

Superando il guado

**Innovazione, esportazioni e strategie
delle imprese tra vincoli finanziari,
ambientali e di capitale umano**

a cura di

Stefania Patrizia Sonia Rossi

Il progetto editoriale del volume è finanziato con i fondi FRA 2018,
di cui Stefania P.S. Rossi è responsabile scientifica.

Impaginazione
Gabriella Clabot

© copyright Edizioni Università di Trieste, Trieste 2020

Proprietà letteraria riservata.
I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento totale e parziale di questa
pubblicazione, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm,
le fotocopie e altro) sono riservati per tutti i paesi.

ISBN 978-88-5511-161-4 (print)
ISBN 978-88-5511-162-1 (online)

EUT Edizioni Università di Trieste
via Weiss 21 - 34128 Trieste
<http://eut.units.it>
<https://www.facebook.com/EUTEdizioniUniversitaTrieste>

Superando il guado

Innovazione, esportazioni
e strategie delle imprese tra
vincoli finanziari, ambientali
e di capitale umano

a cura di

Stefania Patrizia Sonia Rossi

Indice

STEFANIA P. S. ROSSI

VII *Introduzione*

Parte prima

Innovazione, internazionalizzazione, assetti proprietari e risorse umane

STEFANIA P. S. ROSSI, TULLIO GREGORI

- 3 Internazionalizzazione e innovazione delle micro e piccole imprese in Europa

ACHILLE PUGGIONI, STEFANIA P. S. ROSSI

- 21 Imprese familiari e propensione all'export: analisi empirica e questioni aperte

TULLIO GREGORI, STEFANIA P. S. ROSSI

- 43 Innovazione, interdipendenze settoriali e commercio internazionale

SAVERIA CAPELLARI, LAURA CHIES, ELENA PODRECCA, STEFANIA P. S. ROSSI

- 63 Flessibilità esterna del lavoro e innovazione. Un'analisi empirica sulle imprese del Friuli Venezia Giulia

Parte seconda

Innovazione e scelte finanziarie, il ruolo dei sussidi pubblici e la qualità delle istituzioni

GRAZIELLA BONANNO, STEFANIA P. S. ROSSI

- 89 Spese in ricerca e sviluppo e canali di finanziamento delle PMI europee

LAURA CHIES, ELENA PODRECCA, STEFANIA P. S. ROSSI

- 105 L'uso di sussidi pubblici nelle PMI europee: quali determinanti?

GRAZIELLA BONANNO, NADIA FIORINO, STEFANIA P. S. ROSSI

- 123 Politiche di sostegno alle imprese e corruzione. Un'analisi empirica sulle PMI

Parte terza

Analisi settoriale: innovazione e trasporti

ROMEO DANIELIS

143 Scelte politiche e innovazione tecnologica per la decarbonizzazione dei trasporti

LUCIA ROTARIS, ALICE SIGURA, MARIANGELA SCORRANO

185 Carsharing in Italia: i servizi offerti e la domanda di servizi innovativi

MARCO GIAN SOLDATI

197 La mobilità attiva negli spostamenti verso le stazioni ferroviarie. Una scelta tra vecchie e nuove modalità di trasporto

223 Autori

Introduzione

STEFANIA P. S. ROSSI

Il volume raccoglie alcuni contributi del progetto di ricerca dal titolo “Innovazione, produttività, efficienza ed internazionalizzazione” finanziato dall’Università di Trieste (FRA 2018) per il biennio 2019/2020. Tali lavori – discussi e presentati sia in seminari presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche (DEAMS) dell’Università di Trieste, sia in conferenze internazionali – hanno l’obiettivo di esplorare la complessità del fenomeno dell’innovazione e i diversi aspetti relativi alle scelte strategiche delle imprese innovatrici.

La letteratura riconosce la criticità dell’innovazione, soprattutto per le piccole e medie imprese (PMI) che operano in contesti internazionali. Il cosiddetto *capitale intangibile* è un fattore cruciale per le imprese innovatrici poiché coinvolge sforzi in ricerca e sviluppo, capitale umano e fisico e capitale organizzativo.

Capire in che modo gli investimenti in capitale intangibile possano incrementare produttività e competitività per favorire e stimolare i processi di sviluppo economico è di interesse sia per i ricercatori, che per gli attori della politica industriale. La capacità di innovare risulta centrale anche nella politica europea che promuove soluzioni e progetti per la realizzazione di uno sviluppo sostenibile (programma *Horizon 2020* della Commissione Europea).

Partendo dai riferimenti teorici consolidati in letteratura, questo volume intende analizzare le interazioni tra sforzi innovativi, capacità di internazionalizzarsi, performance delle imprese e vincoli finanziari in contesti economico-istituzionali variegati. L'attenzione, infine, è rivolta all'analisi di un settore, quello dei trasporti, particolarmente interessato a processi innovativi grazie alle sfide poste dal contenimento delle emissioni fossili e dalla sostenibilità ambientale di lungo periodo.

Il volume è pertanto articolato in tre parti.

La prima intende innanzitutto esplorare la complessa relazione tra innovazione e internazionalizzazione delle PMI. La letteratura concorda nel riconoscere la centralità di tale nesso, sebbene ci siano aspetti inesplorati che attengono alla causalità della relazione in oggetto e alle scelte strategiche delle imprese. Il volume analizza alcuni di questi aspetti soffermandosi anche sulla tipologia proprietaria, che può esercitare un ruolo rilevante sulla capacità innovativa delle imprese – sia attraverso le scelte finanziarie sia attraverso le decisioni legate all'internalizzazione – con un focus sulle imprese familiari. Un altro aspetto su cui si intende indagare in questa prima parte è il nesso tra processi di innovazione e flessibilità esterna del lavoro. La durata del rapporto contrattuale può avere, infatti, un impatto significativo sulla probabilità di adottare strategie di innovazione produttiva da parte delle imprese favorendone anche l'espansione internazionale.

La seconda parte di questo volume analizza le modalità secondo cui le scelte finanziarie delle imprese condizionano la loro capacità innovativa. Sono soprattutto le PMI ad incorrere in fenomeni di razionamento del credito che limitano sia il finanziamento degli sforzi innovativi, sia i processi di sviluppo economico. A tal fine l'intervento pubblico a sostegno dell'innovazione è giustificato non solo dalla natura incerta, rischiosa e non rivale dei prodotti dell'attività innovativa – che ne rendono più difficile l'utilizzo a garanzia del prestito – ma anche dall'esistenza di imperfezioni sul mercato dei capitali e dalle asimmetrie informative tra l'impresa e il finanziatore che possono limitare l'accesso al credito di imprese e settori con alto potenziale di crescita. Una prospettiva complementare alle politiche di sostegno alle imprese guarda al ruolo che la percezione di una cattiva qualità dell'ambiente istituzionale può avere sulla decisione da parte delle imprese di chiedere e utilizzare sussidi pubblici. Un ambiente corrotto crea infatti incertezza nei comportamenti economici e genera effetti distorsivi sull'allocazione della spesa pubblica e in particolare dei sussidi pubblici all'innovazione.

Infine, nella terza parte il volume offre alcuni spunti di riflessione rispetto ad un settore, quello dei trasporti, che ha subito un intenso processo innovativo ed è particolarmente interessato dalle sfide poste sia dagli accordi di Parigi

del 2015 – per il contenimento del riscaldamento globale, basato sulla riduzione delle emissioni di CO₂ – sia da fattori comportamentali che condizioneranno i cambiamenti nella domanda di trasporto in un prossimo futuro.

Le analisi empiriche condotte in alcuni saggi di questo volume (capitoli 1, 2, 5, 6 e 7) si basano sulle informazioni qualitative e quantitative provenienti dall'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE) della Banca Centrale Europea (BCE). A tal fine intendo ringraziare la BCE per aver autorizzato e reso disponibile l'uso dei dati SAFE.

Tutti i capitoli raccolti in questo volume sono stati sottoposti a referaggio interno. Ringrazio pertanto Romeo Danielis, Nadia Fiorino, Elena Podrecca, Achille Puggioni e Lucia Rotaris per aver letto e commentato i capitoli redatti da altri autori. Ovviamente la responsabilità per quanto scritto rimane interamente ed esclusivamente degli autori di ciascun saggio. Desidero ringraziare, inoltre, Nadia Fiorino e Achille Puggioni per i preziosi consigli e le numerose occasioni di dialogo. Ringrazio infine l'Università di Trieste per il supporto finanziario al progetto di ricerca (FRA 2018).

Parte prima

Innovazione, internazionalizzazione,
assetti proprietari e risorse umane

Internazionalizzazione e innovazione delle micro e piccole imprese in Europa

STEFANIA P. S. ROSSI, TULLIO GREGORI

ABSTRACT

Il presente lavoro analizza la complessa relazione tra innovazione ed internazionalizzazione per un vasto campione di micro e piccole imprese, appartenenti a 34 paesi europei che includono gli stati membri dell'Unione Europea (EU) e alcuni paesi non-EU. A questo scopo sono stati impiegati dati semestrali per il periodo 2014-2018 provenienti dall'indagine Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) della Banca Centrale Europea. SAFE contiene, oltre alle informazioni qualitative e quantitative a livello di singola impresa sull'accesso al credito, anche dati sulle esportazioni e sulla tipologia di innovazione introdotta. L'analisi econometrica svolta mostra che l'innovazione, soprattutto quella di prodotto, risulta cruciale sia per i margini estensivi delle esportazioni sia per quelli intensivi. Questo risultato, che tiene conto dell'eterogeneità delle imprese e dei paesi, è robusto rispetto alle diverse specificazioni proposte e anche corretto per l'endogeneità. L'evidenza empirica prodotta in questo lavoro, confermando i risultati ottenuti in letteratura sulle piccole e medie imprese, suggerisce che le politiche a supporto delle attività innovative, sono cruciali per migliorare la competitività internazionale delle imprese e per promuovere l'espansione verso i mercati esteri ed i processi di crescita delle imprese.

This chapter analyzes the link between innovation and internationalization for a large sample of micro and small firms, belonging to 34 European countries, including the EU members, and some non-EU countries. The analysis is based on the six-monthly data of the Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) of the European Central Bank. The survey offers not only qualitative and quantitative firm-level data on the access to finance, but also information on export, innovation and the types of innovation introduced by firms. The econometric analysis carried out in this work shows that innovation, especially product innovation, exerts a relevant impact on the extensive and intensive margins of export. This evidence takes into account the firm and country heterogeneity and turns to be robust to several specifications corrected for potential endogeneity issue. Our results are in line with the evidence provided in literature on the small and medium firms. They suggest that policy actions, that support innovation activities, are crucial for improving the international competitiveness of firms and for enhancing their expansion towards foreign markets and their economic developments.

KEYWORDS

Margini estensivi e intensivi dell'export; innovazione di prodotto, innovazione di processo, innovazione organizzativa; micro e piccole imprese europee
Extensive and intensive margin of export; product innovation, process innovation, organizational innovation; European micro and small firms

1. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO DELLA LETTERATURA

La letteratura economica si è diffusamente occupata delle determinanti dell'internazionalizzazione delle imprese, considerate un fattore rilevante anche nei processi di crescita (Grossman e Helpman, 1991, 1993; Aghion *et al.*, 2005; Acemoglu, 2009). Per spiegare gli elementi cruciali in grado di incrementare la propensione all'export delle imprese, si distinguono fattori interni ed esterni. I primi sono strettamente legati alle caratteristiche delle imprese quali la dimensione, la qualità della forza lavoro e della gestione manageriale, la varietà dei prodotti offerti, la competitività di prezzo, gli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S) (Crick, 2002). Tra i fattori esterni si annoverano la struttura dei mercati e dei settori produttivi, la facilità di creare e fare impresa e di risolvere le controversie, l'efficienza dei mercati del credito e la disponibilità di risorse esterne, la partecipazione a distretti industriali e cluster di imprese innovative, la presenza di accordi di collaborazione tra imprese (Love e Roper, 2015).

La liberalizzazione del commercio internazionale, esponendo le imprese ad una forte competizione, ha incrementato significativamente il livello di produttività media all'interno di ciascun settore industriale (Pavcnik, 2002). Alla luce dell'odierna globalizzazione, per spiegare i fattori che inducono le imprese ad esportare e a beneficiare dal commercio internazionale, un recente filone di letteratura definito "*New-New Trade Theory*" si è concentrato sull'eterogeneità delle imprese rispetto ai livelli di produttività all'interno di ciascun settore industriale (Melitz, 2003) e sui costi fissi legati all'ingresso nei mercati esteri (Helpman *et al.*, 2004; Costantini e Melitz, 2008; Melitz e Redding, 2014; Albornoz *et al.*, 2016). Questi contributi evidenziano un forte legame tra produttività e propensione all'export: solo le imprese più produttive sono in grado di fronteggiare la forte competizione dei mercati globalizzati (Melitz, 2003). Altri studi all'interno di questo nuovo filone di ricerca enfatizzano l'importanza della differenziazione di prodotto, la presenza di rendimenti di scala crescenti (Helpman e Krugman, 1985), la produttività e profittabilità delle imprese (Bernard e Jensen, 1999; Bernard e Bradford, 2004).

L'idea sottesa a questi modelli teorici è che le imprese possono sopportare le perdite nei mercati interni se le compensano con i flussi di esportazioni verso i mercati esteri. Per effetto di ciò le imprese sono indotte ad aumentare la produzione e la domanda di lavoro, con effetti anche sui livelli di salario reale. Il risultato di questo processo è che le imprese meno efficienti, gravate da forti perdite, saranno costrette ad interrompere le loro attività produttive e ad uscire dal mercato. La riallocazione delle quote di mercato delle imprese con bassa produttività, a favore di quelle con elevate produttività, porta pertanto ad un incremento medio della produttività dell'intero settore economico.

All'interno della letteratura che si occupa di internazionalizzazione delle imprese, un filone rilevante di ricerca si è focalizzato sulla relazione tra attività innovative e apertura verso i mercati esteri (Costantini e Melitz, 2008; Atkeson e Burstein, 2010; Impulliti e Licandro, 2018): le imprese in grado di introdurre forme di innovazione sono capaci di ottenere e mantenere un vantaggio competitivo nei mercati internazionali. Come noto l'innovazione gioca un ruolo cruciale nelle raccomandazioni di *policy* delle istituzioni europee che enfatizzano l'importanza delle spese in R&S per migliorare la competitività internazionale delle imprese, dei settori produttivi e dei paesi (European Commission, 2010). Queste azioni di *policy* variano da interventi a supporto delle attività di innovazione o spese in R&S, a misure che favoriscono i canali di finanziamento per gli investimenti in beni intangibili.

La letteratura che si è occupata della relazione tra attività innovative e propensione all'esportazione delle imprese registra un ampio consenso. In una rassegna dei lavori che usano dati per le piccole e medie imprese (PMI), Love e Roper (2015) documentano la presenza di un nesso tra l'attività di esportazione ed innovazione che si muove lungo entrambe le direzioni. Da un lato, un nutrito numero di studi documenta come siano le attività di innovazione a generare un effetto positivo sulle esportazioni (Wheeler *et al.*, 2008). Dall'altro, usando i modelli ispirati alla crescita endogena, si mostra che la causalità tra innovazione ed esportazione va nella direzione contraria (Grossman e Helpman, 1991). Infatti, fenomeni di endogeneità e inversione delle causalità possono affiorare in tale relazione. Le imprese esportatrici godendo di un più ampio mercato hanno maggiori capacità di introdurre qualche forma di innovazione (Wagner, 2007; Buddelmeyer *et al.*, 2009; Damijan *et al.*, 2010).

Da un punto di vista empirico molti lavori hanno esaminato la relazione tra innovazione ed export delle imprese. Alcuni hanno evidenziato gli effetti dell'innovazione sui margini estensivi ed intensivi delle esportazioni. Altri si sono concentrati sull'effetto che le diverse tipologie di innovazione producono sulla probabilità di esportare. Qui di seguito diamo conto di diversi contributi focalizzati su alcuni paesi europei. Usando micro dati di imprese britanniche per il periodo 1988-1992, Wakelin (1998) dimostra che il numero di innovazioni registrate a livello di settore produttivi e a livello di impresa influenzano i margini estensivi delle esportazioni (determinando un effetto positivo sulla probabilità di esportare) anche se non hanno molta influenza sull'intensità dell'export (margini intensivi). In questa direzione, usando micro dati di imprese britanniche e tedesche per il periodo 1991-1994, Roper e Love (2002) mostrano che l'attività innovativa influenza sia i margini estensivi che intensivi, anche se la dimensione di tali effetti è diversa quando si confrontano le imprese britanniche con quelle tedesche.

Differenziando per tipologia di innovazione di prodotto e processo, Caldera (2010), sulla base di dati di imprese manifatturiere spagnole, in riferimento agli anni 1990-2002, mostra come l'introduzione di innovazioni di prodotto e di processo influenzi positivamente i margini estensivi delle esportazioni, anche se l'effetto risulta essere maggiore nel caso di introduzione di innovazione di prodotto, rispetto a quella di processo. Rimanendo sulle PMI spagnole Cassiman *et al.* (2010) e Cassiman e Golovko (2011) evidenziano che, negli anni novanta dello scorso millennio, le imprese che hanno introdotto innovazione di prodotto mostrano una maggiore probabilità di entrare nei mercati esteri.

Un altro studio (Esteve-Pérez e Rodriguez, 2013), riferito alle imprese manifatturiere spagnole, documenta un risultato simile usando dati per il periodo 1990-2006. Gli autori mostrano che l'innovazione di prodotto ha un impatto maggiore rispetto all'innovazione di processo sulla probabilità di esportare nei mercati esteri. Tale risultato è confermato anche da Becker e Egger (2013) per un ampio campione di 1.212 imprese tedesche. Questi autori mostrano come l'innovazione di prodotto sia più rilevante rispetto a quella di processo nell'incrementare la probabilità di esportare. Dosi *et al.* (2015) confermano parzialmente questo risultato per le imprese italiane ed evidenziano come l'innovazione di prodotto e di processo siano determinanti nell'incrementare la probabilità di esportare.

Un risultato diverso è invece ottenuto da Damijan *et al.* (2010) che, usando micro dati di imprese slovene osservate nel periodo 1992-2002, mostrano come né l'innovazione di prodotto né quella di processo abbia un impatto positivo sulla probabilità che un'impresa diventi innovatrice. Il loro studio evidenzia come sia piuttosto lo status di esportatore ad influenzare positivamente la probabilità di diventare innovatore e di migliorare la produttività, sottolineando di fatto la presenza di problemi di endogeneità nella relazione tra innovazione, produttività ed esportazioni.

Infine, in un recente studio Di Cintio *et al.* (2017) – usando un campione di PMI manifatturiere italiane – mostrano che gli investimenti in R&S inducono a più alti livelli di esportazioni.

Sulla scorta di questa letteratura, focalizzata per lo più sulle PMI di un solo paese o di un gruppo ristretto di paesi (Golovko e Valentini, 2011; Paul *et al.*, 2017), questo lavoro si propone, invece, di esaminare la relazione tra attività di innovazione ed esportazioni, avendo come focus solo le micro e le piccole imprese appartenenti a 34 paesi europei. Riteniamo, infatti, soprattutto in questa fase di forte competizione e globalizzazione dei mercati, che il tema dell'internazionalizzazione delle imprese sia cruciale per il loro sviluppo e che meriti ulteriore attenzione soprattutto rispetto alle piccole unità produttive. Per queste imprese, infatti, le difficoltà legate alla capacità innovativa e alla disponibilità delle fonti di

finanziamento, in aggiunta alla presenza di barriere all'entrata nei mercati esteri, possono rappresentare condizioni ostative al loro sviluppo.

Il prosieguo del lavoro si sviluppa come segue. Nel paragrafo 2 si illustrano i dati, il modello e le variabili di interesse. Il paragrafo 3 presenta i risultati. Il paragrafo 4 conclude.

2. DATI E STRATEGIA ECONOMETRICA

2.1 *Dati e campione*

L'analisi condotta in questo studio si basa sui dati provenienti dall'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE)* della Banca centrale europea (BCE). Quest'indagine è amministrata dalla ECB, congiuntamente alla Commissione Europea, e parte dal 2009 con cadenza semestrale (*wave*). Il dataset è armonizzato ed omogeneo e comprende imprese appartenenti ai paesi Europei – sia quelli aderenti all'Unione Europea (EU) che quelli non-EU – e ad alcuni paesi extra-Europei.

Ciascuna *wave* di SAFE è indirizzata a un campione di imprese non finanziarie selezionato casualmente dal registro delle imprese Dun & Bradstreet. Sono intenzionalmente escluse dal campione le imprese appartenenti al settore agricolo, alla pubblica amministrazione e ai servizi finanziari. L'uso di specifici pesi garantisce la rappresentatività delle imprese a livello di paese, settore produttivo e dimensione.

SAFE fornisce informazioni qualitative e quantitative a livello di impresa con un focus particolare sull'accesso al credito e sulle difficoltà riscontrate nel finanziamento dalle PMI. Le informazioni spaziano dalle caratteristiche standard dell'impresa, ad alcuni indicatori finanziari, alle informazioni sull'accesso al credito, sui canali di finanziamento e all'utilizzo di tali fonti di finanziamento, fino alle aspettative di crescita dell'impresa, basate sulla percezione delle imprese intervistate. In particolare l'indagine SAFE è articolata in 4 sezioni, qui descritte come segue.

La Sezione 1 riporta le caratteristiche delle imprese, l'area di appartenenza, dimensione, età, settore produttivo, tipologia dell'assetto proprietario.

La Sezione 2 offre informazioni generali riguardanti la situazione dell'impresa, in relazione alle difficoltà nell'espandere le proprie attività, all'accesso ai canali di finanziamento esterni, alla disponibilità di personale qualificato, alla difficoltà rispetto agli adempimenti burocratici, alle variazioni nei principali indicatori di bilancio e profittabilità.

La Sezione 3 riguarda il finanziamento delle imprese. Questa è la sezione cruciale dell'indagine SAFE e raccoglie molteplici informazioni sulle fonti di finanziamento e sull'esperienza delle imprese nell'accesso al credito, sui costi diretti e indiretti legati al finanziamento.

La Sezione 4 fornisce informazioni sulla disponibilità del credito e le condizioni di mercato non solo correnti ma anche attese.

A partire dalla 11-esima *wave* SAFE offre anche informazioni sulle esportazioni delle imprese. Sulla scorta di questa informazione il nostro campione include le *wave* dalla 11-esima (aprile-settembre 2014) alla 18-esima (ottobre 2017-marzo 2018) e comprende le imprese appartenenti a 34 paesi presenti nel periodo di osservazione. Essi includono i 19 paesi appartenenti all'area euro (Austria, Belgio, Cipro, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Lettonia, Lussemburgo, Malta, Olanda, Portogallo, Slovacchia, Slovenia, Spagna), gli altri membri dell'Unione Europea (Bulgaria, Croazia, Danimarca, Polonia, Repubblica Ceca, Regno Unito, Romania, Svezia, Ungheria), infine alcuni altri paesi non EU (Albania, Islanda, Macedonia, Montenegro, Repubblica di Serbia, Turchia). L'inclusione di una gamma così ampia di paesi ci consente di catturare l'ampia eterogeneità di tipo macroeconomico e istituzionale che caratterizza i nostri dati. Il nostro campione più ampio è costituito da oltre 53.000 osservazioni a livello di impresa osservate su otto *wave*.

2.2 *Modello e variabili*

Al fine di esaminare la relazione tra innovazione ed export delle imprese, in questo lavoro proponiamo due modelli che ci consentono di misurare l'effetto che l'innovazione, e le diverse tipologie di innovazione – distintamente l'innovazione di prodotto e processo – producono sul margine estensivo ed intensivo delle esportazioni.

Per studiare il margine estensivo delle esportazioni, usiamo il seguente modello probabilistico che misura la probabilità che un'impresa *i-esima* esporti:

$$\Pr(Export_{it}) = F(Innovazione_{it-1}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Settore_{it}, Paese_{it}, Semestre_{it}) \quad [1]$$

dove *Export* è una variabile binaria con valore 1 se l'impresa dichiara di esportare e zero altrimenti.

Proponiamo invece la seguente specificazione per analizzare il margine intensivo delle esportazioni:

$$\begin{aligned}
 \text{Marg_intensivo_export}_{it} &= \\
 &= F(\text{Innovazione}_{it-1}, \text{Et\`a}_{it}, \text{Dimensione}_{it}, \text{Settore}_{it}, \text{Paese}_{it}, \text{Semestre}_{it}) \quad [2]
 \end{aligned}$$

dove *Marg_intensivo_export* misura la percentuale delle esportazioni sul totale del fatturato, ed è una variabile continua che varia tra zero e cento.

Nelle specificazioni [1] e [2] *i* indica l'impresa, *j* il paese e *t* il tempo misurato con i semestri delle *wave*.

Innovazione è la variabile cruciale nei nostri modelli ed assume valore pari ad uno se l'impresa dichiara di aver introdotto una qualche forma di innovazione (sia essa di prodotto, processo, organizzativa) e valore pari a zero altrimenti.¹ SAFE ci consente di tener conto anche delle diverse tipologie di innovazione. A tal fine nello stimare i modelli [1] e [2] usiamo alternativamente e in aggiunta alla variabile *Innovazione*, le seguenti variabili binarie: 1) *Inno_prod*, una dummy uguale a uno se l'impresa *i-esima* ha dichiarato di aver introdotto un'innovazione di prodotto e zero altrimenti; 2) *Inno_process*, una dummy uguale a uno se l'impresa ha introdotto un'innovazione di processo e zero altrimenti.

Come evidenziato dalla letteratura (Wagner, 2007; Buddelmeyer *et al.*, 2009; Damijan *et al.*, 2010) nello studio della relazione tra esportazioni e innovazione possono emergere fenomeni di endogeneità e di inversione del nesso di causalità. Infatti, le imprese che già esportano potrebbero avere un incentivo ad innovare. Per tenere conto di questo problema nei modelli [1] e [2] facciamo uso delle variabili ritardate relative alle diverse misure dell'innovazione (*Innovazione*, *Inno_prod*, *Inno_process*).

L'eterogeneità delle imprese è riflessa nei vettori relativi a *Et\`a*, *Dimensione* e *Settore*.

Et\`a è un vettore composto di tre set di variabili binarie: <2 *anni* assume valore 1 se l'impresa ha meno di due anni di vita e zero altrimenti; 2-4 *anni* è uguale ad 1 se l'impresa ha tra i 2 e i 4 anni e zero altrimenti; 5-9 *anni* assume valore 1 se l'impresa ha tra 5 e 9 anni e zero altrimenti. 10+ *anni* è uguale ad 1 se l'impresa ha 10 o più anni, e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni [1] e [2] 10+ *anni* è la variabile omessa.

¹ Le informazioni su questa variabile (Q1 nella *survey*) sono a *wave* alterne in riferimento ai 12 mesi precedenti. La variabile *Innovazione* relativa alla *wave* semestrale nella quale l'informazione non risulta disponibile è ottenuta imputando il dato relativo al semestre successivo, considerato l'arco temporale di riferimento della domanda.

Dimensione è un vettore che denota la grandezza delle imprese per numero di occupati: nel nostro campione per scelta ci sono solo le imprese micro e piccole, pertanto le medie e le grandi sono escluse dalla nostra analisi. *Micro* è una dummy uguale ad 1 se l'impresa ha meno di 9 dipendenti e zero altrimenti. *Piccola* è una dummy che assume valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti, e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni *Piccola* è la variabile omessa.

Settore è un vettore che indica il settore in cui le imprese operano. L'attività economica delle imprese contenute in SAFE sono codificate al livello di una cifra della classificazione NACE: *Industria* (comprende le attività manifatturiere, minerarie e le forniture di elettricità, gas e acqua), *Costruzioni*, *Commercio* e *Servizi*. Nelle nostre specificazioni la variabile omessa è la dummy relativa al settore dei servizi.

Paesi è il vettore che comprende le 34 dummy paese e cattura l'eterogeneità tra paesi.

Semestre tiene conto del tempo, misurato dalle *wave* semestrali di SAFE che nel nostro caso sono otto e partono dalla 11-esima (aprile 2014) alla 18-esima (marzo 2018).

Le statistiche descrittive e la matrice di correlazione tra variabili sono riportate nell'Appendice a questo lavoro, nelle tabelle A1 e A2.

3. RISULTATI

3.1 *Margine estensivo delle esportazioni: la probabilità di esportare*

Il modello [1] è stato stimato usando un modello panel probit, che ci consente di calcolare la probabilità di esportare. Le differenti specificazioni del modello [1] sono riportate nelle sei colonne della tabella 1. Esse differiscono per l'uso delle diverse variabili di innovazione utilizzate nella stima (*Innovazione*, *Inno_prod* e *Inno_process*) ritardate di un periodo ($t-1$) nelle colonne (1-3) e stimate al tempo t nelle colonne (4-6). Queste ultime tre colonne, sono tabulate solo per mostrare la stabilità dei coefficienti nelle specificazioni con e senza ritardi.

Nella tabella 1 sono riportati gli effetti marginali. Gli errori standard sono robusti all'eteroschedasticità. Tutti i modelli sono stati stimati includendo le dummy paese e le dummy tempo (*wave*), che per brevità non sono incluse nella tabella.

TABELLA 1 – Probabilità di esportare – Stime panel probit–effetti marginali

VARIABILI	Margini estensivi di export			Margini estensivi di export			
	1	2	3	4	5	6	
<i>Innovazione (t-1)</i>	0,0614*** (0,0072)			<i>Innovazione</i> 0,0768*** (0,0043)			
<i>Inn_prod (t-1)</i>		0,0915*** (0,0100)		<i>Inn_prod</i>	0,0893*** (0,0046)		
<i>Inn_process (t-1)</i>			0,0557*** (0,0107)	<i>Inn_process</i>		0,0637*** (0,0052)	
Industria	0,2181*** (0,0138)	0,2686*** (0,0178)	0,2649*** (0,0166)		0,1812*** (0,0068)	0,1902*** (0,0070)	0,1939*** (0,0071)
Costruzioni	-0,1373*** (0,0157)	-0,1567*** (0,0180)	-0,1632*** (0,0187)		-0,1152*** (0,0081)	-0,1263*** (0,0084)	-0,1300*** (0,0086)
Commercio	0,0489*** (0,0107)	0,0556*** (0,0130)	0,0632*** (0,0132)		0,0345*** (0,0056)	0,0354*** (0,0059)	0,0444*** (0,0061)
5-9 anni	-0,0024 (0,0125)	0,0062 (0,0162)	0,0059 (0,0167)		0,0192*** (0,0060)	0,0212*** (0,0063)	0,0234*** (0,0065)
2-4 anni	-0,0239 (0,0189)	-0,0376 (0,0264)	-0,0346 (0,0261)		-0,0058 (0,0091)	-0,0023 (0,0095)	-0,0022 (0,0098)
<2 anni	-0,0564* (0,0339)	-0,0286 (0,0533)	-0,0440 (0,0569)		-0,0999*** (0,0174)	-0,1014*** (0,0190)	-0,1127*** (0,0195)
Micro	-0,1147*** (0,0090)	-0,1370*** (0,0110)	-0,1400*** (0,0110)		-0,1151*** (0,0047)	-0,1205*** (0,0050)	-0,1206*** (0,0051)
Paesi	SI	SI	SI		SI	SI	SI
Semestre	SI	SI	SI		SI	SI	SI
Osservazioni	18.556	9.284	8.847		53.681	43.712	40.994

Gli errori standard sono riportati in parentesi. Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

L'analisi econometrica evidenzia che gli effetti marginali delle varie misure dell'innovazione sono tutti positivi e fortemente significativi sia quando le variabili sono ritardate di un periodo sia quando esse sono stimate al tempo t . In particolare i risultati ci suggeriscono che aver introdotto una qualsiasi forma di innovazione al tempo $t-1$, incrementa del 6 per cento la probabilità di esportare

al tempo t . Questo risultato, largamente in linea con i risultati prodotti in letteratura, conferma il ruolo cruciale dell'innovazione nei processi di internazionalizzazione delle imprese (Di Cintio *et al.*, 2017). L'ampiezza degli effetti marginali documenta, inoltre, che l'innovazione di prodotto produce un impatto maggiore sulla probabilità di esportare rispetto a quella di processo. Infatti, le micro e piccole imprese che hanno introdotto un'innovazione di prodotto sembrano avere una maggior probabilità di esportare, pari al 9 per cento, rispetto a quelle che hanno introdotto un'innovazione di processo, che invece presentano un incremento del 5 per cento nella probabilità di esportare. Questo risultato, stabile sulle diverse specificazioni, risulta coerente con l'evidenza fornita da studi precedenti (Cassiman *et al.*, 2010; Cassiman e Golovko, 2011; Becker e Egger, 2013; Esteve-Pérez e Rodriguez, 2013).

L'analisi delle variabili di controllo a livello di impresa evidenzia dei risultati interessanti che risultano in linea con i segni attesi.

Innanzitutto il segno negativo della dummy *Micro*, rispetto alla dummy omessa *Piccola*, evidenzia che le micro imprese hanno una minore probabilità di esportare rispetto alle piccole, che varia da -11 a -14 per cento. Tale risultato è robusto rispetto alle diverse specificazioni del modello [1] sia quando le variabili di innovazioni sono stimate al tempo $t-1$ che al tempo t .

Rispetto al settore di appartenenza, gli effetti marginali evidenziano che le imprese operanti nell'industria e nel commercio hanno una maggiore probabilità (che varia dal 20 al 26 per cento per l'industria, e dal 5 al 6 per cento per il commercio) di esportare rispetto a quelle che operano nei servizi (variabile omessa); al contrario quelle appartenenti al settore delle costruzioni mostrano una minore probabilità di accedere ai mercati esteri, che varia nelle diverse specificazioni dal -13 al -16 per cento.

Come atteso, l'analisi mostra che l'età delle imprese gioca un ruolo nella capacità di esportare, infatti rispetto alle imprese con 10 o più anni di attività (variabile omessa), quelle giovani con meno esperienza mostrano una minore probabilità di esportare pari a -5 per cento.

3.2 *Margine intensivo delle esportazioni*

La tabella 2 presenta i risultati delle diverse specificazioni del modello [2], ottenuti dalla stima panel mediante OLS. Le prime tre colonne della tabella 2 riportano i valori dei coefficienti ritardati di un periodo ($t-1$) dei diversi indicatori di innovazione. Le colonne 4-6 mostrano i coefficienti delle diverse specificazioni al tempo t .

TABELLA 2 – Intensità dell’esportazione – Stime panel OLS

	1	2	3		4	5	6
<i>Innovazione (t-1)</i>	1,2273***			<i>Innovazione</i>	1,4571***		
	(0,2662)				(0,2062)		
<i>Inn_prod (t-1)</i>		2,3545***		<i>Inn_prod</i>		2,2497***	
		(0,4643)				(0,2407)	
<i>Inn_process (t-1)</i>			1,3987***	<i>Inn_process</i>			1,8404***
			(0,4992)				(0,2726)
Industria	5,8280***	8,2496***	8,2076***		5,4024***	6,2847***	6,3651***
	(0,6874)	(0,8505)	(0,8657)		(0,3915)	(0,4243)	(0,4318)
Costruzioni	-3,8121***	-4,6289***	-4,8234***		-4,3088***	-5,4485***	-5,4238***
	(0,6061)	(0,6409)	(0,6492)		(0,3502)	(0,3597)	(0,3685)
Commercio	-1,0824*	-1,1280*	-0,8384		-2,3332***	-2,8037***	-2,4805***
	(0,6159)	(0,6746)	(0,7011)		(0,3148)	(0,3308)	(0,3390)
5-9 anni	1,1981**	1,9811***	1,7665**		1,9684***	2,1733***	2,1485***
	(0,5330)	(0,7323)	(0,7573)		(0,3520)	(0,3751)	(0,3922)
2-4 anni	1,6656*	1,1103	0,8733		1,9783***	2,3765***	2,1906***
	(0,8690)	(1,2952)	(1,3187)		(0,5192)	(0,5534)	(0,5596)
<2 anni	-0,2036	-0,1863	-1,1699		-0,2835	-0,3648	-1,3382
	(0,8784)	(1,4411)	(1,3257)		(0,8975)	(0,9859)	(0,9344)
Micro	-3,1085***	-4,0665***	-4,0867***		-4,0982***	-4,2177***	-4,2638***
	(0,3973)	(0,6252)	(0,6504)		(0,2685)	(0,2849)	(0,2946)
Paesi	SI	SI	SI		SI	SI	SI
Semestre	SI	SI	SI		SI	SI	SI
Costante	14,6490***	14,0136***	15,6321***		11,5142***	11,6135***	12,0217***
	(1,5345)	(1,6987)	(1,8789)		(0,5843)	(0,5892)	(0,6165)
Osservazioni	17.786	8.921	8.504		50.360	40.840	38.379

Gli errori standard sono riportati in parentesi. Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

I risultati, coerenti e robusti sulle diverse specificazioni, rivelano che l’aver introdotto una qualsiasi forma di innovazione, o l’aver introdotto una innovazione di prodotto o processo produce un effetto positivo sul margine intensivo delle esportazioni. In altri termini, questo significa che l’innovazione ha effetti positivi

sull'incremento delle quote di fatturato esportato nei mercati esteri dalle micro e piccole imprese.

Come atteso, l'appartenenza al settore *Industria* è positivamente correlato con i margini intensivi di esportazione, al contrario delle imprese operanti nel settore delle costruzioni e nel commercio

La dimensione delle imprese ha un effetto sul margine intensivo delle esportazioni. Il coefficiente della dummy *Micro* è fortemente significativo con segno negativo, indicando che rispetto alle imprese piccole, quelle con meno di 10 dipendenti mostrano maggiori difficoltà rispetto all'incremento delle proprie quote di esportazione sul fatturato.

In riferimento all'età delle imprese la nostra analisi evidenzia che le imprese appartenenti alle classi *5-9 anni* e *2-4 anni* mostrano, rispetto a quelle ben consolidate nel mercato, *10+ anni* (categoria di riferimento omessa), una maggiore dinamicità nella capacità di estendere le proprie quote di mercato verso l'estero, a differenza di quelle giovani (*<2 anni*) il cui coefficiente risulta non significativo.

4. CONCLUSIONI

La vasta letteratura teorica ed empirica ha mostrato che l'innovazione risulta cruciale nell'incrementare la probabilità di internazionalizzazione delle imprese. In questo lavoro, utilizzando i dati provenienti dall'indagine SAFE della ECB, per un ampio campione di micro e piccole imprese appartenenti a paesi EU e non EU, proponiamo due modelli per studiare l'impatto che l'innovazione e le sue diverse tipologie hanno sulla probabilità di esportare (margine estensivo) e sull'incremento dei margini intensivi dell'esportazioni. Le specificazioni proposte controllano per l'eterogeneità delle imprese, dei paesi e del tempo e tengono conto di eventuali problemi di endogeneità attraverso l'uso di variabili ritardate. I risultati delle stime panel probit e panel OLS confermano che l'aver introdotto una qualsiasi tipologia di innovazione nel periodo *t-1* fa aumentare del 6 per cento la probabilità di esportare oggi. Tale probabilità è uguale al 9 per cento se l'innovazione introdotta è un'innovazione di prodotto, ed è pari al 5 per cento se trattasi di innovazione di processo. L'analisi econometrica svolta evidenzia anche che i settori più esposti all'internazionalizzazione sono quelli dell'industria e del commercio: le imprese appartenenti a tali settori fronteggiano una probabilità di esportare superiore al 20 per cento per l'industria e del 4 per cento per il commercio, rispetto al settore dei servizi. Infine i risultati suggeriscono che le micro imprese, rispetto alle piccole, mostrano una minore probabilità di esportare. Tali micro imprese fronteggiano spesso difficoltà e frizioni nel finanziamento dell'innovazione (per le note incertezze e rischiosità di tali investimenti) generando

situazioni sub-ottimali. Quest'ultimo risultato suggerisce come la promozione di politiche a sostegno delle attività di innovazione e di ricerca e sviluppo sono un obiettivo importante per stimolare la crescita delle piccole imprese. Le politiche europee di sostegno all'innovazione rappresentano, infatti, uno dei pilastri dei programmi europei che promuovono il finanziamento delle imprese innovative (Horizon 2020).

La nostra analisi mostra come la capacità di esportare sia legata essenzialmente all'eterogeneità delle imprese, al netto dell'effetto paese. L'indagine, tuttavia, non ci consente di tener conto – per mancanza di dati disaggregati a livello regionale o di macro area – dell'effetto che l'eterogeneità territoriale e le specificità regionali all'interno di ciascun paese potrebbero avere sui processi di internazionalizzazione e penetrazione dei mercati esteri. Il superamento di tali limitazioni pone le basi per ulteriori ricerche.

APPENDICE

Tabella A1 – Statistiche descrittive sulle variabili utilizzate

Variabili	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
Export	53.681	0,396	0,489	0	1
Marg_intensivo_export	50.360	12,734	26,151	0	100
Innovazione	53.681	0,569	0,495	0	1
Inn_prod	43.712	0,349	0,477	0	1
Inn_process	40.994	0,258	0,437	0	1
Industria	53.681	0,174	0,379	0	1
Costruzioni	53.681	0,122	0,327	0	1
Commercio	53.681	0,298	0,457	0	1
Servizi	53.681	0,406	0,491	0	1
10+ anni	53.681	0,769	0,422	0	1
5-9 anni	53.681	0,156	0,363	0	1
2-4 anni	53.681	0,061	0,239	0	1
<2 anni	53.681	0,014	0,117	0	1
Micro	53.681	0,56	0,496	0	1
Piccola	53.681	0,44	0,496	0	1

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

Tabella A2 – Matrice di Correlazione

	Export	Marg_int_exp	Innovazione	Inn_prod	Inn_process	Industria	Costruzioni	Commercio	Servizi	10+ anni	5-9 anni	4-2 anni	<2 anni	Micro	Piccola
Export	1														
Marg_int_exp	0,611***	1													
Innovazione	0,149***	0,0782***	1												
Inn_prod	0,160***	0,0930***	0,629***	1											
Inn_process	0,110***	0,0723***	0,517***	0,440***	1										
Industria	0,234***	0,179***	0,0844***	0,0876***	0,128***	1									
Costruzioni	-0,143***	-0,103***	-0,0924***	-0,103***	-0,0405***	-0,181***	1								
Commercio	-0,000732	-0,0745***	0,0252***	0,0388***	-0,0746***	-0,300***	-0,241***	1							
Servizi	-0,0865***	-0,00296	-0,0270***	-0,0348***	-0,00452	-0,390***	-0,314***	-0,521***	1						
10+ anni	0,0178***	-0,0277***	-0,0639***	-0,0552***	-0,0384***	0,0537***	0,00266	0,0198***	-0,0623***	1					
5-9 anni	0,00180	0,0308***	0,0375***	0,0375***	0,0224***	-0,0413***	0,000933	-0,0174***	0,0479***	-0,780***	1				
4-2 anni	-0,0173***	0,0111*	0,0395***	0,0357***	0,0209***	-0,0226***	-0,00301	-0,0106*	0,0296***	-0,465***	-0,115***	1			
<2 anni	-0,0331***	-0,0180***	0,0317***	0,00874	0,0252***	-0,0181***	-0,00614	0,00438	0,0144**	-0,219***	-0,0541***	-0,0322***	1		
Micro	-0,162***	-0,107***	-0,0736***	-0,0425***	-0,0629***	-0,182***	-0,0209***	0,0828***	0,0814***	-0,116***	0,0840***	0,0576***	0,0377***	1	
Piccola	0,162***	0,107***	0,0736***	0,0425***	0,0629***	0,182***	0,0209***	-0,0828***	-0,0814***	0,116***	-0,0840***	-0,0576***	-0,0377***	-1	1

Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

- Acemoglu, D. (2009) *Introduction to modern economic growth*. Princeton Univ. Press.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. (2005). Competition and innovation: An inverted-U relationship. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701-728.
- Aghion, P., Bergeaud, A., Lequien M., Melitz, M. (2018). The impact of exports on innovation: Theory and evidence. Banque de France, Working paper No. 678, April 2018.
- Albornoz, F., Fanelli, S., Hallak, J. C. (2016). Survival in export markets. *Journal of International Economics*, 102, 262-281.
- Atkeson, A., Burstein, A. (2010). Innovation, Firm Dynamics, and International Trade. *Journal of Political Economy*, 118(3), 433-484.
- Becker, S. O., Egger, P. H. (2013). Endogenous product versus process innovation and a firm's propensity to export. *Empirical Economics*, 44(1), 329-354.
- Bernard, A. B., Bradford, J. J. (2004) Why some firms exports. *The Review of Economics and Statistics*, 86(2), 561-569.
- Bernard, A. B., Jensen, J. B. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect, or both?. *Journal of International Economics*, 47(1), 1-25.
- Buddelmeyer, H., Jensen, P. H., Webster, E. (2009). Innovation and the determinants of company survival. *Oxford Economic Papers*, 62(2), 261-285.
- Caldera, A. (2010). Innovation and exporting: evidence from Spanish manufacturing firms. *Review of World Economics*, 146(4), 657-689.
- Cassiman, B., Golovko, E. (2011). Innovation and internationalization through exports. *Journal of International Business Studies*, 42(1), 56-75.
- Cassiman, B., Golovko, E., Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4), 372-376.
- Costantini, J., Melitz, M. (2008). The dynamics of firm-level adjustment to trade liberalization. *The organization of firms in a global economy*, 4, 107-141.
- Crick, D. (2002). The decision to discontinue exporting: SMEs in two UK trade sectors. *Journal of Small Business Management*, 40(1), 66.
- Damijan, J. P., Kostevc, Č., Polanec, S. (2010). From innovation to exporting or vice versa? *The World Economy*, 33(3), 374-398.
- Di Cintio, M., Ghosh, S., Grassi, E. (2017). Firm growth, R&D expenditures and exports: An empirical analysis of Italian SMEs. *Research Policy*, 46(4), 836-852.
- Dosi, G., Grazzi, M., Moschella, D. (2015). Technology and costs in international competitiveness: from countries and sectors to firms. *Research Policy*, 44(10), 1795-1814.
- Esteve-Pérez, S., Rodríguez, D. (2013). The dynamics of exports and R&D in SMEs. *Small Business Economics*, 41(1), 219-240.
- European Commission (2010). *Internationalisation of European SMEs*, Final Report, Brussels.
- Golovko, E., Valentini, G. (2011) Exploring the complementarity

- between innovation and export for SMEs growth. *Journal of International Business Studies*, 42(3), 362-380.
- Grossman, G. M., Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(2-3), 517-526.
- Helpman, E., Krugman, P. (1985) *Market structure and foreign trade: increasing returns, imperfect competition, and the international economy*. The MIT Press.
- Helpman, E., Melitz, M. J., Yeaple, S. R. (2004). Export versus FDI with heterogeneous firms. *American Economic Review*, 94(1), 300-316.
- Horizon 2020. Il programma quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione. Commissione Europea. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_IT_KI0213413ITN.pdf
- Impulliti, G., Licandro, O. (2018). Trade, firm selection, and innovation: the competition channel. *The Economic Journal*, 128(608), 189-229.
- Love, J. H., Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal*, 33(1), 28-48.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
- Melitz, M., Redding, S. (2014). Heterogeneous Firms and Trade. In Gopinath, G., Helpman, E., Rogoff, K. (eds.), *Handbook of International Economics*, vol. 4. Amsterdam: Elsevier Press, 1-54.
- Paul, J., Parthasarathy, S., Gupta, P. (2017). Exporting challenges of SMEs: A review and future research agenda. *Journal of World Business*, 52(3), 327-342.
- Pavcnik, N. (2002). Trade liberalization, exit, and productivity improvements: Evidence from Chilean plants. *The Review of Economic Studies*, 69(1), 245-276.
- Roper, S., Love, J. H. (2002). Innovation and export performance: evidence from the UK and German manufacturing plants. *Research Policy*, 31(7), 1087-1102.
- Wagner, J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*, 30(1), 60-82.
- Wakelin, K. (1998). Innovation and export behaviour at the firm level. *Research Policy*, 26(7-8), 829-841.
- Wheeler, C., Ibeh, K., Dimitratos, P. (2008). UK export performance research: Review and implications. *International Small Business Journal*, 26(2), 207-239.

Imprese familiari e propensione all'export: analisi empirica e questioni aperte

ACHILLE PUGGIONI, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Le imprese familiari sono state a lungo oggetto di attenzione sia della letteratura economica che di quella aziendale. Ciò è motivato dal fatto che esse sono centrali nella struttura produttiva europea ed italiana. Poiché l'internazionalizzazione è considerata cruciale ai fini dello sviluppo delle imprese, uno dei punti centrali del dibattito in corso ruota intorno alla capacità di penetrazione dei mercati esteri delle imprese familiari rispetto alle altre forme proprietarie. Sul punto la letteratura non è concorde: da un lato ha evidenziato la maggiore propensione all'export delle imprese familiari, dall'altro la maggiore riluttanza di tali imprese verso strategie di internazionalizzazione. Partendo da questi contributi, il nostro lavoro intende fornire ulteriore evidenza empirica utilizzando un ampio campione di piccole e medie imprese (PMI) appartenenti ad undici paesi dell'Unione Europea. Lo studio si basa sui dati provenienti dall'indagine SAFE della Banca centrale europea. Utilizzando stime panel probit, i risultati mostrano – tenendo conto dell'eterogeneità delle imprese – che nel nostro campione quelle familiari hanno una minore probabilità di esportare rispetto alle altre tipologie. Il nostro studio fornisce, inoltre, alcuni spunti di riflessione sui punti ancora aperti nel dibattito in corso.

Family firms have been long studied in both economic and entrepreneurship literature. This is due to their pivotal role in the Italian and European economic systems. Internationalization is considered a key process in the development of firms, and one of the main issues in the literature is about the differential attitude of family firms – compared to other kinds of small medium enterprises (SMEs) – entering foreign markets. On this point the literature is not unanimous: on one side, it highlights the greater propensity for exports of family firms, and on the other, the greater reluctance of these companies towards internationalization strategies. Starting from these contributions, our work aims at providing further empirical evidence using a large sample of SMEs belonging to 11 countries of the European Union. Our chapter is based on panel data from the SAFE survey of the European Central Bank. Using probit estimates, we show that – taking into account the heterogeneity of the companies – family firms have a lower probability of exporting than other types of SMEs. Our study also provides some food for thought on the issues still controversial in the economic literature.

KEYWORDS

Imprese familiari; esportazioni; PMI europee
Family firms; export; European SMEs

1. INTRODUZIONE, FATTI STILIZZATI E CENNI DI LETTERATURA

Da molti anni sia la letteratura economica sia quella aziendale hanno dedicato particolare attenzione alle imprese familiari. Ciò è motivato dalla centralità di tale tipologia proprietaria nella struttura produttiva italiana¹ ed europea (Patrizio Bianchi *et al.*, 2005; Brandolini e Bugamelli, 2009; Baltrunaite *et al.*, 2019). I dati della Commissione Europea (CE) evidenziano come circa il 60 per cento delle imprese europee sia costituito da imprese familiari.² Sebbene tale categoria di imprese racchiuda una complessa tipologia di assetti proprietari e di *governance*, l'attenzione dei *policy maker* si è focalizzata soprattutto sulle Piccole e Medie Imprese (PMI), al fine di promuovere politiche di sostegno che possano stimolare la creazione di un ambiente produttivo favorevole a consentire loro sviluppo e prospettive di crescita. L'analisi del fenomeno è resa più difficile dal fatto che la categoria di "impresa familiare" è molto ampia e comprende fenomenologie molto differenziate, dalla minuscola impresa individuale alla grande multinazionale, a volte da secoli di proprietà familiare: l'eterogeneità rende il fenomeno di difficile misurazione statistica e di controversa interpretazione economica. La CE "considera le piccole e medie imprese e l'imprenditorialità come una chiave per assicurare crescita economica, innovazione, creazione di lavoro e integrazione sociale all'interno dell'Unione Europea". La definizione di impresa familiare, adottata dalla CE è la seguente:³ "(1) un'impresa di ogni dimensione se la maggioranza dei diritti di prendere decisioni al suo interno sono attribuiti all'individuo o agli individui che hanno fondato l'impresa, o sono in possesso delle persone naturali che hanno acquisito la relativa quota di capitale, ai quali si aggiungono le quote possedute dalle loro spose, parenti, figli o dagli eredi diretti dei figli; (2) la maggioranza dei diritti di voto può essere sia diretta che indiretta; (3) almeno un componente della famiglia o un parente è formalmente coinvolto nel governo dell'impresa; (4) le società quotate sono considerate imprese familiari se la persona che ha fondato o acquisito il controllo dell'impresa o i loro discendenti possiedono al-

¹ In Italia la riflessione sulle imprese familiari si è sovrapposta in parte a quella sul "nanismo dimensionale" delle imprese italiane nel confronto con quelle europee e all'interno del filone di ricerca sui distretti industriali e la cosiddetta "Terza Italia". Gli autori che hanno originato i due filoni di ricerca sono stati rispettivamente Becattini (1987) e Fuà e Zacchia (1983). Una sintesi e un approfondimento quantitativo del fenomeno sono contenuti nel volume curato da Luigi Federico Signorini (2001).

² https://ec.europa.eu/growth/smes_it

³ Cfr. *Final Report of the Expert Group. Overview of Family-Business-Relevant Issues: Research, Networks, Policy Measures and existing Studies*, Novembre 2009, p. 4; la definizione di impresa familiare e il report sono disponibili al sito https://ec.europa.eu/growth/smes/promoting-entrepreneurship/we-work-for/family-business_en.

meno il 25 per cento del capitale”.⁴ Le problematiche e le implicazioni di *policy* relative alle imprese familiari in parte si sovrappongono a quelle dell’universo delle PMI, ma alcune sono ad esse specifiche. Tra questi problemi il gruppo di lavoro della CE ricorda i temi finanziari, connessi anche agli aspetti fiscali e successori, la necessità di accedere a fonti esterne di finanziamento evitando la perdita del controllo dell’impresa e il trattamento fiscale di favore nel caso dei profitti reinvestiti nell’azienda. Altri aspetti riguardano il “passaggio generazionale”, la difficoltà di attrarre e soprattutto mantenere all’interno dell’impresa i lavoratori più qualificati (Lee, 2006); ciò è esacerbato dalla frequente carenza di cultura imprenditoriale e manageriale nelle imprese familiari.

Secondo le statistiche di *European Family Businesses*⁵, l’incidenza delle imprese familiari sul totale è massima in Estonia e Spagna (rispettivamente 90 e 85 per cento), seguite in ordine di intensità da Grecia e Austria (entrambe 80 per cento). In Italia, Germania, Francia e Irlanda e Portogallo le imprese familiari contano per circa tre quarti del totale (cfr. Figura 1).

La letteratura, se da un lato è concorde nel riconoscere l’importanza delle imprese familiari nel tessuto socio-economico e produttivo, dall’altro ne ha messo in evidenza anche le principali debolezze. È consenso comune che gli elementi di maggiore vulnerabilità, ai quali abbiamo sopra fatto cenno, siano legati alle difficoltà di accesso alle fonti di finanziamento esterne, alla difficoltà di reclutare e di attrarre forza lavoro qualificata e, talvolta, alla mancanza di capacità manageriali e organizzative.

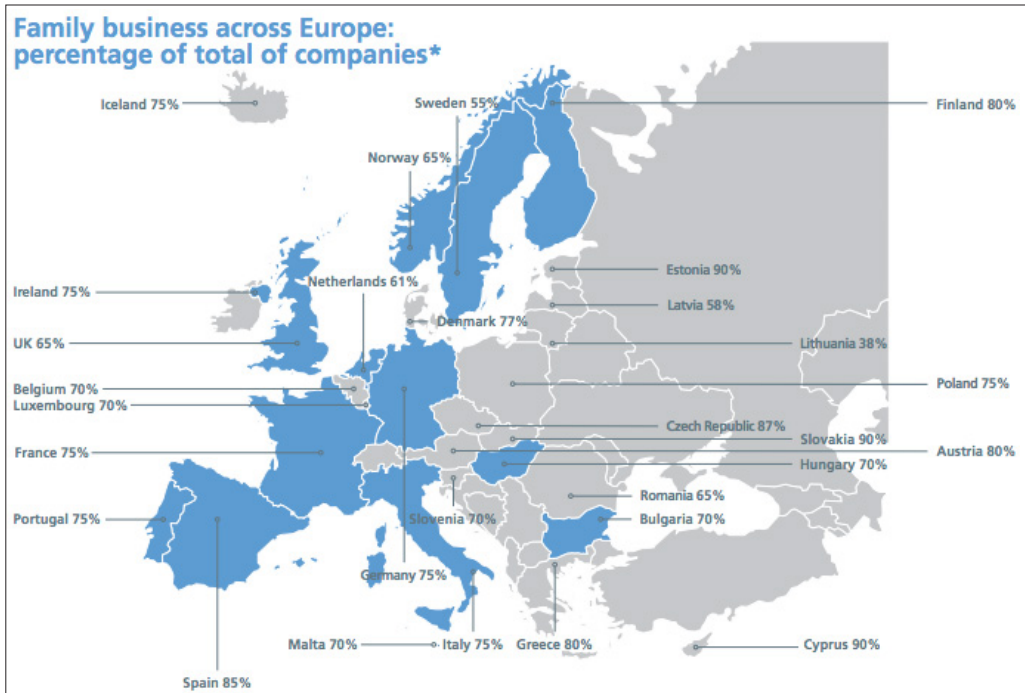
Sulla base di questi fatti stilizzati, l’obiettivo del capitolo è indagare il nesso tra assetto proprietario familiare e la forma più semplice di internazionalizzazione, le esportazioni. Su questo nesso la letteratura economica e quella aziendale concordano nel valutarla cruciale ai fini dello sviluppo delle imprese.

A tal riguardo una questione importante del dibattito ruota intorno alla maggiore o minore probabilità di penetrazione dei mercati esteri delle imprese familiari, rispetto agli altri assetti proprietari (Alessandri *et al.*, 2018; Arregle *et al.*, 2017), proponendo interpretazioni teoriche contrastanti. Da un lato si sostiene che tali imprese, rispetto a quelle non familiari, siano caratterizzate da una maggiore propensione all’internazionalizzazione (Zahra, 2003; Carr e Bateman,

⁴ Astrachan *et al.* (2002) sottolineano che la mancanza di una definizione precisa di impresa familiare ponga dei problemi di analisi, soprattutto nei confronti internazionali, laddove i contesti economici e familiari di riferimento differiscono a livello geografico e nel corso del tempo.

⁵ European Family Businesses (<http://www.europeanfamilybusinesses.eu>) è la federazione europea delle associazioni di categoria nazionali che rappresentano le imprese familiari all’interno dell’Unione Europea; essa è stata la promotrice di un’iniziativa, ancora in corso, della Commissione Europea (*COSME Programme on ‘Statistics for Family Businesses’*) per la misurazione delle imprese familiari all’interno dell’Unione Europea e colmare il gap di informazione statistica armonizzata sul fenomeno.

FIGURA 1 –



FONTE: European Family businesses. <http://www.europeanfamilybusinesses.eu/family-businesses/facts-figures>

2009; Alessandri *et al.*, 2018; Minetti *et al.*, 2015). I fattori che possono influenzare questa importante scelta strategica sono la visione di lungo periodo, il cosiddetto “*long termism*” che qualifica le strategie di sviluppo di tali imprese (Claver *et al.*, 2009; Minetti *et al.*, 2015; Caroli *et al.*, 2015; Hennart *et al.*, 2017), la possibilità nel lungo periodo di coinvolgere nella gestione altri membri della famiglia (Zahra, 2003) e la maggiore dotazione di capitale sociale che contraddistingue le imprese familiari (Arregle *et al.*, 2007).

Dall’altro, si evidenzia come le imprese familiari possano risultare più riluttanti verso le strategie di internazionalizzazione. Tra le principali cause si annoverano la mancanza di competenze e abilità manageriali, la presenza di vincoli finanziari e organizzativi (Gallo e Sveen, 1991; Verbeke e Kano, 2010, 2012; Graves e Thomas, 2006; Gomes-Mejia, *et al.*, 2010), la mancanza di diversificazione dei canali di finanziamento (Gallo *et al.*, 2004), l’avversione al rischio e il

conservatorismo nelle strategie aziendali (Claver *et al.*, 2008; Fernandez e Nieto, 2006; Sanchez-Bueno e Usero, 2014; Zahra, 2018).

Un altro filone di ricerca ha individuato nell'attaccamento "*socio-emozionale*" alla ricchezza (Berrone, *et al.*, 2012), concepita come un patrimonio familiare, nel bisogno di esercitare il pieno controllo sull'impresa e nella possibilità di trasferire ricchezza alle generazioni successive (Gomez-Mejia *et al.*, 2007; Gomez-Mejia *et al.*, 2011), gli elementi decisivi che agiscono da deterrente alla possibilità di penetrare i mercati esteri da parte delle imprese familiari. Se da un lato le previsioni della teoria non sono concordi nel prospettare argomenti pro e contro l'internazionalizzazione delle imprese familiari (Kontinen e Ojala, 2010; Pukall e Calabrò, 2014; Arregle *et al.*, 2019), larga parte della letteratura empirica documenta invece la presenza di una relazione negativa tra la probabilità di penetrare mercati esteri e l'assetto proprietario familiare dell'impresa (Fernández e Nieto, 2005, 2006, 2013; Graves e Thomas, 2006; Arregle *et al.*, 2017).

Il prosieguo del lavoro si articola come segue. Nella sezione 2 presentiamo il dataset utilizzato, il campione delle imprese oggetto di analisi e alcune statistiche descrittive. La sezione 3 comprende il modello e le variabili; la sezione 4 i principali risultati ottenuti dall'analisi econometrica. Infine, la sezione 5 conclude e discute alcune questioni ancora aperte nel dibattito in corso.

2. IL DATASET SAFE E STATISTICHE DESCRITTIVE SUL CAMPIONE

Gran parte della letteratura empirica sull'argomento, della quale si è fornito un inquadramento sintetico nel paragrafo precedente, è caratterizzata da due limiti di carattere generale. Il primo è che si basa molto spesso su dati nazionali, spesso campionari, i quali, date le peculiarità delle PMI (familiari e non), danno origine a risultati a loro volta parziali, talvolta contraddittori e non generalizzabili su una scala più ampia. Il secondo punto di debolezza consiste nel fatto che la maggior parte dei dati presi in considerazione nella letteratura sono dati di bilancio e non permettono di mettere in luce l'ampio spettro di problemi tipici delle imprese familiari. Considerata l'importanza che quest'ultime rivestono nell'economia europea, dal 2009 la Banca Centrale Europea (BCE) e la CE svolgono con cadenza semestrale (*wave*) un'indagine *ad hoc*, la *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE), rilevando in maniera armonizzata un campione di imprese non finanziarie (con esclusione anche di quelle agricole e pubbliche) appartenenti ai paesi Europei, garantendo una rappresentatività anche a livello di settore produttivo e dimensione d'impresa.

SAFE fornisce informazioni qualitative e quantitative a livello di impresa soprattutto sugli aspetti finanziari delle PMI, spaziando dalle caratteristiche stan-

dard delle imprese ad alcuni indicatori finanziari, alle informazioni sull'accesso al credito, sui canali di finanziamento e sull'utilizzo di tali fonti di finanziamento.⁶ Ai fini del presente lavoro sono di particolare ausilio le informazioni sugli assetti proprietari delle PMI europee, sull'innovazione e una serie di variabili di *soft information* sui problemi più rilevanti percepiti dalle imprese e, dalla undicesima *wave* in poi, anche informazioni sull'export. All'interno dell'indagine SAFE abbiamo pertanto esaminato le osservazioni relative a 11 paesi dell'area dell'Euro, dall'undicesima alla diciottesima *wave* (cfr. tabella 1).

La tabella 1 evidenzia l'importanza delle imprese familiari all'interno dell'universo delle PMI europee: esse rappresentano oltre i tre quarti del totale negli undici paesi europei considerati, con un campo di variazione compreso tra l'incidenza minima del 69,9 per cento in Francia e la massima dell'87,9 per cento in Grecia. La prevalenza delle imprese familiari è estesa a tutti i macrosettori di attività economica, ma è più bassa nell'industria (77,5 per cento) rispetto alle costruzioni e al commercio.⁷ È utile sottolineare che la differenza tra le statistiche di *European Family Businesses*, prodotte su impulso della CE (cfr. Figura 1) e le nostre tabulazioni su dati SAFE derivano dalla scelta del periodo (*wave* utilizzate) e dal fatto che l'indagine della BCE è basata su un campione di imprese – estratto casualmente dal registro delle imprese Dun and Bradstreet – dalle quali sono escluse alcune tipologie (agricole, finanziarie e pubblica amministrazione).

Un'altra peculiarità delle imprese familiari, spesso richiamata dalla letteratura, è la loro longevità: all'interno del campione tra le piccole e medie imprese con più di 10 anni, quelle familiari rappresentano i quattro quinti del totale.

La disaggregazione per classi di addetti delle imprese nel campione di PMI europee indica come la piccola dimensione sia, come noto, prevalente tra quelle familiari. Tra le micro-imprese con un'occupazione tra 1 e 9 addetti le imprese familiari rappresentano l'88,7 per cento del totale: l'incidenza diminuisce per le successive classi di addetti, assottigliandosi al 37,9 per cento nella classe con più di 250 addetti.⁸

⁶ L'indagine SAFE è disponibile al sito della ECB: https://www.ecb.europa.eu/stats/ecb_surveys/safe/html/index.en.html

⁷ Baltrauinite e Mocetti (2019) nell'Appendice "A.2. Le imprese familiari" citano la ricerca di Bugamelli *et al.* (2012) sul campione EFIGE, mostrando che nel 2007-2009 le imprese italiane con una famiglia proprietaria erano pari all'86 per cento: un dato che non si discostava significativamente da quello di altri paesi europei (80 per cento in Francia, 90 in Germania, 83 in Spagna e 81 nel Regno Unito). Gli autori osservano che la peculiarità italiana era costituita dalla composizione del management che, in due casi su tre, era costituito da un membro della famiglia, a fronte di valori molto più bassi per gli altri paesi presi a confronto.

⁸ Le imprese familiari con un'occupazione da 1 a 49 addetti rappresentano circa i tre quarti del totale. Un andamento del tutto analogo si ha considerando le classi di fatturato delle impre-

TABELLA 1 – Imprese familiari e non familiari per paese

Paesi	Imprese non familiari	Imprese familiari	Totale	% non familiari	% familiari	Totale
Austria	915	4.300	5.215	17,5	82,5	100
Belgio	1.365	3.843	5.208	26,2	73,8	100
Germania	2.302	9.545	11.847	19,4	80,6	100
Spagna	2.378	8.848	11.226	21,2	78,8	100
Finlandia	1.063	2.945	4.008	26,5	73,5	100
Francia	3.618	8.403	12.021	30,1	69,9	100
Grecia	629	4.587	5.216	12,1	87,9	100
Irlanda	673	3.339	4.012	16,8	83,2	100
Italia	2.109	9.909	12.018	17,5	82,5	100
Olanda	1.554	5.661	7.215	21,5	78,5	100
Portogallo	868	4.356	5.224	16,6	83,4	100
Totale	17.474	65.736	83.210	21,0	79,0	100

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

La tabella 2 con la distribuzione delle imprese del campione per quote di fatturato esportato indica che la propensione all'export delle imprese familiari è più bassa rispetto alle altre PMI. Tra le PMI del campione SAFE, non esportano il 55 per cento di quelle familiari, a fronte del 42 per le altre. Inoltre, solo il 12 per cento delle imprese familiari è molto attivo sui mercati esteri, esportando oltre il 50 per cento del fatturato, a fronte del 21 per cento per le altre.

In termini di quota di fatturato esportato (definito in letteratura come margine intensivo delle esportazioni), nel campione SAFE le imprese familiari esportano in media il 15 per cento del fatturato complessivo, a fronte del 24 per cento delle altre PMI.

se del campione: nella classe con il fatturato annuo più basso, fino a 500 mila euro, le imprese familiari assommano al 92,9 per cento; anche qui l'incidenza delle imprese familiari scende progressivamente tra le classi dimensionali raggiungendo il valore minimo del 41,8 per cento tra le imprese con un fatturato annuo superiore ai 50 milioni di euro.

