

Nuova industria o nuova economia? L'impatto dell'informatica sulla produttività dei settori manifatturieri in Italia *

ALFONSO GAMBARDELLA e SALVATORE TORRISI

1. Introduzione

Nuova economia, economia digitale, o l'espressione ancora più suggestiva di economia della conoscenza, sono diventati un *cliché* del dibattito economico e politico. Come è noto, nell'ultimo decennio la crescita degli Stati Uniti si è fondata in buona parte sullo sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), e da qui l'idea di un'economia ad alta intensità d'uso di queste tecnologie si è diffusa a livello internazionale.

Vi sono tuttavia diversi aspetti da mettere ancora a fuoco. In particolare, è importante capire se e in che misura gli incrementi di produttività generati dalle TIC si trasmettono ad altri settori. Ad esempio, negli stessi Stati Uniti il settore delle TIC pesa "soltanto" l'8% del Pil e in Italia la stessa percentuale si abbassa al 4% (si veda ad

□ Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa; gambardella@sssup.it;
Università degli Studi di Camerino, Camerino (Macerata); storrisi@camserv.unicam.it.

* Questo lavoro è parte del Progetto DGXII-TSER Growth, Inequality and Training (GRIT, Contratto N.SOE2-CT98-3073). David Ulph, David Encaoua e gli altri partecipanti ai seminari GRIT di Londra (University College London, UCL) e Chania (Mediterranean Agronomic Institute Chania, MAIACH), Creta, hanno fornito commenti e suggerimenti preziosi. Una menzione particolare va inoltre a un *referee* anonimo di questa rivista. Ringraziamo Giovanni Scanagatta del Servizio Studi e Relazioni Esterne del Mediocredito Centrale per averci messo a disposizione i dati dell'Indagine Mediocredito. Paola Doria e Andrea Ferri hanno fornito un'ottima assistenza alla ricerca. Ringraziamo inoltre la Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM), Milano, per aver ospitato questa e altre attività di ricerca del Progetto GRIT. Restiamo ovviamente i soli responsabili di eventuali errori e omissioni.

esempio OECD 2000). L'interesse per le TIC come motore della cosiddetta "nuova economia" non sta dunque tanto nel loro peso assoluto, quanto nelle potenzialità che possono avere per lo sviluppo dell'economia nel suo complesso. Si tratta cioè di capire se le TIC stiano dando veramente luogo a una nuova economia, o se non siamo semplicemente di fronte alla nascita di un nuovo *cluster* di industrie correlate.

Questo lavoro documenta l'impatto delle TIC in Italia con l'obiettivo di accertare se questo impatto è confinato all'interno di pochi settori industriali o se le TIC influenzano un insieme più ampio di comparti manifatturieri. La questione si inserisce nel dibattito internazionale. Diversi autori hanno sottolineato l'importanza delle *General Purpose Technologies* (GPTs), ossia di tecnologie i cui aumenti di produttività si trasmettono a un ampio spettro di settori applicativi.¹ Altri autori invece mettono in dubbio gli effetti pervasivi delle GPTs (es. Harbenger 1998 e Gordon 1999). In particolare, Harbenger (1998) sottolinea la differenza tra crescita per "lievitazione" e per "spore". Il lievito cresce in maniera uniforme, mentre i funghi nascono spontaneamente a seguito della caduta delle spore in luoghi e punti diversi, senza che la nascita di un fungo in un dato punto sia correlata alla nascita di un altro fungo in un altro punto. Usando serie storiche sull'industria americana, Harbenger mostra come lo sviluppo economico degli USA nei vari decenni di questo secolo si sia fondato sull'alternarsi di settori industriali leader che hanno trainato la crescita dell'economia, senza avere però grandi ricadute su altri comparti.

L'ambiguità del modello delle TIC – tra crescita per lievitazione e crescita per spore – è rilevata da alcuni studi recenti. Per esempio, Jorgenson e Stiroh (2000) stimano che l'accelerazione della crescita della produttività USA negli anni '90 sia dipesa in gran parte dalla crescita della produttività delle TIC. Tuttavia, essi osservano che i settori che hanno investito maggiori risorse nelle TIC hanno mostrato minori incrementi di produttività. Ciò può dipendere dal fatto che nei settori in cui è maggiore l'intensità d'uso delle TIC (come i servizi finanziari o le assicurazioni) è più difficile misurare gli input e gli output e

¹ Esempi di queste tecnologie sono l'elettricità e le TIC. Per un'analisi delle GPTs e delle loro implicazioni economiche si vedano, per esempio, Bresnahan e Trajtenberg (1995), Bresnahan e Gambardella (1998), David e Wright (1999).

di conseguenza risulta problematico analizzare i relativi aumenti di efficienza (Gullickson e Harper 1999). Ad ogni modo, i risultati di Jorgenson e Stiroh sollevano dubbi sul fatto che le TIC stiano producendo aumenti generalizzati di produttività per tutta l'economia. Usando dati sui paesi OCSE, Daveri (2000) conferma che le TIC spiegano tra il 20 e il 40% della crescita economica osservata negli anni '90. Daveri mostra inoltre come il ritardo nell'adozione di queste tecnologie spieghi la maggiore lentezza della crescita europea rispetto agli USA, e in particolare di alcuni paesi come l'Italia e la Spagna. Daveri ribadisce insomma la tesi dell'importanza delle ricadute delle TIC sugli altri settori. D'altra parte, che questo sia il nocciolo del dibattito in corso emerge anche da una recente rassegna dell'*Economist* (2000, p. 14), in cui si sostiene che «nessuno può negare che la produttività nel settore che produce beni TIC si è impennata, con una crescita negli anni Novanta del 24% annuo in media. Il disaccordo riguarda gli effetti delle TIC sui resti dell'economia».²

Il nostro articolo analizza una banca dati che include oltre 4000 imprese manifatturiere italiane. La banca dati è stata prodotta dal Servizio Studi del Mediocredito Centrale. Oltre a dati di bilancio e altre caratteristiche delle imprese nel triennio 1995-97, la banca dati riporta per ogni impresa l'ammontare totale di investimenti 1995-97 in attrezzature informatiche (hardware e software) e in telecomunicazioni. L'articolo discute le implicazioni delle TIC analizzando diversi dati a un livello crescente di dettaglio e di elaborazione statistica. Il lavoro inizia mostrando semplici statistiche che descrivono quattro dimensioni che sono comunemente associate alla cosiddetta *new economy*. Si esaminano infatti le differenze tra settori manifatturieri ATECO a 2 cifre nei valori medi delle quote di: 1) immobilizzazioni immateriali sulle immobilizzazioni tecniche (materiali) nette; 2) investimenti in informatica sulle immobilizzazioni tecniche (materiali) nette; 3) laureati sul totale degli occupati; 4) occupati che hanno seguito corsi di formazione sul totale degli occupati. In tutte e quattro queste dimensioni, il settore dell'informatica (macchine per ufficio) mostra quote di gran lunga superiori a tutti gli altri comparti. La marcata differenza tra l'informatica e il resto dei settori manifatturieri è tale da suggerire

² Si veda anche US Department of Commerce (1999).

che forse parte di quanto spesso nel dibattito corrente viene attribuito a una sorta di “nuova” economia o a un nuovo “paradigma” (immaterialità, formazione e alta qualifica degli occupati) sia in realtà un fenomeno limitato al settore informatico.

I nostri dati però indicano anche che le TIC si stanno diffondendo in molti comparti, compresi alcuni settori tradizionali come l'alimentare o il mobile. Risultano inoltre alcune differenze intra-settoriali tra imprese che probabilmente riflettono caratteristiche specifiche della singola impresa, come le capacità imprenditoriali e la “cultura d'impresa”. È naturale chiedersi a questo punto se queste differenze tra imprese nella propensione a investire nelle TIC si traducano in differenze di produttività. La parte successiva dello studio si focalizza perciò sulla stima di una funzione della produttività totale dei fattori (PTF). A causa di alcuni valori mancanti nella banca dati, il campione finale è costituito da 3525 osservazioni. Le variabili impiegate sono valori medi 1995-97 per impresa. Si è quindi stimato l'impatto delle immobilizzazioni immateriali delle imprese e degli investimenti in informatica sulla PTF, controllando per il settore di appartenenza delle imprese (ATECO a 2 cifre), la dimensione delle imprese stesse e altre caratteristiche. Nella stima abbiamo tenuto conto della possibilità che sia le immobilizzazioni immateriali che gli investimenti in informatica siano variabili endogene dal punto di vista econometrico. I risultati mostrano che sia le immobilizzazioni immateriali che gli investimenti in informatica hanno un impatto positivo e significativo sulla PTF delle imprese, anche controllando per la loro endogeneità dal punto di vista econometrico. Inoltre, gli investimenti in informatica influenzano positivamente le immobilizzazioni immateriali. L'informatica influenza dunque la PTF sia direttamente che indirettamente perché aumenta le immobilizzazioni immateriali. L'elasticità totale stimata indica che un aumento degli investimenti nelle TIC produce un incremento di circa lo 0,30% della PTF.

Per studiare a fondo l'impatto delle TIC abbiamo condotto anche alcune analisi settoriali più disaggregate. Innanzi tutto, abbiamo stimato l'equazione della PTF separatamente per i quattro gruppi di settori della tassonomia di Pavitt (1984) – settori tradizionali (come il tessile), a intensità di scala (come le automobili), specializzati (come le macchine utensili) e ad alta tecnologia (come l'elettronica e la farma-

ceutica).³ I risultati indicano che l'impatto degli investimenti in informatica è positivo e significativo nei primi tre casi mentre non è significativamente diverso da zero nei settori *high tech*. Pur apparendo sorprendente, questo risultato può essere spiegato dal fatto che in questi settori i guadagni di produttività associati all'investimento nelle TIC potrebbero essere stati già realizzati nel periodo precedente a quello a cui si riferisce il nostro campione. Comunque dal nostro punto di vista il risultato importante è che le TIC abbiano un impatto positivo e significativo sugli altri tre gruppi di settori, ossia su quelli meno marcatamente *high tech*.

Infine, abbiamo stimato l'equazione della PTF per singoli settori ATECO a 2 cifre. In questo caso, la riduzione del numero di osservazioni riduce la significatività statistica di diverse elasticità settoriali stimate. Il quadro generale che emerge dall'analisi è che vi sono differenze tra i vari settori nell'impatto dell'informatica sulla PTF. Tuttavia, la maggior parte dei settori mostra un impatto positivo delle TIC sulla produttività totale. In questa parte dello studio abbiamo cercato anche di capire se, oltre a influenzare la produttività, l'informatica produca effetti positivi sull'occupazione. Ci siamo perciò chiesti se, nei quattro settori di Pavitt, le imprese con una quota di investimenti in informatica sulle immobilizzazioni tecniche nette (materiali) maggiore della mediana per il settore mostrino una crescita media annua dell'occupazione nel periodo 1995-97 maggiore delle altre imprese. I risultati indicano che in media la crescita dell'occupazione è maggiore nelle imprese con una quota più elevata di investimenti in informatica. Ciò è vero soprattutto nei primi tre settori di Pavitt, mentre – probabilmente per le ragioni suggerite sopra – la differenza è meno pronunciata nei settori ad alta tecnologia.

Il prossimo paragrafo presenta una breve rassegna della letteratura che serve a inquadrare il nostro lavoro nel contesto più generale degli studi su questo tema e a segnalare i limiti della nostra ricerca. Il paragrafo 3 descrive i dati impiegati nell'analisi. Il paragrafo 4 riporta le statistiche descrittive sulle quote di immobilizzazioni immateriali, investimenti in informatica, laureati e occupati che hanno partecipato in corsi di formazione. Il paragrafo 5 presenta le stime della funzione

³ La tassonomia di Pavitt si basa sull'idea che esistano differenze strutturali tra le quattro categorie di settori in termini di intensità della R&S, organizzazione dell'innovazione e fonti del progresso tecnico.

della PTF. Il paragrafo 6 riporta le stime della funzione della PTF disaggregate per settori e le stime dell'impatto delle TIC sulla crescita dell'occupazione. Il paragrafo 7 conclude il lavoro.

