

CRENOS
CENTRO RICERCHE
ECONOMICHE NORD SUD
Università di Cagliari
Università di Sassari

**R&S E SPILLOVER INDUSTRIALI:
UN'ANALISI SULLE IMPRESE ITALIANE**

Giuseppe Medda
Claudio Piga

WORKING PAPERS



2004/06

Giuseppe Medda
Università di Cagliari
gmedda@yahoo.it

Claudio Piga
Nottingham University Business School,
University of Sassari and Crenos
Claudio.Piga@Nottingham.ac.uk

R&S E SPILLOVER INDUSTRIALI: UN'ANALISI SULLE IMPRESE ITALIANE

Abstract

In questo lavoro l'analisi degli spillover si è concentrata sulle esternalità fra le imprese italiane del tipo intra- e inter-industry ed i loro effetti sulla produttività. Le relazioni tra i vari settori sono state approssimate attraverso una matrice degli scambi commerciali. I principali risultati sono i seguenti:

- un importante effetto degli spillover intra-industry, con dei rendimenti superiori alla media dei risultati presenti in letteratura. La localizzazione geografica non sembra invece determinare notevoli effetti intra-settoriali.
- le stime degli spillover inter-industry mostrano dei risultati all'interno di un range minore di quelli intra-settoriali, con un effetto più netto degli spillover provenienti a monte della catena produttiva (supply-driven) rispetto a quelli customer-driven.

In conclusione, le imprese possono sfruttare a scopi produttive conoscenze di altri, a patto che appartengano a settori manifatturieri ad alta intensità tecnologica, che intrattenga rapporti commerciali, sia a monte sia a valle della catena produttiva, con imprese di industrie dinamiche da un punto di vista tecnologico.

Key Words: total factor productivity, R&D, spillover, selectivity, firm level

JEL Classification: C21, C80, D24, O30.

Marzo 2004

Introduzione

Le conoscenze tecnologiche sono caratterizzate da una forte incertezza riguardante sia il processo attraverso cui sono generate, sia le difficoltà relative alla piena appropriabilità dei rendimenti delle spese rivolte alle attività innovative. Queste ultime sono connesse alla presenza delle esternalità che assumono il ruolo di fonte di rendimenti crescenti attraverso l'espletamento di economie di specializzazione e di learning by doing, rese celebri da Arrow (1962) e Sheshinski (1967).¹ Tali lavori, origine di parte delle moderne teorie della crescita endogena, prevedono che la produttività di un'impresa o un'industria dipenda non solo dagli sforzi e dagli investimenti in tecnologia della stessa impresa o industria, ma anche dalle conoscenze liberamente accessibili, frutto della ricerca delle imprese o industrie vicine.

La natura "non rivale" e la non completa escludibilità delle conoscenze tecnologiche permettono alla singola impresa di usufruire dello stock di tecnologia presente nell'ambiente in cui si trova, così da superare la barriera dei rendimenti costanti di scala rispetto ai fattori di produzione (Romer, 1990). In questo modo si crea una differenza fra rendimenti *privati* e rendimenti *sociali* delle attività innovative, perché ogni singolo operatore non può appropriarsi pienamente dei suoi investimenti in R&S, e la collettività usufruisce in maniera più che proporzionale degli investimenti aggregati (Romer, 1986, Griliches, 1991). Le moderne teorie della crescita hanno mostrato che in questo modo è possibile che un'economia sperimenti dei tassi di crescita positivi nel lungo periodo, contrariamente alla teoria neoclassica, che prevede rendimenti marginali decrescenti e concorrenza perfetta.

La letteratura empirica sulla crescita economica e, in particolare, sulla relazione fra la R&S e la produttività hanno dato grande attenzione agli spillover tecnologici. Sulla base dei contributi pionieristici di Terleckyj (1974), Griliches (1979) e Scherer (1982), sono stati svolti molti studi sugli effetti degli spillover tecnologici sulla produttività a livello macroeconomico (industrie o intere economie), ma, solo recentemente, anche a livello di impresa. A causa di enormi difficoltà concettuali e di misurazione, la letteratura sugli spillover tecnologici presenta una grande eterogeneità per quanto riguarda gli ap-

¹ V. Griliches (1991) per ulteriori riferimenti riguardo alle origini dello studio degli spillovers tecnologici.

procci impiegati; le stime dell'impatto degli effetti spillover variano notevolmente fra i diversi lavori, sebbene l'importanza del fenomeno sia ormai acquisita all'interno dell'economia dell'innovazione tecnologica.

Un risultato generale della letteratura è dato dalla stima di rendimenti maggiori degli effetti spillover rispetto ai rendimenti privati. Griliches (1991) ha evidenziato come il rapporto fra rendimenti sociali e privati della R&S si assesti intorno ad 1,5 – 2, evidenziando così l'importanza degli spillover tecnologici.

In questo studio si analizza la relazione fra spillover industriali e crescita della produttività del lavoro per un campione di imprese manifatturiere italiane, nel periodo 1995 – 97, estendendo l'analisi dei rendimenti privati della R&S svolta da Medda, Piga e Siegel (2003). A tal proposito si considereranno due diversi concetti di spillover: gli spillover tecnologici intra-industry e quelli inter-industry. Se per quanto riguarda i primi esiste una metodologia assestata che può essere ricondotta teoricamente al modello di Romer (1986), nel secondo caso la misurazione degli spillover è più complessa e coinvolge il concetto di distanza (in senso lato) fra imprese. In questo lavoro si è scelto di adottare l'approccio introdotto da Terleckyj (1974), il quale misura la prossimità delle imprese in base alle matrici input – output a livello d'industria. Più alta è l'intensità degli scambi fra due settori, maggiore è la probabilità che avvengano scambi di tecnologia sia consapevolmente, sia mediante il meccanismo degli spillover (Coe e Helpman, 1995). La disponibilità di matrici inter-settoriali di importazione ed esportazione permette inoltre la distinzione fra spillover supplier e customer-driven al fine di stimare se la principale fonte di esternalità tecnologiche risiede a monte, grazie alle interazioni coi fornitori, o a valle, tramite le collaborazioni con gli utilizzatori dei prodotti dell'impresa (Bartelsman et al., 1994; Morrison Paul e Siegel, 1999).

Le stime svolte in questo studio dimostrano la presenza di esternalità tecnologiche con forti rendimenti sulla crescita della produttività delle imprese. La tecnologia media presente in un'industria ha un notevole impatto sulla performance delle imprese che vi appartengono, confermando l'ipotesi di Arrow (1962) e Romer (1986) secondo cui gli sforzi innovativi di ogni impresa formano un capitale di conoscenze di cui l'intera economia può beneficiare, grazie alla natura non rivale della tecnologia. Non è riscontrato un risultato analogo dal punto di vista geografico, ma si rimanda a più

approfondite analisi per sondare il ruolo della territorialità per il trasferimento delle conoscenze tecnologiche². Per quanto riguarda il trasferimento di tecnologia fra industrie, si riscontra un impatto positivo sulla produttività del potenziale tecnologico delle imprese con cui si intrattengono rapporti di scambio. In particolare, le imprese che hanno relazioni con fornitori tecnologicamente dinamici riescono ad appropriarsi della tecnologia incorporata nei beni acquistati o, più generalmente, a trarre benefici dal semplice fatto di avere rapporti industriali con esse; tali benefici sono tanto maggiori, quanto più intensi sono i rapporti di scambio fra imprese (Coe e Helpman, 1995).

Il lavoro è suddiviso nei seguenti paragrafi: il primo presenta una descrizione del concetto di spillover tecnologici, con una rassegna dei problemi teorici e pratici di definizione e misurazione; nel secondo paragrafo si espone un modello per la stima dei rendimenti delle esternalità tecnologiche in termini di crescita di produttività. Il terzo paragrafo è dedicato alla descrizione del campione impiegato e alla definizione delle variabili costruite per l'analisi econometrica, la cui metodologia è presentata nel quarto paragrafo, insieme ai risultati delle stime.

1 Il concetto di spillover e problemi di misurazione

Gli spillover tecnologici hanno un ruolo centrale all'interno dei modelli della crescita endogena (Romer, 1994; Barro e Sala-i-Martin, 1995; Parente e Prescott, 2002). Per spiegare la crescita di lungo periodo, questi modelli fanno riferimento alla doppia natura, privata e pubblica, della conoscenza creata attraverso le attività innovative, prime fra tutte, la R&S. L'aspetto pubblico deriva dal fatto che i prodotti della R&S sono classificabili come beni pubblici, ovvero sono almeno in parte considerati non rivali e non escludibili, cosicché gli investimenti in tecnologia di un'impresa possono portare benefici alla produttività di altre imprese. In questo modo, l'economia aggregata può superare la barriera dei rendimenti decrescenti e sperimentare tassi di crescita positivi nel lungo periodo. Comprendere la natura di tali esternalità è un argomento cruciale al fine di verificare se tali modelli forniscono strumenti utili per spiegare la crescita economica.

² Si veda, fra gli altri, Paci e Usai (2000), Orlando (2002), Moreno, Paci e Usai (2004).

Il problema maggiore degli spillover consiste nella loro misurazione, per stimare econometricamente il loro rendimento sulla produttività. L'espressione seguente mette in relazione gli spillover S di cui può appropriarsi l'impresa i , con lo stock tecnologico R dell'impresa j .

$$(1) \quad S_i = \sum_{j \neq i}^n w_{ij} R_j;$$

Il parametro w_{ij} indica la “distanza”, genericamente intesa, fra l'impresa i , ricevente lo spillover, e l'impresa j che emana l'esternalità. Esso ha il compito di ponderare il potenziale spillover proveniente da differenti imprese che possono trovarsi più o meno “vicine” all'impresa i . Seguendo il modello di Romer (1986), w_{ij} dovrebbe essere pari ad uno per ogni i e per ogni j , poiché ogni impresa beneficia del totale ammontare di tecnologia esistente all'interno di un'economia, a prescindere dalla propria localizzazione geografica e dall'esistenza o meno di rapporti stretti con altri soggetti (Bernstein, 1988; Los e Verspagen, 2000). In questo caso, la misura che si ottiene attraverso la (1) cattura principalmente i *knowledge spillover* che sono svincolati dalle transazioni economiche, a differenza dei *rent spillover* che sono dovuti all'imperfezione dei prezzi dei beni tecnologicamente avanzati.³Ovvero, i *rent-spillovers* si generano in quanto i prezzi pagati dagli utenti finali dei prodotti ad alto contenuto tecnologico ed innovativo non sono adeguatamente aggiustati per tenere conto del miglioramento qualitativo incorporato nei prodotti stessi - nel qual caso l'innovatore-produttore potrebbe praticare prezzi monopolistici - ma sono dei prezzi ribassati a causa della forte concorrenza vigente nel mercato delle innovazioni (Van Pottelsberghe, 1997). Questo fornisce una rendita per gli acquirenti di prodotti incorporanti nuove tecnologie.