TABELLA 2 – Imprese familiari e non familiari per paese

% di export	Imprese non familiari	Imprese familiari	Totale	% non familiari	% familiari	Totale
0%	7.268	36.044	43.312	16,8	83,2	100,0
<25%	4.244	15.535	19.779	21,5	78,5	100,0
25-50%	2.030	5.837	7.867	25,8	74,2	100,0
>50%	3.685	7.586	11.271	32,7	67,3	100,0
Totale	17.474	65.736	83.210	21,0	79,0	100,0
0%	42,2	55,5				
<25%	24,6	23,9				
25-50%	11,8	9,0				
>50%	21,4	11,7				
Totale	100,0	100,0				

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

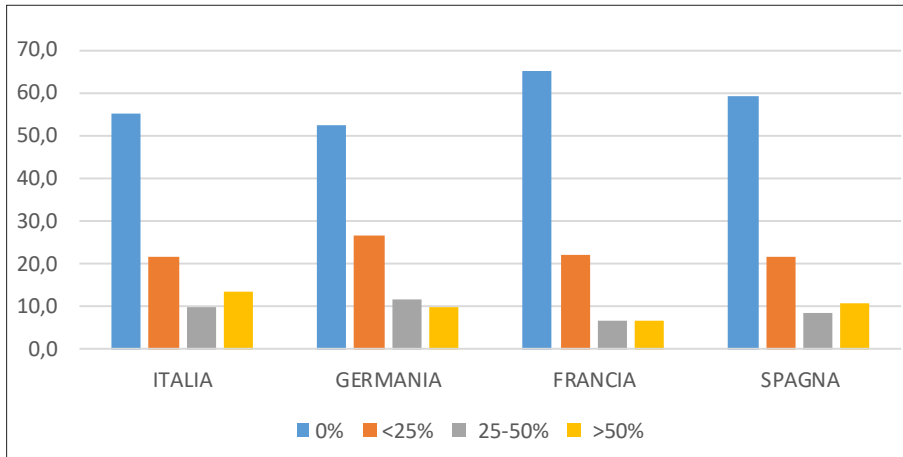
Come si è ricordato all’inizio del paragrafo, uno dei vantaggi dell’indagine SAFE è la possibilità di confronti armonizzati tra imprese di diversi paesi europei. Sul nesso imprese familiari e propensione all’export la figura 2 illustra le differenze le quattro maggiori economie dell’area dell’Euro (Italia, Germania, Francia e Spagna).

Nei quattro paesi, la quota di imprese familiari che si rivolge unicamente al mercato interno è prevalente e risulta un po’ più bassa in Germania e Italia. Per quanto concerne l’Italia la quota delle imprese che esporta più del 50 per cento del fatturato è la più elevata (13,4 per cento) e più che doppia rispetto alla Francia.

L’indagine SAFE comprende anche domande sull’attività innovativa delle imprese.

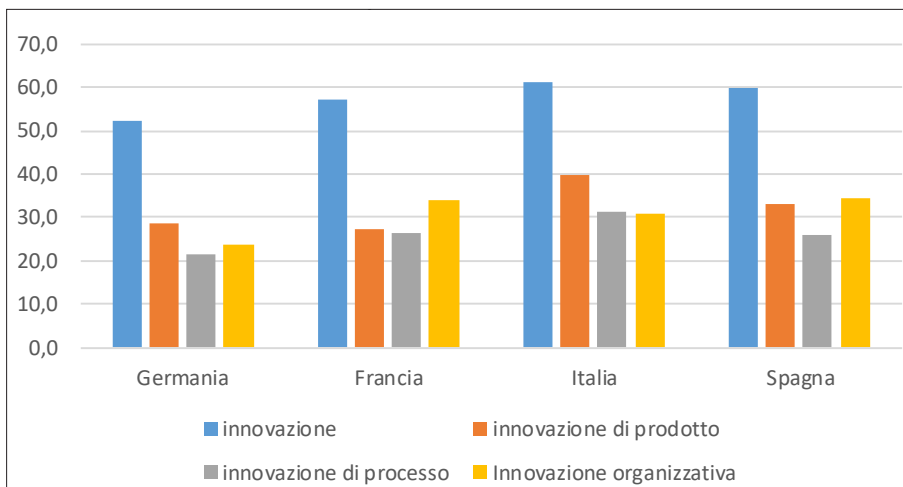
La Figura 3 mostra le quote di imprese familiari che hanno dichiarato di aver introdotto una forma di innovazione all’interno della propria azienda, distinguendo tra innovazione di processo, prodotto e organizzativa. Data la forte correlazione attesa tra la capacità di espandersi nei mercati esteri e l’innovazione, si nota la preminenza delle imprese familiari italiane nel confronto con gli altri tre

FIGURA 2 – Quota di fatturato esportato tra le imprese familiari



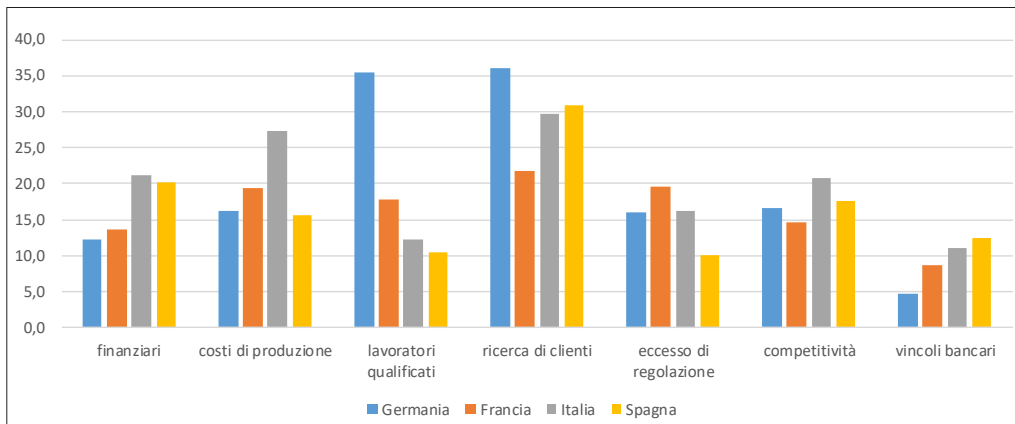
FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

FIGURA 3 – Quota di imprese familiari innovatrici



FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

FIGURA 4 – Quota di imprese familiari che hanno dichiarato di affrontare alcuni problemi



FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

paesi europei. In particolare, la quota di quelle italiane che hanno dichiarato di aver introdotto un’innovazione nei 12 mesi precedenti è la più elevata e pari al 61,1 per cento (contro il 52,3 per cento delle imprese familiari tedesche); quasi il 40 per cento delle imprese italiane ha svolto innovazione di prodotto, a fronte di quote più basse negli altri tre paesi. Anche nell’innovazione nei processi produttivi l’Italia evidenzia la performance migliore (31,1 per cento).

Per gli stessi paesi, abbiamo poi preso in esame nella figura 4 le risposte che le imprese familiari hanno dato sull’importanza di alcuni problemi per la crescita aziendale nei sei mesi antecedenti l’intervista. Nell’indagine SAFE le imprese indicano quanto il problema è valutato da loro come rilevante indicando un valore in una scala ordinale da 1 (non importante affatto) a 10 (estremamente importante). Le nostre elaborazioni considerano rilevante il problema se l’impresa intervistata ha fornito una risposta pari a 9 o 10 nella scala ordinale proposta dal questionario. Per le imprese familiari italiane il vincolo più stringente alla crescita aziendale è di natura commerciale, ossia la ricerca di nuovi clienti (così dichiara quasi il 30 per cento delle imprese familiari), seguito dagli elevati costi di produzione e dai problemi relativi alle fonti di finanziamento. A differenza di quanto percepito dalle imprese familiari francesi e tedesche, la difficoltà di reperire lavoratori qualificati non è molto sentita: ciò può essere posto in relazione con la struttura produttiva italiana, maggiormente specializzata in settori produttivi maturi e/o tecnologicamente meno avanzati. Infine, anche se riguarda

una quota minore di imprese, tra quelle italiane e quelle spagnole i problemi della competitività e della disponibilità di credito bancario sono più avvertiti rispetto agli altri due paesi di confronto; la rilevanza del possibile razionamento bancario per le PMI familiari spagnole e italiane si può porre in connessione con la maggiore severità della crisi finanziaria post 2008 nei due paesi.

3. MODELLO E VARIABILI

Al fine di esaminare in che modo le imprese familiari abbiano un impatto sulle esportazioni, proponiamo i seguenti modelli probabilistici che misurano rispettivamente la probabilità che un'impresa *i-sima* esporti (margine estensivo delle esportazioni):

$$\begin{aligned} \Pr (Export_{it}) &= \\ &= F (Famiglia_{it}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_t) \end{aligned} \quad [1]$$

$$\begin{aligned} \Pr (Export_{it}) &= \\ &= F (Famiglia_{it}, Innovazione_{it}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_t) \end{aligned} \quad [2]$$

dove *Export* è una variabile binaria con valore 1 se l'impresa dichiara di esportare e zero altrimenti.

Nelle specificazioni [1] e [2] *i* indica l'impresa, *j* il paese e *t* il tempo misurato con i semestri delle *wave*.

Famiglia è la variabile chiave nei modelli [1] e [2]. Essa è una variabile binaria con valore pari ad uno se l'impresa è classificata in SAFE come impresa individuale e/o impresa familiare, e valore pari a zero altrimenti.

Il modello [2] si differenzia dal primo per la presenza della variabile *Innovazione* che la letteratura ritiene cruciale per spiegare i margini estensivi delle esportazioni (Costantini e Melitz, 2008; Love e Roper, 2015; Impulliti e Licandro, 2018). In questa specificazione [2] *Innovazione* assume valore pari ad uno se l'impresa dichiara di aver introdotto una qualche forma di innovazione (sia essa di prodotto, processo, organizzativa) e valore pari a zero altrimenti.⁹ Inoltre, per tener conto di possibili problemi di endogeneità e inversione del nes-

⁹ Per costruire la variabile binaria *Innovazione* abbiamo usato la domanda (Q1) nell'indagine SAFE, posta a *wave* alterne in riferimento ai 12 mesi precedenti. La variabile *Innovazione* relativa alla *wave* semestrale nella quale la domanda non è posta è ottenuta imputando il dato relativo al semestre successivo, considerato l'arco temporale di riferimento della domanda.

so causale tra esportazioni ed attività di innovazione, proponiamo una variante del modello [2] nel quale la variabile *Innovazione* è ritardata di un periodo ($t-1$).

L'eterogeneità delle imprese è riflessa nei vettori relativi a *Settore*, *Età* e *Dimensione*.

Settore è un vettore che indica quello in cui le imprese operano. L'attività economica delle imprese contenute in SAFE sono codificate al livello di una cifra della classificazione NACE: Industria (comprende le attività manifatturiere, minerarie e le forniture di elettricità, gas e acqua), Costruzione, Commercio e Servizi. Utilizzando queste informazioni generiamo 4 variabili dummy (*Industria*, *Costruzione*, *Commercio* e *Servizi*) che assumono per ogni impresa un valore uguale a 1 quando l'impresa appartiene a quel settore e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni la variabile di controllo omessa è la dummy relativa al settore dei servizi.

Il vettore *Età* indica le classi di età delle imprese ed è composta di tre set di variabili binarie: (*<2 anni*, *2-4 anni*, *5-9 anni* e *10+ anni*) che assumono per ogni impresa un valore uguale ad 1 se l'età dell'impresa è compresa nell'intervallo considerato e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni [1] e [2] la classe d'età *10+ anni* è la variabile omessa.

Il vettore *Dimensione* denota la grandezza delle imprese per classi di occupati. *Micro* è una dummy uguale ad 1 se l'impresa ha meno di 9 dipendenti e zero altrimenti; *Piccola* assume valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti e zero altrimenti; *Media* ha valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 49 e 249 dipendenti e valore uguale a zero altrimenti. Nelle due specificazioni *Media* è la variabile omessa.

Paese è il vettore delle 11 dummy omonime, che ne cattura l'eterogeneità.

Il vettore *Wave* tiene conto del tempo, misurato dalle otto *wave* semestrali di SAFE, dalla 11-esima (aprile-settembre 2014) alla 18-esima (ottobre 2017-aprile 2018).

Le statistiche descrittive del campione utilizzato nelle stime econometriche sono contenute nella Tabella 3, mentre la matrice di correlazione tra variabili è riportata nella tabella A1 dell'appendice.

TABELLA 3 – Statistiche descrittive delle variabili utilizzate

Variabili	Osser.	Media	Dev. Stand.	Min	Max
Export	75.079	0,453	0,498	0	1
Famiglia	75.079	0,83	0,375	0	1
Innovazione	48.088	0,594	0,491	0	1
<i>Settore</i>					
Industria	75.079	0,23	0,421	0	1
Costruzioni	75.079	0,113	0,316	0	1
Commercio	75.079	0,26	0,439	0	1
Servizi	75.079	0,397	0,489	0	1
<i>Età</i>					
>10 anni	75.079	0,831	0,375	0	1
5-10 anni	75.079	0,115	0,319	0	1
2-4 anni	75.079	0,041	0,199	0	1
< 2 anni	75.079	0,012	0,108	0	1
<i>Dimensione</i>					
Micro	75.079	0,425	0,494	0	1
Piccole	75.079	0,311	0,463	0	1
Medie	75.079	0,264	0,441	0	1
<i>Paesi</i>					
Austria	75.079	0,063	0,243	0	1
Belgio	75.079	0,063	0,242	0	1
Germania	75.079	0,136	0,343	0	1
Spagna	75.079	0,136	0,343	0	1
Finlandia	75.079	0,048	0,213	0	1
Francia	75.079	0,138	0,345	0	1
Grecia	75.079	0,066	0,248	0	1
Irlanda	75.079	0,048	0,215	0	1
Italia	75.079	0,149	0,356	0	1
Olanda	75.079	0,087	0,281	0	1
Portogallo	75.079	0,065	0,246	0	1

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

4. RISULTATI

Le equazioni [1] e [2] sono state stimate usando un modello panel probit, che consente di calcolare la probabilità di esportare delle PMI.

Nella tabella 4 sono riportati gli effetti marginali. Gli errori standard sono robusti all'eteroschedasticità. I modelli sono stati stimati includendo le dummy *Paese* e le dummy *Wave* che per brevità non sono incluse nella tabella.

L'analisi econometrica evidenzia che l'effetto marginale della variabile *Famiglia* è negativa e fortemente significativa, indicando che la forma proprietaria familiare riduce del 2,3 per cento la probabilità di esportare al tempo t , rispetto al gruppo di controllo (tutte le altre forme proprietarie delle PMI). Questo risultato è largamente in linea con l'evidenza di buona parte della letteratura (cfr. tra gli altri: Fernandez e Nieto, 2005; Ray *et al.*, 2018; Sanchez-Bueno e Usero, 2014; Yang *et al.*, 2018) e conferma la scarsa vocazione delle imprese a gestione familiare verso l'export e la maggiore riluttanza verso strategie di internazionalizzazione. Ciò viene spiegato per la carenza di competenze e abilità manageriali (Gallo e Sveen, 1991; Verbeke e Kano, 2010, 2012; Graves e Thomas, 2006), per la mancanza di diversificazione dei canali di finanziamento (Gallo *et al.*, 2004), per la presenza di avversione al rischio, per un forma di conservatorismo delle strategie aziendali nelle imprese familiari (Claver *et al.*, 2008; Fernandez e Nieto, 2006; Sanchez-Bueno e Usero, 2014) e, infine, per il desiderio di perpetrare valori e tradizioni nel tempo, mantenendo una forte identità familiare (Berrone *et al.*, 2012; Gomez-Mejia *et al.*, 2007; Gomez-Mejia *et al.*, 2011).

Per consolidare i nostri risultati ed escludere che le stime siano inficiate da una distorsione da variabile omessa, stimiamo due versioni del modello [2] il quale si differenzia rispetto all'equazione [1] per la presenza della variabile *Innovazione*, stimata sia al tempo t sia ritardata di un periodo al tempo $t-1$. I risultati delle due specificazioni del modello [2] sono tabulati nelle colonne 2a e 2b della tabella 4.

Gli effetti marginali corroborano l'evidenza ottenuta nella prima specificazione (colonna 1) e mostrano l'effetto negativo della variabile *Famiglia* che riduce ora del 2,5 per cento e del 3 per cento la probabilità di esportare rispetto alle PMI non familiari. L'ampiezza degli effetti marginali documenta, inoltre, che qualsiasi forma di innovazione (sia essa di prodotto, di processo, organizzativa) introdotta dall'impresa produce un impatto positivo (rispettivamente del 7 e del 5,4 per cento) sulla probabilità di esportare, in linea con la letteratura sul tema (Cassiman *et al.*, 2010; Cassiman e Golovko, 2011; Becker e Egger, 2013; Esteve-Pérez e Rodriguez, 2013; Love e Roper, 2015).

TABELLA 4 – Probabilità di esportare. Stime panel probit – effetti marginali

Variabile dipendente	Export		
	(1)	(2a)	(2b)
VARIABILI	dy/dx	dy/dx	dy/dx
<i>Famiglia</i>	-0,0227***	-0,0250***	-0,0302***
	(0,0052)	(0,0066)	(0,0094)
<i>Innovazione</i>		0,0693***	
		(0,0047)	
<i>Innovazione</i> _(t-1)			0,0543***
			(0,0059)
<i>Settore</i>			
Industria	0,2492***	0,2513***	0,2756***
	(0,0059)	(0,0072)	(0,0105)
Costruzioni	-0,0920***	-0,0809***	-0,1132***
	(0,0076)	(0,0097)	(0,0141)
Commercio	0,0387***	0,0491***	0,0534***
	(0,0052)	(0,0065)	(0,0096)
<i>Età</i>			
5-10 anni	-0,0098*	-0,0037	-0,0238**
	(0,0058)	(0,0073)	(0,0108)
2-4 anni	-0,0364***	-0,0356***	-0,0372**
	(0,0091)	(0,0115)	(0,0182)
< 2 anni	-0,0801***	-0,0864***	-0,0756**
	(0,0161)	(0,0206)	(0,0363)
<i>Dimensione</i>			
Micro	-0,2380***	-0,2401***	-0,2284***
	(0,0055)	(0,0069)	(0,0099)
Piccole	-0,1294***	-0,1366***	-0,1204***
	(0,0057)	(0,0070)	(0,0096)
<i>Paesi</i>	SI	SI	SI
<i>Wave</i>	SI	SI	SI
Osservazioni	75.079	48.088	25.776

Gli errori standard sono riportati in parentesi. Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

Anche le variabili di controllo che catturano l'eterogeneità tra le imprese hanno una rilevanza nell'analisi.

In primo luogo le stime indicano, come accennato nella sezione 2, che il settore di appartenenza delle imprese è rilevante nella probabilità di esportare (Ramón-Llorens *et al.*, 2017). Gli effetti marginali evidenziano che le imprese operanti nell'industria e nel commercio hanno una maggiore probabilità (valore che in media è pari rispettivamente al 26 e 5 per cento nelle tre specificazioni) di esportare rispetto a quelle che operano nei servizi (variabile di controllo omessa), al contrario quelle appartenenti al settore delle costruzioni hanno, come atteso, una minore probabilità di accedere ai mercati esteri, che varia nelle diverse specificazioni dall'8 all'11 per cento.

Come atteso, l'età e quindi l'esperienza accumulata dalle imprese gioca un ruolo nel margine estensivo delle esportazioni: rispetto alle imprese con più di 10 anni di attività (variabile di controllo omessa), quelle più giovani mostrano una minore probabilità di esportare, pari rispettivamente all'uno per cento nella classe di età 5-10 anni, al 3 per cento nella classe di età 2-4 anni e all'8 per cento per quelle con meno di due anni di età. Tali valori sono in linea con quelli delle colonne 2a e 2b.

Infine, anche la dimensione delle imprese gioca un ruolo nella decisione di esportare. Le dummy *Micro* e *Piccola* presentano un segno significativo e negativo, rispetto alla dummy di controllo *Media*: le imprese micro e piccole hanno una minore probabilità di esportare rispetto a quelle medie, pari rispettivamente al 23 e 12 per cento. Tale risultato è robusto rispetto alle specificazioni delle colonne 2a e 2b.

5. CONCLUSIONI E QUESTIONI APERTE

Il nostro lavoro ha analizzato il nesso tra assetto proprietario familiare ed esportazioni. Questo perché tra le PMI, soprattutto quelle a proprietà familiare, le esportazioni costituiscono spesso l'unica modalità di internazionalizzazione (Paul *et al.*, 2017). La letteratura ha indicato i fattori a livello di impresa e di contesto che influiscono sulla scelta delle PMI di restare solo esportatrici, oppure di considerare questa come la prima fase verso forme più complesse di internazionalizzazione.

La vasta letteratura empirica che si è accumulata sull'argomento, basata inizialmente su dati nazionali, ha reso difficile il superamento dei limiti idiosincratici nazionali o settoriali, scontrandosi con risultati spesso discordanti e con *curiosum* di difficile interpretazione. Da questo punto di vista l'utilizzo di basi di dati internazionali contribuisce a superare queste limitazioni e rappresenta

un elemento caratterizzante del nostro lavoro. Utilizzando la base dati SAFE il nostro contributo mostra una relazione negativa tra assetto familiare e margine estensivo delle esportazioni, in linea con larga parte dei contributi empirici sull'argomento.

Considerata la prevalenza delle imprese familiari nelle economie europee e la loro caratteristica sempre più *export-led*, l'analisi e il superamento dei fattori di ostacolo, alcuni dei quali sono stati evidenziati anche nella nostra analisi, rappresentano elementi importanti nella futura agenda di politica industriale.

In realtà, la semplice dicotomia familiare/non familiare nell'analisi delle PMI è limitante. Nella ricerca più recente la chiave per uscire da questa impasse è esplicitare la natura eterogenea dell'istituzione "famiglia" nei diversi paesi. L'eterogeneità in termini sociologici e antropologici delle strutture familiari è ad esempio considerata elemento di spiegazione delle decisioni di internazionalizzare o meno da parte delle imprese familiari. L'eterogeneità si manifesta non solo negli assetti proprietari ma anche nello stile del management, nelle dinamiche intergenerazionali, e influisce sulla distinzione tra controllo, influenza e management familiare (Hennart *et al.*, 2017). Un'altra via più semplice per superare la dicotomia imprese familiari *versus* non familiari nella specifica questione dell'internazionalizzazione è utilizzare la variabile continua della quota di partecipazione nel capitale dell'impresa da parte dei membri della famiglia per spiegare l'intensità del processo di apertura verso i mercati esteri. Anche in questo caso la maggioranza dei lavori trova – in sintonia con i risultati del nostro lavoro – una relazione inversa (Sanchez e Usero, 2014). Più in generale, all'aumentare della partecipazione familiare crescono gli obiettivi non strettamente economici dell'impresa familiare, sintetizzati come il perseguimento della ricchezza socio emozionale dei componenti, preservare l'eredità familiare, anche in termini di valori, e la continuazione della dinastia familiare (Berrone *et al.*, 2012; Gomez-Mejia *et al.*, 2007).

Una serie di lavori recenti ha chiamato direttamente in causa categorie antropologiche – ad esempio quelle dell'antropologo Emanuel Todd¹⁰ – per spiegare l'eterogeneità delle imprese familiari ed identificare alcuni loro modelli di business che forniscono interessanti motivazioni sul perché queste imprese spesso implementino processi di internalizzazione sotto forma di nicchie globali, superando le limitazioni usualmente associate a queste imprese (Hennart *et al.*, 2017). Ovviamente questi idealtipi familiari influenzano le altre istituzioni sociali e nazionali ponendo un problema di eventuale causalità inversa dal macro al micro a livello sociale (Alesina e Giuliano, 2014 e 2015).

¹⁰ La tassonomia delle differenti strutture familiari prevede una pluralità di modelli che spaziano tra gli estremi della famiglia nucleare anomica e quello della famiglia autoritaria (Todd, 1985, 2011).

Infine, nella letteratura più recente sulle determinanti dei processi di internazionalizzazione è sempre più utilizzato il concetto di “capitale sociale”, declinato spesso in questo ambito nel ruolo dei network formali e informali e dell'affiliazione a particolari gruppi sociali e professionali da parte dei componenti dell'impresa familiare. In alcuni lavori questo approccio spiega le dinamiche delle PMI familiari che nascono già come imprese globali o che lo diventano entro un breve lasso di tempo dalla fondazione. L'orientamento all'internazionalizzazione richiede infatti una mentalità globale da parte della proprietà e del management delle PMI e dei loro dirigenti e quadri più elevati.

La veloce panoramica evidenzia che le questioni aperte e gli interrogativi irrisolti sono numerosi, nonostante la crescente armonizzazione dei dati internazionali e l'affinamento conseguente delle analisi empiriche, e pongono ulteriori sfide di ricerca.

APPENDICE

Tabella A1 – Matrice di Correlazione

	Export	Famiglia	Innovazione	Industria	Costruzioni	Commercio	Servizi	10+ anni	5-9 anni	2-4 anni	<2 anni	Micro	Piccola	Media
Export	1													
Famiglia	-0,0897***	1												
Innovazione	0,152***	-0,0217***	1											
Industria	0,347***	-0,0840***	0,102***	1										
Costruzioni	-0,161***	0,0488***	-0,0930***	-0,203***	1									
Commercio	-0,0449***	0,0678***	0,00178	-0,344***	-0,211***	1								
Servizi	-0,164***	-0,0182***	-0,0325***	-0,448***	-0,274***	-0,466***	1							
10+ anni	0,0566***	-0,00000948	-0,0442***	0,0634***	0,0207***	0,00731	-0,0766***	1						
5-9 anni	-0,0315***	-0,000610	0,0251***	-0,0467***	-0,0108*	-0,0110*	0,0586***	-0,794***	1					
2-4 anni	-0,0361***	0,00139	0,0278***	-0,0323***	-0,0114*	0,00299	0,0334***	-0,465***	-0,0773***	1				
<2 anni	-0,0306***	-0,000163	0,0280***	-0,0194***	-0,0167***	0,00591	0,0227***	-0,240***	-0,0399***	-0,0234***	1			
Micro	-0,246***	0,214***	-0,0738***	-0,259***	0,0172***	0,116***	0,115***	-0,141***	0,103***	0,0718***	0,0467***	1		
Piccola	0,0242***	0,00632	0,0173***	0,0314***	0,0232***	-0,0170***	-0,0275***	0,0487***	-0,0347***	-0,0216***	-0,0265***	-0,571***	1	
Media	0,248***	-0,244***	0,0638***	0,255***	-0,0434***	-0,111***	-0,0991***	0,105***	-0,0784***	-0,0572***	-0,0241***	-0,513***	-0,411***	1

Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alesina, A., Giuliano, P. (2014). Family ties. In P. Aghion, S. N. Durlauf (Eds). *Handbook of economic growth*, vol. 2, 177-215. Amsterdam: Elsevier.
- Alesina, A., Giuliano, P. (2015). Culture and institutions. *Journal of Economic Literature*, 53(4), 898-944.
- Alessandri, T. M., Cerrato, D., Eddleston, K. A. (2018). The mixed gamble of internationalization in family and nonfamily firms: The moderating role of organizational slack. *Global Strategy Journal*, 8(1), 46-72.
- Arregle, J. L., Hitt, M. A., Sirmon, D. G., Very, P. (2007). The development of organizational social capital: Attributes of family firms. *Journal of Management Studies*, 44(1), 73-95.
- Arregle, J. L., Duran, P., Hitt, M. A., van Essen, M. (2017). Why is family firms' internationalization unique? A meta-analysis. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(5), 801-831.
- Arregle, J. L., Hitt, M. A., Mari, I. (2019). A missing link in family firms' internationalization research: Family structures. *Journal of International Business Studies*, 50(5), 809-825.
- Astrachan, J. H., Klein, S. B., Smyrniotis, K. X. (2002). The F-PEC scale of family influence: A proposal for solving the family business definition problem. *Family Business Review*, 15(1), 45-58.
- Baltrunaite, A., Brodi, E., Mocetti, S. (2019). Assetti proprietari e di governance delle imprese italiane: nuove evidenze e effetti sulla performance delle imprese. *Questioni di economia e finanza*, n. 514, Banca d'Italia.
- Bianchi, M., Bianco, M., Giacomelli, S., Paces, A.M., Trento, S. (2005). *Proprietà e controllo delle imprese in Italia*, Il Mulino, Bologna.
- Brandolini, A., Bugamelli, M. (2009). Rapporto sulle tendenze del sistema produttivo italiano, *Questioni di economia e finanza*, n. 45, Banca d'Italia.
- Berrone, P., Cruz, C., Gomez-Mejia, L. R. (2012). Socioemotional wealth in family firms: Theoretical dimensions, assessment approaches, and agenda for future research. *Family Business Review*, 25, 258-279.
- Becker, S. O., Egger, P. H. (2013). Endogenous product versus process innovation and a firm's propensity to export. *Empirical Economics*, 44(1), 329-354.
- Caroli, M. G., Cucculelli, M., Pongelli, C. (2015). Imprese familiari ed entrata nei mercati esteri: il ruolo del coinvolgimento della famiglia nel business. *L'industria*, 36(1), 93-109.
- Carr, C., Bateman, S. (2009). International strategy configurations of the world's top family firms. *Management International Review*, 49(6), 733-758.
- Cassiman, B., Golovko, E. (2011). Innovation and internationalization through exports. *Journal of International Business Studies*, 42(1), 56-75.
- Cassiman, B., Golovko, E., Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4), 372-376.
- Claver, E., Rienda, L., Quer, D. (2008). Family firms' risk perception: Empirical evidence

- on the internationalization process. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 15(3), 457-471.
- Claver, E., Rienda, L., Quer, D., (2009). Family firms' international commitment: The influence of family-related factors. *Family Business Review*, 22(2), 125-135.
- Costantini, J., Melitz, M. (2008). The dynamics of firm-level adjustment to trade liberalization. In Helpman, E., Marin, D., Verdier, T. (Eds), *The organization of firms in a global economy*, Capitolo 4, pp. 107-141. Harvard University Press.
- Esteve-Pérez, S., Rodríguez, D. (2013). The dynamics of exports and R&D in SMEs. *Small Business Economics*, 41(1), 219-240.
- Fernández, Z., Nieto, M. J. (2005). Internationalization strategy of small and medium-sized family businesses: Some influential factors. *Family Business Review*, 18(1), 77-89.
- Fernández, Z., Nieto, M. J. (2006). Impact of ownership on the international involvement of SMEs. *Journal of International Business Studies*, 37(3), 340-351.
- Fernández, Z., Nieto, M. (2013). Internationalization of family firms. In Melin, L., Nordqvist, M., and Sharma, P. (Eds) *The Sage Handbook of Family Business*. Los Angeles: Sage.
- Gallo, M., Sveen, J. (1991). Internationalizing the family business: Facilitating and restraining factors. *Family Business Review*, 4(2), 181-190.
- Gallo, M., Tapias, J., Cappuyns, K. (2004). Comparison of family and non-family business: financial logic and personal preferences. *Family Business Review*, 17(4), 303-318.
- Gomez-Mejia, L. R., Cruz, C., Berrone, P., De Castro, J. (2011). The bind that ties: Socioemotional wealth preservation in family firms. *Academy of Management Annals*, 5(1), 653-707.
- Gomez-Mejia, L. R., Haynes, K. T., Nunez-Nickel, M., Jacobson, K. J. L., Moyano-Fuentes, J. (2007). Socioemotional wealth and business risks in family-controlled firms: Evidence from Spanish olive oil mills. *Administrative Science Quarterly*, 52(1), 106-137.
- Graves, C., Thomas, J. (2006). Internationalization of Australian family firms: A managerial capabilities perspective. *Family Business Review*, 19(3), 207-224.
- Hennart, J. F., Majocchi, A., Forlani, E. (2017). The myth of the stay-at-home family firm: How family-managed SMEs can overcome their internationalization limitations. *Journal of International Business Studies*, 50(5), 1-25.
- Impulliti, G., Licandro, O. (2018). Trade, firm selection, and innovation: the competition channel. *The Economic Journal*, 128(608), 189-229.
- Kontinen, T., Ojala, A. (2010). The internationalization of family business: a review of extant research. *Journal of Family Business Strategy*, 1(2), 97-107.
- Lee, J. (2006). Impact of Family Relationship on Attitudes of the Second Generation in Family Business. *Family Business Review*, 19, 3, 175-191.
- Love, J. H., Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal*, 33(1), 28-48.
- Minetti, R., Murro, P., Zhu, S. C. (2015). Family firms, corporate governance and export. *Economica*, 82, 1177-1216.
- Paul, J., S. Parthasarathy, Gupta P. (2017). Exporting challenges of SMEs: A review and future research agenda. *Journal of World Business*, 52(3), 327-342.
- Pukall, T.J, Calabrò, A. (2014). The internationalization of family firms: a critical review and integrative model. *Family Business Review*, 27(2), 103-125.
- Ramón-Llorens, M. C., García-Meca, E., Duréndez, A. (2017). Influence of CEO characteristics in family firms internationalization. *International Business Review*, 26(4), 786-799.
- Ray, S., Mondal, A., Ramachandran, K. (2018). How does family involvement affect a firm's internationalization? An investigation of Indian family firms. *Global Strategy Journal*, 8(1), 73-105.
- Sanchez-Bueno, M., Usero, B. (2014). How may the nature of family firms explain the decisions concerning international diversification? *Journal of Business Research*, 67(7), 1311-1320.
- Todd, E. (1985). *The explanation of ideology, family structures and social systems*. Oxford: Basil Blackwell.
- Todd, E. (2011). *L'origine des systemes familiaux. Tome 1: L'Eurasie*. Paris: Gallimard.
- Verbeke, A., Kano, L. (2010). *The transaction cost economics theory of the family firm*:

Family-based human asset specificity and the bifurcation bias. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 34(6), 1173-1182.

Verbeke, A., Kano, L. (2012). Transaction cost economics (TCE) and the family firm. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 36(6), 1183-1205.

Yang, X., Li, J., Stanley, L. J., Kellermanns, F. W., Li, X. (2018). How family firm characteristics affect internationalization of Chinese family SMEs. *Asia Pacific Journal of Management*, 37(2), 1-32.

Zahra, S.A. (2003), International Expansion of us Manufacturing Family Businesses: The Effect

of Ownership and Involvement. *Journal of Business Venturing*, 18(4), 495-512.

Zahra, S. A. (2018). Entrepreneurial risk taking in family firms: The wellspring of the regenerative capability. *Family Business Review*, 31(2), 216-226.

Innovazione, interdipendenze settoriali e commercio internazionale*

TULLIO GREGORI, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Questo capitolo ha l'obiettivo di analizzare gli effetti di propagazione dell'innovazione a livello settoriale confrontando due approcci, che sebbene apparentemente distanti, sono in realtà strettamente collegati tra loro. Il primo, basato sulle matrici Input/Output, guarda al lato della domanda e prende in esame i sistemi nazionali di innovazione evidenziando i settori che sono particolarmente rilevanti in termini di ricerca e sviluppo. Il secondo approccio, che si è affermato più recentemente con riferimento al commercio internazionale, si basa sull'uso delle matrici Input/Output che forniscono una valutazione dei flussi commerciali di beni e servizi in termini di valore aggiunto. Questo lavoro ha il pregio di evidenziare le somiglianze tra le due impostazioni e mostra come alcuni indicatori di innovazione possano essere estesi anche ad analisi aperte ad un contesto internazionale.

This chapter aims at analyzing propagation effects of innovation at the sectoral level by comparing two approaches, which although apparently distant, are actually closely related to each other. The first one, based on the Input/Output matrices, looks at the demand side and it addresses the national innovation systems, highlighting the sectors that are particularly relevant in terms of Research and Development (R&D). The second approach, which is more recent and it refers to international trade, is based on Input/Output matrices and it provides an assessment of the international-intersectoral flows of goods and services in terms of added value. Our contribution has the advantage of highlighting the similarities between these approaches and it shows how some innovation indicators can be extended to analyze R&D in an international setting.

KEYWORDS

Input/Output; R&S; commercio internazionale; settori innovativi
Input/Output; R&D; trade in value added; innovative sectors

* Sebbene il capitolo sia frutto di riflessioni comuni, Stefania P.S. Rossi ha contribuito alla stesura delle sezioni 1 e 5.

1. INTRODUZIONE

Lo studio degli effetti di propagazione (*spillover*) dell'innovazione a livello settoriale è da tempo al centro del dibattito teorico ed applicato (Pavitt, 1984; Robson *et al.*, 1988; Bernstein, 1989; Wolff e Nadiri, 1993; Dietzenbacher, 2000; Drejer, 2000; Harada, 2016). In questo lavoro ci soffermiamo sull'analisi dei sistemi tecnologici da un punto di vista intersettoriale, prendendo spunto da una copiosa letteratura, sviluppatasi sul finire del secolo scorso, che ha combinato il modello Input/Output con i dati sull'innovazione (Scherer, 1982; Marengo e Sterlacchini, 1990; Malerba, 1993; Montresor, 1994; DeBresson *et al.*, 1994; DeBresson, 1996; Schnabl, 1994, 1995; Leoncini *et al.*, 1996; Economic System Research, 1997; Drejer, 2000). In realtà, quest'approccio ha delle solide basi costituite dalla teoria sraffiana che, oltre alla nota disamina sulla struttura dei prezzi e sulla distribuzione del valore (Sraffa, 1960), fornisce anche degli utili strumenti di analisi empirica come evidenziato in Momigliano e Siniscalco (1982, 1984). I modelli che utilizzano le interdipendenze settoriali non sono esenti da critiche, ma hanno il pregio di risolvere uno dei principali limiti delle ricerche empiriche sull'innovazione. Infatti queste ultime sono spesso "*site specific*" ovvero troppo strettamente collegate ai paesi o alle regioni prese in esame rendendo difficile la generalizzazione a contesti più ampi. Questo è un problema di non poco conto, vista la forte interdipendenza tra processo innovativo e contesto esterno (Edquist, 1997). Infatti, i processi innovativi non avvengono isolatamente, ma dipendono fortemente dalle forme organizzative delle imprese, dalle istituzioni presenti in loco (istituti o aree di ricerca, università), nonché dalle relazioni tra fornitori ed utilizzatori dei prodotti e servizi (Cainelli *et al.*, 2012). Ovviamente, la mera presenza di istituzioni e controparti da sola non è sufficiente a creare innovazione, mentre sembra giocare un ruolo fondamentale il carattere interattivo delle relazioni tra le istituzioni che operano nel contesto e le imprese innovatrici.

Le determinanti che influenzano il successo dei sistemi innovativi di un paese sono molteplici e gli studi basati su dati a livello locale non sono facilmente replicabili. Anche le analisi comparative a livello nazionale rivelano una notevole diversità di fonti informative e risultati (Nelson, 1993; Acs *et al.*, 2017; Kostova *et al.*, 2019).

Viceversa, le informazioni basate sulle tavole Input/Output sono disponibili a livello nazionale per tutti i paesi industrializzati ed anche per molte economie in via di sviluppo (Kay *et al.*, 2016; Schützi, 2017); inoltre questi dati sono spesso confrontabili permettendo così analisi comparate. Tuttavia è utile mettere in evidenza che anche l'approccio basato sulle tavole Input/Output presenta dei limiti che sono ben noti in letteratura (Marengo e Sterlacchini, 1990). Tra questi ricordiamo il fatto che l'innovazione è inclusa solo nei prodotti e servizi e non

comprende il trasferimento di conoscenza di altro tipo quali i *pure technology spillover* (Ciriaci *et al.*, 2015). Inoltre, non è possibile prendere in considerazione l'innovazione di processo o di tipo organizzativo. Per di più, usando l'approccio Input/Output il trasferimento della ricerca e sviluppo (R&S) nei beni e servizi avviene in modo completo solo nel periodo in cui viene finanziata l'innovazione, sottraendo la possibilità di modellare sia i ritardi temporali, che esistono tra l'investimento in ricerca ed i relativi risultati, sia la probabilità di successo delle attività in R&S. Infine, un altro limite è costituito dal fatto che non sempre esiste una piena corrispondenza biunivoca tra imprese innovatrici ed i settori industriali di appartenenza, in quanto chi innova spesso produce diversi tipi di beni e servizi ed è presente con stabilimenti in più branche settoriali. Questo può produrre un disallineamento tra la branca a cui viene imputata l'attività di R&S ed il settore in cui effettivamente viene realizzata o utilizzata l'innovazione.

Tenendo conto di queste limitazioni, l'approccio Input/Output che descriviamo nella prossima sezione fornisce un quadro rigoroso per l'analisi delle interdipendenze settoriali anche con riferimento alle spese in R&S e permette, in presenza di disponibilità dei dati, di ottenere degli utili raffronti a livello internazionale. Inoltre, esso ci consente di classificare i settori ed i paesi distinguendo tra quelli tecnologicamente pervasivi e quelli che invece sono dipendenti dalle innovazioni altrui. A differenza degli altri, i primi sono caratterizzati da un notevole capacità innovativa, che nel nostro approccio spieghiamo considerando solo il lato della domanda, così come vuole il modello *à la* Leontief, in cui l'output è funzione perfettamente elastica alla domanda. In altri termini, il nostro approccio non spiega il lato dell'offerta, e quindi gli input, come ad esempio gli investimenti in R&S o il capitale umano. La prossima sezione di questo lavoro è proprio dedicata alla presentazione del modello lineare che lega la domanda finale con la ricerca finalizzata all'innovazione in un dato sistema economico, secondo l'approccio per subsistemi introdotto da Sraffa (1960). In altri termini, con questo modello evidenziamo il nesso tra domanda finale e prodotto totale che può essere formalizzato non solo in un'ottica multisetoriale ma anche in quella multiregionale o multinazionale. A tal fine per rendere più esplicito questo legame nella terza sezione analizziamo i modelli che recentemente hanno riconsiderato il commercio internazionale dal punto di vista dei flussi commerciali di beni e servizi in termini di valore aggiunto. Il nostro obiettivo è quello di ribadire la sostanziale consonanza tra quest'ultimo approccio e quello utilizzato per l'analisi multisetoriale dell'innovazione. In questo modo è possibile desumere, come suggerito dalla tassonomia di Pavitt (1984), una serie di indicatori utili per discriminare tra settori tecnologicamente pervasivi e quelli dipendenti, che saranno presentati nella quarta sezione di questo lavoro. Infine, l'ultima sezione di questo capitolo conclude e delinea alcune possibili linee di ricerca futura.

2. L'ANALISI DELL'R&S MEDIANTE SUBSISTEMI

Sraffa (1960), nel suo celebre contributo intitolato *“Production of Commodities by Means of Commodities”*, prende in esame il concetto di subsistema, che verrà successivamente sviluppato da Pasinetti (1973) con l'introduzione della nozione di settori verticalmente integrati. In sostanza, entrambi gli autori decidono di aprire, come una sorta di fisarmonica, il vettore di equilibrio della produzione totale. Infatti, il subsistema viene definito come il vettore della produzione dei diversi settori necessaria per sostenere la domanda finale di un'unica industria. Nel caso di un semplice sistema lineare *à la* Leontief, la matrice dei subsistemi o dei settori verticalmente integrati si ottiene applicando l'inversa leonteffiana alla matrice diagonale della domanda finale. Nel caso di due sole industrie si ha:

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 & 0 \\ 0 & y_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

che può essere immediatamente estesa ad un sistema di n settori:

$$\mathbf{X} = \mathbf{B} \hat{\mathbf{y}} \quad (2)$$

È pure evidente che se il vettore della domanda finale è composta da un vettore nulla eccetto un elemento che poniamo pari ad uno, allora ogni colonna della matrice \mathbf{X} raccoglie i moltiplicatori dell'output multisetoriale poiché ogni elemento b_{ij} esprime di quanto si deve attivare la produzione dell' i -esimo settore per soddisfare la domanda finale unitaria della j -esima industria (Miller e Blair, 2006). Inoltre, se poniamo la matrice diagonale della domanda pari alla matrice identità, ovvero $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{I}$, otteniamo la decomposizione dei moltiplicatori del primo tipo secondo i settori verticalmente integrati (Schnabl, 1995).

Momigliano and Siniscalco (1982) considerano l'approccio per subsistemi ed introducono un'ulteriore trasformazione lineare, che definiscono come l'operatore \mathbf{S} . Tale operatore permette di superare uno dei limiti interpretativi dei settori verticalmente integrati. Infatti, mentre la somma degli elementi lungo una colonna genera il valore della produzione complessiva necessaria per sostenere la domanda finale di un'industria, la somma lungo le righe della matrice \mathbf{X} produce un risultato privo di significato. La matrice \mathbf{S} , invece, può essere utilizzata come operatore intermedio per un'analisi sia lungo le righe sia lungo le colonne. Questo si ottiene dividendo la matrice \mathbf{X} riga per riga per il corrispondente elemento della produzione totale. Tale operazione consiste nella:

$$\mathbf{S} = \hat{\mathbf{x}}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} \quad (3)$$

che permette di normalizzare la produzione poiché, per definizione, $\sum_j s_{ij} = 1$. Quindi, ogni riga dell'operatore \mathbf{S} mostra le quote appartenenti a ciascun subsistema, mentre le colonne rappresentano proprio i subsistemi in termini dalla produzione necessaria per sostenere la domanda finale. Tuttavia, la somma degli elementi lungo le righe è ancora priva di senso ma, se pre-moltiplichiamo l'operatore \mathbf{S} per una opportuna matrice diagonale, tale operazione diviene invece possibile. Condizione necessaria è che gli elementi di questa matrice diagonale siano espressi in termini omogenei. In letteratura, è stato proposto il fattore lavoro (Momigliano e Siniscalco, 1982), il valore aggiunto (Heimler, 1991) o, nel caso che ci interessa più direttamente, la spesa in innovazione (Montesor, 1994, Schnabl, 1995) o gli addetti relative all'R&S (Momigliano e Siniscalco, 1984; Marengo e Sterlacchini, 1990). In ogni caso, il modello è dato dalla:

$$\mathbf{R} = \hat{\mathbf{r}} \mathbf{S} = \hat{\lambda}^{-1} \mathbf{B} \hat{\mathbf{y}} \quad (4)$$

dove λ esprime la produttività del lavoro impiegato o la spesa per unità di output.

Questa diversa formulazione dei subsistemi permette di ottenere, ad esempio, una decomposizione dell'utilizzo del fattore lavoro impiegato nell'R&S che entra nella domanda finale, poiché ogni *entry* della matrice \mathbf{R} , ovvero il generico elemento r_{ij} , indica il lavoro attivato nel settore i -esimo necessario per soddisfare la domanda finale del settore j -esimo. Si tratta quindi del lavoro di ricerca incorporato nella produzione dell' j -esimo bene finale. Poiché si tratta di lavoro, che è espresso in termini omogenei, possiamo sommare sia gli elementi lungo le colonne sia lungo le righe. Nell'ultimo caso otteniamo il lavoro complessivamente attivato nell'ambito della ricerca e sviluppo dalla domanda finale di un specifico settore, mentre nel primo abbiamo il valore complessivo degli addetti nell'R&S in un determinato settore. In quest'ultimo caso riotteniamo proprio il dato che viene utilizzato per creare la matrice diagonale $\hat{\mathbf{r}}$.

Di particolare rilevanza sono gli elementi posti lungo la diagonale della matrice \mathbf{R} , ovvero r_{ii} , poiché esprimono quanta ricerca di un settore è dovuta alla domanda finale dello stesso. In sostanza, si tratta della ricerca effettuata all'interno di ogni settore. Se il rapporto tra innovazione di processo e quella totale, ovvero $r_{ij} / \sum_j r_{ij}$, è elevato allora ci sono scarsi effetti di *spillover* tra il settore i -esimo e il resto del sistema economico e, per alcuni autori, questo fatto indica la presenza di innovazione di processo (Scherer 1982, 1984; Schnabl, 1994).

Quest'approccio può essere facilmente esteso per tenere conto anche della dimensione spaziale. Ad esempio, Gregori e Schachter (1999) considerano un'economia biregionale, costituita dal Nord e dal Sud d'Italia, rappresentata dalla:

$$\mathbf{R} = \hat{\mathbf{r}}\mathbf{S} = \hat{\lambda}^{-1} \mathbf{B}\hat{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} \hat{\lambda}^N & 0 \\ 0 & \hat{\lambda}^S \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{NN} & \mathbf{B}^{NS} \\ \mathbf{B}^{SN} & \mathbf{B}^{SS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{y}}^N & 0 \\ 0 & \hat{\mathbf{y}}^S \end{bmatrix} \quad (5)$$

dove $\lambda = (\lambda^N, \lambda^S)'$ è il vettore delle produttività regionali del lavoro e:

$$\mathbf{B}^{NN} = \left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{NN}) - \mathbf{A}^{NS} (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{SS})^{-1} \mathbf{A}^{SN} \right]^{-1}; \quad (6)$$

$$\mathbf{B}^{NS} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{NN})^{-1} \mathbf{A}^{NS} \left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{SS}) - \mathbf{A}^{SN} (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{NN})^{-1} \mathbf{A}^{NS} \right]^{-1}; \quad (7)$$

$$\mathbf{B}^{SN} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{SS})^{-1} \mathbf{A}^{SN} \left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{NN}) - \mathbf{A}^{NS} (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{SS})^{-1} \mathbf{A}^{SN} \right]^{-1}; \quad (8)$$

$$\mathbf{B}^{SS} = \left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{SS}) - \mathbf{A}^{SN} (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{NN})^{-1} \mathbf{A}^{NS} \right]^{-1}; \quad (9)$$

mostrano gli usuali moltiplicatori intra ed interregionali, che tengono conto degli effetti di *spillover* e *feedback* (Miller e Blair, 2006). Ovviamente questo schema può essere agevolmente esteso ad un numero qualunque di regioni in quanto può essere inquadrato nel seguente sistema di contabilità nazionale:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{T} & \mathbf{Y} & \mathbf{x} \\ \mathbf{W} & & \\ \mathbf{x}' & & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{T}^{11} & \mathbf{T}^{12} & \dots & \mathbf{T}^{1R} & \mathbf{y}^{11} & \mathbf{y}^{12} & \dots & \mathbf{y}^{1R} & \mathbf{x}^1 \\ \mathbf{T}^{21} & \mathbf{T}^{22} & \dots & \mathbf{T}^{2R} & \mathbf{y}^{21} & \mathbf{y}^{22} & \dots & \mathbf{y}^{2R} & \mathbf{x}^2 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \mathbf{T}^{R1} & \mathbf{T}^{R2} & \dots & \mathbf{T}^{RR} & \mathbf{y}^{R1} & \mathbf{y}^{R2} & \dots & \mathbf{y}^{RR} & \mathbf{x}^R \\ \mathbf{w}_1^1 & \mathbf{w}_1^2 & \dots & \mathbf{w}_1^R & & & & & \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & & & & & \\ \mathbf{w}_G^1 & \mathbf{w}_G^2 & \dots & \mathbf{w}_G^R & & & & & \\ \mathbf{x}^{1'} & \mathbf{x}^{2'} & \dots & \mathbf{x}^{R'} & & & & & \end{bmatrix} \quad (10)$$

ove \mathbf{T} è la matrice di dimensione $(NR \times NR)$ dei flussi a livello globale con $n = 1, \dots, N$ settori e $k = 1, \dots, R$ regioni. In questa impostazione, la generica matrice $(N \times N)$ dei flussi bilaterali relativi al commercio interregionale è data dalla \mathbf{T}^{rs} , che mostra le vendite intermedie dai settori della regione r a quelli di s . Anche la matrice della domanda finale \mathbf{Y} è di dimensione $(NR \times R)$ in accordo con la suddivisione adottata. Questa mette in evidenza le vendite di beni e servizi da parte di ogni regione ai consumatori finali di tutto il paese. Infine, la matrice relativa ai pagamenti dei G fattori produttivi è data da \mathbf{W} – di dimensione $(G \times NR)$ – mentre il vettore della produzione totale \mathbf{x} ha dimensione $(NR \times 1)$. Naturalmente, questo

schema può essere utilizzato anche in un sistema mondiale e permette di definire delle opportune misure relative al commercio internazionale che presentiamo nella sezione seguente.

3. MISURE DI COMMERCIO INTERNAZIONALE IN VALORE AGGIUNTO

In questa sezione prendiamo in esame l'analisi del commercio internazionale secondo il cosiddetto approccio del *trade in value added* e del *value added in trade* (Stehrer, 2012). Consideriamo ancora un sistema con $n = 1, \dots, N$ settori e $k = 1, \dots, R$ paesi, come indicato nella (10), che implica $(NR \times NR)$ flussi di beni intermedi. Poiché la matrice dei coefficienti di input, che descrivono la tecnologia a livello mondiale, è data dalla:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z} \hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (11)$$

possiamo considerare ancora il modello leonteffiano:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} = \mathbf{B} \sum_{i=1}^R \mathbf{f}^i \quad (12)$$

ove la domanda finale è anche espressa dalla:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}^1 \\ \vdots \\ \mathbf{y}^c \\ \vdots \\ \mathbf{y}^R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{11} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{c1} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{R1} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{1c} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{cc} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{Rc} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{1R} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{cR} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{RR} \end{bmatrix} = \mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^c + \dots + \mathbf{f}^R$$

Johnson and Noguera (2012) si soffermano proprio su questa decomposizione della domanda finale per paese enfatizzando il ruolo del vettore del prodotto necessario per soddisfare la domanda del generico paese c :

$$\mathbf{q}^c = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f}^c \quad (13)$$

con $\mathbf{x} = \sum_{c=1}^R \mathbf{q}^c$. Prendendo spunto dalla (13), Koopman *et al.* (2014) suggeriscono di esprimere questa formulazione in modo compatto, raccogliendo tutte le domande finali dei diversi paesi in un'unica opportuna matrice:

$$\begin{bmatrix} q^{11} & q^{12} & \dots & q^{1R} \\ q^{21} & q^{22} & \dots & q^{2R} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ q^{R1} & q^{R2} & \dots & q^{RR} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{11} & \mathbf{B}^{12} & \dots & \mathbf{B}^{1R} \\ \mathbf{B}^{21} & \mathbf{B}^{22} & \dots & \mathbf{B}^{2R} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{B}^{R1} & \mathbf{B}^{R2} & \dots & \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{11} & \mathbf{y}^{12} & \dots & \mathbf{y}^{1R} \\ \mathbf{y}^{21} & \mathbf{y}^{22} & \dots & \mathbf{y}^{2R} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{y}^{R1} & \mathbf{y}^{R2} & \dots & \mathbf{y}^{RR} \end{bmatrix} \quad (14)$$

ovvero

$$[q^1 \dots q^c \dots q^R] = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} [f^1 \dots f^c \dots f^R] \quad (15)$$

$$\mathbf{Q} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{F} \quad (16)$$

ove la matrice della produzione \mathbf{Q} e quella della domanda finale \mathbf{F} sono ora di dimensione $(NR \times R)$ con

$$q^c = \sum_{s=1}^R q^{cs} \quad \text{e} \quad \mathbf{y}^c = \sum_{s=1}^R \mathbf{y}^{cs}.$$

Se consideriamo la matrice diagonale $\hat{\mathbf{v}}$ con i coefficienti del valore aggiunto lungo la diagonale possiamo finalmente ricavare la matrice del valore aggiunto:

$$\hat{\mathbf{v}} \mathbf{B} \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \hat{v}^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \hat{v}^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \hat{v}^R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q^{11} & q^{12} & \dots & q^{1R} \\ q^{21} & q^{22} & \dots & q^{2R} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ q^{R1} & q^{R2} & \dots & q^{RR} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{v}^1 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{1g} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{v}^1 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{1g} \mathbf{y}^{gR} \\ \hat{v}^2 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{2g} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{v}^2 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{2g} \mathbf{y}^{gR} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{v}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{Rg} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{v}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{Rg} \mathbf{y}^{gR} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Si tratta di una matrice a blocchi in cui quelli posti lungo la diagonale principale esprimono il valore aggiunto prodotto in un paese e dovuto alla domanda finale dello stesso. Ad esempio, il primo blocco in alto a sinistra mostra il valore aggiunto dei settori del primo paese attivato dalla sua domanda finale. Se ci spostiamo alla sua destra troveremo il valore aggiunto del primo paese generato dalla domanda finale del secondo e così via sino al valore aggiunto dovuto dalla domanda finale dell' R -esimo paese. Analogamente se ci muoviamo lungo la colonna dei blocchi troviamo il valore aggiunto generato in tutti gli stati ma generati dalla domanda finale del primo paese. In modo analogo si possono interpretare tutte le sottomatrici della (17).

Questa matrice del valore aggiunto fornisce dei saldi interessanti. Come detto, se sommiamo gli elementi lungo una riga otteniamo il valore aggiunto di un settore che appartiene ad un paese, mentre la somma degli elementi lungo una colonna è il valore aggiunto generato da una specifica domanda finale in tutti i settori di tutti i paesi. È quindi immediato calcolare le vendite all'estero ovvero le esportazioni da un paese ad un altro, diciamo da c ad s , in termini di valore aggiunto:

$$\mathbf{e}_{VA}^{cs} = \hat{\mathbf{v}}^c \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{cg} \mathbf{y}^{gs} \quad (18)$$

come pure nel mondo:

$$\mathbf{m}_{VA}^c = \hat{\mathbf{v}}^c \sum_{s \neq c}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{cg} \mathbf{y}^{gs} \quad (19)$$

In modo perfettamente simmetrico si possono ottenere le importazioni di c da s e dal mondo:

$$\mathbf{e}_{VA}^{sc} = \hat{\mathbf{v}}^s \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{sg} \mathbf{y}^{gc} \quad (20)$$

$$\mathbf{m}_{VA}^c = \hat{\mathbf{v}}^s \sum_{s \neq c}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{sg} \mathbf{y}^{gc} \quad (21)$$

Da queste è immediato ricavare il saldo commerciale bilaterale in termini di valore aggiunto:

$$\mathbf{t}_{VA}^{cs} = \mathbf{u} \hat{\mathbf{v}}^c \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{cg} \mathbf{y}^{gs} - \mathbf{u} \hat{\mathbf{v}}^s \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{sg} \mathbf{y}^{gc} \quad (22)$$

che differisce da quello usuale di contabilità nazionale che è invece espresso in termini lordi:

$$\mathbf{t}_G^{cs} = \mathbf{u} (\mathbf{A}^{cs} \mathbf{x}^s + \mathbf{y}^{cs}) - \mathbf{u} (\mathbf{A}^{sc} \mathbf{x}^c + \mathbf{y}^{sc}) \quad (23)$$

poiché quello bilaterale è dato da:

$$\mathbf{e}_G^{cs} = \mathbf{A}^{cs} \mathbf{x}^{cs} + \mathbf{y}^{cs} \quad (24)$$

L'osservazione che i valori del commercio bilaterale possano differire se misurati in termini lordi o netti (valore aggiunto) ha spinto a riconsiderare il saldo commerciale di alcuni paesi, come ad esempio quello tra la Cina e gli Stati Uniti, anche se è pur sempre verificata l'identità dei saldi lordi e netti di ogni paese:

$$\sum_{s=1}^R \mathbf{t}_{VA}^{cs} = \sum_{s=1}^R \mathbf{t}_G^{cs} \quad (25)$$

L'analisi qui svolta, che si basa sulla (17), è equivalente a quella nota in letteratura come *value added in trade* o *trade in factors*, che viene invece definita come il valore aggiunto contenuto nelle esportazioni e importazioni lorde (Trefler e Zhu, 2010). Quest'ultimo si ottiene applicando la matrice ottenuta dal prodotto della matrice diagonale dei coefficienti del valore aggiunto per l'inversa leonteffiana al vettore che contiene le importazioni lorde del generico paese c nonché il valore totale di tutte le esportazioni all'estero, ovvero

$$\mathbf{e}_G^c = \sum_{l \neq c}^R \mathbf{e}_G^{cl}:$$

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{11} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{1c} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{1R} \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{c1} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{cc} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{cR} \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{R1} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{Rc} & \dots & \hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\mathbf{e}_G^{1c} \\ \vdots \\ \sum_{l \neq c}^R \mathbf{e}_G^{cl} \\ \vdots \\ -\mathbf{e}_G^{Rc} \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -\hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{11} \mathbf{e}_G^{1c} + \dots + \hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{1c} \mathbf{e}_G^c + \dots - \hat{\mathbf{v}}^1 \mathbf{B}^{1R} \mathbf{e}_G^{Rc} \\ \vdots \\ -\hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{c1} \mathbf{e}_G^{1c} + \dots + \hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{cc} \mathbf{e}_G^c + \dots - \hat{\mathbf{v}}^c \mathbf{B}^{cR} \mathbf{e}_G^{Rc} \\ \vdots \\ -\hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{R1} \mathbf{e}_G^{1c} + \dots + \hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{Rc} \mathbf{e}_G^c + \dots - \hat{\mathbf{v}}^R \mathbf{B}^{RR} \mathbf{e}_G^{Rc} \end{bmatrix} \quad (26)$$

In questo modo si ottiene un vettore che esprime proprio il valore aggiunto contenuto nel commercio (lordo) tra il paese c e gli altri. Kuboniwa (2014) dimostra ma in un sistema al massimo di tre paesi, che la funzione di trasferimento implicita nella (26) ammette un'unica soluzione per l'output che è esattamente pari a quello che si ricava dalla (12). In altre parole, il sistema Input/Output di riferimento con output, valore aggiunto e commercio internazionale lordo, da cui si ricavano le matrici ed i vettori espressi nella (26), è unico. Manca una dimostrazione per il caso generale con R paesi ma è intuibile che esiste una corrispondenza biunivoca, come verificato dalle numerose verifiche empiriche effettuate.

Stehrer (2012) propone un approccio diverso, noto come “*trade in value added*”, in cui la domanda finale estera genera valore aggiunto locale secondo la:

$$e_{VA}^c = [0 \dots \hat{v}^c \dots 0] \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{11} & \dots & \mathbf{B}^{1R} \\ \mathbf{B}^{21} & \dots & \mathbf{B}^{2R} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{B}^{R1} & \dots & \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{11} + \dots + \mathbf{y}^{1c-1} + 0 + \mathbf{y}^{1c+1} + \dots + \mathbf{y}^{1R} \\ \mathbf{y}^{21} + \dots + \mathbf{y}^{2c-1} + 0 + \mathbf{y}^{2c+1} + \dots + \mathbf{y}^{2R} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{R1} + \dots + \mathbf{y}^{Rc-1} + 0 + \mathbf{y}^{Rc+1} + \dots + \mathbf{y}^{RR} \end{bmatrix} \quad (27)$$

mentre le importazioni sono dovute alla domanda finale nazionale:

$$m_{VA}^c = [\hat{v}^1 \dots \hat{v}^{c-1} \ 0 \ \hat{v}^{c+1} \dots \hat{v}^R] \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{11} & \dots & \mathbf{B}^{1R} \\ \mathbf{B}^{21} & \dots & \mathbf{B}^{2R} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{B}^{R1} & \dots & \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y}^{1c} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{2c} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{Rc} \end{bmatrix} \quad (28)$$

Tuttavia, è immediato verificare che la (28) e la (19) sono equivalenti in quanto:

$$e_{VA}^c = [\hat{v}^c \mathbf{B}^{c1} \dots \hat{v}^c \mathbf{B}^{cc} \dots \hat{v}^c \mathbf{B}^{cR}] \begin{bmatrix} \sum_{s \neq c}^R \mathbf{y}^{1s} \\ \sum_{s \neq c}^R \mathbf{y}^{2s} \\ \vdots \\ \sum_{s \neq c}^R \mathbf{y}^{1s} \end{bmatrix} =$$

$$= \hat{v}^c \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{cg} \sum_{s \neq c}^R \mathbf{y}^{gs} = \hat{v}^c \sum_{s \neq c}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{cg} \mathbf{y}^{gs} \quad (29)$$

Ovviamente, in questa impostazione i vettori dei coefficienti del valore aggiunto:

$$\mathbf{v}_D^c = [0 \dots \mathbf{v}^c \dots 0] \quad (30)$$

$$\mathbf{v}_E^c = [\mathbf{v}^1 \dots \mathbf{v}^{c-1} \ 0 \ \mathbf{v}^{c+1} \dots \mathbf{v}^R]$$

e della domanda finale:

$$\mathbf{f}_E^c = \mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^{c-1} + \mathbf{f}^{c+1} + \dots + \mathbf{f}^R \quad (31)$$

sono tali per cui $\mathbf{v}^c = \mathbf{v}_D^c + \mathbf{v}_E^c$, $\mathbf{y} = \mathbf{f}^c + \mathbf{f}_E^c$.

Nagengast e Stehrer (2016) definiscono le esportazioni in termini di valore aggiunto come:

$$VAX^c = \mathbf{v}_D^c \mathbf{B} \mathbf{f}_E^c = \mathbf{u} \mathbf{e}_{VA}^c \quad (32)$$

che è anche pari al valore aggiunto del generico paese c assorbito dalla domanda finale estera. È quindi possibile definire in modo analogo le importazioni e quindi il saldo della bilancia commerciale:

$$VAM^c = \mathbf{v}_E^c \mathbf{B} \mathbf{f}^c = \mathbf{u} \mathbf{m}_{VA}^c \quad (33)$$

$$\mathbf{t}_{VA}^c = \mathbf{e}_{VA}^c - \mathbf{m}_{VA}^c = \mathbf{v}_D^c \mathbf{B} \mathbf{f}_E^c - \mathbf{v}_E^c \mathbf{B} \mathbf{f}^c = \mathbf{v}_D^c \mathbf{x} - \mathbf{v} \mathbf{B} \mathbf{f}^c = GDP^c - \mathbf{u} \mathbf{f}^c = NX^c \quad (34)$$

È evidente che abbiamo ritrovato anche in questo caso la ben nota identità di contabilità nazionale. In questa impostazione è facile ricavare anche il valore del commercio bilaterale in termini di valore aggiunto:

$$\mathbf{t}_{VA}^{cs} = \mathbf{v}_D^c \mathbf{B} \mathbf{f}^s - \mathbf{v}_D^s \mathbf{B} \mathbf{f}^c \quad (35)$$

che è il corrispettivo della (22).

In conclusione, possiamo affermare che il pregio principale della letteratura che ha preso in esame il valore aggiunto degli scambi commerciali è quello di aver messo in evidenza come le misure tradizionali basate sui valori lordi possano essere fuorvianti poiché includono parte della produzione che non è stata realizzata nel paese ma semplicemente importata da altri paesi. Se il saldo totale di un paese non differisce quando vien calcolato a valori lordi o netti, quelli bilaterali possono essere fortemente distorti e provocare l'impressione di una forte deficit o surplus commerciale verso alcune aree territoriali. In modo simile, gli spillover di R&S possono non essere accuratamente misurati se imputati in modo non corretto a chi effettivamente ha realizzato l'attività di ricerca e la prossima sezione cercherà di indagare questo aspetto.

4. UNA SINTESI TRA GLI APPROCCI

La sezione precedente si basa su Gregori (2016), che nota la sostanziale somiglianza tra gli approcci per l'analisi del commercio internazionale in termini di valore aggiunto e quello mediante subsistemi. Infatti, le proposte precedenti si rifanno a delle versioni particolari del modello sraffiano:

$$\mathbf{V} = [v_{ij}^{cs}] = \hat{\mathbf{v}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} \hat{v}^1 \mathbf{B}^{11} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{v}^1 \mathbf{B}^{1c} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{v}^1 \mathbf{B}^{1R} \hat{\mathbf{y}}^R \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{v}^c \mathbf{B}^{c1} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{v}^c \mathbf{B}^{cc} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{v}^c \mathbf{B}^{cR} \hat{\mathbf{y}}^R \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{v}^R \mathbf{B}^{R1} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{v}^R \mathbf{B}^{Rc} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{v}^R \mathbf{B}^{RR} \hat{\mathbf{y}}^R \end{bmatrix} \quad (36)$$

che ha pure il vantaggio di non essere influenzata dalle variazioni dei prezzi (Rampa, 1982, Momigliano e Siniscalco, 1982), se accettiamo la cosiddetta *double deflation*, in quanto:

$$\mathbf{V} = \hat{\mathbf{v}}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} = (\hat{\mathbf{v}}^{-1} \hat{\mathbf{p}}^{-1}) (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{p}} \bar{\mathbf{A}} \hat{\mathbf{p}}^{-1}) (\hat{\mathbf{p}} \hat{\mathbf{y}}) = (\hat{\mathbf{v}}^{-1}) (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1} (\hat{\mathbf{y}}) \quad (37)$$

ove i valori soprassedgnati da una barra indicano le quantità fisiche.

Convienne allora considerare nuovamente la matrice relativa all'R&S di tutti i paesi considerati:

$$\mathbf{R} = [r_{ij}^{cs}] = \hat{\mathbf{r}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} \hat{r}^1 \mathbf{B}^{11} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{r}^1 \mathbf{B}^{1c} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{r}^1 \mathbf{B}^{1R} \hat{\mathbf{y}}^R \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{r}^c \mathbf{B}^{c1} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{r}^c \mathbf{B}^{cc} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{r}^c \mathbf{B}^{cR} \hat{\mathbf{y}}^R \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{r}^R \mathbf{B}^{R1} \hat{\mathbf{y}}^1 & \dots & \hat{r}^R \mathbf{B}^{Rc} \hat{\mathbf{y}}^c & \dots & \hat{r}^R \mathbf{B}^{RR} \hat{\mathbf{y}}^R \end{bmatrix} \quad (38)$$

da cui trarre alcuni indicatori già proposti in letteratura con riferimento ad un unico sistema economico. Abbiamo già detto che gli elementi lungo la diagonale (r_{ij}^{ll}) sono ritenuti essere una *proxy* dell'innovazione di processo, ovvero effettuata all'interno di ogni settore (Scherer, 1982; Schnabl, 1994). Inoltre, possiamo prendere in esame il dato di partenza per costruire la matrice diagonale dei coefficienti di ricerca ovvero l'attività svolta all'interno di ogni settore di un qualunque paese in termini di spesa o di addetti. Abbiamo anche detto che, per costruzione, questa è anche pari alla somma di tutti gli elementi posti lungo la relativa riga della matrice \mathbf{R} ovvero $\left(r_{i.}^l = \sum_k \sum_j r_{ij}^{lk} \right)$. Quindi si può calcolare la percentuale di R&S che, per Marengo e Sterlacchini (1990), viene trasferita direttamente o indirettamente agli altri settori:

$$\alpha_i^l = \frac{r_{i.}^l - r_{ii}^{ll}}{r_{i.}^l} \quad (39)$$

In realtà, si tratta della quota di R&S attivata nell' i -esimo settore da tutte le altre domande finali degli altri settori nazionali ed esteri. Se ci focalizziamo esclusivamente su questi ultimi possiamo ricavare anche un ulteriore indicatore che può essere utilizzato per misurare anche quali nazioni contribuiscono di più alla generazione di innovazione. Infatti, è possibile specializzare la (39):

$$\alpha_i^{lk} = \frac{\sum_j r_{ij}^{lk} - r_{ii}^{ll}}{\sum_j r_{ij}^{lk}} \quad (40)$$

ed ottenere un ranking tra i diversi paesi.

