

Mario Calderini
Giuseppe Scellato

Interpretare l'innovazione

Fattori di successo, misure di prestazione



Interpretare l'innovazione

Fattori di successo,
misure di prestazione

Mario Calderini e Giuseppe Scellato

 **Edizioni**
Fondazione Giovanni Agnelli

*Il presente studio raccoglie i risultati di un progetto di ricerca della
Fondazione Giovanni Agnelli.*

Copyright © 2003 by *Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli*
via Giacosa 38, 10125 Torino
tel. 011 6500500, fax 011 6502777
e-mail: segreteria@fga.it
Internet: <http://www.fga.it>

ISBN 88-7860-185-3

Le opinioni espresse dagli autori non riflettono necessariamente
il punto di vista dell'Editore

Indice

Scienza, finanza e innovazione VII

Capitolo primo

Investimento in attività di ricerca e sviluppo e vincoli finanziari

1.1. Introduzione	1
1.2. Caratteristiche dell'investimento in R&S	8
1.3. Modelli teorici di financial contracting	17
1.4. Investimento in R&S e fonti interne di finanziamento	24
1.5. Investimento in R&S e mercato azionario	30
1.6. Investimento in R&S e assetto proprietario	34
1.7. Venture capital e attività di R&S	36
1.8. Principali risultati della letteratura	43

Capitolo secondo

Ricerca accademica e attività innovativa nei sistemi locali

2.1. Introduzione	46
2.2. Relazioni tra università e industria e knowledge spillover	49
2.3. Relazioni di carattere istituzionale tra industria e università	70
2.4. Collaborazioni tra industria e università su specifici progetti	74
2.5. Principali risultati della letteratura	77

Capitolo terzo

Indicatori per la valutazione dell'innovazione nei sistemi locali

3.1. Introduzione	80
3.2. Modelli teorici del processo innovativo e indicatori	82

Indice

3.3. Indicatori di input-output del processo innovativo	84
3.3.1. Spese in R&S	84
3.3.2. Attività brevettuale	88
3.3.3. Pubblicazioni scientifiche	98
3.3.4. Misurazione diretta del numero di innovazioni	103
3.3.5. Bilancia tecnologica dei pagamenti	107
3.4. Indicatori ambientali di innovatività	108
3.4.1. Progetti europei	108
3.4.2. Start-ups	111
3.4.3. Risorse umane	113
3.4.4. Diffusione delle ICT	115
3.4.5. Venture capital	117
3.4.6. Mercati finanziari	118
3.5. Principali esperienze di valutazione empirica dell'innovazione	119
Bibliografia	125
Nota sugli autori	145

L'economia dell'innovazione è andata affermandosi negli ultimi decenni come uno dei luoghi centrali della letteratura economica. La ragione dell'attenzione crescente che la comunità scientifica degli economisti rivolge ai temi dell'economia della ricerca, della scienza, dell'innovazione e del progresso tecnico risiede nella centralità dei processi di crescita basati sulla conoscenza delle dinamiche di sviluppo delle economie occidentali. Il rapido affermarsi della disciplina si è comprensibilmente accompagnato a una certa eterogeneità di paradigmi, scuole di pensiero, approcci metodologici e strumenti empirici. Tale eterogeneità porta con sé importanti segnali di vivacità della ricerca, ma al tempo stesso ispira la necessità di una sistematizzazione dei contenuti e delle principali acquisizioni della disciplina. Tale necessità è giustificata da almeno tre ordini di motivi.

In primo luogo, l'ambizione di disporre di un quadro consolidato di risultati ed evidenze empiriche su cui costruire le azioni di politica tecnologica, della scienza e dell'innovazione necessarie a sostenere la crescita dei sistemi economici. Alcuni dei temi che saranno oggetto della trattazione ricorrono, infatti, con sempre maggiore insistenza ed enfasi nel dibattito di politica industriale a livello locale, nazionale e comunitario. Non sempre le proposte politiche che ne derivano si accompagnano a una serena e approfondita riflessione, non solo sui presupposti e sui fondamenti teorici della linea d'azione politica, ma anche, più gravemente, sulle esperienze pregresse documentate dalla ricerca empirica.