I *knowledge spillover* sono connessi essenzialmente allo scambio di beni tecnologicamente avanzati o, meglio, allo scambio vero e proprio di tecnologia per mezzo, per esempio, di brevetti industriali. Secondo un'ottica più rigorosa (Griliches, 1991), i *knowledge spillover* puri sono completamente liberi da qualsiasi transazione economica; in questo senso i *rent spillover* non sono veri spillover perché trovano spesso la loro origine da errori di misura-

³ Griliches (1979, 1991); van Meijl (1995).

zione. Inoltre, non si può neanche parlare di vere esternalità neanche nel caso di corretto calcolo dei prezzi, proprio a causa della transazione che origina il fenomeno (Los e Verspagen, 2000).⁴ In questo caso, il coefficiente w_{ij} dovrebbe misurare la distanza fra le imprese all'interno di uno spazio della tecnologia. Jaffe (1986, 1988) ha introdotto un approccio nel quale la posizione dell'impresa nello spazio tecnologico è caratterizzato dalla distribuzione dei suoi brevetti in classi, e ha osservato effetti positivi delle esternalità tecnologiche sull'impresa, sia per quanto riguarda l'ammontare di investimenti effettuati in R&S, sia per quanto riguarda la produttività. In altri studi, Goto e Suzuki (1989) misurano la distanza tecnologica in base al tipo di R&S svolta dalle imprese, mentre Adams (1990) si basa sul numero di scienziati assunti nello stesso tipo di qualifica.

I due tipi di spillover sono strettamente collegati fra di loro ed è molto difficile ottenere una stima che rifletta esclusivamente la misura di un tipo o dell'altro. L'approccio di misurazione che si basa sugli scambi fra imprese, sia che si tratti di beni intermedi, sia di brevetti o di personale, fa riferimento ad una transazione economica piuttosto che ad un puro legame tecnologico. La conseguenza è che ogni transazione di tecnologia, portatrice di knowledge spillover, è accompagnata un rent spillover, a causa dell'imperfezione del sistema dei prezzi. L'imperfezione del metodo di misurazione *user-producer* può essere osservata anche da un altro punto di vista: non tutti i knowledge spillover necessitano di una transazione per manifestarsi, poiché il progresso tecnologico raggiunto da un'impresa può essere utile ad un'altra impresa che non ha alcun rapporto con la prima.⁵

Accettando l'ipotesi che un'impresa non possa beneficiare dell'intero stock di tecnologia presente in un'economia (Romer, 1986), ma volendo limitare lo spazio entro cui gli spillover si propagano o sono più forti, il coefficiente w_{ij} dell'equazione (1) può assumere un valore pari ad uno se l'impresa

⁴ I modelli di crescita endogena à la Romer (1986) sono concepiti sulla base dei knowledge spillover. In essi, la tecnologia spinge la crescita economica proprio per la sua natura di bene pubblico, non rivale e non escludibile (Romer, 1994).

⁵ Verspagen (1997) esemplifica questa situazione con le imprese del settore delle plastiche e della gomma che, per la natura chimica della propria tecnologia, possono beneficiare dalle conoscenze tecnologiche dei produttori di fertilizzanti, pur non essendovi fra le due imprese alcuna interazione di tipo user-producer, o essendo tale relazione del tutto marginale.

appartiene allo spazio (industriale, tecnologico, geografico, o combinazioni delle tre dimensioni) individuato dall'indice j , oppure zero. Si assume, cioè, che l'impresa i possa beneficiare della propria posizione all'interno dello spazio j ricevendo gli spillover prodotti dalla tecnologia di tale spazio. Nel caso di dimensioni geografiche o settoriali, si parla rispettivamente di spillover intra-region o intra-industry e nelle analisi econometriche la produttività di ogni impresa viene messa in relazione con una variabile che rispecchia il livello tecnologico del settore industriale o della regione di appartenenza (Bernstein, 1988; Bernstein e Nadiri, 1989). In altre parole, l'intensità tecnologica dello spazio j assume lo stesso valore per tutte le imprese appartenenti a tale spazio, inteso in senso settoriale, geografico o combinazioni delle due dimensioni.⁶

Quando s'intende misurare l'impatto degli spillover da industrie o regioni differenti è necessario tenere conto della distanza che separa l'impresa che emana l'esternalità da quella che ne usufruisce. La misurazione della distanza industriale fra le imprese avviene tramite l'utilizzo di tavole input-output in cui si hanno a disposizione i flussi di beni fra i settori manifatturieri.⁷ Se il settore i ha un grande scambio commerciale con il settore j , è probabile che le imprese appartenenti al primo settore usufruiscano di spillover provenienti dal secondo in misura maggiore rispetto che da altri settori. Secondo questo ragionamento, le varie misure della tecnologia esistente nei diversi settori sono ponderati in base alla distanza commerciale media. Attraverso l'utilizzo delle tavole intersettoriali si determinano così tanti valori della variabile S quanti sono i settori considerati e tutte le imprese appartenenti allo stesso settore avranno lo stesso valore. L'utilizzo delle matrici input-output intersettoriali per misurare la distanza fra le imprese non permette una distinzione fra rent e knowledge spillover, ma certamente produce una misura che si avvicina più al primo concetto che al secondo. Non si può comunque conclu-

⁶ In alternativa, possono essere utilizzate delle dummy settoriali e geografiche per cogliere (anche) i possibili intra-industry o intra-region spillover. Le esternalità provenienti dal settore o dalla regione di appartenenza sono anche dette Marshall – Arrow – Romer externalities (Glaeser et al. 1992). Le esternalità provenienti da settori o regioni differenti sono spesso dette dinamiche o Jacobs' externalities (Jacobs, 1969)

⁷ Fra i primi ad utilizzare questo approccio, Terleckyj (1974) a livello industriale. Fra i lavori più recenti e a livello d'impresa, Wakelin (2001).

dere che, considerando le transazioni economiche, la misura ottenuta sia attribuibile interamente ai rent spillover (Griliches e Lichtenberg, 1984; Griliches, 1991). All'interno della letteratura empirica sugli spillover tecnologici fra imprese o industrie, sono pochi gli studi che cercano di distinguere fra rent e knowledge spillover e, quando lo fanno, si concentrano sulla stima di un tipo o dell'altro (Van Pottelsberghe, 1997).

Gli studi che hanno cercato di isolare il contributo dei knowledge spillover si basano sulla creazione di uno spazio della tecnologia all'interno del quale posizionare le imprese, al fine di ottenere una misura della distanza tecnologica fra di esse. Quanto più due imprese sono tecnologicamente vicine, tanto maggiore sarà l'intensità del flusso di spillover tecnologici di cui potranno avvantaggiarsi reciprocamente. Generalmente la distanza tecnologica fra due imprese o due industrie viene calcolata in base allo spazio dei brevetti oppure dalle citazioni dei brevetti. Il metodo di calcolo è molto simile a quello utilizzato nel caso delle tavole intersettoriali e può seguire diverse vie (Griliches, 1991). Schankerman (1979) utilizza la classificazione della R&S per campo di ricerca al fine di determinare se certe imprese svolgono R&S su prodotti appartenenti ad un'industria differente da quella di appartenenza, nel qual caso le due industrie risultano tecnologicamente vicine; Jaffe (1986) colloca le imprese all'interno di uno spazio determinato dalle tavole della diversificazione industriale. In altri lavori si calcola il numero di citazioni incrociate dei brevetti per campi di attività economica; si utilizza una classificazione dei brevetti industriali o delle innovazioni per industria di "produzione" e industria utilizzatrice, calcolando quindi la prossimità in proporzione alla connessione tecnologica fra settori industriali (Scherer, 1982; Sterlacchini, 1989). In tutti i casi sopra esposti è necessario costruire una funzione che pesi l'indice di progresso tecnologico dell'impresa o dell'industria che emana l'esternalità, oppure si creano delle classi per raggruppare le stesse imprese o industrie come vicine, medie e lontane. Molto spesso la disponibilità dei dati non permette infatti la determinazione di una funzione raffinata di distanza. Siccome in questo lavoro non si utilizzeranno gli approcci appena accennati, si rimanda ad altre rassegne per un'analisi dettagliata (Griliches, 1991; Nadiri, 1993; Van Pottelsberghe, 1997).

2 Un modello per la produttività con spillover tecnologici

Non esiste un approccio generale alla misura degli spillover, né tanto meno una metodologia univoca per la stima degli effetti degli spillover stessi. Un metodo molto diffuso consiste nell'estendere il R&S Capital Stock Model di Griliches (1979), permettendo alla funzione di produzione Y di comprendere, oltre ai fattori di produzione classici e il capitale privato di R&S, un elemento aggiuntivo costituito da una variabile denominata S indicante il livello degli spillover provenienti dalla tecnologia esterna all'impresa:

$$(2) \quad Y = A \cdot F(X_j, R, S) = A \left(\prod X_j^{\alpha_j} \right) \cdot R^\beta S^\varphi$$

dove Y è il prodotto dell'impresa, A è il progresso tecnologico esogeno Hicks – neutral, X_j rappresenta il fattore di produzione classico j (capitale, lavoro, materiali ed energia) e α_j le rispettive elasticità, R è lo stock di R&S dell'impresa e β la relativa elasticità, S indica gli spillover di cui l'impresa può beneficiare con un'elasticità pari a φ .⁸

Assumendo l'ipotesi di concorrenza perfetta e non formulando, per ora, alcuna ipotesi riguardo la scala dei rendimenti dei fattori classici, dopo avere differenziato la (2) rispetto al tempo ed effettuato alcuni passaggi algebrici, si perviene all'equazione seguente:

$$(3) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma + \sum \alpha_j \frac{\dot{X}_j}{X_j} + \rho \frac{RE}{Y} + \sigma \cdot \frac{RS}{Y}$$

$$\text{dove} \quad \alpha_j = \frac{A}{Y} F_j X_j; \quad \rho = AF_R; \quad \sigma = AF_S; \quad \overset{\circ}{R} = \frac{dR}{dt} = RE;$$

$$\overset{\circ}{S} = \frac{dS}{dt} = RS,$$

⁸ Non si sono indicizzati i fattori di produzione né il prodotto per non appesantire la notazione. Fino a diversa specificazione, si consideri che tutti i fattori sono specifici ad ogni singola impresa, mentre le elasticità sono parametri comuni da stimare.

dove RE indica la spesa per R&S di ogni singola impresa, mentre RS indica lo spettro di spillover esterni di cui può beneficiare l'impresa.

Sottraendo da entrambi i membri dell'equazione (3) la crescita del fattore lavoro, si ottiene la relazione fra la crescita della produttività del lavoro, e la crescita dei fattori classici in termini di unità di lavoro, dello stock di conoscenza misurato attraverso il flusso della R&S interna e degli spillover esterni:

$$(4) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} = \gamma + \sum \alpha_j \left(\frac{\dot{X}_j}{X_j} - \frac{\dot{L}}{L} \right) + (\mu - 1) \cdot \frac{\dot{L}}{L} + \rho \frac{RE}{Y} + \sigma \cdot \frac{RS}{Y}.$$

dove $\mu = \sum_j \alpha_j$.

La (4) evidenzia l'importanza della distinzione fra rendimento interno o diretto della R&S, rappresentato dal coefficiente ρ , e rendimento esterno o indiretto, ovvero lo spillover,⁸ rappresentato da σ .