2. Produttività e tecnologie dell'informazione: una breve sintesi della letteratura

Lo studio dei fattori che spiegano gli aumenti di produttività di un'economia ha radici profonde che risalgono alle origini stesse dell'analisi economica (si veda il celebre capitolo XXXI "On machinery" dei *Principi* di Ricardo). La questione è diventata ancora più dibattuta in tempi recenti quando gli economisti americani, in particolare, si sono dovuti cimentare con il cosiddetto *productivity slowdown*, ossia il rallentamento della crescita della produttività USA durante gli anni '70-'80. Lo sviluppo delle TIC e il rilancio della crescita della produttività americana negli anni '90 hanno dato nuova linfa a questo dibattito, sollevando due domande fondamentali: 1) in che misura le TIC contribuiscono ai recenti incrementi di produttività? 2) perché, nonostante l'uso intensivo di TIC, alcuni settori mostrano una crescita modesta, se non negativa, della produttività?

Griliches (1998) ha riassunto alcune delle spiegazioni principali del *productivity slowdown*. Una prima spiegazione è che l'accelerazione della crescita della produttività è dietro l'angolo, ma ci vuole tempo prima che i grandi cambiamenti prodotti dalle rivoluzioni del computer e delle biotecnologie si diffondano completamente. Una seconda spiegazione è semplicemente che gli economisti non sanno misurare questi effetti. Per questo motivo, secondo Griliches, l'analisi economica è oggi di fronte a una nuova sfida: lo sviluppo di nuovi strumenti e di nuovi modelli di misurazione degli incrementi di produttività – soprattutto nei servizi, dove, nonostante l'uso elevato di TIC, si registra una scarsa crescita della produttività.

Paul David enfatizza invece la prima spiegazione. In un famoso saggio, David (1990) confronta lo sviluppo dell'elettricità agli inizi del XX secolo con quello del computer. Anche l'elettricità richiese 40 anni prima di dar vita a incrementi diffusi di produttività. Secondo David, i vantaggi legati allo sviluppo di nuove tecnologie orizzontali

(GPTs) si dispiegano pienamente solo dopo che sono state introdotte innovazioni organizzative e istituzionali complementari. In altri termini, la tecnologia tende a diffondersi più rapidamente di quei cambiamenti organizzativi e istituzionali che fanno da volano alle opportunità create dallo sviluppo di grandi innovazioni infrastrutturali.⁴

A questo dibattito è legata la questione se le nuove tecnologie dell'informazione abbiano o meno un impatto generalizzato sui diversi settori di un'economia. Buona parte degli studi su questo argomento – come Jorgenson e Stiroh (2000) e Harbenger (1998) discussi nell'Introduzione, o come Gordon (1999) e altri – si è incentrata sull'analisi della crescita della produttività aggregata a livello di paese. Vi sono tuttavia anche lavori che hanno esaminato l'impatto delle nuove tecnologie informatiche sulla produttività delle imprese. Ad esempio, Harbenger (1998) riporta i risultati di uno studio su quasi 2000 imprese messicane durante il periodo 1984-94, il quale mostra come esistano differenze significative nella crescita della PTF tra le imprese anche all'interno dello stesso settore industriale (Torre 1997). Harbenger usa questi risultati per sottolineare come, anche all'interno delle singole industrie, la crescita della produttività è determinata in fondo da poche imprese e non è un fenomeno generalizzato e uniforme. Questa evidenza empirica contrasta con l'ipotesi di un nuovo paradigma tecnologico di tipo GPTs, che dovrebbe avere effetti diretti sulla produttività dei settori produttori e utilizzatori ed effetti indiretti (esternalità) in termini di miglioramenti indotti dei modelli di affari, dell'organizzazione aziendale e delle istituzioni. Ma, come sottolineano Paul David e altri studiosi della storia delle tecnologie, affinché queste esternalità si materializzino occorre tempo. Soprattutto, finché le innovazioni organizzative e istituzionali non si verificano, difficilmente il potenziale di produttività potrà manifestarsi pienamente.

La complementarità tra nuove tecnologie e innovazioni organizzative è stata ripresa dalla letteratura empirica in diverse occasioni. Greenan e Mairesse (1998) sono tra i primi a esaminare le relazioni tra l'uso dei computer e la produttività delle imprese nell'industria manifatturiera e nei servizi in Francia. L'articolo associa l'uso dei computer nel posto di lavoro da parte di singoli occupati negli anni 1987, 1991 e 1993 con dati sulla produttività delle imprese, l'intensità di capitale e

⁴ Si vedano anche Freeman e Perez (1988), Abramovitz e David (1996) e Barro (1997).

il salario medio dell'impresa stessa. I risultati della loro analisi indicano che l'impatto dei computer sulla produttività delle imprese è positivo e i rendimenti dall'investimento in computer sono simili a quelli di altri tipi di capitale. Licht e Moch (1997) giungono a risultati simili in un analogo studio sull'uso delle tecnologie dell'informazione in Germania. La loro analisi mostra che gli investimenti in TIC hanno un effetto maggiore sulla qualità dei servizi che non sulla produttività dell'impresa che effettua l'investimento. Ciò suggerisce che le difficoltà di misurazione delle variabili chiave nella produzione di servizi può essere una ragione importante nell'impedire che gli effetti delle TIC sulla produttività emergano chiaramente. Inoltre, Licht e Moch mostrano che la fonte principale di crescita della produttività è legata all'investimento in personal computer e nelle generazioni più recenti di TIC, rispetto ai *mainframe*. Ciò alimenterebbe l'idea secondo cui, per realizzare pienamente i benefici delle TIC, le imprese devono intraprendere riorganizzazioni piuttosto significative delle loro attività. In breve, i risultati di Licht e Moch suggeriscono che sia l'enfasi di Griliches sui problemi di misurazione, che le questioni sollevate da David sulla complementarità fra processi di riorganizzazione delle imprese e investimento nelle TIC giocano un ruolo importante nello spiegare la dinamica della produttività associata alle nuove tecnologie dell'informazione.⁵

Anche negli Stati Uniti, alcuni studi si concentrano sulle relazioni tra investimento nelle TIC, organizzazione delle imprese e incrementi di produttività. Brynjolfsson e Hitt (2000a) esaminano un'ampia casistica di analisi empiriche (casi studio, analisi statisticoeconometriche, e così via). La loro rassegna conclude che l'evidenza empirica disponibile fornisce un quadro abbastanza chiaro in cui lo sviluppo di innovazioni organizzative complementari gioca un ruolo importante nell'accrescere la produttività delle TIC. Inoltre, Brynjolfsson e Hitt (2000b) impiegano dati su 600 grandi imprese americane tra il 1987 e il 1994, trovando che l'investimento in computer aumenta la crescita annuale della PTF di circa 0,25-0,50%. Al tempo stesso, essi trovano che i guadagni di produttività dovuti all'uso di TIC aumentano nel tempo e sono maggiori nel caso di imprese che

⁵ Vi sono inoltre alcuni studi che hanno esaminato l'impatto delle TIC sulla produttività o l'intensità di ricerca delle imprese usando dati tratti dalla Community Innovation Survey (CIS), per es. Crépon, Duguet e Mairesse (1998).

hanno associato gli investimenti nell'informatica a riorganizzazioni interne, come il decentramento del potere decisionale o la terziarizzazione interna. Ciò conferma l'ipotesi di complementarità tra investimenti in TIC e investimenti in tecnologie organizzative. La riorganizzazione dell'impresa come fattore che facilita l'assorbimento di TIC e la loro traduzione in maggiore produttività è associata inoltre all'impiego di lavoro qualificato. La letteratura ha infatti messo in evidenza la complementarità tra qualifiche e nuove tecnologie come motore della crescita della produttività (Bartel e Lichtenberg 1987, Goldin e Katz 1988, Machin e van Reenen 1998, Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt 2001).

Paganetto, Becchetti e Bedoya (2000) analizzano infine l'impatto delle tecnologie dell'informazione in Italia. Questo lavoro usa la stessa banca dati Mediocredito impiegata in questo articolo. Tra le altre cose, Paganetto, Becchetti e Bedoya studiano l'impatto dei diversi tipi di investimenti nelle TIC delle imprese manifatturiere italiane. In particolare, distinguono gli investimenti in TIC in hardware, software e telecomunicazioni. I risultati empirici rafforzano l'idea della complementarità tra nuove tecnologie dell'informazione, cambiamenti organizzativi e acquisizione di nuove qualifiche. Ad esempio, l'investimento in software si associa con un aumento della domanda di lavoro qualificato, mentre l'investimento in telecomunicazioni è correlato con lo sviluppo di nuovi prodotti e nuovi processi.

Il nostro studio si inserisce in questa letteratura. Tuttavia, come già detto nell'Introduzione, più che soffermarsi sulla complementarità tra TIC e cambiamenti organizzativi o su altri aspetti già trattati dai lavori precedenti, questo lavoro cerca soprattutto di contribuire al dibattito sull'ampiezza dell'impatto delle TIC. Un punto di forza del nostro lavoro, rispetto agli studi internazionali citati sopra, è sicuramente l'ampiezza e la ricchezza della nostra banca dati, sia in termini di numerosità del campione che – come vedremo nel paragrafo successivo – in termini di variabili a disposizione. Ciò consente di stimare in maniera abbastanza accurata i fenomeni che stiamo cercando di comprendere. Inoltre, rispetto al lavoro di Paganetto, Becchetti e Bedoya, più che studiare l'impatto delle TIC sulla produttività delle imprese in sé e per sé, il nostro articolo si concentra sulle differenze tra settori e sulle differenze tra imprese nello stesso settore, sia nel grado di adozione delle TIC che negli effetti delle TIC sulla produttività totale e sull'occupazione. La rilevanza di questi temi è dimostrata

dal dibattito ancora aperto sulle conseguenze delle TIC sui settori utilizzatori al quale si è accennato nell'Introduzione.

Naturalmente, il nostro lavoro ha anche alcuni limiti. Il primo è che i nostri dati non permettono di misurare l'impatto degli investimenti in TIC sulla crescita della PTF nel tempo. La dimensione temporale è centrale in questo contesto poiché la crescita della produttività nel tempo è il vero indicatore della crescita della ricchezza di un sistema economico, in quanto misura la crescita dell'output che non è spiegata dalla crescita degli input ma da altri fattori (principalmente il progresso tecnico). Oltre agli studi aggregati sulla PTF a livello di paesi, anche Torre (1997) o Brynjolfsson e Hitt (2000b) hanno lavorato su dati che permettono di analizzare la crescita temporale della PTF delle imprese. La nostra è invece un'analisi *cross-section* che guarda alle differenze nel livello della PTF tra imprese. In particolare, noi cerchiamo di capire se diversi livelli di investimento delle imprese nell'informatica inducono differenze nella PTF. In questo senso, la nostra analisi si avvantaggia del fatto che nel periodo 1995-97 un paese come l'Italia mostrava molto probabilmente una buona varietà tra imprese: alcune avevano già intrapreso investimenti significativi nelle TIC mentre altre si trovavano ancora piuttosto indietro. Inoltre, la scelta di sfruttare la dimensione *cross-section* del nostro campione è dettata dal fatto che la banca dati Mediocredito è molto più interessante lungo questa dimensione che non lungo la dimensione temporale.