In secondo luogo, la volontà di isolare un insieme di strumenti metodologici ed empirici finalizzati allo studio delle determinanti e

degli effetti del cambiamento tecnologico e alla valutazione dell'attività innovativa. Un'oggettiva e affidabile valutazione delle potenzialità e delle lacune dei sistemi di innovazione locali appare un presupposto indispensabile per la definizione di efficaci politiche per lo sviluppo industriale. La necessità di un fondamento empirico per la scelta di opportune strategie di supporto all'innovazione è chiaramente testimoniata dall'enfasi posta sull'attività di elaborazione dei cosiddetti *innovation scoreboards*, sia da parte dell'Unione Europea sia a livello di sistemi nazionali d'innovazione.

Da ultimo, vi è l'obiettivo di organizzare i contenuti, i risultati e gli strumenti teorici in modo da renderne possibile la fruizione didattica. Infatti, il quadro dell'offerta didattica nel campo dell'economia e gestione dell'innovazione in Italia si è evoluto con grande rapidità negli ultimi anni e la dinamica sembra tuttora estremamente sostenuta. Le ragioni di tale turbolenza vanno ricercate sia nel contesto di riforma del sistema di formazione universitaria sia nella crescente popolarità che i temi legati all'innovazione e in generale all'economia e alla gestione della conoscenza stanno assumendo, in particolare nelle Scuole di ingegneria oltre che nelle Facoltà di economia, dove essi sono da tempo parte integrante dei curricula. L'offerta è peraltro destinata a crescere con l'articolarsi delle proposte didattiche in nuovi corsi quali le scienze della comunicazione e della formazione e con l'affermarsi dei temi legati all'innovazione e all'imprenditorialità all'interno di corsi orientati alle nuove tecnologie emergenti, quali quelle dell'informazione, della comunicazione e delle scienze della vita. In tale contesto, caratterizzato da eterogeneità, dinamica e indeterminazione dei confini della disciplina, appare opportuno circoscrivere, almeno dal punto di vista delle fonti bibliografiche e degli approcci metodologici, i contributi che, pur provenendo da paradigmi scientifici estremamente diversificati, contribuiscono a formare il pensiero e lo stato della disciplina dell'economia dell'innovazione, della tecnologia e della scienza.

Il volume, che non ha naturalmente pretese di esaustività, intende fornire, in primo luogo, l'occasione di un momento di riflessione sui risultati che la ricerca nel campo dell'economia dell'innovazione ha saputo produrre su temi di grande attualità e rilevanza politica. Il contributo specifico che quest'opera si propone di offrire ai lettori è, quindi, quello di presentare una rassegna dello stato della

disciplina, esaminandone la letteratura relativamente ad alcuni temi selezionati. In particolare, si è ritenuto di approfondire due dei temi sui quali la riflessione degli studiosi è quotidianamente e intensamente sollecitata, sul piano politico e istituzionale, in ragione della loro centralità nei processi di sviluppo locale: da un lato l'interazione tra istituzioni, strumenti finanziari e innovazione, dall'altro le relazioni tra ricerca scientifica, prestazione innovativa e sviluppo industriale.

Il processo di finanziamento delle attività innovative condotte all'interno di imprese private viene oggi concordemente indicato come un fattore di elevata criticità nel processo di crescita. Un'importante conferma della rilevanza economica del problema trattato è rintracciabile nella nascita e nell'intenso sviluppo durante gli ultimi anni di nuovi segmenti dei mercati azionari europei specificamente dedicati al supporto di giovani imprese, operanti in settori hightech, caratterizzate da elevate potenzialità di sviluppo.

