

Analisi e teoria

EFFETTI ECONOMICI DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA: UN'ANALISI PANEL[°]

Chiara Franzoni* , Giampaolo Vitali**

Introduzione

L'innovazione è una variabile cruciale per garantire lo sviluppo economico di un paese, di una regione o di una stessa impresa. A livello macroeconomico si segnalano numerose ricerche che hanno evidenziato il legame tra il livello innovativo di un sistema economico e le sue buone performance in termini di crescita e sviluppo regionale e locale (Dosi *et al.*, 2005; Archibugi e Coco, 2005).

Le implicazioni di policy che potenzialmente discendono da tale relazione sono notevoli, soprattutto per i paesi europei alla ricerca di un nuovo modello di sviluppo, individuato nella ben nota "Strategia di Lisbona" (EU Commission, 2004; EU Commission, 2005).

Anche se la correlazione osservata a livello di benessere e investimenti in ricerca e sviluppo nulla dice del legame causale tra innovazione e crescita – nel senso che si potrebbe anche ipotizzare che è l'alto livello di reddito dei paesi più evoluti a sostenere il loro livello di investimenti in innovazione – l'esistenza di questo legame è alla base di tutti gli interventi di politica economica, che incentivano la produzione e la diffusione dell'innovazione sul territorio come mezzo per facilitare la crescita economica e il benessere dei cittadini.

In generale, anche assumendo che il rapporto tra investimenti in ricerca e livello di benessere di un paese o di una regione appaia abbastanza netto e de-

[°] Sebbene il lavoro sia frutto del contributo congiunto dei due autori, i paragrafi 3, 4 e 5 sono stati curati da Chiara Franzoni, l'introduzione e le conclusioni da Giampaolo Vitali, mentre i paragrafi 1 e 2 sono stati scritti a quattro mani. Gli autori desiderano ringraziare Michelangelo Filippi e Paola Angela Ferrari per l'ottimo lavoro di assistenza sui dati e Daniele Bondonio per i consigli sull'analisi empirica. Tutti gli eventuali errori sono da attribuirsi agli autori.

* DISPEA, Politecnico di Torino; chiara.franzoni@polito.it

** CERIS, Consiglio Nazionale delle Ricerche; g.vitali@ceris.cnr.it

finito non si può affermare con certezza l'esistenza di tali legami a livello microeconomico, e stabilire cioè se le imprese che innovano sono anche quelle che ottengono maggiori profitti e sperimentano tassi di crescita più alti, creando ulteriore occupazione. Se questo legame fosse diretto, le politiche pubbliche avrebbero sia notevole seguito tra le imprese, perché consentirebbero loro di migliorare i profitti, sia notevole efficacia, perché la ricchezza generata dai profitti verrebbe restituita al territorio sotto forma di accresciuto benessere sociale. Tuttavia, un chiaro legame microeconomico fra investimenti in innovazione e redditività è tutt'altro che provato. È noto infatti che gli investimenti in innovazione sono altamente rischiosi e difficilmente appropriabili e, se è vero che tante imprese hanno basato la propria strategia sullo sviluppo di nuovi prodotti, ce ne sono altrettante che sono fallite, nonostante avessero laboratori di ricerca eccellenti e altre ancora che devono il loro successo alla capacità di imitare le innovazioni altrui. Quando poi si considera il rapporto fra innovazione e crescita dell'occupazione, il legame diventa se possibile ancora più dubbio, dal momento che, notoriamente, molte innovazioni vanno nella direzione di sostituire capitale a lavoro. Le relazioni di causalità tra innovazione e performance sono quindi molteplici e non univoche. Nonostante la complessità del fenomeno e le difficoltà legate al reperimento di dati, l'interesse dei ricercatori è molto elevato e si palesa in numerose indagini empiriche, alcune delle quali hanno un taglio microeconomico.

Dal punto di vista metodologico, un insieme di fattori concorre a complicare gli studi di tipo microeconomico. In primo luogo, il concetto stesso di innovazione, che a livello di impresa è alquanto spurio e sfuggente rispetto alle classificazioni e alle rappresentazioni quantitative che valgono in ambito macroeconomico (Antonelli, 1999; Antonelli e Calderini, 2001). Inoltre, poiché l'innovazione all'interno dell'impresa è un processo incrementale e cumulativo (soggetto a dipendenza temporale), molti dei suoi effetti non sono direttamente misurabili e sono comunque visibili con un ritardo temporale medio-lungo. In aggiunta, le operazioni di finanza straordinaria (fusioni, acquisizioni, scorpori, ecc.) tipicamente sollevano problemi metodologici con dati su serie temporali, non solo perché sono difficilmente monitorabili, ma anche perché possono creare soggetti che non sono confrontabili con i precedenti¹. In secondo luogo, le informazioni circa l'innovatività delle imprese sono state solo recentemente oggetto di studio sistematico da parte degli enti nazionali di statistica europei (ad es. *Community Innovation Survey* – CIS), ma in ogni caso i dati non hanno struttura panel.

L'obiettivo del presente studio è quello di contribuire a comprendere il rapporto fra innovazione, performance economiche e crescita occupazionale attraverso la raccolta e l'analisi di dati italiani a livello di impresa, senza fare ricorso a survey e questionari. Il database utilizzato è stato costituito in modo originale per gli obiettivi del presente lavoro. Lo studio riguarda un campione di ol-

1. Si pensi ad esempio alle acquisizioni di giovani imprese biotech da parte delle farmaceutiche multinazionali (Arora e Gambardella, 1994).

tre 14.000 imprese industriali operanti in Piemonte e Valle d'Aosta, su un arco temporale di 14 anni (1990-2003). Per ciascuna impresa sono state monitorate in modo accurato le attività di brevettazione, la partecipazione a progetti di ricerca finanziati dai programmi quadro della Comunità Europea e le pubblicazioni su riviste scientifiche. Gli indicatori delle performance innovative, raccolti in dimensione panel, sono stati integrati sia con dati di bilancio, che con informazioni sui livelli di occupazione, cosa che ha richiesto un notevole sforzo nell'incrocio di frammenti di database diversi.

La metodologia messa a punto per individuare il livello innovativo delle imprese utilizza dati microeconomici ufficiali (brevetti, progetti di ricerca finanziati e pubblicazioni scientifiche) che hanno il pregio, da un lato, di garantire la non-soggettività delle informazioni circa il livello di ricerca e sviluppo delle imprese e, dall'altro, la non-banalità delle attività ad essi sottese.

Il lavoro è strutturato come segue: nel prossimo paragrafo si analizza il framework teorico di riferimento relativamente al rapporto tra innovazione d'impresa e performance economiche e occupazionali, sulla base del quale sono state costruite le ipotesi di ricerca. Nel paragrafo 2 si descrive la metodologia utilizzata per costruire il campione e le variabili relative al livello innovativo delle imprese, da una parte, e l'evoluzione delle performance economiche e occupazionali, dall'altra. Il paragrafo 3 presenta le statistiche descrittive relative agli indicatori di innovazione ottenuti nella raccolta dati. I paragrafi 4 e 5 presentano i risultati dell'elaborazione statistica e econometrica dello studio degli effetti dell'innovazione sulle performance economiche e occupazionali, rispettivamente. L'ultimo paragrafo sintetizza i risultati e delinea alcune implicazioni per la politica della ricerca e dell'innovazione.

1. Innovazione e performance di impresa

Come già affermato, lo studio del rapporto tra l'innovazione effettuata da un'impresa e i suoi risultati economici è alquanto difficile da condurre a causa delle caratteristiche intrinseche del processo innovativo e per la presenza di variabili non osservabili che influenzano tanto l'innovazione quanto le performance economiche delle imprese.

Dal punto di vista metodologico, questo genere di analisi pone due principali ordini di problemi. In primo luogo, la reperibilità di indicatori dell'attività innovativa d'impresa, che rende particolarmente difficile separare le imprese non-innovative da quelle innovative. In secondo luogo, all'interno delle imprese innovative occorre quantificare l'intensità e le diverse modalità con cui l'impresa innova. È noto infatti che i meccanismi legati alle attività innovative sono estremamente variegati e difficilmente esplicitabili in relazioni causali univoche (Acs e Audretsch, 1988). Da questo punto di vista, i dati di survey offrono una serie di innegabili vantaggi (Sandven, 2000; Janz *et al.*, 2003; Griffith *et al.*, 2006), fra cui, soprattutto, la possibilità di modulare le analisi separando eventi innovativi di diversa natura, come ad esempio le innovazioni

di processo e di prodotto, oppure le innovazioni *new-to-the-firm* rispetto a quelle *new-to-the-market* (Cozzarin, 2004). Tuttavia, questa tipologia di dati è altresì affetta da *social response bias*, particolarmente rilevante nel caso della ricerca e sviluppo, dovuto al fatto che gli intervistati tendono ad avere una percezione soggettiva (tipicamente enfatizzata) della quantità e della caratura delle attività innovative condotte dalla propria impresa.

Se si escludono i dati di survey, le alternative più percorribili sono costituite dall'utilizzo di variabili di input o di output tecnologico, come le spese in ricerca e sviluppo² dell'impresa (Klette e Forre, 1998), il numero di addetti alla ricerca e/o l'intensità di personale qualificato (Pacelli *et al.*, 1998), o una loro combinazione (Regev, 1998), il numero di brevetti depositati dall'impresa (Crepon *et al.*, 1998).

Infine, metodologie composte rispetto ai due metodi precedenti sono ad esempio quelle che utilizzano dati di bilancio su insiemi di imprese innovative individuate fra quelle promotrici di innovazioni chiave in specifici ambiti tecnologici, a loro volta segnalati attraverso survey o panel di esperti (si veda ad esempio Geroski *et al.*, 1993).

Un altro rilevante ordine di problemi in questo genere di analisi consiste poi nella difficoltà di isolare l'impatto netto dell'attività innovativa, separandolo dall'effetto di altre variabili più o meno osservabili, che, da un lato, influenzano *ex ante* la propensione dell'impresa ad intraprendere attività di ricerca e sviluppo e, dall'altro, concorrono a determinarne la performance aggregata misurabile, come ad esempio la congiuntura macroeconomica generale, il regime di appropriabilità a cui l'impresa è soggetta, la tipologia di settore³, eccetera.

Per quanto riguarda gli effetti dell'innovazione, i contributi della letteratura hanno riguardato sia le performance strettamente economiche, legate a vendite, valore aggiunto, profittabilità (Klette e Griliches, 2000), sia le performance occupazionali (Hall e Kramarz, 1998), legate alla dinamica degli addetti e alla produttività dei fattori della produzione (Mairesse e Sassenou, 1991). In generale, i risultati sono alterni, soprattutto in ragione della complessità dei meccanismi economici a cui sottendono, e evidenziano un modello di causalità complesso e in nessun caso univoco (Mansfield *et al.*, 1977).

L'ambito temporale al cui interno si esamina il rapporto tra innovazione e performance di impresa costituisce un ulteriore problema di carattere metodologico. Da una parte, ci si attende che gli effetti dell'innovazione debbano essere osservati su un arco temporale medio-lungo, in ragione del carattere strategico dell'attività innovativa. Dall'altra, studi condotti su un arco temporale

2. Le spese in R&S, come tutti i dati derivati dai bilanci, possono essere alterate dalle scelte di politica di bilancio, di ammortamento e da artifici contabili di vario genere.