Sempre partendo dalla (3), si può addivenire ad un'espressione che metta in relazione la variazione della produttività totale dei fattori classici (TFP) rispetto alla variazione dello stock di conoscenza. Infatti, partendo dalla (3) si giunge alla successiva, dopo aver sottratto da ambo i membri i tassi di crescita dei fattori classici, pesati per le rispettive elasticità:

$$(5) \quad \frac{\dot{TFP}}{TFP} = \gamma + \rho \frac{RE}{Y} + \sigma \cdot \frac{RS}{Y}.$$

Dopo aver ricordato che $TFP = \frac{Y}{\prod X_j^{\alpha_j}}$

Nonostante il contributo degli spillover tecnologici alla produttività sia riconosciuto da molti anni, solo negli ultimi trent'anni la misura di tale

fenomeno è diventata un punto focale dell'economia dell'innovazione. Se si guarda agli studi che utilizzano dati micro, si può notare che essi sono di data più recente e sicuramente in numero inferiore.

Rimandando ad altri lavori per delle rassegne complete (Nadiri, 1993; Van Pottelsberghe, 1998; Wieser, 2001a), ci si limita in questa sede a riassumere i principali risultati degli studi a livello di industria. Innanzitutto si segnala la grande eterogeneità dei risultati: Van Pottelsberghe (1998) fa notare una variazione del rendimento esterno della R&S fra studi che va da -45% (Odagiri e Kinukawa, 1997, su quattro settori industriali giapponesi) all'871% (van Meijl, 1997, su trenta industrie francesi). Un risultato fondamentale scaturisce dal confronto fra tasso di rendimento interno ed esterno: essendo il rapporto fra il secondo ed il primo pari a circa 2,5, si può dire che il rendimento sociale della R&S è almeno doppio rispetto al rendimento privato. Nonostante non si possano direttamente comparare le stime dei rendimenti esterni basati su studi intra e inter-industry, i rendimenti della R&S svolta da industrie differenti sono generalmente superiori a quelli della R&S del settore di appartenenza; Wieser (2001a) calcola un rendimento medio intra-industry del 37% e inter-industry del 73%. In altre parole, gli spillover provenienti da industrie differenti da quella di appartenenza hanno un impatto sulla produttività molto più importante, segnalando la crucialità dei rapporti fra imprese diverse fra loro.

Van Pottelsberghe (1998) mette in evidenza una certa variazione dei risultati in connessione col sistema di calcolo della distanza fra imprese. Su 32 studi esaminati, i rendimenti esterni maggiori sono associati con l'utilizzo di matrici intersettoriali di beni intermedi o di flussi di investimenti, mentre sono i lavori mirati a stimare l'effetto dei knowledge spillover, con sistemi di determinazione di spazi della tecnologia, che trovano i rendimenti più deboli.

Per quanto riguarda gli studi empirici a livello micro, si noti come essi non siano particolarmente numerosi, forse a causa della scarsa reperibilità di dati a livello d'impresa o di impianto, che solo di recente sono stati raccolti da organi governativi o agenzie private.

La tabella 1 riassume le caratteristiche e i risultati principali degli studi concentrati sulla misurazione degli spillover tecnologici in relazione alle performance di imprese. Alcuni di tali studi si basano sull'analisi dell'impatto degli spillover sui costi di produzione (Bernstein, 1988; Bernstein e Nadiri,

1989), altri misurano la performance delle imprese tramite il margine di profitto o altri indicatori finanziari (Geroski, Machin e Van Reenen, 1993; Jaffe, 1986); Van Reenen (1997) considera l'effetto degli spillover sull'occupazione all'interno dell'impresa, mentre il resto degli altri lavori utilizza varie misure della produttività o del prodotto totale. La differenziazione fra gli studi più interessante ai fini della presente analisi riguarda le misure di prossimità utilizzate nella misurazione degli spillover. I lavori presentati nella tabella 1 possono essere distinti innanzitutto fra quelli che non impiegano alcun peso alle misure di tecnologia esterna utilizzate, ovvero utilizzano lo stesso peso per tutte le imprese appartenenti al medesimo spazio andando così a misurare l'impatto degli spillover intra-industry o intra region (Antonelli, 1994; Bernstein, 1988; Los e Verspagen, 2000, fra gli altri); altri studi, infine, stimano i possibili spillover provenienti da spazi differenti da quello di appartenenza, sia che si tratti di spazi tecnologici, settoriali o territoriali. In quest'ultimo caso, i pesi utilizzati sono differenziati. Ad esempio, in un caso relativo alla misurazione dell'impatto degli spillover inter-industry, la distanza fra imprese deriva dai flussi di scambi intersettoriali di beni intermedi o, in alcuni casi, di beni capitale; in molti altri studi, viene calcolata la distanza fra le industrie in base alla classificazione per settori dei brevetti o delle innovazioni, sulla traccia del lavoro di Jaffe (1986). Più precisamente, nel caso di Adams e Jaffe (1996) e Orlando (2000), la distanza fra imprese è calcolata in base alla localizzazione geografica, mentre Macdissi e Negassi (2002) stimano il potenziale apporto esterno di tecnologia in base alle risorse che l'impresa devolve alle cooperazioni o agli scambi di capitale con altre imprese.

Un'altra fonte di differenziazione degli studi riguarda il Paese di riferimento, oltre al periodo di tempo in esame. La maggioranza dei lavori coinvolge un solo Paese: predominano gli USA (otto studi), seguiti dal Regno Unito (3), India e Italia (2), Canada, Francia, Germania e Svezia (1). Solo tre studi abbracciano più Paesi: Branstetter (2001; USA e Giappone), Capron e Cincera (1998; Europa, Giappone e USA) e Wieser (2001b, Europa e USA).

In gran parte dei lavori le elasticità o i rendimenti degli spillover tecnologici sono significativamente positivi. Jaffe (1988, 1989) stima un effetto positivo degli spillover provenienti da imprese tecnologicamente vicine, utilizzando un campione di imprese statunitensi negli anni settanta. Capron e Cincera (1998) trovano delle stime molto simili a quelle di Jaffe per il periodo

a cavallo fra anni ottanta e novanta, con la differenza di un effetto maggiore per gli spillover locali. Bernstein (1988), considerando un campione di imprese canadesi nel periodo 1978-88, effettua una doppia distinzione fra rendimenti privati e sociali della R&S, da una parte, e spillover intra e inter-industry, dall'altra. Il risultato della sua analisi, che accerta la presenza di spillover, è la grande importanza sia in termini assoluti sia relativi dei rendimenti sociali rispetto a quelli privati. Los (2000) e Los e Verspagen (2000) stimano l'effetto degli spillover inter-industry maggiore di quelli intra-industry, mentre, in un confronto internazionale, gli spillover provenienti dalla nazione di appartenenza sono generalmente maggiori di quelli provenienti dall'estero (Adams e Jaffe, 1996; Branstetter, 2001).

TABELLA 1
SPILLOVER TECNOLOGICI A LIVELLO D'IMPRESA: RASSEGNA EMPIRICA

autore	paese	periodo	osserv.	calcolo spillover	variabile dipendente	modello econometrico	risultati principali
Adams, Jaffe (1996)	USA	1974-88	19561	dist. geografica	Tfp	panel	impatto positivo (0,01 - 1,92; maggiore quello della tecnologia nazionale rispetto a quella internazionale)
Aiello, Pupo (2002)	Italia	1989-97	380 - 2254	nessuno (intra-industry)	prod. lavoro	pooled cross section	spillover positivi (0,05 - 0,107)
Antonelli (1994)	Italia	1984-85	92	nessuno (intra-industry)	prod. Lavoro (crescita)	cross section	risultati non significativi
Basant, Fikkert (1993)	India	1974-1983	787	dist. tecnol. (posizione in spazio di brevetti)	prod. lavoro	cross section	spillover non significativi sia nazionali, sia internazionali
Bernstein (1988)	Canada	1978-88	680	nessun peso (intra-industry)	costo di produzione	pool	impatto positivo (0,17 - 0,24)
Bernstein, Nadiri (1989)	USA	1965-78	48	nessun peso (intra-industry)	costo di produzione	pool	impatto positivo (0,09 - 0,16)
Branstetter (2001)	USA, Giappone	1983-89	209 - 205	dist. tecnol. (posizione in spazio di brevetti)	prodotto (crescita)	cross section	impatto positivo degli spillover nazionali (0 - 0,83); non significativi o negativi quelli dall'estero
Capron, Cincera (2001)	Europa, USA, Giappone	1987-97	101 - 378 - 133	distribuzione dei brevetti per classi	prodotto (livello e crescita)	cross section, iv	impatto positivo degli spillover nazionali per gli usa (0,56 - 0,59) e internazionali per il Giappone (0,97 - 1,46)
Geroski, Machin, Van Reenan (1993)	UK	1972-1983	721	nessun peso (intra-industry)	margin di profitto	panel	producer e user-spillover mai significativi in diversi modelli
Harhoff (1998)	Germania	1979-89	443	distribuzione della r&s per classi	prodotto (crescita)	pool	impatto positivo (0,03)
Jaffe (1986)	USA	1972-77	432	distribuzione dei brevetti per classi	margin operativo lordo, q di tobin	cross section, pool, iv	impatto negativo ma scarsamente significativo
Jaffe (1988)	USA	1972-77	434	distribuzione dei brevetti per classi	prodotto (crescita)	cross section	impatto positivo (0,01 - 1,35) in diverse specificazioni

TABELLA 1 CONTINUO							
Jaffe (1989)	USA	1972-77	434	distribuzione dei brevetti per classi	prodotto, profitti, valore di mercato (crescite)	cross section	impatto positivo (0,03 - 0,17) in diverse specificazioni
Lindstrom (1999)	Svezia	1979-94	8441	nessun peso (intra-industry)	prodotto (crescita)	panel, iv	impatto positivo (0,27 - 0,97) ma poco robusto
Los (2000)	USA	1974-91	680	nessun peso (intra-industry); distanza tecnologica (brevetti) industriale	prod. lavoro (crescita)	panel	spillover intra-industry positivi (0,35 - 0,95); inter-industry positivi (0,29 - 1,17)
Los, Verspagen (2000)	USA	1974-93	680	nessun peso (intra-industry); distanza tecnologica (brevetti) industriale	prod. lavoro (crescita)	panel	spillover intra-industry positivi (0,39 - 0,62); inter-industry positivi (0,42 - 0,68)
Macdissi, Negassi (2002)	Francia	1990-96	2763	budget rivolto alle cooperazioni, scambio capitale	prod. lavoro (crescita)	cross section	spillover nazionali positivi (0,08 - 0,15); internazionali positivi (0,11)
Orlando (2000)	USA	1972-95	515	localizzazione geografica e settoriale	prodotto	panel	spillover maggiori da imprese vicine geograficamente e settorialmente, sia intra sia inter-industry
Raut (1995)	India	1975-86	192	nessun peso (intra-industry)	prodotto	panel	spillover positivi (0,06 - 0,36)
Van Reenen (1997)	UK	1976-82	598	nessun peso (intra-industry)	lavoro	pool	assenza di spillover
Wakelin (2001)	UK	1988-96	98	nessun peso (intra-industry); posizione in uno spazio delle innovazioni (inter-industry)	prod. lavoro (crescita)	cross section	intra-industry positivi in un modello (0,95); inter-industry non significativi
Wieser (2001b)	USA, Europa	1990-98	2198	nessun peso (intra-industry)	prod. lavoro (crescita)	pool	risultati non significativi

Guardando alla differenza fra rent-spillover e Knowledge-spillover, si possono annoverare fra gli studi che analizzano i secondi solo quelli che depurano le loro misure di R&S esterna da qualsiasi tipo di transazione economica: i lavori di Jaffe (1986, 1988, 1989) e tutti quelli che posizionano l'impresa in uno spazio dei brevetti o delle innovazioni prescindono dai rapporti commerciali fra le imprese impedendo alle imperfezioni dei prezzi di influenzare direttamente i rendimenti della tecnologia. In questo senso, anche tutti i lavori concentrati sugli spillover intra-industry o intra-region considerano le esternalità alla Romer (1986). Risulta comunque molto difficile quantificare distintamente l'impatto dei rent e dei knowledge-spillover.