Il dibattito sull'interazione tra il sistema della ricerca accademica e lo sviluppo industriale ha preso corpo tra la fine degli anni settanta e i primi anni ottanta. È stato ampiamente riconosciuto come, in tali anni, un consistente rallentamento nella crescita della produttività dei fattori, soprattutto negli Stati Uniti, abbia spinto a una ridefinizione delle politiche di innovazione in modo da coinvolgere attivamente le università come partner per la ricerca, anche di tipo industriale. La realizzazione delle politiche a sostegno dell'innovazione è stata avviata negli Stati Uniti attraverso una serie di interventi legislativi a partire dai primi anni ottanta. A distanza di due decenni è possibile una prima ricognizione degli effetti stimabili di queste strategie di intervento, insieme ad alcune riflessioni sui risultati delle corrispondenti politiche intraprese dall'Unione Europea nell'ultimo decennio.

Ai due capitoli centrali del testo, dedicati alla rassegna dei principali contenuti della ricerca economica sui temi della finanza per l'innovazione e degli spillover locali di conoscenza accademica, si affianca il capitolo conclusivo dedicato agli strumenti di analisi e valutazione della prestazione innovativa dei sistemi economici locali. Quest'ultimo capitolo è strutturato in modo tale da consentire sia una lettura diacronica dell'evoluzione del sistema di indicatori, sia un utilizzo tassonomico ispirato all'analisi operativa.

Scienza, finanza e innovazione

Infine, ci auguriamo che il testo possa costituire un utile strumento didattico. La natura specialistica dei temi trattati caratterizza l'opera come uno strumento che può essere fruito in modo particolare da studenti di dottorato o da giovani ricercatori. A costoro, il libro mira ad offrire una lettura critica e sistematica della letteratura specialistica su alcuni temi di frontiera.

Capitolo primo

Investimento in attività di ricerca e sviluppo e vincoli finanziari

1.1. *Introduzione*

Il processo di finanziamento dell'attività di ricerca e sviluppo condotta all'interno di imprese private viene oggi concordemente indicato come un fattore di elevata criticità in grado, potenzialmente, di ostacolare le opportunità di sviluppo tecnologico ed economico presenti sia a livello locale che nazionale¹. Non a caso negli ultimi anni si sono sviluppati segmenti nuovi dei mercati azionari europei rivolti alle giovani imprese ad alta potenzialità di sviluppo, attive nei settori high-tech. Il tema del finanziamento delle attività di ricerca non costituisce, d'altra parte, una novità della riflessione economica più recente, essendo possibile rintracciare i fondamenti teorici alla base del possibile fallimento dei mercati competitivi nel finanziamento della R&S sin dalle opere di Nelson (1959) e Arrow (1962). Nonostante negli anni si sia assistito a un importante e articolato sviluppo dei mercati finanziari, tanto dal punto di vista dimensionale quanto da quello della flessibilità e differenziazione de-

¹Tale fenomeno ha trovato, negli ultimi anni, numerose conferme empiriche. Stoneman e Canepa (2002), tra gli altri, conducono uno studio basato sulla rielaborazione dei dati emersi dall'ultimo *Community Innovation Survey* dell'Unione Europea, seguendo un'ottica comparativa internazionale alla ricerca dei principali fattori limitanti l'attività innovativa all'interno delle imprese europee. I risultati denunciano chiaramente come le imprese osservate, con una limitata varianza settoriale e nazionale, percepiscano una sostanziale difficoltà nel reperimento di fondi per la ricerca e una generalizzata carenza di strumenti finanziari adatti a rappresentare le esigenze strutturali del processo innovativo.