Un secondo *caveat* riguarda il periodo a cui si riferisce l'indagine. I dati 1995-97 si riferiscono all'ultima indagine del Mediocredito. Tuttavia, si potrebbe sostenere che il fenomeno delle TIC è ancora in forte evoluzione e dunque anche analisi fondate su dati relativi alla seconda metà degli anni '90 potrebbero essere già in parte obsolete. In realtà, pur non potendo escludere che dopo il 1997 si siano verificati shock negli investimenti nelle TIC (o altri effetti legati al ciclo economico), è difficile immaginare che questi shock possano aver prodotto in pochi anni cambiamenti sostanziali nei risultati chiave della nostra analisi; ciò a maggior ragione dato che, come sottolineato sopra, la nostra analisi si incentra non tanto sulla dimensione temporale, quanto sulle differenze tra settori e imprese.⁶ Inoltre, dal nostro punto

⁶ Nelle conclusioni del loro articolo, Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2001, p. 22) sottolineano ad esempio che «mentre le nostre tabelle si riferiscono al periodo 1987-1994, dalla letteratura sugli utilizzi della tecnologia dell'informazione risulta

di vista, il periodo esaminato potrebbe presentare un vantaggio. I nostri dati si riferiscono a una fase di forte crescita degli investimenti in TIC, la quale probabilmente consente di mettere bene in evidenza le differenze che stiamo cercando di rilevare tra imprese e settori nell'adozione di queste tecnologie. Occorre infine ricordare che gli investimenti in TIC sono cresciuti ancora più rapidamente alla fine degli anni '90 (cfr. Brynjolfsson e Hitt 2000b, Figura 2). Ma questa accelerazione può riflettere la crescita straordinaria (e anomala) della valutazione delle TIC (e delle imprese produttrici), che potrebbe distorcere i dati più recenti.

Un ulteriore *caveat* riguarda la composizione settoriale del nostro campione. I dati a nostra disposizione riguardano soltanto imprese manifatturiere ed escludono il settore dei servizi che, come è noto, è uno dei comparti maggiormente influenzati dalle TIC. Ciò potrebbe costituire un problema in un lavoro come il nostro, che si chiede se l'informatica abbia un impatto generalizzato sull'economia. D'altra parte, il settore manifatturiero presenta una certa varietà di comparti produttivi. Ciò consente di studiare se e in quale misura le TIC influenzano la produttività di attività economiche abbastanza diverse tra loro dal punto di vista della struttura e dei comportamenti delle imprese (tra cui la propensione all'innovazione). Inoltre, come è noto, misurare la produttività nel settore dei servizi è un problema molto complesso, a causa soprattutto della natura in gran parte immateriale degli input e dell'output (cfr., per esempio, US Department of Commerce 1999).

3. Dati e variabili impiegate nell'analisi

L'analisi sviluppata in questo articolo si fonda su dati e variabili tratte dall'ultima Indagine Mediocredito sulle imprese italiane. Le indagini del Mediocredito raccolgono dati di bilancio e altre informazioni qualitative ottenute attraverso questionario su alcune migliaia di imprese manifatturiere del nostro paese. Le indagini precedenti hanno coperto i periodi 1989-91 e 1992-94, mentre la terza indagine si riferisce al

chiaramente che molti degli stessi effetti erano già in atto ben prima del periodo considerato ed è verosimile che continuino a operare dopo di esso».

triennio 1995-97.⁷ Solo nella terza indagine è stato chiesto alle imprese di indicare il volume di investimenti totali nel triennio in apparecchiature informatiche e di telecomunicazioni (includendo sia hardware che software). Ciò non permette di costruire serie storiche più lunghe per le imprese presenti anche nella seconda o nella prima indagine; è questa la ragione principale per cui la nostra analisi impiega soltanto i dati della terza indagine. Inoltre, poiché gli investimenti in TIC sono disponibili per il periodo 1995-97, non si è potuto procedere a un'analisi di tipo *panel* anche per il solo triennio 1995-97. Di conseguenza, tutte le variabili impiegate in questo lavoro sono valori medi 1995-97.⁸

L'ultima indagine copre 4497 imprese. L'indagine non comprende le imprese con meno di 11 addetti. Per le restanti imprese, l'indagine è di tipo misto. Per le imprese da 11 a 500 addetti è stato effettuato un campionamento casuale stratificato, mentre per le imprese più grandi l'indagine è censuaria. Per ulteriori dettagli sul campionamento e altri aspetti a esso collegato si rinvia a Mediocredito (1997, in particolare p. 4). Nel campione finale di 4497 imprese, le imprese fino a 50 addetti rappresentano il 44%, contro il 40% delle imprese con 51-250 addetti e il 16% delle imprese di maggiore dimensione. L'esclusione delle imprese con meno di 11 addetti probabilmente spiega il peso limitato delle imprese del Centro (17% del campione) e del Sud (10%). Il campione sembra più aderente alla popolazione in termini di distribuzione tra i settori di Pavitt – il 45% delle imprese opera nei settori tradizionali, il 35% nei settori a elevata intensità di scala, il 16% nei settori specializzati e il 4% nei settori ad alta tecnologia.⁹

Dopo aver eliminato le imprese che presentano valori mancanti nella banca dati, il campione finale su cui è stata realizzata la nostra analisi è composto da 3525 osservazioni. Queste sono tutte le imprese per cui erano disponibili almeno dati di un anno per almeno una delle variabili impiegate nell'analisi. La tabella 1 elenca tutte le variabili impiegate in questo lavoro. La tabella 2 riporta alcune statistiche descrittive.

⁷ Per una descrizione della metodologia delle indagini 1989-91 e 1992-94 si veda Mediocredito (1997). Le differenze tra l'indagine 1995-97 e quelle precedenti che interessano la nostra analisi sono discusse nel testo.

⁸ Quando non erano disponibili tutti e tre gli anni, la media è stata calcolata per gli anni in cui i dati relativi alla variabile erano disponibili.

⁹ Le differenze tra i settori della tassonomia di Pavitt sono espone nell'Introduzione.

TABELLA 1

LISTA DELLE VARIABILI IMPIEGATE

S	Vendite dell'impresa, media 1995-97 (in milioni di lire)
L	Numero di occupati, media 1995-97
K	Immobilizzazioni materiali nette, media 1995-97 (milioni)
G	Immobilizzazioni immateriali nette, media 1995-97 (milioni)
TIC	Investimenti in informatica e telecomunicazioni (hardware e software), totale 1995-97 (milioni)
V	Valore aggiunto dell'impresa, media 1995-97 (milioni)
CL	Spese per il personale dell'impresa (costo del lavoro), media 1995-97 (milioni)
LAUR ^a	Numero di laureati occupati dall'impresa
FORM	Numero di occupati dell'impresa che hanno seguito corsi di formazione, media 1995-97
PILPC ^b	Pil pro capite della provincia in cui ha sede l'impresa, 1995 (Italia = 100)
DIMPR ^c	Densità di imprese nella provincia in cui ha sede l'impresa (numero di imprese per Km ²)
DENS ^c	Densità della popolazione nella provincia in cui ha sede l'impresa (popolazione per Km ²)
SAL1 ^d	Salario medio degli operai per provincia e per settore ATECO a 2 cifre dell'impresa (in migliaia di lire)
SAL2 ^d	Salario medio degli impiegati per provincia e per settore ATECO a 2 cifre dell'impresa (migliaia di lire)
ETÀ	Età dell'impresa al 1997 (1997 - anno di costituzione dell'impresa)
P1PROD ^a	% di vendite ottenute dal prodotto più importante dell'impresa
P3CLIEN ^a	% di vendite ai tre clienti più importanti dell'impresa
PEXP ^a	% di esportazioni dell'impresa
PAV1-4	4 variabili <i>dummies</i> per settore di Pavitt (1 = tradizionali; 2 = ad alta intensità di scala; 3 = fornitori specializzati; 4 = alta tecnologia)
DIM1-6	6 variabili <i>dummies</i> per classi dimensionali dell'impresa (1 = 11-20 addetti; 2 = 21-50; 3 = 51-100; 4 = 101-250; 5 = 251-500; 6 = 500 e oltre)
PTF	Produttività totale dei fattori calcolata in base all'equazione 1 di cui al successivo paragrafo 4.2 (milioni)

^a Al momento dell'Indagine Mediocredito (1998).^b Fonte: Istat, Conti Economici Regionali.^c Fonte: Istat, Censimento Intermedio 1996.^d Calcolati in base ai salari 1995-96 di un campione di individui per provincia e per settori. Fonte: Banca Dati INPS.

TABELLA 2

STATISTICHE DESCRITTIVE
(3525 osservazioni)

Variabili	Media	Deviazione Standard	Minimo	Massimo
S	42374,0	166990,3	900,0	6225946,0
L	119,3	349,7	7,3	7885,0
K	8722,8	35022,2	2,5	1095141,6
G	799,7	6397,8	0	229824,7
TIC	406,1	4864,9	0	277000,0
V	11115,6	35139,9	-2893,7	714574,3
CL	6859,6	22223,9	15,5	507761,3
LAUR ^a	6,6	35,2	0	967
FORM ^b	5,9	48,7	0	1500
PILPC	117,4	25,9	48,7	158,2
DIMPR	33,6	41,4	1,1	142,3
DENS	480,1	596,3	23,0	2650,8
SAL1	30,9	4,4	15,6	49,5
SAL2	41,6	7,1	19,6	78,3
ETA	24,0	18,5	1	161
P1PROD	84,1	22,7	0	100
P3CLIEN	35,3	25,4	0	100
PEXP	27,9	30,0	0	100
PAV1	0,42	0,49	0	1
PAV2	0,27	0,45	0	1
PAV3	0,26	0,44	0	1
PAV4	0,05	0,22	0	1
DIM1	0,24	0,43	0	1
DIM2	0,38	0,49	0	1
DIM3	0,16	0,37	0	1
DIM4	0,11	0,31	0	1
DIM5	0,06	0,24	0	1
DIM6	0,04	0,20	0	1
PTF	4756,6	10365,0	259,2	409884,9

^a 3298 osservazioni.

^b 3480 osservazioni.

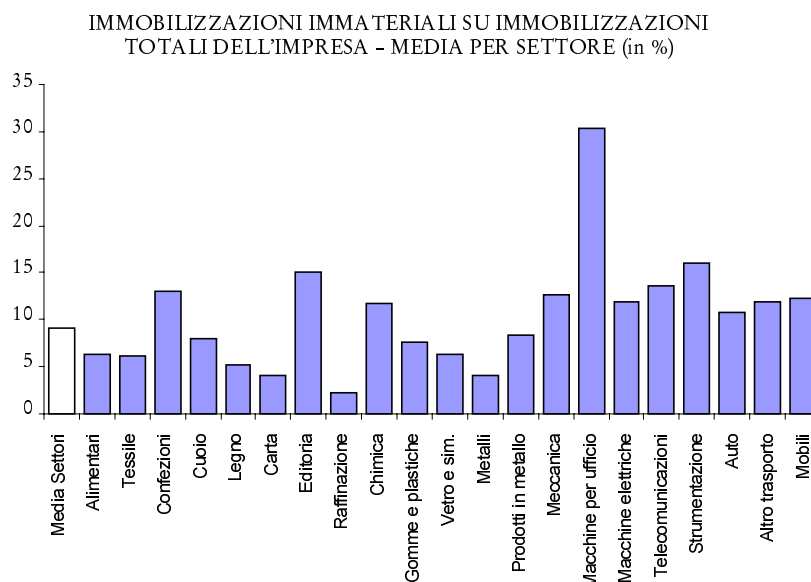
4. Immaterialità, TIC, laureati e training: vi sono tracce di “nuova economia” nei settori manifatturieri italiani?

Prima di entrare nel merito delle relazioni statistiche tra le variabili, può essere utile dare un primo sguardo ai nostri dati, cercando di verificare se semplici grafici e tabelle non forniscano già alcuni *patterns* significativi. Poiché lo scopo di questo lavoro è misurare il grado di diffusione delle TIC nei diversi comparti manifatturieri, può essere utile guardare direttamente all’investimento nelle TIC (e più in generale in attività tipiche della *new economy*) in diversi comparti manifat-

turieri. Tra queste, vi sono sicuramente le immobilizzazioni immateriali, gli investimenti in informatica, l'impiego di lavoratori qualificati (laureati) e il training degli occupati.

Le figure 1a-1d riportano i valori medi per impresa in 21 settori industriali italiani (distinti secondo la classificazione ATECO a 2 cifre) dei rapporti tra: 1) immobilizzazioni immateriali e immobilizzazioni tecniche nette (materiali) delle imprese; 2) investimenti in informatica su immobilizzazioni tecniche nette (materiali); 3) numero di laureati sul totale degli occupati; 4) numero di lavoratori che hanno seguito corsi di formazione sul totale degli occupati.