Un risultato generale sull'impatto della R&S esterna è dato dalle stime maggiori in termini assoluti rispetto ai rendimenti privati; d'altra parte, l'impatto stimato a livello di industria risulta maggiore di quello misurato a livello micro. Griliches (1991) sintetizza i risultati degli studi econometrici sull'impatto degli spillover negli Stati Uniti evidenziando un rapporto fra rendimenti sociali e privati in un range fra 1,5 e 2, rafforzando l'opinione di Jaffe (1986) secondo cui: "da un punto di vista meramente tecnologico, gli spillover tecnologici costituiscono senza ambiguità un'esternalità positiva".

3 Descrizione del campione

Questo lavoro analizza la relazione fra gli spillover della R&S e la produttività delle imprese italiane. La fonte di dati è di origine microeconomica e consiste nella sesta e settima indagine sulle imprese manifatturiere italiane condotte dal Mediocredito Centrale per i trienni 1992 – 94 e 1995 – 97. L'analisi verterà sul periodo 1995 – 97, mentre alcune variabili saranno costruite, per arginare i problemi di simultaneità, sul periodo precedente. Le due indagini costituiscono una notevole risorsa e comprendono dati di bilancio per ogni impresa, più una serie di altri indicatori raccolti tramite questionario. I due campioni sono separati e si è scelto di tenerli tali, al fine di non perdere oltre tre quarti delle osservazioni nell'operazione di *matching*. Infatti, il Mediocredito sceglie le imprese da introdurre nelle indagini secondo strategie di campionamento in parte casuale, stratificato (per regione, settore industriale) e universale (sono comprese tutte le imprese con oltre 500 addetti). Il risultato è che ogni impresa ha una piccola probabilità di essere inclusa in più

indagini: se ciò costituisce un limite dal punto di vista della continuità delle osservazioni e per l'impossibilità di costruire un panel bilanciato di lungo periodo, la procedura di campionamento è un vantaggio, perché garantisce la rappresentatività del campione rispetto alla popolazione di imprese.¹⁰

Il problema della rappresentatività è tipico dei grandi data set a livello micro. La tabella 2 mostra la composizione del campione relativo agli anni 1995 - 97: la distribuzione delle imprese fra settori è coerente con quella rilevata dall'Istat su un campione molto più ampio (39221 imprese), relativamente al periodo 1994 - 96. Pur riferendosi a periodi diversi, risulta evidente la sovrarappresentazione all'interno del campione Mediocredito delle medie e grandi imprese rispetto all'indagine dell'Istat, a causa del differente campionamento per classi di dimensione di cui si è detto sopra. Forse di maggior rilievo è la differenza relativa al numero di imprese che svolgono attività di R&S: a fronte di una percentuale pari al 30,9% per il periodo 1995 - 97, l'Istat fornisce un numero molto maggiore, pari al 54%.

¹⁰ Si rimanda ad altri lavori per descrizioni dettagliate dei campioni (fra gli altri, Becchetti, Bedoya e Paganetto, 2003; Basile, 2001; Piga e Vivarelli, 2003).

TABELLA 2
COMPOSIZIONE SETTORIALE E DIMENSIONALE DEI CAMPIONI

	Mediocredito 1995 – 97		Istat 1994 – 96^a
	OSSERVAZIONI	%	%
TOTALE	2222	100	100 (39221)
A	239	10,8	7,0
B	315	14,2	17,4
C	82	3,7	6,5
D	62	2,8	2,7
E	144	6,5	5,2
F	10	0,5	0,3
G	111	5,0	3,2
H	145	6,5	5,4
I	143	6,4	8,1
J	277	12,5	14,4
K	368	16,6	12,4
L	139	6,3	7,9
M	85	3,8	2,9
N	102	4,6	6,7
11 ≤ addetti ≤ 50	1120	50,4	70,7 ^b
50 < addetti ≤ 250	813	36,6	25,8
250 < addetti	289	13,0	3,5
R&S=0	1535	69,1	46,0
R&S>0	687	30,9	54,0

a: Statistiche sulla ricerca scientifica, Istat, 2000.

b: numero di imprese con un numero di addetti compreso fra 20 e 49.

La classificazione dei settori manifatturieri è presentata nella tabella 12

4 Descrizione del campione

Un aspetto centrale di questo articolo riguarda la definizione delle misure degli spillovers. Si è già accennato della differenziazione fra rent-spillover e knowledge-spillover e delle difficoltà che nascono quando si cerca di operare una netta distinzione fra di essi, soprattutto a livello empirico, in quanto teoricamente la letteratura mostra un'immagine abbastanza uniforme della problematica (Griliches, 1991; Los e Verspagen, 2000; Cincera e Van Pottelsberghe, 2001). Il tipo di spillover studiato in questo lavoro non appartiene meramente ad una categoria o all'altra, in quanto si farà una distinzione tra spillover intra ed inter-settoriali. Nel caso degli spillover intra-industry, essi sono studiati seguendo un approccio comune in letteratura e riferibile al concetto elaborato da Glaeser et al. (1992) di esternalità MAR (Marshall – Arrow – Romer); secondo tale approccio gli spillover che emergono maggiormente sono di tipo knowledge-spillover, anche se non si può escludere in modo assoluto la presenza contemporanea dei rent-spillover. Questi ultimi assumono maggiore rilievo quando si studiano gli spillover inter industry, perché una base dell'analisi è fornita dall'intensità degli scambi commerciali fra imprese; anche in questo secondo caso, la compresenza dei due tipi di spillover è evidente e risulta impossibile operare una netta scissione dell'impatto sulla produttività di un tipo o dell'altro.

Nel caso di spillover intra-settoriali, si è considerata come proxy l'intensità delle spese per R&S del settore industriale di appartenenza di ogni impresa con riferimento al triennio precedente a quello su cui si concentra l'analisi econometrica. La variabile RIND misura il rapporto fra spesa per R&S e fatturato netto delle imprese incluse nel campione 1992 – 94 e appartenenti ai 14 settori industriali; è stata costruita una variabile analoga, RREG, sulla base della suddivisione territoriale in quattro macroregioni, nonché la variabile RINDREG attraverso cui si opera una doppia segmentazione in 14 settori e quattro macroregioni (la tabella 13 riporta l'elenco completo delle variabili utilizzate). Inoltre, oltre alla spesa in ricerca e sviluppo, per misurare il progresso tecnologico si può utilizzare la TFP, come suggerito dai pionieri

¹² Morrison Paul (2001).

della contabilità della crescita Abramovitz (1956), Solow (1957) e Denison (1985). In questo senso, un settore dove la produttività dei fattori cresce rapidamente avrebbe una crescita della tecnologia altrettanto rapida e tutte le imprese che vi appartengono usufruirebbero, attraverso il meccanismo delle esternalità, di tale tecnologia grazie alle sue caratteristiche di non rivalità e non escludibilità. Così come per l'intensità della R&S, sono state costruite tre variabili (TIND, TREG, TINDREG) che misurano il livello medio della crescita della TFP, differenziando settorialmente, regionalmente e nei due modi simultaneamente. Il calcolo dei valori medi settoriali e territoriali della TFP è avvenuto sulla base della TFP delle imprese campionate nell'indagine del triennio 1992 – 94.

Nello studio degli spillover intra-industry si misura il beneficio che un'impresa riceve dall'appartenere ad una determinata industria, ma non si tiene conto degli eventuali influssi dalle industrie diverse, più o meno vicine a quella di appartenenza. Come discusso in precedenza, le imprese possono acquistare tecnologia da industrie diverse dalla propria; a causa dell'imperfezione dei prezzi esse beneficiano così dei rent-spillover, dal momento che sostengono dei costi per la tecnologia inferiori a quelli che si avrebbero in caso di prezzi adeguati (Griliches, 1979; 1991). Non solo attraverso l'acquisto diretto di beni tecnologici, ma le imprese traggono vantaggio anche tramite lo scambio di beni e servizi comuni, grazie alla tecnologia che essi incorporano o semplicemente grazie all'instaurazione di relazioni fra organizzazioni (Scherer, 1982; Link, 1983; Jaffe, 1986). Maggiore è l'intensità degli scambi con l'esterno, maggiore è la probabilità di appropriarsi di tecnologia esterna, e l'intensità degli scambi può essere misurata dal volume di transazioni (Coe e Helpman, 1995).

Seguendo la metodologia più comune in letteratura (Terleckyj, 1974; Sveikauskas, 1981; Wolff e Nadiri, 1993; Los e Verspagen, 2000), in questo lavoro si misurano i potenziali spillover tecnologici inter-industry considerando l'intensità media della R&S in rapporto al fatturato netto e la crescita della TFP delle industrie diverse da quelle di appartenenza della singola impresa. Un'impresa appartenente al settore i ha un ventaglio di potenziali esternalità provenienti da tutte le altre industrie (14 meno una), a seconda dei rapporti di scambio che essa instaura con le imprese di ogni settore. Non avendo a disposizione il dettaglio degli scambi inter-industriali per ogni singo-

la impresa, si è scelto di misurare l'intensità dei rapporti in base alla tavola intersettoriale dell'economia italiana riferita al 1992 (Istat, 1996). Dopo aver calcolato i due indici della tecnologia esistente in ogni settore in base al campione del Mediocredito relativo al triennio 1992 – 94, si sono calcolati i pesi da attribuire a tali indici costruendo una matrice 14×14 utilizzando tre tavole intersettoriali fornite dall'Istat. Nella prima, i pesi sono basati sugli acquisti di un settore dagli altri 13; nella seconda, sono state considerate le vendite di un settore presso le altre 13 industrie; infine, la terza matrice è stata costruita considerando il totale degli scambi (acquisti e vendite) fra le industrie. In questo modo, seguendo la metodologia di Bartelsman et al. (1994) e Morrison Paul e Siegel (1999), è possibile distinguere gli spillover provenienti da valle (customer o demand-weighted spillovers) o da monte (input o supplier-weighted spillovers)¹². I volumi degli scambi fra due industrie sono stati standardizzati in modo che il totale degli scambi sia pari a 100. In questo modo sono stati ricavati i pesi w_{ij} (vedere l'eq. 1) con cui ponderare i potenziali tecnologici delle industrie, mostrati nelle tabelle 3, 4 e 5. La variabile RINTP ha, in sintesi, le seguenti caratteristiche: per un'impresa appartenente al settore industriale i , la variabile è la somma ponderata delle intensità della R&S delle altre 13 industrie, utilizzando i pesi w_{ij} , relativi agli acquisti dell'industria i dalle altre industrie, il cui calcolo è stato descritto sopra. Analogamente sono state costruite le variabili RINTS, tramite la matrice delle vendite, RINTF, tramite la matrice dei flussi totali; inoltre, la stessa procedura è stata ripetuta per la TFP settoriale al posto della R&S, ottenendo le variabili TINTP, TINTS e TINTF.