Un'altra misura proposta da Marengo e Sterlacchini (1990) può essere fornita dalla R&S catturato in ogni subsistema ovvero:

$$r_{.j}^l = \sum_k \sum_i r_{ij}^{lk} \quad (41)$$

Questo indice può essere utilizzato per esprimere la percentuale di R&S in ogni subsistema che viene acquisita dagli altri settori al netto dell'innovazione di processo:

$$\beta_j^l = \frac{r_{.j}^l - r_{ii}^{ll}}{r_{.j}^l} \quad (42)$$

Anche in questo caso possiamo dettagliare l'indicatore a livello di paese:

$$\beta_j^{lk} = \frac{\sum_j r_{ij}^{lk} - r_{ii}^{ll}}{\sum_j r_{ij}^{lk}} \quad (43)$$

e vedere in quale nazione la domanda finale della j -esima branca del paese l -esimo ha un impatto maggiore.

Una sintesi delle misure proposte permette pure di distinguere tra industrie che sono autonome o dipendenti dalla ricerca altrui. Questa discriminazione tra settori tecnologicamente dipendenti ed industrie in cui l'R&S è pervasivo si basa sulla:

$$\delta_i^l = \frac{r_{.j}^l - r_{ii}^{ll}}{r_{.i}^l} \quad (44)$$

Secondo Marengo e Sterlacchini (1990) si tratta del rapporto tra gli acquisiti netti ed i trasferimenti di R&S o più correttamente tra quelli che sono maggiormente attivati dalla domanda esterna e quelli che attivano gli altri settori. A tale proposito possiamo utilizzare la tassonomia suggerita da Montresor (1994), che

definisce i settori con elevata pervasività in termini di R&S come quelli che presentano un valore di δ_i^l inferiore a 0.2, mentre per $0.2 < \delta_i^l < 1$ le industrie sono debolmente pervasive. Per valori elevati dell'indice, ovvero con $\delta_i^l > 3$, i settori sono fortemente dipendenti ovvero debolmente dipendenti se $1 < \delta_i^l < 3$.

I collegamenti e gli effetti netti con gli altri paesi si possono cogliere meglio se facciamo riferimento all'approccio che ha analizzato il ruolo del valore aggiunto nel commercio internazionale. Partiamo con l'esaminare l'approccio del *trade in value added*. In questo caso, possiamo ottenere una misura che ci indica quanto l'innovazione dipenda dalla domanda estera sulla base della:

$$[0 \dots \hat{r}^c \dots 0] \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{11} & \dots & \mathbf{B}^{1R} \\ \mathbf{B}^{21} & \dots & \mathbf{B}^{2R} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{B}^{R1} & \dots & \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum_{i \neq c} y^{1i} \\ \sum_{i \neq c} y^{2i} \\ \vdots \\ \sum_{i \neq c} y^{Ri} \end{bmatrix} \quad (45)$$

Si tratta evidentemente di una matrice ($NR \times R$) vuota eccetto che per i settori del paese sotto indagine, in questo caso il c -esimo. Se ci soffermiamo sulla matrice ($N \times R$) notiamo che la (45) mostra come la domanda di beni finali degli altri paesi si è riversata in quest'ultimo attivando produzione e ricerca. Si tratta di un approccio diverso da quello utilizzato sopra per definire gli indicatori (39)-(44), in quanto esclude la domanda interna, ma che permette comunque di ricavare un ranking tra i paesi che attivano la ricerca nei diversi settori del paese c -esimo. Si tratta di un'informazione che può essere utilizzata congiuntamente con l'indice (39).

In modo simmetrico si possono analizzare gli effetti all'estero, relativamente all'R&S, dovuti alla domanda finale nazionale. In questo caso il modello diviene:

$$[\hat{r}^1 \dots \hat{r}^{c-1} \ 0 \ \hat{r}^{c+1} \dots \hat{r}^R] \begin{bmatrix} \mathbf{B}^{11} & \dots & \mathbf{B}^{1R} \\ \mathbf{B}^{21} & \dots & \mathbf{B}^{2R} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{B}^{R1} & \dots & \mathbf{B}^{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y^{1c} \\ y^{2c} \\ \vdots \\ y^{Rc} \end{bmatrix} \quad (46)$$

Anche qui abbiamo una matrice di dimensione ($NR \times R$) ma vuota solo con riferimento al paese di cui prendiamo in considerazione la domanda finale. I valori ottenuti possono anche in questo caso essere utilmente confrontati con quelli forniti dalla (43). Infine, possiamo pure calcolare il saldo della ricerca attivata tra il paese c -esimo e quello s -esimo sulla base della:

$$\mathbf{t}_{RD}^{cs} = \mathbf{r}_D^c \mathbf{B} \mathbf{f}^s - \mathbf{r}_D^s \mathbf{B} \mathbf{f}^c \quad (47)$$

con $\mathbf{r}_D^c = [0 \dots \mathbf{r}^c \dots 0]$, $\mathbf{r}_D^s = [0 \dots \mathbf{r}^s \dots 0]$, alla stregua di quanto esposto in precedenza con riferimento alla (35). Se il saldo è positivo allora la domanda finale del paese s -esimo ha attivato più ricerca in quello c -esimo di quanto avviene nella direzione opposta, viceversa se il saldo è negativo. Ovviamente tale analisi può essere fatta anche a livello settoriale.

Ovviamente le (45)-(46) vanno replicate per tutti i paesi considerati e quindi generano un sistema ($NR \times NR$) ovvero della stessa dimensione di quello considerato dalla (38). A questo proposito appare più opportuno prendere in esame l'approccio equivalente al *value added in trade* proposto da Johnson e Noguera (2012) per ricavare il seguente sistema:

$$\hat{\mathbf{r}} \mathbf{B} \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{r}}^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \hat{\mathbf{r}}^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \hat{\mathbf{r}}^R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{q}^{11} & \mathbf{q}^{12} & \dots & \mathbf{q}^{1R} \\ \mathbf{q}^{21} & \mathbf{q}^{22} & \dots & \mathbf{q}^{2R} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mathbf{q}^{R1} & \mathbf{q}^{R2} & \dots & \mathbf{q}^{RR} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{r}}^1 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{1g} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{\mathbf{r}}^1 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{1g} \mathbf{y}^{gR} \\ \hat{\mathbf{r}}^2 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{2g} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{\mathbf{r}}^2 \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{2g} \mathbf{y}^{gR} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{\mathbf{r}}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{Rg} \mathbf{y}^{g1} \dots \hat{\mathbf{r}}^R \sum_{g=1}^R \mathbf{B}^{Rg} \mathbf{y}^{gR} \end{bmatrix} \quad (48)$$

Si tratta ancora di una matrice a blocchi costituiti però da vettori di dimensione ($NR \times R$). I vettori posti lungo la diagonale esprimono la ricerca prodotta in un paese e dovuta alla domanda finale dello stesso, mentre i vettori al di sopra e/o al di sotto di questo mostrano l'R&S generata al di fuori di quella nazione. Consideriamo, ad esempio, l'insieme di vettori posti lungo la prima colonna. Il primo vettore, di dimensione ($N \times 1$), esprime la ricerca generata dalla domanda finale del primo paese. Quello posto immediatamente al di sotto, sempre di dimensione ($N \times 1$), individua la ricerca realizzata nel secondo paese, ma sempre dovuta alla domanda finale del primo, e quindi a seguire in tutti gli altri paesi sino all' R -esimo. Lo stesso ragionamento vale per la seconda colonna della (48) che esprime la ricerca generata dalla domanda finale del secondo paese e così via sino all'ultima colonna, che è in funzione della domanda finale del paese R -esimo.

La matrice individuata dalla (48) può essere letta per righe o per colonne. Come in precedenza, dal ranking degli elementi posti sulla prima riga ricaviamo l'informazione su quale domanda finale aumenta di più l'R&S realizzato nel primo settore del primo paese. Al contrario, la lettura per colonna della (48) rivela dove la domanda finale del primo settore del primo paese impatta di più a livello

settoriale e mondiale. La diversità con l'approccio del *trade in value added* risiede nel fatto che ora consideriamo tutte le domande finali contemporaneamente così come fatto con l'analisi per sottosistemi. In ultima analisi, quest'ultimo appare preferibile perché essendo più ampio permette di ottenere come caso particolare tutte le informazioni fornite dall'analisi speculare al *value added in trade*.

5. CONCLUSIONI

In questo lavoro abbiamo confrontato due approcci che sebbene apparentemente distanti sono in realtà strettamente collegati tra loro. Il primo ha preso in esame i sistemi nazionali di innovazione allo scopo di evidenziare quali settori siano particolarmente rilevanti in termini di R&S. La metodologia utilizzata è del tipo *demand driven*, ovvero basata sulle matrici Input/Output. In sintesi, l'attività in R&S è il risultato di una spinta che nasce dalla domanda di beni e servizi, prodotti dalle diverse branche settoriali in cui si articola il sistema economico. L'ampia letteratura sorta alla fine del secolo scorso ha evidenziato i settori, in contesti nazionali e regionali, che sono più pervasivi ai flussi di innovazione e ricerca.

Il secondo approccio si è affermato invece più recentemente in letteratura, con riferimento al commercio internazionale. Esso si basa sull'uso di informazioni sul commercio intersettoriale in un mondo sempre più integrato dal punto di vista produttivo. Infatti, le usuali misure sul commercio bilaterale, desunte dalle importazioni ed esportazioni lorde, possono risultare fuorvianti se molti degli input intermedi sono prodotti all'estero, così come realizzato dalle *Global Supply Chains*. Ciò ha portato all'elaborazione di modelli, anch'essi basati sulle matrici Input/Output a livello internazionale, che forniscono una valutazione dei flussi del commercio internazionale in termini di valore aggiunto.

In realtà, entrambi gli approcci descritti si basano sulla nozione di sottosistema introdotta da Sraffa (1960). Il nostro contributo ha il pregio di evidenziare le somiglianze tra le due impostazioni e mostrare come alcuni degli indicatori di innovazione possano essere estesi anche ad un'analisi di tipo internazionale. In particolare appare utile l'impostazione del *trade in value added* per calcolare i saldi dei flussi di innovazione tra due paesi e per verificare anche la loro dipendenza in termini di R&S. Resta comunque evidente come i cardini del modello siano la nozione di settore verticalmente integrato e la formulazione fornita da Momigliano e Siniscalco (1980) per analizzare quale domanda finale spinge l'innovazione incorporata nei prodotti anche a livello internazionale.

Ricordiamo infine che sono disponibili diverse banche dati che forniscono tavole Input/Output multinazionali. Tra quelle più usate ricordiamo il sistema

WIOD che si focalizza sull'Europa (Dietzenbacher *et al.*, 2013), il progetto EORA (Lenzen *et al.*, 2013) e le tavole redatte dall'OCSE per i paesi industrializzati. Un limite di queste banche dati è che esse non contengono dati esaustivi su R&S. Se infatti queste tavole fossero integrate da informazioni sull'innovazione si potrebbero utilmente analizzare le relazioni di interdipendenza innovativa tra i paesi maggiormente industrializzati. In merito a quest'ultimo punto lasciamo aperta l'agenda ad ulteriori ricerche future.

- Acs, Z. J., Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., Licht, G. (2017). National systems of innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 42(5), 997-1008.
- Bernstein, J. I. (1989). The structure of Canadian inter-industry R & D spillovers, and the rates of return to R & D. *The Journal of Industrial Economics*, 315-328.
- Cainelli, G., Mazzanti, M., Montresor, S. (2012). Environmental innovations, local networks and internationalization. *Industry and Innovation*, 19(8), 697-734.
- Ciriaci, D., Montresor, S., Palma, D. (2015). Do KIBS make manufacturing more innovative? An empirical investigation of four European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 95, 135-151.
- DeBresson, C., Sirilli, G., Hu, X., Luk, F. K. (1994). Structure and location of innovative activity in the Italian economy, 1981-85. *Economic Systems Research*, 6(2), 135-158.
- DeBresson, C. (1996). *Economic Interdependence and Innovative Activity: An I/O Analysis*. Cheltenham, Edward Elgar.
- Dietzenbacher, E. (2000). Spillovers of innovation effects. *Journal of Policy Modelling*, 22(1), 27-42.
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M., de Vries, G. (2013). The Construction of World Input-Output Tables in the WIOD Project. *Economic Systems Research*, 25(1), 71-98.
- Drejer, I. (2000). Comparing Patterns of Industrial Interdependence in National Systems of Innovation – A Study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States. *Economic Systems Research*, 12, 377-399.
- Economic System Research* (1997). Special issue: *Intersectoral spillover*, 9 (2).
- Edquist, C. (a cura di) (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organisations*. Pinter, London.
- Harada, T. (2016). Estimating innovation input-output matrix and innovation linkages in the East Asian region and the USA. *Journal of Economic Structures*, 5(1), 9.
- Gregori, T. (2016). *International Value Added Trade: a subsystem approach*. Paper presentato alla 57th annual conference SIE, Milano.
- Gregori, T., Schachter, G. (1999). Assessing aggregate structural change. *Economic Systems Research*, 11(1), 67-82.
- Johnson, R. C., Noguera, G. (2012). Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added. *Journal of International Economics*, 86(2), 224-36.
- Kay, L., Youtie, J., Shapira, P. (2016). Inter-industry knowledge flows and sectoral networks in the economy of Malaysia. *Knowledge Management Research & Practice*, 14(3), 280-294.
- Koopman, R., Wang, Z., Wei, Z. (2014). Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports. *American Economic Review*, 104(2), 459-94.
- Kostova, T., Beugelsdijk, S., Scott, W. R., Kunst, V. E., Chua, C. H., van Essen, M. (2019). The construct of institutional distance through the lens of different institutional

- perspectives: Review, analysis, and recommendations. *Journal of International Business Studies*, 1-31.
- Kuboniwa, M. (2014). Bilateral Equivalence between Trade in Value-Added and Value-Added Content of Trade. *IER Discussion Paper Series A.601*, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University, Tokyo, Japan.
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Geschke, A. (2013). Building Eora: a global multi-region input-output database at high country and sector resolution. *Economic Systems Research*, 25(1), 20-49.
- Leoncini, R., Maggioni, M.A., Montresor, S. (1996). Intersectoral Innovation Flows and National Technological Systems: Network Analysis for Comparing Italy and Germany. *Research Policy*, 25, 415-430.
- Malerba, F. (1993). The national system of innovation: Italy, in Nelson, R. R. (ed.), *National innovation systems: a comparative analysis*, Oxford Un. Press, New York.
- Marengo, L., Sterlacchini, A. (1990). Intersectoral technology flows. Methodological aspects and empirical applications. *Metroeconomica*, 41, 19-39.
- Miller, R.E., Blair, P.D. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University press, Cambridge.
- Momigliano, F., Siniscalco, D. (1982). The growth of service employment: a reappraisal. *BNL Quarterly Review*, 142, 269-306.
- Momigliano, F., Siniscalco, D. (1984). Technology and international specialization. *BNL Quarterly Review*, 150, 257-84.
- Montresor, S. (1994). Sistemi nazionali di innovazione italiano e tedesco. *L'industria*, 3, 457-502.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press, Oxford.
- Nagengast, A. J., Stehrer, R. (2016). The Great Collapse in Value Added Trade. *Review of International Economics*, 24(2), 392-421.
- Pasinetti, L.L. (1973). The notion of vertical integration in economic analysis. *Metroeconomica*, 25(1), 1-29.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral pattern of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13, 343-73.
- Robson, M., Townsend, J., Pavitt, K. (1988). Sectoral pattern of production and use of innovation in UK:1945-1983. *Research Policy*, 17, 1-14.
- Schütz, M. H. (2017). Australia's regional innovation systems: inter-industry interaction in innovative activities in three Australian territories. *Economic Systems Research*, 29(3), 357-384.
- Scherer, F. M. (1982). Inter-industry technology flows in the United States. *Research Policy*, 11, 227-45.
- Schnabl, H. (1994). The Evolution of Production Structures, Analyzed by A Multi-Layer Procedure. *Economic Systems Research*, 6, 51-68.
- Schnabl, H. (1995). The Subsystem-MFA: a qualitative method for analyzing national innovation systems – the case of Germany. *Economic Systems Research*, 4, 383-96.
- Sraffa, P. (1960). *Production of commodities by means of commodities*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stehrer, R. (2012). Trade in Value Added and the Value Added in Trade. *Wiiw Working Paper, Nr. 81*, The Vienna Institute for International Economic Studies, Vienna.
- Trefler, D., Zhu, S. (2010). The Structure of Factor Content Predictions. *Journal of International Economics*, 82(2), 195-207.
- Wolff, E. N., Nadiri, I.M. (1993). Spillover effects, linkage structure, and research and development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 4(2), 315-331.

Flessibilità esterna del lavoro e innovazione. Un'analisi empirica sulle imprese del Friuli Venezia Giulia

SAVERIA CAPELLARI, LAURA CHIES, ELENA PODRECCA, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Questo contributo ha l'obiettivo di analizzare il nesso tra la flessibilità esterna del lavoro (o flessibilità contrattuale) e la probabilità di generare un output innovativo da parte delle imprese. Utilizzando un dataset originale "employer-employee" – frutto del lavoro congiunto dei ricercatori del DEAMS, Università di Trieste, e dell'Ente di ricerca Area Science Park – la nostra analisi si basa su un campione di imprese di capitali localizzate in Friuli Venezia Giulia, per le quali oltre ai dati di bilancio sono disponibili anche le informazioni sul turnover occupazionale e sull'innovazione. L'analisi risulta di particolare interesse data la localizzazione delle imprese nella regione classificata nelle statistiche europee come "strong innovator", unica tra le regioni italiane. L'evidenza empirica mostra che i contratti con durata breve, rispetto a quelli di più lunga durata, riducono significativamente la probabilità che le imprese scelgano strategie di innovazione produttiva. La conferma dell'effetto unidirezionale dalla durata contrattuale sulla probabilità di innovazione emerge anche dai risultati del modello logit multinomiale. Infine, la localizzazione produttiva e dei servizi ha un ruolo importante sulla probabilità di innovare e nelle province di Pordenone e Trieste, in cui l'attività produttiva è rispettivamente ancorata sull'innovazione industriale e scientifico-tecnologica, l'uso di rapporti flessibili risulta essere più contenuto rispetto alle altre province.

This study analyzes the link between external flexibility of labor (or contractual flexibility) and firm's probability of generating an innovative output. We use a novel "employer-employee" dataset derived from the joint work by the researchers of DEAMS, University of Trieste, and the Research Authority Area Science Park. The investigation focuses on a sample of corporations located in the region Friuli Venezia Giulia in 2017, for which information on both employee turnover and innovation is available in addition to balance sheet data. The analysis is of particular interest given the location of companies in a region classified in the EU-RIS report as a strong innovator, unique among the Italian regions. The results show that fixed-term contracts, compared to open-ended ones, significantly reduce the probability of adopting innovation strategies. The duration of employment contracts has a unidirectional effect on the probability of innovation that also emerges from the results of a multinomial logit approach. Finally, the location of production and services plays an important role in the probability of undertaking innovation. Particularly, in the provinces of Pordenone and Trieste – where productive activity is anchored on industrial and scientific-technological innovation respectively – the use of flexible labor contracts is limited with respect to the other provinces.

KEYWORDS

Flessibilità esterna del lavoro; innovazione; analisi regionale
External flexibility of labor; innovation; regional analysis

1. INTRODUZIONE

La flessibilità (esterna) del lavoro è stata al centro del dibattito di politica economica italiano ed europeo sin dai primi anni novanta. A partire dall'influente OECD Job Study (1994), rendere il mercato del lavoro più flessibile è stato considerato uno dei punti cardine di una strategia più ampia volta a ridurre la disoccupazione e a stimolare la crescita della produttività. L'idea è che una maggior flessibilità del lavoro dovrebbe da un lato favorire l'aggiustamento dell'offerta di lavoro alle mutevoli condizioni del mercato e dall'altro assicurare un miglior incontro tra domanda e offerta di *skills*, con effetti positivi rispettivamente sull'occupazione e sulla dinamica della produttività (OECD, 1994; European Commission, 2007). In anni più recenti la flessibilità del mercato del lavoro è tornata in cima alla lista delle riforme attuate dai governi sud europei come mezzo per stimolare crescita e occupazione dopo la doppia recessione del 2008-2009 e 2011-2012, mentre allo stesso tempo l'innovazione e il progresso tecnologico si rivelavano strategie chiave per la sopravvivenza e la crescita delle imprese (Cetrulo *et al.* 2019).¹

Due ricchi filoni di letteratura hanno analizzato rispettivamente la relazione empirica tra flessibilità e occupazione e tra flessibilità e crescita della produttività, con risultati complessivamente non conclusivi, che in qualche modo riflettono le controversie tra diverse cornici teoriche, in particolare la cornice neoclassica, quella evoluzionista e schumpeteriana.² Scarsamente indagato, invece, è il nesso tra flessibilità esterna del lavoro e innovazione.

Anche in questo caso la natura del legame non è univoca dal punto di vista teorico. Secondo una prima ipotesi una maggior flessibilità esterna potrebbe favorire la diffusione di nuove idee e dell'innovazione, in quanto sarebbe associata ad organizzazioni orizzontali in cui lavoratori e conoscenza si muovono frequentemente sia all'interno che all'esterno dell'organizzazione (Cetrulo *et al.*, 2019). Ma una maggior flessibilità esterna potrebbe anche influenzare negativamente l'attività innovativa d'impresa, attraverso vari canali. Ad esempio, l'incertezza circa la durata dei rapporti di lavoro che caratterizza i contratti temporanei potrebbe avere effetti negativi sulla fiducia, la lealtà e la cooperazione tra impresa e lavoratori e potrebbe disincentivare l'accumulazione di conoscenza specifica all'impresa (Lucidi e Kleinknecht, 2010; Kleinknecht *et al.*, 2014; Lorenz, 1999; Michie e Sheehan-Quinn, 2001 e 2005; Kleinknecht e Naastepad, 2005; Cetrulo *et al.*, 2019). La conoscenza specifica dell'impresa comprende la cosiddetta co-

¹ Vedi anche i riferimenti ivi indicati.

² Passare in rassegna questa sterminata letteratura non è tra gli scopi di questo lavoro. Per due rassegne critiche rispettivamente su flessibilità e occupazione e su flessibilità e dinamica della produttività si rimanda a Vergeer e Kleinknecht (2012) e a Podrecca (2016).

noscenza tacita, accumulata da lavoratori e imprenditori attraverso l'esperienza pratica, che è difficile da imitare (Kleinknecht, 1998). L'investimento sistematico in conoscenza tacita da parte dell'impresa crea una barriera all'entrata contro gli imitatori, e assicura all'impresa profitti monopolistici che incentivano l'innovazione (Kleinknecht *et al.*, 2014). In breve, lo stock di conoscenza tacita è vitale per lo sviluppo di innovazioni, e la sua accumulazione dipende fortemente dall'esistenza di relazioni di lavoro stabili e di ambienti organizzativi che favoriscono la fiducia e la cooperazione tra lavoratori e impresa. La flessibilità del lavoro, invece, tenderebbe ad incoraggiare strategie competitive basate sui costi (in particolare sul costo del lavoro) piuttosto che sull'innovazione e la qualità (Cetrulo *et al.*, 2019).

Al contrario della conoscenza tacita specifica all'impresa, la conoscenza tecnologica è più o meno nota pubblicamente (Kleinknecht, 1998). Alcuni autori (Kleinknecht e Naastepad, 2005; Kleinknecht *et al.*, 2014) suggeriscono che l'intensità del legame tra lavoro temporaneo e innovazione può dipendere dal modello di innovazione dominante nel settore di attività principale dell'impresa, e in particolare dalla natura della base di conoscenze richieste per l'innovazione. La relazione negativa tra lavoro flessibile e innovazione sarebbe più rilevante per modelli di innovazione che si basano su conoscenza tacita specifica all'impresa accumulata nel tempo,³ ma meno importante per modelli che si basano principalmente su conoscenza pubblicamente disponibile.⁴

Un legame indiretto tra lavoro temporaneo e innovazione potrebbe infine derivare dall'accumulazione di capitale umano. Rapporti di lavoro temporanei tendono a ridurre gli incentivi all'investimento in formazione dei lavoratori da parte dell'impresa e all'investimento in competenze specifiche all'impresa da parte dei lavoratori, dato che la breve durata dei benefici futuri attesi riduce il rendimento degli investimenti. Quest'intuizione generale è stata espressa formalmente da diversi contributi. Ad esempio nei modelli di Acemoglu (1997a, 1997b) se le scelte tecnologiche sono endogene e quando si considerino le complementarità tra le qualifiche della forza lavoro e le scelte tecnologiche, la flessibilità esterna può avere effetti negativi sull'innovazione e sul cambiamento tecnologico. Se i rapporti di lavoro sono di breve durata le imprese non investono in formazione dei lavoratori e in Ricerca e Sviluppo (R&S) in quanto i rendimenti addizionali della formazione e della conoscenza derivante dalla R&S andrebbero a beneficio di lavoratori che probabilmente presto lasceranno l'impresa. Analogamente, se le imprese non investono in R&S e nuova tecnologia non pagheranno salari adeguatamente alti e i lavoratori non investiranno in capitale umano. In conclusione:

³ Settori Schumpeter mark 2.

⁴ Settori Schumpeter mark 1.

relazioni di lavoro a lungo termine sarebbero fondamentali per l'innovazione e il cambiamento tecnologico.

Date le diverse argomentazioni teoriche, che suggeriscono risultati opposti quanto ai possibili effetti della flessibilità esterna sull'innovazione, è interessante guardare ai risultati empirici. Sino ad oggi solo pochi contributi hanno analizzato la relazione empirica tra la flessibilità esterna del lavoro, approssimata con l'incidenza dei contratti temporanei, e l'innovazione, con risultati variegati. Arvanitis (2005), in uno studio su dati per imprese svizzere, trova una correlazione positiva tra lavoro temporaneo e innovazione, che l'autore spiega con la necessità di assumere specialisti su base temporanea per il processo di R&S. I contributi di Altuzarra e Serrano (2010) e Hirsch e Mueller (2012) suggeriscono la presenza di effetti non lineari dei contratti temporanei sull'innovazione, a seconda del loro peso relativo sul totale della forza lavoro impiegata nell'impresa. Zhou *et al.* (2011) trovano che una maggior quota di lavoro temporaneo è negativamente associata alle vendite di prodotti innovativi⁵ e positivamente associata alle vendite di prodotti imitativi.⁶ Un gruppo più ampio di lavori sottolinea invece un persistente impatto negativo della flessibilità esterna sulla dinamica dell'innovazione. Gli studi di Michie e Sheehan (2001, 2003) su microdati a livello di impresa per il Regno Unito, trovano una correlazione negativa tra lavoro temporaneo e varie misure di innovazione. Lo studio di Franceschi e Mariani (2015) sul settore manifatturiero italiano trova che sia la probabilità di presentare una richiesta di brevetto che il numero di richieste annue di brevetti si riducono all'aumentare della quota di lavoro temporaneo. Risultati analoghi si trovano in Lucidi e Kleinknecht (2010). Infine Cetrulo *et al.* (2019) analizzano la relazione tra lavoro temporaneo e innovazione di prodotto su dati longitudinali settoriali per cinque paesi europei, trovando una robusta relazione negativa, che tende ad essere più marcata per i settori ad alta e media tecnologia.

Nel complesso, i risultati riguardo alla direzione e all'importanza della relazione empirica tra lavoro temporaneo e innovazione non sono conclusivi.

Il presente lavoro vuole contribuire a questo filone di ricerca, analizzando la relazione tra lavoro temporaneo e innovazione da una prospettiva diversa da quella seguita da gran parte della letteratura. In particolare vogliamo verificare se e in che modo le scelte passate delle imprese quanto ai tipi di contratto utilizzati per le assunzioni abbiano effetti rilevanti sull'output di innovazione corrente. Due sono le domande di ricerca che ci poniamo: i) se la percentuale di assunzioni con contratti di breve durata sul totale delle assunzioni effettuate in

⁵ Nuovi per il mercato.

⁶ Nuovi per l'impresa, ma non per il mercato.

passato abbia un effetto sull'output di innovazione corrente; ii) se tale effetto sia diverso per imprese appartenenti a settori con diverso livello tecnologico.

L'analisi si avvale di una ricca base dati longitudinali su imprese che operano nella Regione Friuli Venezia Giulia, costruita incrociando i dati a livello d'impresa del dataset "*Innovation Intelligence*" di Area Science Park e i dati sulle comunicazioni obbligatorie dell'Osservatorio regionale del lavoro del Friuli Venezia Giulia. La focalizzazione sul caso del Friuli Venezia Giulia è particolarmente interessante in quanto si tratta dell'unica regione italiana classificata attualmente come *strong innovator* a livello europeo, in un contesto nazionale classificato come *moderate innovator* (European Commission, 2019a).

Il resto del lavoro è organizzato come segue: le caratteristiche del sistema innovativo del Friuli Venezia Giulia sono espone nel paragrafo 2; i dettagli sulla base dati e sul modello utilizzato per l'analisi sono descritti nel paragrafo 3; il paragrafo 4 presenta i risultati delle stime econometriche. Le considerazioni conclusive sono delineate nel paragrafo 5.

2. IL SISTEMA INNOVATIVO DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

La tendenza all'agglomerazione delle attività innovative in aree territoriali con particolari caratteristiche è stata ampiamente documentata da numerosi filoni di indagine economica appartenenti anche a matrici teoriche piuttosto diverse. Se infatti nell'analisi *mainstream* si fa riferimento al ruolo che le esternalità nella produzione della conoscenza e dell'innovazione possono produrre sull'intorno geografico in cui si realizzano, nell'approccio evolutivo è il ruolo della conoscenza tacita, dei network tra le imprese e ricercatori e tra imprese e istituzioni scientifiche, a generare dei benefici che, per definizione, non possono che ricadere in ambiti territoriali limitati (tra gli altri Breschi e Lissoni, 2001; Breschi e Malerba, 2001; Bottazzi e Peri, 2002).

Occorre sottolineare, inoltre, che la crescita delle attività innovative è trainata da un insieme di condizioni che caratterizzano il sistema innovativo regionale e locale. Se infatti a livello nazionale si definisce il contesto istituzionale dei Sistemi Innovativi Nazionali (SIN) (Freeman 1987; Lundvall 1992; Soete *et al.*, 2010), è a livello regionale e locale che si possono identificare quei fattori localizzativi che spiegano le traiettorie disomogenee di crescita dell'innovazione nelle diverse aree geografiche (SIN e cluster innovativi, si veda tra gli altri Cooke *et al.*, 1997).

Su questa base teorica, sostenuta da numerose evidenze empiriche, a partire dalla fine degli anni '90 si è predisposta a livello europeo una sistematica rilevazione di indicatori volti a misurare il livello di innovatività delle regio-

ni europee e a considerarne le caratteristiche peculiari, alla luce del fatto che l'innovazione è un fenomeno dal carattere sistemico (European Commission, 2019a e 2019b).

Gli indicatori utilizzati possono essere raggruppati nel modo seguente:

- misure di input nel processo innovativo: spese in R&S pubbliche e private e precursori diretti dell'innovazione, come brevetti, marchi e design;
- misure dirette di output innovativo: quota di piccole e medie imprese (PMI) che introducono innovazioni di processo e prodotto, di organizzazione e di marketing; PMI che innovano all'interno dell'impresa;
- alcune variabili di contesto: anzitutto il livello di scolarizzazione post-secondaria, la formazione permanente, le co-pubblicazioni scientifiche (e quelle più citate) e la collaborazione delle PMI per l'innovazione;
- una variabile di risultato: l'andamento dell'occupazione nei settori a media e alta tecnologia. Quest'ultimo è l'unico indicatore considerato che può misurare, sia pur indirettamente, l'effetto dell'innovazione sulla crescita delle imprese.

Su questa base vengono creati quattro gruppi (*innovation leaders, strong innovators, moderate and modest innovators*) che categorizzano sia i sistemi innovativi nazionali che regionali. In linea generale le regioni più innovative sono inserite in contesti nazionali appartenenti ai primi due raggruppamenti. Il Friuli Venezia Giulia fa eccezione e nel 2019 compare come *strong innovator* in un contesto nazionale classificato come *moderate innovator* (European Commission, 2019a). Come si può notare dalla Tabella 1, per il FVG l'indicatore composito che sintetizza l'innovatività assume il valore più alto tra le regioni italiane più innovatrici, pari a 97.⁷ Tra il 2011 e il 2019 tale indice è cresciuto del 7,7%, un tasso di crescita maggiore rispetto alla media delle regioni europee.

Va detto che il Friuli Venezia Giulia oramai da molti anni si collocava nel gruppo delle regioni italiane più innovatrici e inoltre, dopo il 2008, la sua struttura produttiva aveva reagito alla crisi con un aumento delle attività innovative. I dati sulla quota di imprese che introducono innovazioni di processo e di prodotto e sulle spese in R&S tra il 2008 e il 2010 mostravano infatti un andamento migliore delle altre regioni italiane maggiormente innovative.

Uno sguardo agli specifici indicatori della Tabella 1 consente di identificare le caratteristiche salienti del sistema innovativo regionale.

⁷ Gli indicatori si riferiscono alla posizione nel 2019 fatta pari a 100 la media UE nel 2011.

TABELLA 1 – Indicatori di sistema innovativo. Un confronto tra alcune regioni italiane*

	<i>Media 243 regioni UE</i>	<i>Strong Innovator</i> –	<i>Moderate Innovator</i> +		
		<i>Friuli-Venezia Giulia</i>	<i>Veneto</i>	<i>Emilia-Romagna</i>	<i>Lombardia</i>
Innovation Index	104,7	96,99	88,92	93,32	90,73
Rate of Change (2011-2019) in %	4,7	7,7	7,7	11,1	8,0
Design applications		156,17	169,3	143,37	115,1
Epo patent applications		95,43	81,58	101,6	77,2
Employment medium and high tech manufacturing & knowledge-intensive services		115,51	117,33	132,84	164,77
Innovative SMEs collaborating with others		65,37	42,61	38,03	62,16
Lifelong Learning		98,02	84,16	93,07	80,2
Marketing or Organisational Innovators		107,23	104,48	101,15	111,19
Most-cited publications		100,61	95,28	92,26	110,78
Non-R&D innovation expenditures		151,32	112,83	100,48	95,29
Population with tertiary education		60,76	56,12	65,82	81,86
Product or process innovators		134,86	132,15	139,42	129,77
Public-private co-publications		100,63	63,41	90,17	107,95
R&D expenditure business sector		84,39	87,08	114,46	90,21
R&D expenditure public sector		104,24	71,35	82,2	58,9
SMEs innovating in-house		143,87	136,15	153,68	139,04
Sales of new-to-market and new-to-firm innovations		114,97	115,66	115,23	115,57
Scientific co-publications		187,09	123,52	145,54	128,1
Trademark applications		118,2	185,62	158,23	161,21

* Gli indicatori si riferiscono alla posizione delle regioni nel 2019, fatta pari a 100 la media UE nel 2011.

FONTE: European Commission (2019a).

Le attività in cui la regione eccelle rispetto alle altre regioni sono quelle indicate in grassetto nella tabella 1. Si notino anzitutto gli indicatori di input, la spesa in R&S, in particolare nella R&S pubblica, le domande di protezione del design, i brevetti EPO (*European Patent Office*). Negli ultimi anni cresce molto significativamente anche la R&S privata, ma questa resta comunque inferiore a quella di altre regioni innovatrici come l'Emilia Romagna e la Lombardia.

Tra gli indicatori di output si noti la quota di PMI che innovano all'interno dell'impresa e di quelle che risultano innovatrici di processo e prodotto.

Nelle condizioni di contesto i migliori risultati sono ottenuti nelle co-pubblicazioni scientifiche e i peggiori nella debolezza strutturale delle regioni del Nord Est per quanto riguarda la formazione post-secondaria.

Va segnalato infine che nella collaborazione per le attività innovative, particolarmente bassa in Italia (dato segnalato spesso come una delle debolezze che caratterizza il SIN rispetto a quelli del Nord Europa), la regione si distingue per essere, assieme alla Lombardia, quella con valore dell'indicatore relativamente più elevato.

L'occupazione dei settori a media e alta tecnologia registra un andamento positivo ma piuttosto contenuto, in particolare se confrontato con gli andamenti di Lombardia ed Emilia Romagna.

La necessaria considerazione degli indicatori del sistema innovativo regionale non deve far dimenticare che i vantaggi localizzativi hanno una dimensione locale, in cui contano la prossimità tra imprese, Università, centri di ricerca e parchi scientifici, assieme ai caratteri della struttura produttiva locale. Sotto questo profilo la regione ha una struttura molto articolata, con l'area di Trieste che si qualifica per la presenza dell'Università e di numerosi centri di ricerca nazionali e internazionali e di Area Science Park (il primo parco scientifico italiano, fondato nel 1978), mentre, nell'area di Udine, alla presenza dell'Università si accomuna una maggiore presenza del settore manifatturiero di piccole e medie imprese (esportatrici). Ancora più fortemente caratterizzata da una specializzazione manifatturiera è la provincia di Pordenone, mentre quella di Gorizia è connotata dalla presenza della cantieristica navale.

Va infine ricordato che, essendo una regione a Statuto Speciale, il Friuli Venezia Giulia ha potuto sviluppare già a partire dal 2005 una politica di sostegno all'innovazione.⁸

⁸ La Regione Friuli Venezia Giulia ha emanato il 10 novembre 2005 la Legge regionale, n. 26 "Disciplina generale in materia di innovazione, ricerca scientifica e sviluppo tecnologico", istituendo i distretti regionali dell'innovazione.

3. I DATI, I MODELLI DI ANALISI E LE VARIABILI

3.1 *Dati*

La fonte dei dati della nostra analisi è originale e costruita incrociando due archivi di microdati a livello d'impresa. Il primo, denominato *Innovation Intelligence* è stato messo a disposizione da Area Science Park (ASP). Si tratta di uno strumento nuovo, pensato ai fini di gestione delle politiche per l'innovazione, che integra i dati sulle imprese di capitale della Regione provenienti da fonti diverse, realizzato con il supporto della Regione Friuli Venezia Giulia, e che nell'impostazione metodologica si è giovato della collaborazione con il Dipartimento di scienze economiche, aziendali, matematiche e statistiche "B. de Finetti" dell'Università di Trieste (DEAMS). Esso riguarda un insieme di 21.469 imprese di capitali con sede legale o con unità localizzate in Friuli Venezia Giulia, e raccoglie dati sulle caratteristiche individuali d'impresa e di bilancio aggiornati al 31.12.2019.⁹ La seconda fonte dei dati è frutto di una collaborazione con l'Osservatorio del Lavoro della Regione Friuli Venezia Giulia e contiene le Comunicazioni Obbligatorie che le imprese della regione sono tenute a inviare ai Centri per l'Impiego per l'avviamento o la cessazione di ogni rapporto di lavoro. Si tratta quindi di un archivio amministrativo con chiave di raccordo impresa-lavoratore, che permette di seguire nel tempo il turnover occupazionale per 11.494 imprese contenute contemporaneamente anche nell'archivio *Innovation Intelligence*. Il periodo di osservazione è molto lungo e compreso tra l'anno 2000 e il 2018, inoltre l'archivio amministrativo utilizzato rileva circa 1,8 milioni di comunicazioni obbligatorie. Non si tratta quindi di un campione statisticamente rappresentativo delle imprese della regione, tuttavia esso comprende la totalità delle imprese classificate come innovative dall'Ente nazionale ASP, che ha come finalità principale lo studio e la trasmissione dell'innovazione alle imprese. Il campione, opportunamente anonimizzato, comprende tutte le imprese che hanno trasmesso almeno una comunicazione obbligatoria ai Centri per l'Impiego della regione Friuli Venezia Giulia nel periodo considerato.

La base di dati dispone di informazioni molto articolate che riguardano le caratteristiche standard delle imprese (età, dimensione, settore, settore tecnologico, assetto proprietario, indicatori di bilancio), le informazioni sui finanziamenti pubblici ottenuti (UE o regionali), fino a comprendere informazioni sulla propensione all'innovazione (indicatore sintetico costruito a partire da un insieme di indicatori diretti e indiretti di innovatività); sono presenti inoltre indicatori

⁹ Il dataset è il risultato di un'aggregazione ragionata di fonti di dati diverse sia interne che esterne all'Ente, tra le quali la più importante è quella di Infocamere.

sull'apertura internazionale (esportazione e appartenenza a gruppi internazionali) e dati dettagliati sui flussi delle assunzioni e delle cessazioni dei rapporti di lavoro (durate contrattuali, tipo di contratto, qualifica professionale, genere, età, cittadinanza). Per gli scopi della nostra analisi abbiamo costruito un indicatore aggregato di sintesi sulla totalità degli avviamenti al lavoro nel periodo 2000-2018. Tale indicatore, espresso in quote percentuali, è stato distinto in base alla durata dei rapporti di lavoro: quota dei contratti a tempo determinato con durata inferiore a 6 mesi sul totale degli avviamenti al lavoro, quota di rapporti di lavoro con durata superiore a 6 mesi e quota a tempo indeterminato.

3.2 Modelli e variabili

3.2.1 Flessibilità contrattuale e innovazione: modello probit

Al fine di esaminare il nesso tra flessibilità contrattuale e innovazione delle imprese, proponiamo il seguente modello probabilistico:

$$\Pr (Innova_i) = F (Durata contratto_i, Performance_i, Internazionale_i, Settore_i, Et\grave{a}_i, Dimensione_i, Province_j) \quad [1]$$

Nel modello [1] i indica l'impresa, j il cluster provinciale di localizzazione produttiva e dei servizi.

La variabile dipendente *Innova* è una variabile dicotomica che assume valore 1 se l'impresa è classificata innovatrice, e valore zero altrimenti. Essa è formulata a partire da un indicatore costruito dai ricercatori di ASP basato sull'aggregazione di più misure di input: il deposito di un brevetto all'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM) o all'EPO (European Patent Office) nel periodo 2013-2017; l'ottenimento di almeno un finanziamento regionale o europeo alla ricerca, sviluppo, innovazione, brevettazione, industrializzazione; la condizione di start-up innovativa o PMI innovativa (misura di output); inoltre, per le imprese con sede in Friuli Venezia Giulia e almeno 10 addetti, una stima della propensione a innovare basata su due fonti di dati: le rilevazioni ISTAT su innovazione e R&S (anni 2012 e 2014) e una selezione di caratteristiche di bilancio tali da rendere le imprese analizzate assimilabili o equiparabili a quelle delle indagini ISTAT su innovazione o R&S.

Il vettore *Durata contratto* include le variabili esplicative chiave del nostro modello e cattura la diversa durata contrattuale degli avviamenti al lavoro.¹⁰

¹⁰ Si considerano le singole Comunicazioni Obbligatorie trasmesse ai Centri per l'Impiego dalle imprese.

Questo vettore ha lo scopo di includere diverse forme contrattuali flessibili, similmente al lavoro di Michie e Sheehan (2003). Le tipologie contrattuali sono espresse in giorni di durata del rapporto di lavoro come quote rispetto al totale degli avviamenti dell'impresa *i-sima* avvenuti nel periodo 2000-2018. Le diverse durate sono raggruppate in base alla seguente classificazione: contratti con data di cessazione inferiore ai 6 mesi, contratti a tempo determinato superiore a sei mesi (ma che non vengono trasformati a tempo indeterminato alla loro scadenza) e contratti tempo indeterminato.

Si noti che le tipologie contrattuali catturano le scelte passate¹¹ delle imprese circa le tipologie dei contratti, mentre la variabile dipendente si riferisce all'innovazione corrente; ciò dovrebbe evitare i problemi di endogeneità che tipicamente affliggono le stime della relazione lavoro temporaneo-innovazione.

Poiché l'intensità della relazione tra lavoro temporaneo e innovazione potrebbe essere diversa per imprese appartenenti a settori con diversa intensità tecnologica e/o di conoscenza (Kleinknecht e Naastepaad, 2005; Kleinknecht *et al.*, 2014), in una specificazione diversa del modello introduciamo una serie di interazioni tra le quote di avviamenti distinte in base alla durata e le dummy *Settore*. Queste ultime segnalano il contenuto tecnologico del settore di appartenenza, secondo la tassonomia dell'Eurostat: imprese appartenenti a settori ad alto e medio-basso e basso contenuto tecnologico (*MHT*, *MMLT* e *MLT*) e ad alta intensità di conoscenza e tecnologia (*KIS_HT*). Nella specificazione proposta l'interazione omessa è quella con il settore tradizionale (*Tradiz*).

L'eterogeneità delle imprese è catturata nel modello dalle seguenti covariate.

Performance è rappresentata dal ROE suddiviso in 4 classi (1-4.*Roe_Class*, dove 1. è negativo e 4. è ottimo, la classe più elevata) che segnalano la redditività del capitale proprio di ciascuna impresa.¹² Nelle nostre specificazioni la classe omessa è *1.Roe_Class*.

Poiché alcuni contributi (Grossman e Helpman, 1991; Wagner, 2007; Buddelmeyer *et al.*, 2009; Damijan *et al.*, 2010) ritengono come potenzialmente rilevante per l'innovazione l'orientamento dell'impresa verso l'esportazione, il modello include tra le covariate anche la variabile binaria *Internazionale*,¹³ che

¹¹ A partire dall'anno 2000 fino al 2018.

¹² Indicatore rappresentato dal rapporto tra utile o perdita esercizio e il totale patrimonio netto nel periodo 2013-2017. Vengono definite 4 classi di merito: pessimo o negativo: tra -20% e 0%; medio: tra 0% e +5%; buono: tra +5% e +25%; ottimo: >+25%.

¹³ Viene calcolato solo per le imprese con sede legale in Friuli Venezia Giulia. L'algoritmo di calcolo della propensione si basa su due fonti di dati: le rilevazioni ISTAT su esportazioni e l'appartenenza a gruppi di imprese, derivante da un'elaborazione qualitativa ASP su fonti multiple (tra cui il registro gruppi Infocamere e quello ISTAT). Il grado di propensione è calcolato come media ponderata degli indicatori sottostanti e cresce in parallelo con essi. Ne discende che: imprese con valori più alti di esportazioni totali avranno maggiore propensione rispet-

definisce il grado di propensione all'internazionalizzazione delle imprese; essa assume valore uno se l'impresa dichiara di esportare una quota del proprio fatturato o appartiene a gruppi multinazionali e valore zero altrimenti.

Il vettore *Età* comprende variabili dicotomiche corrispondenti alle classi di anni di attività delle imprese dall'anno della loro fondazione (<2 anni, 2-4 anni, 5-9 anni e 10+ anni) che assumono un valore uguale ad 1 se il numero di anni di esistenza dell'impresa è compreso nell'intervallo considerato e zero altrimenti. Nelle nostre stime la classe d'età <2 anni è la variabile omessa.

Il vettore *Dimensione* include quattro dummy che denotano la dimensione delle imprese per classi di occupati. *Micro* è uguale ad 1 se l'impresa ha meno di 9 dipendenti e valore zero altrimenti; *Piccola* assume valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti e valore zero altrimenti; *Media* ha valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 50 e 249 dipendenti e valore uguale a zero altrimenti. *Grande* se l'impresa ha più di 250 dipendenti. Nelle stime la dimensione *Piccola* è la variabile omessa.

Per cogliere l'eterogeneità individuale non osservata utilizziamo il vettore *Province* che include le quattro province della regione che presentano caratteristiche settoriali molto diverse sia per quanto riguarda i servizi che per le imprese industriali distinte in base al livello tecnologico e di conoscenza, come si rileva nel paragrafo 2. In alternativa abbiamo confrontato le imprese che hanno sede in regione con quelle con sede extra-regionale con il caveat che per le imprese che non hanno sede in FVG i due indicatori di propensione all'innovazione e all'internazionalizzazione sono sottostimati (vedi più sopra e nota 13).

3.2.2 Flessibilità contrattuale e innovazione: modello logit multinomiale

Per verificare la direzione del nesso causale tra la durata contrattuale e l'innovazione introdotta dalle imprese impieghiamo un modello logit multinomiale dove *Durata del contratto* è la variabile dipendente e *Innova* è tra le variabili indipendenti. L'impiego del modello logistico multinomiale è possibile data la natura categoriale e non ordinale della dipendente. Esso assume la seguente specificazione:

$$P_i(Y_k) = F(\text{Innova}_i, \text{Performance}_i, \text{Internazionale}_i, \text{Settore}_i, \text{Età}_i, \text{Dimensione}_i, \text{Province}_i) \quad [2]$$

dove Y_k cattura ciascuna delle diverse categorie della variabile dipendente che nel nostro caso assume 3 possibili esiti: (1) Contratto a tempo determinato con

to a imprese con valori più bassi o nulli di esportazioni totali; imprese appartenenti a gruppi multinazionali avranno maggiore propensione rispetto a imprese non appartenenti a gruppi multinazionali.

durata inferiore a 6 mesi; (2) Contratto a tempo determinato con durata superiore a 6 mesi e (3) Contratto a tempo indeterminato.

Le altre variabili del modello [2] sono comuni al modello [1] e sono definite nel paragrafo 3.2.1.

L'uso di questo modello ci consente di confermare e/o confutare i risultati ottenuti con il modello probit e di verificare la presenza di una causalità inversa tra durata contrattuale e innovazione. Il punto cruciale che vogliamo chiarire in questo lavoro è se siano le imprese che innovano di meno ad utilizzare prevalentemente le forme contrattuali atipiche con durata del rapporto di lavoro inferiore ai sei mesi. Inoltre, ai fini della nostra indagine, è anche rilevante capire quale sia la correlazione tra le diverse durate contrattuali e i settori tecnologici. Come specificato in precedenza (Cetrulo *et al.*, 2019), una relazione negativa tra lavoro flessibile e innovazione potrebbe essere maggiormente rilevante per modelli di innovazione che si basano su conoscenza tacita e specifica all'impresa.

Le statistiche descrittive delle variabili utilizzate nelle stime econometriche e la matrice di correlazione tra variabili sono contenute rispettivamente nelle Tabelle A1 e A2 dell'appendice a questo capitolo.

4. RISULTATI

I risultati delle stime del modello Probit sono presentati nella Tabella 2. Le tre colonne della tabella riportano rispettivamente gli effetti marginali del modello base (colonna 1) e delle due specificazioni che tengono conto alternativamente dell'effetto specifico della regione (colonna 2) e dell'interazione tra settori tecnologici e durata del rapporto di lavoro (colonna 3). Gli errori standard sono robusti all'eteroschedasticità.

Avere scelto di assumere lavoratori con contratti di durata inferiore ai sei mesi (*short_term*) ha chiaramente un impatto negativo sulla probabilità di innovare dell'impresa. L'incidenza appare piuttosto limitata nelle nostre analisi, con effetti marginali stimati che variano dal 5,8 al 2,8 per cento per le tre specificazioni, con una significatività della stima, tuttavia, molto elevata. Questo risultato appare quindi in linea con la letteratura che ha evidenziato come le imprese *labour intensive* tendano a sottoinvestire ed a non impegnarsi in processi di produzione innovativi (cfr. Michie e Sheehan, 2001 e 2003).

Nella specificazione della colonna 3, le interazioni tra l'uso di contratti di breve durata e il livello tecnologico non hanno effetti significativi: l'intensità della relazione negativa tra contratti flessibili e innovazione non sembra essere diversa per imprese appartenenti a settori con diverso contenuto tecnologico, evidenziato dalle variabili di interazione settore-durata. Una seconda conferma dei legami tra

probabilità di innovare e caratteristiche d'impresa concerne l'impatto degli effetti marginali stimati relativi ai settori tecnologici in cui l'impresa è attiva. Rispetto a imprese che operano in settori tradizionali, produrre in settori manifatturieri che adottano tecnologie di elevato profilo (MHT) aumenta del 21 per cento la probabilità di innovare. L'effetto marginale è più basso, ma comunque di un certo rilievo (12-13 per cento) per le imprese appartenenti a settori caratterizzati da una tecnologia medio-bassa (MMLT) e al settore dei servizi tecnologici o ad elevato contenuto di conoscenza (KIS_HT), mentre rimane positivo ma piuttosto contenuto (5-6 per cento) per le imprese di settori a basso contenuto tecnologico (MLT).

Un ulteriore elemento che rafforza la spinta innovativa delle imprese è la caratteristica individuata dalla covariata *Internazionale* che fa riferimento sia al volume delle esportazioni che all'appartenenza a gruppi multinazionali, i cui effetti marginali sono robusti nelle tre specificazioni, e variano dall'8,5 (colonna 2) al 9,3 per cento (colonne 1 e 3).

TABELLA 2 – Risultati modello Probit: Probabilità di innovare (effetti marginali)

VARIABILI		(1)	(2)	(3)
		dy/dx	dy/dx	dy/dx
Durata rapporto di lavoro	short_term	-0,0285** (0,0139)	-0,0380*** (0,0139)	-0,0481** (0,0226)
	medium_term	0,0397*** (0,0145)	0,0371** (0,0144)	0,0399*** (0,0145)
Settore Tecnologico	MHT	0,2104*** (0,0090)	0,2083*** (0,0089)	0,2033*** (0,0144)
	MMLT	0,1219*** (0,0087)	0,1177*** (0,0086)	0,1179*** (0,0148)
	MLT	0,0625*** (0,0097)	0,0604*** (0,0096)	0,0500*** (0,0161)
	KIS_HT	0,1309*** (0,0078)	0,1312*** (0,0078)	0,1220*** (0,0115)
	MHT_shortterm			0,0271 (0,0457)
	MMLT_shortterm			0,0147 (0,0437)
	MLT_shortterm			0,0454 (0,0465)
	KIS_HT_shortterm			0,0336 (0,0324)

Internazionale		0,0930***	0,0846***	0,0928***
		(0,0062)	(0,0063)	(0,0062)
Anni di attività in classi (< di 2 anni)	2-4 anni	-0,0616	-0,0953*	-0,0619
		(0,0545)	(0,0548)	(0,0545)
	5-9 anni	0,0209	-0,0061	0,0209
		(0,0235)	(0,0236)	(0,0235)
	10 anni e più	0,0716***	0,0433**	0,0712***
		(0,0217)	(0,0218)	(0,0217)
Dimensione in classi (Micro)	Piccola	0,1303***	0,1346***	0,1305***
		(0,0067)	(0,0066)	(0,0067)
	Media	0,1907***	0,2160***	0,1907***
		(0,0093)	(0,0098)	(0,0093)
	Grande	0,2146***	0,2726***	0,2142***
		(0,0114)	(0,0135)	(0,0114)
Province	Pordenone	0,0627***		0,0625***
		(0,0127)		(0,0127)
	Udine	0,0370***		0,0369***
		(0,0123)		(0,0124)
	Gorizia	0,0269*		0,0268*
		(0,0149)		(0,0149)
Trieste	0,0689***		0,0684***	
	(0,0136)		(0,0136)	
	FVG		0,0936***	
			(0,0100)	
Roe in Classi (1.Roe_Class)	2.Roe_Class	0,0312***	0,0303***	0,0311***
		(0,0093)	(0,0093)	(0,0094)
	3.Roe_Class	0,0152*	0,0142*	0,0150*
		(0,0083)	(0,0082)	(0,0083)
	4.Roe_Class	-0,0020	-0,0012	-0,0022
		(0,0090)	(0,0089)	(0,0090)
Osservazioni		10.137	10.137	10.137

Nota: Errori standard robusti in parentesi. Significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

Fonte: Nostre elaborazioni sul campione originale di imprese ottenuto dall'incrocio di due dataset: *Innovation Intelligence* e i dati dell'Osservatorio del Lavoro della la Regione Friuli Venezia Giulia

Passando all'analisi delle variabili di controllo per le caratteristiche strutturali d'impresa (età, dimensione) i risultati documentano quanto segue. Gli effetti stimati per il vettore età sono stabilmente significativi nelle tre specificazioni proposte solo per le imprese con una vita produttiva pari o superiore a 10 anni di attività, che hanno una maggiore probabilità di innovazione stimata tra il 7,1 (colonna 1 e 3) e il 4,3 per cento (colonna 2). Guardando invece alla dimensione delle imprese, rispetto alla dummy di controllo (*Micro*) le imprese di più grandi dimensioni presentano sempre una maggior probabilità di innovare, che varia dal 21 (colonne 1 e 3) al 27 per cento (colonna 2). Tali risultati sono robusti nelle tre specificazioni.

Un ultimo controllo viene effettuato rispetto alla capacità dell'impresa di produrre utili in rapporto al patrimonio netto della stessa (*Roe_Class*) per classi di performance dalla più limitata (la 2. - tra 0 e 5 per cento) alla più elevata (la 4. - superiore al 25 per cento). Tali misure sono riferite al quinquennio 2013-2017 precedente l'ultimo bilancio a cui si riferiscono i dati d'impresa (2018). Il risultato interessante è che sono proprio le imprese con un ROE più contenuto quelle che presentano un effetto marginale positivo e significativo pari al 3 per cento in tutte le tre specificazioni. Per cogliere parte dell'eterogeneità non spiegata dalle caratteristiche delle imprese, nel modello controlliamo per il ruolo ricoperto dai cluster provinciali delle stesse, che possono giocare un ruolo nel rafforzare la propensione all'innovazione, così come emerge dal paragrafo 2 sulle specificità locali nella ricerca e sviluppo della regione Friuli Venezia Giulia, e delle imprese con sede legale in regione rispetto a quelle che sono localizzate altrove. I risultati evidenziano che le imprese localizzate in FVG presentano una spinta innovativa più elevata (+9,6 per cento per la covariata *FVG*) rispetto a quelle localizzate fuori regione. Tale spinta è frutto soprattutto del contributo dei cluster delle province di *Trieste* (+6,9 per cento) e di *Pordenone* (+6,3 per cento) ed è più contenuta nelle altre due province, *Udine* e *Gorizia* (quest'ultima caratterizzata principalmente dalla cantieristica navale e dall'indotto relativo) i cui effetti marginali sono rispettivamente +3,7 e +2,7 per cento.

Nella seconda parte dell'analisi, impieghiamo il modello logit multinomiale per verificare da un lato che non ci sia inversione nel nesso causale tra la flessibilità contrattuale e l'innovazione, dall'altro che - al netto dell'innovazione - nello spiegare la flessibilità esterna del lavoro siano rilevanti alcune caratteristiche strutturali delle imprese che determinano la necessità di mantenere una quota più o meno elevata di posti di lavoro ad elevato turnover.

I risultati ottenuti dalle stime del modello [2] e riportati nella Tabella 3, avvalorano le nostre ipotesi. Infatti, la propensione ad innovare delle imprese non ha effetti significativi sull'uso di contratti a tempo determinato (colonna1). Questo

risultato sembra confermare l'ipotesi di assenza di inversione del nesso causale tra flessibilità e innovazione che abbiamo testato nel modello [1].

In secondo luogo, i contratti più flessibili (colonna 1), con durata inferiore ai sei mesi, hanno una probabilità inferiore ad essere impiegati nei settori tecnologici del manifatturiero, anche in quelli che adottano tecnologie produttive più limitate (-65 per cento) a differenza del settore dei servizi, per cui l'effetto, se pur debolmente negativo, non è significativo.

L'effetto degli anni di attività sembra essere un'ulteriore causa esplicativa. I contratti a termine sono un fattore di produzione molto importante soprattutto per le imprese più giovani, presenti dai 2 ai 9 anni sul mercato rispetto alle imprese entrate da meno di 2 anni. Per quanto riguarda, invece, le caratteristiche di controllo riferite alla dimensione e alla *performance*, in entrambi i casi all'aumentare del valore delle classi, la riduzione nell'uso dei contratti flessibili è più accentuata. Per quanto riguarda la localizzazione, poi, anche in questo caso è evidente un effetto negativo generalizzato e significativo nell'adozione di contratti flessibili e in modo particolare per la provincia di Trieste, ove sono maggiormente localizzate le imprese innovatrici di tipo scientifico-tecnologico.

TABELLA 3 – Risultati modello Logit Multinomiale: durata dei rapporti di lavoro e innovazione

VARIABILI(*)		(1)	(2)
Innova		-0,5235	-0,1309
		(0,3537)	(0,1653)
Settore Tecnologico	MHT	-0,6239*	-0,1086
		(0,3482)	(0,1649)
	MMLT	-0,4615*	-0,5925***
		(0,2402)	(0,1516)
	MLT	-0,6501**	-0,2527*
		(0,2905)	(0,1427)
	KIS_HT	-0,0725	0,0289
		(0,1407)	(0,0811)
Internazionale		-1,1629***	-0,7638***
		(0,2186)	(0,1082)

(*) Il caso base di riferimento è il Tempo indeterminato.

Anni di attività in classi (< di 2 anni)	2-4 anni	1,2804***	0,4098
		(0,4186)	(0,3305)
	5-9 anni	0,7877**	0,4315**
		(0,3309)	(0,2167)
	10 anni e più	-0,2575	-0,0333
		(0,3213)	(0,2055)
Dimensione in classi (Micro)	Piccola	-0,9000***	-1,3539***
		(0,1832)	(0,1218)
	Media	-0,5605*	-0,9318***
		(0,3235)	(0,1903)
	Grande	-2,1435***	-1,1910***
		(0,7300)	(0,2366)
Province	Pordenone	-0,4131*	-0,5469***
		(0,2424)	(0,1492)
	Udine	-0,4224*	-0,3251**
		(0,2283)	(0,1382)
	Gorizia	-0,4740*	-0,3700**
		(0,2650)	(0,1574)
Trieste	-0,6331**	-0,5428***	
	(0,2535)	(0,1517)	
Roe in Classi	1.Roe_Class	-0,7817***	-0,7969***
		(0,1610)	(0,0939)
	2.Roe_Class	-0,9811***	-1,1418***
		(0,1851)	(0,1068)
	3.Roe_Class	-1,1530***	-1,2837***
		(0,1668)	(0,0972)
	4.Roe_Class	-1,1271***	-1,1907***
		(0,1687)	(0,1035)
Costante	-1,4672***	-0,3517	
	(0,3470)	(0,2197)	
Osservazioni		11.494	11.494

Nota: Errori standard robusti in parentesi. Significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: Nostre elaborazioni sul campione originale di imprese ottenuto dall'incrocio di due dataset: Innovation Intelligence e i dati dell'Osservatorio del Lavoro della la Regione Friuli Venezia Giulia.

5. CONCLUSIONI

Questo contributo ha studiato l'effetto della flessibilità contrattuale sulla probabilità di innovazione da parte delle imprese e la probabilità di utilizzo di forme contrattuali flessibili in settori con diversa struttura tecnologica. La disponibilità di una base di dati originale "employer-employee" – frutto del lavoro congiunto dei ricercatori del DEAMS e dell'Ente di ricerca ASP – ci ha consentito di utilizzare un campione di imprese di capitali localizzate in Friuli Venezia Giulia con informazioni su caratteristiche relative sia alla struttura d'impresa che al turnover occupazionale. Si tratta di un'analisi di particolare interesse per comprendere se le imprese di una regione classificata nelle statistiche europee come "strong innovator", unica tra le regioni italiane, attivino strategie competitive basate sui costi (in particolare sul costo del lavoro flessibile) piuttosto che sugli investimenti in innovazione. In questo senso, i nostri risultati corroborano l'interpretazione *shumpeteriana* secondo la quale, lo stock di conoscenza tacita è fondamentale per lo sviluppo di innovazioni, e la sua accumulazione dipende strettamente da rapporti di lavoro stabili.

Noi osserviamo che i contratti con durata breve, rispetto a quelli di più lunga durata, riducono significativamente la probabilità che le imprese scelgano strategie di innovazione produttiva. L'effetto unidirezionale della durata contrattuale sulla probabilità di innovazione viene confermato dai risultati del modello logit multinomiale. Quest'ultimo evidenzia inoltre una relazione negativa tra l'appartenenza delle imprese a settori manifatturieri e l'uso di contratti di breve durata, senza distinzioni di rilievo rispetto al contenuto tecnologico.

Ulteriori fattori strutturali che comportano una maggiore spinta innovativa sono sicuramente il maggior numero di anni di attività e la dimensione aziendale, confermando che l'innovazione è un processo di lungo periodo che necessita di dimensioni d'impresa adeguate per la sua realizzazione. Un dato interessante che merita un ulteriore approfondimento è il ruolo che i risultati economici pregressi hanno nel determinare la probabilità di innovazione. I nostri risultati mettono in luce una relazione negativa tra la classe di ROE sperimentata negli anni precedenti e la probabilità di innovazione corrente; ciò potrebbe essere spiegato dal fatto che l'innovazione tende ad assorbire maggiori capitali propri nei periodi di attività antecedenti all'anno di osservazione dell'indicatore sulla propensione ad innovare.

La localizzazione produttiva e dei servizi ha infine un ruolo importante sulla probabilità ad innovare, e nelle province di Pordenone e Trieste, in cui l'attività economica è rispettivamente ancorata sull'innovazione industriale e scientifico-tecnologica, l'uso di rapporti flessibili risulta essere più contenuto.

APPENDICE

TABELLA A1 – Statistiche descrittive

Variabili	Osservazioni	Media	Dev. Standard	Min	Max
Innovazione	11.494	0,121	0,327	0	1
<i>Anni di attività in classi</i>					
< di 2 anni	11.494	0,003	0,051	0	1
2-4 anni	11.494	0,012	0,108	0	1
5-9 anni	11.494	0,149	0,356	0	1
10 anni e più	11.494	0,814	0,389	0	1
<i>Dimensione in classi</i>					
Micro	11.494	0,541	0,498	0	1
Piccola	11.494	0,246	0,431	0	1
Media	11.494	0,068	0,251	0	1
Grande	11.494	0,045	0,207	0	1
<i>Durata contrattuale</i>					
< 6 mesi	11.494	0,294	0,263	0	1
≥ 6 mesi	11.494	0,32	0,246	0	1
Tempo indeterminato	11.494	0,386	0,293	0	1
<i>Settori tecnologici</i>					
Manifatturiero High Tech	11.494	0,066	0,249	0	1
Manifatturiero Medium-Low Tech	11.494	0,097	0,297	0	1
Manifatturiero Low Tech	11.494	0,087	0,281	0	1
Servizi Elevata Conoscenza	11.494	0,179	0,383	0	1
<i>Roe in Classi</i>					
Basso (-20% e 0)	2.169	0,188	0,391	0	1
Medio (0.1% e 5%)	2.124	0,184	0,388	0	1
Elevato (5.1% e 25%)	3.506	0,305	0,460	0	1
Molto Elevato (più di 25%)	2.338	0,203	0,402	0	1
<i>Province</i>					
Pordenone	11.494	0,24	0,427	0	1
Udine	11.494	0,429	0,495	0	1
Gorizia	11.494	0,108	0,311	0	1
Trieste	11.494	0,157	0,364	0	1
FVG	11.494	0,843	0,364	0	1

FONTE: Nostre elaborazioni sul campione originale di imprese ottenuto dall'incrocio di due dataset: *Innovation Intelligence* e i dati dell'Osservatorio del Lavoro della la Regione Friuli Venezia Giulia.