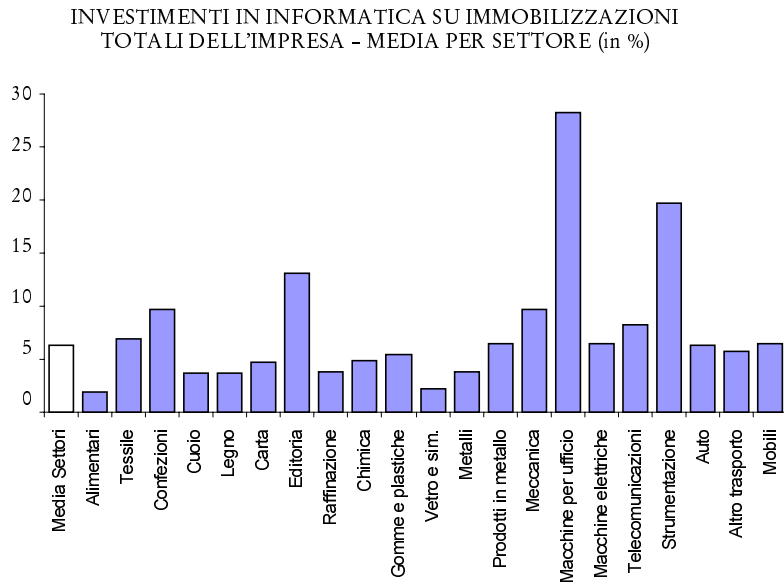
FIGURA 1A



Fonte: nostre elaborazioni su dati Mediocredito.

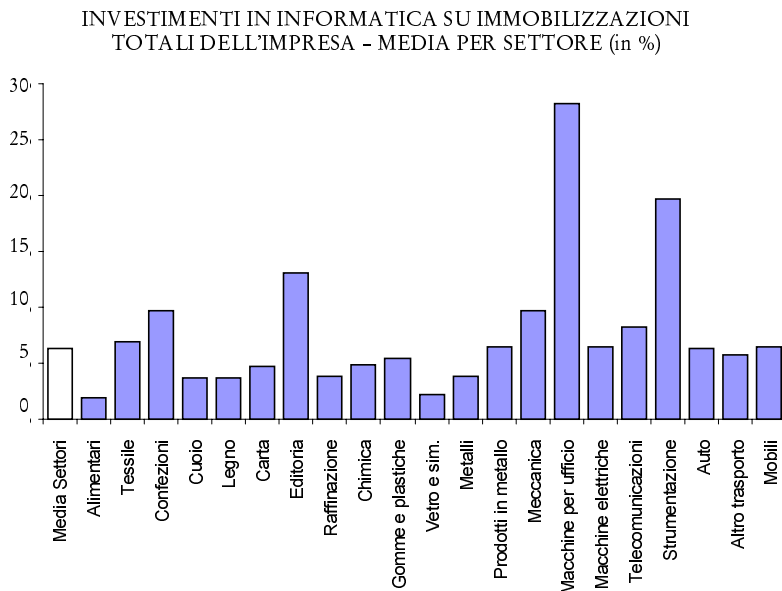
Il risultato più evidente che emerge da queste figure è la netta preminenza, in tutte e quattro le dimensioni, del settore dell'informatica (macchine per ufficio) e, in misura minore, degli altri settori delle TIC (telecomunicazioni e parte del settore della strumentazione). Il settore delle macchine per ufficio ha in media una quota di immobilizzazioni immateriali pari al 30% delle immobilizzazioni tecniche nette, l'investimento in informatica è il 28% di queste immobilizzazioni, i laureati sono il 26% degli occupati e il 7,5% degli occupati in questo settore ha seguito corsi di formazione. I valori medi di queste

FIGURA 1B



Fonte: nostre elaborazioni su dati Mediocredito.

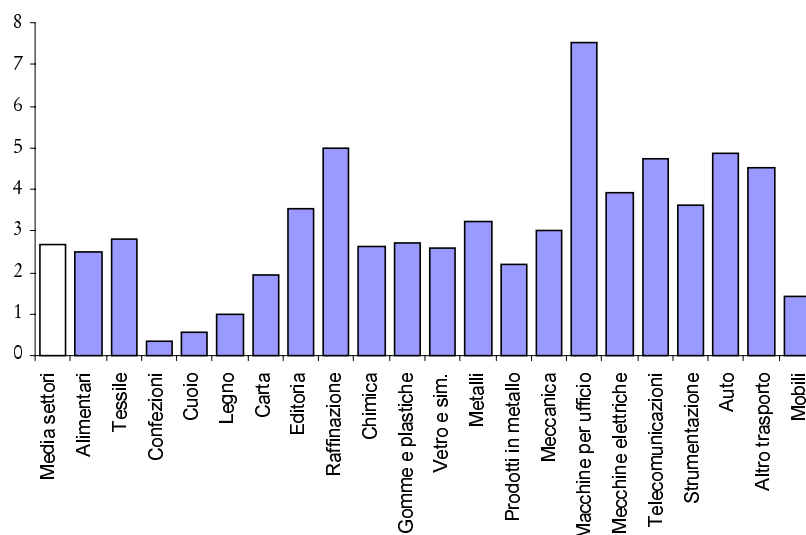
FIGURA 1C



Fonte: nostre elaborazioni su dati Mediocredito.

FIGURA 1D

OCCUPATI CHE HANNO SEGUITO CORSI DI TRAINING SUL TOTALE
OCCUPATI DELL'IMPRESA - MEDIA PER SETTORI (in %)



Fonte: nostre elaborazioni su dati Mediocredito.

variabili, calcolati per tutti i settori, sono rispettivamente 9%, 6%, 5% e 3%. Stando a queste figure, la *new economy* sembra essere in gran parte un fenomeno confinato all'interno di una specifica industria, o di un gruppo di industrie limitato. La celebrata importanza degli investimenti in capitale intangibile, computer, capitale umano (laureati) e formazione, come fenomeno che pervade tutti i settori manifatturieri, sembra quindi essere messa in discussione da questa prima lettura dei nostri dati.

Per quanto riguarda gli altri comparti (e dunque i potenziali settori di applicazione delle TIC), si possono evidenziare alcune regolarità nelle distribuzioni riportate nelle figure 1a-1d. I settori nella parte destra delle figure rientrano in generale nell'area dei comparti fondati sul paradigma meccanico-elettrico (trasporti, macchine elettriche, meccanica, oltre a telecomunicazioni e strumentazione). Quelli nella parte centrale tendono a essere legati al comparto chimico-metallurgico (chimica, gomme e plastiche, vetro e altri materiali, ecc.), mentre quelli a sinistra tendono a essere settori più tradizionali (alimentari, confezioni, tessile, ecc., oltre al mobile collocato all'estrema destra).

In tutte e quattro le figure, i settori di destra tendono ad avere valori relativamente più elevati. Ciò conferma che, anche nel nostro paese, i settori fondati sul paradigma della meccanica e dell'elettronica mostrano una maggiore propensione all'investimento in immobilizzazioni immateriali o alla qualificazione dei lavoratori.¹⁰

Tra gli altri settori, i comparti legati alla chimica (parte centrale delle figure) tendono ad avere un valore relativamente più basso in termini di immobilizzazioni immateriali e di informatica, mentre ha un peso relativamente maggiore la quota di laureati e di attività di formazione. Fra i settori tradizionali, il tessile e le confezioni hanno un valore abbastanza elevato di immobilizzazioni immateriali e di informatica, mentre, come atteso, è meno pronunciato il livello dei laureati e la formazione. Altri settori tradizionali (come il cuoio, il legno e la carta) hanno valori modesti in tutte e quattro le dimensioni. Va rilevato infine il caso dell'editoria, forse uno dei nodi applicativi più interessanti delle tecnologie dell'informazione, che ha un valore elevato in tutte e quattro le dimensioni riportate.

Al di là delle medie settoriali, è utile esaminare se esistono differenze tra le imprese all'interno dello stesso comparto. Per studiare questo aspetto, ci siamo concentrati sul rapporto tra investimenti in TIC e immobilizzazioni tecniche nette (materiali) delle imprese.¹¹ La tabella 3 riporta il primo quartile, la mediana e il terzo quartile del rapporto tra investimenti in informatica e immobilizzazioni tecniche nette dell'impresa nei 21 settori trattati in questa analisi. La tabella mostra che esistono differenze significative tra le imprese anche all'interno dello stesso comparto. Ad esempio, la percentuale di investimenti in informatica dell'impresa al terzo quartile nel settore delle confezioni è di quasi il 10%. Questo valore è decisamente più elevato della mediana di tutti gli altri settori (esclusa l'informatica). Un discorso analogo vale per altri settori tradizionali, come il tessile e il mobile.

Le imprese TIC-*intensive* operanti in questi comparti tendono a mostrare dunque un'intensità di investimenti nelle TIC superiore a

¹⁰ Va detto che i settori maggiormente utilizzatori di TIC in Italia non coincidono completamente con quelli di altri paesi. Per esempio, negli Stati Uniti tra i fattori manifatturieri più intensivi nell'uso di TIC vi sono i prodotti derivati dal petrolio e dal carbone e la chimica (US Department of Commerce 1999, Fig. 3.3., p. 27).

¹¹ L'analisi condotta sugli altri tre rapporti di cui alle figure precedenti ha prodotto risultati qualitativamente simili a quelli discussi nel caso degli investimenti in TIC.

TABELLA 3

INVESTIMENTI IN INFORMATICA SU IMMOBILIZZAZIONI
TOTALI DELL'IMPRESA (in percentuale)

Settori	Primo quartile	Mediana	Terzo quartile
Alimentari, bevande e tabacco	0,00	0,64	2,28
Tessile	0,00	1,77	6,03
Confezioni di articoli di vestiario; pellicce	0,00	2,11	9,50
Preparazione e concia del cuoio e articoli derivati (borse, ecc.)	0,00	0,00	4,23
Legno, paglia e articoli derivati (escluso mobili)	0,00	1,51	4,43
Carta	0,00	1,02	2,98
Editoria, stampa e riproduzione di articoli registrati	0,00	4,29	15,82
Coke, petrolio e combustibili nucleari	0,12	1,76	5,37
Chimica e fibre sintetiche e artificiali	0,00	1,53	6,65
Gomme e plastiche	0,00	1,42	5,17
Prodotti derivati da minerali non metalliferi (es. vetro)	0,00	0,45	2,13
Produzione di metalli e loro leghe	0,32	1,66	4,40
Fabbricazione di prodotti in metallo	0,00	2,41	6,49
Macchine e apparati meccanici	0,55	4,17	10,80
Elaboratori, macchine per ufficio e sistemi informatici	9,95	21,88	44,68
Macchine e apparati elettrici	0,00	2,60	8,57
Apparecchi radiotelevisivi e di telecomunicazioni	0,00	3,02	12,81
Apparecchi medicali, ottici e di precisione (orologi)	0,49	4,87	12,14
Auto	1,03	3,38	7,48
Altri mezzi di trasporto	0,00	0,36	4,76
Mobili e altre industrie manifatturiere	0,00	1,57	5,69
Tutti i settori	0,00	1,77	6,16

quello di imprese “mediane” operanti in settori considerati più dinamici o ad alta tecnologia. Al di là delle differenze tra settori, esiste perciò un *effetto impresa* piuttosto importante. È interessante a questo punto confrontare quanto osservato dalle figure 1a-1d con quanto emerge dalla tabella 3. Le figure 1a-1d sottolineano la peculiarità del settore dell'informatica che rappresenta di gran lunga il comparto a più alta intensità di investimenti in risorse immateriali, informatica, laureati e formazione. D'altra parte, la tabella 3 suggerisce che, anche all'interno dello stesso settore, le differenze tra imprese nell'intensità di questi investimenti sono marcate. Resta a questo punto da stabilire se queste differenze nella propensione a investire nelle TIC si traducono in differenze di produttività tra le imprese.