TABELLA 3
TAVOLA INTERSETTORIALE: ESPORTAZIONI (1992)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	totale riga
A	84,2	0,1	9,4	0	0,2	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0	100
B	0,6	91,2	1,6	0	0,9	0	0,3	1,3	0,2	0,5	0,2	0,3	1,1	1,8	100
C	0,7	9,5	80,9	0	0,5	0	0,5	0,7	0	0,3	0,3	0,7	0,7	5,2	100
D	2,0	1,0	0,5	41,6	0,5	0	0,8	0,8	2,3	3,3	0,9	1,0	1,7	43,5	100
E	8,9	1,5	1,4	0,5	61,4	0,1	7,9	2,3	3,8	3,7	3,0	3,0	1,2	1,5	100
F	3,9	3,2	0,9	1,1	1,1	34,1	20,8	1,1	8,3	19,5	2,1	1,3	1,7	0,9	100
G	1,2	9,8	1,7	0,9	5,4	0,8	46,4	16,7	3,2	5,1	1,8	2,8	1,8	2,1	100
H	9,9	3,4	10,1	1,0	2,3	0	7,8	14,6	2,6	4,8	13,4	12,4	14,0	3,6	100
I	13,8	0,2	0,1	1,2	0,4	0,2	11,3	1,1	46,0	12,1	1,9	5,7	3,3	2,7	100
J	1,5	0,4	0,6	0,7	0,5	0,2	1,0	1,2	1,8	38,9	26,0	10,2	11,4	5,7	100
K	3,5	1,7	1,0	0,6	1,9	0,6	2,3	1,0	2,5	6,4	60,7	4,6	11,8	1,5	100
L	0,8	0,6	0,2	0,2	0,6	0,3	1,2	0,8	1,0	3,5	17,6	59,2	12,9	1,0	100
M	0,4	0,1	0	0,1	0,2	0	0,1	0,3	0,5	0,8	2,1	0,3	95,1	0	100
N	1,9	9,6	2,1	1,1	1,5	0,1	2,1	1,1	4,8	4,1	4,9	5,7	4,8	56,2	100

La classificazione dei settori manifatturieri è presentata nella tabella 12

TABELLA 4
TAVOLA INTERSETTORIALE: IMPORTAZIONI (1992)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	70,4	0,1	18,7	0,1	0,3	0	5,3	0,1	0	0	0	0	0	0
B	0,6	80,8	4,1	0,1	1,8	0,1	0,4	3,8	0,5	0,4	0,2	0,3	1,3	3,7
C	0,2	2,0	49,7	0	0,2	0	0,1	0,5	0	0,1	0,1	0,2	0,2	2,5
D	0,9	0,4	0,5	77,8	0,4	0	0,4	0,9	2,6	1,2	0,3	0,5	0,8	37,3
E	6,5	0,9	2,4	1,6	76,6	0,3	6,1	4,3	6,7	2,1	1,7	2,4	0,9	2,0
F	1,4	0,9	0,7	1,6	0,7	84,1	7,9	1,0	7,4	5,5	0,6	0,5	0,7	0,6
G	1,6	10,4	5,5	5,0	12,3	7,4	64,8	57,0	10,5	5,3	1,8	4,1	2,6	5,4
H	5,1	1,4	12,6	2,1	2,0	0,1	4,3	19,7	3,3	2,0	5,3	7,2	7,8	3,6
I	6,2	0,1	0,1	2,2	0,3	0,7	5,3	1,2	50,7	4,2	0,6	2,8	1,6	2,3
J	3,7	0,8	3,2	6,9	2,0	3,2	2,4	7,7	10,4	73,3	47,8	27,4	29,1	26,0
K	2,3	0,9	1,5	1,5	2,1	2,7	1,6	1,7	4,0	3,3	30,3	3,4	8,2	1,8
L	0,6	0,4	0,3	0,5	0,8	1,3	1,0	1,6	1,8	2,1	10,2	50,2	10,5	1,4
M	0,1	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,4	0,2	0,6	0,1	35,7	0
N	0,2	1,0	0,6	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	1,5	0,4	0,5	0,8	0,6	13,3
to- tale co- lon- na	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

La classificazione dei settori manifatturieri è presentata nella tabella 12

TABELLA 5
TAVOLA INTERSETTORIALE: FLUSSI TOTALI (1992)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	77,3	0,4	4,8	0,5	3,3	0,7	3,8	2,6	3,1	1,8	1,2	0,3	0,1	0,1
B	0,4	86,0	1,8	0,2	0,9	0,5	5,4	1,4	0,1	0,7	0,5	0,3	0,6	1,4
C	4,8	1,8	65,3	0,3	1,5	0,4	3,0	6,6	0,1	1,7	0,9	0,5	0,4	2,9
D	0,5	0,2	0,3	59,7	1,1	0,8	2,9	1,4	2,3	5,1	1,2	0,7	0,9	22,0
E	3,3	0,9	1,5	1,1	69,0	0,4	10,1	2,1	2,0	2,8	2,5	1,9	0,7	0,9
F	0,7	0,5	0,4	0,8	0,4	59,1	14,1	0,6	4,5	11,3	2,4	1,3	0,9	0,5
G	3,8	5,4	3,0	2,9	10,1	14,1	55,6	10,5	4,3	3,8	1,7	1,9	0,9	1,2
H	2,6	1,4	6,6	1,4	2,1	0,6	10,5	17,1	1,9	6,3	7,5	7,0	7,1	2,0
I	3,1	0,1	0,1	2,3	2,0	4,5	4,3	1,9	48,4	11,3	3,0	3,7	1,8	2,1
J	1,8	0,7	1,7	5,1	2,8	11,3	3,8	6,3	11,3	56,1	14,6	6,1	5,8	3,1
K	1,2	0,5	0,9	1,2	2,5	2,4	1,7	7,5	3,0	14,6	45,5	7,4	6,2	1,0
L	0,3	0,3	0,5	0,7	1,9	1,3	1,9	7,0	3,7	6,1	7,4	54,7	6,5	0,9
M	0,1	0,6	0,4	0,9	0,7	0,9	0,9	7,1	1,8	5,8	6,2	6,5	65,4	0,3
N	0,1	1,4	2,9	22,0	0,9	0,5	1,2	2,0	2,1	3,1	1,0	0,9	0,3	34,7

La classificazione dei settori manifatturieri è presentata nella tabella 12

Infine, per quanto riguarda le altre variabili in uso, la variabile dipendente del nostro modello considera la crescita della produttività delle imprese (DLABP), misurata tramite la differenza logaritmica media fra il 1997 e il 1995 del fatturato netto in rapporto al numero di addetti corretto per i lavoratori part time e sottratti quelli addetti al settore ricerca, per cercare di arginare il problema del double counting. La stessa misura del fattore lavoro è stata utilizzata per calcolarne il tasso di crescita (DL); la crescita del capitale (DC) è misurata anch'esso come differenza logaritmica media fra il 1997 e il 1995 delle immobilizzazioni nette (valore di bilancio). L'intensità della R&S delle imprese (RES) è calcolata come rapporto fra le spese per la ricerca e il fatturato netto all'inizio del triennio 1995 – 97. Alcune statistiche descrittive sulle variabili discusso sono riportate all'interno della Tabella 6.

5 Metodologia econometrica e risultati delle stime

Nella descrizione del campione si è posta in evidenza la non completa rappresentatività del campione utilizzato rispetto alla popolazione delle imprese italiane riguardo allo svolgimento della R&S. In altre parole, all'interno del campione del Mediocredito, anche in conseguenza della perdita di osservazioni durante la costruzione delle variabili, le imprese hanno subito un processo di selezione che ha penalizzato quelle che svolgono attività di ricerca. Utilizzare campioni non rappresentativi può condurre a stime econometriche distorte ed inconsistenti (Heckman, 1979; Vella, 1998), salvo che non si applichino opportune correzioni.

TABELLA 6
STATISTICHE DESCRITTIVE DELLE VARIABILI

	media	dev. st.	min	max	N.
DLABP	-0,034	0,147	-2,235	1,326	2222
DC – DL	0,013	0,244	-2,093	2,221	2222
DL	0,015	0,087	-0,849	0,706	2222
RES	0,004	0,013	0,000	0,169	2222
RREG	0,011	0,002	0,008	0,014	2222
RIND	0,007	0,005	0,000	0,021	2222
RINDREG	0,009	0,009	0,000	0,050	2222
TREG	0,016	0,009	-0,002	0,025	2222
TIND	0,017	0,018	-0,035	0,042	2222
TINDREG	0,015	0,025	-0,100	0,078	2222
RINTP	0,008	0,003	0,002	0,015	2222
TINTP	0,017	0,010	-0,006	0,030	2222
RINTS	0,008	0,003	0,005	0,017	2222
TINTS	0,018	0,011	-0,004	0,041	2222
RINTF	0,008	0,003	0,004	0,014	2222
TINTF	0,018	0,010	-0,005	0,035	2222

In questo lavoro, sulla traccia di Medda, Piga e Siegel (2003), si impiega una procedura econometrica che permette di arginare il problema della sample selection, attraverso una procedura a due stadi basata su quella proposta originariamente da Heckman (1976) e descritta, fra gli altri, da Vella (1998) e

Greene (2003). Nel primo stadio si esegue una regressione probit (o logit) che vede come variabile dipendente una dummy DRE , relativa allo svolgimento di R&S, tale che

$$\text{se } RES > 0 \Rightarrow DRE = 1;$$

$$\text{se } RES = 0 \Rightarrow DRE = 0,$$

e, come regressori, un vettore W di variabili che influenzano la decisione da parte delle imprese se svolgere R&S o meno. Nel secondo stadio si stima l'equazione della produttività (4) aggiungendo fra i regressori l'*inverse Mill's ratio* che si è calcolato nel primo stadio. In forma analitica:

$$(6) \quad DRE_i = \gamma' W_i + u_i$$

$$(7) \quad \frac{\pi_i}{\pi_i} = \beta' X_i + \beta_R RES + \beta_S SPILL + \beta_\lambda \hat{\lambda}_i + \varepsilon_i$$

dove si assume che gli errori u e ε siano distribuiti identicamente e indipendentemente secondo una normale bivariata, abbiano entrambi media zero, varianze pari a σ_u^2 e σ_ε^2 e covarianza data da $\sigma_{u\varepsilon} = \rho \sigma_u \sigma_\varepsilon$. $\hat{\lambda}_i = \phi(\hat{\gamma} W_i) / \Phi(\hat{\gamma} W_i)$ è la stima dell'*inverse Mill's ratio* ottenuta dalla (6). Il t-test sul coefficiente $\beta_\lambda = \rho \cdot \sigma_\varepsilon$ permette di sottoporre a verifica l'ipotesi di presenza di selezione del campione; il coefficiente β_R indica il rendimento marginale interno della R&S, mentre β_S indica il rendimento degli spillover tecnologici. La differenza rispetto al classico modello di *sample selection* consiste nel fatto che la selezione non avviene secondo la variabile dipendente nella (7), cioè la crescita della produttività, ma piuttosto essa è in base alla dummy variabile dipendente della probit, relativa alla scelta se svolgere R&S; inoltre, nella stima della (7) si impiegano tutte le osservazioni, non solo quelle con $R\&S > 0$. In questo senso il modello presentato si avvicina più al *treatment effect model*¹³ che non a quello di *sample selection*, con la differenza che nella parte destra della (7) si introduce la variabile continua dell'intensità della R&S in sostituzione della dummy DRE .