TABELLA A2 – Matrice di correlazione tra le variabili

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
(1) innova	1,000											
(2) Eta_2	0,002	1,000										
(3) Eta2_4	-0,033***	-0,006	1,000									
(4) Eta5_10	-0,087***	-0,021**	-0,046***	1,000								
(5) Eta10_ePiu	0,099***	-0,107***	-0,228***	-0,875***	1,000							
(6) Dim_0_9	-0,258***	0,009	0,039***	0,099***	-0,071***	1,000						
(7) Dim_10_49	0,192***	-0,021**	-0,004	-0,036***	0,047***	-0,621***	1,000					
(8) Dim_50_249	0,208***	-0,007	-0,020**	-0,045***	0,025***	-0,293***	-0,154***	1,000				
(9) Dim_250piu	0,136***	-0,011	-0,016*	-0,064***	0,032***	-0,235***	-0,124***	-0,058***	1,000			
(10) short_term	-0,056***	-0,002	0,016*	0,016*	-0,021**	-0,075***	0,030***	-0,027***	-0,009	1,000		
(11) medium_term	-0,004	-0,027***	-0,036***	-0,111***	0,113***	0,035***	-0,060***	-0,025***	-0,037***	-0,337***	1,000	
(12) long_term	0,053***	0,024***	0,016*	0,079***	-0,076***	0,038***	0,023**	0,046***	0,039***	-0,612***	-0,538***	1,000
(13) internazionale	0,310***	-0,016*	-0,045***	-0,075***	0,093***	-0,145***	0,194***	0,132***	0,045***	-0,099***	-0,037***	0,120***
(14) Pordenone	0,079***	0,011	0,016*	0,005	0,003	-0,005	0,072***	0,001	-0,036***	-0,013	-0,046***	0,050***
(15) Udine	-0,040***	-0,017*	-0,011	-0,012	0,039***	0,061***	0,004	-0,048***	-0,055***	0,013	0,007	-0,017*
(16) Gorizia	-0,026***	0,004	0,024***	0,037***	-0,046***	-0,015*	-0,014	-0,003	-0,016*	0,050***	0,007	-0,051***
(17) Trieste	-0,019**	0,015*	-0,018*	-0,003	0,007	0,045***	-0,067***	-0,020**	-0,005	-0,030***	0,033***	-0,001
(18) FVG	-0,010	-0,001	-0,000	0,035***	0,077***	0,294***	0,034***	-0,217***	-0,418***	0,015	0,031***	-0,040***
(19) Roe_Class	0,025**	-0,015	0,043***	0,102***	-0,101***	-0,107***	0,092***	0,026***	0,025**	-0,008	-0,055***	0,052***
(20) MHT	0,278***	-0,007	-0,010	0,002	0,007	-0,097***	0,070***	0,088***	0,020**	-0,033***	-0,013	0,040***
(21) MMLT	0,149***	0,012	0,013	-0,023**	0,019**	-0,121***	0,131***	0,061***	-0,010	0,008	-0,040***	0,027***
(22) MLT	0,056***	-0,016*	-0,002	-0,030***	0,026***	-0,091***	0,108***	0,046***	-0,001	-0,017*	-0,006	0,021**
(23) KIS_HT	0,019**	0,016*	-0,005	-0,001	0,009	0,090***	-0,081***	-0,027***	0,021**	-0,066***	0,043***	0,022**
(24) no_Tech	-0,276***	-0,007	0,002	0,030***	-0,037***	0,103***	-0,112***	-0,086***	-0,020**	0,073***	0,000	-0,065***

(segue)

(continua)

Variabile	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
(13) internazionale	1,000											
(14) Pordenone	0,096***	1,000										
(15) Udine	0,007	-0,488***	1,000									
(16) Gorizia	-0,025***	-0,196***	-0,302***	1,000								
(17) Trieste	-0,063***	-0,243***	-0,374***	-0,150***	1,000							
(18) FVG	0,077***	0,085***	0,144***	0,049***	0,072***	1,000						
(19) Roe_Class	0,006	0,029***	-0,014	0,003	-0,028***	-0,037***	1,000					
(20) MHT	0,211***	0,042***	-0,027***	0,037***	-0,049***	-0,007	0,016	1,000				
(21) MMLT	0,165***	0,095***	-0,018*	0,005	-0,080***	0,025**	0,050***	-0,088***	1,000			
(22) MLT	0,196***	0,076***	0,021**	-0,047***	-0,079***	0,020**	-0,005	-0,082***	-0,101***	1,000		
(23) KIS_HT	-0,165***	-0,048***	-0,004	-0,018*	0,067***	-0,019*	0,036***	-0,125***	-0,153***	-0,144***	1,000	
(24) no_Tech	-0,189***	-0,084***	0,015*	0,018**	0,066***	-0,008	-0,063***	-0,307***	-0,379***	-0,355***	-0,538***	1,000

Fonte: Nostre elaborazioni sul campione originale di imprese ottenuto dall'incrocio di due dataset: *Innovation Intelligence* e i dati dell'Osservatorio del Lavoro della la Regione Friuli Venezia Giulia.

- Acemoglu, D. (1997a). Technology, unemployment and efficiency. *European Economic Review*, 41, 525-533.
- Acemoglu, D. (1997b). Training and innovation in an imperfect labour market. *Review of Economic Studies*, 64, 445-464.
- Altuzarra, A., Serrano, F. (2010). Firms' innovation activity and numerical flexibility. *ILR Review*, 63, 327-339.
- Arvanitis, S. (2005). Modes of labour flexibility at firm level: are there any implications for performance and innovation? Evidence for the Swiss economy. *Industrial and Corporate Change*, 14, 993-1016.
- Bottazzi, L., Peri, G. (2002). Innovation and spillover in regions: Evidence from European patent data. *European Economic Review*, 47, 687-710.
- Breschi, S., Lissoni, F. (2001). Localised knowledge spillover vs innovative milieu: knowledge 'tacitness' reconsidered. *Papers in Regional Science*, 80, 255-73.
- Breschi, S., Malerba, F. (2001). The geography of innovation and economic clustering: some introductory notes. *Industrial and Corporate Change*, 10, 817-33.
- Buddelmeyer, H., Jensen, P. H., Webster, E. (2009). Innovation and the determinants of company survival. *Oxford Economic Papers*, 62, 261-285.
- Cetrulo, A., Cirillo, V., Guarascio, D. (2019). Weaker jobs, weaker innovation. Exploring the effects of temporary employment on new products, *Applied Economics*, 51, 6350-6375.
- Cooke, P., Uranga, M., Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26, 475-91.
- Damijan, J. P., Kostevc, Č., Polanec, S. (2010). From innovation to exporting or vice versa? *The World Economy*, 33, 374-398.
- European Commission (2007). Towards Common Principles of Flexicurity: More and better jobs through flexibility and security, Office for official publications of the European Communities. Directorate-General for Employment, S. A. and E. O. U. D. 2.
- European Commission (2019). Methodology report. <https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/regional-innovation-scoreboard>
- European Commission (2019 a). Regional Innovation Scoreboard. <https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/regional-innovation-scoreboard>
- Freeman, C. (1987). Technology policy and economic performance: Lessons from Japan, *Columbia University Press*. New York.
- Franceschi, F., Mariani, V. (2015). Flexible labor and innovation in the Italian industrial sector. *Industrial and Corporate Change*, 25, 633-648.
- Grossman, G. M., Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*. 35, 517-526.
- Hirsch, B., Mueller, S. (2012). The productivity effect of temporary agency work: Evidence from German panel data. *The Economic Journal*, 122, 216-235.
- Kleinknecht, A. (1998). Is labour market flexibility harmful to innovation? *Cambridge Journal of Economics*, 22, 387-396.

- Kleinknecht, A., van Schaik, F.N., Zhou, H. (2014). Is flexible labour good for innovation? Evidence from firm-level data. *Cambridge Journal of Economics*, 38, 1207-1219.
- Kleinknecht, A., Naastepad, C. (2005). The Netherlands: Failure of a neo-classical policy agenda. *European Planning Studies*, 13, 1193-1203.
- Lorenz, E. (1999). Trust, contract and economic cooperation. *Cambridge Journal of Economics*, 23, 301-315.
- Lucidi, F., Kleinknecht, A. (2010). Little innovation, many jobs: An econometric analysis of the Italian labour productivity crisis. *Cambridge Journal of Economics*, 34, 525-546.
- Lundvall, B. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter.
- Michie, J., Sheehan-Quinn, M. (2001). Labour market flexibility, human resource management and corporate performance. *British Journal of Management*, 12, 287-306.
- Michie, J., Sheehan-Quinn, M. (2003). Labour market deregulation, "flexibility" and innovation. *Cambridge Journal of Economics*, 27, 123-143.
- OECD (1994), *The OECD Jobs Study*. OECD Publications: Paris.
- Podrecca, E. (2016). Dynamic effects of labor market reforms on productivity. A survey. In Capellari, S. (a cura di) *Mercato del lavoro, disoccupazione e riforme strutturali in Italia*. EUT, Trieste.
- Soete, L., Verspagen, B., Ter Weel, B. (2010). Systems of Innovation, in *Handbook of Economics of Innovation*. Ed. North Holland.
- Vergeer, R., Kleinknecht, A. (2012). Do flexible labour markets indeed reduce unemployment? *Review of Social Economy*, 70, 451-67.
- Wagner, J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*, 30, 60-82.
- Zhou, H., Dekker, R., Kleinknecht, A. (2011). Flexible labor and innovation performance: evidence from longitudinal firm-level data. *Industrial and Corporate Change*, 20, 941-968.

Parte seconda

Innovazione e scelte finanziarie,
il ruolo dei sussidi pubblici
e la qualità delle istituzioni

Spese in ricerca e sviluppo e canali di finanziamento delle PMI europee

GRAZIELLA BONANNO, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Il finanziamento dell'innovazione, soprattutto per le piccole e medie imprese, non è sempre facile. Partendo da questa evidenza, il nostro lavoro si propone di analizzare quali siano i principali canali di finanziamento usati dalle imprese impegnate a sostenere spese in attività di ricerca e sviluppo (R&S). L'analisi empirica si basa su un largo campione di piccole e medie imprese di 12 paesi dell'area euro, osservate semestralmente dal 2014 al 2018. I dati provengono dall'indagine Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) della Banca Centrale Europea. I nostri risultati evidenziano che il canale con il maggior impatto sulla probabilità riguardo le spese e attività in R&S è quello dei sussidi pubblici – nella forma di finanziamenti diretti o prestiti agevolati – seguito dai fondi interni. Nessun risultato conclusivo emerge, invece, in merito al canale bancario che risulta non rilevante per il finanziamento delle spese in R&S.

Financing innovation is not an easy task, particularly for the small medium enterprises (SMEs). Starting from this evidence, the target of this chapter is to investigate about some external and internal sources of financing used by SMEs to support their research and developments (R&D) activities. The empirical analysis employs a sample of SMEs belonging to 12 euro area countries, retrieved from the six-monthly data of the Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) of the European Central Bank, for the period 2014-2018. Our evidence documents that the use of public subsidies – i.e. support from public sources in the form of guarantees or reduced interest rate loans – exerts the largest impact on the probability of engaging in R&D activities, followed by the use of internal funds. Conversely, the use of bank credit does not matter for financing R&D expenses.

KEYWORDS

Finanziamento delle spese in R&S; sussidi pubblici; fondi interni; credito bancario; PMI dell'area euro
Financing R&D expenses; public subsidies; internal funds; bank loans; SMEs in the euro zone

1. INTRODUZIONE

A partire dai contributi di Schumpeter (1934, 1942) la letteratura economica riconosce il ruolo centrale dell'innovazione nei processi di crescita delle imprese e di sviluppo economico dei paesi (Aghion e Howitt, 1992; Acemoglu *et al.*, 2006; Aghion *et al.*, 2010).

All'interno di questo dibattito, il finanziamento dell'innovazione assume un ruolo centrale per la presenza dei vincoli finanziari che gravano sulle imprese innovatrici (Aghion *et al.*, 2012). Questo aspetto è particolarmente rilevante per le piccole e medie imprese (PMI), che fronteggiano spesso frizioni e limitazioni nell'accesso al credito finalizzato al finanziamento dei propri investimenti (Acharya e Xu, 2017).¹

La presenza di vincoli finanziari per le imprese può avere una duplice matrice. Da una prospettiva macroeconomica, la presenza di asimmetrie informative nei mercati finanziari può causare imperfezioni e fallimenti dei mercati generando distorsioni nell'allocazione delle risorse (Nickell e Nicolitsas, 1999; Stiglitz e Weiss, 1981). Dal punto di vista microeconomico, le frizioni all'accesso al credito e i vincoli finanziari, rilevanti soprattutto per le PMI, derivano prevalentemente da problematiche endogene all'impresa, quali l'opacità dei documenti contabili, la scarsa affidabilità economica e finanziaria (merito di credito), e la difficoltà a fornire garanzie a copertura del prestito nei contratti di finanziamento (Cowan *et al.*, 2015; Pigni *et al.*, 2016).

La letteratura riconosce l'esistenza di una sostanziale differenza tra il finanziamento di attività legate al capitale fisico (Midrigan e Xu, 2014; Mulier *et al.*, 2016) rispetto a quello relativo al capitale intangibile, quali ad esempio attività di ricerca e sviluppo (R&S), capacità innovativa, risorse umane. Secondo questo filone di ricerca, le imprese che investono in innovazione incontrano maggiori vincoli finanziari rispetto a quelle che investono in capitale fisico, per la maggiore rischiosità connessa alle spese in R&S e all'incertezza sull'esito degli sforzi innovativi (Hsu *et al.*, 2014; Acharya e Xu, 2017; Mateut, 2018), oltre che alla imprevedibilità dell'accettazione da parte dei mercati dell'innovazione di prodotto e servizi introdotti (Tyagi, 2006).

La letteratura sottolinea inoltre come la presenza di asimmetrie informative sul valore dei progetti innovativi rende particolarmente difficoltose le attività di finanziamento degli investimenti in R&S. La presenza di tali asimmetrie può indurre fenomeni di selezione avversa e di azzardo morale nella relazione tra

¹ Il fenomeno del razionamento del credito (*credit crunch*) si acutizza nelle fasi di crisi finanziarie ed economiche generando un'allocazione sub-ottimale delle risorse e rallentamento delle opportunità di crescita che penalizzano soprattutto le PMI (Popov e Udell, 2012; Carbo-Valverde *et al.*, 2015; Rossi e Malavasi, 2016; Agénor e da Silva, 2017).

i creditori (tipicamente le banche) e i debitori (le imprese) (Rajan e Zingales, 2001; Acharya e Xu, 2017).

Alla luce di queste incertezze, le banche spesso sono riluttanti a finanziare progetti di investimento rischiosi preferendo linee di investimento caratterizzate da minore rischio e minori incertezze (Guariglia e Liu, 2014). D'altro canto, le imprese innovatrici, spesso indebitate e caratterizzate da modesti flussi di cassa, hanno una maggiore probabilità di trovarsi in difficoltà finanziarie (Opler e Titman, 1994). Un recente filone di letteratura infatti ha evidenziato come il canale bancario sia quello meno frequentemente utilizzato dalle imprese per il finanziamento dell'innovazione (Carpenter e Petersen, 2002; Chiao, 2002; Hall, 2002; Brown *et al.*, 2012; Guney *et al.* 2017; Aiello *et al.*, 2020). Al contrario le imprese innovatrici nel finanziare le proprie attività in R&S preferiscono ricorrere ai finanziamenti interni che offrono il vantaggio di avere bassi costi, minori vincoli e minori rischi rispetto ai canali di finanziamento esterni (Chiao, 2002; Hall, 2002; Bougheas *et al.*, 2003; Cosh *et al.*, 2009; Hall e Lerner, 2010; Mina *et al.*, 2013).

Spesso queste due forme di finanziamento, interno ed esterno, risultano essere complementi, piuttosto che sostituti (Fazzari *et al.*, 1988; Hall e Lerner, 2010; Hottenrott e Peters, 2012) e questo dipende anche dallo stadio di avanzamento delle fasi del progetto di investimento (Kerr e Nanda, 2015; García-Quevedo *et al.*, 2018). Infatti, come suggerisce la *pecking order theory* (Myers e Majluf, 1984) le imprese usano in primo luogo le risorse interne, e successivamente quelle esterne, e ciò vale a maggior ragione per il finanziamento dell'innovazione. In particolare, nel caso delle PMI, poiché le difficoltà ad accedere a risorse esterne sono maggiori rispetto a quelle delle imprese di grandi dimensioni, la scelta tra canali interni ed esterni risulta essere non neutrale nella scelta di innovare (Fazzari *et al.*, 1988; García-Quevedo *et al.*, 2018; Aiello *et al.*, 2020).

Il nostro contributo si collega a questa letteratura e ne sviluppa alcuni aspetti. Piuttosto che guardare all'output innovativo e quindi all'innovazione introdotta dalle imprese (Aiello *et al.*, 2020), la nostra attenzione si focalizza sulle attività in R&S, finalizzate allo sviluppo e lancio di prodotti e servizi. In particolare, analizziamo l'impatto che la scelta dell'uso dei diversi canali di finanziamento (interni ed esterni, privati e pubblici) ha sulla probabilità di utilizzare fondi per spese in attività di R&S. A tal fine, utilizziamo un ampio campione di PMI appartenenti a 12 paesi Europei per il periodo 2014-2018. I dati della nostra analisi provengono dall'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE) della Banca Centrale Europea (BCE).

Il prosieguo del lavoro si sviluppa come segue. Nel paragrafo 2 presentiamo i dati e il modello utilizzato per l'analisi econometrica. Il paragrafo 3 illustra i principali risultati ottenuti. Infine, il paragrafo 4 delinea alcune considerazioni conclusive.

2. I DATI E IL MODELLO

2.1 Dati

La principale base dati per la nostra analisi è l'indagine SAFE della BCE che ha il vantaggio di offrire – oltre alle numerose informazioni sull'accesso al credito e sulle eventuali difficoltà nel finanziamento per le PMI – anche dati sull'impiego dei fondi di finanziamento e sui diversi canali di finanziamento interni ed esterni (privati o pubblici) utilizzati dalle imprese. L'indagine delle BCE fornisce dati semestrali (*wave*) armonizzati ed omogenei a partire dal 2009 per i paesi Europei e per un ristretto numero di paesi extra-europei. Ai fini del nostro quesito di ricerca, utilizziamo la risposta 4 al quesito Q6A di SAFE disponibile solo a partire dalla 11-esima *wave* (aprile-settembre 2014). Nello specifico, il quesito richiede alle imprese intervistate di fornire informazioni sull'impiego dei fondi di finanziamento disponibili, che nel punto 4 prevede la seguente risposta: “per sviluppare e lanciare nuovi prodotti e servizi”. Vista la disponibilità del dato a partire dalla 11-esima *wave*, il nostro campione si basa sulle informazioni semestrali relative ad un ampio numero di imprese appartenenti a 12 paesi europei, osservate su otto *wave* fino alla 18-esima (ottobre 2017-marzo 2018). Per quel che concerne la tipologia delle fonti di finanziamento utilizzate dalle imprese usiamo alcune risposte al quesito Q4. Per la costruzione delle variabili di controllo utilizzate nel nostro modello, ci avvaliamo delle informazioni disponibili nelle sezioni I, II e IV dell'indagine SAFE. Le imprese del nostro campione appartengono a 12 paesi dell'area euro: Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Olanda, Portogallo, Slovacchia, Spagna.

Infine, utilizzammo il dataset *Doing business* della *World Bank*, dal quale estraiamo l'indicatore *Distance to frontier* (DTF) che misura l'efficienza delle istituzioni a livello paese. L'uso di tale variabile insieme alle dummy paese ha lo scopo di ridurre, almeno parzialmente, l'eterogeneità non osservabile che tiene conto anche del trend temporale.

2.2 Modello e variabili

Al fine di esaminare i fattori rilevanti che hanno effetto sulla probabilità che un'impresa *i*-esima scelga di finanziare l'innovazione di prodotto e/o servizi, proponiamo il seguente modello probabilistico:

$$\Pr (Fin\ innov_{it}) = F(Fondi\ interni_{i,t-1}, Fondi\ banca_{i,t-1}, Uso\ sussidi_{i,t-1}, Export_{i,t-1}, Performance_{i,t-1}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_{jt}) \quad [1]$$

Nel modello [1] i indica l'impresa, j il paese e t il tempo misurato con i semestri delle *wave*. Per limitare l'effetto di eventuali problemi di endogeneità e inversione del nesso causale, tutte le variabili esplicative sono ritardate di un periodo ($t-1$) ad eccezione dei controlli standard a livello di impresa e di paese.

La variabile dipendente *Fin innov* è una variabile dicotomica e indica se l'impresa ha usato fondi di finanziamento (esterni e/o interni) per sviluppare e lanciare nuovi prodotti e servizi. Sebbene SAFE non fornisca direttamente dati quantitativi sulle spese per attività in ricerca e sviluppo (R&S), le informazioni contenute in questa variabile rappresentano una buona approssimazione di tali spese. La nostra dipendente è quindi una dummy con valore uguale a uno se l'impresa ha dichiarato di aver usato, negli ultimi sei mesi, la finanza interna ed esterna per sviluppare e lanciare nel mercato nuovi prodotti e servizi, e valore zero altrimenti.

Nell'insieme delle variabili esplicative distinguiamo tra le variabili cruciali e quelle di controllo. Tra le covariate rilevanti includiamo i canali di finanziamento usati dalle imprese distinguendoli in tre tipologie: uso di fondi interni, uso di credito bancario, uso di sussidi pubblici. La variabile *Fondi interni* è una variabile binaria con valore pari ad uno se l'impresa dichiara di aver usato fondi interni e zero altrimenti. La variabile *Fondi banca* è una dummy uguale ad uno se l'impresa ha usato credito bancario, e zero altrimenti. La variabile, *Uso sussidi*, è una variabile binaria che assume valore uno se l'impresa dichiara di aver usato negli ultimi sei mesi sussidi pubblici nella forma di finanziamenti diretti o prestiti agevolati (quali ad esempio prestiti con garanzia pubblica o prestiti a tasso di interesse ridotto), e valore zero altrimenti. In relazione alla scelta di tali variabili, la letteratura ha messo in luce come spesso le imprese nel finanziare l'innovazione abbiano difficoltà nell'accesso al canale bancario (Carpenter e Petersen, 2002; Brown *et al.*, 2012; Gu *et al.*, 2017; Aiello *et al.*, 2020) preferendo, ove disponibile, l'uso dei fondi interni o pubblici, nella forma di sussidi.

In aggiunta ai canali di finanziamento usati dalle imprese, includiamo nel nostro modello anche il margine estensivo delle esportazioni che la letteratura a partire dai modelli di crescita endogena (Grossman e Helpman, 1991) indica come rilevante per le attività di innovazione (Wagner, 2007; Buddelmeyer *et al.*, 2009; Damijan *et al.*, 2010). Questo è catturato dalla dummy *Export*, che assume valore pari ad uno se l'impresa ha dichiarato di aver esportato una quota del proprio fatturato, e zero altrimenti.

L'eterogeneità delle imprese è catturata nel modello dai seguenti vettori.

Performance include due variabili dicotomiche che segnalano l'andamento dichiarato rispetto alla performance e all'affidabilità economica e finanziaria dell'impresa: *Fatturato* e *Merito di credito* che assumono valore uno se l'impresa

ha dichiarato un trend positivo, rispettivamente, del fatturato, e del merito di credito, e zero altrimenti.

Settore è un vettore composto di quattro dummy (*Industria, Costruzioni, Commercio e Servizi*) che indicano il settore di appartenenza di ciascuna impresa. Nelle nostre stime la variabile di controllo omessa è la dummy relativa al settore dei servizi.

Il vettore *Età* indica gli anni di attività dell'impresa ed è composto da variabili dicotomiche corrispondenti alle seguenti classi di età (<2 anni, 2-4 anni, 5-9 anni e 10+ anni) che assumono un valore uguale ad 1 se l'età dell'impresa è compresa nell'intervallo considerato e zero altrimenti. Nelle nostre stime la classe d'età <2 anni è la variabile omessa. Il vettore *Dimensione* comprende tre dummy che denotano le dimensioni delle imprese per classi di occupati. *Micro* è uguale ad 1 se l'impresa ha meno di 9 dipendenti e zero altrimenti; *Piccola* assume valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti e zero altrimenti; *Media* ha valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 49 e 249 dipendenti e valore uguale a zero altrimenti. Nelle stime *Media* è la variabile omessa.

Infine, per ridurre l'eterogeneità tra i paesi usiamo sia l'indicatore *Distance to frontier* (DTF)² – che cattura l'efficienza delle istituzioni e la facilità a fare impresa (*doing business*) – sia le dummy relative ai 12 paesi considerati nella nostra analisi, incluse nel vettore *Paese*.³ Nelle nostre specificazioni la dummy *Slovacchia* è la variabile omessa. Infine, tutte le specificazioni del modello [1] includono (nel vettore *Wave*) le otto dummy temporali relative alle *wave* semestrali dell'indagine SAFE, dalla 11-esima alla 18-esima. La dummy omessa è la 18-esima *wave*.

Le statistiche descrittive delle variabili utilizzate nelle stime econometriche e la matrice di correlazione tra variabili sono contenute rispettivamente nelle Tabelle A1 e A2 dell'appendice a questo capitolo.

3. RISULTATI ECONOMETRICI

La Tabella 1 riporta le stime degli effetti marginali riferiti alle diverse specificazioni del modello probit per dati panel [1], presentato nel paragrafo 2.2. Nel dettaglio, le tre colonne si differenziano per la progressiva inclusione delle variabili *Merito di credito* e *DTF*, rispettivamente.⁴

² DTF è tratto dal dataset *Doing business* della World Bank.

³ I Paesi considerati nelle analisi econometriche sono: Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Olanda, Portogallo, Slovacchia (gruppo di controllo), Spagna.

⁴ L'introduzione della variabile *Merito di credito* comporta una leggera riduzione della dimensione campionaria, da 23.189 (colonna 1) a 23.001 (colonne 2 e 3).

TABELLA 1 – Probabilità di finanziare l'innovazione - Stime panel probit –effetti marginali

	Fin innov	Fin innov	Fin innov
	(1)	(2)	(3)
Fondi interni _{t-1}	0,0182*** (0,0060)	0,0169*** (0,0060)	0,0167*** (0,0060)
Fondi banca _{t-1}	-0,0035 (0,0058)	-0,0033 (0,0058)	-0,0032 (0,0058)
Uso sussidi _{t-1}	0,0258*** (0,0050)	0,0258*** (0,0051)	0,0258*** (0,0051)
Export _{t-1}	0,0675*** (0,0058)	0,0679*** (0,0058)	0,0678*** (0,0058)
Fatturato _{t-1}	0,0208*** (0,0048)	0,0191*** (0,0049)	0,0191*** (0,0049)
Merito di credito _{t-1}		0,0082 (0,0052)	0,0081 (0,0052)
DTF			-0,0056*** (0,0019)
Industria	0,0388*** (0,0071)	0,0388*** (0,0071)	0,0388*** (0,0071)
Costruzioni	-0,0652*** (0,0103)	-0,0635*** (0,0103)	-0,0641*** (0,0103)
Commercio	-0,0031 (0,0068)	-0,0030 (0,0068)	-0,0032 (0,0068)
Micro	-0,0030 (0,0072)	-0,0025 (0,0072)	-0,0024 (0,0072)
Piccole	0,0005 (0,0068)	0,0009 (0,0068)	0,0008 (0,0068)
10+ anni	-0,0489** (0,0239)	-0,0454* (0,0243)	-0,0454* (0,0243)
5-9 anni	-0,0245 (0,0249)	-0,0204 (0,0252)	-0,0204 (0,0253)
2-4 anni	-0,0069 (0,0263)	-0,0037 (0,0267)	-0,0037 (0,0267)
Paesi	SI	SI	SI
Wave	SI	SI	SI
N. di osservazioni	23.189	23.001	23.001
N. di paesi	12	12	12
rho	0,469	0,468	0,468
p-value	0	0	0
chi2	804,6	801,3	807,6
Log-verosimiglianza	-9500	-9414	-9410

Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

Nelle ultime righe della tabella, riportiamo alcune misure di diagnostica dei modelli. In particolare, le informazioni di rho e *p-value* si riferiscono al test del rapporto di verosimiglianza usato per verificare l'importanza di considerare modelli per dati panel. Se rho è uguale a 0, la dimensione di varianza temporale non è importante. Per i modelli stimati nella Tabella 1, questa ipotesi è sempre rifiutata (infatti, il *p-value* è sempre uguale a 0). Si riporta, inoltre, la statistica chi-quadro (chi-2) che indica la significatività congiunta dei parametri stimati e il valore della log-verosimiglianza.

Per quanto riguarda l'uso dei canali finanziari, i risultati mostrano un impatto significativo e positivo sia delle fonti interne di finanziamento che dei sussidi pubblici. Infatti, l'effetto marginale della dummy *Fondi interni* varia tra 1,67 per cento (colonna 3) e 1,82 per cento (colonna 1), mentre quello relativo a *Uso sussidi* è pari a 2,58 per cento. Il primo risultato, in linea con la *pecking order theory*, suggerisce che l'utilizzo dei fondi interni è preferito dalle imprese, rispetto agli altri canali che risultano essere più costosi in presenza imperfezioni dei mercati (Guariglia e Liu, 2014; Sasidharan *et al.*, 2015). Inoltre, il risultato positivo relativo all'uso del sostegno pubblico e l'ampiezza dei suoi effetti marginali suggerisce che questo canale spesso risulti cruciale per finanziare gli investimenti in beni immateriali e stimolare quindi l'innovazione delle PMI (Bronzini e Piselli, 2016) e per compensare il sottofinanziamento degli investimenti in R&S (Meuleman e Maeseneire, 2012; Brown *et al.*, 2017; Martí e Quas, 2018).

Non risulta, invece, significativo l'effetto marginale legato ai *Fondi banca* in nessuno dei modelli riportati. Tale risultato non è sorprendente. Infatti, sebbene le PMI si affidino spesso al credito bancario per il finanziamento delle attività materiali (Demirguc-Kunt e Levine, 2001; Campello *et al.*, 2011), questo canale per la sua natura potrebbe non essere il più appropriato per gli investimenti in R&S, che implicano incertezza, anche in riferimento allo sfruttamento dei potenziali risultati dell'output innovativo (Carpenter e Petersen, 2002; Brown *et al.*, 2012; Gu *et al.*, 2017; Aiello *et al.*, 2020).

Altro risultato rilevante è quello relativo alla dummy *Export* – che come le altre variabili cruciali è ritardata di un periodo e risulta positiva e significativa. L'attività di export pregressa fa aumentare la probabilità di finanziare l'innovazione di circa 6,8 per cento. Questo indica che l'esperienza di internazionalizzazione crea incentivi per le imprese a sostenere spese in R&S.

Tra le variabili di *Performance*, quella ad avere un effetto positivo è *Fatturato*: per le imprese che dichiarano di avere un trend positivo nelle loro vendite, si registra un aumento della probabilità di finanziare l'innovazione che varia tra l'1,91 per cento per i modelli (2) e (3) e 2,08 per cento per il modello (1). Questo risultato conferma che le imprese più dinamiche e con maggiori prospettive di

crescita siano quelle che hanno maggiori incentivi a finanziare gli investimenti in beni immateriali.

Non risulta invece significativa la dummy *Merito di credito* indicando che un incremento nell'affidabilità finanziaria dell'impresa non produce effetti sulla probabilità di finanziare le spese in R&S.

Per quel che concerne il vettore *Settore*, le imprese appartenenti all'*Industria* registrano probabilità più alte di finanziare le spese in R&S rispetto a quelle dei *Servizi* (effetti marginali positivi), mentre le imprese che operano nel settore delle *Costruzioni* hanno più basse probabilità di finanziare l'innovazione (effetti marginali negativi). Inoltre, non si stimano differenze tra i settori del *Commercio* e dei *Servizi* (effetti marginali non significativi).

Guardando alla componente dimensionale delle imprese, gli effetti marginali delle dummy *Micro* e *Piccole* non risultano significativi rispetto alle imprese *Medie*, categoria di riferimento omessa. La nostra analisi sembra suggerire che non vi siano differenze significative tra le categorie dimensionali in cui sono classificate le imprese sulla probabilità di finanziare l'innovazione.

Infine, l'età delle imprese conta per le due classi estreme. Le imprese che operano da più tempo (*10+ anni*) mostrano una minore probabilità di finanziare l'innovazione rispetto a quelle con meno di 2 anni (gruppo di riferimento), mentre non ci sono differenze significative tra le altre due classi di imprese e il gruppo di controllo.

Per quel che concerne il risultato della variabile di controllo a livello paese, l'effetto marginale dell'indicatore *DTF*, contrariamente alle nostre aspettative, risulta significativo e negativo sebbene molto piccolo (-0,5 per cento) (colonna 3). Questo risultato sembra indicare che la vicinanza alla frontiera in termini di efficienza delle istituzioni del paese ha un effetto negativo sulla probabilità di finanziare gli sforzi innovativi delle imprese, al netto delle dummy di controllo paese e tempo. Queste ultime, sebbene siano state sempre inserite nelle tre specificazioni della Tabella 1, non sono riportate per brevità espositiva.

4. CONCLUSIONI

Attraverso quali canali le PMI europee finanziano le spese in ricerca e sviluppo? L'attenzione a questo tema non è nuova in letteratura (cfr. Gu *et al.*, 2017; Guney *et al.*, 2017; Aiello *et al.*, 2020). Le imprese innovatrici, soprattutto quelle di piccole dimensioni, affrontano spesso vincoli finanziari più stringenti rispetto a quelle che investono in capitale fisico, per la maggiore rischiosità connessa alle spese in R&S e all'incertezza sull'esito degli sforzi innovativi (Acharya e Xu, 2017).

Per rispondere al quesito, questo capitolo ha utilizzato un ampio campione di PMI europee, estratte dall'indagine SAFE che offre informazioni sia sull'impiego dei fondi disponibili (per investimenti in attività fisiche, per spese in ricerca e sviluppo ecc.) da parte delle imprese, sia sui canali utilizzati dalle imprese per finanziare le proprie attività. La nostra indagine si basa su un *panel* costituito da 23.183 osservazioni a livello di impresa, relative a otto *wave* semestrali per il periodo aprile 2014 - marzo 2018.

Le diverse specificazioni del modello proposto nel nostro studio vengono stimate con regressioni panel probit. L'analisi evidenzia diversi risultati interessanti.

i) Le fonti di finanziamento rilevanti per le PMI europee che investono in R&S sono i fondi interni e i sussidi pubblici. Tra i due canali, l'uso del finanziamento pubblico, a parità di altre condizioni, ha un maggior impatto sulla probabilità di impiegare i fondi per il finanziamento di beni intangibili. Il primo risultato è coerente con le previsioni della *pecking order theory* secondo cui le imprese per finanziare le proprie attività usano prima i fondi interni e poi quelli esterni. Il secondo risultato evidenzia l'importanza dei sussidi pubblici nel finanziamento delle spese in R&S e mostra che le imprese che hanno ricevuto finanziamenti pubblici hanno una maggior probabilità di sostenere spese in R&S. In presenza di fallimenti del mercato del credito, l'intervento pubblico compensa il sottofinanziamento degli investimenti in R&S e riduce pertanto la differenza tra il livello socialmente ottimale degli investimenti e quello effettivo (Brown *et al.*, 2017).

ii) Il canale bancario non sembra avere effetti sulla probabilità di investire in R&S. Questo risultato, che è stabile sulle diverse specificazioni proposte, potrebbe essere spiegato con l'ipotesi che le banche siano poco disponibili a finanziare investimenti il cui esito risulta incerto e la cui rischiosità è molto elevata (Carpenter e Petersen, 2002; Brown *et al.*, 2012; Gu *et al.*, 2017; Guney *et al.*, 2017; Aiello *et al.*, 2020).

iii) Infine, la probabilità di finanziare investimenti in R&S è maggiore per le imprese più dinamiche che esportano e dunque sono in grado di competere sui mercati internazionali e per quelle che presentano un andamento positivo del fatturato.

APPENDICE

TABELLA A1 – Statistiche descrittive delle variabili utilizzate

Variabili	N. osservazioni	Media	Deviazione standard	Minimo	Massimo
Fin innov	23.189	0,1715	0,3770	0	1
Fondi interni _{t-1}	23.189	0,1883	0,3910	0	1
Fondi banca _{t-1}	23.189	0,2211	0,4150	0	1
Uso sussidi _{t-1}	23.189	0,3726	0,4835	0	1
Export _{t-1}	23.189	0,4981	0,5000	0	1
Fatturato _{t-1}	23.189	0,4249	0,4943	0	1
Merito di credito _{t-1}	23.001	0,2822	0,4501	0	1
DTF	23.189	75,090	3,8273	63,35	83,07
<i>Settore</i>					
Industria	23.189	0,2747	0,4464	0	1
Costruzioni	23.189	0,1090	0,3117	0	1
Commercio	23.189	0,2653	0,4415	0	1
Servizi	23.189	0,3510	0,4773	0	1
<i>Dimensione</i>					
Micro	23.189	0,3943	0,4887	0	1
Piccole	23.189	0,3171	0,4654	0	1
Medie	23.189	0,2885	0,4531	0	1
<i>Età</i>					
10+ anni	23.189	0,8513	0,3558	0	1
5-9 anni	23.189	0,1055	0,3072	0	1
2-4 anni	23.189	0,0346	0,1827	0	1
< 2 anni	23.189	0,0081	0,0897	0	1
<i>Paese</i>					
Austria	23.189	0,0613	0,2399	0	1
Belgio	23.189	0,0495	0,2168	0	1
Finlandia	23.189	0,0454	0,2081	0	1
Francia	23.189	0,1354	0,3421	0	1
Germania	23.189	0,1291	0,3353	0	1

Grecia	23.189	0,0633	0,2435	0	1
Irlanda	23.189	0,0449	0,2072	0	1
Italia	23.189	0,1690	0,3748	0	1
Olanda	23.189	0,0790	0,2697	0	1
Portogallo	23.189	0,0503	0,2186	0	1
Repubblica Slovacca	23.189	0,0367	0,1881	0	1
Spagna	23.189	0,1361	0,3429	0	1

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

TABELLA A2 – Matrice di correlazione tra le variabili utilizzate

	Fondi interni _{t-1}	Fondi banca _{t-1}	Uso sussidi _{t-1}	Export _{t-1}	Fatturato _{t-1}	Merito di credito _{t-1}	DTF	Industria
Fondi interni _{t-1}	1							
Fondi banca _{t-1}	0,0765	1						
Uso sussidi _{t-1}	0,0253	0,1225	1					
Export _{t-1}	0,0921	0,0745	0,0751	1				
Fatturato _{t-1}	0,0673	0,0484	0,0233	0,1001	1			
Merito credito _{t-1}	0,0934	0,0736	0,0492	0,0699	0,2280	1		
DTF	0,0630	-0,0362	-0,1068	-0,0007	0,1001	0,0718	1	
Industria	0,0721	0,1018	0,1063	0,3566	0,054	0,0448	-0,0226	1
Costruzioni	-0,0128	-0,0006	-0,0406	-0,1697	-0,0417	-0,0225	0,0423	-0,2152
Commercio	-0,0142	-0,0125	-0,0401	-0,0492	-0,0243	-0,0104	-0,0707	-0,3698
Servizi	-0,0459	-0,0832	-0,0358	-0,1771	-0,0007	-0,0176	0,0588	-0,4525
Micro	-0,1596	-0,1453	-0,0398	-0,2513	-0,1385	-0,1104	-0,1595	-0,2743
Piccole	0,0232	0,0302	0,0362	0,0254	0,0449	0,0307	0,0547	0,0262
Medie	0,1482	0,1257	0,0057	0,245	0,1033	0,0874	0,1159	0,2690
10+ anni	0,0420	0,0518	0,0009	0,0474	-0,0591	-0,0185	0,0194	0,0625
5-9 anni	-0,0282	-0,0361	-0,0062	-0,0234	0,0479	0,0257	-0,0159	-0,0487
2-4 anni	-0,0284	-0,0377	0,0089	-0,0366	0,0326	-0,0059	-0,0130	-0,0356
< 2 anni	-0,0128	-0,0064	0,0009	-0,0276	0,0021	-0,0010	0,0020	-0,0050

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

Costruzioni	Commercio	Servizi	Micro	Piccole	Medie	10+ anni	5-9 anni	2-4 anni	< 2 anni
1									
-0,2102	1								
-0,2572	-0,442	1							
0,0037	0,1215	0,1417	1						
0,0343	-0,0059	-0,0414	-0,5499	1					
-0,0392	-0,1249	-0,1104	-0,5139	-0,434	1				
0,0217	0,0055	-0,0777	-0,1363	0,0423	0,1035	1			
-0,0183	-0,0137	0,0702	0,1059	-0,0328	-0,0805	-0,8217	1		
-0,0041	0,0108	0,0260	0,0689	-0,0144	-0,0596	-0,4529	-0,0650	1	
-0,0162	0,0045	0,0111	0,0343	-0,0234	-0,0130	-0,2163	-0,0310	-0,0171	1

- Acemoglu, D., Aghion, P., Zilibotti, F. (2006). Distance to frontier, selection, and economic growth. *Journal of the European Economic Association*, 4(1), 37-74.
- Acharya, V., & Xu, Z. (2017). Financial dependence and innovation: The case of public versus private firms. *Journal of Financial Economics*, 124(2), 223-243.
- Agénor, P. R., da Silva, L. P. (2017). Cyclically adjusted provisions and financial stability. *Journal of Financial Stability*, 28, 143-162.
- Aghion, P., Angeletos, G.-M., Banerjee, A., Manova, K. (2010). Volatility and growth: Credit constraints and the composition of investment. *Journal of Monetary Economics*, 57, 246-265.
- Aghion, P., Askenazy, P., Berman, N., Clette, G., Eymard, L. (2012). Credit constraints and the cyclicity of R&D investment: Evidence from France. *Journal of the European Economic Association*, 10, 1001-1024.
- Aghion, P., Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(3), 488-500.
- Aiello, F., Bonanno, G., Rossi, P. S. R. (2020). How firms finance innovation. Further empirics from European SMEs. *Metroeconomica*, forthcoming.
- Bougheas, S., Görg, H., Strobl, E. (2003). Is R & D financially constrained? Theory and evidence from Irish manufacturing. *Review of Industrial Organization*, 22(2), 159-174.
- Bronzini, R., Piselli, P. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45(2), 442-457.
- Brown, J. R., Martinsson, G., Petersen, B. C. (2012). Do financing constraints matter for R&D? *European Economic Review*, 56(8), 1512-1529.
- Brown, J. R., Martinsson, G., Petersen, B. C. (2017). What promotes R&D? Comparative evidence from around the world. *Research Policy*, 46(2), 447-462.
- Buddelmeyer, H., Jensen, P. H., Webster, E. (2009). Innovation and the determinants of company survival. *Oxford Economic Papers*, 62(2), 261-285.
- Campello, M., Giambona, E., Graham, J. R., Harvey, C. R. (2011). Access to liquidity and corporate investment in Europe during the financial crisis. *Review of Finance*, 16(2), 323-346.
- Carbo-Valverde, S., Degryse, H., Rodríguez-Fernández, F. (2015). The impact of securitization on credit rationing: Empirical evidence. *Journal of Financial Stability*, 20, 36-50.
- Carpenter, R. E., Petersen, B. C. (2002). Capital market imperfections, high-tech investment, and new equity financing. *The Economic Journal*, 112(477), F54-F72.
- Chiao, C. (2002). Relationship between debt, R&D and physical investment, evidence from US firm-level data. *Applied Financial Economics*, 12(2), 105-121.
- Cosh, A., Cumming, D., Hughes, A. (2009). Outside entrepreneurial capital. *The Economic Journal*, 119(540), 1494-1533.
- Cowan, K., Drexler, A., Yañez, Á. (2015). The effect of credit guarantees on credit availability

- and delinquency rates. *Journal of Banking & Finance*, 59, 98-110.
- Damijan, J. P., Kostevc, Č., Polanec, S. (2010). From innovation to exporting or vice versa?. *World Economy*, 33(3), 374-398.
- Demirguc-Kunt, A., Levine, R. (2001). Financial structure and economic growth: A cross-country comparison of banks, markets, and development, 3-14. MIT Press, Cambridge, MA.
- Fazzari, S. M., Hubbard, R. G., Petersen, B. C., Blinder, A. S., Poterba, J. M. (1988). Financing constraints and corporate investment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 141-206.
- García-Quevedo, J., Segarra-Blasco, A., Teruel, M. (2018). Financial constraints and the failure of innovation projects. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 127-140.
- Grossman, G. M., Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(2-3), 517-526.
- Gu, Y., Mao, C. X., Tian, X. (2017). Banks' interventions and firms' innovation: Evidence from debt covenant violations. *The Journal of Law and Economics*, 60(4), 637-671.
- Guariglia, A., Liu, P. (2014). To what extent do financing constraints affect Chinese firms' innovation activities? *International Review of Financial Analysis*, 36, 223-240.
- Guney, Y., Karpuz, A., Ozkan, N. (2017). R&D investments and credit lines. *Journal of Corporate Finance*, 46, 261-283.
- Hall, B. H. (2002). The financing of research and development. *Oxford review of Economic Policy*, 18(1), 35-51.
- Hall, B. H., Lerner, J. (2010). The financing of R&D and innovation. In *Handbook of the Economics of Innovation* (Vol. 1, pp. 609-639). North-Holland.
- Hottenrott, H., Peters, B. (2012). Innovative capability and financing constraints for innovation: More money, more innovation? *Review of Economics and Statistics*, 94(4), 1126-1142.
- Hsu, P. H., Tian, X., Xu, Y. (2014). Financial development and innovation: Cross-country evidence. *Journal of Financial Economics*, 112(1), 116-135.
- Kerr, W. R., Nanda, R. (2015). Financing innovation. *Annual Review of Financial Economics*, 7, 445-462.
- Martí, J., Quas, A. (2018). A beacon in the night: government certification of SMEs towards banks. *Small Business Economics*, 50(2), 397-413.
- Mateut, S. (2018). Subsidies, financial constraints and firm innovative activities in emerging economies. *Small Business Economics*, 50(1), 131-162.
- Meuleman, M., De Maeseeneire, W. (2012). Do R&D subsidies affect SMEs' access to external financing? *Research Policy*, 41(3), 580-591.
- Midrigan, V., Xu, D. Y. (2014). Finance and misallocation: Evidence from plant-level data. *American Economic Review*, 104(2), 422-58.
- Mina, A., Lahr, H., Hughes, A. (2013). The demand and supply of external finance for innovative firms. *Industrial and Corporate Change*, 22(4), 869-901.
- Mulier, K., Schoors, K., Merlevede, B. (2016). Investment-cash flow sensitivity and financial constraints: Evidence from unquoted European SMEs. *Journal of Banking & Finance*, 73, 182-197.
- Myers, S. C., Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187-221.
- Nickell, S., Nicolitsas, D. (1999). How does financial pressure affect firms? *European Economic Review*, 43(8), 1435-1456.
- Opler, T. C., Titman, S. (1994). Financial distress and corporate performance. *The Journal of Finance*, 49(3), 1015-1040.
- Pigini, C., Presbitero, A. F., Zazzaro, A. (2016). State dependence in access to credit. *Journal of Financial Stability*, 27, 17-34.
- Popov, A., Udell, G. F. (2012). Cross-border banking, credit access, and the financial crisis. *Journal of International Economics*, 87(1), 147-161.
- Rajan, R. G., Zingales, L. (2001). Financial systems, industrial structure, and growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 17(4), 467-482.
- Rossi, S.P.S., Malavasi, R. (Eds.). (2016). *Financial crisis, bank behaviour and credit crunch*. Springer International Publishing.
- Sasidharan, S., Lukose, P. J., Komera, S. (2015). Financing constraints and investments in R&D: Evidence from Indian manufacturing firms. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 55, 28-39.

Schumpeter, J.A. (1934). *Theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Schumpeter, J. A. (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Harper and Brothers.

Stiglitz, J., Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *American Economic Review* 71 (3), 393–410.

Tyagi, R. K. (2006). New product introductions and failures under uncertainty. *International*

Journal of Research in Marketing, 23(2), 199-213.

Wagner, J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*, 30(1), 60-82.

L'uso di sussidi pubblici nelle PMI europee: quali determinanti?

LAURA CHIES, ELENA PODRECCA, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Questo capitolo analizza gli effetti delle caratteristiche delle imprese sulla probabilità di usare fonti di finanziamento pubblico sotto forma di sovvenzioni dirette o prestiti agevolati. L'analisi empirica viene condotta su un campione di piccole e medie imprese per 11 Paesi europei, estratto dalla Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) della Banca Centrale Europea, osservate semestralmente nel periodo aprile 2014 - marzo 2018. Il panel dei dati è costituito da più di 36.000 osservazioni a livello di impresa. L'analisi econometrica mette in evidenza come sia soprattutto l'esperienza pregressa nell'uso di sussidi a presentare il maggior impatto sulla probabilità di far uso di finanziamenti pubblici. Ulteriori fattori che influiscono sulla probabilità di accedere ai sussidi sono la propensione delle imprese sia ad innovare che ad impiegare input innovativi, la capacità di competere sui mercati internazionali e la dinamicità in termini di prospettive di crescita. Questo risultato tiene conto dell'eterogeneità delle imprese, dei paesi e del tempo ed è robusto rispetto alle diverse specificazioni proposte in questo studio.

This paper analyzes the effects of firm's characteristics on the probability to use public grants, in the form of direct transfers or subsidized loans. We conduct the empirical analysis on a set of small and medium enterprises (SMEs) from 11 European countries, extracted from the Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE), observed every six months during the period April 2014 - March 2018. Our panel includes more than 36,000 observations at the firm level. The econometric analysis underlines how the past experience in using public subsidies exerts the largest effect on the probability of using them again. Other factors that influence the likelihood of utilizing public funding are the firm's propensity to innovate and to use innovative inputs, their capacity to compete in international markets, and their prospective growth dynamics. The result accounts for firm and country heterogeneity as well as of time effects, and is robust across the different specifications proposed in the study.

KEYWORDS

Sussidi pubblici; PMI; strategie d'impresa; modello per dati panel
Public grants; SMEs; firm strategy; panel data model

1. INTRODUZIONE

In anni recenti le politiche industriali per l'imprenditorialità e per lo sviluppo delle piccole e medie imprese sono tornate ad essere centrali nel dibattito economico e politico europeo.¹

L'intervento pubblico a sostegno dell'attività privata e volto a stimolare la competitività e l'innovazione è giustificato non solo dalla natura incerta, non appropriabile e non divisibile dei prodotti dell'attività innovativa, che impedisce alle imprese la completa internalizzazione dei benefici dell'investimento in innovazione, ma anche dall'esistenza di imperfezioni sul mercato dei capitali e di vincoli al credito che possono limitare i flussi di capitali verso imprese e settori con alto potenziale di crescita² e la cui attività può avere un impatto positivo sul resto del tessuto economico.³

I governi e le istituzioni nazionali e locali hanno introdotto una capillare rete di interventi di sostegno alle imprese, principalmente attraverso varie forme di sussidi e incentivi fiscali, per assicurare un'allocazione delle risorse ottimale e per stimolare la crescita e la competitività delle imprese, con l'obiettivo finale di accrescere il benessere e gli standard di vita della collettività.⁴ Di conseguenza i finanziamenti pubblici, nella forma di sussidi diretti, garanzie su prestiti o prestiti agevolati, sono oggi componenti standard della gamma di strumenti finanziari a disposizione delle imprese,⁵ anche di quelle di medio-piccole dimensioni.

Data l'ampia diffusione dei programmi di finanziamento pubblico alle imprese, è importante da un lato studiarne l'efficacia rispetto agli obiettivi dichiarati e dall'altro capire quali sono le caratteristiche delle imprese che vi accedono, per far luce sugli incentivi che i sussidi creano alle imprese.

Il tema dell'impatto dei finanziamenti pubblici è stato affrontato da un'ampia letteratura. Un ricco filone ha analizzato l'effetto degli incentivi alla ricerca e sviluppo sugli input di innovazione (come gli investimenti in ricerca e sviluppo e la forza lavoro qualificata), evidenziando in generale un forte effetto addizionale del supporto pubblico.⁶ Un filone meno esteso ha analizzato l'impatto di varie forme di finanziamento pubblico sulle performance delle imprese in termini di

¹ Aghion e Boulanger (2011), Beker (2015), Dvoulety (2020).

² Ad esempio le nuove startup innovative, o in generale le imprese di settori in cui l'innovazione e la competitività giocano un ruolo chiave.

³ Aghion e Boulanger (2011).

⁴ Cfr. ad es. Dvoulety (2020) e i riferimenti ivi indicati.

⁵ Gustafsson *et al.* (2019).

⁶ Rassegne di questa sterminata letteratura si possono trovare in David *et al.* (2000), Klette *et al.* (2000), Zúñiga-Vicente *et al.* (2014) e Becker (2015).

crescita, competitività e output di innovazione,⁷ con risultati nel complesso non conclusivi.⁸ La rassegna di Zúñiga-Vicente *et al.* (2014) riassume i risultati di 77 studi su diversi schemi e programmi di supporto pubblico all'innovazione in diversi contesti locali e sottolinea come, malgrado l'eterogeneità di risultati tra i diversi studi, un risultato comune è che l'impatto dei sussidi pubblici tende ad essere più marcato per le piccole imprese rispetto a quelle di più grandi dimensioni. La rassegna di Dvoulety *et al.* (2020), che considera i risultati di 30 studi sugli effetti dei finanziamenti pubblici sulle performance operative delle piccole e medie imprese in vari paesi europei, evidenzia come risultati comuni gli effetti positivi sulla sopravvivenza delle imprese, sull'occupazione e sul turnover (o le vendite), mentre gli effetti sulla produttività sono contrastanti.

Se l'impatto dei finanziamenti è stato ampiamente analizzato, molto meno si sa invece su quali siano le caratteristiche delle imprese che accedono ai finanziamenti pubblici.

Alcuni lavori hanno analizzato nello specifico le determinanti della partecipazione a programmi pubblici di finanziamento alla ricerca e sviluppo su specifici campioni di imprese in singoli Paesi, come ad esempio Blanes e Isabel (2004) e Afcha (2012) su dati per imprese spagnole, Cerulli e Potì (2008) e Catozzelli e Vivarella (2011) su imprese italiane, Czarnitzki e Delanote (2014) e Aschhoff (2010) su imprese tedesche, Silva *et al.* (2017) su dati per imprese portoghesi.⁹ Le determinanti dell'accesso ad un insieme più ampio di sussidi viene considerato nel contributo di Gustafsson *et al.* (2019) su dati per la Svezia. Alcuni di questi studi segnalano come fattori associati all'accesso ai finanziamenti pubblici da parte delle imprese l'intensità della forza lavoro qualificata, l'esperienza passata nella Ricerca e Sviluppo e la cooperazione tecnologica (cfr. Blanes e Isabel, 2004; Afcha, 2012; Cerulli e Potì, 2008; Czarnitzki e Delanote, 2014; Silva *et al.*, 2017). Un contributo segnala effetti significativi dell'esperienza passata di innovazione di prodotto orientata all'esportazione (Catozzelli e Vivarella, 2011), e anche i vincoli al credito possono costituire una dimensione rilevante (Blanes e Isabel, 2004; Lööf e Hesmati, 2004). Infine, lo studio di Aschhoff (2010) segnala come fattore chiave nella probabilità di accesso al supporto pubblico sia l'aver ottenuto supporto pubblico in passato, mentre Gustafsson *et al.* (2019) trovano che i sussidi tendono ad essere allocati alle imprese meno produttive.

L'evidenza empirica disponibile è ancora scarsa, ma nell'insieme sembra suggerire che non solo le caratteristiche delle imprese in termini di produttività,

⁷ Tra gli altri Becker (2015), Bérubé e Mohnen (2009), Bronzini e Piselli (2016), Moretti e Wilson (2014), Aiello *et al.* (2019), Kolling (2015).

⁸ Becker (2015), Aiello *et al.* (2019).

⁹ Per una rassegna dettagliata si veda Gustafsson *et al.* (2019).

dimensioni, età, forza lavoro qualificata etc., ma anche il loro comportamento innovativo e l'esperienza passata con i programmi di supporto pubblico sono rilevanti per la probabilità di accedere ai sussidi.

Il presente contributo si inserisce in questo filone di letteratura, e lo estende in diverse dimensioni. In primo luogo l'analisi delle caratteristiche delle imprese che ricevono supporto pubblico viene estesa in un contesto di dati longitudinali internazionali, con l'obiettivo di verificare la robustezza dei risultati ottenuti negli studi esistenti su singoli paesi. In particolare l'analisi è effettuata su un panel di piccole e medie imprese di 11 paesi europei osservate semestralmente nel periodo aprile 2014 - marzo 2018, estratto dai dati dell'indagine SAFE. Inoltre, mentre i contributi esistenti¹⁰ si concentrano su imprese che partecipano a programmi specifici di sostegno alla ricerca e sviluppo, l'analisi in questo lavoro considera la generalità dei finanziamenti pubblici erogati alle piccole e medie imprese in forma di sovvenzioni dirette, garanzie su prestiti o prestiti agevolati.

Il resto del lavoro è organizzato come segue: il paragrafo 2 descrive la base dati e il modello utilizzato per le stime; il paragrafo 3 presenta i risultati dell'analisi; le considerazioni conclusive sono nel paragrafo 4.

2. DATI, MODELLO E VARIABILI

2.1 Dati

La fonte dei dati della nostra analisi è l'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE) della Banca centrale europea (BCE) che parte dal 2009 con cadenza semestrale (*wave*). Il dataset è armonizzato ed omogeneo e comprende imprese appartenenti ai paesi Europei e ad alcuni paesi extra-Europei. L'uso di specifici pesi garantisce la rappresentatività delle imprese a livello di paese, settore produttivo e dimensione. Il campione di imprese presente in ciascuna *wave* è casualmente estratto dal registro "Dun & Bradstreet". Sono escluse dal campione le imprese appartenenti al settore agricolo, alla pubblica amministrazione e ai servizi finanziari.

Rispetto alle imprese intervistate SAFE offre informazioni anonime che spaziano dalle caratteristiche standard delle imprese (età, dimensione, settore, assetto proprietario, ecc.), alle informazioni sull'accesso al credito e sulle difficoltà riscontrate nel finanziamento dalle PMI (canali di finanziamento, utilizzo di tali fonti di finanziamento, ecc.), fino alle aspettative di crescita dell'impresa.

¹⁰ Con l'eccezione di Gustafsson *et al.* (2019).

L'indagine fornisce soprattutto dati qualitativi basati sulla percezione delle imprese intervistate che si riferiscono agli ultimi sei mesi.

A partire dalla 11-esima *wave* (aprile 2014) SAFE offre anche informazioni sull'uso delle fonti dei finanziamenti utilizzate e sulle esportazioni delle imprese. Per questa ragione il nostro campione include i dati a partire dalla 11-esima e fino alla 18-esima *wave*. La nostra analisi si focalizza sulle piccole e medie imprese appartenenti a 11 paesi dell'area Euro (Austria, Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Olanda, Portogallo e Spagna). Il nostro campione longitudinale è costituito da oltre 36.000 osservazioni a livello di impresa, rilevate in otto *wave*. Il panel tuttavia non è bilanciato, essendo le osservazioni discontinue nel periodo per molte imprese.

2.2 Modello e variabili

Al fine di esaminare i fattori rilevanti per l'utilizzo di sussidi da parte delle PMI europee, proponiamo i seguenti modelli probabilistici che misurano rispettivamente la probabilità che un'impresa i -esima usi sussidi pubblici:

$$\Pr (Uso_sussidi) = F(Esp_sussidi_{it}, Fin_innov_{it}, Problemi_finanza_{it}, Uso_finanza_{it}, Performance_{it}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_t) \quad [1]$$

$$\Pr (Uso_sussidi) = F(Esp_sussidi_{it}, Innov_{it-1}, Export_{it}, Problemi_finanza_{it}, Uso_finanza_{it}, Performance_{it}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_t) \quad [2]$$

Nelle specificazioni [1] e [2] i indica l'impresa, j il paese e t il tempo misurato con i semestri delle *wave*.

La variabile dipendente, *Uso_sussidi*, è una variabile binaria che assume valore 1 se l'impresa dichiara di aver usato negli ultimi sei mesi sussidi pubblici nella forma di finanziamenti diretti o prestiti agevolati (quali ad esempio prestiti con garanzia pubblica o prestiti a tasso di interesse ridotto), e valore zero altrimenti.

L'insieme delle variabili esplicative include innanzitutto una serie di caratteristiche e comportamenti che la letteratura ha indicato come potenzialmente rilevanti nel determinare l'accesso ai sussidi. L'esperienza pregressa nell'uso dei sussidi pubblici (Aschoff, 2010), è catturata dalla dummy *Esp_sussidi*, che assume valore pari ad uno se l'impresa ha dichiarato di aver usato i sussidi in una o più delle *wave* precedenti a quella dell'intervista, e zero altrimenti.

L'esperienza nella ricerca e sviluppo (R&S) (Blanes e Isabel, 2004; Afcha, 2012; Cerulli e Potì, 2008; Czarnitzki e Delanote, 2014; Silva *et al.*, 2017) è approssimata, nel modello [1], dalla variabile *Fin_innov* che segnala se l'impresa

ha usato fonti di finanziamento esterne o interne per finanziare l'innovazione di prodotto e/o servizi e può essere considerata un indicatore delle spese in R&S. Essa è un variabile binaria con valore uguale a uno se l'impresa ha usato, negli ultimi sei mesi, la finanza sia interna che esterna per lanciare nuovi prodotti e servizi, e valore zero altrimenti.

Il modello [2] considera, in alternativa alla *proxy* per le spese in R&S, l'esperienza dell'impresa in termini di innovazione. Questa è approssimata dalle dummy comprese nel vettore *Innov* che, in due specificazioni alternative del modello [2], segnalano se l'impresa ha dichiarato di aver introdotto nei dodici mesi precedenti rispettivamente un'innovazione di prodotto (*Inn_prod*), o una qualsiasi forma di innovazione, di prodotto, di processo o organizzativa (*Innovazione*).¹¹ Per tener conto di possibili problemi di endogeneità e inversione del nesso causale tra uso di sussidi ed attività di innovazione, sia *Inn_prod* che *Innovazione* sono ritardate di un periodo ($t-1$).

Poiché alcuni autori (ad es. Catozzelli e Vivarella, 2011; Afcha, 2012) hanno indicato come potenzialmente rilevante l'orientamento dell'impresa verso l'esportazione, entrambi i modelli includono tra le covariate la variabile binaria *Export*, che assume valore uno se l'impresa dichiara di esportare e zero altrimenti.

Anche i vincoli al credito sono stati indicati come una dimensione importante nel determinare il ricorso ai finanziamenti pubblici (Blanes e Isabel, 2004; Lööf e Hesmati, 2004). L'insieme delle variabili esplicative include pertanto la dummy *Problemi_finanza*, che assume valore uno se l'impresa ha dichiarato che i problemi di finanza percepiti – su una scala da 1 a 10 – sono maggiori di 8, e valore zero altrimenti.

Le due variabili dicotomiche incluse nel vettore *Uso_finanza* indicano se e in che modo l'impresa usa i finanziamenti esterni o interni in aggiunta o in alternativa al finanziamento dell'innovazione di prodotto/servizi; *Investimenti fissi* assume valore uguale ad uno se l'impresa ha usato i fondi per investimenti in immobili, impianti e macchinari, e zero altrimenti; *Estinzione_debiti* è uguale ad uno se l'impresa ha usato i fondi per il rifinanziamento e l'estinzione delle obbligazioni.

Il vettore *Performance* include un insieme di variabili dicotomiche che segnalano l'andamento dichiarato di alcuni indicatori di bilancio e di performance dell'impresa; *Fatturato up*, *Profitto up*, e *Merito di credito up*, assumono valore uno se l'impresa ha dichiarato un trend positivo, rispettivamente, del fatturato, del profitto e del merito di credito e valore zero altrimenti.

¹¹ Per costruire le variabili binarie *Inn_prod* e *Innovazione* abbiamo usato la domanda (Q1) nell'indagine SAFE, posta a wave alterne in riferimento ai 12 mesi precedenti. La variabile *Innovazione* relativa alla wave semestrale nella quale la domanda non è posta, è ottenuta imputando il dato relativo al semestre successivo, considerato l'arco temporale di riferimento della domanda.

Per completare l'insieme di covariate volte a cogliere l'eterogeneità delle imprese, vengono inclusi tre gruppi di variabili che controllano per il settore in cui le imprese operano, nonché per gli anni di attività e la dimensione. L'attività economica nell'indagine SAFE è codificata al livello di una cifra della classificazione NACE. Queste informazioni consentono di costruire le 4 variabili dummy incluse nel vettore *Settore* (*Industria, Costruzioni, Commercio e Servizi*), che indicano il settore di appartenenza di ciascuna impresa. Nelle nostre stime la variabile di controllo omessa sarà la dummy relativa al settore dei servizi. Il vettore *Età* è composto da variabili dicotomiche corrispondenti alle classi di anni di attività (<2 anni, 2-4 anni, 5-9 anni e 10+ anni) che assumono un valore uguale ad 1 se gli anni di attività dell'impresa sono compresi nell'intervallo considerato e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni [1] e [2] la classe di attività <2 anni è la variabile omessa. Il vettore *Dimensione* comprende tre dummy che denotano le dimensioni delle imprese per classi di occupati. *Micro* è uguale ad 1 se l'impresa occupa meno di 9 dipendenti e zero altrimenti; *Piccola* assume valore uguale a 1 se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti e zero altrimenti; *Media* ha valore uguale a 1 se l'impresa impiega tra 49 e 249 dipendenti e valore uguale a zero altrimenti. Nelle specificazioni [1] e [2] *Media* è la variabile omessa.

Infine, l'eterogeneità non osservabile è, almeno parzialmente, colta dalle dummy relative agli 11 paesi considerati nella nostra analisi, incluse nel vettore *Paese*. Nelle nostre specificazioni la dummy Portogallo è la variabile omessa. Entrambe le specificazioni includono inoltre (nel vettore *Wave*) le 8 dummy temporali relative alle *wave* semestrali dell'indagine SAFE, dalla 11-esima (aprile-settembre 2014) alla 18-esima (ottobre 2017- marzo 2018). La dummy omessa è la 18-esima *wave*.

Le statistiche descrittive delle variabili utilizzate nelle stime econometriche e la matrice di correlazione tra variabili sono contenute rispettivamente nelle Tabelle A1 e A2 dell'appendice a questo capitolo.

Vista la natura binaria della variabile dipendente, per la stima delle equazioni [1] e [2] utilizziamo modelli di regressione pooled probit.

3. RISULTATI

I risultati delle stime Probit dei modelli [1] e [2] sono riportati nella Tabella 1. Le tre colonne della tabella mostrano rispettivamente gli effetti marginali del primo modello (colonna 1) e delle due specificazioni del modello [2] (colonne 2 e 3). Gli errori standard sono robusti all'eteroschedasticità. Per brevità le dummy *Paese* e le dummy *Wave* non sono incluse nella tabella.

TABELLA 1 – Probabilità di usare i sussidi. Stime Panel Probit – effetti marginali

Variabili	1	2	3
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Esp_sussidi	0,0972***	0,1224***	0,1218***
	(0,0042)	(0,0055)	(0,0055)
Fin_innov	0,0207***		
	(0,0041)		
Inn_prod _{t-1}		0,0194***	
		(0,0049)	
Innovazione _{t-1}			0,0152***
			(0,0050)
Export	0,0264***	0,0325***	0,0328***
	(0,0039)	(0,0054)	(0,0053)
Problemi_finanza	0,0229***	0,0213***	0,0217***
	(0,0045)	(0,0061)	(0,0061)
<i>Uso finanza</i>			
Investimenti_fissi	0,0492***	0,0507***	0,0506***
	(0,0034)	(0,0046)	(0,0046)
Estinzione_debiti	0,0044	0,0055	0,0058
	(0,0048)	(0,0066)	(0,0065)
<i>Performance</i>			
Fatturato_up	0,0109***	0,0101*	0,0107**
	(0,0038)	(0,0052)	(0,0052)
Profitto_up	-0,0031	-0,0033	-0,0034
	(0,0040)	(0,0054)	(0,0054)
Merito di credito_up	0,0176***	0,0184***	0,0182***
	(0,0036)	(0,0050)	(0,0050)
<i>Settore</i>			
Industria	0,0119**	0,0014	0,0030
	(0,0048)	(0,0066)	(0,0065)
Costruzioni	-0,0022	0,0024	0,0023
	(0,0063)	(0,0087)	(0,0087)
Commercio	0,0014	0,0008	0,0017
	(0,0047)	(0,0065)	(0,0065)
<i>Età</i>			
>10 anni	-0,0401**	-0,0348	-0,0339
	(0,0174)	(0,0231)	(0,0233)
5-10 anni	-0,0448**	-0,0380	-0,0377
	(0,0181)	(0,0241)	(0,0243)
2-4 anni	-0,0573***	-0,0475*	-0,0474*
	(0,0200)	(0,0269)	(0,0270)

<i>Dimensione</i>			
Micro	-0,0317***	-0,0321***	-0,0316***
	(0,0050)	(0,0067)	(0,0067)
Piccola	0,0008	-0,0004	-0,0006
	(0,0043)	(0,0059)	(0,0059)
<i>Paesi</i>	SI	SI	SI
<i>Wave</i>	SI	SI	SI
Osservazioni	36.550	19.983	20.161

Gli errori standard sono riportati in parentesi. Livelli di significatività: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

Un primo sguardo alla magnitudo degli effetti marginali rivela come la caratteristica con il maggior impatto stimato sulla probabilità che le imprese utilizzino finanziamenti pubblici è l'esperienza pregressa nell'uso di sussidi (*Esp_sussidi*). Aver ricevuto sussidi pubblici in passato aumenta la probabilità di riceverne in futuro, con effetti marginali stimati che variano nelle tre specificazioni dal 9 per cento al 12 per cento. Tale risultato appare in linea con l'evidenza prodotta dallo studio di Aschoff (2010) su dati per la Germania, e sembra indicare l'esistenza di asimmetrie informative (ad esempio che le imprese non ancora sussidiate hanno minori informazioni sulle possibili fonti di finanziamento) oppure la presenza di effetti di *learning by doing* nella partecipazione ai programmi di finanziamento. Questa interpretazione tuttavia non è scontata, e il risultato potrebbe essere dovuto anche alle regole di selezione degli enti erogatori o riflettere la prevalenza di politiche che tendono a favorire determinati gruppi.

