imprese che utilizzano una tecnologia 4.0

hanno una maggiore probabilità di essere attive anche in altre applicazioni 4.0; lo stesso vale anche per gli interventi programmati. Per citare alcuni esempi: l'impiego di materiali intelligenti e nanotecnologie è fortemente associato all'implementazione di simulazioni e test virtuali, così come l'uso intensivo di dati e reti informatiche è associato, come è naturale attendersi, all'impiego di pratiche di cyber security. Allo stesso modo, passando agli interventi programmati, esiste una forte associazione tra la futura implementazione di protocolli di condivisione orizzontale con quelli di natura verticale e il contemporaneo impiego di pratiche di sicurezza delle reti informatiche. Altrettanto indicativa è l'associazione tra gli interventi legati alla realtà aumentata con quelli che saranno realizzati nel campo delle nanotecnologie.

Per quanto attiene al secondo asse, si nota chiaramente la contrapposizione tra le modalità indicative di un attuale impiego delle tecnologie con quelle che sono rappresentative di interventi programmati per il prossimo futuro.

**Figura A.2. Rappresentazione delle categorie “attive” sul piano fattoriale costruito sulle prime due dimensioni. La gradazione di colore indica il contributo alla caratterizzazione degli assi.**



*Legenda: la prima parte delle etichette indica la tecnologia 4.0 considerata, mentre la lettera finale segnala l'attuale utilizzo della tecnologia (“U”), un intervento programmato in futuro (“F”) o il mancato utilizzo (“N”). La legenda delle tecnologie è: robot collaborativi (T1); stampanti 3d (T2); realtà aumentata (T3); simulazioni e test virtuali (T4); integrazione orizzontale (T5) o verticale (T6) dei dati e delle informazioni; comunicazione elettronica in rete tra macchinari e prodotti (T7); gestione di dati su sistemi aperti, big data/analytics (T89); sicurezza delle operazioni in rete e su sistemi aperti (T10); nanotecnologie e materiali intelligenti (T11).*

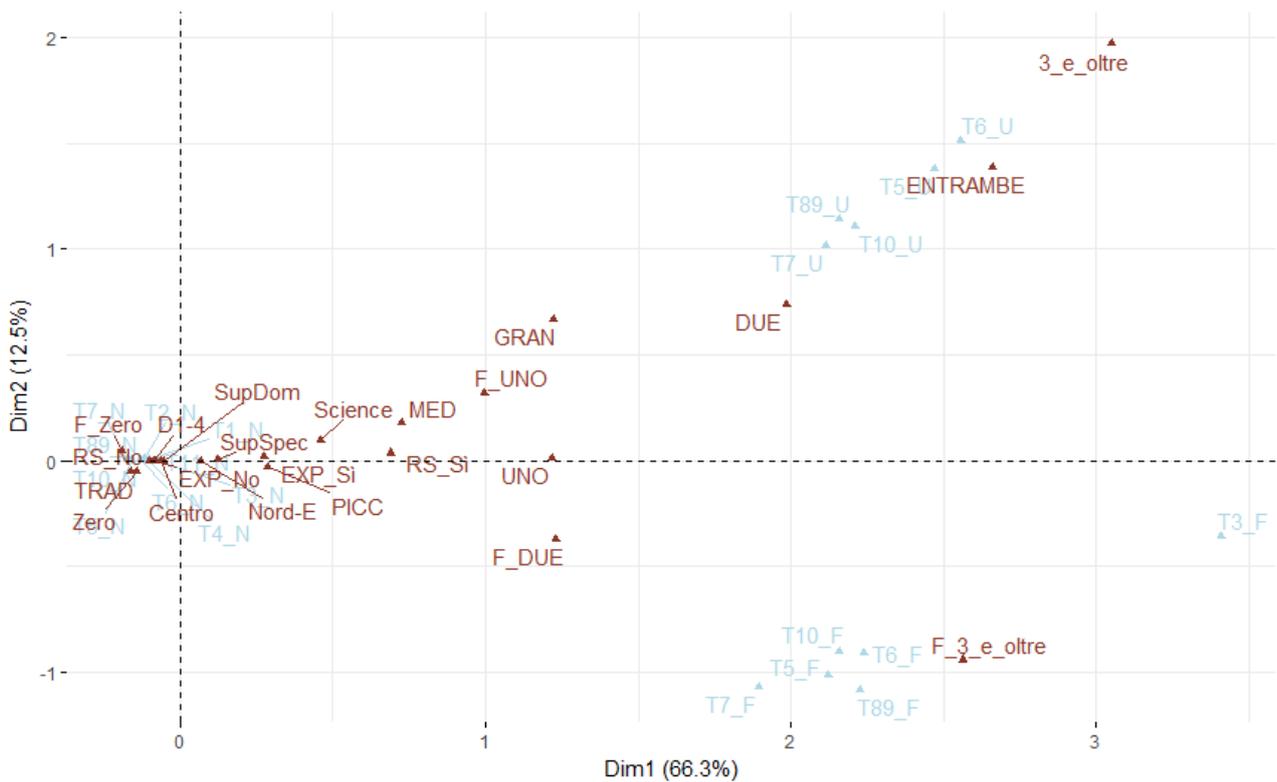
L'interpretazione dei risultati è ulteriormente arricchita dalla possibilità di considerare altre grandezze di interesse (variabili illustrative): tali variabili non influenzano la formazione del piano fattoriale, ma è tuttavia possibile visualizzare e interpretare la loro posizione rispetto agli assi.

In tal modo (Figura A.3), è possibile notare che le imprese caratterizzate da un maggiore impiego di tecnologie (*3\_e\_oltre*) e quelle che prevedono un maggiore numero di interventi futuri

(*F\_3\_e\_oltre*) presentano in media le coordinate in valore assoluto più alte sia sul primo che sul secondo asse (in questo caso con segno opposto).

Il coinvolgimento e l'attuale utilizzo delle tecnologie è positivamente associato alle imprese di grandi (*GRAN*) e medie dimensioni (*MED*), a quelle attive nel campo della R&S (*RS\_SI*) o alle imprese che esportano (*EXP\_SI*), alle aziende che operano in settori Science Based (*SCIENCE*) o caratterizzati da subfornitori specializzati (*SupSpec*) e a quelle localizzate nelle regioni settentrionali (*Nord-E*, *Nord-O*).