5. Immaterialità, TIC e produttività delle imprese: un'analisi econometrica

Obiettivo di questo paragrafo è stimare l'impatto delle immobilizzazioni immateriali delle imprese (G) e degli investimenti in TIC sulla produttività totale delle imprese. Il primo passaggio è quello di calcolare la PTF. Come è noto, la PTF è quella parte della funzione di produzione dell'impresa non spiegata dai fattori tradizionali, capitale e lavoro. Assumendo che la forma della funzione di produzione sia Cobb-Douglas ($Y = AL^\alpha K^\beta$), il logaritmo della PTF può essere scritto come

$$\log(\text{PTF}) = \log(S) - \alpha \log(L) - \beta \log(K) \quad (1)$$

dove S , L e K sono rispettivamente la media 1995-97 delle vendite, del numero di occupati e delle immobilizzazioni tecniche materiali dell'impresa. Seguendo le procedure impiegate normalmente nelle analisi di *growth accounting*, i parametri α e β misurano rispettivamente le quote del costo del lavoro e del costo del capitale sul totale delle vendite dell'impresa.¹²

Poiché l'indagine Mediocredito riporta i dati sul costo del lavoro delle imprese (cfr. Tabella 1), il valore di α utilizzato per determinare il logaritmo della PTF nell'equazione 1 è la media del rapporto tra costo del lavoro e vendite per le 3525 imprese del nostro campione, dove la media è stata impiegata per evitare che la stima sia influenzata da shock a livello di impresa.

Il calcolo del costo del capitale non è immediato. Tuttavia, anziché impiegare formule abbastanza elaborate di calcolo del costo del capitale (es. Hall e Jorgenson 1967), abbiamo utilizzato un metodo più diretto. L'indagine Mediocredito riporta il valore aggiunto delle imprese. Come è noto, il valore aggiunto è composto dal costo del lavoro più gli altri oneri interni dell'impresa. Assumendo che le immobilizzazioni materiali coprano gran parte dei restanti fattori produttivi interni dell'impresa, la quota del costo del capitale può essere approssimata dal rapporto tra la differenza tra valore aggiunto e costo del la-

¹² Data la forma Cobb-Douglas della funzione della produzione, ciò consegue dalla condizione di prim'ordine rispetto al fattore lavoro del problema di massimizzazione dell'impresa assumendo che quest'ultima operi in regime di *price-taking*.

voro e le vendite dell'impresa. Anche in questo caso, per evitare che la stima sia influenzata da shock a livello di singole imprese, β è la media tra le 3525 imprese del campione.¹³

Occorre a questo punto precisare che l'approccio da noi adottato per l'analisi della produttività risente inevitabilmente dei noti limiti della funzione di produzione neoclassica. Il dibattito, che si è sviluppato a partire dai contributi di Knut Wicksell, Joan Robinson, Piero Sraffa e Luigi Pasinetti, ha messo in evidenza numerose debolezze della funzione di produzione, puntando l'attenzione in particolare sul problema della determinazione del valore del capitale e sul "ritorno delle tecniche". In proposito, le rassegne critiche di Sylos Labini (1988) e Pasinetti (2000) ricostruiscono l'evoluzione del dibattito e chiariscono i punti maggiormente critici della teoria neoclassica della produzione.

Data la natura empirica del nostro lavoro, non entriamo nel merito di un dibattito teorico ormai consolidato. Ci limitiamo a ricordare che ai nostri fini la funzione di produzione disaggregata ha il vantaggio di offrire un contesto semplice da trattare econometricamente. Ovviamente, alcune restrizioni del modello neoclassico impongono cautela nell'interpretazione dei risultati empirici. Per esempio, la variabilità della produttività totale dei fattori, che abbiamo definito sopra, può avere un significato ambiguo, in quanto può dipendere da fattori diversi dall'efficienza (come ad esempio il potere di mercato). Non abbiamo alcuna soluzione teoricamente fondata di questo problema; comunque, come vedremo nell'analisi empirica condotta qui di seguito, abbiamo studiato il comportamento della produttività condizionata da numerose variabili che, a loro volta, sono molto probabilmente correlate con fattori diversi dall'efficienza (quali la dimensione dell'impresa o le *dummies* di settore). Nonostante questi controlli, l'influenza degli investimenti in nuove tecnologie (informatica) sulla produttività risulta significativa. Ciò a nostro avviso segnala l'importanza dei legami tra efficienza e la misura di produttività da noi adottata. Questo risultato, ottenuto con uno strumento derivato dalla funzione di produzione neoclassica, peraltro è in linea con la casistica aziendale e la storia della tecnologia (si veda, per esempio, Davenport 1993).

Dato il valore della PTF, abbiamo quindi stimato un'equazione del tipo

$$\log(\text{PTF}) = \text{const} + \gamma_Z Z + \gamma_G \log(G) + \gamma_{\text{TIC}} \log(\text{TIC}) + \varepsilon \quad (2)$$

¹³ I valori medi di α e β così ottenuti sono rispettivamente 0,20 e 0,11.

dove G e TIC rappresentano rispettivamente il livello delle immobilizzazioni immateriali e degli investimenti in TIC, ε è l'errore della stima, e γ , γ_G e γ_{TIC} sono i parametri da stimare. Il vettore \mathbf{Z} comprende tutte le variabili di controllo impiegate nella stima, ossia: 1) 20 variabili *dummies* (oltre alla costante) per i 21 settori ATECO a 2 cifre; 2) 5 variabili *dummies* (oltre alla costante) per le 6 classi dimensionali delle imprese del campione (cfr. Tabella 1 per i valori dell'intervallo delle classi dimensionali); 3) 3 variabili *dummies* (oltre alla costante) per i 4 settori di Pavitt;¹⁴ 4) il logaritmo del Pil pro capite, della densità della popolazione e della densità del numero di imprese nella provincia dell'impresa.¹⁵

Oltre al metodo dei minimi quadrati (*ordinary least square*, OLS), abbiamo stimato la 2 usando variabili strumentali. L'impiego di variabili strumentali è necessario quando vi sono ragioni per ritenere che le variabili indipendenti di una regressione siano correlate con il suo errore. Ciò può dipendere dal fatto che nella regressione vi sia un'omissione di variabili rilevanti, tali da rendere l'errore sistematico e potenzialmente correlato con alcuni regressori. Un altro modo di vedere il problema è che alcuni regressori possono essere essi stessi variabili endogene, nel senso di essere l'oggetto di una "scelta" dell'impresa o più in generale dei soggetti che compiono l'azione che viene studiata. Se il comportamento di questi soggetti è influenzato da variabili che non sono osservate da chi compie la stima, i regressori endogeni (quelli cioè influenzati dai comportamenti degli agenti) sono correlati con l'errore dell'equazione. La correlazione dei regressori con l'errore rende il parametro stimato attraverso OLS incoerente: non tende cioè asintoticamente al valore vero del parametro quando si aumenta la numerosità campionaria. Nel nostro caso, l'alta numerosità del campione suggerirebbe proprio di cercare di sfruttare la possibilità di ottenere valori stimati che tendano asintoticamente al valore vero. In generale, se i regressori endogeni sono correlati negativamente con l'errore, il metodo dei minimi quadrati sottostima l'impatto della variabile, mentre lo sovrastima nel caso di correlazione positiva.

¹⁴ Nella regressione 2 le *dummies* per i settori di Pavitt non sono un "doppione" aggregato delle *dummies* settoriali. L'indagine Mediocredito associa le imprese ai settori di Pavitt sulla base della classe settoriale ATECO a 5 cifre. È dunque possibile che imprese appartenenti allo stesso settore ATECO a 2 cifre appartengano a diversi settori di Pavitt.

¹⁵ Nell'analisi abbiamo provato anche altre variabili di controllo, senza cambiamenti di rilievo nei risultati.

Nella 2, l'impiego di variabili strumentali è necessario perché sia le immobilizzazioni immateriali, G , che gli investimenti in TIC, sono potenzialmente endogeni. Come il capitale e il lavoro queste due variabili possono essere oggetto di scelta da parte dell'impresa e questa scelta può essere influenzata da variabili non osservate che sono parte dell'errore della 2. L'impiego di variabili strumentali non è tuttavia scevro da problemi. In particolare, bisogna trovare variabili che siano correlate con la variabile endogena, ma non con l'errore della regressione. Trovare variabili di questo tipo non è facile.

Tra le variabili disponibili nell'indagine Mediocredito, l'età dell'impresa (ETA), la quota di vendite del prodotto principale dell'azienda (P1PROD), le quote dei primi tre clienti (P3CLIEN) e la percentuale di esportazioni (PEXP), sono buoni candidati per identificare l'effetto delle immobilizzazioni immateriali e degli investimenti in TIC sulla PTF. Abbiamo perciò utilizzato queste variabili come strumenti che identificano l'impatto di TIC e G sulla PTF, ma non entrano direttamente nella 2 – non influenzano cioè la PTF se non attraverso TIC e G . Le nostre restrizioni possono essere giustificate come segue. Le imprese con maggiore propensione all'esportazione, o con un numero maggiore di clienti (e forse di prodotti), entrano in contatto con realtà più ampie e variegata e possono quindi acquisire vantaggi competitivi dovuti a stimoli e opportunità provenienti da più parti. È probabile che nel periodo qui analizzato (1995-97) queste opportunità e stimoli esterni – in particolare quelli internazionali – siano legati alle tecnologie dell'informazione e alle attività immateriali. Oltre a una maggiore esposizione a *spillovers* di carattere generale, legati semplicemente al fatto di entrare in contatto con un maggior numero di imprese, paesi o clienti, il rapporto con un numero più ampio di imprese clienti, o con clienti internazionali aumenta la possibilità che l'impresa entri in contatto con soggetti che fanno già uso di queste tecnologie e che dunque ne incoraggiano l'impiego. Ad esempio, è più probabile che un'impresa con più clienti o con clienti internazionali incontri soggetti che richiedano esplicitamente scambi *on-line* o procedure computerizzate di scambio o di gestione ed elaborazione dei dati. Le imprese più diversificate o con una maggiore percentuale di esportazioni sono inoltre più probabilmente guidate da imprenditori più aperti e dinamici e hanno una struttura organizzativa più evoluta. Questo è a sua volta correlato con l'investimento in TIC o in attività immateriali. Allo stesso modo, le imprese più "giovani" sono meno

vincolate dai loro processi storici o da investimenti affondati. Potrebbero essere più propense a cogliere le opportunità legate a investimenti nelle nuove tecnologie dell'informazione o in attività immateriali che, come suggerito ad esempio da Brynjolfsson e Hitt (2000a e 2000b), spesso si accompagnano a riorganizzazioni aziendali.

Per identificare tali effetti, dobbiamo assumere che queste variabili non influenzino direttamente la PTF. Ciò può essere giustificato ricordando che, se un'impresa che esporta è esposta a un mercato più grande, tale fatto dovrebbe riflettersi in un'espansione del capitale fisico o degli occupati (quindi la PTF non dovrebbe essere influenzata). Allo stesso modo, espansioni delle vendite dovute all'espansione del portafoglio clienti o dei prodotti dovrebbero riflettersi in aumenti di K e L . D'altra parte, stiamo assumendo che neppure gli *spillovers* o gli altri fattori impliciti nelle variabili $ETÀ$, $P1PROD$, $P3CLIEN$ e $PEXP$ (non connessi con espansioni della produzione legate ad aumenti di K e L) abbiano un impatto diretto sulla produttività, ma che agiscano direttamente solo su TIC e G , e da qui sulla produttività. Come abbiamo detto sopra, stiamo assumendo che nel periodo 1995-97 tali esternalità possano essere state assorbite dalle imprese che investono in attività immateriali e nelle tecnologie dell'informazione.