3. Per esempio, nel farmaceutico gli investimenti in innovazione danno risultati in 10 anni, tempo necessario per scoprire una nuova molecola, effettuare tutti i test e le sperimentazioni cliniche, produrre il nuovo farmaco. Al contrario, nella produzione di computer l'innovazione si trasforma quasi subito in un nuovo computer, in quanto il ciclo di vita dei pc è molto ridotto (6 mesi circa).

così ampio sono assai rari (Geroski, 1995) e pongono una serie di problemi metodologici di non facile soluzione. Fra questi, i problemi maggiori sono legati al fatto che, al crescere dell'arco temporale considerato, aumentano i casi delle imprese che subiscono interventi di finanza straordinaria (fusioni, acquisizioni e cessione di rami), cosa che comporta evidenti problemi di variabili inosservate, mentre diventa tipicamente difficile reperire dati sulle imprese nate durante l'arco temporale, o che, di converso, hanno cessato l'attività, con chiari problemi di censoramento a sinistra, nel momento in cui si utilizzano modelli con variabili dipendenti di redditività. Per questo motivo, è normalmente necessario ricercare gli effetti dell'innovazione sulle performance economiche in un intorno di tempo relativamente limitato (di norma 4-6 anni). Questa scelta, naturalmente, implica la sottostima (o l'omissione) dell'effetto strategico di lungo periodo che l'innovazione esercita sulle strategie aziendali. È noto, ad esempio, che la vita utile di un brevetto di prodotto raggiunge al massimo i 20 anni (18 anni, in media, dalla data di pubblicazione), mentre i tassi di citazione mostrano che la conoscenza contenuta nei brevetti è utilizzata in media più di 5 anni dopo la data di pubblicazione (Jaffe e Trajtenberg, 1999).

Per quanto riguarda la dimensione geografica, numerosi studi fino ad ora presentati scelgono come ambito d'indagine un caso paese, come Regno Unito (Geroski, 1995), Germania (Engel *et al.*, 2004), Giappone (Motohashi, 1998), Scandinavia (Nås e Leppälähti, 1997; Leiponen, 2000; Husoo *et al.*, 1996), Francia (Crepon *et al.*, 1998), mentre altri studi si spingono fino ad analizzare singoli sistemi innovativi regionali, come ad esempio Freel (2000) per le West Midlands.

Con qualche cautela, da tali analisi si possono inferire alcuni (pochi) risultati complessivamente generalizzabili, se si ipotizza che il fenomeno economico a cui sono sottese sia complessivamente omogeneo. Generalmente, i risultati provenienti dai casi-paese consentono di fare delle comparazioni internazionali, se non altro con riferimento alle caratteristiche delle imprese innovative. Per esempio, quando Motohashi (1998) descrive la distribuzione d'impresa degli investimenti in ricerca e sviluppo afferma che anche in Giappone la ricerca e sviluppo è molto concentrata in pochi grandi attori: 55 imprese sul campione di 12.773 imprese determinano ben il 50% delle spese in ricerca e sviluppo, e solo il 30% del valore aggiunto e il 20% dell'occupazione. Tale concentrazione è un elemento che attraversa orizzontalmente molti sistemi innovativi nazionali o regionali⁴, e deve essere tenuta in considerazione dalle politiche per la diffusione dell'innovazione. Un altro esempio riguarda la relazione tra intensità di ricerca e sviluppo e dimensione di impresa: in molti casi si evidenzia che le imprese di grandi dimensioni hanno un'intensità di ricerca e sviluppo maggiore delle piccole imprese, confermando l'ipotesi di Schumpeter Mark II⁵, che le-

4. Anche Geroski (1995) nota una forte concentrazione nelle innovazioni introdotte dalle imprese inglesi.

5. Già studiata, tra gli altri, da Scherer (1984), che aveva rilevato che la quota di inno-

gava l'innovazione alla sua piena appropriazione derivante dalla posizione monopolistica della grande impresa.

Molte volte le indagini empiriche non trovano relazioni statisticamente significative tra l'innovazione prodotta in azienda e le sue performance (Leiponen, 2000), e in altri casi tali relazioni sono complessivamente deboli e molto variegata, variabili cioè per dimensione, paese, settore e posizione strategica, anche se generalmente positive (Geroski *et al.*, 1993; Himmelberg e Petersen, 1994; Griffith *et al.*, 2006). Lo studio di Nås e Leppälähti (1997) confronta i profitti (sia reddito operativo/vendite, sia *return/total asset*) delle imprese che innovano con quelli delle imprese che non innovano, e scopre che non ci sono grandi differenze tra essi, nel periodo 1990-1994. Tuttavia, disaggregando le imprese per dimensione si nota che non esiste un'evidenza prevalente per quanto riguarda le imprese di piccola dimensione (meno di 50 addetti), mentre le imprese innovative di dimensioni maggiori hanno profitti in media superiori rispetto a quelle non-innovative. La stessa analisi condotta sui settori mostra che talvolta le imprese innovative hanno migliori performance, ma questo non accade necessariamente nei settori high-tech o nei settori tradizionali (in alcuni settori high-tech le imprese innovative hanno migliori performance, in altri high-tech è il contrario; e lo stesso accade nei settori tradizionali). Inoltre, le innovazioni di prodotto sembrano generare risultati più discontinui e meno persistenti di quelle di processo, a conferma del minor rischio associato alle strategie di riduzione di prezzo, rispetto al lancio di nuovi prodotti. Nås e Leppälähti (1997) confrontano anche i tassi di crescita del fatturato e trovano che le imprese innovative norvegesi sperimentano una crescita superiore a quella delle corrispondenti non innovative, concludendo che l'impatto dell'innovazione è misurabile anche in termini di incidenza sulle quote di mercato.

Le indagini empiriche evidenziano quasi sempre la presenza di un elevato "rumore di fondo", che non consente di individuare delle relazioni statistiche nette, oltre che problemi legati alla presenza di variabili non osservabili. Ciò comporta che, anche usando le variabili di controllo di settore e di dimensione aziendale, la varianza non spiegata è molto alta.

Infine, è l'esistenza stessa di un preciso rapporto tra innovazione e performance che viene talvolta messa in discussione. Un elemento importante a questo proposito è che l'investimento in ricerca e sviluppo e la successiva introduzione di un'innovazione comportano un aumento dei costi, che non trovano necessariamente riscontro in maggiori profitti, a causa dell'imperfetta appropriabilità a cui l'innovazione è soggetta, in dipendenza dalle sue caratteristiche di bene pubblico (Arrow, 1962). L'evidenza empirica suggerisce che in molti casi sono gli inseguitori diretti ad imporre i propri prodotti sul mercato e ad estrarre valore dalle invenzioni prodotte da altri (Boulding e Christen, 2001), grazie all'abilità e alla velocità nell'imitazione dei prodotti e allo sfruttamento di asset complementari e di vantaggi di posizione (Teece, 1986). I benefici del-

vazione fatta nelle grandi imprese è maggiore in Giappone e Francia, rispetto a USA, Germania e Regno Unito.

l'innovazione possono inoltre essere influenzati dalla presenza di spillover di carattere locale, nella misura in cui i benefici generati dall'impresa che innova tendono a propagarsi ad altre imprese, sotto forma di esternalità, seguendo una dimensione di prossimità sia geografica che relazionale (Audretsch e Feldman, 1996; Mansfield *et al.*, 1977).

L'analisi del caso italiano è soprattutto dedicata ad ambiti territoriali ristretti, piuttosto che a database di carattere nazionale. Un buon esempio di queste tipologie di indagini è rappresentato dallo studio di Guidetti *et al.* (2006) che, pur se focalizzato sulle innovazioni di tipo organizzativo, esamina nel dettaglio di un campione di 200 imprese circa dell'Emilia Romagna le relazioni tra la dinamica degli utili e del fatturato, da una parte, ed il livello o l'intensità della spesa in ricerca, dall'altra. I risultati segnalano una relazione non significativa.

Per quanto riguarda gli effetti che l'innovazione ha sulle dinamiche occupazionali dell'impresa, il dibattito economico è ancor più di vecchia data (Petit, 1995; Freeman e Soete, 1997; Falk e Seim, 2001), e riguarda il saldo tra il contributo positivo che le innovazioni di prodotto generalmente hanno sulla crescita e sulla creazione di nuove imprese e di nuovi occupati, e il contributo negativo che le innovazioni di processo generalmente comportano, per effetto della sostituzione di lavoro (soprattutto despecializzato) con capitale, per lo meno nelle imprese manifatturiere (Freeman e Soete, 1997; Vivarelli, 2007). Tale saldo può essere positivo o negativo a seconda di fattori specifici dell'impresa, dell'industria (Soete e Dosi, 1983) o del paese considerato (Greenan e Guellec, 1998; Vivarelli *et al.*, 1996; Klette e Forre, 1998), e in dipendenza dalla finestra temporale considerata (Harrison *et al.*, 2005; Peters, 2004; Janz *et al.*, 2003).

In realtà, nessuno dei legami suddetti viene dato per scontato nella letteratura economica sull'argomento. Anche l'effetto negativo esercitato dalle innovazioni di processo potrebbe non verificarsi necessariamente, in quanto un'impresa che razionalizza l'attività produttiva introducendo nuovi processi cost-saving, pur riducendo il numero di addetti per prodotto, può tuttavia innescare un aumento delle vendite, e quindi della produzione, tale da compensare la contrazione di addetti per unità di fatturato. In questo caso, il ruolo della domanda, e soprattutto dell'elasticità al prezzo, è determinante.

Dubbi analoghi, ma di segno opposto, si sollevano per quanto riguarda l'innovazione di prodotto: se il nuovo prodotto ne sostituisce uno precedente, il saldo occupazionale potrebbe non aumentare. La nuova domanda dovrebbe essere comunque maggiore della precedente, sulla base della teoria del ciclo di vita (Vernon, 1966), ed il suo effetto finale verrebbe determinato anche dall'intensità di lavoro della nuova produzione.

Il problema dell'ipotizzare l'effetto di un'innovazione sul saldo occupazionale si complica ulteriormente quando si considerano, in aggiunta, gli effetti che si producono indirettamente sul sistema di attori che gravitano attorno all'impresa, cioè i fornitori (che potrebbero essere sostituiti), i concorrenti (che potrebbero intraprendere strategie imitative) e le imprese clienti (che potrebbero modificare la produzione) (Brouwer *et al.*, 1993).

Complessivamente, i risultati più attendibili sono stati forniti recentemente a partire, ancora una volta, dai dati della CIS e rivelano che le innovazioni di prodotto nel settore manifatturiero hanno un impatto complessivamente positivo sull'occupazione, mentre l'effetto di compensazione, operato attraverso l'elasticità della domanda, manterrebbe positivo (o almeno non negativo) il saldo anche per le innovazioni di processo (Harrison, *et al.*, 2005).

Per quanto riguarda l'Italia, uno studio di Vivarelli *et al.* (1996) condotto su dati misti, settoriali e di questionario, relativi al periodo 1980-1993, indicava un saldo negativo, ossia che l'effetto di sostituzione fra capitale e lavoro non era compensato dall'effetto di incremento della produzione. Uno studio più recente (Piva e Vivarelli, 2005) condotto sul questionario di Mediocredito Centrale su un campione di 575 imprese manifatturiere italiane con almeno 11 dipendenti nel periodo 1992-1997 ha invece dato risultati incerti, con relazioni di segno opposto, a seconda del ritardo temporale considerato rispetto agli investimenti in innovazione.

2. Dati e descrizione del dataset

Come già affermato nei paragrafi precedenti, la disponibilità di dati di livello microeconomico in formato panel è un problema comune a molti studi in questo ambito, dal momento che le statistiche ufficiali sono complessivamente scarse, relative a dati di survey e difficilmente reperibili⁶. Per questo motivo, si è reso anzitutto necessario procedere alla costruzione di un database originale di imprese, che contenesse informazioni longitudinali sia sulle attività di ricerca e sviluppo condotte internamente ad un campione di imprese industriali, che sull'andamento economico e finanziario delle singole unità.