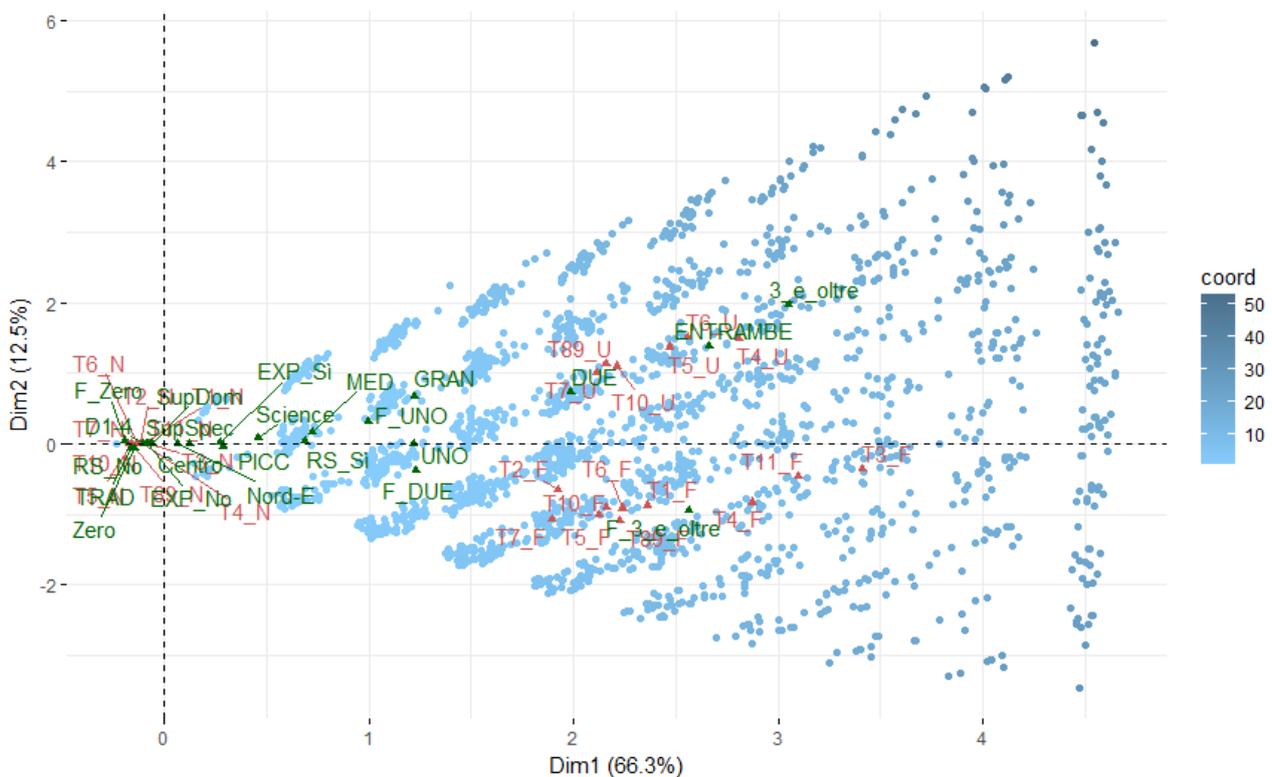
**Figura A.3. Rappresentazione delle categorie “illustrative” (in rosso) sul piano fattoriale.**



È infine possibile proiettare sugli assi le unità statistiche (Figura A.4). La nube di punti si presenta a forma di triangolo, con un'elevata concentrazione in corrispondenza del vertice a sinistra, che rappresenta le imprese in alcun modo coinvolte nel paradigma delle nuove tecnologie. La gradazione di colore è legata al valore assoluto (medio) delle coordinate sui due assi: il tono più scuro indica un valore medio più alto sui due fattori.

Il posizionamento delle imprese rispetto agli assi fornisce indicazioni rispetto al loro comportamento: la coordinata sul primo asse segnala il grado di coinvolgimento, passato e/o futuro, nel campo delle tecnologie digitali, mentre il posizionamento rispetto al secondo asse descrive se si tratta di un impiego prevalentemente attuale o programmato.

**Figura A.4. Rappresentazione delle imprese sul piano fattoriale. La gradazione di colore è legata al valore delle coordinate (media sui due assi).**



Dopo aver identificato una dimensione sintetica dell'informazione originaria e dopo aver descritto le principali associazioni tra le grandezze in esame, la seconda fase dell'analisi è dedicata all'identificazione di profili caratteristici attraverso tecniche di *cluster analysis*. Come segnalato in apertura, l'approccio consiste nel raggruppare le unità statistiche sulla base del loro diverso posizionamento sul piano fattoriale, che è in grado di spiegare una quota elevatissima della variabilità del fenomeno.

La tecnica di classificazione utilizza un approccio combinato: nel primo step i casi sono raggruppati con una tecnica agglomerativa (algoritmo di Ward), nella seconda fase la soluzione viene consolidata, tramite un approccio partizionale, attraverso la riallocazione delle unità nei cluster

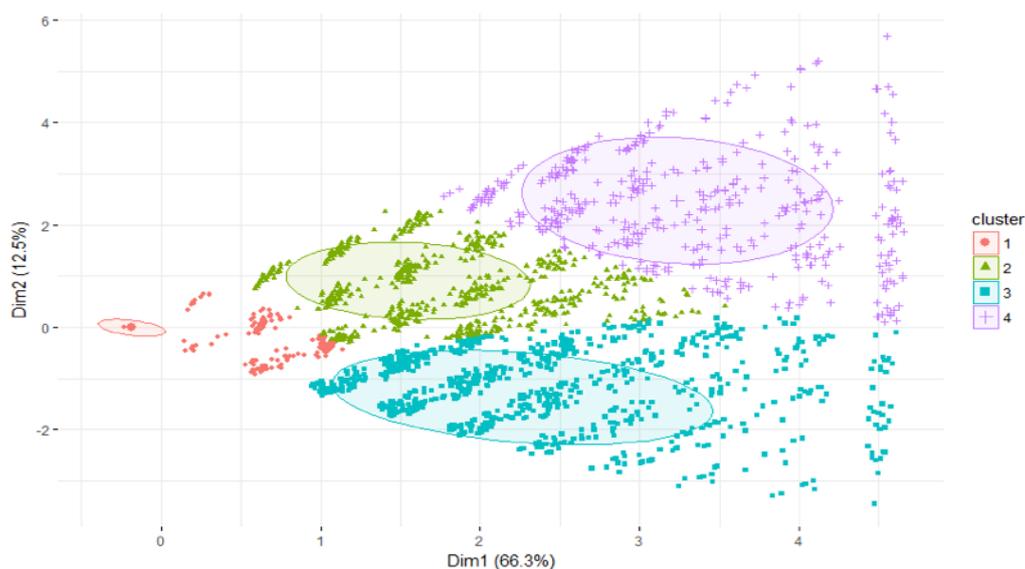
minimizzando la somma delle distanze di ciascuna unità rispetto al centro del cluster (algoritmo k-means)<sup>2</sup>.

La Figura A.5 presenta la classificazione cluster sul piano fattoriale associata a ciascun colore. Date le caratteristiche delle imprese presenti in media nei quattro cluster identificati, sono stati sintetizzati come:

- **Imprese «tradizionali»;**
- **Imprese «entranti» (numerosi interventi programmati);**
- **Imprese con un modesto «coinvolgimento 4.0»;**
- **Imprese 4.0 «mature» (elevato numero di tecnologie utilizzate).**

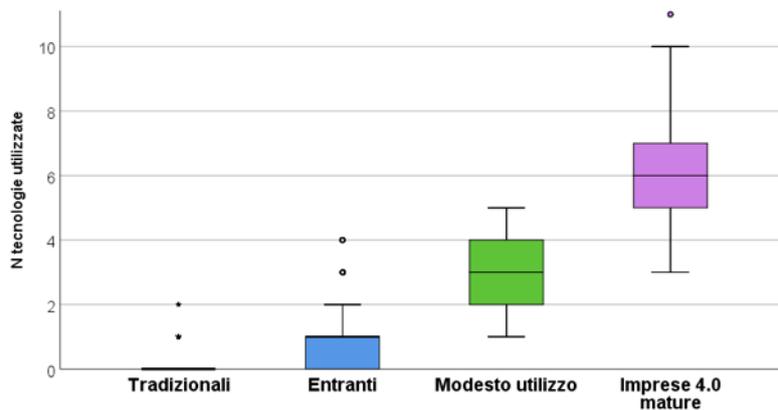
Il primo cluster è per lo più rappresentato da imprese poco innovative, con assenza di programmi di R&S e, specialmente, senza nessun tipo di coinvolgimento in investimenti 4.0. Il secondo gruppo è caratterizzato da una forte presenza di aziende in movimento, ancora tradizionali ma che hanno programmato investimenti in tecnologie 4.0. Il terzo cluster riguarda imprese con un utilizzo di tecnologie 4.0 ancora marginale, e spesso associato alle sole tecnologie dati. Infine, il quarto gruppo è composto da imprese altamente innovative e fortemente internazionalizzate, con un utilizzo consolidato e consistente di tecnologie 4.0, spesso integrando tecnologie dati con tecnologie relative alla produzione. Le Figure A.6 e A.7 mostrano chiaramente le sostanziali differenze nelle distribuzioni del numero di tecnologie adottate e programmate per il futuro tra i diversi cluster.