Inoltre, com'è noto, il sistema industriale italiano è caratterizzato da un gran numero di imprese di dimensione relativamente piccola, che sono molto focalizzate in termini di prodotti (specializzazione produttiva) e di clienti (subfornitura). Queste imprese operano soprattutto in settori tradizionali e in molti casi la loro specializzazione produttiva o del portafoglio clienti è correlata con la capacità di avvantaggiarsi dalle nuove tecnologie dell'informazione. Ad esempio, la Relazione ISTAT 1999 (ISTAT 1999) – che si riferisce proprio al periodo del nostro campione – riporta che più di due terzi delle imprese italiane con meno di 20 addetti non ha attrezzature informatiche e solo il 4% ha attrezzature informatiche collegate a reti esterne. È molto probabile che parecchie di queste imprese siano appunto molto specializzate dal punto di vista produttivo e operino in condizioni di subfornitura, e ciò si assocerebbe a un'imprenditorialità poco dinamica e innovativa, specie per quanto riguarda la propensione a investire in attività immateriali e nelle TIC.¹⁶

¹⁶ Ci si potrebbe domandare di nuovo a questo punto perché queste caratteristiche "specifiche all'impresa" non dovrebbero influenzare direttamente la produttività a

La tabella 4 mostra i risultati empirici. La prima colonna mostra i risultati della stima basata sui minimi quadrati. Le colonne 2-4 mostrano tre specificazioni della stima basata su variabili strumentali. Tra le varie tecniche, abbiamo impiegato il metodo dei momenti generalizzato (MMG). MMG è equivalente al metodo dei minimi quadrati a tre stadi quando le equazioni da stimare sono lineari nei parametri. Le variabili strumentali impiegate sono tutte le variabili del vettore \mathbf{Z} , più le variabili che identificano l'impatto di TIC e G sulla PTF. Queste comprendono le quattro variabili indicate sopra – ETÀ, P1PROD, P3CLIEN, PEXP – più $\log(SAL1)$ e $\log(SAL2)$.¹⁷

La seconda colonna della tabella 4 presenta una stima della 2 che esclude $\log(G)$ tra i regressori, mentre la terza colonna include sia $\log(TIC)$ che $\log(G)$. In effetti, non è chiaro se $\log(G)$ e $\log(TIC)$ misurino attività molto diverse dell'impresa. In primo luogo, l'indagine Mediocredito chiedeva esplicitamente alle imprese di indicare il software tra gli investimenti in TIC. I programmi di software sono contabilizzati probabilmente come immobilizzazioni immateriali. In secondo luogo, è probabile che le TIC siano un input nella produzione di attività immateriali (es. i computer o il software nella ricerca). Le immobilizzazioni immateriali includono anche marchi, avviamento e simili. Queste sono attività che dipendono meno dalle tecnologie dell'informazione. Sono d'altra parte attività meno interessanti da studiare nel contesto della nostra analisi e che potrebbero essere catturate dalle altre variabili esogene (vettore \mathbf{Z}) impiegate come regressori della 2. Tutto ciò suggerisce che impiegando sia $\log(G)$ che $\log(TIC)$ nella 2, potremmo perdere parte dell'effetto delle TIC dovuto all'impatto che queste hanno su $\log(G)$. Pertanto, abbiamo stimato sia un'equazione che comprenda entrambi i regressori, sia un'equazione con il solo termine $\log(TIC)$.

La quarta colonna della tabella 4 affronta direttamente la potenziale collinearità tra TIC e G . Essa presenta infatti i parametri stimati della 2 quando questa è stimata congiuntamente a una seconda equazione avente come variabile dipendente $\log(G)$. Le variabili indi-

prescindere dagli investimenti in informatica. Potrebbero influenzarla ad esempio attraverso innovazioni organizzative. Tuttavia, noi assumiamo che questo non sia il caso perché, come sostiene la letteratura, le innovazioni organizzative sono spesso complementari con l'uso delle TIC, specie nel periodo che stiamo considerando (cfr. Brynjolfsson e Hit 2000b).

¹⁷ I risultati non cambiano quando si escludono $\log(SAL1)$ e $\log(SAL2)$.

TABELLA 4

IMPATTO DELLE TIC SULLA PTF, STIMA DELL'EQUAZIONE 2,
MINIMI QUADRATI (OLS) E VARIABILI STRUMENTALI
(METODO DI STIMA MMG)

Variabili	OLS	GMM	GMM	GMM
Costante	8,616 (0,590)	9,988 (0,933)	9,627 (1,056)	9,382 (1,258)
DIM2	0,205 (0,025)	-0,028 (0,065)	-0,148 (0,077)	-0,229 (0,088)
DIM3	0,633 (0,032)	0,234 (0,104)	-0,066 (0,137)	-0,270 (0,153)
DIM4	1,106 (0,038)	0,423 (0,165)	-0,034 (0,214)	-0,343 (0,240)
DIM5	1,691 (0,048)	0,778 (0,220)	0,146 (0,293)	-0,283 (0,325)
DIM6	2,332 (0,058)	1,185 (0,276)	0,315 (0,376)	-0,275 (0,417)
PAV2	0,041 (0,070)	-0,001 (0,104)	0,058 (0,117)	0,097 (0,139)
PAV3	0,014 (0,071)	0,047 (0,108)	0,117 (0,124)	0,164 (0,146)
PAV4	0,088 (0,087)	0,007 (0,134)	0,045 (0,150)	0,070 (0,178)
log(PILPC)	0,078 (0,074)	-0,180 (0,124)	-0,190 (0,138)	-0,196 (0,164)
log(DIMPR)	0,508 (0,108)	0,644 (0,167)	0,661 (0,190)	0,671 (0,227)
log(DENS)	-0,515 (0,105)	-0,657 (0,163)	-0,697 (0,185)	-0,725 (0,221)
log(G)	0,044 (0,004)	--	0,214 (0,058)	0,358 (0,058)
log(TIC)	0,029 (0,004)	0,291 (0,051)	0,260 (0,055)	0,238 (0,064)
log(TIC) ^a	--	--	--	0,183 (0,130)
N. osservazioni	3525	3525	3525	3525
R ² Corretto	0,63	--	--	--

Errori standard in parentesi (aggiustati per l'eteroschedasticità). Tutte le equazioni includono 20 *dummies* per i 21 settori ATECO a 2 cifre. Le equazioni MMG usano le seguenti variabili strumentali: *costante*; 20 *dummies* per settori ATECO a 2 cifre; DIM2-6; PAV2-4; log(PILPC); log(DIMPR); log(DENS); log(SAL1); log(SAL2); ETA; PIPROD; P3CLIEN; PEXP. Nell'ultima colonna l'equazione 2 è stimata assieme a una seconda equazione avente come variabile dipendente log(G) e come variabili indipendenti: *costante*; 20 *dummies* per settori ATECO a 2 cifre; DIM2-6; PAV2-4; log(PILPC); log(DIMPR); log(DENS); log(SAL1); log(SAL2); log(TIC).

^a Elasticità stimata di TIC su G nella seconda equazione.

pendenti di questa seconda equazione sono tutte le variabili del vettore Z , $\log(SAL1)$, $\log(SAL2)$ e $\log(TIC)$. Le variabili strumentali di questo sistema sono le stesse delle equazioni precedenti; il metodo di stima è

di nuovo MMG.¹⁸ La stima congiunta delle due equazioni consente di stimare l'impatto complessivo di TIC sulla PTF, comprendendo sia l'effetto diretto di TIC nell'equazione della PTF che l'effetto indiretto che dipende dall'impatto di *TIC* su *G* e di *G* sulla PTF. Poiché l'interesse della nostra analisi è sull'impatto di TIC, nella tabella 4 abbiamo semplificato la presentazione dei risultati non mostrando tutti i parametri stimati dell'equazione di $\log(G)$, ma solamente l'elasticità stimata di *TIC* su *G*.

La tabella 4 indica che l'elasticità stimata delle TIC e delle immobilizzazioni immateriali sulla produttività delle imprese è positiva e statisticamente significativa. In particolare, la seconda colonna della tabella 4 indica che l'elasticità stimata degli investimenti in TIC è 29,1%. La terza colonna indica che sia gli investimenti in TIC che quelli nelle immobilizzazioni immateriali *G* influenzano la PTF. Le elasticità stimate in questo caso sono rispettivamente 26,0% e 21,4%. Infine, la quarta colonna della tabella 4 indica che l'elasticità diretta delle TIC sulla PTF è 23,8%. Le TIC hanno però un'elasticità uguale a 18,3% sulle immobilizzazioni immateriali *G*. Poiché le immobilizzazioni immateriali hanno un'elasticità pari a 35,8% sulla PTF, l'elasticità indiretta delle TIC sulla PTF è 6,6% (ossia 35,8% x 18,3%). Pertanto, l'elasticità totale stimata in base ai risultati della quarta colonna della tabella 4 è 23,8% + 6,6% = 30,4%. Questa elasticità è simile a quella stimata nella seconda colonna della tabella 4, dove si era stimato l'effetto complessivo delle TIC indipendentemente da *G*.

Nel discutere i risultati della tabella 4, abbiamo volutamente concentrato l'attenzione sulle elasticità di *G* e di *TIC*, senza dare interpretazioni particolari agli altri regressori. Come indicato più volte in precedenza, questi sono semplici controlli per i fattori che possono influenzare la PTF e non sarebbe corretto offrire interpretazioni strutturali di queste variabili. Può essere interessante notare tuttavia che nelle tre stime MMG il Pil pro capite della provincia ha un effetto negativo sulla produttività. Al contrario, la densità di imprese nella provincia ha un effetto positivo e significativo. Ciò indicherebbe la presenza di esternalità positive legate alla presenza di molte imprese in

¹⁸ Nell'equazione di $\log(G)$, $\log(SAL1)$ e $\log(SAL2)$ sono stati introdotti esplicitamente tra i regressori, a differenza di quanto fatto per la 2. Ciò in considerazione del fatto che i salari possono influenzare direttamente le immobilizzazioni immateriali. Comunque, quando $\log(SAL1)$ e $\log(SAL2)$ non vengono inclusi nell'equazione di $\log(G)$, i risultati non cambiano.

un certo territorio, che rappresentano una dimensione delle celebri economie di agglomerazione dei distretti industriali. La densità della popolazione ha invece un effetto negativo sulla produttività. A parità di altre condizioni, ciò suggerirebbe la presenza di effetti di congestione in queste aree (es. alti costi per i terreni e fabbricati, alto costo del lavoro). Infine, le elasticità di TIC e G stimate impiegando MMG sono superiori a quelle ottenute attraverso il metodo dei minimi quadrati. I minimi quadrati sottostimerebbero dunque l'impatto delle nuove tecnologie.

6. TIC, produttività delle imprese e crescita dell'occupazione: analisi disaggregate

L'elasticità degli investimenti in TIC stimata nel paragrafo precedente è una media tra i diversi comparti manifatturieri. Questa stima dice poco sull'ampiezza dell'impatto delle TIC nei vari settori. L'elasticità media potrebbe essere il risultato di un impatto molto forte in pochi settori e di un impatto molto modesto o persino negativo in altri settori. Per studiare se le TIC abbiano un impatto generalizzato, occorre stimare la 2 separatamente per i diversi comparti manifatturieri.

Per fare questo, abbiamo innanzi tutto stimato la 2 separatamente per i quattro settori di Pavitt. Rispetto al paragrafo precedente, in questo caso il problema è la perdita di gradi di libertà, anche se per il momento la questione è meno seria rispetto al caso successivo in cui stimeremo la 2 per i singoli settori ATECO a 2 cifre. Per ridurre la collinearità tra i regressori, abbiamo preferito stimare la 2 per i vari settori di Pavitt senza $\log(G)$ tra i regressori.¹⁹ Come discusso nel paragrafo precedente, ciò significa assumere che l'impatto delle immobilizzazioni immateriali che non dipende dalle TIC sia catturato dalle variabili esogene, già presenti nella regressione, e da un errore puramente stocastico compreso nel termine ε della 2. Inoltre, l'elasticità stimata delle TIC comprende gli effetti diretti e indiretti sulla PTF.²⁰

¹⁹ Come abbiamo chiarito precedentemente, i settori di Pavitt raggruppano industrie con caratteristiche tecnologiche simili.