gli strumenti di investimento, le assunzioni fondamentali su cui erano basate le opere citate, e altre appartenenti al decennio successivo (Kamien e Schwartz 1978; Spence 1974), appaiono tuttora di assoluta rilevanza. L'intuizione economica proposta in tali lavori trae origine dall'identificazione di una peculiare caratteristica dell'attività innovativa, e indirettamente del bene conoscenza, ovvero la sua non rivalità e limitata appropriabilità. L'output dell'attività di R&S, tipicamente una forma di conoscenza, presenta, infatti, caratteristiche di bene quasi pubblico². Da ciò consegue il rischio concreto che si generino condizioni di disincentivo all'investimento, nella misura in cui imprese concorrenti non possano essere del tutto escluse dai benefici derivanti dallo sfruttamento dei risultati prodotti dalle ricerche condotte privatamente. Sebbene tale argomentazione sia stata oggetto di importanti revisioni negli anni, derivanti in buona parte dai risultati di analisi empiriche che hanno dimostrato l'esistenza di un elevato costo del processo di imitazione della ricerca condotta da altri (Mansfield *et al.* 1981), la sua validità generale sembra essere ancora attuale. L'assunzione di non rivalità del bene innovazione è stata, peraltro, indagata anche tramite osservazioni di natura empirica. L'idea alla base di questo specifico filone di ricerca è stata quella di confrontare i ritorni privati e sociali della R&S condotta dal settore privato. Griliches (1992) e Hall (1996), tra gli altri, identificano l'esistenza di un ritorno sociale della R&S più elevato rispetto a quello privato, fornendo, dunque, una conferma empirica tanto dell'esistenza di esternalità positive dell'attività innovativa, quanto della limitata appropriabilità dei risultati ottenuti dalla ricerca.

È importante sottolineare come le previsioni di inefficienza degli incentivi privati all'innovazione avanzate da Arrow non fossero il ri-

²Tale definizione non è da considerarsi in termini assoluti. In realtà le imprese private continuano a investire in attività di ricerca, anche di base, in quanto esistono dei margini di appropriabilità della conoscenza sviluppata. Per un'accurata analisi del problema si vedano Cohen e Levinthal (1989) e Rosenberg (1989). La tesi di fondo proposta da tali lavori suggerisce che le imprese realizzino ricerca, al di là dell'esistenza di sistemi istituzionali per la protezione della proprietà intellettuale, al fine di accrescere le competenze e le routine aziendali necessarie per poter assorbire e internalizzare la conoscenza innovativa.

sultato di una insufficiente o imperfetta competizione sul mercato per la tecnologia. In particolare Arrow (1962) sosteneva non soltanto che la società avrebbe investito una quantità sub-ottimale di risorse in ricerca pur in un contesto di perfetta competizione, ma che una eccessiva pressione competitiva avrebbe potuto esacerbare i rischi di limitata appropriabilità e dunque deprimere gli incentivi all'innovazione³. Da tali conclusioni emerge chiaramente la particolare natura del bene ricerca scientifica e tecnologica, in cui fondamentale è il ruolo della conoscenza e trasmissibilità del sapere incorporato nell'innovazione. Proprio queste idiosincroniche caratteristiche del processo innovativo costituiscono l'elemento cruciale di condizionamento dell'attività di finanziamento dell'innovazione. A questo riguardo, è possibile intendere il percorso concettuale dell'analisi economica del processo di finanziamento della ricerca tecnologica attraverso tre distinti e successivi approcci. La classica teoria sull'assenza di interazioni tra struttura di capitale e investimenti reali sviluppata da Modigliani e Miller (1958) costituisce il naturale punto di partenza della riflessione sull'impatto di determinanti finanziarie sull'attività di ricerca.