**Figura A.5. Rappresentazione delle imprese sul piano fattoriale. I colori sono legati ai differenti cluster di appartenenza in legenda.**

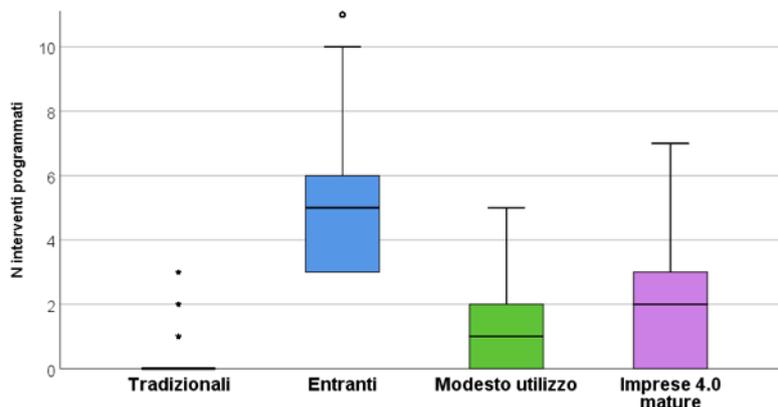


<sup>2</sup> Come noto il principale svantaggio della classificazione partizionale è legato alla sensibilità dell'algoritmo alla selezione dei gruppi provvisori iniziali. La classificazione gerarchica applicata nel primo passaggio intende fornire una soluzione iniziale robusta all'approccio k-means.

**Figura A.6. Distribuzione del numero di tecnologie utilizzate tra cluster.**

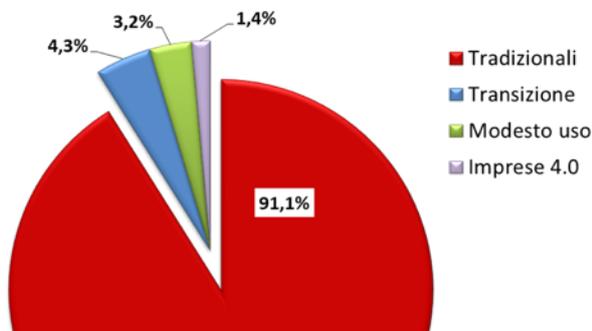


**Figura A.7. Distribuzione sul numero di interventi programmati tra cluster.**

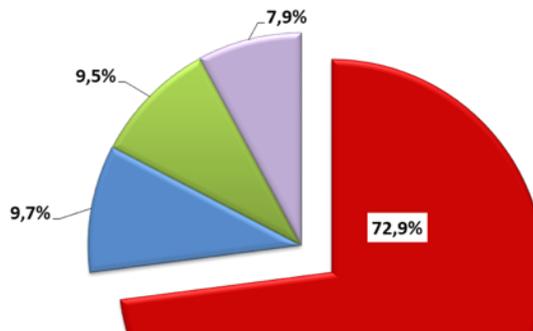


**Figura A.8. Distribuzione occupazionale e di imprese tra cluster.**

*Distribuzione degli occupati per cluster*



*Distribuzione delle imprese per cluster*



## Nota metodologica

### L'Indagine MET: logica, conduzione e metodologia<sup>3</sup>

#### La logica dell'indagine strutturale MET<sup>4</sup>

Negli anni 2000 sono state realizzate diverse indagini di campo sulle imprese italiane con numerosità e caratteristiche tali da garantire una significatività di carattere generale per il sistema produttivo italiano.

L'indagine MET si è affermata come un prodotto unico per la sua estensione, per la sua rappresentatività (territoriale, settoriale e dimensionale) e per il rigore con cui viene condotta. Si sono realizzate al momento 6 waves con cadenza biennale (a eccezione dei primi due anni consecutivi di messa a punto, 2008 e 2009): 2008, 2009, 2011, 2013, 2015 e 2017.

Si è trattato sempre di indagini con numerosità prossima ai 24.000 casi,

L'obiettivo è stato quello di fornire un quadro ampio e con sufficiente dettaglio territoriale, dimensionale e settoriale di alcuni aspetti significativi della vita delle imprese.

Una numerosità così elevata si giustifica con la necessità di avere analisi rappresentative della struttura italiana, ma anche capaci di leggere e analizzare fenomeni relativamente rari e fondamentali quali quelli (per esempio Ricerca e Internazionalizzazione) legati al segmento più dinamico e innovativo del nostro sistema produttivo.

L'analisi è concentrata sulle caratteristiche strutturali delle imprese, sugli aspetti di competitività, sulle reti, sulle criticità emerse e sui fabbisogni esterni (anche di *policy*) che gli operatori manifestano.

I risultati delle indagini sono stati oggetto di diverse pubblicazioni<sup>5</sup>, oltre che di numerose presentazioni in incontri scientifici dedicati ai temi trattati.

La cadenza temporale e l'orizzonte coperto attribuiscono, se possibile, ancora maggior rilievo all'indagine. Dopo la rilevazione del 2008 (conclusa 10 giorni prima del fallimento di Lehman Brothers) e quella dell'autunno del 2009 (prima fase della grande crisi), il 2011 si è caratterizzato come l'anno dell'approfondimento della fase fortemente negativa per l'industria italiana ed europea con peggioramenti di molti parametri, mentre dal 2013 e ancor più dal 2015 si segnalano livelli di attività caratterizzati da una accentuata variabilità ed eterogeneità dei fenomeni.

Tra gli aspetti di unicità del lavoro va segnalata la disponibilità dei database per tutti gli anni con una "quota *panel*" che raggiunge i 16.000 casi per ciascuna coppia di anni e circa 5.000 per l'intero periodo. Ciò offre una possibilità di confronto tra le posizioni delle imprese rispetto alle diverse tematiche di interesse a seconda dei profili di mercato e di innovazione registrati nel recente passato e dal modo in cui la crisi ha avuto impatto sulla gestione aziendale.

Il campionamento è stato tale, comunque, da garantire ampia significatività in ciascuna delle 20 regioni italiane.

#### Obiettivi e Strategia

La questione fondamentale che è opportuno sottolineare, tuttavia, è l'obiettivo stesso dell'indagine e la strategia da seguire per estrarre informazioni complesse.

---

<sup>3</sup> Autori: P. Ascani, R. Brancati, A. Maresca per il primo paragrafo; M. Centra e P.D. Falorsi per il secondo.

<sup>4</sup> L'intera impostazione dell'Indagine è stata curata da un Comitato Scientifico costituito da Giorgio Alleva, Giovanni Barbieri e Alberto Zuliani.

<sup>5</sup> Rapporti MET, vari anni editi da Donzelli Editore e Fatti in cerca di idee di R. Brancati, Donzelli Ed. 2010.

- L'obiettivo primario è quello di cogliere le esigenze delle imprese concentrandosi in modo particolare sui fabbisogni esterni necessari per la crescita e lo sviluppo. Per esempio, nel caso in cui un'impresa riconosca come indispensabile, per la competitività aziendale, una strategia innovativa. Il tipo di sostegno a questa attività può comunque assumere forme estremamente diverse e non tutte egualmente preferibili dalle imprese (formazione del personale interno, acquisizione di nuovo personale qualificato, consulenze, cooperazione con Centri di Ricerca e Università, acquisto di brevetti, interventi sul capitale di rischio, finanziamenti bancari, contributi). Capire caratteri e importanza di questi apporti esterni (privati e pubblici), delle difficoltà che il mercato incontra nell'offrirli e delle problematiche connesse è una questione rilevante e poco approfondita. A ciò si associa l'aspetto speculare rappresentato dai vincoli presenti (vincoli tecnici, finanziari, di mercato, *etc.*) che possono bloccare la strategia.
- Per ottenere un quadro informativo esauriente si devono raggiungere obiettivi intermedi dell'analisi riguardanti aspetti di struttura dell'impresa, caratteristiche di mercato, dinamismo e scelte di investimento, rapporti internazionali e competitività; questi dati, oltre a essere funzionali all'obiettivo principale, rappresentano, comunque, un patrimonio informativo utile per il suo dettaglio e per la sua tempestività (i dati sono resi disponibili con meno di 5 mesi di ritardo rispetto alla rilevazione).