Per quanto riguarda l'attività di ricerca e sviluppo, si è ritenuto opportuno considerare tre principali indicatori delle scelte di innovazione delle imprese, ossia il numero di brevetti depositati e ottenuti, il numero di progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea e il numero di pubblicazioni coautorate da imprese su riviste scientifiche specializzate. Com'è noto, la scelta di buoni indicatori per il monitoraggio delle attività di ricerca e sviluppo è un problema cruciale per gli studi di innovazione. Gli indicatori appena menzionati sono considerati, allo stato presente, una misura ragionevolmente espressiva delle attività di ricerca e sviluppo da impiegarsi in analisi con finalità economica. Per una discussione dettagliata dei vantaggi e degli svantaggi associati alla scelta della metrica, si rimanda alla letteratura scientometrica prevalente⁷. In

6. In Italia i dati della CIS sono stati resi disponibili solo in forma limitata e controllata dal Laboratorio Adele dell'Istat, che permette l'accesso a ricercatori esterni solo in forma limitata e solo per estrazione di tabulati. In altri paesi, quali l'Inghilterra e la Germania, gli stessi dati sono online e liberamente accessibili a chiunque e questo consente il loro reale utilizzo per lavori econometrici complessi.

7. Per una descrizione generale, si veda ad esempio Callon *et al.* (1986).

questa sede sarà sufficiente ricordare che l'utilizzo congiunto di tre indicatori differenti offre il vantaggio di consentire una prima apprezzabile modulazione della varietà e della complessità delle attività di ricerca e sviluppo condotte all'interno dalle imprese. I tre indicatori selezionati sono infatti sottesi a tipologie di ricerca e sviluppo condotte internamente alle imprese, con modalità e fini diversi e costituiscono pertanto delle misure complementari dell'attività innovativa.

La costruzione del database per l'analisi statistica ed econometrica che segue ha pertanto richiesto un'operazione di raccolta e trattamento di dati provenienti da cinque fonti sorgente e la loro organizzazione in un archivio comune. Le informazioni sui progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea sono state estratte dal database di Cordis, accessibile on-line e contenente l'elenco completo delle imprese beneficiarie dei finanziamenti dal Primo al Sesto Programma Quadro. I dati sono stati raccolti sulla base dell'indicazione geografica dei soggetti beneficiari e l'estrazione ha riguardato pertanto tutti i progetti di innovazione finanziati dalla Comunità Europea dal 1981 ad oggi, in cui almeno un contraente risultasse avere un indirizzo piemontese o valdostano. In considerazione della natura pluriennale e variabile dei programmi di ricerca congiunta, i dati sono stati sintetizzati per ciascuna impresa nei periodi di osservazione come il conteggio di progetti complessivamente in corso in ciascun anno.

Per quanto riguarda l'attività brevettuale, sono stati raccolti dati su tutti i brevetti assegnati ad imprese e rilasciati dallo European Patent Office (EPO) o dallo United States Patent and Trademark Office (Uspto), le cui domande di brevetto risultavano depositate negli uffici competenti regionali dal 1993 al 2003. In seguito all'estrazione, i dati sono stati controllati manualmente, per eliminare le duplicazioni di titoli potenzialmente prodotte dalla pubblicazione dello stesso brevetto su entrambi i database. Questa operazione è stata effettuata sulla base del controllo delle famiglie brevettuali risultanti da Espacenet on line. Il dato finale rappresenta il conteggio dei brevetti in cui l'impresa piemontese o valdostana risulta almeno coassegnataria in ogni anno.

La ricerca di pubblicazioni su riviste scientifiche specializzate è stata effettuata sul database ISI Web of Knowledge, contenente tutti gli articoli pubblicati da un elenco selezionato di riviste scientifiche internazionali. La ricerca è stata effettuata limitatamente alle scienze non-sociali e non-umanistiche (quindi solo per le scienze cosiddette "dure"⁸ e per le discipline ingegneristiche) dal 1990 al 2004, sulla base dell'indicazione geografica dell'affiliazione dell'autore. L'elenco è stato poi esaminato manualmente per separare le pubblicazioni degli enti di ricerca da quelle delle imprese, mantenendo solo quelle autorate in tutto o in parte da queste ultime. I dati di pubblicazione finali sono stati sintetizzati come il conteggio degli articoli pubblicati su riviste scientifiche in ciascun anno, in cui almeno uno dei co-autori appartiene ad un'impresa piemontese o valdostana.

8. Dall'inglese *hard sciences*.

Tab. 1 – Addetti e fatturato medio delle imprese nel campione ristretto per classi ATECO 2002 a 2 cifre

Settore	N. imprese (campione ristretto)	% sul campione ristretto	Addetti totali	Addetti medi	Fatturato medio (euro)	Fatturato medio per addetto (euro)	Totale eventi	% eventi sul totale
Industrie alimentari e delle bevande	148	11	3,672	68	8,171,908	120,175	0	0.00%
Industrie tessili	143	10	5,472	75	6,690,060	89,250	8	1.62%
Confezione di articoli di vestiario; preparazione e tintura di pellicce	29	2	924	34	8,625,665	252,049	0	0.00%
Industria del legno e prodotti in legno, sughero, paglia, esclusi i mobili	33	2	1,105	43	4,000,955	94,140	1	0.20%
Fabbricazione della pasta-cartta, della carta e dei prodotti di carta	31	2	1,164	43	5,994,625	139,051	1	0.20%
Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati	24	2	662	30	3,171,965	105,413	1	0.20%
Fabbricazione di coke, raffinerie di petrolio, trattamento combust. nucleari	4	0	107	27	3,171,965	118,578	0	0.00%
Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	51	4	1,433	45	7,312,661	163,297	16	3.24%
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	94	7	3,253	63	5,993,523	95,808	40	8.10%
Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	60	4	1,621	48	4,077,370	85,522	14	2.83%
Produzione di metalli e loro leghe	49	4	1,665	42	6,370,594	153,047	6	1.21%
Fabbricazione e lavoraz. dei prodotti in metallo, escluse macchine e impianti	291	21	10,192	121	5,104,984	42,074	103	20.85%
Fabbricazione macchine ed apparecchi meccanici; installazione e riparazione	206	15	6,550	96	4,899,735	50,867	37	7.49%
Fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	8	1	160	23	5,786,136	253,143	3	0.61%
Fabbricazione di macchine ed apparecchi elettrici n.c.a.	49	4	1,375	40	4,835,070	119,558	27	5.47%
Fabbricazione apparecchi radiotelevisivi e per le comunicazioni	19	1	874	51	6,765,837	131,601	11	2.23%
Fabbricazione apparecchi medicali, precisione, strumenti ottici e orologi	26	2	899	39	5,616,147	143,683	205	41.50%
Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	34	2	1,615	54	7,119,239	132,246	10	2.02%
Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	8	1	338	48	9,682,464	200,524	3	0.61%
Servizi domestici presso famiglie e convivenze	75	5	2,269	49	5,159,809	104,606	8	1.62%
Totale	1,382	100	45,350	52	5,927,536	114,082	494	100.00%

Dal punto di vista strettamente operativo, l'organizzazione dei dati estratti dai database-sorgente qui indicati comporta una serie di difficoltà di non banale soluzione. Anzitutto, ciascuna estrazione restituisce un elenco di brevetti, progetti o pubblicazioni con un'anagrafica di imprese non corredata da un codice identificativo univoco e, in molti casi, da un'indicazione di indirizzo completa e attendibile. Per superare questo problema, è stato anzitutto necessario normalizzare manualmente l'anagrafica delle imprese estratte dai tre database primari e in seguito procedere all'associazione dei nomi all'anagrafica delle imprese piemontesi e valdostane, anch'essa normalizzata, estratta dal database Aida – Bureau Van Dijk. Nei casi in cui è stato possibile identificare in modo inequivocabile l'impresa, sulla base della corrispondenza stringente di ragione sociale e sigla, oppure di ragione sociale e indirizzo, il record è stato incluso nel database e al nominativo dell'impresa è stato associato il codice di partita iva, che costituisce la chiave primaria finale della banca dati.

Dallo stesso database Aida – Bureau Van Dijk sono state estratte informazioni sull'andamento economico e patrimoniale sia delle imprese innovative, quelle cioè risultanti dalle ricerche di cui sopra, sia di un campione allargato di imprese piemontesi e valdostane, funzionale a condurre analisi statistiche comparate. Oltre ai dati economici e patrimoniali, disponibili in serie storica dal 1997 al 2002, dal database Aida sono state estratte anche altre caratteristiche rilevanti per gli obiettivi dell'indagine, tra cui l'anno di costituzione, il settore Ateco di appartenenza, la forma societaria e lo stato giuridico. Il dato relativo al numero medio di addetti di ciascuna impresa è stato infine ricavato interrogando la banca dati Asia, che contiene informazioni elaborate della Regione Piemonte, da fonte Asia-Istat, sull'andamento medio annuo dell'occupazione nelle imprese, in serie storica dal 1996 al 2002.

Il database finale contiene 14.346 imprese industriali, 557 delle quali (3,9%) hanno sperimentato almeno un evento innovativo nel periodo di osservazione (1990-2003).

Dal momento che i dati di bilancio di fonte Aida presentano molto rumore e frequenti valori mancanti, prima di procedere nell'analisi statistica sono stati effettuati due test preliminari sull'attendibilità del campione finale. Anzitutto, i dati sul fatturato delle imprese sono stati confrontati, per tutti gli anni disponibili, con dati provenienti dalla già citata fonte Asia ed è stato inserito un segnalatore ad evidenziare eventuali incongruenze. In secondo luogo, si è proceduto a verificare con analisi grafiche la distribuzione dei valori mancanti per escludere possibili effetti di selezione eventualmente correlati con le variabili esplicative. Le analisi hanno riportato un numero non trascurabile di incongruenze, attribuibili all'archiviazione dei dati di bilancio, mentre non sono state evidenziate particolari distorsioni strutturali del campione rispetto alle classi Ateco e all'anno di costituzione, anche se è possibile che le imprese di dimensioni minori risultino leggermente sottorappresentate nel database finale.

Dopo l'eliminazione di record con incongruenze e valori mancanti, e degli outliers di dimensione (le imprese con numero di addetti inferiore al quinto e superiore al novantacinquesimo percentile), l'analisi statistica ed econometrica

è stata focalizzata su campioni ristretti di imprese appartenenti alle sole classi industriali. Una sintesi con le caratteristiche, la numerosità, gli anni di osservazione disponibili e l'origine delle variabili è fornita in Appendice (tab. A.1), in cui si è scelto di rappresentare il campione dimensionalmente ristretto, utilizzato anche nell'analisi sui dati di bilancio presentata nei successivi paragrafi 4 e 5.

L'eliminazione degli outliers dimensionali si è resa necessaria in considerazione della presenza nel territorio torinese delle sedi legali di grandi imprese come Fiat, Iveco e Telecom, per le quali è particolarmente difficile ricostruire in modo esaustivo l'andamento degli eventi innovativi, sia per la molteplicità di divisioni e sedi produttive che possono essere formalmente assegnatarie dell'evento, sia perché una parte notevole dell'attività innovativa è delegata a società formalmente autonome che svolgono ricerca anche per conto di terzi, sia infine perché alcune di esse sono state oggetto di importanti operazioni di finanza straordinaria nel periodo di osservazione. L'eliminazione di questi grandi gruppi industriali dal campione su cui sono state effettuate le analisi statistiche ed econometriche, seppur necessaria a fornire stime non-distorte, fa in modo che gli indicatori dell'attività innovativa regionale presentati di seguito costituiscano una misura significativamente sottostimata della quantità e dell'intensità delle attività di ricerca e sviluppo complessivamente condotte nella regione. In linea generale, la costruzione del campione e le elaborazioni statistiche che seguono sono state ispirate a criteri prudenziali e condotte con l'intenzione di privilegiare la precisione nella determinazione dell'impatto innovativo medio dell'innovazione, attraverso un'accurata pulizia dei dati, piuttosto che fornire una mappatura esaustiva degli eventi innovativi. Osservando nuovamente il campione più ristretto, a titolo esemplificativo, possiamo notare che la distribuzione delle imprese per classi Ateco 2002 a 2 cifre, riportata in tab. 1, evidenzia che oltre il 50% delle imprese nel campione è concentrato in 4 settori, che complessivamente costituiscono il 57% degli addetti totali, nell'ordine: *prodotti in metallo, macchine e apparecchi meccanici, prodotti alimentari e prodotti tessili*. La distribuzione degli eventi innovativi (occorrenza di un brevetto, di una joint venture di ricerca o di una pubblicazione scientifica) occorsi nel periodo 1993-2003, anch'essa riportata in tab. 1, conferma – e ciò non sorprende – che gli eventi non sono ugualmente distribuiti fra i settori industriali. In particolare, si evidenzia lo scarso contributo dei settori tradizionali, soprattutto alimentare – in cui non si registrano eventi innovativi – e tessile, che complessivamente conta per l'1,6% degli eventi innovativi, pari a un evento innovativo ogni 684 addetti. Di converso, nell'industria degli strumenti di precisione si registrano 205 eventi innovativi (il 41,5% del totale), uno ogni 2 addetti, mentre nella lavorazione di prodotti di metallo si registrano invece 103 eventi innovativi (21% del totale), pari ad un evento ogni 99 addetti.