¹³ Greene (2003). Il modello è anche chiamato *endogenous treatment model* (Vella, 1998).

Altri studi hanno utilizzato tecniche econometriche particolari per arginare eventuali problemi di selettività ed endogeneità delle variabili. Pakes e Griliches (1980) e Bound et al (1982) hanno introdotto un modello costituito da tre equazioni simultanee, attraverso cui si studiano le cause che determinano la scelta da parte delle imprese se investire in R&S o meno, il risultato di tali investimenti e, infine, l'impatto delle innovazioni sulla produttività. Crepon Duguet e Mairesse (1998) hanno esteso il modello, con due equazioni relative agli input del settore R&S, una che misura l'output e, infine, l'impatto delle attività innovative sulla produttività.¹⁴ Tali modelli, interessanti e completi dal punto di vista teorico, hanno lo svantaggio di richiedere data sets molto completi e attendibili al fine di ottenere stime affidabili. È infatti raro disporre, all'interno di un'unica indagine, di informazioni relative agli input della ricerca e, soprattutto, ai suoi output (innovazioni, brevetti, ecc.), anche perché le imprese non sono tenute a tenere i conti delle attività innovative separata dalla contabilità generale.¹⁵

Nei paragrafi seguenti si presentano i risultati delle stime per quanto riguarda, rispettivamente, i modelli di spillover intra – industry e inter – industry.

5.1 Intra – industry spillover

Griliches (1991) ha notato una relazione fra rendimenti privati o interni della R&S e rendimenti da spillover secondo cui le stime della letteratura dei secondi sono generalmente pari a 1,5 – 2 volte le stime dei primi. Utilizzando un modello analogo a quello impiegato in questo paragrafo, Medda (2004) ha stimato il rendimento privato della R&S ottenendo un livello pari al 72,3%. In questo paragrafo si stima il rendimento degli spillover tecnologici all'interno delle industrie e delle macroregioni italiane, restando fuori della presente analisi il resto del mondo. Gli spillover tecnologici sono misurati

¹⁴ Crepon, Duguet e Mairesse (1998) stimano l'effetto delle attività innovative sui livelli della produttività; il modello è agevolmente estensibile in forma dinamica (Löf e Heshmati, 2001; van Leeuwen e Klomp, 2001).

¹⁵ Si aggiunge il problema di definizione dell'output della ricerca. Griliches (1979, 1995) ha più volte dato risalto a tale problema, mostrando una preferenza verso le misure di input della R&S per stimare il rendimento sulla produttività

dall'intensità media della R&S e dalla crescita media della TFP dei settori manifatturieri e delle regioni.

Le tabelle 7 e 8 raccolgono i risultati delle stime relative al rendimento degli spillover à la Romer sulla crescita della produttività del lavoro delle imprese nel periodo 1995 – 97. Il metodo di stima, esposto nei paragrafi precedenti, prevede l'esecuzione preliminare di una probit che misura la propensione delle imprese verso lo svolgimento della R&S, e poi l'equazione di produttività aggiustata dall'*inverse Mill's ratio* (LAMBDA) e dalla correzione dello standard error per la selezione del campione. Tutte le imprese sono incluse sia nella probit sia nell'equazione di produttività.¹⁶ Nella tabella 7 gli spillover tecnologici sono approssimati dall'intensità della R&S del settore e della regione di appartenenza, mentre nella tabella 8 si è utilizzata la crescita media della TFP.

In entrambi i casi, gli spillover regionali non hanno un impatto significativo, mentre l'intensità tecnologica industriale media ha dei rendimenti positivi e significativi. Il coefficiente della variabile RIND è pari 2,64, quasi tre volte il rendimento interno della R&S (0,956). Nel caso della TFP media, lo spillover industriale mostra un rendimento minore (0,673), inferiore a quello interno. La variabile costruita con la doppia segmentazione industriale e regionale ha un coefficiente positivo ma non significativo nel caso della R&S media, positivo e significativo nel caso della TFP media, anche se inferiore rispetto al caso della segmentazione solo industriale. La variabile RES, che in questo caso assume un duplice ruolo: da una parte essa permette la stima del rendimento interno della R&S, dall'altra essa è un indice della absorptive capacity di Rosenberg (1982) e Abramovitz (1986), caratteristica che rende un'impresa più capace di attrarre le esternalità tecnologiche. Il rendimento interno della R&S è positivo e coerente con i risultati di Medda, Piga e Siegel (2003), mentre il coefficiente della crescita del fattore lavoro è negativo, indicatore di rendimenti di scala decrescenti rispetto ai fattori di produzione classici.

Per tutti i modelli, il coefficiente della variabile LAMBDA segnala la presenza di selezione del campione; in particolare, il segno negativo confer-

¹⁶ I risultati delle stime probit sono stati omessi; essi sono presentati in Medda, Piga e Siegel (2003). V. anche Piga e Vivarelli (2003).

ma l'ipotesi secondo cui le imprese che svolgono attività di ricerca sono sotto rappresentate rispetto alla popolazione.

In conclusione, seguendo un modello interpretativo à la Romer (1986) e Bernstein (1988), la localizzazione di un'impresa in una specifica regione non sembra agevolare la trasmissione di spillover tecnologici: questo risultato è evidenziato dalla scarsa significatività delle variabili costruite su base territoriale, ma anche dai Wald-test basati sulle dummy regionali. Al contrario, l'appartenenza a specifiche industrie è un fattore cruciale nel processo di appropriazione di tecnologie esterne: un'indicazione in tal senso si evince già dalla significatività delle dummy settoriali, come discusso da Van Pottelsberghe (1997); in questa sede è stato possibile dare ulteriore conferma a tale ipotesi, stimando dei rendimenti di entità considerevole e perciò non trascurabili per le imprese italiane.

TABELLA 7
SPILLOVER TECNOLOGICI INTRA-INDUSTRY 1

	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.
Cost.	-0,047	-2,881	***	-0,056	-6,102	0,000	-0,038	-8,358	0,000
DC – DL	0,073	5,865	***	0,071	5,551	***	0,070	5,521	***
DL	-0,329	-9,329	***	-0,316	-8,819	***	-0,317	-8,848	***
RREG	-1,036	-0,793							
RIND				2,640	4,158	***			
RINDREG							0,243	0,680	
RES	1,074	4,200	***	0,956	3,718	***	1,118	4,341	***
LAMBDA	-0,010	-2,210	**	-0,009	-1,984	**	-0,011	-2,224	**
	Include 13 dummy industriali			Include 3 dummy regionali					
Dep. Var.	DLABP			DLABP			DLABP		
n. oss.	2216			2216			2216		
Adj. R²	0,107			0,073			0,065		
F	15,670		***	22,660		***	31,940		***
rho	-0,074			-0,066			-0,075		
Wald St. (ind)	115,185		***						
Wald St. (reg)				2,568					
Reset test	0,074			0,329			0,922		

2-stage least squares regression. S.e. corrected for selection
***, **, *: significatività all'1%, 5%, 10%.

TABELLA 8
SPILLOVER TECNOLOGICI INTRA-INDUSTRY 2

	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.
Cost.	-0,061	-6,225	***	-0,047	-5,587	***	-0,044	-11,838	***
DC – DL	0,073	5,845	***	0,070	5,495	***	0,069	5,468	***
DL	-0,327	-9,246	***	-0,325	-9,037	***	-0,319	-8,952	***
TREG	0,289	0,873							
TIND				0,673	3,980	***			
TINDREG							0,565	4,696	***
RES	1,056	4,134	***	1,086	4,288	***	1,074	4,266	***
LAMBDA	-0,010	-2,181	**	-0,010	-2,196	**	-0,010	-2,207	**
	Include 13 dummy industriali			Include 3 dummy regionali					
Dep. Var.	DLABP			DLABP			DLABP		
n. oss.	2216			2216			2216		
Adj. R²	0,107			0,072			0,074		
F	15,680		***	22,470		***	36,560		***
rho	-0,073			-0,073			-0,074		
Wald St. (ind)	114,657		***						
Wald St. (reg)				2,579					
Reset test	0,125			0,369			0,324		

2-stage least squares regression. s.e. corrected for selection ***, **, *: significatività all'1%, 5%, 10%.

5.2 Inter – industry spillover

Lo scambio di beni e servizi con imprese appartenenti a spazi diversi, sia che si ragioni geograficamente o tecnologicamente oppure secondo l'appartenenza industriale, è riconosciuto come un mezzo di trasmissione di tecnologia, incorporata o meno nella merce scambiata (Coe e Helpman, 1995). L'intensità dei rapporti commerciali con

l'esterno gioca un ruolo importante per la crescita della produttività delle imprese attraverso il meccanismo delle esternalità, sempre che gli enti con cui un'impresa trattiene relazioni siano potenziali emanatori di spillover. Considerando il posizionamento delle imprese nella rete delle relazioni industriali, si può osservare l'impatto degli spillover sulla produttività.

Il calcolo del posizionamento delle imprese adottato in questo lavoro ricalca quello utilizzato da Terleckyj (1974), e Wolff e Nadiri (1993) nei loro studi sugli spillover a livello di industria e poi rivisitato da Bartelsman et al. (1994) e Morrison e Siegel (1999). La differenza principale rispetto a tali studi consiste nell'utilizzo delle matrici inter-settoriali non solo per costruire un indice di posizionamento e stimare gli spillover dovuti alla localizzazione ed alla agglomerazione; infatti l'indice di posizionamento è impiegato anche per ponderare il potenziale tecnologico posseduto dalle industrie con cui la singola impresa è relazionata. Il presente lavoro considera l'economia italiana come un'economia chiusa; restano fuori dell'analisi le attività delle imprese italiane relative alle importazioni e alle esportazioni con l'estero.

La tabella 9 presenta le stime degli supplier-driven spillover, vale a dire delle esternalità tecnologiche trasmesse dai fornitori delle imprese. Utilizzando la R&S come misura del potenziale tecnologico si stima un rendimento degli spillover pari a oltre il 268%, mentre impiegando la crescita della TFP il coefficiente è minore (190%) ma con maggiore significatività, confermando il quadro emerso nel caso degli spillover intra-industry. I risultati delle stime degli spillover provenienti da imprese a valle sono presentati nella tabella 10. Le intensità sono inferiori e significative solo quando si utilizza la TFP come misura del potenziale tecnologico dei clienti. Questo risultato conferma l'ipotesi secondo cui sarebbe di grande importanza la tecnologia insita nei fattori di produzione acquistati dai fornitori, in quanto avente una diretta influenza sull'efficienza dei processi produttivi (Romer, 1990; Aghion e Howitt, 1992).