Un secondo risultato interessante è che la probabilità di ricevere e utilizzare finanziamenti pubblici di qualsiasi tipo è maggiore per le imprese che investono in R&S e per le imprese che hanno esperienza di innovazione. Si noti come, nella colonna (1), l'aver usato fonti di finanziamento esterne o interne per finanziare l'innovazione di prodotto e/o servizi (*Fin_innov*) incrementa del 2 per cento la probabilità di usare sussidi pubblici. Analogamente, nelle colonne (2) e (3) aver introdotto in passato un'innovazione di prodotto (*Inn_prod*) o una qualsiasi forma di innovazione, di prodotto, di processo o organizzativa (*Innovazione*) aumenta la probabilità di usare finanziamenti pubblici rispettivamente del 2 e dell'1,5 per cento. I risultati confermano l'evidenza di alcuni contributi sul tema, focalizzati su singoli paesi (Blanes e Isabel, 2004; Afcha, 2012; Silva *et al.*, 2017) e sembrano indicare che l'esperienza delle imprese in termini di innovazione costituisce una forma di *signaling* per l'ottenimento di finanziamenti pubblici:

da un lato è possibile che le imprese innovatrici si auto-selezionino nella scelta di partecipare a programmi di sostegno pubblico, dall'altro che gli enti che erogano i sussidi scelgano le imprese più innovative come garanzia dell'efficacia del finanziamento.

Lo stesso effetto positivo sulla probabilità di richiedere e ottenere finanziamenti pubblici si rileva per le imprese che esportano (come in Catozzelli e Vivarella, 2011, Afcha, 2012). In particolare gli effetti marginali stimati per la dummy *export* sono robusti nelle tre specificazioni, e variano dal 2,6 per cento (colonna 1) al 3,2 per cento (colonne 2 e 3).

Anche gli effetti stimati per le caratteristiche incluse nei vettori *Uso_finanza* e *Performance* confermano che la probabilità di richiedere e ricevere sussidi è maggiore per le imprese più dinamiche e in crescita. Si noti come le imprese che dichiarano di usare finanziamenti esterni o interni per *Investimenti fissi* hanno una maggiore probabilità pari a circa il 5 per cento di utilizzare sussidi pubblici, mentre usare i fondi per il rifinanziamento e l'estinzione di obbligazioni (*Estinzione_debiti*) non ha effetti significativi. Analogamente le imprese che dichiarano un incremento nel fatturato (*Fatturato up*) e nel merito di credito (*Merito di credito up*) hanno una maggiore probabilità di usare sussidi pari rispettivamente a circa l'1 e all'1,8 per cento, mentre non risulta statisticamente rilevante la dummy *Profitto up*.

L'esistenza di vincoli finanziari sembra essere una determinante importante nel decidere il ricorso ai finanziamenti pubblici. Gli effetti marginali della dummy *Problemi_finanza* sono sempre positivi e significativi nelle tre specificazioni, e segnalano che le imprese con difficoltà di accesso ai finanziamenti percepita come molto rilevante, hanno una maggiore probabilità di usare sussidi pubblici pari a circa il 2 per cento. I risultati sono in linea con l'evidenza di Blanes e Isabel (2004) e quella di Lööf e Hesmati (2004).

Passando all'analisi delle altre variabili di controllo (settore, età, dimensione) i risultati documentano quanto segue. Il settore di appartenenza delle imprese non sembra essere rilevante nella probabilità di usare sussidi. Solo in un caso (colonna 1) gli effetti marginali sono significativi e positivi e mostrano che le imprese operanti nell'industria hanno una maggiore probabilità (pari all'1 per cento) di usare i sussidi rispetto a quelle che operano nei servizi (variabile di controllo omessa). Il vettore dell'età produce risultati stabilmente significativi in tutte le specificazioni solo per la classe d'età 2-4 anni. Le imprese in questa classe hanno una minore probabilità di usare sussidi, rispetto alle imprese con meno di due anni di attività (variabile di controllo omessa). Infine, guardando alla dimensione delle imprese, la nostra analisi evidenzia che la dummy *Micro* presenta un segno significativo e negativo, rispetto alla dummy di controllo *Media*, indicando che le imprese con meno di 9 dipendenti hanno una minore probabilità di usare

sussidi pari a circa il 3 per cento. Tale risultato è robusto rispetto alle specificazioni delle colonne 2 e 3.

4. CONCLUSIONI

Quali sono le caratteristiche delle imprese che richiedono e ottengono finanziamenti pubblici? Sebbene far luce sulle strutture di incentivi sia essenziale per capire gli effetti della politica economica, l'attenzione verso il processo di selezione che porta le imprese ad allocare risorse per la ricerca di sovvenzioni pubbliche è stata scarsa in letteratura.¹²

Questo lavoro contribuisce a colmare questa lacuna, e analizza le caratteristiche delle imprese che ricevono e utilizzano una o più fonti di finanziamento pubblico nella forma di sovvenzioni dirette o prestiti agevolati. L'analisi si basa sui dati estratti da varie *wave* dall'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE) della Banca Centrale Europea, e si focalizza su un *panel* costituito da piccole e medie imprese di 11 Paesi europei, osservate semestralmente nel periodo aprile 2014–marzo 2018.¹³ Gli effetti delle diverse caratteristiche delle imprese sulla probabilità che queste facciano uso di finanziamenti pubblici vengono stimati con una serie di regressioni *panel probit*.

Emergono vari risultati interessanti.

i) Il fattore con il maggior impatto stimato sulla probabilità di far uso di finanziamenti pubblici, a parità di altre condizioni, è l'esperienza passata nell'uso di sussidi: le imprese che hanno ricevuto finanziamenti pubblici in passato hanno una maggior probabilità di riceverli e utilizzarli di nuovo. L'effetto potrebbe essere spiegato, ad esempio, con l'esistenza di asimmetrie informative (le imprese non ancora sussidiate hanno minori informazioni sulle possibili fonti di finanziamento) oppure con la presenza di effetti di *learning by doing* nella partecipazione ai programmi di finanziamento. Ma potrebbe anche essere dovuto alle regole di selezione degli enti erogatori o essere il risultato di politiche che favoriscono determinati gruppi.

ii) I comportamenti delle imprese in termini di input e output di innovazione sono determinanti importanti della probabilità di accedere ai sussidi. In particolare sia l'uso corrente di fondi (da fonti interne o esterne) per finanziare le spese in R&S sia l'aver introdotto in passato innovazioni di prodotto o una qualsiasi

¹² Gustafsson *et al.* (2019).

¹³ Ovvero dall'undicesima alla diciottesima *wave* dell'indagine SAFE.

forma di innovazione aumentano la probabilità che l'impresa riceva e usi finanziamenti pubblici.

iii) Anche le imprese che esportano e dunque competono sui mercati internazionali hanno una maggior probabilità di ricevere e usare sussidi.

iv) La probabilità di richiedere e ottenere finanziamenti pubblici è maggiore per le imprese che tendono ad usare fonti interne ed esterne per finanziare gli investimenti fissi, e per quelle che stanno registrando un trend positivo del fatturato e del merito di credito.

v) Infine, l'esistenza di vincoli al credito aumenta la probabilità che le imprese ricorrano a finanziamenti pubblici.

Nel complesso, i risultati ai punti ii), iii) e iv) indicano che la probabilità di utilizzare finanziamenti pubblici è maggiore per le imprese più dinamiche e competitive: le imprese che innovano, le imprese che esportano, le imprese che investono in capitale fisso e quelle con fatturato e merito di credito in crescita. Questo potrebbe indicare che sono le imprese più dinamiche e competitive che tendono ad auto-selezionarsi nella partecipazione a programmi di finanziamento pubblico, ma anche che queste caratteristiche costituiscono una forma di *signaling* per l'allocatione di sussidi da parte degli enti erogatori, che tendono a scegliere le imprese "migliori" come garanzia dell'efficacia del finanziamento.

Con i dati disponibili non è possibile distinguere se l'effetto sia dovuto al comportamento delle imprese o alla decisione degli enti che erogano i sussidi, in quanto il dato osservato (ovvero se l'impresa usi o meno sussidi pubblici) è il risultato netto dei due fattori. L'agenda è aperta per ulteriori ricerche.

APPENDICE

TABELLA A1 – Statistiche descrittive

Variabili	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
Uso_sussidi	36.550	0,119	0,324	0	1
Esp_sussidi	36.550	0,265	0,442	0	1
Fin_innov	36.550	0,201	0,401	0	1
Inn_prod	23.379	0,366	0,482	0	1
Innovazione	23.593	0,627	0,484	0	1
Investimenti fissi	36.550	0,459	0,498	0	1
Estinzione debiti	36.550	0,158	0,365	0	1
Fatturato up	36.550	0,445	0,497	0	1
Profitti up	36.550	0,334	0,472	0	1
Merito di credito up	36.550	0,295	0,456	0	1
Problemi finanza	36.550	0,165	0,371	0	1
Export	36.550	0,509	0,5	0	1
Industria	36.550	0,28	0,449	0	1
Costruzioni	36.550	0,112	0,315	0	1
Commercio	36.550	0,266	0,442	0	1
Servizi	36.550	0,342	0,474	0	1
>10 anni	36.550	0,856	0,351	0	1
5-10 anni	36.550	0,103	0,304	0	1
2-4 anni	36.550	0,033	0,178	0	1
<2 anni	36.550	0,008	0,09	0	1
Micro	36.550	0,35	0,477	0	1
Piccola	36.550	0,342	0,474	0	1
Media	36.550	0,308	0,462	0	1
Austria	36.550	0,071	0,256	0	1
Belgio	36.550	0,052	0,222	0	1
Germania	36.550	0,144	0,351	0	1
Spagna	36.550	0,152	0,359	0	1
Finlandia	36.550	0,05	0,217	0	1
Francia	36.550	0,121	0,326	0	1
Grecia	36.550	0,068	0,252	0	1
Irlanda	36.550	0,051	0,219	0	1
Italia	36.550	0,162	0,369	0	1
Olanda	36.550	0,076	0,265	0	1
Portogallo	36.550	0,055	0,227	0	1

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

TABELLA A2 – Matrice di Correlazione

	Uso_sussidi	Esp_sussidi	Fin_innov	Inn_prod	Innovazione	Export	Investimenti fissi	Estinzione debiti	Fatturato up	Profitti up
Uso_sussidi	1,000									
Esp_sussidi	0,263	1,000								
Fin_innov	0,039	0,018	1,000							
Inn_prod	0,054	0,047	0,316	1,000						
Innovazione	0,050	0,049	0,234	0,586	1,000					
Export	0,094	0,113	0,158	0,168	0,135	1,000				
Investimenti fissi	0,095	0,041	0,014	0,043	0,051	0,027	1,000			
Estinzione debiti	-0,026	0,000	0,057	<i>-0,006</i>	0,018	-0,016	-0,117	1,000		
Fatturato up	0,034	0,032	0,055	0,096	0,104	0,090	0,098	-0,041	1,000	
Profitti up	<i>0,011</i>	<i>0,009</i>	0,039	0,063	0,070	0,071	0,081	-0,017	0,530	1,000
Merito di credito up	0,041	0,051	0,019	0,056	0,075	0,063	0,088	0,027	0,240	0,256
Problemi finanza	0,025	0,026	0,017	0,027	0,044	-0,032	-0,088	0,123	-0,065	-0,090
Industria	0,108	0,165	0,094	0,115	0,106	0,368	0,090	-0,039	0,050	0,032
Costruzioni	-0,037	-0,041	-0,079	-0,119	-0,101	-0,189	-0,015	<i>0,008</i>	-0,032	-0,035
Commercio	-0,037	-0,044	<i>-0,012</i>	<i>0,009</i>	<i>-0,006</i>	-0,058	-0,132	0,017	-0,033	-0,030
Servizi	-0,047	-0,093	-0,029	-0,043	-0,032	-0,181	0,047	0,017	<i>0,003</i>	0,020
10 anni e +	0,023	0,045	-0,025	-0,027	-0,041	0,049	<i>0,009</i>	<i>-0,007</i>	-0,037	-0,018
5-9 anni	-0,015	-0,040	0,016	0,020	0,031	-0,031	<i>-0,010</i>	<i>0,001</i>	0,026	0,021
2-4 anni	-0,022	-0,018	0,018	0,018	0,018	-0,033	<i>-0,003</i>	0,014	0,023	0,000
<2 anni	<i>0,006</i>	<i>-0,005</i>	<i>0,007</i>	<i>0,001</i>	0,020	-0,021	<i>0,006</i>	<i>-0,004</i>	<i>0,008</i>	<i>-0,001</i>
Micro	-0,093	-0,156	-0,019	-0,023	-0,052	-0,231	-0,151	0,038	-0,125	-0,106
Piccola	0,033	0,053	<i>-0,006</i>	<i>0,000</i>	<i>0,004</i>	<i>-0,002</i>	<i>0,004</i>	<i>-0,013</i>	0,029	<i>-0,001</i>
Media	0,061	0,104	0,026	0,024	0,049	0,237	0,149	-0,025	0,098	0,109

Livelli di significatività: $0,01 < p < 0,10$; tutti i valori in corsivo non sono significativi.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 11-18)

- Afcha, S. (2012). Analyzing the interaction between R&D subsidies and firm's innovation strategy. *Journal of Technology Management and Innovation*, 7, 57-70.
- Aghion, P., Boulanger, J., Cohen, E. (2011). Rethinking industrial policy. *Bruegel Policy Brief*, 4/2011.
- Aiello, F., Albanese, G., Piselli, P. (2019). Good value for public money? The case of R&D policy. *Journal of Policy Modeling*, 41, 1057-1076.
- Aschhoff, B. (2010). Who gets the money? The dynamics of R&D projects subsidies in Germany. *Journal of Economics and Statistics (Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik)*, 230, 522-546.
- Becker, L. (2015). Effectiveness of public innovation support in Europe: Does public support foster turnover, employment and labour productivity? *Technical report, University of Goettingen, Department of Economics*.
- Bérubé, C., Mohnen, P. (2009). Are firms that receive R&D subsidies more innovative? *Canadian Journal of Economics*, 42, 206-225.
- Blanes, J.V., Isabel, B. (2004). Who participates in R&D subsidy programs? The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 33, 1459-1476.
- Bronzini, R., Piselli, P. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45, 442-57.
- Catozzella, A., Vivarella, M. (2011). Beyond additionality: are innovation subsidies counterproductive? *IZA Discussion Paper No. 5746*.
- Cerulli, G., Potì, B. (2008). Evaluating the effect of public subsidies on firm R&D activity: an application to Italy using the community innovation survey. *Ceris-Cnr, W.P. N° 9 /2008*.
- Czarnitzki, D., Delanote, J. (2014). R&d subsidies to small young companies: should the independent and high-tech ones be favored in the granting process? *Technical report, Centre for European Economic Research. (ZEW)*.
- David, P.A., Hall, B., Toole, A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research Policy*, 29, 497-529.
- Dvoulety, O., Srhoj, S., Pantea, S. (2020). Public SME grants and firm performance in European Union: A systematic review of empirical evidence. *Small Business Economics*, 1-21.
- Gustafsson, A., Tingvall, P. G., Halvarsson, D. (2019). Subsidy Entrepreneurs: an Inquiry into Firms Seeking Public Grants. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 1-40.
- Klette, T., Møen, J., Griliches, Z. (2000). Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies. *Research Policy*, 29, 471-495.
- Kölling, A. (2015). Does Public Funding Work? A Causal Analysis of the Effects of Economic Promotion with Establishment Panel Data. *Kyklos*, 68, 385-411.
- Lööf, H., Hesmati, A. (2004). The impact of public funding on private R&D investment. New evidence from a firm level innovation study. *Royal Institute of Technology, CESIS Working*

Paper series in economics and institutions of innovation.

Moretti, E., Wilson, D.J. (2014). State incentives for innovation, star scientists and jobs: Evidence from biotech. *Journal of Urban Economics*, 79, 20-38.

Silva, A.M., Silva, S.T., Carneiro, A. (2017). Determinants of grant decisions in R&D subsidy programmes: evidence from firms and S&T organisations in Portugal. *Science and Public Policy*, 44, 683-697.

Zúñiga-Vicente, J.A., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F.J., Galan, J.I. (2014). Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 28, 36-67.

Politiche di sostegno alle imprese e corruzione. Un'analisi empirica sulle PMI

GRAZIELLA BONANNO, NADIA FIORINO, STEFANIA P. S. ROSSI

ABSTRACT

Questo capitolo si propone di analizzare gli effetti della corruzione percepita sulla probabilità che le piccole e medie imprese (PMI) hanno di domandare e usare sussidi pubblici, nella forma di finanziamenti diretti o prestiti agevolati (quali ad esempio prestiti con garanzia pubblica o prestiti a tasso di interesse ridotto). L'analisi utilizza 114.443 osservazioni relative ad un campione di PMI di 31 Paesi, distribuite nel periodo 2009-2018. I dati relativi alle imprese sono semestrali e provengono dall'indagine Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE) della Banca Centrale Europea. La corruzione invece è misurata a livello di paese attraverso i principali indicatori internazionali. I risultati evidenziano che la percezione della corruzione, sia corrente sia passata, ha un impatto negativo sull'uso dei sussidi. Questo impatto tuttavia è minore nei paesi in cui il grado di corruzione percepito è meno elevato.

This chapter aims at analyzing the effects of perceived corruption on the probability of demanding public subsidies in the form of support from public sources, such as guarantees or reduced interest rate loans, by small and medium-sized enterprises (SMEs). The empirical analysis is based on a sample of 114,443 observations related to SMEs located in 31 countries, over the period 2009-2018. The firm level data come from the Survey Access to Finance of Enterprises (SAFE) run by the European Central Bank, while the country level data on corruption are retrieved from the leading international indicators. Our results show that both, current and past corruption have a negative impact on the use of public subsidies. However, this impact is lower in countries where the perceived corruption is lower.

KEYWORDS

Sussidi pubblici; corruzione; PMI
Public subsidies; corruption perceptions; SMEs

1. INTRODUZIONE

Le politiche di sostegno alle imprese sono uno strumento diffuso in tutti i paesi avanzati (Howell, 2017). La motivazione dell'intervento pubblico risiede nella generale opinione che i sussidi alle imprese favoriscono sia l'occupazione e la produttività, in particolare nelle aree svantaggiate, sia l'innovazione, soprattutto delle piccole e medie imprese (PMI) (Barone e Narciso 2015; Gustafsson *et al.*, 2016). Sicuramente rappresentano una rilevante fonte complementare di sostegno all'impresa, specialmente se di piccole e medie dimensioni (tra gli altri, Busom *et al.*, 2014). Le PMI, generalmente la tipologia di impresa caratterizzata da maggiore capacità innovativa, infatti hanno difficoltà a reperire risorse sul mercato privato. L'investimento in innovazione è un bene non rivale, che genera esternalità anche su chi non ha contribuito a produrla e, pertanto, è caratterizzato da rischi e incertezze che ne precludono la possibilità di essere utilizzato a garanzia del prestito, e da asimmetrie informative tra l'impresa e il finanziatore che ne ostacolano l'accesso al mercato privato.

Negli ultimi anni, anche in conseguenza dell'entità di fondi pubblici stanziati, la letteratura si è prevalentemente concentrata sulla valutazione dell'impatto dei trasferimenti pubblici. Gli effetti rilevati sulla produttività dell'impresa e del lavoro, sull'innovazione, sugli investimenti, sulle esportazioni e sulla creazione di nuovi posti di lavoro variano a seconda del contesto, dell'approccio empirico e del livello di governo che provvede ad attuare il programma di aiuti (Martin *et al.*, 2011; Busso *et al.*, 2013; Crisciulo *et al.*, 2012; Hottenrott e Lopes-Bento, 2014; Karhunen e Huovari, 2015).

Questo lavoro analizza le politiche di sostegno alle imprese in una prospettiva complementare proponendosi di verificare se la percezione di una cattiva qualità dell'ambiente istituzionale crea un ecosistema sfavorevole che influisce sulla decisione (probabilità) da parte delle imprese di chiedere e utilizzare sussidi pubblici.

La letteratura ha da tempo evidenziato che una buona qualità dell'ambiente istituzionale è il presupposto per l'imprenditorialità e lo sviluppo economico di lungo termine (Greif, 2006; Page, 2008). Infatti, un buon contesto istituzionale da un lato contribuisce ad allineare gli incentivi (diversi tipi di interessi), dall'altro facilita il coordinamento tra l'azione e le aspettative. Il risultato è che esso crea prevedibilità nella condotta, riduce l'incertezza e i costi di transazione. Di contro, una istituzione cattiva (corrotta) è inaffidabile, crea incertezza e confusione nei comportamenti economici, genera disallineamento tra gli incentivi. Pertanto, non offre condizioni per stabilità e prosperità di lungo periodo (Baumol, 1990).

L'ampia evidenza empirica conferma l'impatto negativo della corruzione sull'imprenditorialità e quindi sulla crescita di lungo termine. La corruzione infatti riduce gli investimenti interni ed esteri, genera effetti distorsivi sull'allocatione della spesa pubblica e in particolare dei sussidi pubblici all'innovazione (Mauro, 1995 e 1998; Keefer e Knack, 1996; Hall e Jones, 1999; La Porta *et al.*, 1999, Gupta *et al.*, 2001; Glaeser e Saks, 2006; Fang *et al.*, 2018). Alcuni studi evidenziano inoltre che istituzioni corrotte distorcono la concorrenza tra imprese. In un ambiente caratterizzato da corruzione sistemica, le tangenti costituiscono una barriera che rende più difficile o impedisce l'ingresso di nuove imprese, soprattutto se imprese di medie e piccole dimensioni, data la scarsità delle loro risorse finanziarie, il potere contrattuale inferiore e la difficoltà di accesso al credito bancario (Svensson, 2003; Campos *et al.*, 2010).

La percezione di un settore pubblico che abusa del proprio potere o pone in essere comportamenti disonesti e predatori mina inoltre la fiducia nell'efficacia e nell'equità del sistema politico-istituzionale (Seligson, 2002; Anderson e Tverdova, 2003; Morris e Klesner, 2010; Blanco, 2013) causando un deterioramento delle condizioni generali che favoriscono l'imprenditorialità. La fiducia generalizzata infatti garantisce il funzionamento delle transazioni economiche (e più in generale il funzionamento di qualunque tipo di interazione) riducendone l'incertezza e i costi di transazione a fronte della incompletezza dei contratti e della distribuzione asimmetrica delle informazioni (si veda, tra gli altri, Dixit, 2004).

Il nostro lavoro si collega a questa letteratura e la arricchisce in una prospettiva che pone al centro dell'attenzione l'impatto che la qualità delle istituzioni ha sulle decisioni delle imprese di accedere al sostegno pubblico oltre che sull'allocatione efficiente delle risorse da parte del decisore pubblico.

La nostra analisi è condotta su un campione di PMI di 31 paesi europei osservate semestralmente nel periodo giugno 2009 - marzo 2018, estratto dai dati dell'indagine *Survey on the Access to Finance of Enterprises* (SAFE) realizzata dalla Banca Centrale Europea (BCE). I risultati mostrano che la percezione di una cattiva qualità delle istituzioni influisce negativamente sulla probabilità delle imprese di domandare e usare sussidi pubblici e che questa probabilità tuttavia è inferiore nei paesi caratterizzati da una corruzione percepita meno elevata.

Il resto del lavoro è organizzato come segue: il paragrafo 2 descrive i dati e il modello utilizzato per le stime; il paragrafo 3 presenta i risultati dell'analisi empirica, infine il paragrafo 4 delinea alcune considerazioni conclusive.

2. METODOLOGIA E SPECIFICAZIONE DEL MODELLO

2.1 *Dati*

La nostra indagine si basa su tre principali fonti di dati relativi rispettivamente alle imprese e agli indicatori di corruzione (questi ultimi aggregati a livello di paese).

Le informazioni a livello di impresa derivano dall'indagine SAFE. A partire dal 2009 con cadenza semestrale (*wave*) SAFE fornisce dati armonizzati e omogenei relativi alle imprese appartenenti ai paesi europei e ad alcuni paesi extra-europei. I principali dati sulle imprese intervistate spaziano dalle caratteristiche standard delle imprese (età, dimensione, settore, assetto proprietario, ecc.) alle informazioni sull'accesso al credito e sulle difficoltà riscontrate nel finanziamento dalle PMI (canali di finanziamento, utilizzo di tali fonti di finanziamento, ecc.). L'indagine fornisce dati anonimi soprattutto qualitativi basati sulle dichiarazioni delle imprese intervistate in relazione agli ultimi sei mesi di attività.

I dati attinenti ai due indicatori di corruzione sono misurati a livello di singolo paese e derivano da due diversi fonti: 1) *Worldwide Governance Indicators* (WGI) della Banca Mondiale e 2) *Transparency International*.

L'analisi empirica si focalizza su un ampio campione che dalla prima alla 18-*esima wave* include PMI appartenenti a 31 paesi europei ed extra europei caratterizzati da livelli eterogenei di corruzione. In base ai livelli di corruzione, i paesi sono stati raggruppati in due classi: paesi a bassa corruzione (Austria, Belgio, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Islanda, Lussemburgo, Norvegia, Olanda, Regno Unito, Svezia, Svizzera) e paesi ad alta corruzione (Bulgaria, Cipro, Grecia, Israele, Italia, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Slovenia, Spagna, Slovacchia, Turchia, Ungheria).

Il nostro panel è costituito da 114.443 osservazioni a livello di impresa, distribuite su 18 *wave*.

2.2 *Modello e variabili*

Al fine di esaminare se l'utilizzo di sussidi pubblici da parte delle PMI sia determinato dal livello di corruzione esistente all'interno di ciascun paese – al netto di una serie di variabili di controllo che mirano a cogliere l'eterogeneità delle imprese, dei paesi e del tempo – proponiamo il seguente modello probabilistico che misura rispettivamente la probabilità che un'impresa *i-esima* usi sussidi pubblici:

$$\Pr (Uso\ sussidi_{it}) = F (Corruzione_{jt}, Performance_{it}, Domanda\ mutui\ banca_{it}, Settore_{it}, Et\grave{a}_{it}, Dimensione_{it}, Paese_{jt}, Wave_t) \quad [1]$$

dove i indica l'impresa, j il paese e t il tempo misurato sulla base dei semestri delle *wave*.

La variabile dipendente, *Uso sussidi*, è una variabile binaria che assume valore uno se l'impresa dichiara di aver usato negli ultimi sei mesi sussidi pubblici nella forma di finanziamenti diretti o prestiti agevolati (quali, ad esempio, prestiti con garanzia pubblica o prestiti a tasso di interesse ridotto), e valore zero altrimenti.

Il vettore *Corruzione* è composto da due indicatori che misurano la percezione della corruzione nel settore pubblico e sono usati alternativamente nelle diverse specificazioni del modello [1]. Il primo indicatore è *Control of Corruption* contenuto nei *Worldwide Governance Indicators* (WGI) elaborati dalla Banca Mondiale. Questo indicatore varia tra -2,5 e +2,5 dove a valori maggiori corrisponde minore corruzione.¹ Il secondo indicatore *Corruption Perceptions Index* (CPI) è costruito da *Transparency International* e varia su una scala da 0 a 100, dove a valori maggiori dell'indicatore corrispondono minori livelli di corruzione.²

La corruzione è un fenomeno persistente (Andvig e Moene, 1990). Cattive istituzioni politiche, una volta instaurate, favoriscono la conservazione dei privilegi e l'abuso di potere e incidono in modo duraturo sui valori individuali e sulle norme sociali perché minano la fiducia degli individui nelle istituzioni e negli altri (Tabellini, 2010). Nelle diverse specificazioni del modello [1], per tener conto dell'effetto della percezione della corruzione pregressa, usiamo gli indicatori ritardati di due periodi $t-2$.

Il ritardo di due periodi è motivato dal fatto che mentre le informazioni relative alle imprese sono su base semestrale (*wave*), i dati relativi ai due indicatori di corruzione sono invece annuali. Il ritardo di un solo periodo non catturerebbe correttamente l'effetto della persistenza della corruzione.

L'insieme delle variabili esplicative comprende alcune caratteristiche delle imprese che la letteratura ha indicato come potenzialmente rilevanti nel determinare l'accesso ai sussidi. Il vettore *Performance* include due variabili dicotomiche *Fatturato* e *Merito di credito*. Tali dummy sono uguali ad uno se l'impresa

¹ L'indicatore *Control of Corruption* misura, a partire dal 1996, la corruzione per circa 215 paesi come fenomeno di "cattura" degli stati da parte di élites e interessi privati attraverso *surveys* multiple sottoposte a esperti del mondo degli affari e analisti.

² Il CPI è un indice aggregato costruito sulla base di una serie di interviste che vari istituti di ricerca indipendenti e accreditati sottopongono ad un campione di esperti, manager, analisti politici e finanziari (e dal 1997 anche privati cittadini). Le interviste sono relative all'abuso di potere da parte dei funzionari pubblici e riguardano sia il paese dell'intervistato sia altri paesi. L'indice determina la percezione (e non l'esperienza diretta) della corruzione nel settore pubblico in 180 paesi circa.

ha dichiarato un trend positivo, rispettivamente, del fatturato e del merito di credito, e a zero altrimenti.

Per tener conto dell'effetto che la domanda di mutui bancari può avere sull'uso dei sussidi pubblici (Martí e Quas 2018; Li *et al.*, 2019) usiamo la variabile *Domanda mutui banca*, che assume valore uno se l'impresa ha dichiarato di aver fatto uso di prestiti bancari, e valore zero altrimenti.

Al fine di cogliere l'eterogeneità delle imprese, includiamo nel modello tre vettori che controllano per il settore in cui le imprese operano, per la loro età e per la dimensione misurata per classi di occupati. Utilizzando le informazioni contenute nell'indagine SAFE, costruiamo il vettore *Settore* composto da quattro dummy corrispondenti al settore di appartenenza di ciascuna impresa *Industria*, *Costruzioni*, *Commercio* e *Servizi*. Nelle nostre stime la variabile di controllo omessa è la dummy relativa al settore dei servizi. Il vettore *Età* è composto da variabili dicotomiche corrispondenti alle classi di età (<2 anni, 2-4 anni, 5-9 anni e 10+ anni) che assumono un valore uguale ad uno se l'età dell'impresa è compresa nell'intervallo considerato e zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni la classe d'età 10+ anni è la variabile omessa. Il vettore *Dimensione* comprende tre dummy che denotano le dimensioni delle imprese per classi di occupati. *Micro* è uguale ad uno se l'impresa ha meno di 9 dipendenti e zero altrimenti; *Piccola* assume valore uguale a uno se l'impresa ha tra 10 e 49 dipendenti e zero altrimenti; *Media* ha valore uguale a uno se l'impresa ha tra 49 e 249 dipendenti e valore uguale a zero altrimenti. Nelle nostre specificazioni *Media* è la variabile omessa.

Infine, l'eterogeneità non osservabile è parzialmente colta dalle dummy relative ai 31 paesi inclusi nella nostra indagine, compresi nel vettore *Paese*. Nelle nostre specificazioni la dummy *Regno Unito* è la variabile omessa. Per tener conto del tempo il vettore *Wave* include le 18 dummy relative alle *wave* semestrali di SAFE, dalla prima (giugno 2009) alla 18-esima (marzo 2018). La dummy omessa è la 18-esima *wave*.

Le statistiche descrittive delle variabili utilizzate nelle stime econometriche e la matrice di correlazione tra variabili sono contenute rispettivamente nelle Tabelle A1 e A2 dell'appendice a questo capitolo.

3. RISULTATI

3.1 Indicatori di corruzione e sussidi

Data la natura binaria della variabile dipendente, le diverse specificazioni del modello [1] sono stimate con modelli probit per dati panel. I risultati sono riportati

nella Tabella 1, in cui le colonne indicano le diverse specificazioni del modello [1], che differiscono per l'impiego alternativo degli indicatori di corruzione, stimati al tempo t e al tempo $t-2$. In particolare, le prime due colonne riportano, rispettivamente, gli effetti marginali della stima del modello [1] con *Control of Corruption* e *CPI*. Le colonne 3 e 4 mostrano gli effetti dei due indicatori ritardati di due periodi.

Gli errori standard sono robusti all'eteroschedasticità. Per brevità, gli effetti marginali sia delle dummy *Paese* che delle dummy *Wave* non sono riportati nella tabella.

TABELLA 1 – Risultati delle stime econometriche

	Uso sussidi					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Control of Corruption	0,2620***				0,2889***	
	(0,0795)				(0,0806)	
CPI		0,0029**				0,0033**
		(0,0013)				(0,0014)
Control of Corruption _{t-2}			0,1763***			
			(0,0449)			
CPI _{t-2}				0,0015**		
				(0,0006)		
Control of Corruption* bassa corruzione					-0,1076***	
					(0,0234)	
CPI*bassa corruzione						-0,0026***
						(0,0003)
Fatturato	0,0256***	0,0243***	0,0145*	0,0132	0,0253***	0,0237***
	(0,0043)	(0,0050)	(0,0081)	(0,0081)	(0,0041)	(0,0048)
Merito di credito	0,0257***	0,0255***	0,0105	0,0103	0,0252***	0,0247***
	(0,0074)	(0,0074)	(0,0088)	(0,0088)	(0,0075)	(0,0075)
Domanda mutui banca	0,0581***	0,0580***	0,0120	0,0122	0,0584***	0,0585***
	(0,0075)	(0,0074)	(0,0085)	(0,0085)	(0,0074)	(0,0072)
Industria	0,0909***	0,0907***	0,1015***	0,1011***	0,0911***	0,0909***
	(0,0148)	(0,0147)	(0,0113)	(0,0113)	(0,0148)	(0,0145)
Costruzioni	-0,0133	-0,0127	-0,0498***	-0,0495***	-0,0129	-0,0121
	(0,0092)	(0,0088)	(0,0148)	(0,0149)	(0,0093)	(0,0090)

Commercio	-0,0302***	-0,0298***	-0,0360***	-0,0360***	-0,0306***	-0,0302***
	(0,0077)	(0,0076)	(0,0113)	(0,0113)	(0,0078)	(0,0078)
5-9 anni	0,0060	0,0069	0,0145	0,0154	0,0057	0,0064
	(0,0086)	(0,0085)	(0,0133)	(0,0133)	(0,0086)	(0,0085)
2-4 anni	0,0111	0,0122	0,0299	0,0299	0,0090	0,0095
	(0,0168)	(0,0169)	(0,0203)	(0,0203)	(0,0162)	(0,0160)
<2 anni	-0,0192	-0,0178	0,0684	0,0690	-0,0166	-0,0154
	(0,0182)	(0,0184)	(0,0476)	(0,0476)	(0,0187)	(0,0189)
Micro	-0,0356**	-0,0387**	-0,0234**	-0,0252**	-0,0353**	-0,0385**
	(0,0174)	(0,0179)	(0,0118)	(0,0118)	(0,0172)	(0,0175)
Piccole	-0,0026	-0,0044	-0,0078	-0,0087	-0,0024	-0,0043
	(0,0099)	(0,0101)	(0,0110)	(0,0110)	(0,0098)	(0,0100)
Paesi	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Wave	SI	SI	SI	SI	SI	SI
N. di osservazioni	114.443	114.443	25.687	25.687	114.443	114.443
N. di imprese	72.954	72.954	14.575	14.575	72.954	72.954
N. di paesi	31	31	28	28	31	31
Log-verosimiglianza	-67696	-67752	-15937	-15942	-67639	-67670

Livelli di significatività: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10.

FONTE: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 1-18)

Guardando agli effetti marginali l'analisi evidenzia che il livello della corruzione percepita nel paese in cui le imprese operano ha un impatto positivo sulla probabilità che le PMI hanno di domandare e usare fonti di finanziamento pubblico. In particolare, il segno positivo di entrambi gli indicatori di corruzione (colonne 1 e 2) rivela che al diminuire della corruzione percepita (ovvero per valori più alti dei due indicatori) aumenta l'uso di sussidi pubblici da parte delle imprese. L'effetto marginale è pari al 26 per cento di incremento della probabilità quando utilizziamo *Control of Corruption*, e allo 0,29 per cento quando la corruzione percepita è misurata dal *CPI*.³ Tale risultato supporta la nostra ipotesi di ricerca

³ Si consideri che i due indicatori di corruzione utilizzano unità di misura diverse: *Control of Corruption* è misurato mediante *z-score*, mentre *CPI* varia su una scala da 0 a 100.

e sembra essere in linea con l'evidenza prodotta dalla letteratura che suggerisce come la corruzione deteriori il clima di fiducia necessario alla realizzazione delle decisioni dell'impresa e introduca, invece, una maggiore incertezza sugli esiti dell'accesso alle politiche di sostegno che si traduce in una diminuzione della domanda di sussidi (Gillanders e Neselevska, 2018; Fang *et al.*, 2018).

La percezione della corruzione pregressa ha un effetto sulle scelte operate dalla PMI in merito all'uso dei sussidi. Gli effetti marginali dei due indicatori di corruzione ritardati di due periodi rimangono positivi e significativi come mostrato nelle colonne 3 e 4. Rispetto alle specificazioni presenti nelle colonne 1 e 2, gli effetti marginali si riducono in entrambi i casi e sono pari al 18 per cento quando includiamo *Control of Corruption*, e allo 0,15 per cento quando usiamo il *CPI*. Questo risultato conferma che la corruzione è un fenomeno persistente (Andvig e Moene, 1990; Tabellini, 2010) e sembra indicare che se la corruzione è percepita come diffusa e pervasiva scoraggi la domanda di sostegno pubblico da parte delle PMI.

Un secondo risultato interessante è che le imprese che dichiarano un incremento nel fatturato (*Fatturato*) e nel merito di credito (*Merito di credito*) hanno una maggiore probabilità di usare sussidi pari rispettivamente a circa il 2,5 per cento, risultato stabile sulle due specificazioni (colonne 1 e 2). Tale evidenza conferma che la probabilità di richiedere e ricevere sussidi è maggiore per le imprese in crescita e per quelle che mostrano una maggiore affidabilità economica e finanziaria, costituendo una forma di *signaling* per l'ottenimento di finanziamenti pubblici da parte degli enti erogatori.

La nostra analisi mostra inoltre che la probabilità di ricevere e utilizzare finanziamenti pubblici di qualsiasi tipo è maggiore del 5,8 per cento per le imprese che domandano mutui bancari. Questo risultato sembra suggerire la presenza di un effetto di complementarità tra l'uso del canale di finanziamento bancario e l'uso di sussidi pubblici (Martí e Quas, 2018; Li *et al.*, 2019).

I risultati relativi alle variabili di controllo (settore, età, dimensione) evidenziano quanto segue. Il settore di appartenenza delle imprese sembra giocare un ruolo rilevante nella probabilità di usare sussidi pubblici. Gli effetti marginali mostrano che le imprese che operano nell'industria hanno una maggiore probabilità (che varia tra il 9 e il 10 per cento) di accedere ai sussidi rispetto a quelle che operano nei servizi (variabile di controllo omessa). Al contrario, il segno negativo e significativo della dummy *Commercio* indica che le imprese che appartengono a questo settore hanno una minore probabilità di usare sussidi pubblici rispetto al settore dei servizi.

L'evidenza empirica mostra anche che il vettore relativo all'età non produce risultati significativi in nessuna delle specificazioni proposte, segnalando assenza di differenze nella probabilità di ricorrere ai sussidi pubblici tra le imprese

più giovani e quelle che operano da più tempo. Infine, guardando alla dimensione delle imprese, l'analisi evidenzia che le imprese con meno di 9 dipendenti (*Micro*) hanno una minore probabilità di ricorrere al finanziamento pubblico rispetto alle *Medie* (la riduzione è di circa il 3 per cento). Tale risultato è stabile rispetto alle diverse specificazioni della Tabella 1.

3.2 *Analisi ulteriore: paesi a bassa e ad alta corruzione*

Per consolidare la nostra analisi e verificare se l'effetto della corruzione sia diverso nei paesi a bassa ed alta corruzione, proponiamo un'ulteriore specificazione del modello [1]. A questo fine, utilizzando il valore mediano della distribuzione del CPI, dividiamo il campione in paesi a bassa corruzione (sopra la mediana, pari a 69) e quelli ad alta corruzione (sotto la mediana). Sulla base di questa classificazione costruiamo la dummy *bassa corruzione* che assume valori uguali ad uno per i paesi al di sopra della mediana e valori uguali a zero per i paesi ad alta corruzione. L'interazione tra la variabile dicotomica *bassa corruzione* e la variabile che misura la percezione della corruzione consente di catturare la differenza di impatto della corruzione sulla probabilità di usare i sussidi tra il gruppo dei paesi definiti a bassa corruzione e quelli ad alta corruzione.⁴ Le colonne 5 e 6 della Tabella 1 riportano i risultati di questa analisi. L'evidenza mostra che nei paesi caratterizzati da bassa corruzione (per i quali la dummy *bassa corruzione* è uguale a uno e quindi l'interazione è uguale all'indice di corruzione utilizzato nel modello) la corruzione produce un incremento pari al 18 per cento circa della probabilità di domandare sussidi da parte delle PMI utilizzando *Control of Corruption* e a 0,07 per cento se si considera il *CPI* (colonna 6). Tali percentuali sono ottenute sottraendo dall'effetto marginale della corruzione l'effetto marginale della variabile interagita calcolata utilizzando rispettivamente i due indicatori di corruzione (colonne 5 e 6). Nel gruppo dei paesi a bassa corruzione, l'effetto marginale della corruzione sulla probabilità di domandare sussidi è inferiore, dunque, rispetto all'effetto marginale della percezione di una bassa qualità istituzionale che caratterizza i paesi definiti ad alta corruzione (29 per cento circa quando usiamo *Control of Corruption*, 0,33 per cento quando consideriamo *CPI*). Questo risultato può essere interpretato come ulteriore conferma del fatto che, nei paesi in cui la corruzione è percepita come sistemica e maggiormente pervasiva, la cattiva qualità delle istituzioni crea maggiore incertezza, aumenta i costi di transazione e corrode la fiducia, scoraggiando gli investitori privati.

⁴ Un approccio metodologico simile è utilizzato in Aiello e Bonanno (2018).

4. CONCLUSIONI

La corruzione può avere un effetto sulla domanda di sussidi pubblici da parte delle imprese? Sebbene la letteratura si sia occupata ampiamente di politiche di sostegno pubblico soprattutto in relazione al finanziamento delle spese in R&S (tra gli altri Brown *et al.*, 2017; Gustaffson *et al.*, 2019), l'attenzione sugli effetti che la corruzione può avere sull'uso e sulla domanda di sussidi pubblici risulta essere scarsa in letteratura (Fang *et al.*, 2018).

Questo lavoro ha l'obiettivo di colmare questa lacuna e analizza – al netto delle caratteristiche delle imprese – l'effetto che un ambiente più o meno corrotto ha sulla domanda di finanziamento pubblico nella forma di sovvenzioni dirette o prestiti agevolati. L'indagine si basa sui dati estratti da diversi dataset: l'indagine SAFE, il WGI della Banca Mondiale e il *Transparency International*. Il nostro campione è composto da PMI localizzate in 31 Paesi europei e non europei e osservate semestralmente nel periodo giugno 2009 - marzo 2018.

Dall'analisi condotta in questo capitolo emergono alcuni risultati interessanti.

La corruzione sembra giocare un ruolo rilevante sulla probabilità di far uso di finanziamenti pubblici anche quando riferita al passato. I nostri dati evidenziano infatti che la corruzione pregressa, a parità di altre condizioni, influenza gli equilibri dei periodi successivi, confermando da un lato che la corruzione è un fenomeno persistente, dall'altro che la percezione di istituzioni cattive o deboli impoverisce la fiducia dei singoli nelle istituzioni stesse e negli altri, creando un ambiente sfavorevole alla imprenditorialità (Morris e Klesner, 2010; Gillanders, 2018). Quest'ultimo risultato è particolarmente evidente quando si considera la distinzione tra paesi caratterizzati da un maggiore o minore grado di corruzione. Nei paesi caratterizzati da corruzione più elevata, l'effetto della cattiva qualità delle istituzioni sulla probabilità di domandare sussidi è di maggiore entità. Questo conferma che la corruzione ha conseguenze economiche più severe se viene percepita come pervasiva e sistemica. A parità di condizioni l'analisi evidenzia anche che le imprese con maggiori prospettive di crescita e quelle con maggiore affidabilità economica e finanziaria hanno una maggiore probabilità di utilizzare finanziamenti pubblici. Probabilmente queste caratteristiche costituiscono una forma di *signaling* per gli enti erogatori. Infine, il settore di appartenenza e la dimensione delle imprese giocano un ruolo nell'utilizzo dei finanziamenti pubblici.

La corruzione è un fenomeno eterogeneo tra gli stati ma anche all'interno dello stesso paese. Mentre esistono informazioni relative alla corruzione nelle regioni europee (cfr. *Variety of Democracy* (V-Dem), Università di Gothenburg) i dati relativi alle imprese sono organizzati solo a livello di paese. Questo non consente al momento approfondimenti a livello di regioni o macro-aree. Il superamento di queste limitazioni offre spunti per future interessanti indagini.

APPENDICE

Tabella A1 – Statistiche descrittive delle variabili utilizzate

Variabili	N. di osservazioni	Media	Deviazione standard	Minimo	Massimo
Uso sussidi	114.443	0,5414	0,4983	0	1
Control of Corruption	114.443	1,1150	0,7437	-0,2673	2,4465
CPI	114.443	64,650	16,827	15	94
Fatturato	114.443	0,3800	0,4854	0	1
Merito di credito	114.443	0,2457	0,4305	0	1
Domanda mutui banca	114.443	0,2689	0,4434	0	1
Industria	114.443	0,2575	0,4373	0	1
Costruzioni	114.443	0,1119	0,3153	0	1
Commercio	114.443	0,2717	0,4448	0	1
Servizi	114.443	0,3589	0,4797	0	1
10+ anni	114.443	0,7789	0,4150	0	1
5-9 anni	114.443	0,1389	0,3459	0	1
2-4 anni	114.443	0,0653	0,2471	0	1
<2 anni	114.443	0,0169	0,1288	0	1
Micro	114.443	0,3659	0,4817	0	1
Piccole	114.443	0,3470	0,4760	0	1
Medie	114.443	0,2872	0,4524	0	1
Austria	114.443	0,0449	0,2072	0	1
Belgio	114.443	0,0497	0,2173	0	1
Bulgaria	114.443	0,0144	0,1191	0	1
Cipro	114.443	0,0039	0,0622	0	1
Danimarca	114.443	0,0120	0,1088	0	1
Estonia	114.443	0,0027	0,0522	0	1
Finlandia	114.443	0,0456	0,2085	0	1
Francia	114.443	0,1202	0,3252	0	1
Germania	114.443	0,1018	0,3024	0	1
Grecia	114.443	0,0548	0,2277	0	1
Irlanda	114.443	0,0442	0,2056	0	1

Israele	114.443	0,0010	0,0313	0	1
Islanda	114.443	0,0038	0,0615	0	1
Italia	114.443	0,1239	0,3295	0	1
Lettonia	114.443	0,0055	0,0740	0	1
Lituania	114.443	0,0074	0,0855	0	1
Lussemburgo	114.443	0,0032	0,0562	0	1
Malta	114.443	0,0035	0,0595	0	1
Norvegia	114.443	0,0035	0,0589	0	1
Olanda	114.443	0,0506	0,2193	0	1
Polonia	114.443	0,0325	0,1774	0	1
Portogallo	114.443	0,0537	0,2255	0	1
Regno Unito	114.443	0,0305	0,1720	0	1
Repubblica Ceca	114.443	0,0143	0,1187	0	1
Repubblica Slovacca	114.443	0,0155	0,1235	0	1
Slovenia	114.443	0,0055	0,0741	0	1
Svezia	114.443	0,0122	0,1099	0	1
Svizzera	114.443	0,0007	0,0256	0	1
Spagna	114.443	0,1171	0,3215	0	1
Turchia	114.443	0,0078	0,0880	0	1
Ungheria	114.443	0,0135	0,1154	0	1

Paesi a bassa corruzione: Austria, Belgio, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Islanda, Lussemburgo, Norvegia, Olanda, Regno Unito, Svezia, Svizzera.

Paesi ad alta corruzione: Bulgaria, Cipro, Grecia, Israele, Italia, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Slovenia, Spagna, Repubblica Slovacca, Turchia, Ungheria.

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 1-18).

TABELLA A2 – Matrice di correlazione tra le variabili utilizzate

	Control of Corrupt	CPI	Fatturato	Merito di credito	Domanda mutui banca	Industria	Costruz.
Control of Corruption	1						
CPI	0,9418	1					
Fatturato	0,1023	0,0999	1				
Merito di credito	0,0842	0,0818	0,241	1			
Domanda mutui banca	-0,0742	-0,0787	0,0384	0,0437	1		
Industria	-0,0731	-0,0666	0,0539	0,0425	0,0636	1	
Costruzioni	0,0295	0,0332	-0,0392	-0,0259	0,0033	-0,209	1
Commercio	-0,0616	-0,0613	-0,0293	-0,0099	-0,0099	-0,3597	-0,2168
Servizi	0,1044	0,0958	0,0038	-0,0126	-0,0510	-0,4406	-0,2656
10+ anni	0,0101	0,0079	-0,0535	-0,0135	0,0288	0,0910	0,0045
5-9 anni	-0,0254	-0,0215	0,0243	0,0141	-0,0190	-0,0652	-0,0004
2-4 anni	0,0036	0,0039	0,0424	0,0059	-0,0202	-0,0466	-0,0005
<2 anni	0,0287	0,0247	0,0257	-0,0056	-0,0031	-0,0289	-0,0125
Micro	-0,0527	-0,0478	-0,1134	-0,0888	-0,1106	-0,2360	0,0030
Piccole	0,0321	0,0275	0,0200	0,0171	0,0190	0,0124	0,0333
Medie	0,0224	0,0219	0,0997	0,0765	0,0977	0,2381	-0,0382

Fonte: nostre elaborazioni su dati SAFE (wave 1-18).

Comm.	Servizi	10+ anni	5-9 anni	2-4 anni	<2 anni	Micro	Piccole	Medie
1								
-0,457	1							
-0,0037	-0,0825	1						
-0,0058	0,0651	-0,7539	1					
0,0106	0,0329	-0,4961	-0,1062	1				
0,0073	0,0278	-0,2459	-0,0526	-0,0346	1			
0,1293	0,0932	-0,1782	0,1053	0,1117	0,0770	1		
-0,0109	-0,0231	0,0451	-0,0181	-0,0329	-0,0338	-0,5536	1	
-0,1262	-0,0750	0,1422	-0,0931	-0,0844	-0,0464	-0,4821	-0,4627	1

BIBLIOGRAFIA

- Aiello, F., Bonanno, G. (2018). On the sources of heterogeneity in banking efficiency literature. *Journal of Economic Surveys*, 32, 194-225.
- Andvig, J. C., Moene, K. O. (1990). How corruption may corrupt. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 13, 63-76.
- Anderson, C.J., Tverdova, Y.V. (2003). Corruption, political allegiances, and attitudes toward government in contemporary democracies. *American Journal of Political Science* 47, 91-109.
- Barone, G., Narciso, G. (2015). Organized crime and business subsidies: Where does the money go? *Journal of Urban Economics*, 86, 98-110.
- Baumol, W. J. (1990). Entrepreneurship: Productive, unproductive, and destructive. *Journal of Political Economy*, 98, 893-921.
- Blanco, L. (2013). The impact of crime and insecurity on trust in democracy and institutions. *American Economic Review*, 103, 284-288.
- Brown, J. R., Martinsson, G., Petersen, B. C. (2017). What promotes R&D? Comparative evidence from around the world. *Research Policy*, 46, 447-462.
- Busom, I., Corchuelo, B., Martinez-Ros, E. (2014). Tax incentives...or subsidies for business R&D?. *Small Business Economics*, 43, 571-596.
- Busso, M., Gregory, J., Kline, P. (2013). Assessing the incidence and efficiency of a prominent place-based policy. *American Economic Review*, 103, 897-947.
- Campos, N., Estrin, S., Proto, E. (2010). Corruption as a Barrier to Entry: Theory and Evidence. CEPR Discussion Paper n. 8061.
- Criscuolo, C., Martin, R., Overman, H., Van Reenen, J. (2012). The causal effects of an industrial policy. NBER Working Papers n. 17842, National Bureau of Economic Research.
- Dixit, A. K. (2004). *Lawlessness and Economics. Alternative Models of Governance*. Princeton University Press.
- Fang, L., Lerner, J., Wu, C., Zhang, Q. (2018). Corruption, government subsidies, and innovation: Evidence from China. NBER Working Papers n. 5098, National Bureau of Economic Research.
- Gillanders, R., Neselevska, O. (2018). Public sector corruption and trust in the private sector. *Journal of International Development*, 30, 1288-1317.
- Glaeser, E. L., Saks, R. E. (2006). Corruption in America. *Journal of Public Economics*, 90, 1053-1072.
- Greif, A. (2006). *Institutions and the path to the modern economy*. New York, Cambridge University Press.
- Gupta, S., De Mello, L., Sharan, R. (2001). Corruption and military spending. *European Journal of Political Economy*, 17, 749-777.
- Gustafsson, A., Stephan, A., Hallman, A., Karlsson, N. (2016). The "sugar rush" from innovation subsidies: a robust political economy perspective. *Empirica*, 43, 729-756.
- Gustafsson, A., Tingvall, P. G., Halvarsson, D. (2019). Subsidy Entrepreneurs: an Inquiry into Firms Seeking Public Grants. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 1-40.
- Hall, R. E., Jones, C. I. (1999). Why do some countries

- produce so much more output per worker than others?. *The Quarterly Journal of Economics*, 114, 83-116.
- Hottenrott, H., Lopes-Bento, C. (2014). International R&D collaboration and SMEs: the effectiveness of targeted public R&D support schemes. *Research Policy*, 43, 1055-1066.
- Howell, S. T. (2017). Financing innovation: Evidence from R&D grants. *American Economic Review*, 107, 1136-64.
- Karhunen, H., Huovari, J. (2015). R&D subsidies and productivity in SMEs. *Small Business Economics*, 45, 805-823.
- Keefer, P, Knack, S. (1996). Institutions and Economic Performance: Cross- Country Tests Using Alternative Institutional Measures. *Economics and Politics*, 7, 207-227.
- La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., Vishny, R. (1999). The quality of government. *The Journal of Law, Economics, and Organization*, 15, 222-279.
- Li, J., Lee, R. P., Wan, J. (2019). Indirect Effects of Direct Subsidies: An Examination of Signaling Effects. *Industry and Innovation*, 1-22.
- Martin, P., Mayer, T., Mayneris, F. (2011). Public support to clusters. A firm level study of French local productive systems. *Regional Science and Urban Economics*, 41, 108-123.
- Mauro, P. (1998). Corruption and the composition of government expenditure. *Journal of Public Economics*, 69, 263-279.
- Mauro, P. (1995). Corruption and growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 110, 681-712.
- Martí, J., Quas, A. (2018). A beacon in the night: government certification of SMEs towards banks. *Small Business Economics*, 50, 397-413.
- Morris S.D., Klesner, J.L. (2010). Corruption and trust: theoretical considerations and evidence from Mexico. *Comparative Political Studies*, 43, 1258-1285
- Page, S. E. (2008). Uncertainty, difficulty, and complexity. *Journal of Theoretical Politics*, 20, 115-149.
- Seligson, M.A. (2002). The impact of corruption on regime legitimacy: a comparative study of four Latin American countries. *The Journal of Politics*, 64, 408-433
- Svensson, J. (2003). Who must pay bribes and how much? Evidence from a cross-section of firms. *Quarterly Journal of Economics*, 118, 207-230.
- Tabellini, G. (2010). Culture and institutions: economic development in the regions of Europe. *Journal of the European Economic Association*, 8, 677-716.

Parte terza

Analisi settoriale:
innovazione e trasporti

Scelte politiche e innovazione tecnologica per la decarbonizzazione dei trasporti

ROMEO DANIELIS

ABSTRACT

Lo sviluppo economico aumenta la domanda di trasporto e, conseguentemente, la domanda di veicoli e di energia, fino ad ora soddisfatta quasi esclusivamente dai combustibili di origine fossile. Considerato che la popolazione mondiale è in aumento e che ampie zone del mondo hanno finora goduto di un accesso limitato alle infrastrutture ed ai veicoli, è naturale attendersi un aumento della domanda di trasporto ed un conseguente aumento della domanda di energia e delle emissioni di CO₂. La sfida del contenimento delle emissioni di CO₂ o addirittura della loro riduzione verso una progressiva decarbonizzazione, per quanto cruciale per mantenere il livello di aumento della temperatura, è quindi molto difficile da vincere. Il contributo si interroga su quali politiche possano efficacemente ed efficientemente contribuire ad avvicinare l'obiettivo non facile della decarbonizzazione dato che le politiche finora intraprese non hanno ridotto in modo significativo l'uso di mezzi di trasporto basati sui motori a combustione interna.

Economic development increases transport demand and, consequently, the demand for vehicles and energy, which up to now has been met almost exclusively by fossil fuels. Since the world's population is growing and large areas of the world have currently enjoyed limited motorized mobility, it is obvious to anticipate an increase in transport demand, energy demand and CO₂ emissions. The challenge of limiting CO₂ emissions or even of reducing them, although crucial for curbing the increase of the average world temperatures, is therefore very difficult to meet. This contribution discusses which policies could effectively and efficiently help meeting the difficult goal of decarbonising transport, given that the policies currently undertaken have not significantly reduced the use of fossil fuel based transport vehicles.

KEYWORDS

Trasporti; decarbonizzazione; carbon pricing; veicoli elettrici
Transport; decarbonization; carbon pricing; electric vehicle

1. INTRODUZIONE

Il trasporto ha dato e continua a dare un grande contributo allo sviluppo economico, promuovendo gli scambi di persone e di merci. Storicamente, all'impiego della energia umana ed animale nel trasporto terrestre si è accoppiato l'uso dell'energia eolica nel trasporto marittimo. L'impiego dei metalli e la costruzione dei motori a combustione interna, utilizzando prima il carbone e poi il petrolio, ha consentito di muoversi sempre più efficacemente via mare (navi a vapore e a gasolio), via terra (ferrovia, auto e camion) e via aria (aereo). Ne è conseguito anche un diverso utilizzo del territorio, permettendo insediamenti più dispersi e collegamenti con i luoghi più remoti del pianeta. Tali sviluppi, peraltro ancora in corso, hanno fatto un uso sempre più massiccio di combustibili fossili, in particolare di quelli derivanti dal petrolio, tant'è che il settore dei trasporti è quasi esclusivamente dipendente da questa fonte di energia (circa il 93% del settore è alimentato nel 2015 da prodotti petroliferi, IEA 2017). L'effetto avverso, della cui gravità ci si rende sempre più conto, sono le emissioni atmosferiche di gas inquinanti locali e di CO₂. Questo capitolo si incentra principalmente su quest'ultimo fenomeno in ragione del suo contributo all'innalzamento delle temperature del pianeta¹.

La domanda che qui ci si pone è se sia possibile ridurre o, meglio ancora, annullare le emissioni di CO₂ provenienti dai trasporti in modo da contribuire a limitare la crescita della temperatura media del pianeta secondo gli obiettivi formulati nel 2015 nell'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici. Tale domanda può essere riformulata in termini di decarbonizzazione dei trasporti, collegandoci all'ampia e crescente letteratura in materia (Gota *et al.*, 2019). Una prima impressione, basata su diversi studi multisettoriali (Clapp *et al.*, 2009; ITF 2017; Pietzcker *et al.*, 2014; Sims *et al.*, 2014; Shafiei *et al.*, 2017) è che tale obiettivo sia oltremodo difficile da raggiungere. In particolare, la decarbonizzazione del settore dei trasporti sarà probabilmente più impegnativa che in altri settori, vista la continua crescita della domanda globale di trasporto, in particolare nelle economie in via di sviluppo (Creutzig *et al.*, 2015, 2018). In questo contributo prenderemo in esame le politiche intraprese per contenere le emissioni, classificandole ed analizzandole per tipologia. Infine, analizzeremo le innovazioni tecnologiche più interessanti, che potrebbero contribuire a ridurre fino ad annullare le emis-

¹ L'anidride carbonica (CO₂) è nota come gas a effetto serra (GHG), un gas che assorbe ed emette radiazioni termiche, creando "l'effetto serra". Insieme ad altri gas serra, come il protossido di azoto e il metano, la CO₂ è importante per mantenere nel pianeta una temperatura abitabile: se non ci fossero i GHG, il nostro pianeta sarebbe semplicemente troppo freddo. È stato stimato che senza questi gas, la temperatura superficiale media della terra sarebbe di circa -18 gradi Celsius. Un eccesso di gas serra invece conduce ad un innalzamento delle temperature in grado di modificare significativamente le condizioni di vita sulla terra.

sioni di CO₂, tra cui, in particolare, i veicoli elettrici, l'uso dell'idrogeno in veicoli dotati di celle a combustibile e le potenzialità delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica.

2. IL PROBLEMA: L'AUMENTO DELLE EMISSIONI DI CO₂ CONNESSE AL TRASPORTO

Gli ultimi dati disponibili indicano che le emissioni di CO₂ hanno raggiunto a livello mondiale nel 2018 le 37,1 gigatonnellate (Gt). Tale aumento si associa ad un progressivo aumento della temperatura media. Una suddivisione delle emissioni per paese mostra che le dinamiche di crescita più preoccupanti sono attualmente in corso nei paesi asiatici come la Cina e l'India che, parallelamente allo sviluppo economico, usano progressivamente più energia ed emettono più CO₂ (10 Gt solo la Cina). I valori complessivi di CO₂ in Europa e negli Stati Uniti appaiono invece in calo, attestandosi rispettivamente su 3,5 e 5,2 Gt. In termini pro-capite, gli Stati Uniti rimangono di gran lunga il paese che ha le emissioni più elevate (16 tonnellate pro-capite), tre volte di più della media mondiale. La Cina sembra attestarsi sulle 7 tonnellate pro-capite, superiore all'Italia. L'India è ancora a circa 2 tonnellate pro-capite. I dati del Our World in Data indicano come i trasporti contribuiscano abbastanza costantemente per il 20%, mentre è in crescita la quota dovuta alla produzione di energia elettrica e di calore. Ciò equivale a circa 6,4 Giga tonnellate (20% di 37 Gt nel 2018)². Calante è sia il contributo dell'industria manifatturiera che quello del riscaldamento e condizionamento degli edifici residenziali e commerciali. In Europa, invece, il contributo dei trasporti si attesta sul 27%, in continua crescita dal 10% degli anni 60, mentre il settore della produzione di energia elettrica e di calore si è stabilizzato. È importante sottolineare che in queste statistiche il settore dei trasporti contiene le emissioni derivanti dalla combustione dei combustibili fossili con l'eccezione combustibili usati nel trasporto marittimo internazionale (*international marine bunkers*) e dal trasporto aereo internazionale per comprensibili ragioni di difficoltà di attribuzione dei consumi, mentre sono conteggiati i trasporti aerei e marittimi nazionali, la strada, la rotaia e gli oleodotti³.

² Gota *et al.* (2017) forniscono una stima maggiore includendo il trasporto marittimo e l'aviazione internazionale. Essi sostengono che “the transport sector (including aviation and shipping) currently accounts for 7.5 Gt of CO₂ emissions (tank to wheel), about 28% of global final energy demand, 14% of economy-wide global anthropogenic greenhouse gas, and about 23% of emissions due to fuel combustion”.

³ Il testo esplicativo è il seguente: “CO₂ emissions from transport contains emissions from the combustion of fuel for all transport activity, regardless of the sector, except for international marine bunkers and international aviation. This includes domestic aviation, domestic navigation, road, rail and pipeline transport, and corresponds to IPCC Source/Sink Category 1 A 3”.

Inoltre, bisogna tener conto che i trasporti contribuiscono al riscaldamento globale: a) in modo diretto, emettendo CO₂ durante la combustione che ha luogo nei motori a scoppio (ciclo Otto o ciclo Diesel⁴) e che produce l'energia cinetica necessaria per muovere il veicolo, o b) in modo indiretto, in quanto utilizzatori della energia finale prodotta dal settore energia. Quest'ultimo, per produrre l'energia secondaria nelle sue diverse forme (elettrica, idrogeno, petrolio e diesel), emette CO₂ che è formalmente a carico del settore energia, ma è di fatto utilizzata da altri settori finali come l'industria, il settore residenziale, l'agricoltura ed i trasporti. La contribuzione indiretta dei trasporti è limitata alle modalità che utilizzano l'energia elettrica.

Danielis (2019d) documenta che in Europa, confrontando il 2017 con il 1990, mentre a livello complessivo le emissioni totali sono calate del 23%, le emissioni del settore dei trasporti in senso stretto sono aumentate sia a livello assoluto, passando da 793,2 a 945,9 milioni di tonnellate, che a livello percentuale (dal 14% al 22%). Tutte le componenti dei trasporti hanno visto aumentare le loro emissioni a livello assoluto, con l'eccezione della ferrovia e della navigazione interna. La dinamica più elevata, in termini di aumento, è quella dei furgoncini. Il quadro diventa ancora più preoccupante se si estende lo sguardo ai trasporti internazionali. In particolare il trasporto aereo ha avuto un incremento di 2,29 volte.

La *Partnership on Sustainable Low-carbon Transport* (SLoCaT) ha pubblicato una di relazione (Gota *et al.*, 2016) che proietta le tendenze delle emissioni dei trasporti terrestri e il potenziale di mitigazione per l'anno 2050. L'obiettivo principale è stimare l'entità della mitigazione possibile nel settore dei trasporti entro il 2050, considerando le politiche a basse emissioni di carbonio proposte e/o indagate per l'attuazione in sessanta paesi con proiezioni dettagliate delle emissioni al 2050. Tali paesi nel 2010 rappresentavano circa l'89% delle emissioni globali del settore dei trasporti terrestri, circa il 76% della popolazione e circa l'84% del PIL globale. L'entità della riduzione delle emissioni raggiunte attraverso l'attuazione di politiche a basse emissioni di carbonio viene confrontata con le riduzioni di emissioni nel settore dei trasporti coerenti con il raggiungimento dell'obiettivo di due gradi Celsius (2DS, Degree Strategy) e con l'obiettivo 1,5 gradi (1.5DS, Degree Strategy), come definito nell'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici. In uno scenario *business as usual* (BAU), le emissioni del settore del trasporto terrestre globale potrebbero crescere dai valori di 6,3 gigatonnellate (Gt) annuali del 2013 a 13 Gt entro il 2050. Dal 2010 al 2050, in uno scenario BAU, si prevede che le emissioni del settore dei trasporti nei paesi non OCSE au-

⁴ Il ciclo Diesel è un ciclo termodinamico per motori a combustione interna dove, a differenza del ciclo Otto, l'accensione della miscela non avviene attraverso una candela bensì per effetto dell'alta temperatura conseguente alla fase di compressione.

mentino di quasi tre volte (295%) mentre le analoghe emissioni nei paesi OCSE dovrebbero aumentare solo leggermente (17%).

Le previsioni del ITF *Transport Outlook* (2017) sono anche molto preoccupanti. Prevedono che le emissioni dei trasporti possono aumentare mediamente del 60% in uno scenario BAU. Per il trasporto merci è previsto un aumento del 160%, con una triplicazione dei volumi internazionali, a causa soprattutto del trasporto su strada su breve distanza, in assenza di collegamenti ferroviari, nelle regioni del Sud-Est asiatico. Si prevede che il trasporto aereo continui a crescere a ritmi del 3-6% annuali per connettere le principali città del mondo, incrementando le emissioni del 56% nel solo periodo 2015-30, nonostante l'incremento di efficienza dei motori degli aerei. La mobilità motorizzata è stimata crescere del 94% al 2050, prevalentemente utilizzando auto private. Si prevede una crescita particolarmente elevata nei paesi non-OECD.

Distinguendo tra trasporto delle persone e delle merci, possiamo osservare quanto segue. In Europa il trasporto stradale tramite automobili contribuisce 543,2 milioni di tonnellate di emissioni, pari al 13% del totale, in crescita rispetto all'8% del 1990. Ciò è avvenuto nonostante che il progresso tecnologico dei motori li abbia resi nel tempo più efficienti e nonostante l'elevata quota di automobili diesel che, rispetto a quelle a benzina, producono minori emissioni per km percorso. La spiegazione è probabilmente da ricercarsi nell'aumento dei tassi di motorizzazione⁵, già elevati nel 1990, in particolare nei paesi di nuova adesione, e nell'aumento delle percorrenze derivanti anche alla dispersione residenziale e commerciale.

Distinguendo per lunghezza del viaggio, ricorrendo ad evidenze empiriche italiane o internazionali, possiamo osservare quanto segue. Molta mobilità, in particolare quella urbana, ha luogo su distanze brevi. Isfort (2018) stima che più di un terzo degli spostamenti avvenga entro 2 km, il 76,5% entro 10 km, mentre gli spostamenti lunghi (oltre 50 km) siano meno del 3%. Nonostante ciò, l'utilizzo dell'auto nel 2017 resta prevalente, riguardando il 58,6% degli spostamenti, anche se in calo rispetto al 2016. La bici presenta un interessante valore in crescita (5,2%), lo spostamento a piedi ha quasi recuperato i valori del 2017, mentre il mezzo pubblico è sostanzialmente fermo al 6-7%. La sostanziale stabilità delle quote modali nel tempo, di poco intaccate dalle politiche di promozione della mobilità non motorizzata (definita sostenibile, dolce o attiva) o del trasporto pubblico messe in atto in Italia negli ultimi decenni, non fa ben sperare per il futuro. È quindi naturale chiederci se ci possiamo aspettare cambiamenti importanti nelle modalità di spostamento delle persone, data la difficoltà di alte-

⁵ In Italia, ad esempio, il parco autoveicoli circolante ha superato nel 2017 la soglia dei 38,5 milioni di veicoli, con un tasso di motorizzazione pari a 63,7 auto ogni 100 abitanti, contro il 58,8 del 2002 (Isfort, 2018).

rare in modo significativo ed in tempi rapidi l'assetto urbanistico e le abitudini e le esigenze di mobilità delle persone⁶.