Osservata in prospettiva longitudinale, la distribuzione degli eventi nel campione, seppur con qualche irregolarità, registra un trend sostanzialmente crescente fino al biennio 1997-1999, per calare poi visibilmente dal 2000 in avanti (fig. 1). Questo andamento dell'attività innovativa, come si discuterà

meglio in seguito, riflette in larga parte l'andamento del ciclo economico, in forte crescita prima del 2000 e sostanzialmente cedente in termini reali dal 2000 al 2003.

Dal punto di vista della tipologia di eventi innovativi, si osserva un numero relativamente alto di progetti finanziati effettuati dalle imprese nel campione. L'attività brevettuale segue per numero di eventi, con una fluttuazione abbastanza significativa, picchi minimi nel 2002 e 1993 e picchi massimi nel 1999 e 2000, mentre l'attività di pubblicazione costituisce un evento complessivamente raro, tendenzialmente in decrescita dal 1997 in avanti. Dalle analisi di correlazione fra le variabili nel tempo (omesse nel report per brevità), ciascuno degli indicatori in ogni anno tende ad essere molto correlato con la stessa tipologia di indicatore negli anni successivi. Infatti, se si considera il numero di imprese che ha sperimentato ciascuna tipologia di evento sempre nel campione più ristretto, risulta che le imprese che hanno registrato almeno un brevetto sono complessivamente 65, contro le 24 imprese che hanno registrato almeno un progetto e le sole 7 imprese con una pubblicazione scientifica: in altre parole, i brevetti e soprattutto le pubblicazioni tendono ad essere molto concentrati in poche imprese. Questa distribuzione è certamente in parte giustificata dalle caratteristiche delle rispettive tipologie di evento, nel senso che, com'è noto, la partecipazione a progetti europei è privilegiata dalle imprese che operano in settori con prodotti complessi e tecnologie sistemiche e richiede all'impresa un sostanziale sforzo di organizzazione anche burocratico e amministrativo, che in genere preclude la partecipazione a unità molto piccole e poco strutturate. Similmente, le pubblicazioni scientifiche sono normalmente utilizzate in pochi settori e dalle imprese che hanno un laboratorio permanente o comunque personale qualificato, in grado di seguire attività di ricerca pre-competitiva. Lo strumento brevettuale, di converso, è certamente più accessibile ed utilizzato da imprese diverse e, in questo senso, normalmente esiste una sostanziale differenza fra imprese che fanno un uso sistematico dei brevetti e curano il proprio portafoglio brevettuale, rispetto a quelle che ne fanno un uso sporadico. Per quanto riguarda le prime, il conteggio dei brevetti e lo studio della loro ricaduta economica sulle vendite e sul valore aggiunto di breve termine è più problematico, in quanto è noto che esistono politiche di gestione dei portafogli brevettuali i cui scopi ed esiti non possono essere direttamente osservati nei dati di bilancio.

3. Caratteristiche delle imprese all'ingresso

Dal momento che i dati sugli eventi innovativi d'impresa sono disponibili per un periodo temporale più lungo e più risalente nel tempo rispetto ai dati su fatturato, valore aggiunto ed addetti, con il nostro dataset siamo in grado di valutare il potenziale innovativo dell'impresa al momento in cui entra il periodo di osservazione. Nel complesso, solo un numero ridotto di imprese registra ciascuna tipologia di evento innovativo nei 10 anni precedenti il 1996. In tab. 2

sono riportati i risultati dei T-Test eseguiti sui due gruppi di imprese (quelle che hanno registrato eventi innovativi prima del 1996 rispetto a tutte le altre). I test di uguaglianza in media dei ricavi delle vendite, del valore aggiunto e numero di addetti mostrano che i due gruppi differiscono significativamente per ciascuna delle tre variabili⁹. Considerando più nel dettaglio la tipologia di attività innovativa registrata, si osserva che le differenze in media sono determinate dalle imprese che hanno brevettato e, solo per quanto riguarda valore aggiunto e addetti, contribuiscono a determinare le differenze anche le imprese che hanno implementato progetti di ricerca finanziati, mentre le imprese con pubblicazioni scientifiche sembrano non differire significativamente dalle altre all'inizio del periodo di osservazione, anche se questo effetto può essere determinato dai piccoli numeri di queste ultime.

Tab. 2 – Test-T di uguaglianza in media per gruppi di imprese (campione ristretto)

Gruppo: 1 = evento attività innovativa prima del 1996	Osservazioni gruppo 0	Osservazioni gruppo 1	Media non-innovative	Media innovative	t
addetti 1996	1361	28	33.8075	56.5357	4.6389*
addetti 1996 (evento innovativo: brevetto)	1323	66	33.5057	49.5000	4.0014*
addetti 1996 (evento innovativo: progetto)	1365	24	34.0264	47.8750	2.6070*
addetti 1996 (evento innovativo: pubblicazione)	1381	8	34.2600	35.2500	0.1080
fatturato 1997 ⁺	1358	28	6011661	11300000	2.5642*
fatturato 1997 (evento innovativo: brevetto)	1320	66	5963591	9203544	3.5421*
fatturato 1997 (evento innovativo: progetto) ⁺	1362	24	6059019	9457924	1.6085
fatturato 1997 (evento innovativo: pubblicazione) ⁺	1378	8	6089134	11100000	0.8414
valore aggiunto ⁺	1357	28	1562400	3568637	3.4863*
valore aggiunto1997 (evento innovativo: brevetto) ⁺	1319	66	1537859	2903972	3.7855*
valore (evento innovativo: progetto)	1361	24	1583937	2681640	3.3868*
valore aggiunto1997 (evento innovativo: pubblicazione)	1377	8	1599446	2207674	1.0858

⁺ assumendo varianze diverse * p-value " 0.05

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali, le imprese che hanno avuto almeno un evento innovativo sull'intero arco temporale di osservazione risultano essere statisticamente diverse da quelle che non hanno innovato, assumendo come indicatore la loro dimensione media, in termini di numero medio annuo di dipendenti nel 1996 (*dimens*). Per tenere conto delle specificità

9. Per ciascuna variabile il T-test è stato effettuato assumendo varianza uguale o diversa, in dipendenza dal risultato dei test sull'uguaglianza della deviazione standard, svolti preventivamente e i cui risultati in questa sede sono stati omessi, per brevità.

dimensionali delle imprese appartenenti a comparti industriali diversi, l'analisi è stata inoltre eseguita ripartendo le imprese su tre classi dimensionali (*piccola, media, grande*), in relazione alla loro appartenenza rispettivamente al primo, secondo e terzo terzile della distribuzione del numero di addetti nella classe Ateco a 2 cifre di appartenenza. Test di uguaglianza delle proporzioni sono quindi stati eseguiti sull'ipotesi nulla che la proporzione di imprese grandi, medie o piccole fosse statisticamente equivalente nel gruppo delle imprese innovative rispetto a quelle non innovative. I risultati dell'analisi, riportati in tab. 3 dimostrano che il gruppo delle imprese innovative contiene una proporzione statisticamente diversa di imprese grandi e medie, mentre non differisce dal gruppo delle non innovative per quanto riguarda la proporzione di imprese appartenenti al primo terzile.

Tab. 3 – Test-T di uguaglianza della dimensione media e test di uguaglianza delle proporzioni di imprese grandi medie e piccole per gruppi di imprese innovative e non innovative (campione ristretto)

Gruppo: 1 = evento attività innovativa prima del 1996	Osservazioni gruppo 0	Osservazioni gruppo 1	Media non-innovative	Media innovative	t
dimens ⁺	1298	91	33.408	46.505	4.029*
grande ⁺⁺	1298	91	0.480	0.681	3.714*
media ⁺⁺	1298	91	0.361	0.231	2.506*
piccola ⁺⁺	1298	91	0.160	0.088	1.825

+ assumendo varianze diverse ++ Test di uguaglianza delle proporzioni * p-value " 0.05

Test di uguaglianza in media sono infine stati eseguiti per vagliare l'ipotesi nulla che fatturato, valore aggiunto e numero di addetti registrati all'inizio e alla fine del periodo di osservazione assumano valori uguali. I risultati di questi test sono riportati in tab. 4. Com'è possibile riscontrare in tutte le differenze in media, si è registrata una flessione di tutte e tre gli indicatori nel periodo di tempo 1996-2002, a testimonianza di una congiuntura economica complessivamente negativa. Tuttavia, è interessante notare che, mentre per le imprese innovative sia il fatturato, che il valore aggiunto e il numero degli addetti registrato all'inizio e alla fine del periodo di osservazione sono significativamente diversi (verosimilmente registrano la flessione congiunturale), per le imprese innovative si registra una variazione statisticamente significativa solo per quanto riguarda i ricavi delle vendite. Le imprese che hanno innovato risultano cioè avere un valore aggiunto ed un numero di addetti invariato nel 1996-97 e nel 2002, lasciando supporre in particolare che l'attività di ricerca e sviluppo abbia avuto un impatto nel tamponare l'effetto negativo della congiuntura economica sfavorevole. Questa ipotesi verrà ulteriormente analizzata con l'aiuto della modellizzazione econometrica presentata nei paragrafi successivi.

Tab. 4 – Test-T di uguaglianza in media di fatturato, valore aggiunto e addetti all’inizio e alla fine del periodo di osservazione

gruppo 0 = 1997 (pre-trattamento) gruppo 1 = 2002 (post-trattamento)	Imprese innovative					Imprese non-innovative				
	Oss. Gr. 0	Oss. Gr. 1	Media pre- tratt.	Media post- tratt.	t (z++)	Oss. Gr. 0	Oss. Gr. 1	Media 1997	Media 2002	t (z++)
fatturato	28	28	2.04 E+06	2.89 E+06	-2.682*	1358	1350	6.02 E+06	7.43 E+06	-4.318*
valore_aggiunto ⁺⁺	28	28	0.57 E+06	0.91 E+06	-0.624	1357	1324	1.56 E+06	1.85 E+06	-4.405*
addetti	28	28	5.841	6.5471	-1.162	1361	1307	33.807	37.628	-3.409*

⁺⁺ assumendo varianze diverse * p-value " 0.05 p-value < 0.05

⁺ Coefficienti settore (Ateco-2-cifre) e dummy temporali (t1, t2) omessi per brevità

I risultati di questa prima analisi statistica, considerati nel complesso, sottolineano l'esistenza di differenze sia strutturali, che di performance fra i due gruppi di imprese all'inizio e alla fine del periodo di osservazione, che sono compatibili, da un lato, con l'ipotesi di un rapporto di causalità diretta fra innovazione e performance e, dall'altro, con effetti di selezione *ex ante* delle imprese che investono in innovazione. Nei due paragrafi seguenti si tenterà di approfondire la relazione fra innovazione e performance con un'analisi multivariata, che tenga conto al contempo dei potenziali effetti distorsivi dell'eterogeneità non osservata (effetti fissi).