La tabella 11 presenta le stime degli spillover inter-industry secondo la metodologia convenzionale, considerando tutti gli scambi delle imprese, sia a monte sia a valle. Utilizzando come distanza fra le industrie l'intensità media degli scambi, risultano positivi i rendimenti degli spillover, impiegando sia la R&S sia la TFP come misura del potenziale tecnologico delle industrie. Nel primo caso il rendimento sfiora il 300%, nel secondo, con maggiore significatività, il rendimento è pari al 260%. Il rendimento interno della R&S è significativamente positivo in tutti modelli, a conferma dell'importanza della ricerca sia per rilanciare la propria produttività, sia per costituire una base di conoscenza essenziale per catturare le potenziali esternalità tecnologiche.

TABELLA 9
SUPPLIER-DRIVEN TECHNOLOGICAL SPILLOVER

	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.
Cost.	-0,048	-5,063	***	-0,054	-5,764	***
DC – DL	0,071	5,566	***	0,071	5,610	***
DL	-0,318	-8,825	***	-0,320	-8,918	***
RINTS	2,682	2,014	**			
TINTS				1,901	3,396	***
RES	1,172	4,625	***	1,180	4,665	***
LAMBDA	-0,011	-2,335	***	-0,011	-2,348	**
Dep. Var.	DLABP			DLABP		
n. oss.	2216			2216		
Adj. R²	0,067			0,070		
F	20,890		***	21,890		***
rho	-0,078			-0,078		
Wald St. (reg)	3,434			3,311		
Reset test	0,555			0,528		

2-stage least squares regression. s.e. corrected for selection. Include 3 dummy regionali ***, **, *: significatività all'1%, 5%, 10%.

TABELLA 10
CUSTOMER-DRIVEN TECHNOLOGICAL SPILLOVER

	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.
Cost.	-0,049	-4,441	***	-0,061	-6,582	***
DC – DL	0,071	5,583	***	0,069	5,465	***
DL	-0,313	-8,706	***	-0,331	-9,223	***
RINTP	1,373	1,424				
TINTP				1,615	5,044	***
RES	1,120	4,394	***	1,033	4,077	***
LAMBDA	-0,011	-2,253	**	-0,010	-2,106	**
Dep. Var.	DLABP			DLABP		
n. oss.	2216			2216		
Adj. R²	0,066			0,076		
F	20,620		***	23,760		***
rho	-0,075			-0,070		
Wald St. (reg)	3,088			2,429		
Reset test	0,513			0,394		

2-stage least squares regression. s.e. corrected for selection. Include 3 dummy regionali***, **, *: significatività all'1%, 5%, 10%.

TABELLA 11
INTER-INDUSTRY TECHNOLOGICAL SPILLOVER: FLUSSI TOTALI

	coeff	t-ratio	sig.	coeff	t-ratio	sig.
Cost.	-0,055	-4,842	***	-0,068	-6,907	***
DC – DL	0,071	5,559	***	0,070	5,497	***
DL	-0,316	-8,787	***	-0,333	-9,277	***
RINTF	2,992	2,115	**			
TINTF				2,607	5,341	***
RES	1,123	4,424	***	1,071	4,242	***
LAMBDA	-0,011	-2,257	**	-0,010	-2,166	**
Dep. Var.	DLABP			DLABP		
n. oss.	2216			2216		
Adj. R²	0,067			0,077		
F	20,950		***	24,170		***
rho	-0,075			-0,072		
Wald St. (reg)	2,990			2,596		
Reset test	0,607			0,610		

2-stage least squares regression. s.e. corrected for selection. Include 3 dummy regionali ***, **, *: significatività all'1%, 5%, 10%.

Anche in questo caso è confermato il risultato secondo cui i rendimenti di scala delle imprese rispetto ai fattori classici di produzione sarebbero decrescenti, mentre è notevole l'impatto del fattore tecnologia, sia visto attraverso l'impatto degli investimenti interni per la ricerca, sia considerando le esternalità tecnologiche provenienti dalle altre industrie nazionali. Anche il metodo di stima, che tiene conto di potenziali derivanti dal problema della rappresentatività del campione, conferma la sua congruità: è presente un problema di sample selection (il coefficiente di LAMBDA è significativo), dovuto alla sottorappresentazione delle imprese che svolgono R&S (il segno del coefficiente di LAMBDA è negativo).

6 Conclusioni

In questo lavoro è stato preso in considerazione il fenomeno degli spillover tecnologici fra industrie, attraverso un'analisi econometrica a livello micro su un campione di imprese manifatturiere italiane. Se in Medda, Piga e Siegel (2003) è stata dimostrata l'importanza degli investimenti privati delle imprese per accrescere le proprie technological capabilities e le potenzialità innovative tramite le spese per ricerca e sviluppo, in questa occasione si è utilizzato lo stesso campione di imprese per guardare alla tecnologia secondo un'ottica che la vede come bene i cui rendimenti non sono pienamente appropriabili da chi sostiene gli investimenti, ma di cui può beneficiare l'economia intera.

L'analisi degli spillover si è concentrata sulle esternalità fra le imprese italiane, tralasciando il potenziale tecnologico del resto del mondo, e si è articolata in due diversi livelli: nel primo si sono studiati gli spillover intra-industry, vale a dire i benefici in termini di produttività di cui un'impresa può beneficiare attraverso le esternalità tecnologiche prodotte all'interno del proprio settore di appartenenza. Nel secondo livello di analisi è stato stimato il rendimento degli spillover tecnologici fra industrie, considerando come veicolo della tecnologia gli scambi commerciali fra industrie. I principali risultati sono i seguenti:

- è stato rilevato un importante influsso sulla produttività degli spillover intra-industry, con dei rendimenti compresi fra il 56% e il 260%, secondo la misura di tecnologia impiegata, superiori alla media dei risultati presenti in letteratura. In quest'ottica à la Romer (1986) non sembra avere grande importanza la localizzazione geografica dell'impresa, ma è auspicabile un più approfondito esame dell'argomento.

- le stime degli spillover inter-industry mostrano dei risultati all'interno di un range minore compreso fra il 140% e il 300%, con un effetto più netto degli spillover provenienti a monte della catena produttiva (supply-driven) rispetto a quelli customer-driven. Anche in questo caso i risultati sono superiori alla media della letteratura, dove però raramente si sono impiegati metodi per controllare la rap-

presentatività dei campioni adottati, con possibili distorsioni dei rendimenti stimati.

– il rapporto fra rendimenti interni ed esterni della ricerca sviluppo sembra confermare l'osservazione di Griliches (1991) secondo cui esso si assesterebbe in letteratura fra 1,5 e 2.

In conclusione, le imprese possono sfruttare per scopi produttivi le conoscenze di altri, a patto che appartengano a settori manifatturieri ad alta intensità tecnologica, che intrattengano rapporti commerciali, sia a monte sia a valle della catena produttiva, con imprese di industrie dinamiche da un punto di vista tecnologico.

TABELLA 12
CLASSIFICAZIONE DEI SETTORI MANIFATTURIERI

categoria	settori
A:	alimentari, bevande e tabacco
B:	tessili e abbigliamento
C:	conciarie, prodotti in cuoio, pelle e similari
D:	legno e prodotti in legno
E:	pasta carta, carta e prodotti in carta; stampa ed editoria
F:	coke, raffinerie di petrolio, trattamento combustibili nucleari
G:	prodotti chimici, fibre sintetiche e artificiali
H:	gomma e materie plastiche
I:	prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi
J:	prodotti in metallo e produzione di metallo
K:	macchine ed apparecchi meccanici
L:	macchine elettriche e ottiche
M:	mezzi di trasporto
N:	altre industrie manifatturiere

TABELLA 13
DESCRIZIONE VARIABILI

Variabile	Descrizione
RES	Intensità di R&S: rapporto fra spesa in R&S e fatturato all'inizio del periodo (dummy: DRE)
DLABP	Tasso di crescita produttività del lavoro
DC – DL	Tasso di crescita capitale fisico per addetto
DL	Tasso di crescita fattore lavoro
RREG	Intensità media di R&S per macroregione
RIND	Intensità media di R&S per settore industriale
RINDREG	Intensità media di R&S per settore industriale e macroregione
TREG	Tasso di crescita medio della TFP per macroregione
TIND	Tasso di crescita medio della TFP per settore industriale
TINDREG	Tasso di crescita medio della TFP per settore industriale e macroregione
RINTP	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dall'intensità media della R&S) trasmessi dai settori fornitori
TINTP	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dalla crescita media della TFP) trasmessi dai settori fornitori
RINTS	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dall'intensità media della R&S) trasmessi dai settori clienti
TINTS	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dalla crescita media della TFP) trasmessi dai settori clienti
RINTF	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dall'intensità media della R&S) trasmessi dai settori con cui si hanno rapporti di acquisto o vendita
TINTF	Indicatore relativo agli spillover della tecnologia (misurata dalla crescita media della TFP) trasmessi dai settori con cui si hanno rapporti di acquisto o vendita

Bibliografia

- ABRAMOVITZ, MOSES (1956). "Resource and Output Trends in the United States since 1870," *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 46: 5-23.
- ABRAMOVITZ, MOSES (1986). "Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind", *Journal of Economic History*, 46, 2, 385-406.
- ADAMS JAMES D. AND ADAM B. JAFFE (1996). "Bounding the Effects of R&D: An Investigation Using Matched Establishment-Firm Data," *Rand Journal of Economics*, 27, 4 700-721.
- ADAMS, JAMES D. (1990), "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth", *Journal of Political Economy*, 98 (41), 673-702.
- AGHION, PHILIPPE AND PETER HOWITT (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, 60, 2, 323-351.
- AIELLO, FRANCESCO E VALERIA PUPO (2002). "Il tasso di rendimento degli investimenti in Ricerca e Sviluppo delle imprese innovatrici italiane", Università della Calabria, mimeo.
- ANTONELLI, CRISTIANO (1994). "Technological districts localized spillovers and productivity growth. The Italian evidence on technological externalities in the core regions", *International Review of Applied Economics*, 8, 1, 18-30.
- ANTONELLI, CRISTIANO, ROBERTO MARCHIONATTI E STEFANO USAI (2003). "Productivity and External Knowledge. The Italian Case", *Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali*, 50, 1, 69-90.
- ARROW, KENNETH L. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.
- BARRO, ROBERT J. AND XAVIER SALA-I-MARTIN (1995). *Economic Growth*, New York, McGraw-Hill.
- BARTELSMAN, ERIC J., RICARDO J. CABALLERO AND RICHARD K. LYONS (1994). "Customer- and Supplier-Driven Externalities", *American Economic Review*, 84, 4, 1075-1084.
- BASANT, RAKESH AND BRIAN FIKKERT (1993). "Impact of R&D, Foreign Technology Purchase and Technology spillovers on Indian Industrial Productivity", *United Nations University/INTECH Working Paper No. 18*.
- BASILE, ROBERTO (2001). "Export behaviour of Italian manufacturing firms over the nineties: the role of innovation", *Research Policy*, 30, 1185-1201.
- BECCHETTI, LEONARDO, DAVID ANDRES LONDONO BEDOYA AND LUIGI PAGANETTO (2003). "ICT Investments, Productivity and Efficiency: Evidence at Firm Level Using Stochastic Frontier Approach", *Journal of Productivity Analysis*, 20, 143-167.