La caratteristica distintiva di tale modello teorico prevede che la presenza di perfetta competizione nel mercato dei capitali renda, di fatto, ininfluenza la struttura di capitale adottata dall'impresa. Ulteriori fondamentali ipotesi sottostanti a tale visione erano l'assenza di costi di fallimento e soprattutto la presenza di condizioni di perfetta informazione tra gli agenti coinvolti nel processo di finanziamento. Nel modello di Modigliani e Miller, per un'impresa in equilibrio le risorse finanziarie interne ed esterne sono perfette sostitute nell'attività di investimento. Sulla base delle ipotesi avanzate i mercati finanziari realizzerebbero, infatti, una corretta cernita dei progetti di ricerca condotti all'interno delle imprese e finanzierebbero quelli con più elevata probabilità di successo, garantendo nel complesso all'impresa innovatrice un costo marginale del capitale dedi-

³L'ampio e assai dibattuto tema delle interrelazioni tra struttura di mercato e propensione all'innovazione esula dagli obiettivi di questo scritto. Per un approfondimento su tale argomento si vedano Kamien e Schwartz (1982), Cohen e Levin (1989) e Aghion *et al.* (2002).

cato alla R&S identico a quello dedicato a normali attività produttive. Sebbene l'esistenza di costi di fallimento e di sistemi fiscali abbia una importante influenza sulle dinamiche del finanziamento dell'innovazione, la successiva fase di analisi teorica si è focalizzata sul problema delle asimmetrie informative che si instaurano tra soggetti finanziatori e imprese innovatrici. Anche in questo caso, pur all'interno di un'assai prolifica letteratura di economia dell'informazione, è possibile individuare almeno due lavori di riferimento in Stiglitz e Weiss (1981), e Myers e Majluf (1984). In tali modelli si sottolinea l'impossibilità di una efficiente contrattazione di carattere finanziario tra individui inizialmente dotati di differenti gradi di conoscenza della realtà oggetto di contrattazione. Nel quarto paragrafo si fornirà un'approfondita analisi delle intuizioni proposte. È importante sottolineare come i lavori citati non fossero specificamente orientati all'analisi del problema del finanziamento della ricerca. Da questo punto di vista, la terza fase dello studio dell'interazione tra finanza e innovazione è propriamente attribuibile all'economia della conoscenza, attraverso la quale con maggior dettaglio e profondità si sono potute comprendere le caratteristiche del bene ricerca scientifica, in grado di acuire le problematiche di asimmetria informativa. L'operazione concettuale di quest'ultima fase è stata, dunque, quella di analizzare le proprietà intrinseche dell'investimento in R&S in un'ottica comparativa rispetto al generico investimento in attività produttive. Il terzo paragrafo è specificamente dedicato a quest'ultimo tema.

Nel seguito si tenterà di fornire una visione sistematica dei contributi presenti in letteratura sulle problematiche sin qui brevemente tracciate, con una particolare focalizzazione sugli interventi di carattere empirico. I confini della letteratura propriamente definibile in termini di economia dell'innovazione sul tema oggetto di studio appaiono inevitabilmente sfumati e spesso tangenziali all'area della finanza, ma è importante chiarire come buona parte dei modelli teorici sviluppati nell'ambito della finanza aziendale siano direttamente estendibili al caso dell'attività di ricerca scientifica e tecnologica e, anzi, risultino essere, in quest'ultimo settore, particolarmente efficaci per la comprensione delle dinamiche in atto.

Nel processo di integrazione tra le due differenti letterature, finanza e innovazione, un importante chiarimento preliminare riguarda la

compresenza di due differenti ordini di problemi individuati dall'analisi economica in riferimento all'attività di finanziamento della ricerca scientifica e tecnologica. Il primo di essi riguarda le caratteristiche, precedentemente ricordate, del bene innovazione, e trova ampio riscontro nelle politiche pubbliche di sostegno fiscale all'innovazione, oltre che nella costante evoluzione dei sistemi di protezione della proprietà intellettuale. Il secondo ordine di problemi è, invece, inerente alla specifica situazione in cui il soggetto finanziatore dell'attività di ricerca sia differente dal soggetto che concretamente la realizza. In questo caso si apre uno scenario, costituito dalle differenti modalità di interazione dei due agenti coinvolti, assai più complesso. Va sottolineato, peraltro, come il rischio di sottoinvestimento sia presente, secondo il primo approccio, anche nel caso di coincidenza tra finanziatore e innovatore, essendo, in questo caso, la possibilità di essere espropriati da terzi della conoscenza acquisita il maggiore ostacolo a un efficiente livello di investimento. Nella letteratura di finanza il secondo ordine di problemi è decisamente preponderante e coinvolge aspetti cruciali nell'interpretazione del sistema economico quali l'efficienza del mercato del credito, la miopia dei mercati azionari e, ancora, il ruolo e gli obiettivi del management all'interno delle imprese. Nel seguito verrà dato ampio spazio all'analisi dei lavori che si sono orientati su questo secondo ordine di problemi, integrando in tali contesti le specificità del bene innovazione.