4. Effetti dell'innovazione sulle vendite

Gli obiettivi dell'analisi econometrica presentata in questo paragrafo sono quelli di indagare l'impatto dell'attività di ricerca e sviluppo sulle performance e sull'andamento economico delle imprese industriali. L'ipotesi di partenza è che le attività innovative generino un impatto non trascurabile sull'operatività dell'impresa, rendendo possibile il lancio di nuovi prodotti, il perfezionamento o la modulazione qualitativa di quelli esistenti, l'utilizzo di nuovi e più efficienti processi produttivi in grado di sostenere strategie competitive di costo. L'innovazione genererebbe pertanto un impatto positivo sulle performance economiche delle imprese, visibile sia in termini di maggiori vendite e fatturato, che in termini di minori costi di produzione e ridotti *time to market*.

In questo paragrafo si presenteranno i risultati delle analisi econometriche eseguite su dati di bilancio, mentre nel paragrafo successivo l'impatto dell'innovazione verrà indagato con riguardo agli effetti sul numero di addetti complessivamente impiegati nelle imprese.

Per quanto riguarda i dati di bilancio, per valutare le performance d'impresa è stato utilizzato il fatturato. Come anticipato in precedenza, le analisi econometriche sui dati di bilancio sono state eseguite su un panel di imprese ri-

stretto a 1382 unità, osservate a partire dal 1997 (o dall'anno di costituzione, se successivo) fino al 2002 (o all'anno di liquidazione, cessazione o fallimento, se precedente). Il restringimento del campione è stato effettuato, oltre che per eliminare gli outlier dimensionali, anche per pulire il database dai dati mancanti o palesemente inattendibili, sia per la scarsa qualità dei dati di bilancio provenienti dai database primari, sia per effetto di operazioni di finanza straordinaria intervenute nel periodo di osservazione, ma non controllabili nel database.

Per tenere conto delle specificità individuali delle imprese nel campione all'inizio del periodo di osservazione, di cui si è detto nel paragrafo precedente, è stato utilizzato un modello ad effetti fissi, in cui, per ciascuna impresa, l'impatto delle variabili di innovazione sulle variabili dipendenti (fatturato e valore aggiunto) è stato ricercato non sui livelli, ma sulle variazioni annuali degli stessi.

I dati sono stati modellizzati come cinque differenze annuali, corrispondenti ai periodi 1998-1997 (t1), 1999-1998 (t2), 2000-1999 (t3), 2001-2000 (t4) e 2002-2001 (t5). Il modello utilizzato per le analisi è descritto dall'espressione [1]:

$$\Delta y_{it} = \beta_0 + \beta_1(\text{VAR TRATTAMENTO}_{i(t-1)}) + \beta_2 t1 + \beta_3 t2 + \beta_4 t3 + \beta_5 t4 + \beta_6 t5 + \beta_7 \text{dimensione}_i t + \beta_8 \text{ateco15}_i t + \dots + \beta_{28} \text{ateco36}_i t + \varepsilon_{it} \quad [1]$$

in cui l'incremento o il decremento di ricavi delle vendite registrati dall'*i*-esima impresa nei cinque periodi a partire dal 1997-1998 (Δy_{it}) è spiegato da un gruppo di variabili di trattamento costruite sulla base del numero di eventi innovativi registrati nei due anni precedenti l'inizio del corrispondente intervallo temporale e depurati dall'effetto della dimensione di partenza dell'impresa, dall'andamento generale del mercato (t1, t2, t3, t4, t5), dalla dimensione dell'impresa all'inizio del periodo di osservazione (dimensione_i), espressa in migliaia di addetti assunti nel 1996¹⁰ e dal comparto industriale di appartenenza (ateco15_i , ecc.).

L'ipotesi cui sottende la struttura del modello è che le innovazioni effettuate nell'anno in corso comincino a produrre i loro effetti economici nel corso dei 2-3 anni successivi alla registrazione dell'evento. Un lasso di tempo più breve non consentirebbe di supporre l'esistenza di un legame causale forte e nel contempo solleverebbe problemi di endogeneità dei regressori, dal momento che sia gli investimenti in innovazione, che l'andamento delle vendite sono influenzati largamente dal ciclo economico generale. Di converso, ritardi superiori ai 2-3 anni sono stati studiati nei dati, ma non hanno dato risultati statisticamente significativi, oltre a generare problemi di multicollinearità causati dalla natura pluriennale dei progetti di ricerca. Per tenere conto del fatto che imprese più grandi registrano naturalmente un numero di eventi più elevato, le variabili dipendenti di trattamento sono state sempre depurate dei fattori

10. La trasformazione in migliaia di addetti è esclusivamente funzionale alla leggibilità dei risultati.

Tab. 5 – Impatto dell'innovazione su variazione fatturato. Risultati delle regressioni utilizzando gli effetti fissi

Dep. Variable: sales	Obs. 1382					(5 periods)				
variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	coeff	(st. dev)	coeff	(st. dev)	coeff	(st. dev)	coeff	(st. dev)	coeff	(st. dev)
event	2018.322	(295.4299)*	-	-	-	-	-	-	-	-
event_l1-3	29031.73	(1498.432)*	-	-	-	-	-	-	-	-
event_l4-5	1010.137	(293.6113)*	-	-	-	-	-	-	-	-
patent	-	-	5.4724	(0.6206)*	-	-	-	-	-	-
project	-	-	-20.93122	(2.6693)*	-	-	-	-	-	-
publication	-	-	86.63048	(211.1935)	-	-	-	-	-	-
patent_l1-3	-	-	-	-	-3.030228	(53.17636)	-	-	-	-
patent_l4-5	-	-	-	-	5.5019	(0.6214)*	-	-	-	-
project_l1-3	-	-	-	-	23.06302	(45.3151)	-	-	-	-
project_l4-5	-	-	-	-	-21.0855	(2.6743)*	-	-	-	-
publication_l1-3	-	-	-	-	86.38522	(211.4409)	-	-	-	-
publication_l4-5	-	-	-	-	-1.604.31	(4883.702)	-	-	-	-
small	-	-	-	-	2053.197	(300.8808)*	-	-	-	-
medium	-	-	-	-	589.6107	(1597.242)	-	-	-	-
big	-	-	-	-	8978.88	(6116.073)	-	-	-	-
small_l1-3	-	-	-	-	-	54897.87	(2051.025)*	-	-	-
small_l4-5	-	-	-	-	-	1035.189	(289.7404)*	-	-	-
medium_l1-3	-	-	-	-	-	1601.27	(2161.391)	-	-	-
medium_l4-5	-	-	-	-	-	-350.6017	(2108.096)	-	-	-
big_l1-3	-	-	-	-	-	9725.728	(7671.179)	-	-	-
big_l4-5	-	-	-	-	-	7746.818	(8818.693)	-	-	-
science_based	-	-	-	-	-	-	342.4683	(1624.902)	-	-
scale_intensive	-	-	-	-	-	-	7782.801	(4568.289)	-	-
specialised_suppliers	-	-	-	-	-	-	2054.409	(3011.344)*	-	-
supplier_dominated	-	-	-	-	-	-	-6748.896	(14897.88)	-	-
science_based_l1-3	-	-	-	-	-	-	-	289.962	(2216.844)	
science_based_l4-5	-	-	-	-	-	-	-	377.7864	(2108.616)	
scale_intensive_l1-3	-	-	-	-	-	-	-	18056.54	(6224.728)**	
scale_intensive_l4-5	-	-	-	-	-	-	-	-2137.284	(6081.086)	
specialised_suppliers_l1-3	-	-	-	-	-	-	-	54988.14	(2052.137)*	
specialised_suppliers_l4-5	-	-	-	-	-	-	-	1036.776	(289.808)*	
supplier_dominated_l1-3	-	-	-	-	-	-	-	-129000.1	(67228.8)	
supplier_dominated_l4-5	-	-	-	-	-	-	-	-1458.055	(14535.55)	
dimensione (migliaia di addetti)	2596800	(1126126)*	2715003	(1099489)*	2412458	(1125725)*	2428759	(1124217)*	2434025	(1133140)*
costante	-115871.3	(94173.68)	-107777.9	(91945.67)	-109848	(93961.38)	-109504.8	(94003.33)	-120916.4	(89928.26)
Adjusted R ² :	0.02	0.07	0.0289	0.03	0.0246	0.1120	0.0246	0.1120	0.0246	0.1130

* p-value < 0.05 + Coefficienti settore (Ateco-2-cifre) e dummy temporali (t1, t2, t3, t4) omissi per brevità

dimensionali, scontando al numero degli eventi la dimensione dell'impresa nel 1996 in migliaia di addetti.

Le variabili fisse nel tempo sono incluse nel modello, sotto l'ipotesi che sia la dimensione di partenza dell'impresa, che l'andamento e la struttura del comparto industriale di appartenenza possano esercitare un effetto sulla dinamica del fatturato, oltre che sul suo livello. Questo consente, da una parte, di dare rappresentazione del fatto che, ad esempio, le imprese con un fatturato più alto in valore assoluto hanno anche variazioni in media più elevate del fatturato; dall'altra, di tenere conto delle differenze settoriali sia sui livelli dei prezzi, che sulle loro variazioni nel tempo. Ad esempio, questo consente sia di scontare il fatto che i prezzi dei beni venduti nell'elettronica sono in media più alti dei prezzi dell'alimentare, ma anche che i primi, al netto dell'inflazione tendono a calare nel tempo, mentre i secondi rimangono stabili o crescono nel tempo. In tab. 5 sono riportati i risultati delle regressioni di sette differenti specificazioni del precedente modello, in cui le variabili di trattamento sono state raggruppate per analizzare tipologie di impatto differenti. La variabile indipendente corrisponde alla variazione del fatturato registrata dall'*i*-esima impresa dalla fine all'inizio del periodo *t*.

In colonna [1] di tab. 5, la variazione di fatturato è fatta dipendere esclusivamente dall'intensità delle attività di innovazione dell'impresa nel biennio che precede il periodo di osservazione, espressa come numero di eventi indifferenziati $evento_{i(t-1)}$, ossia come somma di brevetti, progetti di ricerca finanziati e pubblicazioni registrati dall'impresa, per migliaia di addetti nel 1996¹¹, oltre che dalle variabili di controllo (dimensione, trend temporale e settore ateco). Il coefficiente della variabile $evento_{i(t-1)}$ può quindi essere interpretato come l'impatto medio indifferenziato dell'attività innovativa sul fatturato dell'impresa. La stima riportata in tab. 5, segnala che l'attività innovativa ha un'influenza statisticamente diversa da zero sulle variazioni del fatturato e che, in particolare, il fatturato dell'impresa subisce mediamente un incremento di 2.018.322 euro all'anno per ogni evento innovativo registrato nei due anni precedenti: un impatto complessivamente non trascurabile, se si considera che esso esprime un valore medio indipendente dalla tipologia di settore e dalle caratteristiche dimensionali dell'impresa.

I coefficienti delle dummy di periodo (*t*1, *t*2, *t*3 e *t*4), espressi come correzione rispetto al periodo 2001-02 (*t*5), e omessi per brevità, evidenziano un impatto non lineare della congiuntura economica annuale sulle variazioni del fatturato. In particolare il biennio 2001-2002 si registra come il peggiore del periodo di osservazione, mentre le fasi di crescita più forte si sono registrate nel 1997-98 e nel 1999-2000, indicazione del resto coerente con l'andamento globale dell'economia.

Le dummy settoriali, corrispondenti ai codici Ateco a 2 cifre (di nuovo non riportati in tab. 5 per brevità), tengono conto di eventuali oscillazioni del fatturato d'impresa dipendenti dalla dinamica del comparto di appartenenza.

11. Lo sconto per il numero di addetti impiegati nel 1996 è teso a neutralizzare gli effetti della dimensione dell'impresa sul numero di eventi innovativi che essa registra.