²⁰ Abbiamo stimato le equazioni per i quattro settori di Pavitt anche con $\log(G)$ tra i regressori. L'inclusione di $\log(G)$ crea qualche problema di collinearità che riduce

TABELLA 5

IMPATTO DELLE TIC SULLA PTF, STIMA DELL'EQUAZIONE 2
SEPARATAMENTE PER I 4 SETTORI DI PAVITT (Metodo di stima, GMM)

Variabili	Pavitt 1 (Settori tradizionali)	Pavitt 2 (Settori ad alta intensità di scala)	Pavitt 3 (Settori specializzati)	Pavitt 4 (Settori ad alta tecnologia)
Costante	11,095 (1,625)	10,385 (1,876)	8,851 (1,343)	4,205 (3,186)
DIM2	-0,208 (0,125)	0,220 (0,080)	0,039 (0,090)	0,226 (0,096)
DIM3	-0,011 (0,181)	0,431 (0,172)	0,476 (0,131)	1,028 (0,161)
DIM4	0,014 (0,294)	0,730 (0,273)	0,841 (0,185)	1,761 (0,272)
DIM5	0,173 (0,401)	1,289 (0,336)	1,291 (0,268)	2,358 (0,298)
DIM6	0,417 (0,504)	1,773 (0,430)	1,779 (0,315)	3,127 (0,426)
log(PILPC)	-0,417 (0,238)	-0,289 (0,258)	-0,040 (0,173)	0,468 (0,366)
log(DIMPR)	0,726 (0,271)	0,798 (0,331)	0,457 (0,264)	-0,413 (0,556)
log(DENS)	-0,716 (0,265)	-0,794 (0,319)	-0,486 (0,260)	0,411 (0,543)
log(TIC)	0,393 (0,092)	0,217 (0,091)	0,182 (0,053)	-0,015 (0,059)
N. osservazioni	1468	966	918	173

Errori standard in parentesi (aggiustati per l'eteroschedasticità). Tutte le equazioni includono *dummies* per i settori ATECO a 2 cifre (ovviamente solo quelli inclusi in ciascuno dei settori di Pavitt). Rispetto all'equazione 2 nel testo, le equazioni stimate non includono $\log(G)$ tra i regressori. Le variabili strumentali sono: *costante*; *dummy per settori ATECO a 2 cifre*; *DIM2-6*; *log(PILPC)*; *log(DIMPR)*; *log(DENS)*; *log(SAL1)*; *log(SAL2)*; *ETA*; *P1PROD*; *P3CLIEN*; *PEXP*.

I risultati della stima della 2 per i quattro gruppi di settori di Pavitt sono riportati nella tabella 5. Anche in questo caso abbiamo stimato le quattro equazioni con MMG impiegando le stesse variabili strumentali del paragrafo precedente. Come si vede dalla tabella, l'elasticità delle TIC sulla produttività delle imprese è positiva e significativa per i settori tradizionali, per i settori ad alta intensità di scala e i per i settori specializzati. I valori stimati sono rispettivamente 39,3%, 21,7% e 18,2%. L'elasticità stimata è praticamente uguale a zero nel caso dei settori ad alta tecnologia. Una spiegazione possibile di

la significatività statistica delle stime. Tuttavia, i valori stimati dell'elasticità delle TIC sono molto simili a quelli mostrati nella successiva tabella 5.

questo risultato è che, per le imprese dei settori *high tech*, la maggior parte dei guadagni di produttività legati all'uso delle TIC si è realizzata prima del periodo analizzato, essendo questi settori pionieri nell'uso di queste nuove tecnologie. Ad ogni modo, il risultato di questa prima analisi disaggregata è che, al di là dei settori *high tech*, gli effetti delle TIC sono generalizzati e toccano diversi comparti manifatturieri. Inoltre, le differenze tra imprese nell'investimento in TIC hanno un effetto persino più pronunciato sulla produttività dei settori tradizionali che negli altri settori.

I primi tre settori di Pavitt presentano anche stime abbastanza simili degli impatti del Pil pro capite, della densità di imprese e della densità della popolazione. Come nell'analisi aggregata del paragrafo precedente, l'impatto positivo sulla produttività è dato dalla densità di imprese e non dal Pil pro capite. Inoltre, anche in questi tre casi, la densità della popolazione ha un effetto negativo, correlato probabilmente a effetti di congestione dell'area. Le stime riguardanti i settori *high tech* sono invece diverse da quelle degli altri tre settori. Nessuna delle tre variabili, PILPC, DIMPR e DENS, è statisticamente significativa. Ma in questo caso l'elasticità stimata del Pil pro capite e della densità della popolazione è positiva, mentre la densità delle imprese ha un effetto negativo. A differenza degli altri settori, la produttività nei settori *high tech* sembra essere maggiore nelle aree più ricche e maggiormente dotate di infrastrutture (che in genere sono anche le più densamente popolate), mentre risulta minore nelle aree con una maggiore densità di imprese, che sono molto probabilmente quelle dei distretti industriali. Al di là di interpretazioni strutturali di queste variabili, ciò che emerge dai risultati della tabella 5 è che nei settori ad alta tecnologia la produttività delle imprese dipende da fattori abbastanza diversi da quelli che influenzano la produttività degli altri tre settori. Questa interpretazione è confortata da analisi più approfondite dei settori TIC in diverse regioni (Torrìsi 1998; Arora, Gambardella e Torrìsi 2001).

Oltre ai settori di Pavitt, abbiamo stimato la β_2 separatamente per 19 dei 21 settori ATECO a 2 cifre in cui rientrano le imprese dell'indagine Mediocredito. Non abbiamo potuto stimare la β_2 per il settore della Raffinazione (ATECO 23) e delle macchine per ufficio (l'informatica, ATECO 30) a causa del basso numero di osservazioni in questi settori. Per tutti gli altri settori, abbiamo stimato la β_2 senza includere ovviamente la *dummy* di settore. Inoltre, poiché la riduzione

ne del numero di osservazioni è un problema ben più significativo in questi casi che nelle stime precedenti, abbiamo eliminato anche altri regressori per preservare gradi di libertà. In particolare, abbiamo tolto dalla regressione le *dummies* relative ai settori di Pavitt e la variabile $\log(G)$. Abbiamo inoltre ridotto le classi dimensionali delle imprese da 6 a 5, accorpando le ultime due classi. Di conseguenza la classe 5 in questo esercizio econometrico include tutte le imprese con più di 250 addetti. Ciò è dovuto al fatto che in alcuni settori non vi sono imprese con più di 500 addetti, e si è voluto impiegare le stesse variabili indipendenti per tutti i settori, in modo da non influenzare i confronti tra le elasticità stimate delle TIC. Il metodo di stima è ancora una volta MMG e le variabili strumentali sono, oltre alla costante, le *dummies* per le classi dimensionali, $\log(PILPC)$, $\log(DIMPR)$, $\log(DENS)$, $\log(SAL1)$, $\log(SAL2)$, ETA , $P1PROD$, $P3CLIEN$ e $PEXP$.

La tabella 6 riporta le elasticità stimate delle TIC nelle 19 regressioni settoriali della produttività. Ovviamente, data la riduzione dei gradi di libertà, la significatività statistica di molte di queste elasticità è bassa. Tuttavia, una semplice ispezione della tabella mostra che in diversi settori le stime ottenute sono positive e non trascurabili. Ciò è abbastanza evidente anche dalla figura 2 che mostra le varie elasticità settoriali in un grafico. Inoltre, è interessante notare dalla figura 2 che le elasticità positive non sono confinate all'interno dei settori *high tech*, ma si distribuiscono abbastanza bene tra settori come il tessile o le confezioni da un lato, o la meccanica e i trasporti dall'altro. In sintesi, anche questa analisi più disaggregata conferma che l'impatto delle TIC è abbastanza generalizzato e tocca molti comparti manifatturieri, ivi compresi settori considerati tradizionali.

Uno studio sull'impatto delle TIC non può trascurare infine gli effetti che questi investimenti, e i relativi processi economici e industriali, hanno sull'occupazione. Il tema degli effetti occupazionali del progresso tecnologico è notoriamente oggetto di un lungo dibattito economico. La questione ha una valenza empirica in quanto è difficile stabilire a priori quali forze potranno prevalere – se quelle risparmiatrici di lavoro o quelle che creano nuove opportunità di lavoro attraverso l'innovazione di prodotto, l'allargamento del mercato e la creazione di nuove industrie. D'altronde, la nostra analisi non ha alcuna pretesa teorica, in quanto i dati a nostra disposizione non permettono di distinguere tra queste due forze. Si incentra perciò sull'effetto netto di tali forze.

TABELLA 6

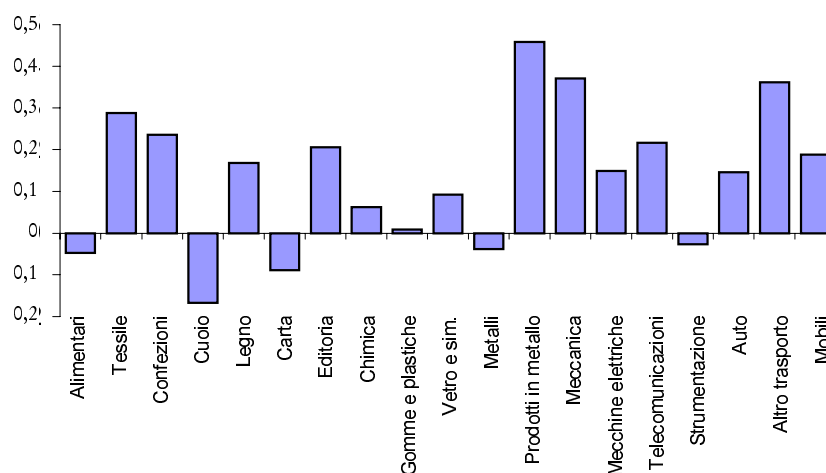
ELASTICITÀ STIMATE DELLE TIC SULLA PTF PER SETTORI ATECO A 2 CIFRE
(Stima dell'equazione 2 per settori ATECO a 2 cifre, metodo di stima MMG)

Settori	Elasticità stimate delle TIC sulla PTF
Alimentari, bevande e tabacco	-0,047 (0,120)
Tessile	0,288 (0,068)
Confezioni di articoli di vestiario; pellicce	0,236 (0,118)
Preparazione e concia del cuoio e articoli derivati (borse, ecc.)	-0,167 (0,088)
Legno, paglia e articoli derivati (escluso mobili)	0,168 (0,160)
Carta	-0,089 (0,086)
Editoria, stampa e riproduzione di articoli registrati	0,206 (0,124)
Chimica e fibre sintetiche e artificiali	0,062 (0,065)
Gomme e plastiche	0,009 (0,106)
Prodotti derivati da minerali non metalliferi (es. vetro)	0,092 (0,070)
Produzione di metalli e loro leghe	-0,038 (0,180)
Fabbricazione di prodotti in metallo	0,459 (0,305)
Macchine e apparati meccanici	0,371 (0,119)
Macchine e apparati elettrici	0,149 (0,073)
Apparecchi radiotelevisivi e di telecomunicazioni	0,217 (0,239)
Apparecchi medicali, ottici e di precisione (orologi)	-0,027 (0,058)
Auto	0,146 (0,139)
Altri mezzi di trasporto	0,362 (0,157)
Mobili e altre industrie manifatturiere	0,188 (0,171)

Errori standard in parentesi (aggiustati per l'eteroschedasticità).

FIGURA 2

ELASTICITÀ STIMATE DELLE TIC SULLA PTF PER SETTORI ATECO A DUE CIFRE



Fonte: nostre elaborazioni su dati Mediocredito.