#### Altri caratteri distintivi dell'indagine

Esistono anche diversi caratteri specifici e distintivi dell'indagine.

- L'indagine e il questionario sono dedicati a informazioni non altrimenti disponibili. Si è scelto di rilevare in maniera approfondita aspetti e problematiche specifiche e di non indugiare su domande che toccano profili e situazioni ricavabili in modo più approfondito da Banche Dati esterne. Per esempio nel caso di informazioni sul mercato del lavoro pare più opportuno lavorare sui dati INPS e di "incrociare l'informazione" con quelle ricavate dalla indagine MET per aspetti di mercato, di tecnologie e altro. Così pure i dati di bilancio e le informazioni di dettaglio sull'entità finanziaria degli aiuti sono meglio ricavabili da fonti esterne quali le Banche Dati sui bilanci delle imprese o le stesse Anagrafiche delle agevolazioni pubbliche. Diviene quindi essenziale mantenere codici adatti all'incrocio con banche dati sull'universo dei soggetti quali quelle citate e collegarle al campione da noi estratto.
- L'intera indagine viene svolta con il massimo rigore scientifico. Ci si è avvalsi anche del lavoro di un comitato scientifico di grande valore<sup>6</sup> e di una commissione tecnica dedicata a seguire le fasi del campionamento, dell'implementazione dell'indagine e della complessa fase di calibrazione e di stima del riporto all'universo per i diversi insiemi di riferimento.
- La ripetizione dell'indagine con cadenza biennale consente di utilizzare le distribuzioni conosciute dei fenomeni (attraverso i risultati dell'indagine precedente) per ampliare il

---

<sup>6</sup> Al Comitato Scientifico hanno partecipato Giorgio Alleva, Giovanni Barbieri e Alberto Zuliani, oltre ai senior del progetto MET Carlo Andrea Bollino e Raffaele Brancati; mentre il Comitato Tecnico (nelle fasi di impostazione associato allo stesso Comitato Scientifico) è costituito da Marco Centra e Piero Falorsi.

campionamento negli strati per i quali è ragionevole attendersi una maggiore frequenza di fenomeni rari e di interesse (per esempio le attività di R&S).

### Il Questionario

Il questionario proposto è lungo e complesso, ma sulla base delle esperienze maturate negli anni passati si sono definite delle linee guida che hanno portato a risultati soddisfacenti; il modulo somministrato è stato arricchito dal punto di vista qualitativo e, al contempo, semplificato eliminando domande delicate che portavano a molte cadute nelle risposte, come per es. quelle sui dati di bilancio *et similia*).

Il questionario è così suddiviso:

1. *sezione informativa* (dati di base, informazioni su occupazione, struttura proprietaria, *etc.*);
2. *sezione mercati e struttura* (mercati di sbocco, vantaggi competitivi, debolezze, struttura dei costi, banche e finanza, *etc.*);
3. *sezione reti e filiere* (relazioni tra imprese, reti locali e “lunghe”, filiere, mercati di approvvigionamento e vendita, tipologia di beni prodotti, articolazione internazionale, subfornitura, *etc.*);
4. *sezione dinamismo* (programmi -passati e previsti- di investimento, crescita di occupazione e fatturato, obiettivi degli investimenti, scelte qualitative e indicazioni da altre sezioni);
5. *sezione Ricerca e Innovazione* (programmi di innovazione, ricerche, relazioni con soggetti esterni per la ricerca, aree di sviluppo, *etc.*);
6. *sezione ambiti tecnologici specifici: smart specialisation e Industria 4.0* dal 2015 e dal 2017 sono state inserite sezioni specifiche del questionario incrociabili con le altre informazioni a livello di impresa;
7. *sezione Internazionale* (tipologia di presenza sui mercati esteri, alleanze, utilizzazione di strumenti nazionali e regionali di supporto, *etc.*);
8. *l'utilizzazione delle politiche per le imprese* (qualche elemento valutativo e informazioni per la stima dell'efficacia netta, aspettative e clima di fiducia delle imprese, *etc.*);
9. *la Finanza:* (modalità di finanziamento delle imprese, presenza di vincoli e di razionamento per diverse attività di sviluppo – investimenti e R&S – banca di riferimento e altre grandezze rilevanti);
10. *la domanda di intervento pubblico o di supporto esterno* (in questa sezione si stima la domanda complessiva di intervento pubblico da parte delle imprese sia nella forma di sostegno finanziario, che in quelle di servizi reali, di politiche per lo sviluppo locale, di sostegno alle attività di ricerca e innovazione, di politiche infrastrutturali con ricadute sull'attività delle aziende intervistate);
11. *la sostenibilità sociale ed ambientale nelle azioni delle imprese* (è stata introdotta una sezione con domande specifiche);
12. *temi specifici* (si sono alternate analisi su Energia e ambiente, costi amministrativi nei rapporti con la P.A., rilevanza delle certificazioni, impatto della crisi, procurement pubblico, i temi legati all'utilizzo delle tecnologie informatiche);
13. *performance e dati di bilancio* (laddove disponibili – società di capitali – alle imprese del campione vengono allineati i dati di bilancio per le elaborazioni di rilievo).

#### Il Trattamento del campione

Le anagrafiche delle imprese campione sono state estratte con la tecnica del passo sistematico a partire dall'anagrafe ufficiale delle Camere di commercio gestita dalle Camere di Commercio Italiane. Tale banca dati tuttavia non descrive, o descrive soltanto per alcune di esse, il numero degli addetti delle imprese e i numeri di telefono delle imprese. Per ovviare a tale inconveniente il numero degli addetti è stato identificato *ex post*, rilevandolo direttamente in fase di rilevazione dati

ed effettuazione delle interviste, mentre i numeri di telefono delle imprese estratte sono stati rilevati a partire dagli elenchi degli abbonati al servizio telefonico nazionale (Pagine bianche)<sup>7</sup>.

Ai fini del trattamento del campione sono state predisposte due liste di anagrafiche: una lista di anagrafiche base (25.090 anagrafiche), e una lista di anagrafiche suppletiva, formata da un numero di unità campionarie di riserva quattro volte superiore rispetto a quello delle anagrafiche del campione base, per un totale di circa 100.000 anagrafiche, sommando insieme quelle della lista base e quelle della lista suppletiva di riserva.

All'interno di ciascun livello di stratificazione del campione base e del campione di riserva le anagrafiche delle imprese sono state gestite per mezzo di una procedura software che ha consentito il rispetto delle quote prefissate all'interno di ciascuno strato e all'interno di ciascuna cella. In caso di "caduta" di un'anagrafica, questa è stata sostituita soltanto con le anagrafiche delle liste di riserva del medesimo strato.

Il questionario è stato somministrato presso ogni singola azienda alla cosiddetta "persona di riferimento", tipicamente l'amministratore, un dirigente responsabile o l'imprenditore, a seconda delle caratteristiche e delle dimensioni dell'azienda. La persona di riferimento è stata identificata per mezzo di una prima telefonata all'azienda nel corso della quale è stata presentata l'iniziativa di ricerca e concordato un appuntamento telefonico per l'effettuazione dell'intervista. In totale quindi, presso ogni azienda, sono state effettuate almeno due telefonate.