- BERNSTEIN, JEFFREY I. (1988). "Costs of production, intra- and interindustry R&D spillovers: Canadian evidence", *Canadian Journal of Economics*, 21, 324-347.
- BERNSTEIN, JEFFREY I. AND M. ISHAQ NADIRI (1989). "Research and Development and intraindustry spillovers: an empirical application of dynamic duality", *Review of Economic Studies*, 56, 249-269.
- BOUND, JOHN, CLINT CUMMINS, ZVI GRILICHES, BRONWYN H. HALL AND ADAM JAFFE (1982). "Who Does R&D and Who Patents?", *NBER Working Paper No.* 908.
- BRANSTETTER, LEE G. (2001). "Are Knowledge-spillovers international or intranational in scope? Microeconomic Evidence from the U.S. and Japan", *Journal of International Economics*, 53, 53-79.
- CAPRON, HENRI AND MICHELE CINCERA (1998), "Assessing the R&D Determinants and Productivity of Worldwide Manufacturing firms", *Annales d'Economie et de Statistiques*, 49/50.
- CINCERA MICHELE AND BRUNO VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE (2001). "International R&D spillovers: a survey", *Cahiers Economiques de Bruxelles*, 169 (1^{er} trimestre), 3-32.
- COE, DAVID T. AND ELHANAN HELPMAN (1995). "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, 39 (5), 859-887.
- CREPON BRUNO, EMMANUEL DUGUET AND JACQUES MAIRESSE (1998). "Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", *Economics of Innovation and New Technologies*, 7, 115-158.
- DENISON, EDWARD F. (1985). *Trends in American Economic Growth, 1929-1982*, Washington DC, The Brookings Institution.
- GEROSKI, PAUL A., STEVE MACHIN AND JOHN VAN REENEN (1993): "Innovation and firm profitability", *RAND Journal of Economics*, 24, 198-211.
- GLAESER, EDWARD L., HEDI D. KALLAL, JOSE A. SCHEINKMAN AND ANDREI SCHLEIFER (1992). "Growth in Cities", *Journal of Political Economy*, 100, 6, 1126-1152.
- GOTO, AKIRA AND KAZAUYUKI SUZUKI (1989). "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries", *Review of Economics and Statistics*, 71, 4, 555-564.
- GREENE, WILLIAM H. (2003). *Econometric Analysis*, New York, Prentice Hall.
- GRILICHES, ZVI (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *The Bell Journal of Economics*, 10, 1, 92-116.
- GRILICHES, ZVI (1991). "The search for R&D spillover", *NBER Working Paper No.* 3768.

- GRILICHES, ZVI (1995). "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues", in P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, UK: Blackwell Publishers Ltd.
- GRILICHES, ZVI AND FRANK LICHTENBERG (1984). "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination", *The Review of Economics and Statistics*, 66, 2, 324-329.
- HARHOFF, DIETMAR (1998). "R&D and productivity in German manufacturing firms", *Economics of Innovation and New Technologies*, 6, 29-49.
- HECKMAN, JAMES (1976). "The common structure of statistical models of truncation, sample selection, and limited dependent variables and a simple estimator for such models", *The Annals of Economic and Social Measurement*, 5, 475-492.
- ISTAT (1996). *Tavola intersettoriale dell'economia italiana – Anno 1992*. Roma, Istat.
- JACOBS, JANE (1969). *The Economy of Cities*, New York, Random House.
- JAFFE, ADAM B. (1986). "Technological Opportunity and Spillovers of R&D", *American Economic Review*, 76, 984-1001.
- JAFFE, ADAM B. (1988). "R&D Intensity and Productivity Growth", *Review of Economics and Statistics*, 70, 431-437.
- JAFFE, ADAM B. (1989). "Characterising the 'Technological Position' of Firms, with Applications to Quantifying Technological Opportunity and Research Spillovers", *Research Policy*, 18, 87-97.
- LINDSTRÖM, TOMAS (1999). "External Economies at the Firm Level: Evidence from Swedish Manufacturing", *Central Bank of Sweden Working Paper Series No. 89*.
- LINK, ALBERT N. (1983). "Inter-firm technology flows and productivity growth", *Economics Letters*, 11, 179-184.
- LÖÖF, HANS AND ALMAS HESHMATI (2001). "Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm-Level Innovation Study", *International Journal of Production Economics*, 76, 1, 61-85.
- LOS, BART (2000). "The Empirical Performance of a New Interindustry Technology Spillover Measure", in P. P. Saviotti and B. Nooteboom (eds.), *Technology and Knowledge: From the Firm to Innovation Systems*, Cheltenham, Edward Elgar.
- LOS, BART AND BART. VERSPAGEN (2000). "R&D Spillovers and Productivity: Evidence from U.S. Manufacturing Microdata", *Empirical Economics*, 25, I, 127-48.
- MACDISSI, CHARBEL AND SYOUM NEGASSI (2002). "International R&D spillovers: an empirical study", *Economics of Innovation and New Technologies*, 11, 2, 77-91.
- MEDDA, GIUSEPPE (2004). *Ricerca e sviluppo e produttività delle imprese manifatturiere italiane*, tesi di dottorato di ricerca, Università di Cagliari.

- MEDDA, GIUSEPPE, CLAUDIO PIGA AND DONALD S. SIEGEL (2003). "On the relationship between R&D and productivity: a treatment effect analysis", *FEEM working paper* No. 34.03
- MORENO-SERRANO ROSINA, RAFFAELE PACI AND STEFANO USAI (2003). "Spatial distribution of innovation activity. The case of European regions", *Contributi di Ricerca CRENoS*, 03/10.
- MORRISON PAUL, CATHERINE J. (2001). "Supply and Demand-Driven Spillover and Productivity Growth", mimeo.
- MORRISON PAUL, CATHERINE J. AND DONALD S. SIEGEL (1999). "Scale Economies and Industry Agglomeration Externalities: A Dynamic cost Function Approach", *American Economic Review*, 89, 1, 272-290.
- NADIRI, M. ISHAQ (1993). "Innovations and Technological Spillovers", *NBER Working Paper*, 4423.
- ODAGIRI, HIROYUKI AND SHIN-YA KINUKAWA (1997). "Contributions and channels of interindustry R&D spillovers: An estimation for Japanese high-tech industries", *Economic Systems Research*, 9, 1, 127-142.
- ORLANDO, MICHAEL J. (2002). "Measuring R&D Spillovers: On the Importance of Geographic and Technological Proximity", Research Division, Federal Reserve Bank of Kansas City.
- PACI, RAFFAELE AND STEFANO USAI (2000). "Technological enclaves and industrial districts. An analysis of the regional distribution of innovative activity in Europe", *Regional Studies*, 34, 2, 97-114.
- PAKES, ARIEL AND ZVI GRILICHES (1980). "Patents and R&D at the Firm Level: A First Look", *NBER Working Paper* No. 561.
- PARENTE, STEPHEN AND EDWARD PRESCOTT (2002). *Barriers to Riches*, New York, McGraw-Hill.
- PIGA, CLAUDIO, E JOANNA POYAGO-THEOTOKY (2004). "Endogenous R&D Spillovers and Locational Choice", *Regional Science And Urban Economics*, forthcoming.
- PIGA, CLAUDIO. AND MARCO VIVARELLI (2003). "Sample Selection in estimating the determinants of Cooperative R&D", *Applied Economic Letters*, 10, 4, 243-246.
- RAUT, LAKSHMI K. (1995). "R&D spillover and productivity growth: Evidence from Indian private firms", *Journal of Development Economics*, 48, 1-23.
- ROMER, PAUL M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94, 5, 1002-1037.
- ROMER, PAUL M. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, 5 part 2, 71-102.

- ROMER, PAUL M. (1994). "The Origins of Endogenous Growth", *Journal of Economic Perspectives*, 8, 1 (Winter), 3-22.
- ROSENBERG, NATHAN (1982). *Inside the Black Box*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SCHANKERMAN, MARK (1979). *Essays on the Economics of Technical Change: The Determinants, Rate of Return and Productivity Impact of Research and Development*, Ph.D. Thesis, Harvard.
- SCHERER, FREDERIC M. (1982). "Inter-industry Technology Flows and Productivity Measurement", *Review of Economics and Statistics*, 64, 627-634.
- SHESHINSKI, EYTAN (1967). "Optimal Accumulation with Learning by Doing", in K. Schell (ed.) *Essays on the Theory of Optimal Growth*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- SOLOW, ROBERT M. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.
- STERLACCHINI, ALESSANDRO (1989). "R&D Innovations, and Total Factor Productivity Growth in British Manufacturing", *Applied Economics*, 21, 1549-1562.
- SVEIKAUSKAS, LEO (1981). "Technological inputs and multifactor productivity growth", *Review of Economics and Statistics*, 63, 1, 275-282.
- TERLECKYJ, NESTOR E. (1974). *Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study*, Washington, D.C.: National Planning Association.
- VAN LEEUWEN, GEORGE AND LUNK KLOMP (2001). "On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth", paper presented at Ecis Conference on "The future of innovation studies", Eindhoven University of Technology, 20-23 September 2001.
- VAN MEIJL, HANS (1995). *Endogenous Technological Change: The Case of Information Technology*, Ph.D. Thesis, University of Limburg, Maastricht.
- VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE BRUNO (1997). "Issues in assessing the impact of interindustry R&D spillover", *Economic Systems Research*, 9, 4, 331-356.
- VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE BRUNO (1998). *The efficiency of science and technology policies inside the triad*, Ph.D. Thesis, Université Libre de Bruxelles.
- VAN REENEN, JOHN (1997). "Employment and technological innovation: Evidence from U.K. manufacturing firms", *Journal of Labor Economics*, 15, 2, 255-284.
- VELLA, FRANCIS (1998). "Estimating Models with Sample Selection Bias: A Survey", *Journal of Human Resources*, 33, 1, 127-169.
- VERSPAGEN, BURT (1997). "Measuring Intersectoral Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases", *Economic Systems Research*, 9, 1, 47-66.

- WAKELIN, KATHARINE (2001). "Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms", *Research Policy*, 30, 7, 1079 – 1090.
- WIESER, ROBERT (2001a). "R&D and productivity: Empirical evidence at the firm level", *WIFO Working Papers No. 158*.
- WIESER, ROBERT (2001b). "R&D and productivity: Evidence for European and U.S. firms in the 1990s", *WIFO Working Papers No. 159*.
- WOOLDRIDGE, JEFFREY (2001). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, The MIT Press.
- WOLFF, EDWARD N. AND M. ISHAQ NADIRI (1993). "Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development", *Structural Change and Economic Dynamics*, 4, 315-331.