Sulle distanze medie-lunghe, a livello UE28, nel 2016 l'82,9% del trasporto passeggeri (misurato in passeggeri-km) avviene su automobili private, il 9,4% su corriere o bus ed il 7,7% su treno. Pur essendoci differenza tra paesi, il treno tocca la quota del 10% solo nel caso della Svizzera e dell'Austria. Corriere e bus superano poche volte il 20%, mentre l'automobile è l'incontrastato mezzo preferito per il trasporto passeggeri. Nella tavola 6 non è presente l'aereo che, tuttavia, può presentare in alcuni casi valori percentuali di una certa importanza anche nei viaggi sulle medie-lunghe distanza nazionali. Considerato che nel 2007 il dato EU28 era 7.1%, 83.1%, e 9.8%, rispettivamente per treno, automobile, bus e corriera, si può concludere che il trasferimento modale non ha avuto luogo, nonostante sia stato molte volte definito come uno degli obiettivi più importanti della politica dei trasporti comunitaria. È evidente, quindi, che le speranze di decarbonizzazione non possono essere affidate alla strategia di redistribuzione modale (*shift*). Se le tendenze osservate in passato sono assunte come indicazione di cosa possiamo aspettarci per il futuro, è assai improbabile che la redistribuzione modale possa avvenire in modo da contribuire significativamente alla decarbonizzazione. Detto ciò, la redistribuzione modale rimane un obiettivo da perseguire ma certamente non strategico in quanto di efficacia alquanto contenuta.

Anche nel caso del trasporto merci disponiamo per i 28 paesi dell'Unione Europea solo di dati sul traffico nazionale interno per modalità e non per classi di lunghezza dello spostamento (Danielis, 2019d). Da essi si evince una certa stabilità nelle quote modali dal 2008 al 2017 con la strada in posizione stabilmente preminente. Il 76,7% delle merci nel 2017 usa la modalità stradale, in crescita rispetto al 2006, e con la ferrovia e le acque interne in leggero calo. Anche in questo caso gli obiettivi di redistribuzione modale sostenuti nei documenti di programmazione comunitaria risultano tutt'altro che raggiunti. In particolare, si nota un calo sostenuto della ferrovia a favore della strada nei paesi dell'est europeo di più recente adesione.

Sulla distribuzione urbana delle merci, ci serviamo, tra i pochi dati disponibili, di quelli relativi al Regno Unito da cui ricaviamo una evidenza empirica molto

⁶ È il caso comunque di sottolineare che l'Italia presenta livello di utilizzo del mezzo pubblico e della bicicletta inferiore ad altre città europee. Isfort (2018) riporta che, relativamente al mezzo pubblico, in alcune capitali europee il 35-40% di spostamenti avviene mediante trasporto pubblico, mentre in Italia solo poche città (Torino, Bologna, Ravenna e Padova) hanno quote di trasporto pubblico sopra il 20%. Riguardo alla bicicletta, a eccezioni di alcuni centri dell'Italia nordorientale, la stragrande maggioranza delle città italiane presenta percentuali di utilizzo della bici tra l'1% e il 5%, mentre città come Copenaghen, Eindhoven, Groningen, Leiden, Zwolle ed Amsterdam presentano livelli pari al 20% dei viaggi in area urbana. Punte estreme sono Munster e Friburgo con il 38% e il 34% di spostamenti in bici.

interessante, ovvero che il trasporto delle merci tramite furgoni (*vans*) rappresenta la tipologia di veicolo con la maggiore dinamica di crescita. Tale dinamica non sembra tanto da attribuirsi ad un aumento delle percorrenze (nel Regno Unito la percorrenza media risulta diminuita del 4% dal 1997 al 2017), quanto all'aumento del numero di furgoni presenti sulle strade (nel Regno Unito aumentato del 75% nello stesso periodo). Gli acquisti tramite internet e la consegna a domicilio sembrano essere uno dei fattori determinanti, in quanto sempre in UK, nel 2008 compravano on line il 55% degli adulti, saliti al 77% nel 2017. Dal punto di vista del tipo di combustibile utilizzato, la stragrande maggioranza dei furgoni è alimentata dal gasolio (89,9%), seguiti dalla benzina (7,7%), dal GPL o metano. Solo l'1,2% è ad alimentazione elettrica, e l'1,2% da altre forme di alimentazione (ACEA, 2018)

Nei trasporti internazionali, secondo l'ITF (2017), l'87% dei volumi trasportati (in tonnellate-km) avviene via mare, il 5% via ferrovia, l'8% via strada ed una quota residuale via aereo. Se predire l'andamento del trasporto internazionale delle merci è oltremodo complesso, è pensabile però che la globalizzazione degli scambi continui, anche se le crisi economiche e il protezionismo possono rallentare questa tendenza rispetto a quella che abbiamo conosciuto nelle ultime decadi. ITF (2017), sulla base di un modello basato su diverse ipotesi di elasticità del commercio internazionale rispetto alla crescita economica, ipotizza per il commercio mondiale tra 2015 e 2050 un aumento dei volumi economici pari a 3 volte e un corrispondente aumento delle tonnellate-km pari a 3,1 volte. Suddivisi per modalità di trasporto, il trasporto marittimo, per lo più su container, rappresenta la modalità che tale modello prevede avrà il maggior aumento in termini di volumi trasportati.

Traducendo questi scenari in termini di emissioni di CO₂, le stime suggeriscono un aumento delle emissioni del 120% nel periodo 2015-50. Da notare il cambiamento del contributo relativo delle modalità. Si prevede infatti che il trasporto stradale, nonostante i minori volumi, contribuisca per il 45.49% delle emissioni, con un contributo unitario molto maggiore di quello del trasporto marittimo a causa della molto inferiore efficienza per unità trasportata dei camion rispetto alle navi. Non appare invece una differenza significativa tra gli scenari ad alta e bassa elasticità del commercio.

Infine, va tenuto conto che il numero di passeggeri che usano l'aereo nelle relazioni internazionali è più che raddoppiato negli ultimi due decenni, utilizzando una rete di aeroporti in costante crescita. La liberalizzazione e la competizione hanno portato notevoli benefici ai consumatori in termini basse tariffe ed offerta ampia. Tale tendenza potrebbe continuare per ulteriori decenni. ITF (2017) sviluppa tre scenari di evoluzione del trasporto aereo internazionale: 1) nello scenario "di base" (baseline), basato sui trend di crescita

attuali, i volumi aumentano di quasi quattro volte al 2050; 2) in uno scenario definito “statico”, caratterizzato da una crescita più lenta, i volumi raddoppiano; 3) nello scenario “dinamico”, i passeggeri trasportati aumentano di quasi cinque volte. Accanto agli effetti positivi in termini di accessibilità, libertà di viaggiare e scambio di conoscenze, ci sono gli effetti negativi in termini di CO₂, che potrebbero essere mitigati dall’impegno delle compagnie ad aumentare l’efficienza degli aerei. Come documentato in precedenza, il trasporto aereo internazionale genera attualmente il 2% delle emissioni di CO₂. ITF (2017) propone alcuni scenari di aumento di CO₂. Nello scenario base (BAU) il settore al 2050 raddoppia le sue emissioni. Nella versione dinamica addirittura le triplica, mentre nello scenario statico l’aumento è del 50%. Solo l’implementazione di politiche *low-carbon* permetterebbero di contenere le emissioni al 2050 ai livelli attuali. Esse consistono essenzialmente nella ottimizzazione delle rotte e nell’uso dei carburanti a più basso contenuto di carbonio (Dincer e Acar, 2016; Chiaramonti, 2019).

3. LE POLITICHE ATTUABILI PER RIDURRE LE EMISSIONI DI CO₂ DEI TRASPORTI

Esistono molti modi di classificare le politiche attuabili per ridurre le emissioni di CO₂ dei trasporti. Una di queste, molto citata in letteratura, è la “*Avoid, Shift, Improve strategies*”.

La *Avoid strategy* fa riferimento alla riduzione dei viaggi non necessari, evitabili grazie a variazioni urbanistiche (uso misto), organizzative (aumento dell’occupazione dei veicoli) o tecnologiche (teleconferenze, lavoro a distanza). La *Shift strategy* consiste nel trasferire la mobilità verso modalità a minori emissioni di GHG (trasporto pubblico, camminare, bicicletta) tramite strumenti fiscali (imposte e sussidi sull’acquisto, sull’uso e sul parcheggio) e regolamentari (divieti di accesso). La *Improve strategy* contiene un insieme di misure di tipo tecnologico sui sistemi di propulsioni e sui carburanti o sul traffico (gestione della domanda e del traffico) per ridurre le emissioni a parità di percorrenza.

Un’altra classificazione assai usata tra gli economisti è distinguere tra “politiche di prezzo” e “politiche di comando e controllo”. Le prime, anche definite “politiche fiscali” o “politiche di mercato”, mirano ad indurre comportamenti ritenuti più desiderabili alterando i prezzi (o i costi), anche usando imposte o sussidi. Le seconde impongono comportamenti o limiti massimi di emissione (per singolo impianto, per veicolo o per flotte di veicoli) pena il pagamento di penali o il ritiro del diritto di operare in un dato mercato. Una letteratura teorica ed empirica molto ampia ha messo a confronto i due approcci, anche con specifico riferimento ad obiettivi ambientali (ad esempio, Goulder e Parry, 2008).

Posto che molte delle politiche proposte possono essere pensate come complementari, invece che alternative, è utile il tema di valutare quale sia la combinazione di strategie più efficace ed efficiente per raggiungere l'obiettivo di una riduzione delle emissioni di CO₂ nei trasporti. Nel prossimo paragrafo analizzeremo in dettaglio la strategia del *carbon pricing*, spesso richiamata nel dibattito teorico e politico, per analizzarne il funzionamento e l'efficacia. Passeremo poi all'analisi di un'importante strategia *improve*, quella che obbliga i costruttori di veicoli a rispettare degli *standards* di emissione, per infine concludere con una loro comparazione.

3.1 *Carbon pricing*

Il *Carbon pricing* è definito come un insieme di strumenti che comprendono la tassa sul carbonio (*Carbon Tax*) e i diritti di emissione (*Emission Trade Scheme* o ETS). Il *Carbon pricing* è ritenuto da autorevoli economisti uno strumento assai efficace per ridurre le emissioni (Stiglitz *et al.*, 2017).

La tassa sul carbonio è un prezzo stabilito per tonnellata di carbonio o, più comunemente, per tonnellata di CO₂ emessa. Poiché le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione di combustibili fossili sono proporzionali al contenuto di carbonio del carburante, una tassa sul carbonio è, in effetti, una tassa sulla CO₂. Una tassa di \$1 per tonnellata di CO₂ equivale a una tassa di \$3,7 per tonnellata di carbonio, in quanto il peso del carbonio rappresenta circa 3/11 del peso di CO₂.

Gli ETS sono uno strumento di *cap-and-trade*, in quanto consistono in un tetto massimo di emissione di CO₂ (*cap*), fissato a livello politico, a cui corrispondono diritti di emissione (*emission allowances*) in mano alle aziende, e in un mercato in cui questi diritti possono essere scambiati (*trade*). I diritti di emissione possono essere assegnati gratuitamente alle imprese o venduti tramite aste. Nello scambio dei diritti l'incontro tra domanda e offerta dà luogo a un prezzo per il diritto di emettere una tonnellata di CO₂.

La tassa sul carbonio e gli ETS si differenziano per il tipo di certezza che forniscono. Dal punto di vista delle imprese, la tassa sul carbonio fornisce certezza sui prezzi, in quanto le aziende soggette all'imposta sanno quanto dovranno pagare per tonnellata di CO₂ emessa. Dal punto di vista del regolatore, invece, la definizione della tassa sul carbonio non garantisce un livello certo di riduzione delle emissioni, in quanto non sa a priori se le aziende decideranno di pagare la tassa o di ridurre le emissioni. Gli ETS, al contrario, fissando un tetto alle emissioni, forniscono al regolatore la certezza quantitativa sulle emissioni. Dal punto di vista delle imprese, però, le fluttuazioni dei prezzi nell'ambito della struttura del mercato di negoziazione non consentono una base solida per la pianificazio-

ne aziendale. A fronte a questi problemi sono state proposte ed implementate soluzioni ibride. Ad esempio, limiti minimi e massimi di prezzo per evitare che i prezzi siano "troppo bassi" o "troppo alti". Allo stesso modo, la tassa sul carbonio può essere dotata di meccanismi di adeguamento automatico connesso all'ammontare complessivo delle emissioni.

Le politiche di *carbon pricing* (tasse sul carbonio e ETS), come tutte le politiche di *pricing*, hanno caratteristiche che le rendono generalmente più efficienti rispetto alle politiche regolatorie, quali standards o prescrizioni. Esse sono:

- flessibilità. Il *carbon pricing* consente alle aziende di scegliere il metodo più efficiente per ridurre (o non ridurre) le emissioni in risposta al prezzo del carbonio o alla tassa. Nel caso delle politiche regolatorie (ad es., i mandati tecnologici), invece, un regolatore sceglie un unico metodo per una vasta gamma di aziende. Tali approcci uniformi possono portare a riduzioni inutilmente costose per alcune imprese anche in presenza di metodi più economici per ridurre le emissioni;
- pari costi marginali di abbattimento. Il *carbon pricing* applica un prezzo uniforme sulle emissioni di CO₂ indipendentemente dalla fonte. Di conseguenza, i costi marginali di abbattimento (i costi per le aziende di ridurre le proprie emissioni di una unità) sono eguagliati tra le imprese e i settori. In questo modo sono ridotti al minimo i costi complessivi di riduzione delle emissioni. I regolamenti, invece, pur in presenza di costi di abbattimento marginali diversi tra imprese e settori, impongono loro le stesse prescrizioni, non realizzando quindi la minimizzazione dei costi complessivi di abbattimento;
- incoraggiare la conservazione. Il *carbon pricing* incoraggia gli individui e le imprese a ridurre le proprie emissioni di carbonio più delle normative convenzionali. Un regolamento (ad es., uno standard di prestazione) stabilisce un limite rigoroso per le emissioni per unità di produzione, ma non fornisce incentivi per ridurre le emissioni oltre il limite stabilito dal regolamento;
- gettito. Il *carbon pricing* crea un nuovo flusso di entrate che può essere utilizzato in vari modi, ad esempio, essere investito in attività di ricerca e sviluppo per migliorare le tecnologie dei motori e batterie più performanti. L'uso delle entrate può influire in modo significativo sui costi economici e sulla fattibilità politica di una politica di fissazione dei prezzi del carbonio.

Gli ETS sono stati adottati in Europa già a partire dal 2005, grazie agli accordi collegati al protocollo di Kyoto, e sono applicati ai settori dell'energia, delle in-

dustrie siderurgiche, dei prodotti minerali, della ceramica, della carta e dell'aviazione civile (ma limitatamente ai voli nazionali). Si applicano ad oltre 12.000 centrali elettriche e aziende nei 28 stati membri dell'UE, oltre che in Islanda, Liechtenstein e Norvegia, coprendo circa il 45% delle emissioni di gas serra dell'UE. Non si applicano invece alle rimanenti modalità di trasporto, all'agricoltura ed al riscaldamento degli edifici⁷. Da un iniziale prezzo di mercato di 30 €/ton CO₂ equivalente nel 2006, il prezzo di mercato dei permessi di emissione è sceso nel 2016 a 5 €/ton CO₂ eq., Euro, verosimilmente a causa della crisi economica e di una strutturale eccessiva generosità nell'allocazione delle quote. Secondo Lepratti *et al.* (2017) ciò dimostra "l'incapacità per questo strumento di condizionare il mercato". Come rimedio al problema, alcuni paesi quali il Regno Unito e la Francia hanno adottato un meccanismo compensativo: il prezzo minimo sotto il quale il valore della tonnellata di CO₂ equivalente nell'ETS non può scendere⁸.

La tassa sul carbonio, invece, è applicata in Canada e in diversi paesi europei quali la Finlandia (il primo ad adottarla nel 1990), la Danimarca, i Paesi Bassi, la Norvegia, la Svizzera e l'Irlanda. In Italia Lepratti *et al.* (2017) scrivono che "dopo un effimero passaggio a fine anni novanta (la tassa nel 1998, era stata introdotta con l'art. 8 della legge n. 448 del 23 dicembre 1998, in linea con le conclusioni della conferenza di Kyoto del 1997), nell'aprile 2012, il Consiglio dei ministri aveva approvato il disegno di legge sulla delega fiscale, diviso in tre diversi settori. Uno di questi settori era dedicato al riordino della tassazione ambientale, al fine di promuovere la crescita e l'internalizzazione dei costi ambientali nelle spese di produzione; tra le intenzioni del Ministero dell'Ambiente vi era quella di destinare il gettito fiscale ricavato dall'introduzione della *Carbon Tax* al sistema di finanziamento delle fonti rinnovabili. Ad oggi il provvedimento non ha avuto attuazione".

Gli Stati impongono però anche imposte sulle fonti energetiche, come olio combustibile, gas naturale, benzina e diesel, nonché sull'elettricità. Un complesso sistema di tasse, prelievi ed esenzioni viene utilizzato per rendere più costose determinate fonti energetiche. Ad esempio, c'è una tassa più alta sulla benzina rispetto al diesel, ma la tassa di circolazione è più alta sulle auto diesel che su quelle a benzina. I criteri sono i più diversi e differiscono tra Stati. Inoltre, il cri-

⁷ Kerstine Appunn Julian Wettengel, "Putting a price on emissions: What are the prospects for carbon pricing in Germany?" 18 Jul 2019, 13:04 <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/putting-price-emissions-what-are-prospects-carbon-pricing-germany>

⁸ Lepratti *et al.* (2017) riportano che il Regno Unito ha stabilito un *floor price* nel settore energetico pari a 20 Euro per il periodo 2016-2020, che nella decade successiva dovrebbe salire fino a 30, mentre la Francia lo ha fissato a 14,50 Euro del 2015, e a 22 del 2016, per poi salire a 56 Euro entro il 2020.

terio della efficienza in termini di emissioni di CO₂ concorre con altre esigenze tra cui, in particolare, la generazione di gettito per l'Erario.

Un punto importante da definire è se e come estendere anche al settore dei trasporti e del riscaldamento degli edifici l'applicazione degli ETS. Sono state prese in considerazione due possibilità. La prima prevede un approccio a valle (utilizzato nel sistema ETS dell'UE) secondo il quale le quote sono acquistate dall'emettitore finale di CO₂. Nel caso dei settori dei trasporti e del riscaldamento, ciò significherebbe che un gran numero di consumatori finali di energia – i conducenti di automobili e i proprietari di case e appartamenti – dovrebbero acquisire certificati di emissione in base al loro consumo di energia. La seconda prevede invece un approccio a monte, in cui coloro che producono e/o vendono combustibili fossili – produttori, commercianti, importatori, raffinerie, stazioni di servizio – sono obbligati ad acquistare certificati di carbonio in base all'intensità di CO₂ del combustibile. Questo modello è generalmente considerato più fattibile e più facile da implementare. Qualsiasi nuovo schema tariffario dovrebbe però tenere conto anche delle imposte esistenti sui combustibili fossili o riformarle di conseguenza.

Alternativamente, una tassa sul carbonio applicata ai prodotti fonte di energia in base alla loro intensità di CO₂ avrebbe l'effetto di rendere i combustibili fossili, compreso il gasolio da riscaldamento, più costosi. La questione se preferire gli ETS o la tassa sul carbonio è oggetto di ampio dibattito sia a livello teorico che politico. Diversi autori giungono alla conclusione che – da un punto di vista tecnico – i due strumenti abbiano lo stesso effetto, purché siano strutturati in modo adeguato. Alcuni fanno notare che l'opzione relativa all'imposta sul carbonio ha maggiori possibilità di una rapida attuazione da un punto di vista amministrativo rispetto alla creazione di un sistema separato di scambio di quote di emissioni. Infine, vi è un consenso generale sul fatto che qualsiasi tipo di sistema di tariffazione del carbonio richiederà misure per alleviare l'onere dei costi per i consumatori, in particolare quelli con mezzi finanziari limitati. Ciò potrebbe essere fatto riducendo le tasse su altre energie (ad esempio l'elettricità) o utilizzando parte delle entrate del sistema di prezzi per offrire rimborsi alle famiglie. I nuovi fondi potrebbero anche essere utilizzati per incentivare lo sviluppo di energie rinnovabili, programmi di isolamento termico o ristrutturazioni del sistema di riscaldamento.

Se la giustificazione teorica per l'applicazione del *carbon pricing* ai trasporti è chiara, rimane incerto se questi strumenti modificano in modo significativo i comportamenti delle persone. La risposta è che probabilmente li modificano di poco nel breve periodo, ma in misura maggiore nel lungo periodo. Gli economisti verificano queste impatti stimando l'elasticità della domanda. L'osservazione dei trend passati ci fa dubitare che i comportamenti e le scelte modali si modifichino

in modo significativo (Danielis, 2019d), sia in termini di dimensione che di rapidità di adeguamento, in modo tale da ottenere una significativa riduzione delle emissioni di CO₂ dei trasporti, a meno di intervenire in modo molto pesante, ma politicamente poco accettabile.

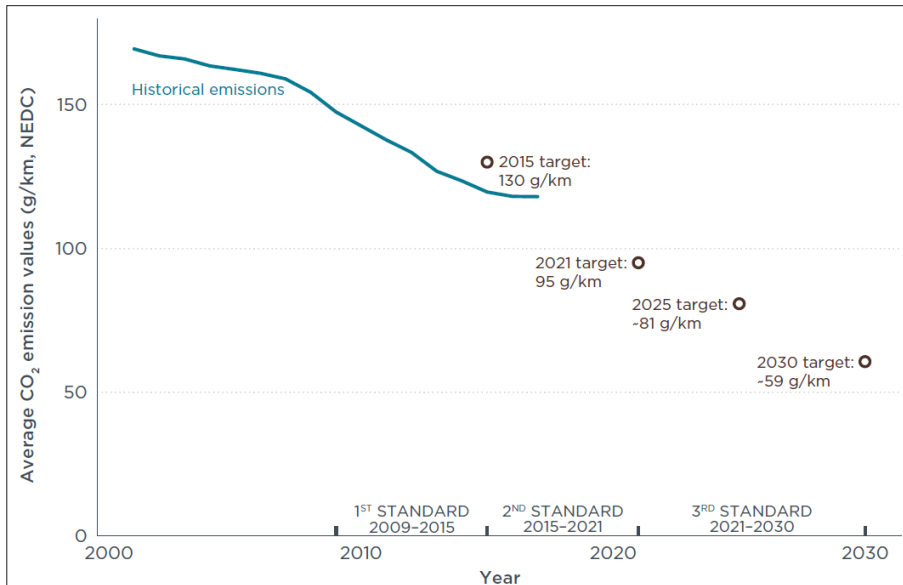
Gli esempi di applicazione finora realizzati sembrano confermare tali perplessità. Ad esempio, negli Stati Uniti fino ad ora solo la California ha stabilito un prezzo per le emissioni di carbonio generate dal trasporto, includendo a partire dal 2015 sia i veicoli a benzina che quelli diesel. I fornitori acquistano permessi di emissione per ogni tonnellata di carburante. Ciò aumenta i costi di carburante per i conducenti. Al prezzo attuale di circa 15 dollari per tonnellata, il programma aggiunge circa mezzo dollaro, 49 centesimi per l'esattezza, al costo di un litro di benzina. Si è osservato che tale valore è del tutto ininfluenza, essendo inferiore alla differenza di prezzo tra le pompe di benzina all'interno della città di Los Angeles. In ogni caso, grazie a questo programma la California ha raccolto oltre 9 miliardi di dollari dalle vendite di permessi dall'inizio del programma. Tale cifra ha permesso di finanziare le energie rinnovabili, il trasporto pubblico e i veicoli a basse emissioni. Per contribuire ad alleviare i costi per le classi meno abbienti, un terzo dei fondi raccolti è stato destinato a migliorare il trasporto pubblico nelle comunità meno abbienti. Ciò nonostante, l'effetto di queste misure di *carbon pricing* sulle emissioni di CO₂ della California è stato nullo. Dopo le diminuzioni tra il 2007 e il 2013, i gas a effetto serra dei veicoli sono aumentati ogni anno⁹. Per questo, è necessario usare, oltre che strumenti di prezzo, anche strumenti di regolazione quali gli standard di emissioni.

3.2 Standard di emissione

Uno standard di emissione di un veicolo stabilisce soglie massime da rispettare pena sanzioni finanziarie e non. È lo strumento più comunemente usato a livello internazionale per contenere le emissioni e per incentivare i produttori dei veicoli a migliorare le tecnologie dei motori. Come vedremo nel caso dell'Unione Europea, gli standard di emissione consistono in un insieme complesso di norme e regole che vengono continuamente monitorate ed aggiornate. L'Unione Europea ha stabilito standard per tutti i veicoli stradali (motorini, auto, furgoni, camion, ecc.), treni, chiatte e "macchine mobili non stradali" (come i trattori), con l'importante eccezione delle navi e degli aerei, data la loro operatività internazionale. Gli standard più noti sono quelli relativi agli inquinanti atmosferici

⁹ Per maggiori dettagli si consulti il seguente sito, visitato nel settembre 2019: <https://learningenglish.voanews.com/a/prices-proposed-for-carbon-dioxide-from-cars/4744039.html>

FIGURA 1 – Andamento delle emissioni medie effettive e livelli obiettivo per le auto immatricola in Europa. Valori CO₂ sulla base del NEDC



FONTE: ICCT (2019)

e sono identificati con la sigla Euro seguita da un numero. Sono stati introdotti con la seguente successione; Euro I: 1993, Euro II: 1997, Euro III: 2000, Euro IV: 2005, Euro Va,b: 2009-2011, Euro Vb,c,d: 2011-20. Dal momento dell'entrata in vigore di uno di questi standard, le case automobilistiche devono terminare la vendita di nuovi veicoli con gli standard precedenti. Gli standard normano le emissioni massime consentite per km relativamente ai seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO_x), idrocarburi totali (THC), idrocarburi non metanici (NMHC), monossido di carbonio (CO) e particolato (PM). Non essendo la CO₂ propriamente un inquinante, l'emissione della CO₂ è regolata a parte imponendo obiettivi da raggiungere a livello di flotta per ciascun produttore entro un dato anno, tramite un complesso sistema di calcolo e prevedendo opportune penalità e premialità. La prima direttiva di regolazione del CO₂ è del 2009.

La Figura 1 mostra come gli obiettivi, nel caso delle automobili, siano stati via via resi più stringenti, imponendo alle case costruttrici miglioramenti continui nei livelli di emissione. Data la stretta relazione tra emissioni di CO₂ e consumo di carburante, raggiungere un obiettivo di minori emissioni medie significa in primo luogo, ma non solo, ridurre i consumi di combustibile per km percorso,

tramite motori più efficienti o veicoli più leggeri. Si noti come le emissioni medie effettive per flotta nel 2015 sono state al di sotto dell'obiettivo proposto a livello politico (raggiunto con due anni di anticipo), evidentemente poco "ambizioso". Al 2017, il quadro per i principali costruttori si presenta come raffigurato nella Tavola 1 per le auto e nella Tavola 2 per i furgoni.

TAVOLA 1 – Automobili

Gruppo	EU quota di mercato 2017	Peso medio (kg) 2017	CO ₂ media (g/km) 2017	CO ₂ obiettivo (g/km) 2015	CO ₂ obiettivo (g/km) 2021	% di veicoli elettrici 2017
Toyota	5%	1,359	103	127	94	0.3%
PSA	16%	1,273	112	125	91	0.1%
Renault-Nissan	15%	1,310	112	126	93	2.5%
FCA	6%	1,259	120	124	91	0.0%
Ford	7%	1,393	121	128	95	0.0%
BMW	7%	1,570	122	139	101	5.0%
Hyundai	6%	1,348	122	129	94	1.4%
Volkswagen	23%	1,420	122	132	96	1.2%
Daimler	6%	1,607	127	139	103	2.6%
Media		1,390	119	130	95	1.4%

FONTE: ICCT (2019)

TAVOLA 2 – Furgoni

Gruppo	EU quota di mercato 2017	Peso medio (kg) 2017	CO ₂ media (g/km) 2017	CO ₂ obiettivo (g/km) 2015	CO ₂ obiettivo (g/km) 2021	% di veicoli elettrici 2017
Peugeot	0.11	1659	129	171	137	0.6%
Citroën	0.1	1647	129	170	136	0.5%
Renault	0.15	1675	145	172	138	1.7%
Fiat	0.09	1707	152	175	141	0.0%
VW	0.11	1842	160	188	154	0.1%
Opel	0.03	1738	163	178	144	0.0%
Ford	0.16	1949	166	198	165	0.0%
Nissan	0.03	1883	167	191	158	4.9%
Mercedes-Benz	0.09	2004	191	203	170	0.0%
Iveco	0.03	2255	209	226	194	0.0%
Media		1798	156	175	147	0.8%

FONTE: ICCT (2019)

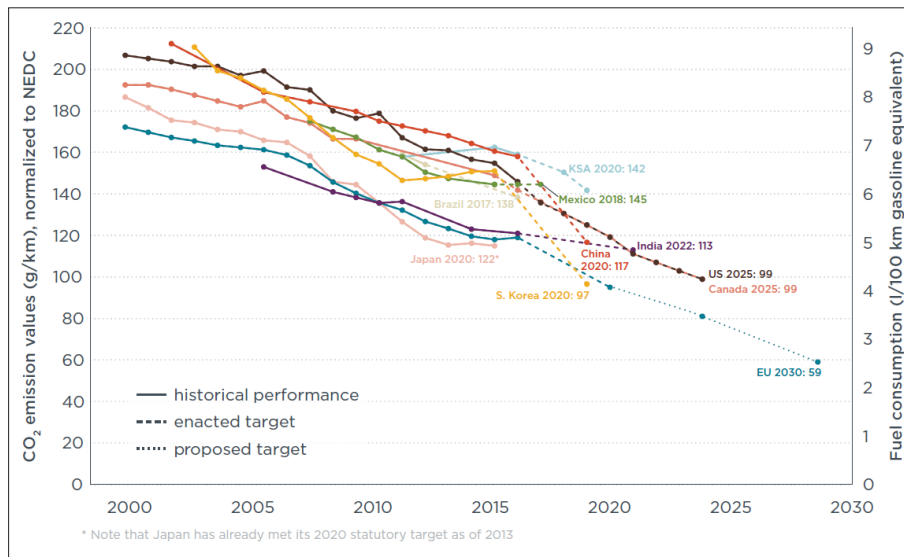
Come si può vedere, la media per i principali produttori di automobili nel 2017 è 119 g/km, ben al di sotto dell'obiettivo medio del 2015 (130 g/km). Analogamente per i furgoni. Il 17 aprile 2019, il Parlamento europeo e il Consiglio – dopo lunga e tormentata discussione che ha visto diversi paesi dissenzienti e le case produttrici molte critiche – hanno adottato il regolamento (UE) 2019/631 che stabilisce norme di prestazione in materia di emissioni di CO₂ per le nuove autovetture e per i nuovi veicoli commerciali leggeri (furgoni) nell'UE per il periodo successivo al 2020. L'obiettivo è di ridurre le emissioni medie di CO₂ delle nuove auto rispetto al 2021, del 15% nel 2025 e del 37,5% nel 2030. Per i veicoli commerciali leggeri è stato concordato un obiettivo del 15% per il 2025 e del 31% per il 2030. Il nuovo regolamento si applica dal 1° gennaio 2020. Pertanto, a partire dal 2021 l'obiettivo di emissioni medie a livello di flotta dell'UE per le nuove auto sarà di 95 g CO₂/km (corrispondente a un consumo di carburante di circa 4,1 litri/100 km di benzina o 3,6 litri/100 km di gasolio) che andrà poi a ridursi a 85 g CO₂/km nel 2025 e 59 g CO₂/km nel 2030. Rispetto al contesto internazionale, risulta che la EU ha formulato gli obiettivi più stringenti e più estesi nel tempo, spingendosi fino al 2030 (Figura 2). Come si può vedere dalla Tavola 1 e dalla Tavola 2, i target fissati per il 2021 sono piuttosto ambiziosi e richiederanno un notevole impegno a tutti i costruttori¹⁰.

I regolamenti comunitari hanno anche introdotto miglioramenti delle procedure di calcolo delle emissioni di CO₂. Infatti, a partire dal 1° settembre 2017, i nuovi modelli di auto devono superare nuovi e più affidabili test delle emissioni in condizioni di guida reali ("Emissioni di guida reali" – RDE), nonché un test di laboratorio migliorato ("World Harmonized Light Vehicle Test" – WLTP) prima di potere essere guidati su strade europee. A partire dal 1° gennaio 2019, i camion di nuova produzione devono determinare e dichiarare le proprie emissioni di CO₂ e il consumo di carburante utilizzando l'ultima versione disponibile dello strumento di simulazione VECTO. Per aiutare i conducenti a scegliere nuove auto a basso consumo di carburante, la legislazione dell'UE impone inoltre agli Stati membri di garantire ai consumatori informazioni pertinenti, tra cui un'etichetta che mostri l'efficienza del carburante di un'auto e le emissioni di CO₂.

Gli obiettivi di emissione vincolanti per i produttori sono fissati in base alla massa media dei loro veicoli, utilizzando una curva del valore limite e tenendo conto del peso dei veicoli. Ciò significa che ai produttori di auto più pesanti sono

¹⁰ Si noti che il target è differenziato per costruttore in relazione alla massa media dei veicoli, seguendo per le automobili la formula emissioni specifiche di CO₂ = 95 + a · (M – M₀) dove: M è massa in ordine di marcia del veicolo in chilogrammi (kg), M₀ è uguale a 1379,88 e a è posta pari a 0,0333. Tale formula innalza il target dei costruttori di auto più pesanti. Il target medio ottenuto è 95 g/km. Per i furgoni la formula è di CO₂ = 147 + a · (M – M₀) dove: M è massa in ordine di marcia del veicolo in chilogrammi (kg), M₀ è uguale a 1766,4 e a è posta pari a 0,096. Fonte: Regolamento (UE) 2019/631 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 aprile 2019.

FIGURA 2 – Confronto internazionale tra standard di emissione di CO₂ per le automobili



FONTE: ICCT (2019)

consentite emissioni più elevate rispetto ai produttori di auto più leggere. Se le emissioni medie di CO₂ della flotta di un costruttore superano l'obiettivo in un determinato anno, il costruttore deve pagare una sanzione per le emissioni in eccesso per ogni auto immatricolata. Fino al 2018, questa sanzione ammontava a: € 5 per il primo g/km di superamento, € 15 per il secondo g/km, € 25 per il terzo g/km, € 95 per ogni g/km successivo. Dal 2019 in poi, la penalità sarà di € 95 per ogni g/km di superamento dell'obiettivo. Per incoraggiare l'eco-innovazione, ai produttori possono essere concessi crediti di emissione per veicoli dotati di tecnologie innovative per le quali non è possibile dimostrare gli effetti di riduzione della CO₂ durante la procedura di prova utilizzata per l'omologazione del tipo di veicolo. Tali risparmi sulle emissioni devono essere dimostrati sulla base di dati verificati in modo indipendente. I crediti di emissione massimi per queste eco-innovazioni per produttore sono di 7 g/km all'anno. Ai produttori vengono dati ulteriori incentivi per immettere sul mercato automobili a emissioni zero e basse che emettono meno di 50 g/km attraverso un sistema di "supercrediti". Ai fini del calcolo delle emissioni specifiche medie di un produttore, tali auto saranno quindi conteggiate come: 2 veicoli nel 2020, 1,67 veicoli nel 2021, 1,33 veicoli nel 2022, 1 veicolo dal 2023 in poi. Un limite per i supercrediti è fissato a 7,5 g/km per produttore nei tre anni. Inoltre, i produttori possono raggrupparsi e agire

insieme per raggiungere il loro obiettivo di emissioni. Nel costituire un tale gruppo (*pool*), i produttori devono rispettare le norme del diritto della concorrenza.

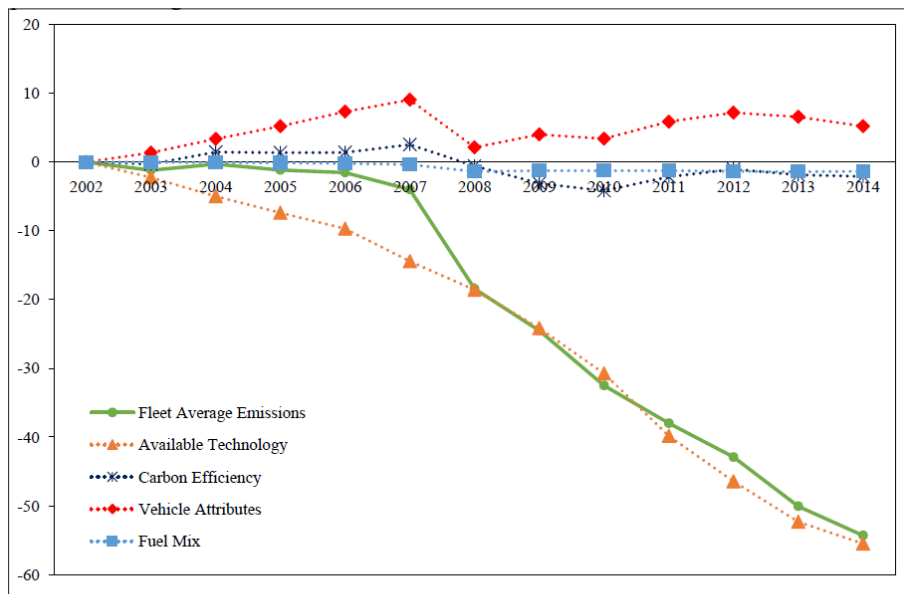
Queste opportunità, la norma che si applica alla flotta e non al singolo veicolo e il sistema dei supercrediti e quello del raggruppamento di produttori, per quanto presentino diversi elementi critici ed arbitrari evidenziati in letteratura¹¹, consentono alle case produttrici una maggiore flessibilità nel formulare la loro offerta. Sulla base delle informazioni che appaiono sui media, quasi tutti i costruttori hanno individuato nei veicoli elettrici un prodotto che consente di rispettare la normativa europea e di non incorrere in sanzioni pecuniarie. Ciò è alla base delle decisioni di investimento che stanno attuando in questo periodo e che sta conducendo a un progressivo ma sempre più consistente aumento della offerta di modelli elettrici nei loro listini.

3.3 *L'efficacia delle politiche a confronto*

Sul *carbon pricing* ci sono in letteratura opinioni contrastanti. Ad esempio, Baranzini *et al.* (2017) sostengono che “among all instruments, carbon pricing deserves the most serious attention from researchers, politicians, and citizens”. Tvinnereim e Mehling (2018) controbattono che “this is almost certainly true for reductions at the margin, but averting dangerous climate change requires more than incremental abatement of emissions”. Essi sostengono che il *carbon pricing* può bloccare la crescita delle emissioni, ma non può stabilizzare i livelli di concentrazione assoluta. Come esempio di efficacia essi citano che l'ETS dell'Unione Europea, attivato dal 2005 e attualmente in vigore in 31 paesi. La riduzione delle emissioni in tutti i settori regolati c'è stata, ma è stata pari al 3% durante i primi cinque anni relativamente al controfattuale BAU (Martin *et al.*, 2016). E anche in Svezia, che ha uno imposto una delle tasse sul carbonio più elevate, 140 US\$ per tonnellata di CO₂, la riduzione nel trasporto stradale dal 1990 al 2015 è stata solo del 4%. Naturalmente sarebbe possibile elevare talmente il prezzo del carbonio da ottenere effetti più consistenti; Tvinnereim e Mehling (2018) sostengono che ciò non è realizzabile per vincoli politici in quanto il costo ricade su alcuni gruppi di utenti mentre il beneficio è di tipo collettivo ed intergenerazionale, il che rende difficile trovare un sostegno politico alla tassa sul carbonio. A fronte di queste difficoltà, alcuni autori hanno proposto strade diverse, non basate esclusivamente sul *carbon pricing*. Acemoglu *et al.* (2012), ad esempio, raccomandano un misto di tassa sul carbonio e sussidi per l'innovazione. Jenkins (2014) propone

¹¹ Una delle criticità più rilevante è che si tiene conto delle sole emissioni durante l'uso e non delle emissioni lungo l'intero ciclo di vita.

FIGURA 3 – Contributo cumulativo da diversi determinanti della decarbonizzazione delle automobili in Finlandia dal 2002 al 2014



che il gettito della tassa sul carbonio venga usato per incentivare lo sviluppo tecnologico. Tvinnereim e Mehling (2018) concludono che alterare i prezzi ha un effetto sul capitale esistente; può essere utile ma non è sufficiente. Per avere una modifica più radicale del sistema e annullare l'incremento dello stock di CO₂ servono standard tecnologici, incentivi e politiche di innovazione capaci di influire in modo più radicale sulle scelte di investimento.

Un possibile modo di confrontare l'efficacia delle politiche proposte è la decomposizione dei fattori che determinano le emissioni medie di CO₂ dei veicoli. Zhou e Kuosmanen (2019) hanno effettuato un simile studio per i veicoli passeggeri in Finlandia nel periodo 2002-2014, i cui risultati sono riportati nella Figura 3.

Le emissioni medie delle automobili vendute in Finlandia sono diminuite di molto a partire dal 2007. In termini quantitativi, le emissioni sono passate dai valori di 217,4 g/km per le auto a benzina del 2002 ai 149,8 g/km del 2014. Anche le auto diesel hanno avuto una rapida diminuzione: dai 189,4 g/km del 2002 ai 138,8 g/km del 2014. Parallelamente, la massa media delle auto a benzina si è mantenuta circa costante (1.461 e 1.459 kg nei due anni di riferimento)

ed è leggermente aumentata per le auto diesel (1.665 e 1.719 kg). La potenza è aumentata per entrambi i tipi di veicoli (rispettivamente, da 116 a 127 e da 98 a 116).





Le variabili usate per la decomposizione sono le seguenti:

- la tecnologia disponibile (*available technology*) nelle auto offerte sul mercato in relazione al progresso tecnologico ed ingegneristico dei motori e agli stimoli proveniente dalla legislazione europea, che ha introdotto, come abbiamo visto, standard emissivi via via più stringenti e penalità economiche nel caso di non rispetto;
- la *carbon efficiency*, misurata come l'efficienza media in termini di CO₂ delle automobili scelte dai consumatori finlandesi, che riflette l'importanza che i consumatori attribuiscono alle emissioni anche in risposta agli stimoli fiscali del governo (la Finlandia è stato uno delle prime nazioni a introdurre una tassazione basata sulla CO₂ nel 2008);
- la *vehicle attribute*, ovvero le caratteristiche dei veicoli in termini di massa e dimensioni (ad esempio, i consumatori potrebbero acquistare auto più grandi all'aumentare dell'efficienza tecnologica);
- il *fuel mix* di combustibili, che riflette la composizione della auto acquistate per tipologia di sistemi di propulsione, in cui la parte preponderante sono le auto a benzina e diesel, dato che nel 2014 le automobili elettriche erano ancora poco diffuse.

La conclusione principale che gli autori traggono è che la riduzione delle emissioni medie è stata causata principalmente dall'offerta di auto con tecnologie più efficienti, grazie al progresso ingegneristico ed alla regolamentazione europea. Infatti, la curva delle emissioni medie effettive segue l'andamento della variabile *available technology*. I fattori di domanda che riflettono la scelta dei consumatori avrebbero invece sostanzialmente mantenuto le emissioni medie stabili. Infatti, il contributo della variabile *vehicle attribute* sarebbe quello di aumentare le emissioni medie. Anche la variabile *fuel mix* (composizione della flotta per sistemi di propulsione) ha un effetto modesto. La variabile *carbon efficiency*, che riflette le scelte dei consumatori, ha inizialmente un effetto di aumentare le emissioni medie, per poi invertire il segno del suo contributo dal 2008, con l'introduzione di una imposta di registrazione proporzionale alla CO₂ emessa.

Complessivamente quindi, le politiche che incidono sull'offerta sembrano essere più efficaci di quelle che incidono sulla domanda. Tale conclusione ovvia-

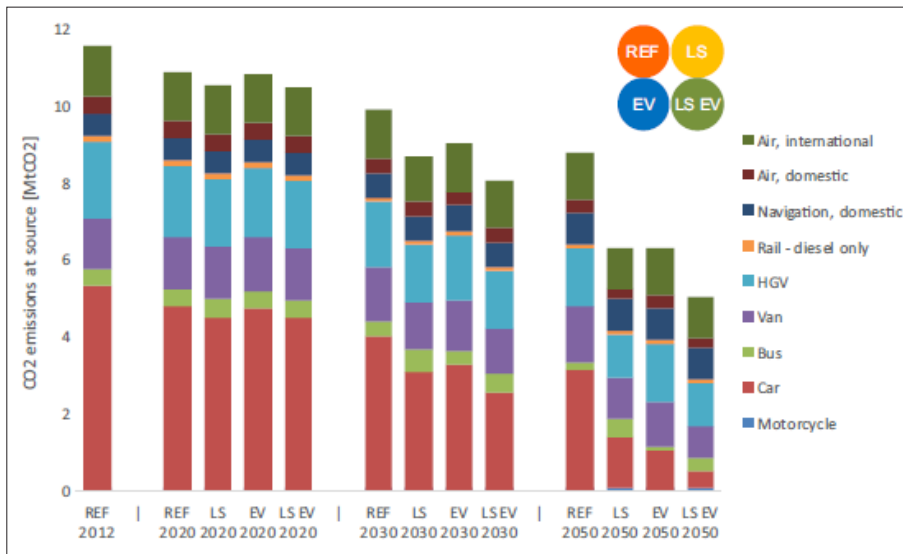
FIGURA 4 – Scenari formulati da Brand et al. (2019)

 Reference (REF)	 Lifestyle change (LS)
Projection of transport demand, supply, energy use and emissions as if there were no changes to existing transport and energy policy	Radical change in travel patterns and mode choice leading to relatively fast transformations and new demand trajectories
 Electric vehicle promotion and petrol/diesel ‘phase-out’ (EV)	 Combined lifestyle and EV pathway (LS EV)
Pathway of ‘high electrification’ + phasing out of conventional oil based ICVs: range of measures incl. pricing, taxation, investment, EV infrastructure, scrappage/purchase tax on future diesel and petrol cars, changing consumer preferences	Integration of radical change in travel patterns, mode choice, high electrification and phasing out of conventional petrol and diesel road vehicles

mente risente anche dalla intensità con la quale queste politiche sono esercitate. Un'altra considerazione degli autori è che le politiche che si possono emanare a livello europeo sono più efficaci di quelle che si possono emanare a livello nazionale. Il caso Norvegia, al contrario, mostra quello che è possibile ottenere a livello nazionale, con politiche di portata significativa e molto mirate, in questo caso a sostegno dei veicoli elettrici.

Sono dell'idea opposta, invece, Brand *et al.* (2019), i quali, esaminando il caso della Scozia, sostengono che riporre le proprie speranze solo sul miglioramento dell'offerta (“technological fix”) può essere rischioso, dato che il suo contributo alla decarbonizzazione è troppo lento e non sufficientemente intenso da potere garantire la soluzione del problema. Incoraggiare, invece, cambiamenti negli stili di vita, pur non essendo facile, può contribuire in modo significativo a ridurre le dimensioni del problema. Per cui gli autori suggeriscono di aggredire il problema sia dal lato offerta che da quello della domanda e sviluppano un complesso modello – la versione scozzese dell' UK Transport Carbon Model – comprensivo di: un modello di stima della domanda di trasporto, un modello che stima le decisioni di acquistare un'auto a livello familiare, un modello di scelta del veicolo, un modello che stima lo stock di veicoli e un modello che stima le emissioni lungo l'intero ciclo di vita di un veicolo per tipo di carburante. Vengono formulati i quattro scenari descritti in Figura 4. Lo scenario EV è relativo unicamente all'introduzione di veicoli elettrici tramite strumenti regolamentari e fiscali. Lo scenario LS prevede cambiamenti significativi nelle localizzazioni delle attività produttive e delle residenze, nei viaggi e nelle scelte modali. Lo scenario LS EV combina i due scenari precedenti.

FIGURA 5 – Impatto degli scenari formulati da Brand et al. (2019)



Il risultato principale è che lo scenario che prevede modifiche dello stile di vita (LS) genera riduzioni rispetto allo scenario di riferimento (REF) del 12% nelle emissioni di CO₂ nel 2030 e del 28% nel 2050 (Figura 5). Ciò è dovuto soprattutto alle riduzioni delle emissioni delle auto, compensate in parte dalle maggiori emissioni degli autobus, treni e moto dovute al cambiamento modalità. Lo scenario EV “tecnocentrico” è più lento e ottiene riduzioni simili solo nella seconda metà del periodo di valutazione, grazie al progressivo aumento della quota di veicoli elettrici. L’uso combinato e sinergico degli strumenti di offerta e di domanda nello scenario LS EV, genera nel 2050 una riduzione di più del 50%. Pertanto, concludono gli autori, la modifica degli stili di vita facilita la decarbonizzazione e richiede una quantità più limitata di modifiche al sistema trasporti-energia.

3.4 Innovazioni tecnologiche

Vista la difficoltà di ridurre la mobilità privata su strada, sia nel trasporto passeggeri che in quello delle merci, ci si chiede se i veicoli azionati da sistemi di propulsione alternativi, che non utilizzano combustibili fossili (e quindi non emettono

o emettono significativamente meno CO₂), possano rappresentare una soluzione per ottenere la decarbonizzazione dei trasporti. I candidati più accreditati al momento risultano essere i veicoli elettrici¹² e i veicoli ad idrogeno.

Come è noto, i veicoli elettrici non rappresentano una novità nella storia della motorizzazione, essendo essi la forma di propulsione usata all'origine dell'automobilismo. Il motivo principale per cui sono stati abbandonati durante il XX secolo è legato alla bassa densità energetica per unità di massa e di volume che era possibile accumulare nelle batterie, enormemente inferiore a quella disponibile nella benzina necessaria per alimentare il motore a scoppio. Le batterie al litio, infatti, hanno una densità energetica di due ordini di grandezza inferiori alla densità energetica di benzina e diesel. Le batterie al litio in rapporto al peso hanno una densità energetica pari a 0,36–0,875 MJ per kg e di 0,90–2,43 MJ per litro (1 MJ equivale a 277,778 wattore), mentre la benzina ha una densità energetica di 45 MJ per kg e 34,2 MJ per litro¹³.

Ma la comparazione non è finita qui in quanto:

- L'energia chimica deve essere trasformata in energia meccanica. A questo punto entra in gioco la maggior efficienza del motore elettrico, capace di un'efficienza compresa tra l'85% e il 90%. Ciò significa che un tale motore è in grado di convertire in lavoro utile una percentuale molto elevata dell'energia elettrica prelevata¹⁴. I motori a benzina convenzionali, invece, convertono in lavoro utile solo il 17-21% dell'energia immagazzinata nella benzina;
- L'energia elettrica deve viaggiare attraverso la rete elettrica per arrivare all'automobile. L'efficienza energetica delle auto elettriche, pertanto, si riduce in relazione alla distanza che tale energia deve percorrere. Una stima più

¹² Uno degli acronimi usati per identificare i veicoli elettrici nella letteratura internazionale è EV (Electric vehicles) che è in realtà è assai generico e comprende più tecnologie e più tipi di veicoli. Raggruppati sotto questo acronimo sono i BEV (Battery Electric Vehicle), gli EREV (Extended Range Electric Vehicle), i PHEV ((Plug-in Hybrid Electric Vehicle), e in qualche caso anche gli HEV (Hybrid Electric Vehicle), caratterizzati da decrescenti livelli di elettrificazione. A questo vanno aggiunti anche i veicoli a idrogeno basati sulle celle a combustibile. Questi veicoli includono le automobili per il trasporto persone, nei diversi segmenti dalle city car alle auto di lusso, i SUV e i pick-ups e i furgoni per il trasporto promiscuo (persone e merci) di diverse dimensioni. In una accezione più ampia si potrebbero includere anche le biciclette, i motorini, le moto ed anche i mezzi per il trasporto collettivo, quali gli autobus e le corriere. Inoltre, si potrebbero considerare anche i camion per il trasporto delle merci, a loro volta distinguibili per dimensione.

¹³ Dati tratti da <https://hypertextbook.com/facts/2003/ArthurGolnik.shtml>

¹⁴ La differenza tra l'efficienza del motore e l'efficienza complessiva di un'auto elettrica è dovuta alle perdite attribuite alla carica e allo scarico della batteria e, per alcune cariche (per alcune auto), alla conversione da corrente alternata a corrente continua e viceversa.

prudenziale viene, allora, dall'EPA quando afferma che "i veicoli elettrici convertono circa il 59%-62% dell'energia elettrica immessa nella rete in potenza alle ruote"¹⁵.

Si potrebbe pertanto concludere che le auto elettriche sono almeno 3 volte più efficienti di quelle a benzina nell'usare l'energia chimica disponibile, il che riduce in parte la differenza di densità energetica disponibile tra i due tipi di motori. Quindi, pur partendo da una densità energetica molto minore, le auto elettriche riescono a ridurre in parte lo svantaggio grazie ad una maggiore efficienza del loro motore in fase di utilizzo, in quanto l'energia elettrica può essere convertita facilmente in energia cinetica mentre la benzina o il diesel necessitano di un motore a combustione interna, che, oltre a produrre emissioni e calore, disperde molta dell'energia disponibile nel carburante.

Per chiarire, prendiamo il seguente esempio. Nell'ipotesi di 1 kg di massa di batteria – equivalente nel caso delle batterie Tesla a 250 Wh/kg o 0,9 MJ/kg – contro 1 kg di massa di benzina, che fornisce 45 MJ, il rapporto tra le densità energetiche della benzina e della batteria elettrica è pari a 50: qui le batterie hanno un grosso svantaggio in termini di densità energetica per unità massa. L'energia meccanica fornita è pari a 0,72MJ per il veicolo elettrico (nell'ipotesi di 62% di efficienza energetica) e a 7,65MJ per il veicolo a benzina, riducendo il rapporto da 50 (45: 0,9) a 13,7 (7,65: 0,72). Si noti inoltre che questo dato non è più solo tecnico, ma assume una valenza geografica ed economica perché dipende dal modo in cui è organizzata la produzione e distribuzione dell'energia. Una organizzazione della produzione dell'energia elettrica più distribuita e vicina all'utilizzatore finale può produrre infatti livelli di efficienza energetica più elevati. Inoltre, va tenuto conto che i veicoli elettrici hanno anche la proprietà di ricaricarsi durante l'uso, sfruttando le fasi di frenata dell'automobile durante le decelerazioni o le discese. Ciò aggiunge incertezza alla stima, in quanto questa rigenerazione dell'energia dipende dalle caratteristiche del veicolo e dallo stile di guida del conducente. Il confronto è in ogni caso tutt'altro che completo in quanto non considera le fasi a monte ed a valle, ovvero la produzione dell'energia elettrica e della benzina e lo smaltimento delle batterie e dei veicoli. Su questi ultimi elementi l'incertezza è ancora maggiore in considerazione: a) dei pochi dati, in particolare relativamente all'estrazione e al trasporto del petrolio ed alla raffinazione e distribuzione della benzina (gasolio), b) alle presumibili differenze geografiche e c) anche sulla produzione e smaltimento delle batterie con tecnologie ancora in evoluzione.

¹⁵ Si veda il sito EPA <https://www.fueleconomy.gov/feg/evtech.shtml>

TAVOLA 3 – Confronto tra diversi modelli di automobili in termini di emissioni di CO₂

Modello	Consumo di energia	Emissioni di CO ₂ per miglio
Elettrica: Tesla Model 3	7,2/km	California (41% rinnovabile, 9% Nucleare, 4% carbone; 34% gas naturale): 0,0521 West Virginia (3,5% rinnovabile, 94% carbone; 2,5% gas naturale): 0,2366
Benzina: BMW Serie 3	40 km/gallone	0,3628
Ibrida: Toyota Prius PHEV	80 km/gallone	0,1814

Fonte: Why Battery Electric Cars are Dominating Hydrogen Fuel Cell Cars, <https://www.youtube.com/watch?v=k7JRIUPhSJE>

Se dalla considerazione di tipo energetico passiamo a quelle legate alle emissioni di CO₂, diventa decisivo tener conto del modo in cui è prodotta l'energia elettrica (mix elettrico). Un esempio può chiarire l'importanza di questo fattore.

Si confrontano tre modelli di automobili con tre diverse motorizzazioni. Nel caso che il mix elettrico sia quello californiano (con il 41% di rinnovabili), la Tesla Model 3 risulta l'auto che emette complessivamente di meno: 0,0521 CO₂/miglio contro lo 0,1814 CO₂/miglio della Toyota Prius PHEV e il 0,3628 CO₂/miglio della BMW Serie 3. Nel caso invece il mix elettrico sia quello della West Virginia (con il 94% di carbone), le emissioni della Tesla Model 3 salgono a 0,2366 CO₂/miglio, diventando quindi più inquinante della Toyota Prius PHEV. Ulteriori raffronti sull'effetto del mix elettrico sulle emissioni si possono trovare in Cavallaro *et al.* (2018) e Danielis *et al.* (2019a, 2019c, 2019d).

Sebbene queste considerazioni energetiche e ambientali siano molto rilevanti, esse non sono determinanti per capire quale sarà l'evoluzione del mercato e se i veicoli elettrici sostituiranno nei prossimi anni quelli con motore a combustione interna. I consumatori, infatti, prendono le loro decisioni di acquisto non solo sulla base di considerazioni energetiche e ambientali, ma anche (e anzi, forse, soprattutto) sulla base dei costi e delle prestazioni dei veicoli. In particolare, la letteratura ha evidenziato l'importanza del prezzo di acquisto, dell'autonomia dei veicoli e della diffusione delle infrastrutture di ricarica. Per una discussione sulle preferenze dei consumatori, si veda Danielis *et al.* (2018, 2019b), Giansoldati *et al.* (2017, 2018) e Scorrano *et al.* (2019).

3.4.1 Sistemi propulsivi: elettrico e idrogeno

I veicoli elettrici

Il dato incoraggiante è che i veicoli elettrici cominciano ad essere venduti in quantità non insignificanti. In valori assoluti a livello mondiale nel 2019 sono state venduti quasi 3 milioni di veicoli elettrici (puri + ibridi plug-in)¹⁶, rispetto ai poco più di 500 mila nel 2015. La parte più consistente di questi volumi è quella cinese (quasi il 50%) a causa di una netta spinta dirigitica decisa dalle autorità di governo con motivazioni sia ambientali che industriali. In termini percentuali sul totale delle immatricolazioni annuali, i veicoli elettrici rappresentano circa il 2,5%. La Norvegia è ancora di gran lunga un caso isolato con una quota di immatricolazioni superiore al 50% (38% puri ed il restante ibridi plug-in). Ma non mancano paesi che cercano di imitare il modello norvegese (Islanda, Olanda, Svezia) e che hanno raggiunto quote di immatricolazione superiori al 10%. Anche la Cina ha toccato nel 2019 la quota del 4.7%.

Vanno inoltre sottolineati i seguenti aspetti. Innanzitutto, lo sviluppo tecnologico, in particolare nel campo delle batterie, e l'industrializzazione nella produzione delle stesse, che stanno producendo una rapida caduta dei prezzi delle batterie (Bloomberg, 2019). Per ora ciò non ha comportato una riduzione dei prezzi di acquisto degli EV relativamente a quelli a combustione interna. La differenza di prezzo è infatti ancora considerevole (in Italia attorno ai 10 mila euro), solo in parte compensata dai risparmi di costi operativi che si ottengono nell'arco della vita utile del veicolo (Scorrano *et al.*, 2019). Sicuramente, però gli EV attualmente sul mercato dispongono di pacchi batterie e, quindi, un'autonomia più elevata di quelle disponibile alcuni anni fa (ancora comunque ben inferiore a quella delle auto convenzionali), tanto da rendere un problema meno sentito l'ansia da autonomia, ovvero la paura di rimanere senza carica.

A contribuire a ridurre la gravità del problema autonomia nell'effettuazione di viaggi lunghi ha concorso non poco la comparsa di fitte reti di colonnine di ricarica, sia costruite dalle case automobilistiche (es. Telsa, Ionity¹⁷) che dai distributori di energia (es. Enel X, E.on) che da imprese private specializzate in questo settore (es. Fastned in Olanda). Inoltre, è decisamente aumentata la potenza installata in alcune stazioni di ricarica arrivando ad oggi a 350 KW, il che, congiuntamente alla capacità delle più recenti batterie di ricaricarsi rapidamente

¹⁶ Si confronti https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country

¹⁷ Dal sito si legge "IONITY is a joint venture of BMW Group, Daimler AG, Ford Motor Company, and Volkswagen Group with Audi and Porsche. Our goal is simple: Building a high power charging network for electric vehicles along major highways in Europe".

te, rende possibile ad un veicolo di acquisire un'autonomia di centinaia di chilometri in meno di mezz'ora. Pur rimanendo quindi rilevante la differenza nei tempi di ricarica tra gli EV e gli ICEV, che nei lunghi viaggi può essere significativa, l'accettabilità degli EV in termini di autonomia è molto migliorata.

Ancora più incoraggiante è il fatto che il numero dei modelli di veicoli offerti dai produttori è in crescita. In Europa, secondo T&E (2019), il numero di modelli che alla fine del 2018 era pari a 60, dovrebbe crescere rapidamente con questa drammatica progressione: 176 nel 2020, 214 nel 2021, 333 nel 2025. Si può notare come il 2020 sarà un anno di svolta, con aumenti successivi di circa 30 modelli ogni anno. Si noti, inoltre, come qui non si tenga conto di possibili ingressi di modelli di produttori cinesi. Numerose case automobilistiche, con l'importante eccezione di Toyota, Ford e General Motor, investono massicciamente nella produzione degli EV e delle batterie. In particolare puntano sugli EV le case cinesi, su indicazione del proprio governo. T&E (2019) prevede, sulla base dei piani industriali finora annunciati, che le principali case automobilistiche innalzeranno la loro quota di EV prodotti sulla loro produzione complessiva, arrivando mediamente nel 2015 al 20%, con punto del 60% per la Volvo e valori invece inferiori al 19% per Toyota-Lexus e Hyundai-Kia. La Toyota-Lexus rimarrà invece la principale tra le ormai poche produttrici di HEV.

In conseguenza di questo, la produzione complessiva degli EV in Europa dovrebbe salire a 4 milioni nel 2025, a scapito soprattutto delle auto diesel, che scenderanno dagli attuali 7 milioni a 5 milioni. Ciò contribuirà presumibilmente a ridurre ulteriormente i prezzi e ad aumentarne i tassi di penetrazione.

Tra i produttori spicca ancora per qualità e prestigio la Tesla Motors, che rappresenta l'unica azienda, ormai di una certa consistenza, che costruisce esclusivamente veicoli elettrici e che anzi ha scelto di occuparsi di tutta la filiera dell'elettrico (costruzione di batterie, stazioni di ricarica, tetti fotovoltaici, accumulatori, ecc.). Tra le altre grandi case automobilistiche dei paesi avanzati, la principale, la Toyota, ha scelto per ora di non dedicarsi ai veicoli elettrici, se non a quelli ibridi plug-in, come estensione di quelli ibridi, che negli ultimi venti anni hanno rappresentato la sua tecnologia di punta. Similmente, la General Motors ha annunciato l'interesse a produrre veicoli elettrici ma senza peraltro realizzarli ancora in numeri significativi. Molte altre case, tra cui la Ford e la FCA, si sono limitate ad un solo modello, per testare la tecnologia e anche per obbedire alle prescrizioni dello Stato della California. Altre case, quali la Nissan, la Renault e la BMW, sin dall'inizio, invece, hanno sviluppato modelli elettrici che hanno avuto un ottimo successo (rispettivamente la Nissan Leaf, la Renault Zoe, la BMW i3), limitandosi poi a perfezionarli nelle versioni successive dello stesso modello con l'aggiunta di un pacco batterie di maggiori dimensioni. La VW, anche in seguito allo scandalo dei diesel, dopo aver sviluppato la VW e-Golf, ha annunciato, e

FIGURA 6 – Le politiche dirette a sostegno dei veicoli elettrici. Fonte: IAE, 2019

		Canada	China	European Union	India	Japan	United States
Regulations (vehicles)	ZEV mandate	✓*	✓				✓*
	Fuel economy standards	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Incentives (vehicles)	Fiscal incentives	✓	✓	✓	✓		✓
Targets (vehicles)		✓	✓	✓	✓	✓	✓*
Industrial policies	Subsidy	✓	✓			✓	
Regulations (chargers)	Hardware standards**	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Building regulations	✓*	✓*	✓	✓		✓*
		Canada	China	European Union	India	Japan	United States
Incentives (chargers)	Fiscal incentives	✓	✓	✓		✓	✓*
Targets (chargers)		✓	✓	✓	✓	✓	✓*

* Indicates that the policy is only implemented at a state/province/local level.

** Standards for chargers are a fundamental prerequisite for the development of EV supply equipment. All regions listed here have developed standards for chargers. Some (China, European Union, India) are mandating specific standards as a minimum requirement; others (Canada, Japan, United States) are not.

Notes: ZEV = zero-emissions vehicle. Check mark indicates that the policy is set at national level. Building regulations refer to an obligation to install chargers (or conduits to facilitate their future installation) in new and renovated buildings. Incentives for chargers include direct investment and purchase incentives for both public and private charging.

sta progressivamente perseguendo, una strategia di produzione su larga scala di una serie di modelli elettrici (VW I.D. 3) da offrire a prezzi accessibili ad ampi strati di popolazione. In particolare, ha fatto notizia che l'attuale amministratore delegato della VW abbia dichiarato che i veicoli elettrici rappresentano l'unica tecnologia adatta ai veicoli del futuro, Tutto questo mentre altre case produttrici si dichiarano aperte piuttosto ad altri sistemi di propulsione, che comprendono, oltre che ai convenzionali benzina e diesel (pur in netto calo rispetto ad alcuni anni fa), anche l'ibrido, ibrido plug-in e l'idrogeno.

Le prospettive di diffusione dei veicoli elettrici sono fortemente dipendenti dalle politiche messe in campo a livello internazionale, nazionale e locale, non garantendo nella fase iniziale un ritorno sugli investimenti equiparabile a quello dei veicoli a combustione interna. Un quadro di questi interventi è presentato in Figura 6.

Si può notare come vengano utilizzati un insieme di strumenti, sia regolamentari che fiscali, rivolti tanto ai veicoli che alle prese e alle stazioni di ricarica.

Parallelamente, è probabile che i progressi tecnologici continuino a generare sostanziali riduzioni dei costi grazie agli sviluppi nella chimica delle batterie e all'espansione della capacità produttiva negli impianti di produzione.

Il dibattito se un'auto elettrica emetta più o meno CO₂ dell'auto a combustione interna, considerando l'intero ciclo di vita, è ampio e vivace, sia nella letteratura scientifica (European Environment Agency, 2016; Cavallaro *et al.*, 2018; Danielis 2019a; Danielis 2019c, Danielis 2019d) che nei media. È emerso che non c'è una risposta unica e semplice, in quanto entrano in gioco diversi fattori. Il principale è il mix elettrico, ovvero come viene prodotta l'energia elettrica: nei paesi in cui l'energia elettrica è prodotta prevalentemente da rinnovabili o da nucleare, le emissioni complessive delle auto elettriche sono di molto inferiori a quelle delle auto tradizionali. Un altro aspetto di rilievo è la dimensione dell'automobile. Siccome, una quota considerevole delle emissioni di CO₂ delle auto elettriche è legata alla produzione della batteria, un'auto elettrica con una batteria piccola (e conseguentemente con un'autonomia limitata) ha meno emissioni di una corrispondente convenzionale. Il vantaggio si perde quando all'auto elettrica vengono montate batterie di grandi dimensioni. Un terzo elemento degno di nota è che le fasi della esplorazione, produzione, raffinazione e distribuzione del petrolio sono difficilmente quantificabili in termini di energia consumata e relativa CO₂ emessa, per cui molto spesso queste due quantità non vengono considerate nel confronto. Fatto questo che tende a sfavorire le automobili elettriche. Infine, all'automobile elettrica vengono attribuite emissioni legate allo smaltimento della batteria, anche se, in un'ottica di economia circolare, il riciclo ed il riuso della batteria viene progressivamente sperimentato e vengono proposte soluzioni che potrebbero limitarne le corrispondenti emissioni di CO₂.