Per lo svolgimento della rilevazione è stato implementato l'utilizzo dei moduli Acs (*Automatic Call Scheduling*). L'utilizzo di tali moduli ha fatto sì che la lavorazione di ogni singola anagrafica campione potesse avere almeno sei esiti distinti: intervista concessa, intervista rifiutata, appuntamento telefonico, richiesta del questionario via fax o via mail, numero di telefono sempre occupato, sempre libero, sempre con una segreteria telefonica o con un fax, numero errato (al telefono risponde un utente diverso da quello desiderato). A seconda degli esiti dei contatti telefonici, questi le anagrafiche sono trattate in modo conseguente.

Intervista concessa - L'intervista è stata archiviata nel database della ricerca e avviata fase di editing per la verifica di coerenza logica dei risultati.

Intervista rifiutata - L'intervista è stata conservata nel database della ricerca (tabella rifiuti), implementando la procedura per la sostituzione dell'anagrafica con un'altra statisticamente valida estratta dagli elenchi suppletivi.

Appuntamento telefonico - In tutti i casi in cui la "persona di riferimento" non fosse disponibile al momento del primo contatto telefonico, si è provveduto a rilevare la data e l'ora per un appuntamento telefonico.

Richiesta del questionario via fax o via e-mail - In tutti i casi in cui le "persone di riferimento" in azienda hanno manifestato la richiesta di rispondere al questionario per iscritto si è provveduto a trasmettere loro il questionario via fax o via mail.

#### Il quadro delle attività

Sotto il profilo metodologico la raccolta dei dati si è configurata come un'indagine quantitativa realizzata con tecniche miste, Cati (*Computer assisted telephone interview*) e Cawi (*Computer assisted web interview*) sempre con selezione dell'interlocutore di riferimento in azienda.

L'effettuazione dell'indagine di campo è stata preceduta da un test pilota, svolto con l'obiettivo di verificare la coerenza e la somministrabilità del questionario di rilevazione e del Sistema Cati/Cawi utilizzato. La sperimentazione ha comportato lo svolgimento di alcune centinaia di interviste presso altrettante imprese "fuori campione".

---

<sup>7</sup> Per ogni singola impresa è stata rilevata la ragione sociale, l'indirizzo, il telefono e il Codice Ateco. Per le sole società di capitali è stato rilevato anche il Codice fiscale.

Per verificare se il tasso di risposta da parte delle imprese fosse in qualche modo correlato alla tipologia dell'azienda è stata svolta inoltre un'analisi degli esiti per singolo strato, nell'ambito dei quali si mette in evidenza che la tecnica di calibrazione ha comunque provveduto a eliminare le eventuali distorsioni della stima causati da tassi di risposta anomali.

### I controlli di Qualità

#### *Aspetti di carattere generale*

Il sistema dei controlli di qualità ha lo scopo di contenere il cosiddetto errore non-campionario con l'obiettivo ultimo di ottenere il massimo livello di affidabilità dell'indagine. Tale sistema è basato su tre sottosistemi principali, a loro volta articolati su una serie di azioni ben identificate. I tre sottosistemi sono il sottosistema delle azioni preventive, il sottosistema delle azioni da svolgere nel corso della rilevazione e il sottosistema delle azioni di valutazione.

#### *Azioni di valutazione*

Lo scopo delle azioni di valutazione è quello di identificare gli errori effettuati nel corso della rilevazione, nell'ambito delle singole interviste. L'obiettivo ultimo delle azioni di valutazione è quello di limitarne l'impatto sulla coerenza dell'indagine nel suo insieme.

Tali azioni sono basate sull'effettuazione di una indagine di controllo, che consiste nella ripetizione di alcune interviste presso un campione ridotto di aziende tra quelle intervistate per verificare il livello dello scostamento tra i risultati ottenuti per mezzo delle interviste originali e i risultati ottenuti per mezzo delle interviste di controllo realizzate ex novo. L'indagine di controllo ha comportato l'effettuazione di 150 interviste presso altrettante aziende, clusterizzate per intervistatore o per tipologia, con lo scopo di individuare eventuali scostamenti rilevanti tra le due dimensioni considerate (interviste originali e interviste di controllo).

Sono state effettuate, infine, delle verifiche sulla coerenza dei valori ricavati dall'indagine e riportati all'universo (in particolare sul numero degli addetti) rispetto alle informazioni disponibili per aggregazioni regionali e settoriali.

### La metodologia di campionamento e di stima

#### Popolazione di interesse

La popolazione di interesse cui si riferisce l'indagine MET è costituita dalle imprese appartenenti ai settori dell'industria in senso stretto e dei servizi alla produzione per tutte le classi dimensionali e con sede legale sull'intero territorio nazionale. Nello specifico l'universo considerato è composto da imprese che operano in 38 settori, definiti al terzo digit del Codice Ateco.

La dimensione campionaria dell'indagine, particolarmente elevata e pari di base a circa 25.000 unità, ha consentito l'effettuazione di ulteriori approfondimenti e sovracampionamenti regionali. Tali approfondimenti, di cui si è tenuto conto nella fase di disegno e di allocazione del campione, hanno riguardato sottopopolazioni di particolare interesse: le regioni in area Convergenza (come definito dal sistema dei fondi strutturali europei), le regioni a prevalente vocazione manifatturiera, il settore dell'industria in senso stretto, il comparto delle società cooperative, il segmento di imprese con spiccata propensione all'innovazione. Il disegno del campione ha inoltre tenuto conto del fatto che in alcune regioni è stato richiesto un maggior livello di accuratezza delle stime prodotte rispetto ad altre, e un conseguente sovracampionamento, realizzato in virtù di un cofinanziamento regionale specifico. Per tenere conto di tale vincolo le regioni sono state divise in 3 gruppi, caratterizzati da diversi livelli di attendibilità delle stime.

Il disegno di campionamento ha tenuto conto delle sottopopolazione di particolare interesse ai fini dell'indagine:

*Regioni meridionali.* Tale popolazione è definita dalle imprese la cui sede legale è compresa nelle regioni in obiettivo convergenza, come definito dal sistema dei fondi strutturali europei, vale a dire: Campania, Puglia, Calabria e Sicilia.

*Regioni a prevalente vocazione manifatturiera.* Si tratta delle imprese che hanno la sede legale nelle regioni ad elevata incidenza del settore manifatturiero, vale a dire compreso nella sezione D della classificazione ATECO.

*Settore dell'industria in senso stretto.* Comprende le imprese il cui settore di attività economica è compreso nella sezione D della classificazione ATECO.

*Comparto delle società cooperative.* Comprende le società cooperative definite dalla forma giuridica.

*Imprese con spiccata propensione all'innovazione.* Tale segmento di imprese, particolarmente rilevante per le finalità dell'intero progetto, è composto dalle imprese con elevata propensione all'esportazione. Allo scopo di individuare tale segmento di imprese è stata delineata una strategia specifica di analisi, determinata dal particolare scenario circa il bagaglio informativo attualmente disponibile: i) non si dispone, indipendentemente dalla definizione adottata di impresa innovativa, dell'informazione puntuale sulla popolazione; ii) le imprese innovative sono identificabili solo tramite informazioni rilevate dall'indagine t-1 e quindi disponibili unicamente sul campione delle relative imprese rispondenti. Ipotizzando che le variabili esplicative della caratteristica innovativa di un'impresa siano rimaste sostanzialmente invariate rispetto all'anno precedente, l'indagine di tale anno è stata utilizzata per mettere a punto una procedura di analisi in grado di identificare gli strati dove più elevata è la frequenza attesa di imprese innovative: tramite un sovracampionamento di tali strati si è ottenuta una frequenza pianificata delle imprese innovative nei diversi domini di studio, definiti, come nell'indagine al t-1, da aggregazione di strati elementari. Sul piano operativo è stata studiata la composizione delle imprese rispondenti all'indagine precedente rispetto al possesso del carattere di innovatività e alle variabili di stratificazione. Circa gli aspetti computazionali è stata utilizzata una procedura classificatoria (tree-based classification model), in grado di identificare gli strati dove la frequenza attesa di imprese innovative è più elevata. Avendo individuato (nell'indagine dell'anno t-1) le caratteristiche degli strati in cui le imprese innovative presentavano una maggiore incidenza, si sono introdotti una serie ulteriore di vincoli nella procedura di allocazione del campione per ottenere un sovracampionamento negli strati suddetti, tale da garantire una frequenza attesa pianificata della quota di imprese innovative.