In considerazione del singolare periodo economico rappresentato dall'intervallo di osservazione, che ha visto una crescita economica sostenuta fino alla prima metà dell'anno 2000 e complessivamente modesta, se non addirittura cedente in termini reali, dal 2001 al 2002, si è ritenuto opportuno separare l'impatto medio dell'innovazione in due componenti, tese ad isolare l'effetto prodotto da un evento innovativo quando esso si verifica in concomitanza con una fase espansiva del ciclo economico (1997-2000), rispetto all'effetto prodotto da un evento innovativo che si verifica in concomitanza con una fase stagnante o di complessiva contrazione dell'economia (2000-2002). L'andamento del ciclo economico condiziona infatti in modo significativo la capacità dell'impresa di ottenere benefici economici in particolar modo per le innovazioni di prodotto, la cui redditività dipende crucialmente dalla disponibilità del mercato ad assorbire nuovi prodotti sia in termini di quantità acquistate, che in termini di elasticità al prezzo. In colonna [2], la separazione del trattamento innovativo in dipendenza dall'andamento generale dell'economia produce un miglioramento della stima (registrato dall'incremento dell' R^2 corretto per i gradi di libertà) e segnala che l'impatto dell'evento innovativo oscilla significativamente con il ciclo economico generale e che, in particolare, ogni evento innovativo registrato nel biennio che precede una fase di espansione economica (evento_t1-3) genera un incremento del fatturato in media 29 volte più forte in magnitudine rispetto ad un evento registrato nel periodo che precede una fase di contrazione (evento_t4-5).

In colonna [3] e [4] di tab. 5 l'impatto dell'innovazione è stato separato in base alla tipologia di evento registrato. I risultati segnalano che le pubblicazioni coautoreate dall'impresa negli ultimi due anni su riviste scientifiche (pubblicazione) non generano un impatto significativamente diverso da zero sulle variazioni del fatturato registrate nel biennio successivo. I brevetti depositati dall'impresa sono associati ad un incremento medio significativo del fatturato, e, diversamente, i progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea (progetto) hanno un impatto negativo e significativo. Per comprendere meglio quest'evidenza, complessivamente controintuitiva, è opportuno notare in colonna [4] cosa succede quando l'effetto è scomposto in due parti, rispettivamente in coincidenza con il ciclo economico in espansione o in contrazione. I brevetti sono associati ad un incremento del fatturato nonostante la congiuntura economica sfavorevole. Per quanto riguarda i progetti, invece l'effetto negativo è generato interamente nella fase di contrazione del ciclo economico: si registra infatti un impatto di segno positivo ma non significativo nel caso in cui l'evento sia seguito da una fase di ciclo economico crescente (progetto_t1-3) e negativo e significativo quando l'evento coincide con l'approssimarsi di una fase economica stagnante/decescente (progetto_t4-5). Questo risultato può forse essere interpretato con il fatto che i progetti di ricerca potrebbero riflettere attività pluriennali programmate che consentono all'impresa una minor flessibilità nella scelta di tempo e potrebbero essere quindi associati con il lancio di nuovi prodotti in una fase in cui il mercato non è ricettivo o molto sensibile al prezzo.

In colonna [5] l'effetto dell'innovazione è poi stato studiato in relazione alle caratteristiche dimensionali dell'impresa. Come è noto, imprese dimensionalmente diverse hanno una diversa capacità sia di innovare che di estrarre proventi dalle innovazioni effettuate, in considerazione della struttura e della concentrazione del mercato di sbocco e, più in generale, della disponibilità di altri asset complementari (Crepon *et al.*, 1998; Acs e Audretsch, 1988; Audretsch, 1995). Per tenere conto di questo effetto, le imprese nel campione sono state qualificate come piccole (piccola), medie (media) o grandi (grande) sulla base del terzile¹² dimensionale del numero di addetti che esse impiegavano nel 1996 (cioè all'inizio del periodo di osservazione), calcolato per ciascuna impresa con riferimento al solo gruppo di imprese nello stesso settore ateco (dimensione relativa nel settore di appartenenza). I risultati indicano che l'effetto del trattamento innovativo differisce significativamente in relazione alla dimensione di partenza dell'impresa ed, in particolare, segnalano che l'innovazione influenza la variazione del fatturato con un impatto non proporzionale rispetto alla dimensione dell'impresa. Mentre infatti gli eventi innovativi hanno un effetto complessivamente modesto e non statisticamente diverso da zero sulle variazioni del fatturato delle imprese di medie dimensioni, le imprese grandi registrano un effetto più forte in valore assoluto (anche se non statisticamente significativo), soprattutto in termini di tenuta in fase di mercato cedente (grande_t4-5) come indicato in colonna [6]. Nelle imprese di piccole dimensioni, l'impatto degli eventi innovativi è complessivamente positivo e significativo, seppur con un'oscillazione quando si passa dalla fase di contrazione (piccola_t4-5) a quella di crescita generale dell'economia (piccola_t1-3).

Infine, per tenere conto del diverso impatto che i fenomeni innovativi possono avere in comparti industriali caratterizzati da dinamiche competitive diverse, le imprese sono state raggruppate sulla base dell'appartenenza alle classi della tassonomia di Pavitt (1984)¹³. Il presupposto alla base di questa specificazione è che la tassonomia raggruppa imprese in settori diversi, ma omogenei rispetto alle caratteristiche del processo innovativo (intensità di R&D, flussi di innovazione, opportunità tecnologiche, appropriabilità). I risultati della stima, riportati in colonna [7], evidenziano che le attività di ricerca e sviluppo hanno un impatto di segno positivo quando si verificano in imprese *science-based*, *scale-intensive* e *specialised-suppliers*, mentre hanno un impatto negativo nelle imprese *supplier dominated*, anche se solo i coefficienti del comparto *specialised suppliers* sono statisticamente significativi. Questi ultimi segnalano che le innovazioni registrate dalle imprese in questa classe hanno un impatto positivo sul fatturato, variabile a seconda della fase cedente (*specialised_suppliers_t4-5*) o cre-

12. La scelta dei terzili è funzionale a mantenere nella stessa classe le imprese immediatamente a sinistra e a destra della mediana, caratteristica particolarmente desiderabile per esprimere variabili in grado di catturare l'effetto della dimensione dell'impresa sul fatturato nel caso di distribuzioni simmetriche.

13. Le imprese sono state assegnate alla corrispondente classe della tassonomia di Pavitt sulla base della corrispondenza fra classe di Pavitt e codice Ateco2002 a tre cifre ricostruito in De Marchi e Rocchi (2003).

scende del ciclo economico (specialised_suppliers_t1-3), come indicato nella colonna [8].

5. Effetti dell'innovazione sull'occupazione

Un secondo obiettivo dell'indagine del presente studio è quello di indagare la relazione esistente fra le attività di ricerca e sviluppo condotte dalle imprese e la loro crescita in termini di numero di addetti impiegati. L'analisi in questo caso è stata effettuata su un campione di 1.836 imprese, selezionate eliminando dal database iniziale le osservazioni con dati mancanti e gli outliers dimensionali. Per ragioni analoghe a quelle presentate nel paragrafo precedente, anche in questo caso le regressioni sono ottenute utilizzando un modello a effetti fissi, in cui le variabili dipendenti non hanno effetto sui livelli, ma sulle variazioni del numero di addetti. Dal momento che le variazioni di addetti richiedono normalmente tempi mediamente lunghi, necessari per operare interventi di ampliamento o di razionalizzazione dei processi produttivi, si è ritenuto opportuno ricercare gli effetti dell'innovazione su intervalli biennali. I dati sono pertanto stati modellizzati su tre periodi: 1996-1998 (t1), 1998-2000 (t2) e 2000-2002 (t3).

Il modello di base utilizzato nelle regressioni è il seguente [2]:

$$\Delta L_{it} = \beta_0 + \beta_1(\text{VAR TRATTAMENTO}_{i(t-1)}) + \beta_2 t1 + \beta_3 t2 + \beta_4 t3 + \beta_5 \text{dimensione}_i t + \beta_6 \text{fatturato}_i t + \beta_7 \text{ateco15}_i t + \dots + \beta_{27} \text{ateco36}_i t + \varepsilon_{it} \quad [2]$$

La variabile dipendente (ΔL_{it}) è costituita dalla differenza fra gli addetti medi annui registrati alla fine del periodo, meno gli addetti medi annui registrati all'inizio del periodo¹⁴. In questo caso le variabili trattamento sono costituite dal conteggio degli eventi innovativi, differenziati o indifferenziati, che sono stati registrati nel biennio precedente. La variabile dimensione rappresenta il numero di addetti medio annuo che risultava impiegato dall'*i*-esima impresa all'inizio del periodo di osservazione, ossia nell'anno 1996, mentre la variabile fatturato funge da ulteriore eventuale controllo per gli effetti di scala.

I risultati delle regressioni sono riportati in tab. 6, dove in colonna [1] si osserva che il numero complessivo di eventi innovativi indifferenziato ha sempre un effetto positivo, ma non statisticamente significativo sulle variazioni di addetti registrate nel periodo di osservazione. In modo analogo a quanto riportato per il precedente modello, gli addetti complessivi delle imprese sembrano aver seguito in parte la congiuntura generale del mercato, registrando un calo dal primo al terzo periodo, come dimostrano i coefficienti delle variabili t1 e t2, espressi come correzione rispetto all'andamento nel periodo t3 (2002-2000).

14. Questo valore non è necessariamente un numero discreto, in quanto i dati sono forniti come numero di dipendenti medio annuo.

Tab. 6 – Impatto dell'innovazione su variazione addetti. Risultati delle regressioni utilizzando gli effetti fissi

Dep. Variable: employees	Obs.: 5397			(3 periods)			coef				
	coef	coef	coef	coef	coef	coef	coef	coef	coef		
fatturato	6,75E-07	(4,58e-08)	6,75E-07	(4,58e-08)	6,75E-07	(4,57 E-08)	6,75E-07	(4,58e-08)	6,75E-07	(4,58e-08)	
events	6,2325	(4,8120)	-	-	-	-	-	-	-	-	
event_l1-2	-	-	7,6811	(6,7587)	-	-	-	-	-	-	
event_l3	-	-	4,8016	(6,7182)	-	-	-	-	-	-	
patent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
project	-	-	34,090	(19,3163)*	-	-	-	-	-	-	
publication	-	-	3,0247	(5,1154)	-	-	-	-	-	-	
patent_l1-2	-	-	31,735	(37,6028)	-	-	-	-	-	-	
patent_l3	-	-	-	-	47,236	(22,8247)*	-	-	-	-	
project_l1-2	-	-	-	-	0,5138	(36,3446)	-	-	-	-	
project_l3	-	-	-	-	2,1704	(7,5375)	-	-	-	-	
publication_l1-2	-	-	-	-	3,8750	(7,0224)	-	-	-	-	
publication_l3	-	-	-	-	27,163	(43,6727)	-	-	-	-	
small	-	-	-	-	52,308	(73,4725)	-	-	-	-	
medium	-	-	-	-	5,9265	(16,7336)	-	-	-	-	
big	-	-	-	-	-0,424643	(5,2564)	-	-	-	-	
small_l1-2	-	-	-	-	65,21883	(15,2076)*	-	-	-	-	
medium_l1-2	-	-	-	-	-	-	26,4823	(42,0056)	-	-	
big_l1-2	-	-	-	-	-	-	2,0776	(18,233)	-	-	
small_l3	-	-	-	-	-	-	-0,5333	(7,1869)	-	-	
medium_l3	-	-	-	-	-	-	-0,2612	(7,6012)	-	-	
big_l3	-	-	-	-	-	-	77,2777	(21,1523)*	-	-	
science_based	-	-	-	-	-	-	52,5441	(21,6308)*	-	-	
scale_intensive	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0206	(5,2159)	
specialised_suppliers	-	-	-	-	-	-	-	-	42,7407	(13,55581)*	
supplier_dominated	-	-	-	-	-	-	-	-	36,8538	(34,9598)	
science_based_l1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	26,8795	(65,2541)	
science_based_l3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0813	(7,2821)
scale_intensive_l1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,6453	(7,298)
scale_intensive_l3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,179	(20,5442)*
scale_intensive_l3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,7481	(17,9557)
specialised	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,4316	(38,4628)
suppliers_l1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,1813	(82,8873)
specialised_suppliers_l3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
supplier_dominated_l1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-77,9762	-180,753
supplier_dominated_l3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,4268	(69,9520)
dimensione (addetti totali)	0,0003	(,0058)	0,0003	(,0058)	0,0003	(,0058)	0,0003	(,0058)	0,0023	(,0057)	
costante	0,65156	(0,4643)	0,6553	-0,4645	0,67272	(0,4639)	0,68314	(0,4643)	0,5998	(0,4659)	
Adj. R2:	0,0471	0,0469	0,0473	0,0473	0,0470	0,0497	0,0493	0,0482	0,0482	0,0553	

* p-value < 0.05 + Coefficienti settore (Ateco-2-cifre) e dummy temporali (t1, t2) omissi per brevità

La dimensione di partenza dell'impresa (dimensione), così come il fatturato sembrano non avere mai effetto nel determinare la capacità di crescita nei periodi successivi. I settori alimentare, tessile, legno, carta-editoria, gomma-plastica, metalmeccanico hanno manifestato una contrazione degli addetti ad un tasso significativamente più contenuto rispetto a quello del settore fabbricazione di macchinari (codice Ateco 29), scelto convenzionalmente come riferimento.