IEA (2019) stima che, in media, considerato l'intero loro ciclo di vita, sia l'auto elettrica a batteria di piccole dimensioni (200 km di autonomia) sia un'auto elettrica ibrida plug-in che utilizzano elettricità caratterizzata dall'attuale intensità media globale del carbonio (518 grammi di CO₂ equivalente per chilowattora [g CO₂-eq/kWh]) emettano meno GHG rispetto a un veicolo con motore a combustione interna (ICE). Ma l'entità della riduzione dipende fortemente dal mix elettrico, vale a dire dal mix di generazione di energia, a disposizione: i risparmi di emissioni di CO₂ sono significativamente più alti per le auto elettriche utilizzate nei paesi in cui il mix di generazione di energia è dominato da fonti a basse emissioni di carbonio. Se il mix è a zero emissioni (il caso della Norvegia), il risparmio tocca l'80%. In Italia, dove il mix elettrico è di poco superiore ai 330 g CO₂-eq/kWh (Danielis *et al.*, 2019c), il risparmio varia tra il 10% ed il 60%, a seconda del tipo di auto elettrica considerato. Nei paesi in cui il mix di generazione di energia è dominato dal carbone, sono invece i veicoli ibridi a presentare emissioni inferiori rispetto ai veicoli elettrici.

IEA (2019) stima inoltre che le emissioni di gas serra (GHG) dei veicoli elettrici continueranno a essere inferiori rispetto ai veicoli con motore a combustione interna convenzionale. Nello scenario *New policies*, le emissioni di gas a effetto serra della flotta di veicoli elettrici raggiungono quasi 230 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente (Mt CO₂-eq) nel 2030, riducendo le emissioni di circa 220 Mt di CO₂-eq rispetto a quanto si avrebbe con i veicoli convenzionali. Le emissioni complessive del settore continuerebbero ad aumentare ma, ovviamente, in misura più limitata. Lo scenario EV30@30 è coerente con lo scenario di sviluppo sostenibile programmato dallo IEA. Il risparmio di emissioni evitate sarebbe pari a circa 540 Mt CO₂-eq, riducendo le emissioni dell'intero settore.

Criticità che si accompagnano alla diffusione dei veicoli elettrici riguardano l'impatto sulle infrastrutture elettriche, l'approvvigionamento dei materiali rari per le batterie (Watari *et al.*, 2019), lo smaltimento delle stesse e la riduzione delle imposte sul petrolio. Tutti temi estremamente importanti per i quali rimandiamo alla letteratura (IEA, 2019).

I veicoli ad idrogeno

L'idrogeno può essere prodotto in diversi modi. Una delle possibilità è estrarlo dal gas naturale (*natural gas steam reforming*), producendo però CO e CO₂. Il problema di questa procedura è che l'E_ROI (*Energy Return on Investment*) è inferiore a 1, ovvero per produrre 1 MJ di energia di idrogeno è necessario utilizzare più 1 MJ di energia di gas naturale, ovvero, è una procedura energeticamente inefficiente. Una seconda procedura più interessante è l'elettrolisi, un processo in cui la molecola dell'acqua viene separata nei suoi componenti idrogeno e ossigeno tramite corrente elettrica. Il vantaggio è di non produrre emissioni di CO₂ ma l'E_ROI, con le tecnologie attualmente disponibili, resta comunque inferiore ad 1¹⁸. Pur essendo energeticamente inefficiente, l'idrogeno potrebbe però essere utilmente sfruttato per l'accumulo di energia (Parra *et al.*, 2019).

Uno svantaggio considerevole dell'idrogeno rispetto all'elettricità è che, mentre quest'ultima può utilizzare (con miglioramenti non eccessivamente onerosi)

¹⁸ Il sito dell'Associazione per la promozione in Europa dell'Idrogeno, Hydrogen Europe, afferma che "The most important primary energy source for hydrogen production currently is natural gas, at 70 %, followed by oil, coal and electricity (as a secondary energy resource). Steam reforming (from natural gas) is the most commonly used method for hydrogen production. To date, only small amounts of hydrogen have been generated from renewable energies, although that amount is set to increase in future. Electrolysis currently accounts for around 5 % of global hydrogen production. If hydrogen is extracted from water using a machine called an electrolyser, which uses an electric current to split H₂O into its constituent parts and renewable or carbon free electricity is used, the gas has a zero-carbon footprint, and is known as green hydrogen." (<https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-basics-0>).

le linee elettriche esistenti (in molti paesi), non esiste invece una infrastruttura di ricarica dei veicoli ad idrogeno. Pertanto questa deve essere creata ex-novo, incorrendo in spese ingenti, e l'idrogeno deve essere trasportato presso queste stazioni o prodotto localmente. Nel primo caso, la produzione è concentrata e può godere di economie di scala ma deve sopportare elevati costi di trasporto. Nel secondo caso, questi ultimi vengono meno ma l'efficienza della produzione ne risente in modo considerevole.

Confrontando il bilancio energetico dei veicoli elettrici e ad idrogeno si può notare quanto segue. Le batterie dei veicoli elettrici si caricano con il 98% di efficienza, mentre l'elettrolisi ha una efficienza dell'80%. Ma l'idrogeno, per essere utilizzato, deve essere stoccato ad una pressione di 700 atmosfere perdendo nella compressione il 15% dell'energia iniziale, per cui la quantità di energia rimanente è il 65% dell'energia iniziale. Nel caso in cui venga prodotto centralmente e poi distribuito, un ulteriore 20% viene perso nel trasporto del gas compresso. In confronto, le perdite da trasporto dell'energia elettrica ammontano a circa il 5%. Aggiungendo poi la perdita di efficienza dei motori elettrici (trasformazione della corrente da alternata a continua e trasmissione), nel confronto tra i relativi veicoli, l'efficienza residua è pari al 65% per i veicoli elettrici ed al 20% per i veicoli a idrogeno. Il risultato di questa elevata differenza di efficienza è che il costo per chilometro di un veicolo a idrogeno è più elevato di quello di un veicolo elettrico. Si stima che il costo di utilizzo di una Tesla Model 3 sia 2-2,4 cent di dollaro a km (\$10-\$12 per 500 km di autonomia) mentre per la Toyota Mirai è 17,7 cent di dollaro a km (\$85 per 480 km di autonomia), come riflesso del fatto che è costoso produrre¹⁹ e distribuire l'idrogeno.

A questo si aggiungono i costi di costruire una rete di infrastrutture di ricarica che al marzo 2020 è molto limitata (attualmente esistono: solo un distributore di idrogeno in l'Italia, a Bolzano, 55 in Germania, 36 in California, 160 sono programmate per il 2021 in Giappone, che vuole accreditarsi come paese leader della mobilità ad idrogeno), anche in ragione del loro costo, valutabile in quasi 2 milioni di euro a stazione. Ciò fa sì che i proprietari di veicoli a idrogeno abbiano difficoltà o debbano percorrere lunghe distanze per caricare i loro veicoli²⁰, mentre i proprietari di auto elettriche possono farlo tranquillamente a casa, durante il periodo di sosta notturna. Tutto ciò fa sì che le immatricolazioni di veicoli ad idrogeno sono ancora estremamente limitate, nonostante l'impegno di alcune

¹⁹ Secondo il sito di Energy Innovation (<https://energyinnovation.org/2018/04/02/hydrogen-in-the-energy-system-focus-on-production/>) il costo di produrre tramite l'idrogeno l'elettrolisi varia da \$6.1 a \$12.1 per kg H₂, ben maggiore di quello tramite *steam reforming* del gas naturale che è pari a \$1,39 per kg H₂.

²⁰ Anche nel caso dei veicoli a idrogeno è segnalato, inoltre, il problema della mancanza di uno standard unico, che aggrava il problema della ricarica.

case produttrici come Toyota (Mirai), Hyundai (Nexo), Honda (Clarity) e BMW (X5 programmata).

Tuttavia, data la sua elevatissima densità energetica per unità di massa (104,4 MJ/kg o 39 kWh/kg contro 13 kWh/kg della benzina e 0,25 kWh/kg delle batterie), l'idrogeno può rappresentare un vettore energetico importante per quei veicoli, quali camion, navi, aerei, che hanno dimensioni tali che difficilmente possono essere alimentati da batterie, vista la loro limitata densità energetica. Infatti, un camion con batterie al litio, come quello proposto dalla Tesla stessa (Tesla Semi), potrebbe avere un peso in batterie così elevato da ridurre in modo considerevole la sua portata utile. Uno degli svantaggi dell'idrogeno è però la densità energetica per unità di volume, che è 4 volte quella della benzina, per cui i veicoli a idrogeno, come quelli elettrici, usano lo spazio del veicolo in modo meno efficiente. Ciò può essere un problema serio nel trasporto passeggeri (nonostante il design e diverse soluzioni tecniche cerchino di compensare questo limite), mentre dovrebbe esserlo molto meno nel trasporto delle merci.

Con riferimento ai camion, almeno due aziende hanno presentato prototipi e si apprestano a passare alla fase della produzione: Tesla Motors con il Semi-truck completamente elettrico e Nikola sia con camion elettriche che con camion a idrogeno. I vantaggi di questi ultimi sono descritti in questo modo: la possibilità di fare il pieno in 15 minuti; un'autonomia di 500-700 miglia simile ai veicoli diesel; un minor peso rispetto ai camion elettrici e l'assenza di emissioni durante l'utilizzo. Nikola ha intenzione di costruire 700 stazioni di ricarica negli Stati Uniti. L'avvio della produzione è previsto per il 2022²¹.

Un'altra sperimentazione interessante riguarda i traghetti che collegano le isole Western Isles e la costa occidentale della Scozia²². Finanziato in parte dal

²¹ Si vedano i seguenti siti: <https://nikolamotor.com/hydrogen>. How Nikola Plans to Make Hydrogen the Truck Fuel of the Future <https://www.truckinginfo.com/330127/how-nikola-plans-to-make-hydrogen-the-truck-fuel-of-the-future>

²² Il sito del progetto fornisce le seguenti informazioni (<https://www.cruiseandferry.net/articles/scotland-explores-feasibility-of-hydrogen-powered-ferries>): "Ferry and port operator Caledonian Maritime Assets Ltd has joined with community-owned wind farm company Point and Sandwick Trust and other companies to assess the feasibility of using local wind farms to produce hydrogen fuel for future ferries operating in the Western Isles and West Coast of Scotland. Assessments found that the highest scoring route for a large ferry was the vessel operating on the long crossing from Stornoway to Ullapool, which would require 3,767 tonnes of hydrogen produced by 15 wind turbines. Estimates suggest this could save 21,815 tonnes of carbon dioxide equivalent per year, the equivalent of removing 4,742 cars off the road annually. Prices of hydrogen would range between £3.70 and £5.60 (US\$4.50 and US\$6.82 per kilogram), which equates to between £0.11 and £0.17 (US\$0.13 and US\$0.21) per kilowatt-hour. Current marine diesel fuel is £0.05 (US\$0.06) per kilowatt-hour. However, if hydrogen produced from renewable resources for marine transport was to be included in the UK government's Renewable Transport Fuel Obligation mechanism, it was calculated that the price would fall to between £2.90 and £4.00 (US\$3.53 and US\$4.87) per kilogram, or £0.09 and £0.12 (US\$0.11

governo scozzese, il progetto ha esplorato la fattibilità pratica ed economica di utilizzare nuovi parchi eolici insulari per la produzione di combustibile a idrogeno a zero emissioni di carbonio per i futuri traghetti. Il progetto ha esaminato la fattibilità tecnica, le soluzioni possibili e la fattibilità economica. Per quanto riguarda quest'ultima, i costi della produzione e dell'utilizzo dell'idrogeno rimangono ancora superiori, anche se non di molto, rispetto a quelli del diesel marittimo. Per colmare il divario, lo studio ha scoperto che la Scozia deve compiere ulteriori progressi nella progettazione e costruzione di navi più efficienti dal punto di vista energetico e migliorare l'economia della produzione eolica e dell'idrogeno.

Relativamente agli autobus utilizzati in ambito urbano, esistono sperimentazioni in fase avanzata sia relativamente alla propulsione elettrica che a quella a idrogeno. Si stima che oramai siano circa 400 mila gli autobus elettrici in funzione nel mondo, per il 98% in città, e in un numero crescente (4000 nel 2019) anche in Europa²³. Gli autobus a idrogeno – sperimentati in alcune realtà quali Aberdeen (Scozia) e Tokio, che nelle prossime Olimpiadi del 2020 prevede di utilizzarne 100 – non sono ancora prodotti in serie ed il loro costo è ancora ben maggiore di quelli diesel (1 milione di euro contro €250.000), anche se si prevede che il loro costo potrà diminuire molto rapidamente (<https://www.hydrogeneurope.eu/hydrogen-buses>).

In ogni caso, è bene sottolineare che tanto i veicoli elettrici che i veicoli a idrogeno dipendono dalla disponibilità di energia elettrica: produrre energia elettrica in modo pulito diventa quindi il problema cruciale.

3.4.2 La produzione sostenibile di energia elettrica

La buona notizia è che il peso delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica cresce continuamente in molti contesti geografici.

In Europa, ad esempio, si è percentualmente dimezzato l'uso del carbone e ridotto di molto l'uso del petrolio, progressivamente sostituiti dal gas naturale, che in termini di emissioni di CO₂ è più pulito. Le fonti rinnovabili – comprensive di energia idrica, solare ed eolica – sono passate dal 13% a quasi il 30%. Il nucleare continua a rappresentare una fonte consistente, pur essendosi ridotto leg-

and US\$0.15) per kilowatt-hour. Findings suggest that the price gap between using imported oil and local renewables is smaller than initially expected. However, to close the gap, the study found that Scotland needs to make further progress with designing and building more energy-efficient ships, and improve the economics of wind farm and hydrogen production.”

²³ Si confronti il sito: <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/electric-bus-public-transport-main-fleets-projects-around-world/>

TAVOLA 4 – Composizione percentuale del mix elettrico a livello mondiale 1990-2016 (valori percentuali)

Anno	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Carbone	37	38	39	40	40	39	38
Petrolio	11	9	8	6	5	4	4
Gas	15	15	18	20	22	23	23
Biofuel	1	1	1	1	1	2	2
Rifiuti	0	0	0	0	0	0	0
Nucleare	17	18	17	15	13	11	10
Idro	18	19	17	16	16	16	17
Geo-termia	0	0	0	0	0	0	0
Solare PV	0	0	0	0	0	1	1
Solare termico	0	0	0	0	0	0	0
Vento	0	0	0	1	2	3	4

FORNITORE: IEA Electricity Information 2018 – <https://www.iea.org/statistics/?country=CHINA&year=2016&category=Electricity&indicator=ElecGenByFuel&mode=chart&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>

germente dal 30% al 25%. Un andamento simile nello stesso periodo si è avuto in Italia, con la differenza che l'Italia ha rinunciato a costruire centrali nucleari. Le rinnovabili in Italia contribuiscono per il 38%, un valore più elevato della media europea. Nel periodo 2016-18, tale trend si è rafforzato. Le fonti convenzionali (petrolio, carbone e gas naturale) sono scese dal 48,8% al 45,9%.

I mix elettrici nazionali dei paesi europei sono molto differenziati, riflettendo sia le risorse naturali disponibili (si noti la Norvegia che produce il 95% della sua energia elettrica usando l'acqua) che le scelte politiche e di investimento. L'energia solare, ad esempio, mostra una dinamica molto contenuta (dal 4% al 4,7%) e alcuni paesi mediterranei la utilizzano meno della Germania.

Una dinamica molto simile si è avuta negli Stati Uniti dove c'è stata una progressiva sostituzione del carbone con il gas naturale e stanno crescendo le fonti rinnovabili. Nel 2018, circa il 63% dell'elettricità proviene da combustibili fossili (carbone, gas naturale, petrolio e altri gas), il 20% da energia nucleare e il 17% da fonti energetiche rinnovabili, senza contare però la parte generata da sistemi fotovoltaici di piccola scala.

A livello mondiale (Tavola 4), le tendenze sono invece leggermente diverse: il carbone continua a mantenere una quota importante; sono diminuiti il petro-

lio ed il nucleare; è aumentato il gas naturale e cominciano a crescere le fonti rinnovabili diverse dall'acqua, quali l'eolico ed il solare. Nel 2016 le fonti fossili (carbone, petrolio, gas naturale) rappresentano ancora il 65%, addirittura in crescita rispetto al 1990 (63%). Resta ancora molto da fare, quindi, per ottenere un significativo cambiamento nel modo di produrre l'energia elettrica a livello mondiale. Dai dati provvisori di fonte IEA, nel 2018 sembra continuare il progresso delle rinnovabili, attestandosi al 26% (solare + eolico raggiungono il 7%, idroelettrico al 19%), un valore comunque ancora basso e senz'altro migliorabile con opportuni stimoli politici.

Secondo il Wood Mackenzie's forecast²⁴, il 7% attuale di solare ed eolico è triplicabile entro il 2040, ma ciò non basterà per raggiungere gli obiettivi di Parigi, anche tenuto conto che la domanda di energia elettrica è stimata crescere al 2040 del 25% (van Ruijven *et al.*, 2019). È quindi necessario che i governi operino un vero e proprio cambio di passo, cominciando dall'eliminazione dei sussidi ai combustibili fossili, stimati pari a 400 miliardi di dollari a livello mondiale.

4. CONSIDERAZIONI FINALI

Lo sviluppo economico e i trasporti sono fortemente correlati. Lo sviluppo economico aumenta la domanda di trasporto e, conseguentemente, la domanda di veicoli e di energia, fino ad ora soddisfatta quasi esclusivamente dai combustibili di origine fossile. La costruzione delle infrastrutture per il trasporto e la diffusione dei veicoli facilitano lo sviluppo economico, direttamente, tramite gli effetti indotti della loro produzione e distribuzione, ed indirettamente, tramite l'aumento della mobilità delle persone e delle merci. Considerato che la popolazione mondiale è in aumento e che ampie zone del mondo hanno finora goduto di un accesso limitato alle infrastrutture ed ai veicoli, è naturale attendersi un aumento della domanda di trasporto, con il conseguente aumento della domanda di energia e delle emissioni di CO₂. La sfida del contenimento delle emissioni di CO₂ o addirittura della loro riduzione verso una progressiva decarbonizzazione, per quanto cruciale per mantenere il livello di aumento della temperatura (auspicabilmente) entro l'1,5 gradi o al massimo entro i 2 gradi rispetto ai livelli preindustriali, è quindi molto difficile da vincere. Infatti, anche in una area tecnologicamente ed economicamente avanzata come l'Europa, in cui la tassazione sui carburanti convenzionali è molto elevata, si è visto

²⁴ <https://www.woodmac.com/news/feature/can-the-energy-industry-rise-to-the-challenge-of-climate-change/>

che il contributo dei trasporti alle emissioni di CO₂ è in aumento invece che in diminuzione, in controtendenza rispetto agli altri settori industriali.

I trasporti rappresentano un sistema complesso, che comprende sia la mobilità delle persone che quella delle merci. Inoltre, gli spostamenti hanno luogo con lunghezze diverse. Negli spostamenti brevi, spesso in aree urbane, c'è sicuramente spazio per aumentare l'uso di modalità a basso o nullo impatto ambientale o l'uso dei trasporti pubblici, ma le politiche finora intraprese non hanno ridotto in modo significativo l'uso di mezzi di trasporto privato siano essi auto o motocicli. Pertanto, la sostituzione dei veicoli privati a combustione interna con veicoli elettrici rappresenta l'unica possibilità di realizzare una riduzione delle emissioni inquinanti, sia locali che globali. Inoltre, esistono anche buone prospettive di sostituire gli autobus convenzionali con autobus elettrici o a idrogeno. Negli spostamenti dei passeggeri su distanze medie e lunghe, a parte il treno già prevalentemente funzionante a energia elettrica in molte parti del mondo, le corriere e gli aerei (ed in parte minore le navi traghetto) giocano un ruolo importante. In questo caso il peso dei veicoli e la distanza percorsa rendono l'uso dei veicoli elettrici alimentati a batteria non tecnologicamente ed economicamente proponibili. Allo stato attuale della tecnologia, la bassa densità energetica per unità di peso e volume delle batterie, limita l'autonomia e la portata utile dei veicoli elettrici. I veicoli a celle a combustibile, alimentati ad idrogeno, sono promettenti ma, allo stato attuale, mancano i presupposti economici ed infrastrutturali per una loro diffusione su ampia scala. Pertanto, per gli spostamenti medio-lunghi di passeggeri su mezzi collettivi, non esistono ad oggi alternative alle corriere o aerei con motori a combustione interna. L'unica possibilità è continuare a rendere i motori termici sempre più efficienti. Analogo discorso vale per il trasporto stradale delle merci su distanze medio-lunghe. Per i trasporti urbani o su distanze giornaliere entro i 100 chilometri, invece, i furgoni elettrici rappresentano già una soluzione alternativa ai furgoni convenzionali. Il trasporto delle merci via nave, un settore cruciale per lo sviluppo economico mondiale, è invece saldamente ancorato all'uso dei motori diesel e non esistono al momento alternative tecnologicamente credibili.

Dal punto di vista della decarbonizzazione dei trasporti, la difficoltà tecnologica principale è quella di sostituire i combustibili fossili derivati dal petrolio con fonti energetiche secondarie derivanti da fonti non-fossili rinnovabili. Affinché ciò riesca consentendo una mobilità delle persone e delle merci simile a quelle attualmente ottenute, sono necessari nuovi veicoli, funzionanti con sistemi di propulsione elettrici o a idrogeno, e dotati di batterie o celle a combustibile adeguate in termini di peso e volume. Ciò richiede una continua ricerca sui materiali e sulla chimica delle batterie, al fine di migliorarne le prestazioni contenendone allo stesso tempo i prezzi. Dal punto di vista infrastrutturale, è necessaria una

ristrutturazione complessiva degli impianti di produzione, dispacciamento e distribuzione dell'energia elettrica secondo un modello ben diverso dal modello centralizzato attualmente prevalente. È interessante osservare che i progressi tecnologici sono stati più rapidi di quanto alcuni commentatori ritenessero possibile. Il costo di produzione delle batterie è sceso più rapidamente di quanto atteso, la quantità prodotta aumenta ad un ritmo quasi esponenziale e sempre più produttori di veicoli si stanno impegnando nella loro produzione con ingenti investimenti. Non è una sfida che riguarda solo il mondo della ricerca ma anche quello produttivo-industriale che necessiterà di trasformazioni profonde dell'intera filiera produttiva dell'industria automobilistica, con ripercussioni profonde in termini di competitività dei sistemi nazionali e di possibili perdite occupazionali. Le sfide tecnologiche si svolgono in contemporanea e devono essere accompagnate da quelle economiche, politiche e sociali, che hanno una natura ed una complessità non minore di quelle tecnologiche. La mobilità è, infatti, percepita come un bene essenziale, come un diritto, e la sua tassazione, sia al fine di limitarne il tasso di crescita che di ridirigerla verso modalità meno impattanti, solleva sempre forti opposizioni politiche (es., in Francia il movimento delle giubbe gialle è sorto come reazione alla proposta di introduzione di una tassa sul carbonio; in Germania, l'opposizione alla tassa sul carbonio viene da entrambi i principali partiti popolari, la CDU e la SPD; la costruzione delle piste ciclabili solleva sempre grande opposizione per la perdita dei parcheggi per le autovetture, ecc.). In assenza di soluzioni unanimemente migliorative (*win-win*) che possano accontentare tutte le parti in gioco²⁵, la metodologia economica impone di porsi domande di efficacia delle politiche rispetto agli obiettivi prefissi e di efficienza statica e dinamica, quest'ultima ovviamente molto più difficili da valutare.

Relativamente alle politiche, l'evidenza empirica passata ci sembra confermare che le politiche classificate come *avoid* e *shift*, seppur importanti, non hanno in passato sortito effetti rilevanti. Non si vede come potranno farlo in futuro. Le principali speranze vanno quindi riposte nelle strategie di *improve*. In ogni caso le politiche, se usate in modo congiunto, sono più efficaci e richiedono cambiamenti in genere politicamente più accettabili delle politiche basate su pochi strumenti. Le politiche della domanda e quelle dell'offerta devono essere tra loro complementari. Correggere i prezzi, attraverso ad esempio la tassa sul carbonio, è importante, ma cambiamenti radicali intervengono solo se si riesce tramite standard e incentivi a influenzare gli investimenti in infrastrutture (energetiche e trasportistiche) e in veicoli che permettano tendenzialmente di azzerare le emissioni di CO₂, stabilizzando lo stock esistente.

²⁵ Neanche l'avvento dell'automobile all'inizio del XX secolo è stata una innovazione *win-win*, in quanto tutta l'industria e le professioni che si muovevano attorno al cavallo si sono progressivamente trovate escluse dal mercato.

Il potenziale dei veicoli elettrici, sia alimentati a batteria che a idrogeno, è interessante. Ci sono segnali di una possibile diffusione ad ampia scala dei veicoli elettrici a batteria che fanno ben sperare. Essi però rappresentano una soluzione solo nella misura in cui l'elettricità è prodotta da fonti rinnovabili senza uso di combustibili fossili. Come abbiamo visto, la situazione attuale è molto differenziata tra paesi. Alcuni paesi per motivi geografici e politici fanno un uso molto elevato delle rinnovabili. I grandi paesi in via di sviluppo come la Cina e l'India, invece, hanno un mix elettrico molto basato sul carbone, che tra l'altro possiedono in grandi quantità mentre sarebbero costrette a importare il gas naturale per realizzare quella sostituzione che ha permesso all'Europa ed agli Stati Uniti nel giro di poche decadi di ottenere un mix energetico più pulito. L'eolico ed il solare, se dal punto di vista dei costi presentano interessanti vantaggi, dall'altro sono più problematici da organizzare e gestire. Pongono il problema della "l'aleatorietà" (o "intermittenza") e "non programmabilità", che impongono un ripensamento globale delle reti elettriche e la necessità di costruire grandi infrastrutture per lo stoccaggio dell'energia, come ad esempio bacini idroelettrici di pompaggio o la costruzione (con materiali rari o inquinanti) di accumulatori elettrochimici. Tale problema trova particolarmente impreparati i paesi in via di sviluppo, che pure disponendo di condizioni climatiche favorevoli sono spesso incapaci di sfruttarle. Gli aiuti internazionali e lo scambio di conoscenze potrebbero, a questo proposito, contribuire ad accelerare in questi paesi il passaggio alle rinnovabili, con vantaggi per tutta la comunità internazionale.

In conclusione, c'è una reale possibilità che le politiche e l'innovazione tecnologica consentano di "decarbonizzare i trasporti", ottenendo una riduzione delle emissioni di CO₂ che permetta di raggiungere gli obiettivi di contenimento della temperatura a 1,5° o 2° al 2050? Molti autori che hanno esaminato il tema condividono questa conclusione scettica, se non pessimista (Eisenkopf and Knorr, 2018²⁶). Altri hanno un atteggiamento più ottimista, pur sottolineando le difficoltà e i passi necessari per superarle. Cosa succederà nei prossimi trenta anni è ovviamente difficile da prevedere. È possibile che il procedere dell'innalzamento della temperatura convinca sempre più persone, e quindi governi, a operare scelte coraggiose, al momento impopolari. È possibile anche, e anzi forse decisivo, che i progressi della tecnologia permettano di muoversi più rapidamente verso veicoli elettrici e a idrogeno con costi comparabili a quelli attuali e con prestazioni simili, se non migliori. Nella produzione di energia elettrica, infatti, la

²⁶ Eisenkopf and Knorr, 2018 sostengono che "Although the European Commission has defined very challenging modal shift targets, it has failed to operationalize the political measures to reach these goals. It seems that the necessary radical measures to reduce greenhouse gas emissions in the transport sector would give rise to unacceptable economic losses and social tensions."

direzione di marcia attuale verso un maggiore uso delle fonti rinnovabili è quella corretta, ma la velocità del cambiamento resta ancora insufficiente.

Per realizzare l'obiettivo della decarbonizzazione dei trasporti sono quindi, e non sorprendentemente, necessari: consapevolezza della gravità del problema, volontà di realizzare gli obiettivi, sviluppo delle conoscenze tecnologiche necessarie, capacità di implementazione industriale delle nuove tecnologie e disponibilità ed interesse ad accoglierle da parte dei consumatori.

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., Hémous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American Economic Review* 102 (1), 131-166.
- Baranzini, A., van den Bergh, J.C.J.M., Carattini, S., Howarth, R.B., Padilla, E., Roca, J. (2017). Carbon pricing in climate policy: seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *WIREs Climate Change* 8 (e462), 1-17.
- Bloomberg (2019). A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices. <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices/>
- Brand, C., Anable, J., Morton, C. (2019). Lifestyle, efficiency and limits: modelling transport energy and emissions using a socio-technical approach. *Energy Efficiency*, 12(1), 187-207.
- Cavallaro, F., Danielis, R., Nocera, S., Rotaris, L. (2018). Should BEVs be subsidized or taxed? A European perspective based on the economic value of CO₂ emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 64, 70-89.
- Chiaramonti, D. (2019). Sustainable Aviation Fuels: the challenge of decarbonization. *Energy Procedia*, 158, 1202-1207.
- Clapp, C., Karousakis, K., Buchner, B., Château, J. (2009). National and sectoral GHG mitigation potential: a comparison across models. *OECD/IEA Climate Change Expert Group Papers*, No. 2009/07. Paris: OECD Publishing.
- Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., van Vuuren, D. P., McCollum, D., et al. (2015). Transport: a roadblock to climate change mitigation? *Science*, 350(6263), 911-912.
- Creutzig, F., Roy, J., Lamb, W. F., Azevedo, I. M. L., Bruine de Bruin, W., Dalkmann, H., Edelenbosch, O. Y., Geels, F. W., Grubler, A., Hepburn, C., Hertwich, E. G., Khosla, R., Mattauch, L., Minx, J. C., Ramakrishnan, A., Rao, N. D., Steinberger, J. K., Tavoni, M., Ürge-Vorsatz, D., Weber, E. U. (2018). Towards demand-side solutions for mitigating climate change. *Nature Climate Change*, 8(4), 268-271.
- Danielis, R., Giansoldati, M., Rotaris, L. (2018). A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy. *Energy Policy*, 119, 268-281.
- Danielis, R., Giansoldati, M., Scorrano, M. (2019a). Consumer- and society oriented cost of ownership of electric and conventional cars in Italy. *Working Paper SIET*, 3, http://www.sietitalia.org/wpsiet/WP%20SIET%202019_3%20-%20Danielis.pdf.
- Danielis, R., Giansoldati, M., Rotaris L., Scorrano, M. (2019b). A meta-analysis of the importance of the driving range in consumers' preferences studies for battery electric vehicles. *Working Paper SIET*, 2, http://www.sietitalia.org/wpsiet/WP%20SIET%202019_2%20-%20Danielis.pdf
- Danielis, R., Giansoldati, M., Scorrano, M. (2019c). Comparing the life-cycle CO₂ emissions of the best-selling electric and internal combustion engine cars in Italy. *Working Paper SIET*, 1, http://www.sietitalia.org/wpsiet/WP%20SIET%202019_1%20-%20Danielis.pdf

- Danielis, R. (a cura di) (2019d). *La decarbonizzazione dei trasporti: è un obiettivo possibile?*. Trieste, EUT Edizioni Università di Trieste, <https://www.openstarts.units.it/handle/10077/29332>
- Dincer, I., Acar, C. (2016). A review on potential use of hydrogen in aviation applications. *International Journal of Sustainable Aviation*, 2(1), 74-100.
- Eisenkopf, A., Knorr, A. (2018). Decarbonizing Europe—Will the Transportation Sector Undermine This Policy? *Review of Integrative Business and Economics Research*, 7(4), 48-62.
- European Environment Agency (2016). Monitoring CO₂ emissions from new passenger cars and vans in 2017. *EEA Report*, 15/2018.
- Giansoldati, M., Danielis, R., Rotaris, L., Scorrano, M. (2018). The role of driving range in consumers' purchasing decision for electric cars in Italy. *Energy*, 165, 267-274.
- Giansoldati, M., Rotaris, L., Danielis, R., Scorrano, M. (2017). La stima della domanda di auto elettriche basata sulla metanalisi. *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*, 2, article 5.
- Gota, S., Huizenga, C., Peet, K., Medimorec, N. (2017). *E-mobility overview*. http://slocat.net/sites/default/files/e-mobility_overview.pdf.
- Gota, S., Huizenga, C., Peet, K., Medimorec, N., Bakker, S. (2019). Decarbonising transport to achieve Paris Agreement targets. *Energy Efficiency*, 12(2), 363-386.
- Gota, S., Huizenga, C., Peet, K. (2016). Implications of 2DS and 1.5 DS for land transport carbon emissions in 2050, *Partnership Sustainable Low-Carbon Transportation (SLoCaT)*, PPMC.
- Goulder, L. H., Parry, I. W. (2008). Instrument choice in environmental policy. *Review of environmental economics and policy*, 2(2), 152-174.
- ICCT (2018). *Global Warming of 1.5 °C. Special report*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- ICCT (2019). *CO₂ emission standards for passenger cars and light-commercial vehicles in the European Union*, https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030-ICCTupdate_201901.pdf
- IEA (International Energy Agency) (2016). *Global EV Outlook 2016*. Paris, IEA Publications.
- IEA (International Energy Agency) (2017). *Global EV Outlook 2017*. Paris, IEA Publications.
- IEA (International Energy Agency) (2019). *Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility*. Paris, IEA Publications.
- Isfort (2018). *15° Rapporto sulla mobilità degli italiani*, Roma.
- ITF (2017). *ITF Transport Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris.
- Lepratti, M., Romano, R., Silvestrini, G., Valetto, M. (2017). *Programmare un'economia a crescita 1,5° il carbon pricing in Europa e in Italia*. Associazione economia e sostenibilità (EStà). ISBN 978-88-94200-31-7.
- Martin, R., Muûls, M., Wagner, U.J. (2016). The impact of the European Union emissions trading scheme on regulated firms: what is the evidence after ten years? *Review of Environmental Economics and Policy*, 10 (1), 129-148.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2018). *Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti*, Roma.
- Parra, D., Valverde, L., Pino, F. J., Patel, M. K. (2019). A review on the role, cost and value of hydrogen energy systems for deep decarbonisation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 279-294.
- Pietzcker, R. C., Longden, T., Chen, W., Fu, S., Kriegler, E., Kyle, P., Luderer, G. (2014). Long-term transport energy demand and climate policy: alternative visions on transport decarbonization in energy-economy models. *Energy*, 64 (Supplement C), 95-108.
- Scorrano, M., Danielis, R., Giansoldati, M. (2017). Conviene acquistare un'automobile elettrica? Un'applicazione all'Italia del modello del costo totale di possesso. *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*, 2, article 4.
- Scorrano, M., Danielis, R., Giansoldati, M. (2019). The cost gap between electric and petrol cars. An estimate via a persona-based deterministic and a probabilistic total cost of ownership model. *International Journal of Transport Economics*, XLVI/3, 93-122.
- Shafiei, E., Davidsdottir, B., Leaver, J., Stefansson, H. (2017). Energy, economic, and mitigation cost implications of transition toward a carbon-neutral transport sector: a simulation-based comparison between hydrogen and electricity. *Journal of Cleaner Production*, 141, 237-247.

- Sims, R., Schaeffer, R., Creutzig, F., Cruz-Núñez, X., D'Agosto, M., Dimitriu, D., *et al.* (2014). Transport. In *Climate Change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (599-670). New York: Cambridge University Press.
- Stiglitz, J.E., Stern, N., Duan, M., Edenhofer, O., Giraud, G., Heal, G., Lèbre la Rovere, E., Morris, A., Moyer, E., Pangestu, M., Shukla, P.R., Sokona, Y., Winkler, H. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. World Bank, Washington, DC.
- T&E (Transport & Environment) (2019). *Electric surge: Carmakers' electric car plans across Europe 2019-2025*. European Federation for Transport and Environment AISBL.
- Gota, S., Huizenga, C., Peet, K. (2016). *Transport Carbon Emissions in 2050*. <http://www.ppmc-transport.org/wp-content/uploads/2016/11/SLoCaT-1.5DS-2050-Report-2016-11-07.pdf>
- Tvinnereim, E., Mehling, M. (2018). Carbon pricing and deep decarbonisation. *Energy Policy*, 121, 185-189.
- UK Department for Transport (2018). *Statistical Release – Annual Road Traffic Estimates*, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/741953/road-traffic-estimates-in-great-britain-2017.pdf
- van Ruijven, B.J., De Cian, E., Wing, I.S. (2019). Amplification of future energy demand growth due to climate change. *Nature communications*, 10(1), 1-12.
- Watari, T., McLellan, B. C., Giurco, D., Dominish, E., Yamasue, E., Nansai, K. (2019). Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity. *Resources, Conservation and Recycling*, 148, 91-103.
- Zhou, X., Kuosmanen, T. (2019). What Drives Decarbonization of New Passenger Cars? In *Local Energy, Global Markets*, 42nd International Association for Energy Economics (IAEE) International Conference, May 29-June 1, 2019.

Carsharing in Italia: i servizi offerti e la domanda di servizi innovativi

LUCIA ROTARIS, ALICE SIGURA, MARIANGELA SCORRANO

ABSTRACT

I servizi di carsharing (CS) possono mitigare alcune delle esternalità negative generate dai trasporti, tra cui la congestione e l'inquinamento atmosferico, incentivando l'uso del trasporto pubblico e della mobilità attiva. I servizi attualmente offerti in Italia sono prevalentemente di tipo tradizionale, con una flotta di veicoli di proprietà del gestore del servizio prenotabili dall'utenza attraverso piattaforme online o smartphone e accessibili attraverso smart cards o applicativi per cellulare. Queste forme di CS sono diffuse soprattutto nelle aree urbane ad alta densità abitativa poiché per essere economicamente sostenibili richiedono un tasso di utilizzo dei veicoli molto elevato. Nelle aree meno densamente abitate o nelle città di medio-piccole dimensioni potrebbe avere più successo il CS peer-to-peer (CSP2P) che richiede investimenti iniziali molto più contenuti rispetto ai servizi tradizionali e presenta una maggiore capillarità e varietà dell'offerta di veicoli. Il presente lavoro ha il duplice obiettivo di descrivere i servizi di CS attualmente offerti in Italia distinguendo tra servizi tradizionali e servizi innovativi, e di descrivere la domanda potenziale per CSP2P in Friuli-Venezia Giulia, una regione a bassa densità abitativa in cui questa forma di CS potrebbe avere più probabilità di successo dei servizi tradizionali.

Carsharing (CS) services can mitigate some of the negative externalities generated by transport, including congestion and air pollution. The services currently offered in Italy are mainly traditional (business-to-consumers, B2C), with fleets that can be booked through online platforms or smartphones, are accessible through smart cards or mobile applications and are owned by service providers. These forms of CS are widespread especially in urban areas with high population density, since in order to be economically sustainable they require high vehicle utilization rates. Peer-to-peer (P2P) CS could be more successful in less densely populated areas or in medium-small towns, since it requires smaller initial investments and can be supplied on a large scale with a wider variety of vehicles. The objective of this paper is twofold which is to describe the CS services currently offered in Italy, distinguishing between traditional (B2C) and innovative (P2P) services, and to analyze the potential demand for P2P CS in Friuli-Venezia Giulia, a low population density region in which this form of CS may have more chances of success than the traditional one.

KEYWORDS

Mobilità condivisa; innovazione; preferenze dichiarate
Sharing mobility; innovation; stated preferences

1. INTRODUZIONE

I servizi di carsharing (CS) sono importanti perché riducono il tasso di possesso di veicoli privati (Clewlow, 2016; Flemming e Nobis, 2016; Le Vine e Polak, 2017; Nijland e van Meerkerk, 2017; Becker et al, 2018; Liao et al., 2020; Kim et al., 2019; Shaheen et al., 2019), favoriscono l'uso del trasporto pubblico (Namazu e Dowlatabadi, 2018) e riducono la congestione, l'inquinamento atmosferico (Luna et al., 2020) ed i tempi di ricerca di parcheggio nei centri urbani (Baptista et al., 2014; Chen e Kockelman, 2016).

La storia del CS in Italia è relativamente recente rispetto a paesi come la Svizzera, la Germania, l'Austria e l'Olanda dove il servizio viene offerto già a partire dagli anni '80 del secolo scorso. L'avvio del CS in Italia viene fatto risalire al 2001, anno in cui grazie ai finanziamenti del Ministero dell'Ambiente nasce l'Iniziativa Car Sharing (ICS), associazione di comuni che stabilisce gli standard tecnici che gli operatori devono seguire per erogare il servizio di CS nelle città italiane. Il CS a flusso libero arriva molto più tardi, nel 2013, e da Milano, dove viene offerto per la prima volta, si diffonde rapidamente nelle più grandi città italiane.

L'offerta di CS è in continua evoluzione grazie alle innovazioni del settore ICT che nel tempo hanno reso più flessibile e semplice la fruizione del servizio (localizzazione, prenotazione, pagamento ed apertura del veicolo attraverso il cellulare) ed alle mutate preferenze dei consumatori, sempre più favorevoli all'uso condiviso dell'automobile in alternativa al suo possesso.

Gli studi dedicati all'analisi dell'offerta e della domanda di CS per l'Italia non sono numerosi e sono ormai poco rappresentativi delle mutate condizioni tanto dell'offerta, quanto della domanda. L'obiettivo del presente lavoro è duplice. Da un lato vogliamo aggiornare la descrizione dei servizi di CS attualmente offerti in Italia, dall'altro vogliamo descrivere la domanda potenziale del carsharing peer-to-peer (CSP2P) in Friuli-Venezia Giulia, una regione a bassa densità abitativa in cui questa forma di CS potrebbe avere più probabilità di successo del CS tradizionale.

2. ANALISI DELLA LETTERATURA

Gli studi sulla domanda potenziale di servizi di CS tradizionali sono molto numerosi. In questa breve rassegna si riportano solo alcune fra le ricerche più recenti che sono state condotte sul tema in Europa ed in Italia. Kim et al. (2017) analizzano la domanda potenziale di CS in Olanda. Secondo il loro studio i fattori che influenzano la domanda sono i vincoli di tempo nell'effettuare gli spostamenti,

il piacere di guidare la propria autovettura, la sensibilità ambientale, l'importanza attribuita alla privacy e il valore simbolico attribuito al possesso dell'auto. Burghard e Dütschke (2019) studiano la domanda di CS con veicoli elettrici in Germania e trovano che il servizio è maggiormente utilizzato da giovani che vivono in coppia ma non possiedono un'auto o da giovani che hanno formato un nuovo nucleo familiare e che usano il CS in alternativa alla seconda auto. Namazu (2018) e Lempert et al. (2019) analizzano le caratteristiche degli utenti di diverse tipologie di CS a Vancouver. Namazu (2018) trova evidenze del fatto che chi utilizza il CS è normalmente più ricco, più giovane ed ha un migliore accesso ai servizi di CS offerti, mentre Lempert et al. (2019) scoprono che coloro che utilizzano il CS one-way sono più giovani, più ricchi ed utilizzano il servizio più frequentemente di chi utilizza il CS round-trip. Cartenì et al. (2016) studiano la domanda potenziale di un CS con veicoli elettrici a Salerno e trovano che il segmento più propenso all'uso del servizio proposto è costituito da giovani (meno di 45 anni) di genere maschile. Carrese et al. (2017) studiano le preferenze per un servizio di CS con veicoli elettrici offerto presso l'Università Roma Tre e trovano che la propensione all'utilizzo del servizio è significativamente influenzata dalla sensibilità ambientale degli intervistati e dalla loro abitudine ad utilizzare servizi in condivisione con altri utenti anche attraverso l'uso di smartphone ed applicazioni dedicate.

Le ricerche dedicate a servizi più innovativi come il CSP2P sono molto meno numerose. Fra le più interessanti c'è lo studio condotto da Ballús-Armet et al. (2014) che analizza l'offerta potenziale di CSP2P a San Francisco e Oakland e trova che solo il 50% degli intervistati conosce le caratteristiche del servizio e che solo il 25% condividerebbe la propria auto. Coloro che utilizzano più frequentemente i mezzi pubblici e che impiegano la loro auto con meno regolarità sono più propensi a dare in affitto il proprio veicolo. Le barriere all'adesione al servizio sono soprattutto legate alla mancanza di fiducia in chi utilizzerebbe il veicolo e al timore che l'assicurazione non copra gli eventuali danni causati dal conducente. Per quanto attiene alla domanda potenziale, invece, i risultati sono più incoraggianti ed indicano che il 60% degli intervistati residenti a San Francisco ed il 75% degli intervistati residenti a Oakland utilizzerebbe il servizio considerandolo un'opzione aggiuntiva al trasporto pubblico ed ai mezzi privati, meno costosa rispetto all'auto privata e facile da utilizzare. van der Linden (2016) studia la domanda di CSP2P nel Regno Unito, in Olanda, in Francia, in Germania e in Belgio. Dai risultati della ricerca risulta che il CSP2P è più diffuso nelle città in cui i mezzi pubblici sono utilizzati con maggior frequenza e nei centri storici in cui la mancanza di parcheggi rende più problematico l'uso del mezzo privato. Lo studio evidenzia anche che il CSP2P è maggiormente diffuso del CS tradizionale nelle aree meno densamente abitate. Gli utenti sono media-

mente giovani (24-35 anni), single ed hanno un livello di istruzione superiore alla media.

Un unicum nella letteratura italiana dedicata al tema è rappresentato dalla ricerca condotta da Mariotti et al. (2013) che studiano l'offerta potenziale di un CSP2P a Milano e trovano che le persone più propense a condividere la propria auto sono giovani, laureati, hanno più di due auto in famiglia, utilizzano abitualmente la bicicletta, i mezzi pubblici ed il CS tradizionale.

3. SERVIZI TRADIZIONALI DI CS OFFERTI IN ITALIA

Le tipologie di servizi di CS più diffusi in Italia sono:

- 1) il business-to-consumer (B2C) round-trip: gli utenti devono restituire il veicolo nello stesso luogo in cui lo hanno prelevato;
- 2) il B2C one-way station based: i veicoli possono essere restituiti in uno qualunque dei parcheggi riservati al servizio;
- 3) il B2C one-way free floating: i veicoli possono essere restituiti in qualunque luogo all'interno di un'area definita dal gestore.

In tutti e tre i casi il proprietario dei veicoli è il gestore del servizio. Le attività di CS, infatti, sono ad alta intensità di capitale, poiché i fornitori del servizio devono investire sia nei veicoli e nelle stazioni di ricarica (nel caso del CS elettrico), sia nell'interfaccia web o smartphone per la prenotazione dei veicoli e nella tecnologia per l'apertura ed il monitoraggio dei veicoli (Cohen and Kietzmann, 2014). Per garantire la sostenibilità finanziaria del servizio è perciò fondamentale stabilire il tipo di servizio e le tariffe che meglio si adattano al mercato servito con l'obiettivo di ridurre al minimo il tempo in cui i veicoli non vengono utilizzati. Tariffe e caratteristiche del servizio offerto (non solo modalità di restituzione del mezzo, ma anche tipologia di veicoli) devono essere costantemente aggiornate in funzione delle esigenze della domanda e delle condizioni di mercato (ingresso concorrenti, variazione offerta servizi di trasporto pubblico, disponibilità di nuove tecnologie).

Nel mercato italiano ci sono sia imprese che offrono solo servizi di CS, sia imprese che accanto alla loro attività economica principale offrono anche servizi di CS, fra questi i noleggiatori di auto tradizionali, i costruttori di veicoli e gli operatori di trasporto pubblico. Gli operatori che al 2018 offrivano servizi di CS erano 25, con una polarizzazione dell'offerta tra aziende di grandi dimensioni, fra

cui car2go (controllata di Daimler AG, gruppo Mercedes-Smart), Drivenow (joint venture tra BMW e Sixt, società tedesca attiva nel settore dell'autonoleggio) ed Enjoy (controllata di ENI in cooperazione con FCA), e aziende di piccole dimensioni che operano localmente, come Corrente, operatore nato in Emilia Romagna dalla collaborazione fra la società Trasporto Passeggeri Emilia Romagna, il Comune di Ferrara, SACA, cooperativa bolognese di Noleggio Con Conducente, e COSEPURI, consorzio di imprese che fornisce servizi di Noleggio Auto e Bus con Conducente e Trasporto Merci nonché gestore di servizi di Trasporto Pubblico Locale. Le aziende di trasporto pubblico locale o regionale e le amministrazioni comunali, invece, che nelle fasi iniziali del CS in Italia ne erano state il principale promotore, rappresentano ad oggi un terzo dell'offerta complessiva; fra queste ci sono E-vai, Corrente, Car Sharing Roma e Amigo. Un quinto degli operatori comprende tra i soci fondatori un produttore di veicoli: Bluetorino (Pininfarina), car2go (ora ShareNow, Daimler Mercedes), Drivenow (ora ShareNow, BMW), Enjoy (FCA), Share'ngo (Xindayang). Alcune imprese che offrono servizi di CS, fra cui Ubeeqo, Move Ecocarsharing e Adduma car, includono nel partenariato una società che fornisce servizi di autonoleggio. Le cooperative sono solamente due: Car Sharing Trentino e Carsharing Sudtirolo. Le start up, una delle quali si è sviluppata a partire dal settore della generazione e dell'efficientamento energetico, sono quattro: Eppy, Mobile4us, Pista, Playcar. Dal 2018 il numero di operatori è aumentato notevolmente; si sono infatti aggiunti, o hanno modificato radicalmente la loro offerta, Adduma car, Corrente, Eppy, Mobile4us, Move Ecocarsharing, Parma Carsharing, Pista, EWay.

Il 67% dei comuni serviti si trova nel Nord Italia ed il 64% dei comuni serviti è di piccole dimensioni (meno di 60.000 residenti). Il CS free-floating viene offerto soprattutto nelle grandi città del centro-nord, in particolare a Milano, con 22 auto per 1000 abitanti, Firenze (13/1000), Bologna (9/1000), Torino (8/1000) e Roma (7/1000), mentre nel 75% dei comuni viene offerto il CS round-trip. Nel 2018 il numero di veicoli impiegati nei servizi di CS è di poco inferiore alle 8.000 unità. La quota dei veicoli elettrici rispetto al totale nel 2018 è pari al 27% e, rispetto al 2017, è cresciuta dell'11% nei servizi free-floating e del 39% nei servizi round-trip. Ogni veicolo viene impiegato in media 4,8 volte al giorno, con Torino e Milano che si classificano come le città a maggior intensità d'uso dei veicoli (5,1 e 4,4 rispettivamente), seguite da Roma (3,2) e Firenze (2,5). Mediamente un veicolo percorre 12.000 km all'anno se impiegato in servizi free-floating e 8.600 km all'anno se impiegato in servizi round-trip.

4. SERVIZI INNOVATIVI OFFERTI IN ITALIA: IL CSP2P

In Europa il CSP2P è molto diffuso soprattutto in Francia, Olanda, Germania, Regno Unito e Belgio. Si stima che nel 2020 il numero di veicoli impiegati per offrire questo tipo di CS sia pari a 440 mila unità e che nel 2025 aumenterà a 990 mila unità (www-statista-com). In Italia, invece, il CSP2P rappresenta una novità. Ci sono infatti solo due piattaforme che offrono questo servizio: la bolognese Auting, attiva da maggio 2017, che conta cinquemila utenti e quasi mille vetture, e la milanese Genial Move, attiva da novembre 2018. Attraverso la piattaforma web il proprietario mette a disposizione la propria auto definendo luogo e periodo utile per il noleggio. La transazione tra le parti avviene attraverso la piattaforma previa registrazione dei propri dati. Le commissioni trattenute da Auting per l'uso della piattaforma ammontano al 30% del nolo a carico del proprietario del mezzo ed al 5% del nolo a carico dell'utente. La commissione trattenuta da Genial Move è pari al 30% del nolo ed in questo caso il 20% è a carico del proprietario mentre il 10% è a carico dell'utente. La piattaforma fornisce suggerimenti sul valore del nolo da richiedere in base alla tipologia di auto, ma il proprietario è libero di optare per valori diversi da quelli suggeriti. Il ricavo medio giornaliero del proprietario stimato dalle due piattaforme italiane è pari a 30€. Le piattaforme attraverso cui viene offerto il servizio sono dotate di coperture assicurative dedicate. La polizza, infatti, offre una garanzia Kasko con l'aggiunta di una clausola accessoria che impedisce l'aumento del premio in caso di sinistro. L'assicurazione si attiva automaticamente dal momento in cui l'auto viene presa in carico dall'utente. Le condizioni necessarie per stipulare tale tipo di assicurazione sono che il proprietario dell'auto sia titolare di una polizza Rca e che abbia più di 21 anni. Per poter noleggiare l'auto godendo della copertura assicurativa accessoria è necessario che il guidatore abbia la patente da almeno tre anni. Questa forma di condivisione dell'auto è in forte crescita in Italia ed è particolarmente diffusa nelle città metropolitane, in particolare a Milano, Torino, Bologna e Roma. Gli utenti sono generalmente giovani, tra i 20 ed i 35 anni, e sono abituati all'utilizzo di servizi di mobilità condivisa.

Il CSP2P ha grandi potenzialità soprattutto nelle aree poco densamente abitate che non possono essere servite dai servizi tradizionali. Il proprietario della piattaforma, infatti, non ha l'onere di acquistare, mantenere e gestire il ricollocamento della flotta di veicoli con cui viene offerto il servizio, ha perciò costi di investimento molto più bassi rispetto ai servizi tradizionali e può offrire il servizio anche in aree a bassa densità abitativa (Hampshire e Gaites, 2014). Secondo Ballús-Armet et al. (2014) il 70% dei costi di gestione dei servizi di CS tradizionali è legato alla flotta dei veicoli.

5. LA DOMANDA POTENZIALE DI CSP2P IN FRIULI-VENEZIA GIULIA

Per studiare la domanda potenziale di CSP2P in Friuli-venezia Giulia abbiamo utilizzato un questionario strutturato in quattro parti. Nella prima abbiamo chiesto le abitudini di mobilità dell'intervistato (frequenza e mezzi utilizzati per gli spostamenti nei giorni feriali e festivi), nella seconda abbiamo chiesto se l'intervistato utilizzerebbe il CSP2P al posto dei mezzi di spostamento normalmente impiegati, nella terza abbiamo chiesto quali condizioni favorirebbero l'uso del CSP2P da parte dell'intervistato, nella quarta abbiamo rilevato le caratteristiche socioeconomiche.

Le interviste sono state condotte in dicembre 2019 in luoghi di aggregazione come piazze, centri commerciali o snodi delle reti di trasporto (stazioni ferroviarie, di autocorriere, fermate degli autobus) della città di Trieste (38%) e della città di Udine (62%). Il campione, ugualmente diviso fra maschi e femmine, comprende 200 individui. Il 9% ha un'età compresa fra 18 e 24 anni, il 35% fra 25 e 44 anni, il 39% fra 45 a 64 anni ed il 17% ha più di 64 anni. La maggior parte delle persone intervistate lavora come dipendente (47%) o come lavoratore autonomo (9%), gli studenti rappresentano il 19% del campione, i pensionati e le casalinghe il 18%, i disoccupati il 7%. Il 48% ha una laurea, il 35% un diploma di scuola media superiore, mentre il 18% ha un diploma di scuola media inferiore.

Tutti gli intervistati hanno la patente. In media il numero di automobili disponibili per ciascun membro del nucleo familiare avente la patente è pari a 0,5. L'automobile viene usata dal 49% del campione per gli spostamenti feriali e dal 70% per quelli festivi. La seconda modalità di trasporto più frequentemente usata dal campione è l'autobus, usato dal 30% degli intervistati nei giorni feriali ma solo dall'11% in quelli festivi.

Il 50% degli intervistati conosce il CS. Sono soprattutto le persone di età compresa fra i 25 ed i 44 anni a conoscere questa forma di mobilità (77%), seguiti dalle persone di età compresa fra i 18 ed i 24 anni (61%). Il 65% degli intervistati aventi una laurea conosce il CS mentre solo il 35% di chi ha un titolo di studio inferiore conosce il CS.

Solo il 25% del campione utilizzerebbe il CSP2P. Gli intervistati più propensi ad utilizzare il servizio sono donne (30% vs. 20%), hanno una laurea (32% vs. 12%), hanno meno di 45 anni (38% vs. 11%), hanno una maggiore sensibilità ambientale (38% vs. 23%) ed utilizzano maggiormente i mezzi pubblici durante i giorni feriali (47% vs. 15%). Tutti i risultati trovati sono in linea con le principali caratteristiche socioeconomiche evidenziate dalle ricerche che hanno studiato la domanda di servizi di CS, ad eccezione del genere.

Del segmento del campione che utilizzerebbe il CSP2P l'82% sarebbe disposto a pagare € 5 all'ora per usufruire del servizio, il 10% sarebbe disposto a pagare

meno di € 5 e l'8% sarebbe disposto a pagare € 10 all'ora. La tipologia di veicolo preferita (58% del segmento) è la city car (Fiat Panda, Fiat 500, Smart, Renault Twingo...), seguita (30%) dall'utilitaria familiare per brevi distanze (Lancia Y, Renault Clio, Citroen Ci3...).

Il CSP2P verrebbe utilizzato prevalentemente al posto dell'auto privata o dell'autobus per gli spostamenti feriali. Le persone che si muovono in auto sostituirebbero in media il 62% degli spostamenti nei giorni feriali e solo il 3% degli spostamenti nei giorni festivi. Le persone che si muovono in autobus sostituirebbero l'80% degli spostamenti nei giorni feriali ed il 18% di quelli festivi. Le persone che si muovono a piedi sostituirebbero il 34% degli spostamenti nei giorni feriali. Non verrebbero invece sostituiti dal CS gli spostamenti fatti usando la moto o lo scooter, il treno o la bicicletta.

Le ragioni per cui il servizio verrebbe utilizzato in sostituzione dei mezzi abitualmente utilizzati sono:

- la maggiore comodità rispetto ai mezzi pubblici (98%);
- il fatto di non dover cercare parcheggio una volta rientrati a casa (94%);
- la maggiore economicità del mezzo privato (86%).

I fattori che preoccuperebbero maggiormente nell'utilizzo del servizio sono:

- i vincoli di orario nella presa e riconsegna del mezzo (96%);
- la necessità di fare rifornimento prima della restituzione del veicolo (62%).

Le informazioni ritenute indispensabili per l'utilizzo del servizio sono:

- la descrizione del veicolo con il giudizio degli utenti (100%);
- la possibilità di restituire l'auto in un luogo diverso da quello in cui è stata presa (100%);
- l'eventuale limite chilometrico giornaliero (96%);
- chi contattare in caso di malfunzionamenti (94%);
- le modalità di verifica del consumo di carburante (72%);
- con quanto anticipo è necessario prenotare il veicolo (72%).

Le ragioni principali per cui il 75% del campione non utilizzerebbe il servizio sono:

- i vincoli di orario nella presa e restituzione dell'auto (95%);
- la necessità di fare rifornimento prima di restituire il veicolo (61%);
- la paura di danneggiare il veicolo (52%).

Comunque il 53% di coloro che non utilizzerebbero il servizio hanno dichiarato che a determinate condizioni cambierebbero idea. Le condizioni ritenute più rilevanti sono:

- la possibilità di non dover prenotare in anticipo il veicolo (98%);
- la garanzia di assistenza in caso di malfunzionamento del veicolo (96%);
- la possibilità di riconsegnare il veicolo in un luogo diverso da quello in cui è stato preso (94%);
- la disponibilità di informazioni e dei giudizi espressi da altri utenti sul veicolo (94%);
- l'assenza di limiti di chilometraggio giornaliero (92%);
- dettagli sulle modalità di verifica del consumo di carburante (90%);
- la disponibilità di informazioni e dei giudizi espressi da altri utenti sul proprietario del veicolo (83%).

6. CONCLUSIONI E DISCUSSIONE

In Italia i servizi di CS sono offerti ed utilizzati soprattutto nelle grandi città (Milano, Firenze, Bologna, Torino e Roma). La redditività e la sostenibilità finanziaria del servizio sono infatti strettamente legate al tasso di utilizzo dei veicoli. Nelle aree poco densamente abitate il CS tradizionale potrebbe non essere economicamente sostenibile, ma potrebbe essere sostituito dal CSP2P. In alcuni paesi europei, in particolare la Francia e l'Olanda, questa forma di CS è ormai molto diffusa. In Italia, invece, è molto meno conosciuta ed utilizzata. Ad oggi esistono solo due piattaforme che garantiscono l'incontro fra la domanda e l'offerta di un'auto da noleggiare fra privati.

Con la nostra ricerca abbiamo voluto capire se in Friuli-Venezia Giulia esiste una domanda potenziale per un servizio di CSP2P. Abbiamo inoltre studiato quali sono i fattori che favorirebbero la domanda di questo genere di servizio e le ragioni che ne impediscono lo sviluppo. Dai risultati ottenuti possiamo concludere che il CSP2P è ancora poco conosciuto. Solo il 50% delle persone che abbiamo intervistato ha dichiarato di conoscere questa forma di CS e solo il 25% lo utilizzerebbe. Possiamo dividere i fattori che promuoverebbero l'uso del CSP2P in tre categorie. La prima riguarda la disponibilità di informazioni sul veicolo, sul proprietario e sulle modalità di utilizzo del mezzo (tempo minimo di prenotazione, modalità verifica consumo carburante e distanze percorse, limite di chilometraggio giornaliero). Si tratta di un problema facilmente risolvibile strutturando adeguatamente le informazioni pubblicate nella piattaforma. La seconda

riguarda la flessibilità nell'uso del servizio: possibilità di restituzione del veicolo in un luogo diverso da quello in cui è stato preso, possibilità di pagare per il carburante utilizzato anziché fare rifornimento prima della restituzione, eliminazione della necessità di prenotazione del mezzo, possibilità di variare la durata del noleggio dell'auto durante la fruizione del servizio. Anche questi aspetti ritenuti critici dagli utenti potenziali sembrano superabili poiché i proprietari delle auto e coloro che desiderano noleggiarle possono concordare modalità di prenotazione e restituzione del veicolo che differiscono dallo standard. In questo senso il CSP2P è infatti più flessibile di un CS round-trip tradizionale. Una terza motivazione che limita la volontà di utilizzare il servizio riguarda la disponibilità di assistenza in caso di malfunzionamenti del veicolo e di copertura assicurativa in caso di danni. Entrambi i servizi sono però previsti dal contratto assicurativo che copre sia il proprietario del mezzo sia chi noleggia il veicolo dal momento in cui il veicolo viene prelevato al momento in cui viene restituito. Si tratta perciò di una preoccupazione causata dalla mancanza di informazioni sulle modalità di funzionamento del servizio.

Per aumentare la domanda di CSP2P sarebbe necessario dare maggiore visibilità all'offerta esistente anche attraverso canali istituzionali dedicati alla mobilità o attraverso aggregatori di servizi di mobilità (Mobility as a service). Politiche urbane del traffico quali la gratuità del parcheggio per gli utenti del servizio e l'accesso alle zone a traffico limitato durante la fruizione del servizio potrebbero ulteriormente aumentare la domanda.

La domanda di CS dipende però anche dal numero e dalla varietà delle auto a disposizione (esternalità di rete e di densità) ovvero dall'offerta disponibile. Il prossimo obiettivo di ricerca riguarderà le ragioni che limitano l'offerta di questa forma di CS.

BIBLIOGRAFIA

- Ballús-Armet, I., Shaheen, S. A., Clonts, K., Weinzimmer, D. (2014). Peer-to-peer carsharing: Exploring public perception and market characteristics in the San Francisco Bay area, California. *Transportation Research Record*, 2416(1), 27-36.
- Baptista, P., Melo, S., Rolim, C. (2014). Energy, environmental and mobility impacts of car-sharing systems. Empirical results from Lisbon, Portugal. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111, 28-37.
- Becker, H., Ciari, F., Axhausen, K. W. (2018). Measuring the car ownership impact of free-floating car-sharing—A case study in Basel, Switzerland. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, 51-62.
- Burghard, U., Dütschke, E. (2019). Who wants shared mobility? Lessons from early adopters and mainstream drivers on electric carsharing in Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 96-109.
- Carrese, S., Giacchetti, T., Nigro, M., Patella, S. (2017). An innovative car sharing electric vehicle system: An Italia experience. *Urban Transport*, XXIII, 176, 245.
- Chen, T. D., Kockelman, K. M. (2016). Carsharing's life-cycle impacts on energy use and greenhouse gas emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 47, 276-284.
- Clewlow, R. R. (2016). Carsharing and sustainable travel behavior: Results from the San Francisco Bay Area. *Transport Policy*, 51, 158-164.
- Flemming, G. Nobis, C. (2016). The impact of carsharing on car ownership in German cities. *Transportation Research Procedia*, 19, 215-224.
- Kim, J., Rasouli, S., Timmermans, H. J. (2017). The effects of activity-travel context and individual attitudes on car-sharing decisions under travel time uncertainty: A hybrid choice modeling approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 56, 189-202.
- Kim, D., Park, Y., Ko, J. (2019). Factors underlying vehicle ownership reduction among carsharing users: A repeated cross-sectional analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 76, 123-137.
- Lempert, R., Zhao, J., Dowlatabadi, H. (2019). Convenience, savings, or lifestyle? Distinct motivations and travel patterns of one-way and two-way carsharing members in Vancouver, Canada. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 141-152.
- Le Vine, S., Polak, J. (2017). The impact of free-floating carsharing on car ownership: Early-stage findings from London. *Transport Policy*, 75, 119-127.
- Liao, F., Molin, E., Timmermans, H., van Wee, B. (2020). Carsharing: the impact of system characteristics on its potential to replace private car trips and reduce car ownership. *Transportation*, 47(2), 935-970.
- Luna, T. F., Uriona-Maldonado, M., Silva, M. E., Vaz, C. R. (2020). The influence of e-carsharing schemes on electric vehicle adoption and carbon emissions: An emerging economy study. *Transportation Research Part D:*

Transport and Environment, 79, 102226.

Mariotti, I., Beria, P., Laurino, A. (2013) Car sharing peer-to-peer: un'analisi empirica sulla città di Milano. *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*, n. 3, art. 5.

Namazu, M., Dowlatabadi, H. (2018). Vehicle ownership reduction: A comparison of one-way and two-way

carsharing systems. *Transport Policy*, 64, 38-50.

Nijland, H., van Meerkerk, J. (2017). Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 23, 84-91.

Shaheen, S., Cohen, A., Farrar, E. (2019). Carsharing's impact and future. *Advances in Transport Policy and Planning*, 4, 87-120.

van der Linden, D. F. (2016). *Explaining the differential growth of peer-to-peer car-sharing in European cities*, Master's Thesis, Utrecht University, <https://www.icscarsharing.it/wp-content/uploads/2019/02/2016-Explaining-the-differential-growth-of-peer-to-peer-car-sharing-in-European-cities.pdf>

La mobilità attiva negli spostamenti verso le stazioni ferroviarie

Una scelta tra vecchie e nuove modalità di trasporto

MARCO GIAN SOLDATI

ABSTRACT

La crescente attenzione verso la mobilità sostenibile come strumento per migliorare la qualità dell'aria si coniuga con l'importanza che ha la mobilità attiva nel contribuire al miglioramento delle condizioni di salute della popolazione. Questo lavoro si concentra sullo studio dell'integrazione modale tra lo spostamento attivo ed il trasporto pubblico, attraverso la descrizione delle alternative modali preferite per raggiungere la stazione dei treni da parte di un campione di studenti dell'Università di Trieste. La comprensione della struttura delle preferenze avviene attraverso la raccolta di informazioni su scelte effettive ed ipotetiche e sulla stima di un modello logit multinomiale per preferenze rivelate e dichiarate. Gran parte degli intervistati sono captivi motorizzati, ovvero non cambierebbero l'alternativa passiva per quella attiva, soprattutto per effetto delle condizioni di contorno. Coloro che già adottano una modalità attiva risiedono normalmente in una catchment area con un raggio che raggiunge al massimo i 3 km per gli spostamenti in bicicletta. Il passaggio da una modalità passiva ad una attiva sembra prevalentemente determinato dalla distanza tra il luogo di residenza e la stazione ferroviaria. Il decisore pubblico può agevolare questa transizione attraverso una maggiore lunghezza e densità delle piste ciclabili e garantendo la sicurezza dei parcheggi per biciclette in stazione.

The growing focus on sustainable mobility as a tool to improve air quality goes hand in hand with the importance that active mobility has in contributing to the improvement of health conditions of the population. This work studies the modal integration between active modes and public transportation, describing the preferred train feeder mode choices for a sample of students of the University of Trieste. We assess the structure of respondents' preferences via the collection of information on actual and hypothetical mode choices and on the estimation of a multinomial logit model, that jointly relies on revealed and stated preferences. Most of the interviewees are motorized captive, i.e. they would not change the passive mode choice for an active one, especially because of the built environment. Respondents who already adopt an active mode usually live in a catchment area not larger than 3 km for cycling. The transition from a passive to an active mode seems mostly associated with the distance between the place of residence and the railway station. The policy maker may ease such a transition extending the length and the density of cycling paths, as well as by ensuring a safe parking space for bicycles at the station.

KEYWORDS

Mobilità attiva; accesso alla stazione ferroviaria; preferenze rivelate; preferenze dichiarate
Active mobility; access to train station; revealed preferences; stated preferences

1. VECCHIE E NUOVE MODALITÀ DI TRASPORTO

Le modalità attraverso le quali l'uomo ha deciso di realizzare i propri spostamenti sono mutate nel corso del tempo in relazione all'evoluzione tecnica e tecnologica, al progresso economico ed alla composizione settoriale di un'economia, ai cambiamenti della struttura del territorio in ambito urbano e suburbano, all'impatto che l'attività antropica (mobilità inclusa) ha avuto ed ha sull'ambiente, ma anche in base allo stile di vita ed alle sue ricadute sulla salute. In questo senso, le scelte degli individui sono informate, tra gli altri, dal grado di disuguaglianza economica e culturale rilevabili in una società, ma anche da una pluralità di fattori attitudinali, spesso difficilmente direttamente osservabili.