### Disegno del campione

L'indagine è basata su un disegno di campionamento casuale stratificato, con selezione delle imprese negli strati con probabilità uguale e senza reimmissione. Gli strati sono definiti dall'aggregazione delle seguenti variabili: regione della sede legale dell'impresa, dimensione espressa in termini di classe di addetti, settore di attività economica.

Il campione è stato allocato in modo da garantire un livello di accuratezza delle stime prodotte secondo alcuni domini di studio pianificati. Il disegno prevede in primo luogo la pianificazione dei singoli domini regionali; inoltre è stato assicurato un livello di significatività della stima, riferita ad

una generica proporzione di un carattere nella popolazione, per domini definiti congiuntamente dalla ripartizione geografica e del settore di attività, dalla ripartizione geografica e dalla classe dimensionale d'impresa. Sono stati infine considerate le sottopopolazioni di interesse definite in precedenza: tra queste ultime, le imprese con particolare propensione all'innovazione sono state definite in base ai risultati della scorsa indagine, come sopra indicato.

Ciascuna indagine contiene inoltre una componente longitudinale, relativa ad un sottocampione di imprese intervistate nella tornata precedente. Tale elemento rappresenta, da un lato, un'opportunità preziosa data dalla possibilità di produrre stime di flusso, dall'altra impone un vincolo rilevante nel disegno del campione per l'indagine di riferimento, riducendo i margini per l'allocatione del campione, dal momento che una quota importante della distribuzione del campione negli strati risulta determinata dalle imprese presenti nella rilevazione precedente.

Nella tabella seguente sono riportate le partizioni delle variabili utilizzate nella stratificazione:

Tab1 Partizione del settore di attività economica

Settore di attività	Sottosezione ateco
Filiera dell'alimentare	DA
Filiera dell'abbigliamento	DB- DC
Legno e mobili	DD -D36.1
Carta, stampa ed editoria	DE
Gomma, plastica e chimica	DH - DG -DF
Metalli	DJ
Fabbricazione di mezzi di trasporto	DM
Meccanica	DK
Macchine elettriche e apparecchiature elettroniche	DL
Altre industrie manifatturiere	E -C DI - DN (escluso 36.1)
Trasporti, poste e comunicazioni	I - 60 -61 - 62 -63 - 64
Altri servizi alle imprese	K - 71 -72 - 73 -74

Tab2 Partizione della classe dimensionale dell'impresa

Dimensione impresa (addetti)
Micro 1-9
Piccole 10-49
Media 50-249
Grandi 250 e oltre

Al fine di definire un criterio di allocazione regionale che tenga conto della differente importanza delle regioni rispetto ai diversi obiettivi si è considerata la stima di una generica proporzione  $p$ , rispetto alla quale le regioni sono state divise in tre gruppi:

- ✓ Gruppo A: Regioni per le quali possono essere prodotte stime affidabili anche per caratteristiche *rare*, per le quali il valore della proporzione  $p$  è compreso tra il 2% e il 5%; in tali regioni le stime saranno affidabili anche per le caratteristiche *poco frequenti* (con  $p$  compreso tra il 6% e il 9%) e *frequenti* (con  $p$  superiore al 10%)
- ✓ Gruppo B: Regioni per le quali possono essere prodotte stime affidabili solo per le caratteristiche *poco frequenti o frequenti*;
- ✓ Gruppo C: Regioni per le quali possono essere prodotte stime affidabili solo per caratteristiche *frequenti*.

Per quanto riguarda il concetto di affidabilità, una stima è considerata affidabile se il suo corrispondente *coefficiente di variazione* % (espresso come rapporto % tra l'errore di campionamento assoluto e il valore della stima) è inferiore al 15%.

Schema 1. Suddivisione delle regioni per affidabilità delle stime

Gruppo A Affidabilità delle stime di caratteristiche rare	Gruppo B Affidabilità delle stime di caratteristiche poco frequenti	Gruppo C Affidabilità delle stime di caratteristiche frequenti
Lombardia	Piemonte	Valle D Aosta
Veneto	Emilia Romagna	Trentino A.A
Toscana	Campania	Friuli V.G.
Lazio	Puglia	Liguria
	Calabria	Umbria
	Sicilia	Marche
		Abruzzo
		Molise
		Basilicata
		Sardegna

Nel piano di vincoli che l'allocazione è chiamata a soddisfare è stato introdotto un dominio unico nazionale, allo scopo di controllare le stime aggregate a livello nazionale. Nell'algoritmo che ha prodotto il disegno di allocazione tale vincolo permette di controllare che lo scostamento dall'allocazione proporzionale non sia eccessivo, facendo lievitare l'*effetto del disegno*, con conseguente impatto negativo sull'affidabilità delle stime nazionali.

Il risultato della procedura di allocazione è riportato in tab. 3, dove è indicato, per ciascuno dei domini di stima presi in esame, il valore minimo della stima di una proporzione,  $p$ , che può essere considerato attendibile per il dominio stesso.

Si osservi che la procedura di allocazione utilizza separatamente le 4 classi dimensionali, in modo da controllare l'errore per le singole modalità. I domini definiti dalle distribuzioni congiunte rispetto a *regione e settore* e rispetto a *regione e dimensione* non permettono di controllare il livello di attendibilità delle stime secondo parametri di significatività statistica, specialmente per la distribuzione del settore all'interno di ciascuna regione. Per tale motivo è stato introdotto un nuovo vincolo in cui la nidificazione di settore e dimensione all'interno della regione è limitata alle regioni con numerosità più elevata del campione. Si è operato inoltre in modo da garantire una elevata attendibilità anche per caratteristiche poco frequenti nella popolazione, riferite alla distribuzione congiunta *regione x settore* per le regioni con maggiori numerosità, riportato nel dominio "*regione (numerose) x settore*".

Tab 3 Livello minimo della stima per tipo di dominio

Tipo dominio	Livello minimo di del valore $p$ per cui la stima è affidabile
<i>Dimensione</i>	
Micro 1-9	0,003
Piccole 10-49	0,016
Media 50-249	0,019
Grandi 250 e oltre	0,001
<i>Regione</i>	
Piemonte	0,081
Valle D Aosta	0,121
Lombardia	0,025
Trentino A.A	0,068
Veneto	0,016
Friuli V.G.	0,088
Liguria	0,084
Emilia Romagna	0,031
Toscana	0,015
Umbria	0,056
Marche	0,037
Lazio	0,013
Abruzzo	0,088
Molise	0,083
Campania	0,019
Puglia	0,027
Basilicata	0,087
Calabria	0,031
Sicilia	0,024
Sardegna	0,060
<i>Settore</i>	
Tutte le modalità	0,117

<i>Regione x dimensione</i>	
Tutte le modalità	0,117
<i>Regione x settore</i>	
Tutte le modalità	0,656
<i>Regione (numerose) x dimensione</i>	
Tutte le modalità	0,128
<i>Regione (numerose) x settore</i>	
Tutte le modalità	0,150
<i>Nazionale</i>	
Tutte le modalità	0,003

I domini regionali, pur trattati separatamente, soddisfano i parametri che ne definiscono l'attribuzione ai gruppi definiti in precedenza.