A questo scopo abbiamo calcolato il tasso di crescita medio annuo dell'occupazione delle imprese del nostro campione nel periodo 1995-97. Più precisamente, tra le 3525 imprese del nostro campione abbiamo considerato quelle che riportavano dati sul numero di occupati in almeno due anni consecutivi. Ciò ha prodotto un campione solo appena più piccolo di quello precedente (3519 imprese). Abbiamo quindi calcolato il tasso di crescita nei due bienni 1995-96 e 1996-97 e, laddove questo rapporto poteva essere calcolato per entrambi i bienni, abbiamo preso la media fra i due tassi di crescita. Negli altri casi abbiamo preso solo il periodo a disposizione. Per ciascuno dei quattro settori di Pavitt abbiamo calcolato la mediana del rapporto tra investimenti in TIC e immobilizzazioni tecniche nette (materiali). In ciascun settore, abbiamo classificato le imprese con un valore di questo rapporto maggiore della mediana come imprese *TIC-intensive* e le altre imprese come *non TIC-intensive*.

Per ogni settore di Pavitt abbiamo quindi calcolato la media del tasso di crescita dell'occupazione per le imprese *non TIC-intensive* e per le imprese *TIC-intensive*. I risultati sono riportati nella tabella 7. La tabella mostra che il tasso di crescita dell'occupazione è sistematicamente maggiore nel caso delle imprese *TIC-intensive* e questo è vero in tutti e quattro i settori di Pavitt. A parte il settore ad alta tecnologia, queste differenze sono statisticamente significative. Oltre ad avere

un impatto positivo generalizzato sulla produttività, gli investimenti nelle TIC sembrano avere quindi un effetto positivo e generalizzato anche sulla crescita dell'occupazione.

TABELLA 7

TASSO DI CRESCITA MEDIO ANNUO DELL'OCCUPAZIONE 1995-97
PER IMPRESA - MEDIE PER SETTORI DI PAVITT
E PER INTENSITÀ DEGLI INVESTIMENTI IN TIC

Settori	N. osservazioni	Media del tasso di crescita dell'occupazione 1995-97 per le imprese <i>non TIC-intensive</i> (in %)	Differenza della media per le imprese <i>TIC-intensive</i> (in %)
Tradizionali	1467	1,10 (0,31)	+ 1,02 (0,44)
Ad alta intensità di scala	962	1,26 (0,47)	+ 1,49 (0,67)
Fornitori specializzati	917	2,52 (0,41)	+ 1,30 (0,57)
Ad alta tecnologia	173	2,03 (1,11)	+ 1,43 (1,56)

Errori standard in parentesi. Per ciascun settore di Pavitt, le imprese *TIC-intensive* sono quelle con una quota di investimenti in informatica sulle immobilizzazioni tecniche materiali maggiori della mediana per quel settore.

Conclusioni

Questo articolo ha stimato, attraverso un campione piuttosto ampio di imprese manifatturiere italiane, l'impatto sulla produttività di alcune variabili che vengono normalmente associate alla cosiddetta *new economy*. Oltre a stimare la grandezza di questo impatto, si è voluto sfruttare l'ampiezza dei comparti manifatturieri coperti dal nostro campione per studiare l'ampiezza dell'impatto delle nuove tecnologie dell'informazione sulla produttività dell'industria italiana nel suo complesso.

I risultati indicano che l'intensità degli investimenti in attività maggiormente connesse con la *new economy*, come le attività immateriali, l'informatica, i laureati o la formazione, è molto più pronunciata nel settore delle tecnologie dell'informazione che non negli altri setto-

ri. Ciò a prima vista sembrerebbe contrastare l'ipotesi secondo cui si starebbe formando una *new economy*, centrata sulla diffusione inter-settoriale di investimenti in risorse immateriali, sulla digitalizzazione della produzione di beni e servizi, sulla domanda di lavoro qualificato e sulla crescita degli investimenti in formazione. Siamo quindi in presenza di un nuovo modello di crescita limitato ai soli settori che producono TIC, anziché all'economia nel suo complesso? Un'analisi più fine, attraverso regressioni che cercano di spiegare la produttività totale delle imprese, indica che in molti settori le differenze esistenti tra le imprese nell'investimento in queste nuove tecnologie determinano differenze non trascurabili nei livelli di produttività. I risultati empirici del nostro studio danno quindi supporto all'ipotesi secondo cui le nuove tecnologie dell'informazione presentano le caratteristiche di *General Purpose Technologies* (GPTs), o di nuovi paradigmi tecnologici, come l'energia elettrica nel secolo scorso.

Inoltre, i nostri risultati indicano che esistono differenze non trascurabili nell'intensità di investimenti nelle TIC anche tra imprese appartenenti allo stesso comparto. Vi sono ad esempio imprese in settori tradizionali che investono in informatica più di quanto non facciano imprese appartenenti a settori ad alta tecnologia, e queste differenze influenzano la loro produttività. Infine, abbiamo trovato che esiste una correlazione positiva tra intensità degli investimenti nelle TIC e crescita dell'occupazione delle imprese. Questo suggerisce che gli effetti negativi delle TIC, probabilmente dovuti alla razionalizzazione produttiva e alla sostituzione di lavoro non qualificato, sono più che compensati dagli effetti positivi guidati dall'espansione delle funzioni amministrative e organizzative, dall'aumento della qualità del prodotto e dalla maggiore competitività.

Una conclusione derivante dalla nostra analisi che vogliamo sottolineare è che i nostri risultati mettono in evidenza l'importanza di variabili specifiche dell'impresa, che influenzano i modelli di adozione delle nuove tecnologie e di crescita della produttività. Questi fattori specifici all'impresa sembrano assumere un carattere orizzontale anziché settoriale. Come sostenuto da diversi autori e detto in maniera sintetica ed efficace da Porter (1998, p. 86), «non esiste un'industria a bassa tecnologia. Esistono solo imprese a bassa tecnologia».

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMOVITZ, M. e P.A. DAVID (1996), "Convergence and differred catch-up: productivity leadership and the waning of American exceptionalism", in R. Landau, T. Taylor e G. Wright eds, *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press, Stanford.
- ARORA, A., A. GAMBARDELLA e S. TORRISI (2001), "Growth and information technology. A comparison between Indian and Irish software industries", relazione presentata al Meeting annuale dell'American Economic Association, New Orleans, 5-7 gennaio.
- BARRO, R. (1997), *Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- BARTEL, A. e F. LICHTENBERG (1987), "The comparative advantage of educated workers in implementing new technologies", *Review of Economics and Statistics*, vol. 69, pp. 1-11.
- BRESNAHAN, T. e M. TRAJTENBERG (1995), "General purpose technologies: engines of growth", *Journal of Econometrics*, vol. 65, pp. 83-108.
- BRESNAHAN, T. e A. GAMBARDELLA (1998), "The division of inventive labour and the extent of the market", in E. Helpman ed., *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- BRESNAHAN, T., E. BRYNJOLFSSON e L. HITT (2001), "Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labour: firm-level evidence", *Quarterly Journal of Economics*, in corso di pubblicazione.
- BRYNJOLFSSON, E. e L. HITT (2000a), "Beyond computation: information technology, organization transformation and business performance", *Journal of Economic Perspectives*, Fall, vol. 14, no. 4, pp. 23-48.
- BRYNJOLFSSON, E. e L. HITT (2000b), "Computing productivity: firm-level evidence", *Working Paper*, MIT Sloan School.
- CRÉPON, B., E. DUGUET e J. MAIRESSE (1998), "Research investment, innovation and productivity: an econometric analysis", *INSEE Working Paper*, in corso di pubblicazione su *Economics of Innovation and New Technology*.
- DAVERI, F. (2000), "Is growth in Europe an ICT story too?", Università degli Studi di Parma e IGIER, Milano, manoscritto.
- DAVENPORT, T.H. (1993), *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Harvard Business School Press, Boston.
- DAVID, P. (1990), "The dynamo and the computer: a historical perspective on the modern productivity paradox", *American Economic Review*, vol. 80, no. 2, pp. 355-61.
- DAVID, P.A. e G. WRIGHT (1999), "General purpose technologies and surge in productivity: historical reflections on the future of the ICT revolution", *Discussion Papers in Economic and Social History*, University of Oxford, no. 31, September.
- Economist (The)* (2000), "Untangling e-economics", Special Survey sulla New Economy, 23 September, pp. 1-44.

- FREEMAN, C. e C. PEREZ (1988), "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour", in G. Dosi *et al.* eds, *Technical Change and Economic Theory*, F. Pinter, London, pp. 38-66.
- GAMBARDELLA, A. (2000), "La complessità della New Economy", in G. Amato *et al.*, a cura di, *Lo sviluppo dell'economia digitale in Italia*, Franco Angeli, Milano, pp. 37-62.
- GOLDIN, C. e L. KATZ (1998), "The origin of technology-skill complementarity", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 113, pp. 693-732.
- GORDON, R. (1999), "Has the new economy rendered the productivity slowdown obsolete?", Northwestern University, Chicago, manoscritto.
- GREENAN, N. e J. MAIRESSE (1998), "Computers and productivity in France: some evidence", *NBER Working Paper*, no. 5836, in corso di pubblicazione in P. David and W.E. Steinmuller eds, *Information Technology and the Productivity Paradox*, Harwood Academic Publishers, London.
- GRILICHES, Z. (1998), "R&D and the productivity slowdown: is recovery around the corner?", Kuznets Memorial Lecture, NBER, Cambridge, Mass.
- GULLICKSON, W.E. e M.J. HAPER (1999), "Possible measurement bias in aggregate productivity growth", *Monthly Labour Review*, February, pp. 47-67.
- HALL, R. e D. JORGENSON (1967), "Tax policy and investment behavior", *American Economic Review*, vol. 57, no. 3, pp. 391-414.
- HARBENGER, A.C. (1998), "A vision of the growth process", *American Economic Review*, vol. 88, no. 1, pp. 1-32.
- ISTAT (1999), *Rapporto Annuale: la situazione del Paese nel 1999*, Roma.
- JORGENSON, D.W. e K.J. STIROH (2000), "Raising the speed limit: US economic growth in the information age", Harvard University e Federal Reserve Bank of New York, manoscritto.
- LICHT, G. e D. MOCH (1997), "Innovation and information technology in services", *ZEW Discussion Paper*, Nr. 97-20, Mannheim.
- MACHIN, S. e J. VAN REENEN (1998), "Technology and changes in skills structure: evidence from seven OECD countries", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 113, pp. 1215-44.
- MEDIOCREDITO CENTRALE (1997), *Indagine sulle imprese manifatturiere. Sesto rapporto sull'industria italiana e sulla politica industriale*, Ministero dell'Industria e Mediocredito Centrale, Il Sole 24 Ore Libri, Milano.
- OECD (2000) *OECD Economic Outlook*, no. 67, Paris.
- PAGANETTO, L., L. BECCHETTI e D.A.L. BEDOYA (2000), "ICT investment, productivity and efficiency: evidence at firm level using a stochastic frontier approach", relazione presentata alla XII Villa Mondragone Conference on "Knowledge Economy, Information Technology and Growth", Frascati, giugno.
- PASINETTI, L. (2000), "Critica della teoria neoclassica della crescita e della distribuzione", *Moneta e Credito*, vol. LIII, n. 210, giugno, pp. 187-232.
- PAVITT, K. (1984), "Sectorial patterns of technological change: toward a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13, no. 6, pp. 343-73.

- PORTER, M. (1998), "Clusters and the new economics of competition", *Harvard Business Review*, November-December, pp. 77-90.
- SYLOS LABINI, P. (1988), "Rendimenti decrescenti e prezzo del capitale: quando gli economisti faranno finalmente i conti con queste due fondamentali questioni?", *Moneta e Credito*, vol. XLI, n. 163, pp. 269-96.
- TORRE, L. (1997), "Concentration patterns of the contribution of TFP to output growth: evidence from the Mexican manufacturing sector", cit. in A.C. Harberger, 1998, pp. 11.
- TORRISI, S. (1998), *Industrial Organisation and Innovation. An International Study of the Software Industry*, Edward Elgar, Cheltenham.
- US DEPARTMENT OF COMMERCE (1999), "The emerging digital economy II", Washington; <http://www.ecommerce.gov>.