Infine, è opportuno ricordare come i risultati delle analisi che verranno proposte presentino inevitabilmente una intensa dipendenza dai singoli contesti nazionali in cui sono state realizzate. Tale precisazione assume una valenza particolare nel contesto della finanza aziendale, poiché in letteratura viene costantemente ribadita la presenza di nette differenze strutturali dell'assetto finanziario di paesi diversi. In particolare, vengono individuati quattro distinti modelli di riferimento, a cui si farà nel seguito più volte riferimento, con l'obiettivo di determinare quali tra essi presenti miglior efficienza nell'arginare specifici problemi di finanziamento dell'innovazione. Il primo di tali modelli è quello anglosassone, contraddistinto dalla presenza di estesi e diversificati mercati azionari, e con le ulteriori caratteristiche di azionariato tipicamente diffuso, limitato impatto finanziario da parte del settore bancario e un importante sviluppo dell'attività di venture capital. Il secondo modello è quello

tedesco in cui le principali banche partecipano, direttamente o attraverso portafogli amministrati per conto di singoli investitori, nell'azionariato delle imprese in settori innovativi (Edwards e Fischer 1993). Il terzo modello di riferimento è quello giapponese in cui è presente un elevato grado di integrazione finanziaria tra diverse imprese, coinvolgendo direttamente anche istituti di credito attraverso partecipazioni incrociate nei consigli di amministrazione. Infine, il modello italiano vede la presenza di un relativamente limitato mercato azionario, una conseguentemente intensa dipendenza delle imprese dal settore bancario e una elevata concentrazione della proprietà azionaria (Gros-Pietro *et al.* 2001)⁴.

Da questa pur schematica suddivisione dei differenti modelli di riferimento, appare chiaro come l'obiettivo di *policy* primario sia quello di realizzare una progressiva convergenza verso la soluzione organizzativa e istituzionale caratterizzata da miglior impatto di efficienza. A questo riguardo, lasciando al seguito del lavoro il compito di un puntuale approfondimento delle tematiche rilevanti, è necessario porre in luce la difficoltà oggettiva di tale approccio.

Ad esempio, se è vero che l'esistenza di un ampio mercato azionario quale quello statunitense costituisce una importante sorgente finanziaria per imprese innovative, va al tempo stesso menzionato il fatto che un azionariato diffuso riduce drasticamente la capacità di monitoraggio degli investimenti realizzati dalle imprese e induce una rischiosa dipendenza dalle fluttuazioni del mercato azionario

⁴ Sul versante europeo è importante sottolineare come l'introduzione dell'euro abbia avviato una fase di trasformazione dei mercati finanziari. In una recente analisi condotta dall'ufficio studi di Mediobanca (www.mbres.it) su 274 grandi gruppi industriali, emerge una importante mutazione delle modalità di indebitamento delle imprese tedesche a partire dal 1998. All'inizio degli anni novanta Germania e Italia erano contraddistinte dal ruolo centrale rivestito dalle banche nel finanziamento delle imprese: una quota pari a una volta e mezzo quella osservata per Regno Unito e paesi scandinavi. Le aspettative di maggiore liquidità del mercato conseguenti all'introduzione della moneta unica hanno portato per la Germania l'incidenza del debito verso le banche rispetto al totale dei debiti dal 73,7% del 1990 al 32,1% del 2001. Tale riduzione è avvenuta a favore di un incremento nelle obbligazioni emesse dalle imprese tedesche e quindi non propriamente a favore di una soluzione di tipo anglosassone. Per l'Italia non si presenta un fenomeno analogo in quanto l'incidenza del debito verso le banche permane nel 2001 al 53%.