La numerosità delle interviste nelle diverse *waves*, una volta ridotte per le operazioni di *cleaning* dei dati e di correzione, è la seguente:

	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>
Piemonte	1686	1602	1666	1772	1817	1762
V a l l e D'Aosta	142	193	314	229	202	220
Lombardi a	2243	1855	2500	2335	2672	3060
Trentino A.A.	578	544	747	682	824	813
Veneto	2957	2469	2276	2268	2297	2210
F r i u l i V.G.	228	410	610	453	858	882
Liguria	588	413	694	461	665	895
E m i l i a Romagna	2961	1421	1614	1883	2102	2096
Toscana	2915	2461	2447	2402	2301	2395
Umbria	490	582	778	753	720	679

Marche	575	822	1114	847	1021	1065
Lazio	2817	2357	2304	2679	1658	1842
Abruzzo	663	648	675	780	715	628
Molise	185	381	437	428	312	298
Campania	1426	1631	1628	1724	1208	1513
Puglia	2465	1156	1228	1341	1053	1025
Basilicata	384	370	598	570	449	379
Calabria	179	915	886	991	570	585
Sicilia	564	1195	1174	1342	833	1018
Sardegna	194	478	726	676	658	707
Totale	24240	21903	24416	24616	22935	24072

#### **Numerosità campionaria 2017 per provincia toscana**

	Totale	%
Arezzo	310	13.3%
Firenze	593	25.5%
Grosseto	94	4.0%
Livorno	137	5.9%
Lucca	221	9.5%
Massa-Carrara	84	3.6%
Pisa	349	15.0%
Prato	177	7.6%
Pistoia	173	7.4%
Siena	189	8.1%

La componente *panel* è stata allocata tenendo conto di tre elementi: i) la disponibilità di imprese in ciascuno strato già intervistate nell'indagine precedente; ii) l'attendibilità di stime longitudinali su domini di studio pianificati; iii) il livello di mancata risposta atteso sulla componente *panel*. La capienza è stata ricavata dall'allocazione delle imprese rispondenti nell'anno t-1, rispetto alla medesima stratificazione utilizzata per l'indagine all'anno t. L'allocazione della componente *panel* è stata pianificata secondo i domini definiti dalle partizioni marginali delle variabili di stratificazione, con la particolarità che la regione e la classe dimensionale sono state trattate in

modo analogo a quanto fatto per l'allocazione del campione complessivo. Ciò ha permesso, anche per le stime longitudinali, di trattare separatamente le 4 classi dimensionali e le regioni di particolare interesse. Il tasso di risposta atteso è stato provvisoriamente fissato ad un livello di 0.9 per tutti gli strati e la capienza per ciascuno strato è stata modificata di conseguenza.

### Fase di stima

La fase di stima fa riferimento alla classe degli stimatori calibrati, che consentono, in presenza di determinate condizioni, di generare uno stimatore in grado di riprodurre una serie di totali noti nella popolazione di riferimento dell'indagine e, grazie all'impianto metodologico degli stimatori di regressione, permettono di recuperare parte della distorsione indotta sul campione dei rispondenti dalle tendenze non casuali delle mancate risposte totali.

La fase di stima ha previsto la costruzione di uno stimatore sezionale, riferito all'intera indagine condotta in ciascun anno, e uno longitudinale, riferito alla sola quota panel dell'indagine.

La procedura di costruzione dello stimatore calibrato sezionale ha utilizzato una serie di informazioni ausiliarie, ricavate dalla popolazione di riferimento dell'indagine, introdotti come sistema di vincoli che il campione è chiamato a riprodurre. In tal modo le stime prodotte dal campione con l'applicazione dello stimatore calibrato risultano coerenti rispetto ai vincoli imposti.

La fonte informativa per la messa a punto del sistema di vincoli è l'Archivio Statistico delle Imprese Attive (Asia) diffuso dall'Istat utilizzando il dato più aggiornato disponibile. I vincoli considerati nella procedura di costruzione dello stimatore comprendono i domini di stima pianificati a cui sono state aggiunte alcune partizioni più accurate delle variabili di stratificazione.

Il sistema di vincoli presenta la struttura riportata nella tabella seguente.

Regione	x	Settore di attività	
Regione	x	Dimensione	
Regione	x	Forma giuridica	
Regione	x	Classe di fatturato	
R i p a r t i z i o n e geografica			x Dimensione
	x	Settore di attività	

In base a tale sistema di vincoli lo stimatore consente al campione di riprodurre il totale delle imprese nella popolazione in ciascuna regione e, all'interno ciascuna regione, la composizione secondo il settore di attività economica, la classe dimensionale, definita in termini di addetti, e la forma giuridica. Inoltre lo stimatore riproduce la distribuzione congiunta delle imprese nella popolazione secondo la ripartizione geografica, il settore di attività e la classe dimensionale. Le partizioni delle variabili utilizzate, e le relative numerosità nel campione e nella popolazione, sono analoghe a quelle indicate in precedenza.

La procedura di calibrazione ha utilizzato un algoritmo iterativo appositamente messo a punto.

È stato inoltre costruito un ulteriore stimatore per la componente longitudinale del campione, in grado di riferire le stime prodotte dal campione alla popolazione compresente in ciascuna coppia di anni. Questa fase ha comportato un passo ulteriore, relativo alla definizione dei vincoli riferiti alla popolazione compresente. Non essendo sempre disponibile la popolazione delle imprese in attività in ciascuna coppia di anni, si è proceduto stimando le distribuzioni di tale popolazione in modo endogeno dalle stime prodotte dall'indagine precedente, opportunamente ponderate con lo stimatore sezionale generato nella fase di stima precedente. La popolazione longitudinale è stata pertanto definita come la popolazione cui è riferita l'intero campione dell'indagine al tempo  $t$ , eliminando le imprese costituite nell'intervallo  $t-1/t$  e le imprese costituite prima dell'anno  $t-1$  e cessate nello stesso periodo. Le nuove imprese nate sono state identificate dall'anno di costituzione rilevato dall'indagine, mentre le imprese cessate non sono ovviamente comprese nell'indagine. Dalla popolazione così definita sono state ricavate le stime dei totali, utilizzati come vincoli nella procedura di calibrazione, ottenendo lo stimatore calibrato longitudinale, secondo il medesimo schema utilizzato per lo stimatore sezionale. Le distribuzioni delle variabili utilizzate nella procedura di calibrazione riferite al campione e alla popolazione longitudinali sono analoghe a quelle riportate in precedenza.

## Appendice: procedura per l'allocazione del campione nei domini pianificati

Il procedimento seguito per allocare il campione nei domini di studio pianificati utilizza una tecnica specifica per le indagini multi-obiettivo, dove l'interesse si concentra oltre che sulla stima di un generico parametro riferito all'intera popolazione oggetto di studio, anche sul valore del medesimo parametro in specifiche sottopopolazioni, chiamate domini di studio. In genere, in assenza di ulteriori informazioni sulla popolazione di interesse, l'allocazione ottimale prevede un disegno proporzionale. Tuttavia l'allocazione proporzionale, pur massimizzando l'efficienza delle stime riferite all'intera popolazione, non assicura il controllo dell'accuratezza delle stime riferite ai singoli domini di studio. La tecnica utilizzata (Cochran, 1977) permette di predeterminare il livello di accuratezza, espresso in termini di varianza campionaria delle stime prodotte, nei domini di studio, controllando parallelamente l'attendibilità delle stime riferite all'intera popolazione.