In prospettiva storica è quindi interessante evidenziare sommariamente come la mobilità si sia evoluta. È ovvio che la primitiva modalità di spostamento è stata quella del movimento a piedi, nei secoli accompagnata anche dallo sfruttamento dell'energia animale per traino come quella dei cavalli. La nascita della bicicletta ha rappresentato un cambio significativo nelle prospettive di velocità e distanze percorribili perché, attraverso la trasformazione dell'energia muscolare in energia cinetica, ha permesso di avere un maggior rendimento della semplice camminata perché il suo funzionamento è sostanzialmente attivato da una leva. Ancor più estremo è stato il cambiamento che si è realizzato per effetto dell'introduzione del ciclomotore che ha dato alla mobilità la prospettiva di escludere l'uso della forza muscolare grazie all'impiego di un motore a scoppio alimentato da miscela che permetteva spostamenti ancora più veloci e per distanze non trascurabili. È però indubbio che la rivoluzione nella mobilità si è avuta con la nascita dell'automobile, soprattutto con la sua diffusione di massa nel Secondo Dopoguerra, un mezzo che permetteva di muoversi per distanze ancora più lunghe rispetto al motorino dello stesso periodo, consentiva di essere protetti dagli agenti atmosferici e di essere strumento per lo spostamento individuale e di più soggetti contemporaneamente. Dagli anni '60 del secolo scorso sostanzialmente fino ai giorni nostri (o quasi) si è sicuramente assistito ad un progressivo consolidamento dell'automobile come mezzo di locomozione su strada per privati. Negli ultimi anni, però, si è assistito ad un'evoluzione delle condizioni ambientali, in termini di qualità dell'aria e di congestionamento delle aree urbane che, tra gli altri, che hanno spinto verso nuove soluzioni di mobilità individuale e condivisa. Ciò si è tradotto nell'impiego di mezzi di trasporto sempre meno frequentemente mossi da motori endotermici, e sempre più frequentemente mossi da motori elettrici, perché caratterizzati da emissioni nulle in fase d'uso. Si pensi alle biciclette elettriche, che consentono di abbinare alla tradizionale pedalata una pedalata assistita o un movimento completamente elettrico e quindi di percorrere distanze maggiori rispetto alla tradizionale bicicletta. Si pensi anche ai

monopattini elettrici, particolarmente diffusi in ambito urbano. Si pensi anche a forme di condivisione delle biciclette elettriche e dei monopattini elettrici, ipotesi che consentono di usufruire di tali mezzi senza sostenerne il costo d'acquisto, e che si prestano ad impieghi flessibili rispetto alle esigenze dell'utilizzatore.

Assieme a tali recenti opzioni di mobilità che si sono sviluppate per effetto di una combinazione tra mezzi storicamente consolidati e nuove tecnologie si è però anche avvertito come, soprattutto nei centri urbani vi fosse l'opportunità di sviluppare infrastrutture orientate ad una mobilità puramente attiva, come le piste ciclabili e le aree pedonali. Ciò appare come una delle possibili e complementari soluzioni ai problemi di elevato congestionamento e di alto grado di inquinamento locale in cui versano numerose città. Allo stesso tempo appare come strumento per facilitare ed incoraggiare la mobilità attiva, in un contesto produttivo in sono sempre più diffuse mansioni di tipo impiegatizio che impongono spesso una sedentarietà prolungata per buona parte del giorno. La mobilità attiva può trovare stimolo in relazione alle conseguenze della diffusione del COVID-19, in cui le misure di distanziamento sociale possono rappresentare un disincentivo all'impiego di mezzi pubblici motorizzati e, quando le distanze da coprire lo consentono, spingere verso l'impiego di una mobilità individuale attiva.

È sulla base di queste ampie, ma doverose, considerazioni preliminari che si inserisce il presente lavoro. Il contributo nasce con l'obiettivo di comprendere qual è la struttura delle preferenze sulla scelta modale per coloro che raggiungono la stazione ferroviaria da cui prendere il treno e raggiungere una destinazione finale per una pluralità di motivi, quali lavoro/studio/altro, attraverso esercizi di *preferenza rivelata* (scelta effettiva). Successivamente, però, facendo uso di esercizi di *preferenza dichiarata* (scelte ipotetiche) il lavoro valuta se possono essere posti in atto degli interventi mirati a sostituire forme di mobilità passiva (motorizzata) con forme di mobilità attiva, come la camminata e l'uso della bicicletta. Si tratta non solo di un obiettivo di ricerca che è stato limitatamente analizzato in letteratura, ma è di non trascurabile importanza, come sopra accennato, anche per il decisore pubblico interessato a ridurre l'inquinamento locale e globale ed a favorire forme di comportamento che consentano di aumentare il benessere della collettività attraverso l'attività fisica.

Il campione oggetto di analisi avrebbe dovuto comprendere, nelle intenzioni di scrive, soggetti casualmente intervistati a prescindere dalla motivazione viaggio. Non è però stato possibile mantenere questo intento per effetto della diffusione del COVID-19, in quanto il progetto di lavoro avrebbe richiesto la presenza di chi scrive presso diverse stazioni ferroviarie della Regione Friuli Venezia Giulia. Le circostanze in cui ci siamo trovati hanno reso impossibile muoverci ed abbiamo così deciso di sfruttare l'opportunità delle lezioni somministrate a distanza per

contattare gli studenti del corso di *Monetary and Financial Policy* dell'Università di Trieste, di cui chi scrive è titolare per l'anno accademico 2019/2020 e realizzare delle interviste online attraverso la piattaforma Microsoft Teams.

I risultati della ricerca sono fortemente influenzati dal fatto che gran parte degli studenti intervistati sono fuori sede, ovvero prendono il treno con frequenza non superiore ad una volta per settimana perché il luogo ove risiedono è particolarmente lontano da Trieste, città in cui alloggiano in un appartamento. Tali studenti, quando devono raggiungere la stazione ferroviaria di partenza, si fanno spesso accompagnare dai genitori anche perché portano con sé una valigia piuttosto pesante che rende impossibile l'uso di altri mezzi, quali, ad esempio, la bicicletta. La preferenza rivelata per l'uso dell'auto come passeggero è scelta dagli studenti fuori sede anche quando la distanza rispetto alla stazione non è eccessiva. Nei rari casi in cui gli studenti sono pendolari, e la *catchment area* è piuttosto contenuta, circa 2 km, le preferenze rivelate evidenziano l'adozione di una modalità attiva, con un'ovvia preferenza per la bicicletta al crescere della distanza della residenza dalla stazione ferroviaria. Gli esercizi di preferenza rivelata evidenziano che gran parte dei rispondenti sono *captive* motorizzati, ovvero non sono disposti ad adottare una modalità di spostamento attivo, ma, aspetto rilevante, spesso sono disposti ad abbandonare l'uso dell'auto come passeggeri e scegliere l'autobus, qualora il tempo richiesto per raggiungere la fermata sia contenuto e la frequenza delle corse maggiore di quella reale.

Nonostante la ristrettezza del campione, i risultati lasciano intendere che il decisore pubblico può intervenire per stimolare il passaggio dalla modalità passiva a quella attiva quando la distanza tra il luogo di residenza e la stazione ferroviaria è piuttosto contenuta, sebbene sia arduo azzardare un'indicazione chilometrica, anche se è ragionevole non superare i 3 km. Ciò ovviamente potrebbe essere agevolato attraverso una pianificazione o ristrutturazione urbana che contempi la realizzazione di piste ciclabili, ma anche di un ricovero sicuro per biciclette presso la stazione.

Il lavoro è organizzato nel modo seguente. La Sezione 2 presenta una rassegna della letteratura sulla mobilità attiva verso le stazioni ferroviarie e delinea la recente evoluzione degli studi in materia trasportistica che hanno fatto uso di modelli econometrici per la stima congiunta di dati di preferenze rivelate e dichiarate. La Sezione 3 descrive il questionario la cui compilazione è avvenuta online con l'intervistatore che guidava l'intervistato attraverso le varie parti del questionario. La Sezione 4 descrive le preferenze rivelate e dichiarate espresse dagli intervistati. La Sezione 5 descrive gli aspetti metodologici derivanti dalla stima di modelli che fanno uso congiuntamente di preferenze rivelate e dichiarate con la relativa formalizzazione modellistica. La Sezione 6 presenta i risultati della stima di un modello logit multinomiale basato congiuntamente su dati di

preferenza rivelata e dichiarata. La Sezione 7 conclude fornendo alcune minime raccomandazioni per il decisore pubblico e sottolinea le limitazioni del presente contributo.

2. LETTERATURA RILEVANTE

Come sottolineato da Chan e Farber (2019), esiste ampio interesse nell'incentivare forme di mobilità attiva che coinvolgono coloro che raggiungono una stazione ferroviaria per ragioni di pendolarismo. La mobilità attiva è infatti associata ad una serie di effetti benefici che includono la riduzione dell'inquinamento locale e globale, un minor congestionamento soprattutto nelle aree urbane nonché lo svolgimento di esercizio fisico. La mobilità attiva comprende diverse forme di spostamento accumulate dal fatto che dipendono dall'energia generata dal soggetto che pone in essere l'azione, tipicamente la camminata e l'uso della bicicletta.

In particolare, l'uso della camminata è largamente diffuso nella letteratura legata al *Transit Oriented Development* (TDO), all'interno della quale si registra come rappresenti il modo più frequentemente utilizzato per raggiungere mezzi di trasporto nelle immediate vicinanze alla propria residenza. Tra i più rappresentativi contributi è opportuno citare il lavoro di Schlossberg e Brown (2004), che hanno analizzato la rete stradale di Portland ed hanno categorizzato percorsi in cui il cui il pedone si trova a proprio agio rispetto ad altri definiti invece come ostili, ma hanno anche identificato densità di intersezioni tra percorsi pedonali ritenuti affidabili, vicoli ciechi e la dimensione della *catchment area*, ovvero della zona entro la quale il pedone è disposto a spostarsi per raggiungere il punto in cui prendere un mezzo di trasporto pubblico. Sforzi nel comprendere quali interventi il decisore pubblico può porre in essere per aumentare l'appetibilità del trasporto pubblico e della sua accessibilità a piedi sono state fornite molto tempo fa da Cervero (2001) e più recentemente da Langlois *et al.* (2015). Cervero (2001) evidenzia come negli Stati Uniti il mezzo più frequentemente utilizzato per raggiungere la stazione ferroviaria in ambito suburbano è l'automobile. La sua analisi si concentra sugli spostamenti dei pendolari all'interno di due zone, la baia di San Francisco, in California, e la contea di Montgomery nel Maryland e mette in evidenza come la disponibilità di marciapiedi e la dimensione del manto stradale rappresentino elementi che influenzano la scelta se raggiungere la stazione ferroviaria a piedi oppure meno. Langlois *et al.* (2015) analizzano i comportamenti di mobilità di un campione di individui residenti in un'area risultato degli sforzi di pianificazione urbana mirati a creare una comunità accessibile, densa, compatta e sostenibile da un punto di vista economico, sociale ed ambien-

tale, normalmente sviluppata attorno a stazioni ferroviarie, proprio in linea con il TOD. L'analisi condotta su 7 TOD del Nord America mette in evidenza come i residenti di tali comunità diventano maggiormente propensi ad utilizzare forme di trasporto sostenibile quando hanno consapevolezza dell'impatto ambientale dei loro spostamenti e quando le fermate del trasporto pubblico sono prossime al luogo di residenza.

Un filone di studi fortemente collegato a quello della TOD si è occupato di analizzare esclusivamente qual è la distanza ideale tra una comunità in fase di progettazione ed il luogo in cui prendere il mezzo pubblico, in modo tale che la progettazione possa rendere più semplici ed appetibili gli spostamenti a piedi. Ker e Ginn (2003), ad esempio, partono dal presupposto che in letteratura, e nelle indagini tecniche di tipo urbanistico, si sia fatto riferimento ad una distanza che va dai 400 agli 800 metri che può essere coperta a piedi rispettivamente in 5 o 10 minuti, tempi ritenuti accettabili quando è necessario spostarsi verso luoghi presso i quali è necessario recarsi per svolgere una determinata attività. Nella specifica analisi degli spostamenti necessari per raggiungere una stazione ferroviaria, Ker e Ginn (2003) riportano che la *catchment area* di 800 metri per come citata in letteratura, è un valore che, nel caso di Perth, in Australia, sembra ben poco realistico, con molte persone disposte a camminare per distanze maggiori. Crowley *et al.* (2009) studiano come la variazione nella distanza da percorrere a piedi per raggiungere un mezzo ad alta velocità (ad esempio la metropolitana) influenza la scelta modale. Si concentrano sul caso di Toronto e North York in Canada e confrontano dati sulle modalità di spostamento raccolti nel 1986 e nel 2001. Gli studiosi rilevano che uno sviluppo urbano che garantisce maggior prossimità agli spostamenti veloci riduce il numero di veicoli di proprietà e indicano come 400 metri il valore ideale della *catchment area*. Anche El-Geneidy *et al.* (2014) analizzano la dimensione della *catchment area* nell'ambito della città metropolitana di Toronto ed evidenziano come sia di circa 1,2 km per i pendolari che si recano alla stazione dei treni a piedi, sebbene vi siano diversità in base alle caratteristiche socio-demografiche dei soggetti analizzati.

Al di là della camminata, anche l'uso della bicicletta per raggiungere un luogo dal quale prendere un mezzo pubblico, in particolare il treno, è stato oggetto di analisi, soprattutto come mezzo alternativo rispetto all'automobile in contesti di tipo suburbano, in Europa, in Asia, in Nord America ed in Oceania. Martens (2004) ha analizzato il fenomeno del *bike-and-ride* in tre paesi europei, i Paesi Bassi, la Germania e il Regno Unito, mettendo in evidenza che la distanza coperta dai soggetti intervistati per raggiungere il punto di partenza del mezzo di trasporto pubblico varia da 2 a 5 km, ove quest'ultima distanza massima è soprattutto coperta da coloro interessati a prendere un mezzo di trasporto veloce. Puello e Geurs (2015) si concentrano sul ruolo svolto da fattori non osservabili-

li per la scelta modale della bicicletta per raggiungere la stazione ferroviaria e quindi impiegano variabili latenti e dati psicometrici relativi a circa 12.000 spostamenti realizzati nell'area di Rotterdam – the Hague, nei Paesi Bassi. Facendo uso di un modello logit binario e tre modelli ibridi mostrano che miglioramenti nelle infrastrutture non sorvegliate di parcheggio delle biciclette determinano un maggiore incremento dell'uso della bicicletta rispetto a miglioramenti nelle strutture di parcheggio per biciclette, ma sorvegliate. Secondo il loro studio è rilevante tener conto delle dimensioni della stazione ferroviaria ed adottare strategie di pianificazione dei trasporti che incoraggino l'uso della bicicletta soprattutto nelle stazioni più grandi, nonché garantire la disponibilità di aree di parcheggio sufficienti soprattutto nelle ore di punta.

Più recentemente, Midenet *et al.* (2018), si sono focalizzati sulle aree suburbane in cui il livello di utilizzo della bicicletta per raggiungere la stazione ferroviaria è piuttosto basso e vengono formulati diversi scenari al fine di valutare il possibile cambio modale che contempli l'abbandono dell'auto. Lo studio è condotto nella Val d'Amboise e, tra i diversi risultati, gli autori rilevano come l'introduzione della bicicletta elettrica possa essere una modalità attraverso la quale estendere la distanza con cui i residenti si muovono in bicicletta, assieme alla predisposizione di piste ciclabili, parcheggi per biciclette e limitazioni al traffico motorizzato. Particolare attenzione agli aspetti socio-economici è attribuita da Jonkeren *et al.* (2019) che, attraverso un'indagine per i Paesi Bassi, osservano come coloro che usano la bicicletta per recarsi a prendere il treno (rispetto a coloro che non la usano) siano persone giovani, in possesso di un'istruzione universitaria e che lavorano come imprenditori. Weliwitiya *et al.* (2019) analizzano l'accesso a 207 stazioni della metropolitana nella città di Melbourne in Australia. Verificano che un incremento dell'età mediana è associata ad una crescita nell'accesso alle stazioni in bicicletta, ma che anche caratteristiche fisiche del percorso possono avere valenza incentivante, come la presenza di una limitata pendenza e strade in cui la velocità dei mezzi motorizzati è limitata. Spingono verso l'uso della bicicletta anche alcune caratteristiche della stazione, come la disponibilità di un parcheggio sicuro per biciclette ed una maggiore frequenza dei treni durante le ore di punta del mattino.

Pan *et al.* (2010) si concentrano sul caso cinese, e in particolare sulla città di Shanghai, e mettono in luce come gli intervistati che vivono tra 800 e 1.500 metri dalla stazione ferroviaria sarebbero disposti ad utilizzare la bicicletta, ma non ne fanno uso perché in stazione non è presente un luogo ove riporre la propria bicicletta e vi è timore di furti. All'interno del conteso asiatico, ma con riferimento alle aree metropolitane di Seoul e Deajeon in Corea del Sud, Lee *et al.* (2016) suggeriscono il concetto di TDO basato sulla bicicletta, cercando di aumentare la dimensione dell'area in cui è ipotizzabile l'uso di tale mezzo per poi raggiungere

la stazione ferroviaria. I loro risultati evidenziano che se questo concetto viene adottato, allora la *catchment area* è pari a 1,96 km, coprendo in questo modo oltre il 70% della superficie dell'area metropolitana di Seoul, una quota ben più ampia rispetto a quella relativa allo spostamento a piedi.

Vi è poi una serie di contributi che si sono occupati del *bike-and-ride* (espressione anglosassone per indicare l'uso della bicicletta per raggiungere il luogo in cui prendere il mezzo pubblico) in Nord America, ove è ragionevole pensare che la dipendenza dall'automobile sia maggiore rispetto al caso europeo, anche perché le distanze per gli spostamenti suburbani sono realisticamente più elevate. Krizek e Stonebraker (2010) realizzano una rassegna sullo stato della letteratura sull'integrazione modale tra bicicletta e trasporto pubblico e sottolineano l'importanza di tre iniziative per incentivare tale connessione. Queste riguardano la ricerca di soluzioni mirate ad aumentare l'efficienza nell'impiego congiunto di bicicletta e trasporto pubblico, fornire infrastrutture adeguate all'uso della bicicletta lungo la strada e predisporre ricoveri sicuri in stazione. Bachand-Marleau *et al.* (2010) si basano sui risultati condotti attraverso un questionario online somministrato nell'estate del 2010 a Montreal in Canada. Dal loro studio emerge che l'integrazione tra bicicletta e mezzo di trasporto pubblico (non solo treno) è favorita dalla possibilità di portare la bicicletta sul mezzo pubblico, ma sono particolarmente apprezzati anche gli interventi che consentono di parcheggiare la bicicletta (utilizzata anche tramite un sistema di condivisione pubblico) presso il luogo in cui viene adottato il mezzo pubblico. In modo molto simile, Krizek e Stonebraker (2011) mettono in evidenza che l'integrazione tra bici e trasporto pubblico si realizza nella maggior parte dei casi quando vi è la possibilità di poter portare con sé la bicicletta sul mezzo di trasporto, ma la necessità di migliorare le opzioni di parcheggio della bicicletta nel luogo ove prendere il mezzo pubblico rappresenta la seconda opzione preferita. Hochmair (2015) sottolinea che l'integrazione modale tra la bicicletta ed un mezzo pubblico dipende in maniera determinata dalla distanza che l'individuo deve percorrere in bicicletta. Attraverso un'indagine condotta su tre aree metropolitane degli Stati Uniti rileva che la distanza mediana varia da 1 a 2 miglia nel caso di coloro che devono prendere un treno. Cervero *et al.* (2013), mediante l'analisi di casi di studio relativi agli spostamenti all'interno dell'area di San Francisco, mettono in evidenza come l'accesso alle stazioni ferroviarie mediante la bicicletta rappresenti il 10% di tutti gli spostamenti, una quota che affermano potrebbe essere più ampia, ma che è comunque in crescita rispetto al passato per una maggiore disponibilità sia di parcheggi sicuri per biciclette sia di piste ciclabili. Bopp *et al.* (2015) si sono occupati della relazione tra mobilità attiva ed uso del trasporto pubblico attraverso la somministrazione di un questionario online ad oltre 700 rispondenti. Attraverso analisi descrittive e

regressioni logistiche mettono in evidenza come i soggetti che scelgono l'uso del trasporto pubblico rispetto a quello privato sono più inclini alla mobilità attiva se non altro per il fatto che spesso devono raggiungere a piedi o in bicicletta il luogo in cui prendere il mezzo pubblico. Diversamente, i fattori che inibiscono la mobilità attiva sono dati dall'età, dal numero di figli, dalla distanza percepita rispetto al luogo ove prendere il mezzo pubblico, dalle preoccupazioni legate all'evoluzione atmosferica e dall'assenza di piste ciclabili. Più recentemente, anche Chan e Farber (2019) si sono occupati di definire il profilo socio-demografico di coloro che adottano la modalità attiva per raggiungere la fermata del mezzo pubblico. Facendo uso di un modello logit binomiale su informazioni relative all'area metropolitana di Toronto ed Hamilton, in Canada, mostrano che la probabilità di utilizzare la mobilità attiva incrementa al crescere del reddito, della proporzione di individui che sono privi di un'auto, della maggiore densità abitativa e dei parcheggi per biciclette in stazione. Diversamente, tra gli altri elementi, l'incremento del tempo necessario per raggiungere la stazione riduce la probabilità di optare per la mobilità attiva.^{1,2}

Da un punto di vista metodologico il nostro lavoro prende spunto dalla letteratura che ha fatto uso di strumenti di stima congiunti di preferenze rivelate e dichiarate. Gli uni e gli altri sono stati ampiamente utilizzati separatamente in letteratura all'interno dello studio della scelta modale, ma scarseggiano i tentativi di impiego congiunto delle due tipologie di scelte, sebbene la possibilità di combinare scelte ipotetiche con scelte effettive ha il vantaggio di poter ridurre il margine di errore che emerge dal considerare le scelte ipotetiche. L'uso di informazioni provenienti sia da scelte di preferenza rivelata sia da preferenza dichiarata ha assunto importanza crescente anche nell'ambito degli studi sui trasporti e particolare enfasi, come vedremo nella Sezione 5, è stata attribuita agli aspetti econometrici che la stima di modelli che fanno uso congiuntamente di *preferenze*

¹ L'importanza della propensione a realizzare esercizio fisico come variabile endogena, non osservabile, che ha una relazione positiva nella scelta dell'utilizzo di un mezzo pubblico, ma anche dell'impiego della camminata e dell'uso della bicicletta come mezzi di trasporto è confermata da Tran *et al.* (2020), che hanno fatto uso di informazioni provenienti da un campione di 821 rispondenti della città di Nagoya in Giappone.

² La stessa area geografica è oggetto dello studio di Ravensbergen *et al.* (2018) e Mitra e Schofield (2019). I primi studiano le barriere riportate da coloro che si muovono verso la stazione ferroviaria in bicicletta ed evidenziano come preoccupazioni legate alla sicurezza lungo il percorso, sicurezza del luogo in cui lasciare la bicicletta (stazione) e vincoli relativi alla possibilità di portare con sé la bicicletta sul treno rappresentano le preoccupazioni maggiori degli intervistati. I secondi esaminano le percezioni sull'uso della bicicletta per raggiungere la stazione ferroviaria e distinguono i rispondenti in quattro cluster, quelli che usano la bicicletta per scopi ricreativi, quelli che la usano anche per occasioni diverse dal pendolarismo, quelli che la usano occasionalmente e sono preoccupati da questioni legate alla sicurezza, quelli che la usano occasionalmente e sono preoccupati da questioni legate alla presenza di infrastrutture (*facilities*) per l'uso della bicicletta.

rivelate e preferenze dichiarate porta con sé (es. Hensher, 1994, 2012; Louviere *et al.*, 2000; Brownstone *et al.*, 2000; Train, 2009).

Nel momento cui scriviamo siamo però al corrente di un unico studio che ha utilizzato tali tipologie di dati per analizzare scelte tra opzioni modali motorizzate e non per raggiungere la stazione ferroviaria. Si tratta del lavoro di Halldórsdóttir *et al.* (2017) che studiano le differenze nella struttura delle preferenze di coloro che hanno scelto il treno come principale mezzo di trasporto facendo uso di informazioni sulle modalità di raggiungimento e di abbandono della stazione ferroviaria. Il lavoro analizza le scelte tra cinque mezzi di trasporto – ovvero camminata, bicicletta, guida da solo del proprio mezzo, utilizzo dell'auto come autista e, infine, autobus – per raggiungere le stazioni dei treni della regione di Copenaghen. I risultati del loro modello di stima multinomiale mista congiunta di preferenze rivelate e dichiarate evidenziano che la scelta di una modalità attiva come la bicicletta e la camminata aumentano quando sono poste in atto iniziative pubbliche che riducono i tempi di accesso alla stazione.³

In base all'evidenza raccolta in letteratura, è quindi chiaro che lo studio delle preferenze modali per raggiungere la stazione ferroviaria facendo uso sia di preferenze rivelate sia dichiarate rappresenta un ambito di indagine largamente inesplorato. In particolare, per l'Italia non siamo stati in grado di identificare alcuno studio sulla struttura delle preferenze relativo al raggiungimento della stazione ferroviaria che faccia uso di dati su scelte effettive ed ipotetiche. Il presente contributo mira quindi a colmare tale vuoto in letteratura, cercando, nonostante la limitatezza del campione e la sua tendenziale omogeneità, di fornire indicazioni al decisore pubblico su quali azioni intraprendere per favorire il passaggio da una mobilità motorizzata ad una attiva (senza escludere opzioni semi-attive, come nel caso del *bike sharing* elettrico).

3. IL QUESTIONARIO

Il gruppo di lavoro ha quindi deciso di contattare il maggior numero di studenti possibili, scelti in maniera casuale, tra coloro che apparivano con lo stato online *disponibile* o *assente*, ma non *offline*, all'interno della piattaforma Microsoft Teams, lo strumento indicato dall'Ateneo per la realizzazione delle lezioni. Le interviste si sono svolte nei giorni tra il 18 ed il 21 aprile 2020 in orari concordati con lo studente che manifestava disponibilità a sottoporsi al questionario, accettando l'invito che avevo loro formulato attraverso un messaggio di testo inviato

³ In particolare, una riduzione del 10% del tempo impiegato a piedi determina un incremento della probabilità di usare la camminata del 26,14% e una riduzione del tempo impiegato in bicicletta determina un incremento della probabilità di usare la bicicletta del 10,25%.

sulla piattaforma Teams sopra citata. A fronte di 18 studenti contattati via chat, 16 hanno dato la loro disponibilità ad essere sottoposti all'indagine. L'età minima è di 21 anni e quella massima di 25. 11 intervistati sono femmine e 5 sono maschi. Il messaggio che veniva inviato era sostanzialmente di questo tenore:

Salve Giacomo, Le scrivo perché sto contattando alcuni studenti del corso per l'attività di ricerca che conduco assieme al Prof. Romeo Danielis, docente di Economia dei Trasporti, sempre presso l'Università di Trieste e il Dipartimento di Economia. Forse avrà modo di conoscerlo (o lo conosce già). Ho già contattato alcuni studenti che ho visto online su Teams e volevo chiederLe se posso somministrarLe un questionario. Sostanzialmente io la chiamo e le mostro il mio schermo e la guido nella compilazione di un questionario sulla mobilità (spostamento da casa a stazione). Il tempo richiesto è circa 20 minuti. Lei sarebbe disponibile?

Nel momento in cui, raggiunto accordo su data ed ora, iniziava la chiamata, l'intervistatore presentava allo studente intervistato l'obiettivo dell'iniziativa. Veniva infatti esplicitato che l'indagine era diretta a comprendere le abitudini di mobilità dell'intervistato nello spostamento dalla propria residenza alla stazione dei treni prescelta per raggiungere poi Trieste. L'intervistatore condivideva il proprio schermo nel quale era stato predisposto un file excel nel quale l'intervistatore raccoglieva i dati ed allo stesso tempo mostrava i contenuti dell'intervista allo studente.

All'intervistato *in primis* veniva chiesto qual è la città di residenza e qual è la città in cui prende il treno per recarsi a Trieste. Veniva anche chiesta qual è la distanza in km che separa la residenza del soggetto rispetto all'ubicazione della stazione ferroviaria e quanta parte del percorso, in percentuale, è coperta da piste ciclabili e da percorsi pedonali (non marciapiedi). Al soggetto veniva anche chiesto se la città in cui risiede offre un servizio di *bike sharing*.

A questo punto al soggetto veniva chiesto con quale modalità ha raggiunto l'ultima volta la stazione dei treni dalla quale poi raggiungere Trieste (ovviamente prima della misure restrittive imposte dall'emergenza del COVID-19). All'intervistato venivano proposte sei opzioni, auto, scooter, autobus, bici, piedi e *bike sharing* elettrico. L'intervistato indicava la propria scelta specificando sia il tempo di partenza da casa per l'opzione prescelta sia il tempo di arrivo alla stazione, considerando uno specifico giorno della settimana – ferialo o festivo – (come vedremo molti intervistati sono studenti fuori sede che si spostano anche durante la domenica pomeriggio). La risposta così rilevata era identificativa della scelta effettivamente compiuta dal soggetto per realizzare lo spostamento dalla propria abitazione alla stazione dei treni, ovvero la propria *preferen-*

za *rivelata* (PR sarà l'acronimo che utilizzeremo nell'ambito della formulazione modellistica).

L'identificazione della scelta effettiva era accompagnata da una conversazione con l'intervistato, anche piuttosto articolata e duratura per comprendere le condizioni di contorno che spingevano il soggetto ad aver adottato ed a adottare abitualmente quella modalità, aspetto che ha spesso determinato che le interviste durassero ben più dei 20 minuti annunciati, e si raggiungessero spesso 45-60 minuti. Ci si è concentrati sulle caratteristiche del luogo in cui il soggetto risiede, con particolare attenzione sulla comprensione di alcuni elementi strutturali, come la distanza tra il luogo di residenza e la stazione ferroviaria, che, se rilevante, come vedremo, rappresenta un vincolo alla scelta di modalità alternative, soprattutto non motorizzate. In particolare, venivano poste all'intervistato domande legate alla mobilità attraverso l'autobus (o corriera di linea), ovvero a quale distanza a piedi fosse ubicata la fermata dell'autobus che il soggetto avrebbe potuto prendere per raggiungere la stazione dei treni, con quale frequenza l'autobus passava, qual era il tempo richiesto affinché l'autobus raggiungesse la stazione dei treni e, infine, il costo del biglietto. Venivano anche raccolte informazioni relative alla distanza in minuti per raggiungere la stazione dei treni in bicicletta ed a piedi.

A questo punto al soggetto veniva chiesto di indicare quale dei mezzi alternativi, diversi da quello scelto effettivamente, avrebbe optato. In molti casi la prima modalità indicata era difficilmente sostituibile con una alternativa per la presenza di vincoli di varia natura. Visto che la maggior parte degli studenti ascoltati sono "fuori sede", quando si muovono dal proprio luogo di residenza portano con sé un trolley di medie/grandi dimensioni. Ciò chiaramente rappresenta un vincolo che esclude, a priori, mobilità di tipo non-motorizzato come la bicicletta, ma anche in molti casi la camminata, a meno che la distanza tra residenza e stazione non sia piuttosto contenuta.

Se nelle condizioni di contorno esistenti non si registrava la volontà\possibilità da parte dell'intervistato di orientarsi verso una modalità diversa rispetto a quella della scelta rivelata, allora l'intervistatore interveniva con la formulazione di scenari ipotetici, però non solo legati alla mobilità attiva.⁴ In particolare, l'intervistatore osservava le condizioni di contorno e valutava quali opzioni di mobilità non sarebbero mai state scelte e faceva leva su quelle che, invece, sarebbero state considerate dall'intervistato. Tipico è il caso dello studente che afferma che prenderebbe l'autobus e non si farebbe accompagnare dai propri genitori qualora l'autobus (o più frequentemente la corriera di linea), passasse con una

⁴ Si tenga però presente che l'intervistatore proponeva degli scenari ipotetici anche a coloro che già si muovevano in modo attivo, con lo scopo di verificare sotto quali condizioni ci potesse essere una sostituzione dell'uso della bicicletta con la camminata o viceversa.

frequenza maggiore rispetto a quella reale. In questo modo lo studente afferma che eviterebbe di disturbare i genitori ed avrebbe a disposizione un mezzo con sufficiente flessibilità temporale in grado di coniugarsi con la necessità di raggiungere la stazione per prendere il treno nell'orario desiderato. In alcuni casi veniva anche registrata la possibilità di optare per l'autobus rispetto all'impiego dell'auto come passeggero se, oltre ad una maggiore frequenza delle corse, vi fosse una fermata dell'autobus raggiungibile a piedi in tempi contenuti, tenendo però conto anche della necessità di portare con sé bagagli di un certo peso e condizioni meteo potenzialmente avverse.

La decisione ipotetica assunta dall'intervistato e definita come *preferenza dichiarata* (PD sarà l'acronimo che utilizzeremo nell'ambito della formulazione modellistica) veniva espressa dallo studente a fronte allo sforzo dell'intervistatore, come poco sopra riportato, di elaborare variazioni alle caratteristiche di tempi di percorrenza (e di costo) delle alternative considerate "disponibili", ovvero ragionevolmente adottabili per raggiungere la stazione dei treni.

4. LE SCELTE RIVELATE E LE SCELTE DICHIARATE: RISULTATI DI SINTESI

Nella Tabella 1 viene indicata la scelta effettiva realizzata dai 16 intervistati unitamente ad ulteriori informazioni. In particolare, la colonna 1 riporta l'ID dell'intervistato. La colonna 2 identifica il numero totale di alternative disponibili tra le 6 esistenti. La colonna 3 identifica la scelta realizzata dall'intervistato (1: Auto, 2: Autobus, 3: *bike sharing* elettrico, 4: piedi, 5: bici, 6: scooter). La colonna 4 riporta il numero di alternative attive disponibili, ove quelle attive sono il *bike sharing* elettrico, la bicicletta, e l'uso dei piedi, per un massimo di tre alternative. La colonna 5 è una variabile *dummy* che assume valore 1 quando il numero di alternative attive disponibili è pari a zero, e zero altrimenti. La colonna 6 e la colonna 7 riportano, rispettivamente, la quantità di minuti necessari per raggiungere la stazione ferroviaria dal proprio luogo di residenza.

Nella definizione del numero di alternative disponibili siamo intervenuti riducendo il numero di partenza iniziale e pari a 6 a un numero inferiore, escludendo dalle opzioni disponibili l'uso dei piedi se richiedeva un tempo maggiore o uguale a 60 minuti, quello della bicicletta se richiedeva un tempo maggiore o uguale a 75 minuti, quello dello scooter se richiedeva un tempo maggiore o uguale a 45 minuti, nonché il *bike sharing* elettrico qualora non esistente nella città di residenza. In questo modo si giustifica la presenza in colonna 2 di un numero di alternative diverse per ogni soggetto. Si noti che per lo scopo di questa indagine si è ritenuto utile mantenere in tabella il tempo richiesto dalle due modalità completamente attive, ovvero l'uso dei piedi e della bicicletta.

TABELLA 1 – Scelta effettiva: *captivity*

1	2	3	4	5	6	7
ID	N. di alternative totali disponibili	Scelta realizzata	N. alternative attive disponibili	Captive motorizzati	Tempo a piedi (minuti)	Tempo in bici (minuti)
1	3	1	0	1	60	45
2	3	1	0	1	60	45
3	6	4	3	0	30	15
4	3	1	0	1	60	50
5	3	1	0	1	180	80
6	3	1	0	1	90	75
7	2	1	0	1	420	150
8	3	1	0	1	60	45
9	3	2	0	1	120	75
10	5	4	2	0	20	10
11	5	1	2	0	45	35
12	4	6	1	0	60	25
13	2	1	0	1	320	150
14	2	1	0	1	240	90
15	5	5	2	0	15	5
16	2	1	0	1	360	130
Totale	54	32	10	11	2.140	1.025

L'osservazione della Tabella 1 permette di notare che in 11 casi su 16 i rispondenti non sono in grado di raggiungere la stazione ferroviaria con una modalità diversa da quella motorizzata, che in 10 casi su 11 è l'automobile, mezzo sul quale sono passeggeri, mentre solo in un caso viene impiegato l'autobus. Tale vincolo a non poter (più che voler) spostare la propria preferenza verso un mezzo di trasporto non motorizzato è strettamente legato, come precedentemente anticipato, alla distanza in minuti che separa la residenza del soggetto alla stazione ferroviaria, sia a piedi sia in bicicletta, come si può notare dalle colonne 6 e 7. Gli unici tre soggetti che si muovono verso la stazione con una modalità attiva sono gli ID 3, 10 e 15. I primi due si muovono a piedi in stazione perché ciò richiede, rispettivamente, un tempo pari a 20 e 30 e minuti. Il terzo si sposta in bicicletta e impiega 5 minuti.

TABELLA 2 – *Preferenza rivelata e dichiarata: ancora captive*

	Preferenza rivelata o dichiarata	Captive motorizzati	% captive su totale
N. di scelte per preferenze rivelate	16	11	69%
N. di scelte per preferenze dichiarate	52	23	44%
Totale	68	34	50%

TABELLA 3 – *Preferenza rivelata e dichiarata: la mobilità attiva*

	Preferenza rivelata o dichiarata	Mobilità attiva	% Mobilità attiva su totale
N. di scelte per preferenze rivelate	16	3	19%
N. di scelte per preferenze dichiarate	52	6	12%
Totale	68	9	13%

L'osservazione della Tabella 2 confronta la percentuale di incidenza del comportamento *captive* motorizzato sul totale delle opzioni di scelta a disposizione dei soggetti nel contesto di *preferenze rivelate* ed in quello di *preferenze dichiarate*. Delle prime si è poco sopra discusso e si è fatto riferimento agli elementi di contorno che determinano le scelte dei rispondenti: nel 69% dei casi gli studenti sono *captive*. Leggermente diverso è quanto si registra nel caso delle *preferenze dichiarate*. In questa circostanza vi sono due aspetti che vanno tenuti in considerazione. Il primo riguarda il fatto che il percorso che il soggetto dovrebbe coprire in una della due modalità attive (bici o piedi) è inferiore, in minuti, ai tempi limite sopra indicati. Ciò è vero per l'ID 2, 4 ed 11. Il secondo riguarda l'offerta di una modalità di spostamento semi-motorizzata, ovvero il *bike sharing* elettrico, che è presente come opzione per l'ID 1, 8 e 12. Il numero delle scelte per *preferenze dichiarate* aumenta anche per effetto del fatto che l'ID 15, pur spostandosi in bicicletta, sarebbe disposto a muoversi a piedi se ci fosse un percorso pedonale.

La Tabella 3 riporta come la formulazione di scenari ipotetici non abbia determinato un incremento *potenziale* della mobilità attiva visto che il passaggio da 3 scelte effettive a 6 avviene in un contesto in cui il numero di *preferenze dichiarate* è molto maggiore rispetto a quello delle *preferenze rivelate*. Il passaggio da 3 a 6 riguarda gli ID 1, 8 12 che farebbero volentieri uso del *bike sharing* elettrico. Anche in questo caso aspetti strutturali collegati alla distanza dello spostamento devono essere chiamati in causa per descrivere questo quadro.

Come riportato da Bhat e Castelar (2002), le *preferenze dichiarate* rappresentano uno strumento ampiamente utilizzato nella letteratura che si è occupata di domanda di trasporto, separatamente, e congiuntamente con le informazioni che derivano da *preferenze rivelate*, portando con sé dei vantaggi nelle procedure di stima, ma anche quattro principali problematiche. Questi riguardano: 1) la struttura inter-alternativa degli errori, 2) la differenza di scala tra il processo generatore dei dati nelle *preferenze rivelate* e in quelle *dichiarate*, 3) gli effetti legati all'eterogeneità non osservata, 4) gli effetti derivanti dalla dipendenza da stato e l'eterogeneità nella dipendenza da stato (Bhat e Castelar, 2002, pp. 594-596).

Per quanto riguarda il primo aspetto, nonostante siamo consapevoli del fatto che è possibile rilassare l'assunzione di errori che si distribuiscono in forma non-IID, nel nostro caso abbiamo preferito mantenere l'assunzione di errori che si distribuiscono in forma IID visto il nostro desiderio di impiegare un semplice modello di stima logit multinomiale. Il numero piuttosto contenuto di osservazioni e la limitatezza di informazioni di carattere socio-demografico ci spinge ad evitare di adottare modellizzazione più complesse come i modelli multinomiali misti.

Il secondo aspetto riguarda il fatto che le *preferenze rivelate* e quelle *dichiarate* vengono espresse in circostanze differenti. In particolare, le *preferenze rivelate* rappresentano scelte effettivamente realizzate, mentre le *preferenze dichiarate* rappresentano scelte realizzate di fronte ad alternative ipotetiche. In entrambi i casi vi sono informazioni che influenzano il processo di scelta, ma che non sono disponibili a chi realizza l'indagine e vengono quindi normalmente raccolte all'interno del termine di errore. Visto che i contesti nei quali vengono espresse le *preferenze rivelate* e *dichiarate* sono piuttosto diffusi, è ragionevole assumere che il termine di errore presenti una varianza diversa nei due contesti. Di conseguenza è necessario considerare un fattore di scala che sia in grado di normalizzare la varianza tra il database che raccoglie le *preferenze rivelate* e quello che accoglie le *preferenze dichiarate*. Il parametro di scala è l'inverso della varianza del termine di errore.

Il terzo aspetto riguarda le "differenze non osservate tra decisori per una specifica alternativa (eterogeneità nelle preferenze) e/o nella sensitività alle caratteristiche delle alternative di scelta (eterogeneità nelle risposte)" (Bhat e Castelar, 2002, p. 595). In altre parole, ogni individuo utilizza un processo di elaborazione delle informazioni ed un procedimento mentale orientato a rispondere alle domande dell'indagine che possono essere del tutto diversi da quelli adottati da un

altro soggetto. Molti studi che analizzano congiuntamente *preferenze rivelate* e *preferenze dichiarate* non si preoccupano di tale eterogeneità non osservabile, mentre altri ne tengono esplicitamente conto, attraverso lo sviluppo di modelli che contemplano termini di errori specifici per ogni alternativa con correlazione seriale tra le diverse alternative di scelta.

Il quarto aspetto concerne l'effetto che la scelta *rivelata* ha sulla scelta della *preferenza dichiarata* per lo stesso individuo e può essere utile a comprendere quanto l'individuo è resistente o meno al cambiamento (cosiddetto effetto da dipendenza da stato) e testimoniare quindi la presenza o meno di un certo grado di inerzia.

5.1 Il modello econometrico

Il modello utilizzato nel paper è quello descritto da Bhat e Castelar (2002, pp. 597-598), nel quale gli autori descrivono l'utilità U_{qit} che l'individuo q attribuisce ad un'alternativa i nella scelta modale t , ove t può rappresentare una scelta sotto forma di *preferenza rivelata* o *dichiarata* (auto, autobus, scooter, piedi, bici e *bike sharing* elettrico) e la rappresentano nel modo seguente:

$$U_{qit} = \alpha'_q x_{qit} + \theta'_q \left[(1 - \delta_{qt,PR}) * \left(\sum_{s=1}^{T_q} \delta_{qs,PR} Y_{qis} \right) \right] + \epsilon_{qit}, \quad (1)$$

ove x_{qit} è un vettore di attributi osservabili per tutte le alternative, α_q è il relativo vettore di coefficienti che possono variare tra gli individui, ma che non cambiano in base all'alternativa prescelta o al tempo, $\delta_{qt,PR}$ è una variabile dicotomica che assume valore 1 se la scelta t -esima dell'individuo q è una preferenza rivelata, e zero altrimenti, Y_{qis} è un'ulteriore variabile dicotomica che assume valore 1 se l'individuo q ha scelto l'opzione i nella scelta t -esima, e zero altrimenti, T_q è il numero totale di scelte osservate per l'individuo q e θ_q è l'effetto a livello individuale della dipendenza da stato. ϵ_{qit} è un termine di errore non osservabile, che si distribuisce in modo casuale e cattura l'effetto idiosincratico delle variabili omesse durante ogni scelta t -esima dell'individuo q .

Bhat e Castelar (2002, p. 597) affermano anche che il termine di errore ϵ_{qit} è composto da due parti, ζ_{qit} e $\mu'_q z_{qit}$. I due autori sopra citati assumono che la prima componente, ζ_{qit} , segua una distribuzione Gumbel in modo identico ed indipendente tra le alternative e gli individui *per ciascuna* scelta t -esima e che sia anche distribuita in modo indipendente (ma non identico) *tra* le scelte t -esime. Il suo parametro di scala è definito come $\lambda_{qt} = [(1 - \delta_{qt,PR}) * \lambda] + \delta_{qt,PR}$, tenendo così conto delle differenze di scala presenti tra scelte espressione di

preferenze rivelate e scelte espressione di *preferenze dichiarate*. In particolare, la scala relativa alle *preferenze rivelate* è normalizzata a 1, mentre la scala relativa alle *preferenze dichiarate*, λ , è invece stimata. Il secondo componente del termine di errore, $\mu'_q z_{qit}$, introduce invece eteroschedasticità e correlazione tra le componenti di utilità non osservate delle alternative per ogni scelta t -esima. Come indicato da Bhat e Castelar (2002, p. 597), z_{qit} è un vettore di dati osservati, mentre μ è un vettore normale multivariato con media zero.

Applicando specifiche restrizioni all'interno dell'Equazione 1 (Bhat e Castelar, 2002, p. 597), è possibile ottenere diverse tipologie di modelli di stima della funzione di utilità. Ad esempio, se si impone $\alpha_q = \alpha$ e $\theta_q = 0$ per ogni individuo q e $\mu = 0$, allora la struttura dell'Equazione 1 è quella di un modello logit multinomiale (MNL) per scelte di *preferenze rivelate* e *dichiarate* in cui si tiene conto dell'effetto di scala, ma senza dipendenza di stato e senza effetti derivanti dall'eterogeneità non osservata, come nel caso di nostro interesse.

Successivamente, Bhat e Castelar (2002, p. 598), decidono di adottare le seguenti semplificazioni:

$$\beta_q = (\alpha'_q, \theta_q)'$$

e

$$w_{qit} = \left[x'_{qit}, (1 - \delta_{qt,PR}) * \left(\sum_{s=1}^{T_q} \delta_{qs,PR} Y_{qis} \right) \right]'$$

e utilizzando anche le informazioni derivanti dalla scomposizione del termine di errore, ϵ_{qit} , Bhat e Castelar (2002, p. 598) riformulano l'Equazione 1 nel modo seguente:

$$U_{qit} = \beta'_q w_{qit} + \mu'_q z_{qit} + \zeta_{qit} \quad (2)$$

ove il coefficiente β_q nell'Equazione 2 è diverso per ogni individuo. Bhat e Castelar (2002, p. 598) assumono poi che la distribuzione dell'eterogeneità non osservata tra gli individui segua una distribuzione normale multivariata e che quindi β_q è la rappresentazione di una variabile $\tilde{\beta}$ che segue una distribuzione casuale multivariata.

A questo punto, la probabilità che un individuo q scelga l'alternativa i nella scelta t -esima, condizionatamente a $\tilde{\beta}$ e μ , può essere scritto nella seguente e nota formulazione del modello di stima logit multinomiale:

$$P_{qit}(\tilde{\beta}, \mu) = \frac{e^{\lambda_{qt}(\tilde{\beta}' w_{qit} + \mu'_q z_{qit})}}{\sum_{j=1}^J e^{\lambda_{qt}(\tilde{\beta}' w_{qit} + \mu'_q z_{qit})}} \quad (3)$$

6. RISULTATI

La Tabella 4 riporta i risultati della stima del modello logit multinomiale che congiuntamente considera la presenza di *preferenze rivelate* e *preferenze dichiarate*.

Osserviamo una serie di relazioni di rilievo che confermano alcune evidenze già registrate dall'analisi descrittiva dei dati.

TABELLA 4 – Risultati del modello congiunto su dati di *preferenze rivelate* e *preferenze dichiarate*

Variabili	Coefficiente	Std.err.	t.ratio	p-value
asc_bus	-1,327	0,654	-2,030	0,042
asc_bse	0,681	1,812	0,380	0,707
asc_piedi	-0,122	0,858	-0,140	0,887
asc_bici	-1,745	0,919	-1,900	0,058
asc_scooter	-2,232	0,932	-2,390	0,017
b_tempo	-0,024	0,015	-1,600	0,110
b_costo	-0,046	0,040	-1,150	0,248
mu_PR	1,000	n.d.	n.d.	n.d.
mu_PD	0,7425	0,335	2,22	0,027
Numero di individui	16			
Numero di osservazioni	68			
Verosimiglianza (di partenza)	-89,965			
Verosimiglianza (finale, su intero modello)	-72,968			
Verosimiglianza (parte solo su preferenze rivelate)	-13,632			
Verosimiglianza (parte solo su preferenze dichiarate)	-59,335			
Rho-square	0,189			
Rho-square aggiustato	0,1			
AIC	161,940			
BIC	179,690			
Numero di parametri stimati	8			
Iterazioni	22			

TABELLA 5 – Descrizione delle scelte nel modello MNL per le sole scelte rivelate

	auto	bus	bse	piedi
Casi in cui la modalità è disponibile	16	16	1	4
Casi in cui la modalità è scelta	11	1	0	2
Percentuale in cui la modalità è scelta (anche se non disponibile)	68,75	6,25	0	12,5
Percentuale in cui la modalità è scelta (solo se disponibile)	68,75	6,25	0	50

TABELLA 6 – Descrizione delle scelte nel modello MNL per le sole scelte dichiarate

	auto	bus	bse	piedi
Casi in cui la modalità è disponibile	52	52	19	8
Casi in cui la modalità è scelta	27	13	3	1
Percentuale in cui la modalità è scelta (anche se non disponibile)	51,92	25	5,77	1,92
Percentuale in cui la modalità è scelta (solo se disponibile)	51,92	25	15,79	12,5

L'aspetto più importante che si osserva è che rispetto all'alternativa modale automobile per raggiungere la stazione treni dalla quale poi arrivare a Trieste (utilizzata in forma esclusiva come passeggero), gli studenti manifestano un'attitudine negativa e significativa, *ceteris paribus*, nei confronti dell'impiego alternativo dell'autobus (*asc_bus*), della bicicletta (*asc_bici*) e dello scooter (*asc_scooter*), con gradi di disutilità progressivamente maggiori. Tale gerarchia nella disutilità di mezzi comunque non preferiti rispetto all'auto è in linea con le aspettative derivanti dalla conversazioni con gli intervistati ed, in particolare con i risultati che emergono dall'osservazione della frequenza con cui l'autobus viene scelto quando proposto all'interno degli esercizi di scelta ipotetica (visibili in Tabella 6, mentre in Tabella 5 vengono riportate le frequenze e le percentuali sulle scelte rivelate). In altre parole, quando posti di fronte alla possibilità di scegliere un mezzo diverso rispetto all'auto dei genitori gli studenti valutano l'autobus come opzione alternativa, ma solo se alcune condizioni vengono soddisfatte, in primis la maggior frequenza delle corse. È altresì ragionevole pensare che la bicicletta e lo scooter siano un'alternativa non preferita rispetto all'automobile perché gran parte degli studenti intervistati sono fuori sede, aspetto che implica portare con

sé un trolley di peso non trascurabile, e spesso risiedono in un luogo abbastanza lontano dalla stazione ferroviaria. Non appaiono, invece, con coefficienti significativi le alternative modali corrispondenti all'impiego del *bike sharing* elettrico (*asc_bse*) e della camminata (*asc_piedi*). È quindi confermata la tendenza osservata in seno all'analisi esplorativa dei dati, ovvero che il nostro campione è formato in modo prevalente da soggetti *captive* motorizzati e non abbandonano la preferenza verso l'uso dell'auto come passeggero.

Tale assunzione è anche coerente con l'assenza di significatività per i coefficienti relativi al tempo (*b_tempo*) ed al costo (*b_costo*) dello spostamento, (sebbene certamente influenzata dal numero piuttosto contenuto di soggetti che siamo stati in grado di intervistare). Assodato che coloro che dichiarano di muoversi in auto nell'esercizio di scelte rivelate lo fanno da passeggeri e che è presumibile che abbiano assunto che sia così anche nell'esercizio di scelta ipotetica, visto che nessuno degli intervistati è proprietario di un'auto, è verosimile pensare che, egoisticamente, non attribuiscono un valore al tempo perché non si tratta del proprio tempo, bensì di quello di coloro (spesso genitori) che si impegnano ad accompagnarli. Analoga riflessione può essere formulata per quanto riguarda il costo, sebbene chi scrive è consapevole che questo giudizio non può essere scevro da critiche e che una pluralità di fattori non descritti nello studio possono aver determinato questo risultato.

La lettura dei risultati del modello si completa osservando che il parametro di scala associato alle *preferenze dichiarate* (*mu_PD*) è inferiore rispetto a quello delle *preferenze rivelate* (*mu_PR*). Si tratta di un risultato atteso perché la varianza presente nei dati di *preferenze dichiarate* è più elevata rispetto a quella dei dati di *preferenze rivelate*. Ciò dipende dall'introduzione di scenari ipotetici e da livelli degli attributi introdotti negli esercizi di scelta ipotetica, ma assenti invece nella scelta reale.

7. CONCLUSIONI

Lo studio delle preferenze sui mezzi con i quali gli individui raggiungono la stazione ferroviaria dalla quale prendere il treno per muoversi verso il luogo di studio o di lavoro è tema rilevante nell'ambito dell'analisi sull'intermodalità sostenibile orientata verso uno stile di vita sano, che assume verosimilmente caratteristiche diverse per aree urbane e per quelle suburbane. La comprensione delle preferenze di mobilità rappresenta un prerequisito per valutare se, e in quale misura, è possibile ipotizzare degli strumenti per favorire il cambio modale ed indirizzare la scelta di chi si muove verso modalità sempre più sostenibili ed, in particolare, verso quelle attive, come la camminata e la bicicletta, o semi-

attive, come il *bike sharing* elettrico. Ciò ha implicazioni ambientali di maggiore impatto in ambito urbano (ove la mobilità attiva può essere fonte di una sensibile riduzione degli inquinanti globali e locali), ma è ovviamente anche strumento attraverso il quale promuovere scelte consapevoli che aumentano il benessere psico-fisico di chi si reca in stazione anche da aree semi-urbani e suburbane. In un contesto territoriale in cui la dispersione urbana (il cosiddetto *urban sprawl*) ha assunto nel corso dei ultimi anni dimensioni apprezzabili, è legittimo pensare che la scelta del viaggiatore di optare per una modalità motorizzata piuttosto che per una attiva sia anche influenzata da elementi di tipo strutturale e dalla qualità delle infrastrutture a disposizione per poterla porre in essere.

Mossi dal desiderio di esplorare le preferenze di mobilità degli individui che si recano nelle stazioni ferroviarie della Regione Friuli Venezia Giulia, ma limitati nel nostro intento dai vincoli imposti dalla diffusione del COVID-19, ci siamo rivolti ad un gruppo di studenti iscritti presso l'ateneo triestino all'interno di un modulo offerto dal Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti". A questo gruppo di studenti, non necessariamente risiedenti nella Regione, è stato chiesto con quale mezzo hanno raggiunto il luogo dalla cui stazione ferroviaria hanno poi preso il treno per arrivare a Trieste. Abbiamo riscontrato che nella maggior parte dei casi le *preferenze rivelate* hanno evidenziato come gli studenti raggiungano la stazione ferroviaria grazie al trasporto che viene loro offerto da membri della famiglia, tipicamente i genitori. Tale scelta è nella maggior parte dei casi motivata dal fatto che molti degli studenti intervistati sono "fuori sede", ovvero risiedono durante la settimana in un appartamento a Trieste e raggiungono quindi il capoluogo giuliano con frequenza non superiore alla settimana. Questi studenti dichiarano di portare con sé un trolley o altro bagaglio di dimensioni e peso non trascurabile, aspetto che limita non poco le scelte modali realmente adottabili. Gli unici tre casi in cui la scelta modale registrata è attiva sono quelli in cui la distanza tra il luogo di residenza e la stazione è approssimativamente di 2 km e i soggetti sono pendolari perché la città di residenza e Trieste sono separati da una distanza percorribile in treno in un tempo che va dai 20 ai 45 minuti.

La proposizione di scelte ipotetiche ha evidenziato *preferenze dichiarate* dipendenti dai vincoli sopra riportati ed i soggetti che avevano indicato di utilizzare l'auto come passeggeri non spostano quasi mai la loro preferenza verso modalità non motorizzate. Diversamente, se comunque forzati a scegliere un'opzione alternativa, questa è spesso l'autobus, spesso a condizione che la frequenza delle corse oggi offerte venga sensibilmente aumentata.

I risultati così sommariamente richiamati sembrano lasciare ben poco spazio e speranza per un intervento del decisore pubblico orientato a favorire l'adozione di strumenti di mobilità attiva, ma ciò è l'ovvia conseguenza delle caratteri-

stiche delle preferenze del nostro campione che non possono essere certamente generalizzate. È infatti auspicabile che il ritorno alla normale mobilità ci consenta di estendere l'indagine ad un campione più ampio che comprenda un numero maggiore di studenti e, soprattutto, di lavoratori pendolari. Sebbene intuitivamente, ci sembra di aver notato che l'elemento determinante la scelta (o meno) per una modalità attiva risieda prevalentemente nella distanza tra il luogo in cui l'intervistato risiede e la stazione ferroviaria. Percepriamo solo marginalmente e senza evidenze empiriche al riguardo, ma solo attraverso semplici scambi di opinioni, che la realizzazione di piste ciclabili o di percorsi pedonali rappresentino un incentivo esplorabile in questa direzione, così come il *bike sharing* elettrico che potrebbe garantire un certo compromesso tra la volontà di chi si muove di far uso o meno della propria energia muscolare utilizzando la forza motrice del motore elettrico in caso di eccessiva fatica (ad esempio derivante da lunghe distanze o salite).

- Bachand-Marleau, J., Larsen, J., El-Geneidy, A. M. (2011). Much-anticipated marriage of cycling and transit: how will it work?. *Transportation Research Record*, 2247(1), 109-117.
- Bhat, C. R., Castelar, S. (2002). A unified mixed logit framework for modeling revealed and stated preferences: formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay area. *Transportation Research Part B: Methodological*, 36(7), 593-616.
- Bopp, M., Gayah, V. V., Campbell, M. E. (2015). Examining the link between public transit use and active commuting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(4), 4256-4274.
- Brownstone, D., Bunch, D. S., Train, K. (2000). Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles. *Transportation Research Part B: Methodological*, 34(5), 315-338.
- Cervero, R. (2001). Walk-and-ride: factors influencing pedestrian access to transit. *Journal of Public Transportation*, 3(4), 1.
- Cervero, R., Caldwell, B., Cuellar, J. (2013). Bike-and-ride: build it and they will come. *Journal of Public Transportation*, 16(4), 5.
- Chan, K., Farber, S. (2019). Factors underlying the connections between active transportation and public transit at commuter rail in the Greater Toronto and Hamilton Area. *Transportation*, 1-22.
- Crowley, D. F., Shalaby, A. S., Zarei, H. (2009). Access walking distance, transit use, and transit-oriented development in North York City Center, Toronto, Canada. *Transportation Research Record*, 2110(1), 96-105.
- El-Geneidy, A., Grimsrud, M., Wasfi, R., Tétreault, P., Surprenant-Legault, J. (2014). New evidence on walking distances to transit stops: Identifying redundancies and gaps using variable service areas. *Transportation*, 41(1), 193-210.
- Halldórsdóttir, K., Nielsen, O. A., Prato, C. G. (2017). Home-end and activity-end preferences for access to and egress from train stations in the Copenhagen region. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(10), 776-786.
- Hensher, D. A. (2012). Accounting for scale heterogeneity within and between pooled data sources. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(3), 480-486.
- Hensher, D., Louviere, J., Swait, J. (1998). Combining sources of preference data. *Journal of Econometrics*, 89(1-2), 197-221.
- Hensher, D.A., 1994. Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. *Transportation*, 21(2), 107-133.
- Hochmair, H. H. (2015). Assessment of bicycle service areas around transit stations. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(1), 15-29.
- Jonkeren, O., Kager, R., Harms, L., te Brömmelstroet, M. (2019). The bicycle-train travellers in the Netherlands: personal profiles and travel choices. *Transportation*, 1-22.
- Ker, I., Ginn, S. (2003). Myths and realities in walkable catchments: the case of walking and transit. *Road & Transport Research*, 12(2), 69.

- Krizek, K. J., Stonebraker, E. W. (2010). Bicycling and transit: A marriage unrealized. *Transportation Research Record*, 2144(1), 161-167.
- Krizek, K. J., Stonebraker, E. W. (2011). Assessing options to enhance bicycle and transit integration. *Transportation Research Record*, 2217(1), 162-167.
- Langlois, M., van Lierop, D., Wasfi, R. A., El-Geneidy, A. M. (2015). Chasing sustainability: Do new transit-oriented development residents adopt more sustainable modes of transportation?. *Transportation Research Record*, 2531(1), 83-92.
- Lee, J., Choi, K., Leem, Y. (2016). Bicycle-based transit-oriented development as an alternative to overcome the criticisms of the conventional transit-oriented development. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(10), 975-984.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A., Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: analysis and applications*. Cambridge university press.
- Martens, K. (2004). The bicycle as a feedering mode: experiences from three European countries. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(4), 281-294.
- Midenet, S., Côme, E., Papon, F. (2018). Modal shift potential of improvements in cycle access to exurban train stations. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 743-752.
- Mitra, R., Schofield, J. (2019). Biking the first mile: exploring a cyclist typology and potential for cycling to transit stations by suburban commuters. *Transportation Research Record*, 2673(4), 951-962.
- Pan, H., Shen, Q., Xue, S. (2010). Intermodal transfer between bicycles and rail transit in Shanghai, China. *Transportation Research Record*, 2144(1), 181-188.
- Puello, L. L. P., Geurs, K. (2015). Modelling observed and unobserved factors in cycling to railway stations: application to transit-oriented-developments in the Netherlands. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 15(1).
- Ravensbergen, L., Buliung, R., Mendonca, M., Garg, N. (2018). Biking to ride: Investigating the challenges and barriers of integrating cycling with regional rail transit. *Transportation Research Record*, 2672(8), 374-383.
- Schlossberg, M., Brown, N. (2004). Comparing transit-oriented development sites by walkability indicators. *Transportation Research Record*, 1887(1), 34-42.
- Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.
- Tran, Y., Yamamoto, T., Sato, H. (2020). The influences of environmentalism and attitude towards physical activity on mode choice: The new evidences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 134, 211-226.
- Weliwitiya, H., Rose, G., Johnson, M. (2019). Bicycle train intermodality: Effects of demography, station characteristics and the built environment. *Journal of Transport Geography*, 74, 395-404.

Autori

GRAZIELLA BONANNO è ricercatore in Politica Economica presso l'Università degli Studi di Salerno. I suoi interessi di ricerca includono l'efficienza economica e l'analisi quantitativa dei settori produttivi, l'efficienza bancaria, il commercio internazionale, tematiche di divario regionale, le strategie di internazionalizzazione e di innovazione delle imprese, ed infine, gli sviluppi metodologici dei modelli di frontiere stocastiche.

SAVERIA CAPELLARI è professore di Politica Economica presso l'Università degli Studi di Trieste dove insegna Microeconomia. Gli interessi di ricerca riguardano il mercato del lavoro, l'economia della famiglia e l'innovazione. In quest'ultimo ambito si è occupata di sistemi innovativi locali e regionali, del ruolo della collaborazione tra università e imprese, della misurazione degli effetti delle politiche per l'innovazione.

LAURA CHIES è professore di Politica Economica presso l'Università degli Studi di Trieste. Insegna Economia del Lavoro e Analisi del Contesto Macroeconomico. L'attività di ricerca è incentrata sull'analisi dei problemi del mercato del lavoro e sulle politiche per il lavoro, per l'istruzione e la povertà economica. Si occupa inoltre di aspetti legati all'innovazione nei mercati locali.

ROMEO DANIELIS è professore di Economia Applicata presso l'Università degli Studi di Trieste. Insegna Economia dei settori produttivi, Transport Economics and Logistics e Economia dei mercati e delle imprese. L'attività di ricerca è incentrata sui modelli input-output ambientali, sull'economia e politica dei trasporti, sulla valutazione dei costi esterni, sull'analisi della domanda di trasporto, sui modelli a scelta discreta e sui modelli di costo totale dei veicoli elettrici.

NADIA FIORINO è professore di Scienza delle Finanze presso l'Università degli Studi dell'Aquila. I suoi principali interessi di ricerca riguardano diversi aspetti della Political Economy (istituzioni, corruzione, voto). È membro del board della European Public Choice Society e del comitato scientifico della Fondazione Luigi Einaudi di Roma. Ha presentato i suoi lavori in numerose conferenze nazionali ed internazionali. È autrice di una monografia e di vari saggi pubblicati su volumi e riviste nazionali ed internazionali. È co-editor del Journal of Public Finance and Public Choice.

MARCO GIAN SOLDATI è ricercatore a tempo determinato di tipo A in Economia Applicata presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti" dell'Università degli Studi di Trieste. I suoi interessi di ricerca includono l'economia dei trasporti e la mobilità elettrica in particolare, la relazione tra commercio internazionale e accesso al credito delle piccole e medie imprese e la macroeconomia applicata. Ha insegnato Microeconomics, Economia Internazionale, Economia dei Settori Produttivi ed è titolare del corso Monetary and Financial Policy presso l'Ateneo triestino per l'anno accademico 2019/2020.

TULLIO GREGORI è professore in Politica Economica presso il Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali dell'Università degli Studi di Trieste ove insegna Macroeconomia e Politica Economica Internazionale nei corsi di Laurea triennale e magistrale in Scienze internazionali e diplomatiche. I suoi ambiti di ricerca sono relativi all'economia internazionale, alle scelte innovative delle piccole e medie imprese che operano nei mercati internazionali nonché ai problemi legati alle scelte energetiche.

ELENA PODRECCA è professore di Economia Politica presso l'Università degli Studi di Trieste, dove insegna macroeconomia, e international macroeconomics. La sua attività di ricerca è principalmente nel campo della macroeconomia e dell'economia dello sviluppo: teoria della crescita e sue applicazioni, istituzioni ed esiti economici, effetti macroeconomici della mobilità internazionale dei fattori, povertà e disuguaglianze.

ACHILLE PUGGIONI è ricercatore presso la Divisione Analisi e ricerca economica territoriale della Sede di Trieste della Banca d'Italia dal 2003. In precedenza ha conseguito il dottorato di ricerca in Storia delle dottrine economiche presso l'Università di Firenze e ha svolto ricerche di storia del pensiero economico presso il Center for History and Economics dell'Università di Cambridge. I suoi interessi

di economia applicata riguardano l'economia regionale, del lavoro e dell'istruzione e la storia della statistica.

STEFANIA P. S. ROSSI è professore di Economia Politica presso l'Università degli Studi di Trieste. Insegna Macroeconomics, Monetary and Financial Policy, Economia Internazionale. I suoi ambiti di ricerca sono soprattutto relativi alla macroeconomia applicata, ai mercati finanziari e bancari – con particolare riferimento alle problematiche dell'accesso al credito delle piccole e medie imprese e alle questioni di genere – alle strategie di internazionalizzazione e di innovazione delle imprese. È stata responsabile scientifica di diversi progetti di ricerca nazionali e internazionali e coordinatrice di numerosi convegni internazionali. Ha svolto incarichi presso organizzazioni internazionali (World Bank, UNDP), autorità monetarie (Banca Nazionale Austriaca) e università estere (Stanford University, Università di Vienna). È autrice di numerose pubblicazioni su riviste internazionali e curatrice di volumi editi da Springer e Palgrave-MacMillan. È stata “invited speaker” in numerosi convegni internazionali.

LUCIA ROTARIS è professore di Economia Applicata presso l'Università degli Studi di Trieste. Insegna Transport Economics and Logistics, Microeconomics e Industrial Organization. Si occupa di analisi della domanda di trasporto, valutazione delle politiche dei trasporti e valutazione monetaria di beni pubblici.

MARIANGELA SCORRANO è assegnista di ricerca in Economia Applicata presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche dell'Università degli Studi di Trieste, dove insegna Microeconomia e Financial Economics. È dottore di ricerca in “Assicurazione e Finanza: Matematica e Gestione”. Si occupa di mobilità elettrica, di analisi della domanda di trasporto, di modelli a scelta discreta, di modelli di costo totale dei veicoli elettrici, di integrazione tra mobilità elettrica e fonti di energia rinnovabile attraverso l'utilizzo di microgrid. Tra gli interessi di ricerca figurano anche le analisi empiriche con dati panel relative al legame tra commercio internazionale, energia ed inquinamento.

ALICE SIGURA è laureanda in International Economics And Financial Markets presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche dell'Università degli Studi di Trieste.