I risultati in colonna [3] evidenziano che né i progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea, né gli articoli scientifici pubblicati nei due anni precedenti hanno un effetto sulla variazione del numero di addetti delle imprese nel biennio in corso. Tuttavia, l'occorrenza di un brevetto sembra essere associato con un aumento statisticamente significativo degli addetti totali delle aziende, nel caso in cui esso sia stato registrato in concomitanza con una fase di espansione del ciclo economico [colonna 4]. In questo caso, ogni brevetto sembra generare un incremento medio che in valore assoluto supera il decremento medio associato di converso agli eventi che si registrano in una fase di contrazione del ciclo economico.

Più interessanti sono probabilmente i risultati nelle colonne [5] e [6], nei quali si segnala che, nelle imprese di grandi dimensioni, il numero di addetti generato da un evento innovativo sarebbe di gran lunga superiore, arrivando fino a superare l'incremento medio di 70 addetti per ogni evento innovativo registrato. Anche in questo caso, l'impatto dell'innovazione sembra essere condizionato dalla congiuntura economica generale che si verifica nel contempo: se l'evento è seguito da una fase di contrazione, l'impatto non andrà oltre le 55 unità aggiuntive, mentre supererà 85 unità se seguito da una fase di espansione del ciclo economico.

Infine, analogamente a quanto fatto per le vendite, l'effetto delle attività di ricerca e sviluppo è stato studiato in dipendenza dalle caratteristiche del settore di appartenenza, sintetizzate dalla tassonomia di Pavitt (1984). In questo caso, i risultati delle regressioni segnalano nella colonna [7] che gli eventi innovativi hanno un impatto positivo sull'occupazione quando si verificano in imprese scale-intensive. Anche in questo caso l'effetto dell'innovazione è superiore se avviene in concomitanza con una fase di espansione del ciclo economico [8].

6. Conclusioni: innovazione, performance di impresa e politica industriale

Il tentativo da noi compiuto di individuare le relazioni statistiche esistenti tra l'innovazione e le performance d'impresa ha prodotto alcuni risultati interessanti. In primo luogo, si ha una conferma della complessità delle problematiche in gioco, sia per quanto riguarda le difficoltà di rilevazione dei dati da elaborare, sia per quanto riguarda l'esistenza di variabili non osservabili, che influenzano le performance d'impresa. In questo studio si è scelto di utilizzare

come indicatore di attività innovative il verificarsi di una serie di eventi misurabili (in specie: brevetti, progetti europei e pubblicazioni scientifiche) che costituiscono, secondo la letteratura, proxy ragionevolmente buone dell'impegno in ricerca e sviluppo dell'impresa, e di valutarne l'impatto sulle performance economiche e occupazionali.

L'analisi empirica si basa su un campione di dati originale, ottenuto accoppiando le informazioni provenienti da 5 fonti di dati indipendenti, così da creare un database relazionale particolarmente ricco di informazioni e adatto ad indagare le tematiche in oggetto. I risultati confermano che le attività innovative sono associate in media ad un incremento non trascurabile nel valore totale delle vendite di un'impresa nel periodo immediatamente successivo. I risultati sono scontati degli effetti dimensionali, degli effetti congiunturali e settoriali sia sui livelli che sui flussi, oltre che dell'eterogeneità non osservabile (effetti fissi). Ad un livello più raffinato di indagine, è stato possibile constatare che questo effetto è generato dalle attività brevettuali, che registrano l'effetto in media più stabile nelle varie specificazioni dei modelli. Le pubblicazioni non sono mai associate con variazioni statisticamente significative e questo può essere spiegato probabilmente con la lontananza dal mercato finale ed il maggior rischio della tipologia di ricerca a cui sottendono. L'effetto dei progetti finanziati è al contrario associato a un decremento del fatturato nella fase di ciclo economico in contrazione. Una possibile interpretazione di questi risultati è che le attività di ricerca finanziate dai progetti europei, essendo uno strumento elettivo di finanziamento per le innovazioni di prodotto ad alto contenuto sistemico e frutto di una pianificazione pluriennale con molti partner, consentono all'impresa una minore flessibilità e possibilità di adattamento delle tempistiche all'andamento del mercato nella fase di lancio dei prodotti. In questo caso, se l'impresa ha pianificato l'introduzione di un nuovo prodotto troppo velocemente, nel breve termine essa soffre più dei suoi concorrenti che non hanno innovato, perché sostituisce la sua gamma di prodotti in un momento in cui il mercato non è disposto a pagare un elevato spread di prezzo per i prodotti nuovi.

Un altro apporto significativo della nostra analisi è che l'entità dell'incremento generato dall'attività innovativa sulle vendite dipende in modo assai marcato dall'andamento congiunturale del mercato nel periodo in cui l'innovazione comincia a produrre i suoi effetti. L'entità dell'incremento è complessivamente modesta in valore assoluto nei periodi di congiuntura sfavorevole, mentre i periodi di espansione dell'economia esercitano un effetto di volano, amplificando il ritorno degli investimenti in ricerca e sviluppo. Questo risultato, che complessivamente conferma l'alto profilo di rischio dell'attività innovativa, dal punto di vista delle implicazioni manageriali, ribadisce l'importanza della scelta di tempo negli investimenti in innovazione e nel lancio di nuovi prodotti.

Dal punto di vista dimensionale, sono soprattutto le attività innovative nelle imprese di ridotta dimensione all'inizio del periodo di osservazione a far re-

C. Franzoni, G. Vitali

gistrare l'incremento di fatturato più significativo, a prescindere dal ciclo economico. Fra le tipologie di imprese, gli eventi registrati da fornitori specializzati generano l'effetto più significativo. Dai nostri dati non è possibile stabilire se questa variazione sia da attribuirsi ad un incremento dei prezzi o delle quantità vendute e se, complessivamente, la variazione delle vendite sia in grado di creare valore per l'impresa, una volta scontati i costi sostenuti per innovare. Quello che è certo è che, in generale, un incremento delle vendite non può che costituire un segnale di rafforzamento della posizione competitiva di medio e lungo termine di un'impresa e, in questo senso, deve essere salutato come un risultato fortemente ottimista sul valore strategico della ricerca e sviluppo per le imprese.

Infine, per quanto riguarda gli effetti dell'innovazione sulla dinamica occupazionale, i risultati dell'analisi indicano che, al netto dei controlli e dell'eterogeneità individuale non osservata, le attività innovative non sono complessivamente associate ad una variazione del personale impiegato. Questa evidenza è riscontrata nelle varie specificazioni del modello, sebbene i segni dei coefficienti siano sempre pressoché positivi, il che permetterebbe allo stesso tempo di escludere che siano in corso fenomeni di sostituzione capitale con lavoro.

Un impatto positivo e debolmente significativo si registra per i soli indicatori brevettuali, soprattutto in concomitanza con una fase di congiuntura economica espansiva. In questo caso sono le imprese di grandi dimensioni a mostrare un impatto più forte delle attività di ricerca e sviluppo sulla dinamica dell'occupazione, impatto che sembra anche più resistente alle flessioni congiunturali del mercato.

Summary

Economic impact of technological innovation: a panel data assessment by Chiara Franzoni e Giampaolo Vitali

The hypotheses that innovation is beneficial to firm performance is tested on a new and original sample of micro-level data, stored in panel format.

We checked for the effect of innovations in the form of patents, publications and research projects on variations of sales and personnel.

Results of the fixed effect estimation show that growth in sales is positively associated to R&D activities accomplished in the two previous years. This effect varies depending on the economic cycle, on the size of the firm, on its sectoral features and on the type of innovative activity. There is however almost no statistically significant impact of innovation activities on the number of workers employed, except for a small positive effect of patents, limited to big companies. Although we cannot distinguish innovative activities concerning new products from those concerning new processes, our results do not support the hypotheses of manpower displacement.

JEL Classification: L25; L29; O12

Riferimenti bibliografici

- Acs Z.J., Audretsch D.B., 1988, "Innovation in Large and Small Firms", *American Economic Review*, 78 (4), 678-690.
- Antonelli C. (a cura di), 1999, *Conoscenza tecnologica*, Edizioni Fondazione Giovanni Agnelli, Torino.
- Antonelli C., Calderini M., 2001, *Le misure della ricerca*, Edizioni Fondazione Giovanni Agnelli, Torino.
- Archibugi D., Coco A., 2005, "Measuring technological capabilities at the country level: a survey and a menu for choice", *Research Policy*, vol. 34, n. 2, pp. 175-194.
- Arora, A., Gambardella A., 1994, "The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour", *Research Policy*, 23, pp. 523-532.
- Arrow K., 1962, "Economic welfare and the allocation of resources for invention", in Nelson R.R. (ed.) *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Audretsch D. B., 1995, "Firm profitability, growth, and innovation", *Review of Industrial Organization*, 10 (5), 579-588.
- Audretsch D.B., Feldman M.P., 1996, "R&D spillovers and the geography of innovation and production", *American Economic Review*, 86 (3), 630-640.
- Boulding W., Christen M., 2001, "First-mover disadvantage. New research reveals the surprisingly high cost of being a pioneer", *Harvard Business Review*, October 2001, 20-21.
- Brouwer E., Kleinknecht A., Reijnen J.O.N., 1993, "Employment growth and innovation at the firm level. An empirical study", *Journal of Evolutionary Economics*, 3 (2), 153-159.
- Callon M., Law J., Rip A. (eds.), 1986, *Mapping the Dynamics of Science*, Macmillan, London.
- Cozzarin B.P., 2004, "Innovation quality and manufacturing firms performance in Canada", *Economics of Innovation and New Technology*, April, 13 (3), 199-216.
- Crepon B., Duguet E., Mairesse J., 1998, "Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level", *Economics of Innovation and New Technology*, 7 (2), 115-158.
- De Marchi M., Rocchi M., 2003, "Problematiche relative alle politiche pubbliche per la ricerca industriale in Italia", *L'Industria*, 24 (2), 2, 363-383.
- Dosi G., Llerena P., Sylos Labini M., 2005, "Evaluating and Comparing the innovation performance in the United States and the European Union", mimeo.
- Engel D., Rothgang M., Trettin L., 2004, "Innovation and impact on growth of SME – Empirical evidence from craft dominated industries in Germany", paper presented at *31th EARIE conference*, Berlin, Germany.
- EU Commission, 2004, *Innovation Scoreboard 2004. Comparative Analysis of Innovation Performance*, Bruxelles, 19-11-2004.
- EU Commission, 2005, "The economic cost of non Lisbon, European Economy", *Occasional Paper*, N.16, March.
- Falk M., Seim K., 2001, "The impact of information technology on high-skilled labour in services: evidence from firm-level panel data", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 10, pp. 289-323.
- Freel M. S., 2000, "Do small innovating firms outperform non-innovators?", *Small Business Economics*, May, 14 (3), 195-210.