Sia data una popolazione stratificata in  $H$  strati ( $h=1,2,\dots,H$ ) di numerosità  $N_h$ ; siano definiti  $D$  domini, ottenuti tramite una determinata aggregazione di strati, di numerosità  $N_d$ , ( $d=1,2,\dots,D$ ):

$$N_d = \sum_{h=1}^H N_h \cdot I_{h,d}$$

dove  $I_{h,d}$  indica se lo strato  $h$  contribuisce alla definizione del dominio  $d$ :

$$I_{h,d} = \begin{cases} 1 & \text{se } h \in d \\ 0 & \text{se } h \notin d \end{cases}$$

La varianza campionaria della stima di una frazione  $P$  della popolazione nel dominio  $d$  è data da:

$$V_d = \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot (N_h - n_h)}{(N_h - 1) \cdot n_h} \cdot \frac{N_h^2}{N_d^2} \cdot I_{h,d}$$

approssimando la quantità  $(N_h - 1) \cong N_h$  per popolazioni sufficientemente grandi, si ottiene:

$$V_d \cong \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot (N_h - n_h)}{N_h \cdot n_h} \cdot \frac{N_h^2}{N_d^2} \cdot I_{h,d}$$

La quantità  $V_d$  può essere scomposta in due addendi, uno dei quali dipende dalle quantità  $n_h$ , cioè dalla allocazione del campione negli strati, mentre l'altro è indipendente dall'allocazione del campione ed è funzione della partizione della popolazione nei domini:

$$V_d \cong \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot (N_h - n_h)}{N_h \cdot n_h} \cdot \frac{N_h^2}{N_d^2} \cdot I_{h,d} = \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot N_h^2}{N_d^2 \cdot n_h} \cdot I_{h,d} - \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot N_h}{N_d^2} \cdot I_{h,d}$$

Posto:

$$V_{d0} = - \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot N_h}{N_d^2} \cdot I_{h,d} ; \quad V_{d1} = \sum_{h=1}^H \frac{S_h^2 \cdot N_h^2}{N_d^2 \cdot n_h} \cdot I_{h,d} ; \quad V_{dh}^2 = \frac{S_h^2 \cdot N_h^2}{N_d^2} \cdot I_{h,d}$$

si ottiene:

$$V_d = V_{d0} + V_{d1} = V_{d0} + \sum_{h=1}^H \frac{V_{dh}^2}{n_h}$$

La scomposizione della varianza così ottenuta permette di controllare l'allocazione del campione negli strati  $h$  in modo da assicurare un livello predeterminato del valore della varianza  $V_d$  della stima riferita al dominio  $d$ .

Il problema si sostanzia quindi nel definire un'allocazione del campione, di numerosità non fissata, in grado di rispettare una serie di vincoli posti alla varianza delle stime per ciascun dominio di studio.

A tale scopo è utile il teorema di Kuhn-Tucker che risolve problemi di minimo vincolato nella programmazione non lineare.

Applicato al problema in questione il teorema di Kuhn-Tucker può essere formulato nel modo seguente (Bethel, 1989):

dato un vettore di vincoli  $V^*, \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_D^*\}$  (upper bound) delle varianze  $V_d$  esiste un vettore di moltiplicatori  $\lambda_D, \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_D\}$  tali che l'allocazione  $n_h = \sqrt{\sum_{d=1}^D \lambda_d \cdot V_{dh}^2}$  soddisfa i vincoli  $V_d \leq V_d^*, d = 1, 2, \dots, D$ .

La definizione dei moltiplicatori  $\lambda_d$  non è immediata e richiede un algoritmo iterativo dovuto a Chromy (1987) (illustrato in Centra Falorsi 2007) di seguito esposto.

Sia fissato un valore iniziale del vettore dei moltiplicatori  $\lambda_d$ , pari a 1 per ciascun dominio di studio:

$${}_0\lambda_d = 1 \quad \forall d$$

sia definita l'allocazione del campione al passo  $k$  in funzione dei moltiplicatori  $\lambda_d$ :

$${}_k n_h = \sqrt{\sum_{d=1}^D {}_k \lambda_d \cdot V_{dh}^2}$$

siano definiti i valori dei moltiplicatori  $\lambda_d$  al generico passo  $k+1$  come funzione dei corrispondenti valori al passo precedente:

$${}_{k+1} \lambda_d = {}_k \lambda_d \cdot \left( \frac{\sum_{h=1}^H \frac{V_{dh}^2}{{}_k n_h}}{V_d^* - V_{d0}} \right)^2$$

Iterando la procedura l'intero vettore dei moltiplicatori converge verso un valore che soddisfa il vincolo imposto.

Il procedimento utilizzato ha prodotto l'allocazione del campione negli strati come definiti in precedenza. La procedura applicata impone una serie di vincoli espressi in termini di varianza massima ammessa su distribuzioni marginali rispetto alla distribuzione congiunta dei caratteri di stratificazione; i vincoli utilizzati nella procedura sono riportati nella tabella 3. La dimensione campionaria nei domini di studio risultante è riportata in tabella 4.

L'effetto del disegno, vale a dire la perdita in termini di accuratezza delle stime riferite all'intera popolazione dovuta al particolare piano di campionamento utilizzato, è pari a 2,52. Ciò significa che, a livello nazionale, la varianza della stima di una generica proporzione della popolazione prodotta dal disegno utilizzato è pari a circa due volte e mezzo la varianza del campione casuale semplice di pari numerosità. Il livello dell'effetto del disegno non è giudicato particolarmente alto e va messo in relazione con gli indubbi benefici dovuti alla possibilità di predeterminare i livelli di accuratezza delle stime nei domini di studio.

## Appendice: la diffusione provinciale

Il campionamento è stato effettuato utilizzando come domini di studio il settore produttivo (11 settori all'interno dell'industria in senso stretto e un settore di servizi alla produzione), la classe dimensionale (4 classi) e le regioni.

Non si ha quindi un campionamento completo a livello sub-regionale.

Ciononostante la grande numerosità del campione consente di avere risultati ragionevolmente rappresentativi in molti casi.

Di seguito si presenta una tabella con la diffusione dei fenomeni nelle province toscane.

### **Numerosità campionaria 2017 e diffusione imprese 4.0 per provincia toscana**

	Totale	% sul totale regionale	Numero imprese 4.0	% imprese 4.0
Arezzo	310	13,3%	32	10,3%
Firenze	593	25,5%	67	11,3%
Grosseto	94	4,0%	6	6,4%
Livorno	137	5,9%	10	7,3%
Lucca	221	9,5%	19	8,6%
Massa-Carrara	84	3,6%	4	4,8%
Pisa	349	15,0%	32	9,2%
Prato	177	7,6%	8	4,5%
Pistoia	173	7,4%	15	8,7%
Siena	189	8,1%	18	9,5%

## Riferimenti bibliografici

### *Cluster*

Arabie, P., & Hubert, L. (1994). Cluster analysis in marketing research. In R. P. Bagozzi (Ed.), *Advanced Methods of Marketing Research* (pp. 160-189). Oxford: Blackwell.

Greenacre, M., e Blasius, J. (2006). *Multiple correspondence analysis and related methods*. Chapman and Hall/CRC.

M.Greenacre, "Correspondence Analysis in Practice," Academic Press, London, 1993

Greenacre, M.J. (1994), "Multiple and Joint Correspondence Analysis," in Greenacre, M.J. and Blasius, J. (ed) *Correspondence Analysis in the Social Sciences*, London: Academic Press

Benzécri, J.P. (1979), Sur le Calcul des taux d'inertie dans l'analyse d'un questionnaire, Addendum et erratum á [BIN.MULT.]. *Cahiers de l'Analyse des Données* 4, 377–378.

Husson, F., Josse, J., Le, S., Mazet, J., 2010. *FactoMineR: multivariate exploratory data analysis and data mining with R*. R Package Version 1.15. URL: <http://factominer.free.fr>.

### *Campionamento*

M.Ballin, P.Falorsi, G.Scepi, P.Vicard, (2004), "New Tools for Planning Business Sampling Surveys", *Istat Servizio Studi Metodologici*, 2004.

Bethel J. (1989), "Sample Allocation in Multivariate Surveys", *Survey Methodology*, 15.

Cochran W.G. (1977), "Sampling Techniques", 3rd ed., Wiley, New York.

Centra M., Falorsi P.D., (2007), *Strategie di campionamento per il monitoraggio e la valutazione delle politiche*, ISFOL, Temi&Strumenti.