legate a determinanti esogene rispetto all'impresa stessa. Allo stesso modo, uno stretto legame con il settore bancario può apparire alternativamente positivo, se si tiene conto della protezione esercitata verso gli azionisti di minoranza e del controllo sull'operato del management, o negativo, se si considerano i rischi per l'investimento in capitale intangibile, e dunque non suscettibile di garanzie reali, quale quello della conoscenza scientifica e tecnologica.

Il confronto tra i differenti modelli strutturali è, dunque, complessivamente riconducibile alla contrapposizione tra un sistema in cui prevale il mercato azionario e uno in cui sono gli intermediari finanziari a rivestire il ruolo chiave del processo di finanziamento per l'innovazione (Becchetti 1995). Allen e Gale (1995) sottolineano come l'adozione di una delle due opzioni implichi un trade-off tra la realizzazione di risk sharing cross-sezionale, tipicamente esercitato dai mercati di capitali, e la realizzazione di risk sharing inter-temporale, area in cui meglio emerge la capacità degli intermediari finanziari. Il posizionamento di tale trade-off è determinato, secondo gli autori, dalla interazione di una serie di fattori: il prezzo finale del capitale erogato per l'investimento in R&S, la capacità di valutare la convenienza economica e le potenzialità di sviluppo dei progetti selezionati dagli imprenditori, la capacità di diffondere correttamente informazioni sulle condizioni finanziarie e tecnologiche dell'impresa, l'efficacia del monitoraggio durante la fase operativa dell'investimento, l'abilità nell'ingenerare fenomeni di spillover positivo per l'impresa e nel coinvolgere agenti esterni nel processo innovativo.

La struttura del lavoro prevede nel secondo paragrafo l'esposizione delle caratteristiche dell'investimento in R&S in relazione a generici investimenti in capitale fisico per attività produttive. Il terzo paragrafo è dedicato a una introduzione dei modelli interpretativi dell'interazione tra finanziatori e agenti innovatori, fondati sul concetto di asimmetria informativa e sulla teoria degli incentivi. Il quarto paragrafo contiene una dettagliata introduzione metodologica e una raccolta di lavori empirici miranti alla misurazione dell'esistenza di vincoli finanziari per le imprese coinvolte in attività di ricerca. Nel quinto paragrafo viene presentata una *review* dei lavori empirici che hanno indagato la capacità dei mercati azionari di percepire e valutare l'attività innovativa condotta all'interno delle im-

prese. Nel sesto paragrafo vengono presentati dei lavori che si sono occupati di analizzare l'impatto della struttura di proprietà delle imprese, e i conseguenti assetti finanziari, sulle capacità innovative delle stesse. Infine, il settimo paragrafo è dedicato alla presentazione delle caratteristiche economiche del venture capital e a una discussione critica dell'efficacia di tale modalità di finanziamento, in relazione alle problematiche emerse nei precedenti paragrafi. L'ottavo paragrafo conclude presentando in modo sintetico i principali risultati emersi dall'analisi della letteratura.