- Freeman C., Soete L., 1997, *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, London.
- Geroski P., 1995, "Innovation and competitive advantage", *Oecd, Working Paper*, n. 159.
- Geroski P., Machin S., Van Reenen J., 1993, "The profitability of innovating firms", *RAND Journal of Economics*, 24 (2), 198-211.
- Greenan N., Guellec D., 1998, "Firm organization, technology and performance: an empirical study", *Economics of Innovation and New Technology*, 6, 313-347.
- Griffith R., Huergo E., Mairesse J., Peters B., 2006, "Innovation and productivity across four European countries", *NBER Working Paper*, 12722.
- Guidetti G., Mazzanti M., Pini P., 2006, "Innovazioni tecno-organizzative e performance economiche", in Pini P. (a cura di), *Dinamiche innovative, conoscenza, performance*, FrancoAngeli, Milano.
- Hall B.H., Kramarz F., 1998, "Introduction: effects of technology and innovation on firm performance, employment, and wages", *Economics of Innovation and New Technology*, 5 (2-4), 99-107.
- Harrison P., Jamandreu J., Mairesse J., Peters B., 2005, "Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro data on four European countries", *Munich Personal RePEc Archive Paper* 1245, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1245/>
- Himmelberg C.P., Petersen B.C., 1994, "R&D and internal finance: a panel study of small firms in high-tech industries", *The Review of Economics and Statistics*, 76 (1), 38-51.
- Husoo K., Leppalahti A., Niininen P., 1996, R&D, "Innovation and firm performance. Studies on the panel data of Finnish manufacturing firms", *Statistics Finland, Science and Technology*, 1996, vol. 3, Helsinki.
- Jaffe A.B., Trajtenberg M., 1999, "International knowledge flows: evidence from patent citations", *Economics of Innovation and New Technology*, 8, 105-136.
- Janz N., Lööf H., Peters B., 2003, "Firm level innovation and productivity – Is there a common story across countries?", *Cesis, Electronic Working paper*, n. 24.
- Klette T.J., Forre S.E., 1998, "Innovation and job creation in a small open economy. Evidence from Norwegian manufacturing plants 1982-1992", *Economics of Innovation & New Technology*, 5 (2-4), 247:273.
- Klette T.J., Griliches Z., 2000, "Empirical patterns of firm growth and R&D investment: a quality ladder model interpretation", *The Economic Journal*, 110, 363-387.
- Leiponen A., 2000, "Competencies, innovation and profitability of firms", *Economics of Innovation and New Technology*, 9 (1), 1-24.
- Mairesse J., Sassenou M., 1991, "R&D and productivity: a survey of econometric studies at the firm level", *NBER Working Paper* 3666.
- Mansfield E., Rapoport J., Romeo A., Wagner S. and Beardsley G., 1977, "Social and private rates of returns from industrial innovation", *Quarterly Journal of Economics*, 91 (2), 221-240.
- Motohashi K., 1998, "Innovation strategy and business performance of Japanese manufacturing firms", *Economics of Innovation and New Technology*, 7 (1), 27-52.
- Nås S. O., Leppälahti A., 1997, "Innovation, firm profitability and growth", *STEP Group*, Oslo, R-01, ISSN 0804-8185.
- Pacelli L., Rapiti F., Revelli R., 1998, "Employment and mobility of workers in industries with different intensity of innovation: evidence on Italy from a panel of workers and firms", *Economics of Innovation & New Technology*, 5 (2-4), 273:301.

- Pavitt K., 1984, "Sectoral patterns of technical change: toward a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, pp. 343-373.
- Peters B., 2004, "Employment effects of different innovation activities: microeconomic evidence", *ZEW Discussion Paper*, n. 04-73, Berlin.
- Petit R., 1995, "Employment and technological change", in Stoneman P. (a cura di), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- Piva M., Vivarelli M., 2005, "Innovation and employment: evidence from Italian microdata", *Journal of Economics*, 80 (1), 65-83.
- Regev H., 1998, "Innovation, skilled labour, technology and performance of Israeli industrial firms", *Economics of Innovation & New Technology*, 5 (2-4), 301-324.
- Sandven T., 2000, "Innovation and economic performance at the enterprise level", *STEP Group, Oslo*, R-10, ISSN 0804-8185.
- Scherer F.M., 1984, *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Soete L., Dosi G., 1983, *Technology and Employment in the Electronic Industry*, Pinter, London.
- Teece D.J., 1986, "Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing, and public policy", *Research Policy*, 15 (6), 285-305.
- Vernon R., 1966, "International investment and international trade in the product cycle", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 80, pp. 190-207.
- Vivarelli M., Evangelista R., Pianta M., 1996, "Innovation and employment in Italian manufacturing industry", *Research Policy*, 25, 1013-1026.
- Vivarelli M., 2007, "Innovation and employment: a survey", *IZA Discussion Paper* No. 2621, Bohn.

Appendice

Tab. A.1 – Descrizione delle variabili nel database finale (campione ristretto)

Variabile	Descrizione	Database sorgente	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
conseggio			1382	0,0651	0,2468	1	14269
Innova	anno di costituzione dell'impresa.	AIDA - Bureau Van Dijk	1382	1976,613	14,5325	0	1
anno di costituzione	in attività, cessata, in liquidazione, in fallimento	AIDA - Bureau Van Dijk	1382	0,0217	0,1554	0	2000
stato giuridico	classificazione Ateco 2002 a 2 cifre	AIDA - Bureau Van Dijk	1382	256,9689	59,8896	150	366
ateco 2 cifre	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1993	Espacenet	1382	0,0051	0,0891	0	2
brevetti 1993	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1994	Espacenet	1382	0,0087	0,1138	0	3
brevetti 1994	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1995	Espacenet	1382	0,0123	0,1493	0	3
brevetti 1995	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1996	Espacenet	1382	0,0123	0,1392	0	3
brevetti 1996	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1997	Espacenet	1382	0,0087	0,1138	0	3
brevetti 1997	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1998	Espacenet	1382	0,0085	0,1138	0	2
brevetti 1998	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 1999	Espacenet	1382	0,0088	0,1138	0	2
brevetti 1999	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 2000	Espacenet	1382	0,0181	0,2291	0	5
brevetti 2000	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 2001	Espacenet	1382	0,0113	0,1468	0	3
brevetti 2001	numero brevetti EPO - USPTO richiesti nel 2002	Espacenet	1382	0,0051	0,0771	0	1
progetti 1993	numero progetti di ricerca in corso nel 1993	Cordis	1382	0,0013	0,2491	0	7
progetti 1994	numero progetti di ricerca in corso nel 1994	Cordis	1382	0,0145	0,274	0	7
progetti 1995	numero progetti di ricerca in corso nel 1995	Cordis	1382	0,0159	0,2843	0	7
progetti 1996	numero progetti di ricerca in corso nel 1996	Cordis	1382	0,0166	0,3388	0	10
progetti 1997	numero progetti di ricerca in corso nel 1997	Cordis	1382	0,0246	0,4669	0	12
progetti 1998	numero progetti di ricerca in corso nel 1998	Cordis	1382	0,0311	0,531	0	14
progetti 1999	numero progetti di ricerca in corso nel 1999	Cordis	1382	0,0282	0,427	0	11
progetti 2000	numero progetti di ricerca in corso nel 2000	Cordis	1382	0,0304	0,465	0	12
progetti 2001	numero progetti di ricerca in corso nel 2001	Cordis	1382	0,0259	0,392	0	10
progetti 2002	numero progetti di ricerca in corso nel 2002	Cordis	1382	0,0232	0,352	0	11
pubblicazioni 1993	numero pubblicazioni scientifiche nel 1993	ISI Web of Knowledge	1382	0,0029	0,1076	0	4
pubblicazioni 1994	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1994	ISI Web of Knowledge	1382	0,0014	0,038	0	1
pubblicazioni 1995	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1995	ISI Web of Knowledge	1382	0,0051	0,1172	0	3
pubblicazioni 1996	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1996	ISI Web of Knowledge	1382	0,0022	0,0465	0	1
pubblicazioni 1997	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1997	ISI Web of Knowledge	1382	0,0065	0,1396	0	4
pubblicazioni 1998	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1998	ISI Web of Knowledge	1382	0,0007	0,0269	0	1
pubblicazioni 1999	numero di pubblicazioni scientifiche nel 1999	ISI Web of Knowledge	1382	0,0007	0,0269	0	1
pubblicazioni 2000	numero di pubblicazioni scientifiche nel 2000	ISI Web of Knowledge	1382	0	0	0	0
pubblicazioni 2001	numero di pubblicazioni scientifiche nel 2001	ISI Web of Knowledge	1382	0,0007	0,0269	0	1
pubblicazioni 2002	numero di pubblicazioni scientifiche nel 2002	ISI Web of Knowledge	1382	0,0007	0,0269	0	1
fatturato 1997	fatturato dell'impresa nel 1997	AIDA - Bureau Van Dijk	1382	589,222	6388,864	134732	67300000
fatturato 1998	fatturato dell'impresa nel 1998	AIDA - Bureau Van Dijk	1379	625,862	7258,749	412070	12600000
fatturato 1999	fatturato dell'impresa nel 1999	AIDA - Bureau Van Dijk	1380	725,862	7725,862	0	12600000
fatturato 2000	fatturato dell'impresa nel 2000	AIDA - Bureau Van Dijk	1380	714,020	8723,939	0	13800000
fatturato 2001	fatturato dell'impresa nel 2001	AIDA - Bureau Van Dijk	1377	735,177	8913,480	0	12300000
fatturato 2002	fatturato dell'impresa nel 2002	AIDA - Bureau Van Dijk	1370	729,989	9030,372	0	13500000
valore aggiunto 1997	valore aggiunto dell'impresa nel 1997	AIDA - Bureau Van Dijk	1378	154,281	1507,596	-532,222	22600000
valore aggiunto 1998	valore aggiunto dell'impresa nel 1998	AIDA - Bureau Van Dijk	1256	165,1964	1557,329	-694,583	18500000
valore aggiunto 1999	valore aggiunto dell'impresa nel 1999	AIDA - Bureau Van Dijk	1352	171,2970	1920,508	-142,126	41200000
valore aggiunto 2000	valore aggiunto dell'impresa nel 2000	AIDA - Bureau Van Dijk	1359	181,0208	2117,998	-321,691	48500000
valore aggiunto 2001	valore aggiunto dell'impresa nel 2001	AIDA - Bureau Van Dijk	1283	187,426	2138,474	-2298,222	43300000
valore aggiunto 2002	valore aggiunto dell'impresa nel 2002	AIDA - Bureau Van Dijk	1343	184,306	2171,217	-1655,145	43800000
addetti 1996	addetti medi annui dell'impresa nel 1996	ASIA	1382	32,8871	24,1476	1	114
addetti 1997	addetti medi annui dell'impresa nel 1997	ASIA	1380	34,612	34,3076	0	903
addetti 1998	addetti medi annui dell'impresa nel 1998	ASIA	1375	35,7424	34,7806	0	880
addetti 1999	addetti medi annui dell'impresa nel 1999	ASIA	1375	37,4746	37,4746	0	880
addetti 2000	addetti medi annui dell'impresa nel 2000	ASIA	1354	37,7454	36,6304	0	820
addetti 2001	addetti medi annui dell'impresa nel 2001	ASIA	1354	37,7454	36,6304	0	820
addetti 2002	addetti medi annui dell'impresa nel 2002	ASIA	1325	37,2008	36,9939	0	825