1.2. Caratteristiche dell'investimento in R&S

Per una corretta interpretazione dei fenomeni connessi all'attività di finanziamento della ricerca è indispensabile chiarire preliminarmente alcune caratteristiche tipiche dell'investimento in R&S. In questo modo sarà più agevole comprendere il livello di pertinenza e l'impatto dei modelli finanziari che verranno presentati successivamente. Come ricordato in precedenza, le caratteristiche distintive del bene innovazione appaiono strettamente connesse ad aspetti di carattere informativo e conseguentemente costituiscono la causa dell'instaurarsi di comportamenti di interazione strategica tra finanziatori e imprese, il cui esito può spesso concretizzarsi in un fallimento del finanziamento stesso. La probabilità che si verifichi una situazione sub-ottimale di finanziamento appare essere funzione sia di condizioni ambientali, quali il grado di trasparenza dei sistemi di accounting o lo sviluppo del sistema creditizio presente localmente, sia di aspetti contingenti alla specifica transazione, quali il grado di sviluppo del settore tecnologico per cui è richiesto il finanziamento o la tipologia di impresa richiedente. Nonostante le problematiche inerenti al processo di finanziamento dell'innovazione siano, dunque, declinabili secondo differenti ambiti di pertinenza, alcuni fenomeni si presentano come delle costanti, in grado di ostacolare una corretta valutazione e un efficiente finanziamento esterno delle attività di ricerca.

In primo luogo, va ricordato come i processi di ricerca e sviluppo incorporino, tipicamente, livelli di rischiosità spesso non comparabili con quelli di normali investimenti in capitale fisico. Di fatto,

nel caso di attività di ricerca viene spesso preferito, in letteratura economica, alla consolidata terminologia sul rischio il concetto di incertezza, a testimonianza della assai limitata possibilità predittiva degli esiti dell'investimento e della conseguente incapacità di realizzare una opportuna protezione dal rischio di insuccesso.

I costi e i benefici del processo di investimento in ricerca non appaiono essere correttamente stimabili tramite l'impiego delle usuali metodologie del *net present value*, in quanto queste ultime non sono in grado di cogliere l'aspetto dinamico dell'investimento in R&S, capace di generare positivi e inattesi fenomeni di *serendipity*, e contraddistinto da una importante componente di apprendimento. La limitata applicabilità di metodologie tradizionali di stima, tanto del rischio, quanto dei tassi attesi di remunerazione, ostacola in modo rilevante il ruolo dei finanziatori istituzionali. Inoltre, differenti ricerche condotte attraverso analisi questionnaire mostrano come, soprattutto in periodi caratterizzati da instabilità finanziaria, gli indicatori maggiormente diffusi per la valutazione degli investimenti siano delle varianti del *pay-back*, ovvero del tempo necessario per il recupero dell'esborso iniziale dell'investimento. L'impatto di tale procedura di valutazione degli investimenti dedicati all'attività di ricerca, anche di tipo applicato, risulta essere profondamente penalizzante.

Sistemi alternativi di valutazione economica, fondati sulla metodologia delle opzioni reali, tentano di incorporare le aspettative strategiche e la progressiva riduzione nel tempo dell'incertezza associata agli esiti dell'attività di ricerca (Dixit e Pindyck 1994). L'intuizione a supporto di tali procedure di valutazione prevede che progetti di ricerca contraddistinti da piccole probabilità di conseguire in futuro grandi successi, e conseguenti elevati flussi di cassa, debbano essere perseguiti anche in presenza di un valore attuale netto negativo.

Sherer (1998), a questo riguardo, mostra come la distribuzione dei profitti derivanti dall'attività di innovazione presenti, su differenti campioni di imprese, una distribuzione paretiana con assenza di varianza. In questo caso, ovviamente, perdono di significato le metodologie di *risk adjustment* tradizionali, secondo le quali il costo opportunità di un progetto viene derivato da un modello di *capital asset pricing* che include un tasso di ritorno minimo, pari al rendimento del titolo certo presente sul mercato, e un ulteriore premio

per il rischio. In particolare, se l'investimento presenta caratteristiche non rintracciabili in precedenti investimenti realizzati dall'impresa stessa o da altre imprese simili, diviene più difficoltoso assegnare un livello corretto di rischio sistematico per la determinazione del tasso di sconto (Goodacre e Tonks 1995). Binks *et al.* (1992), inoltre, rilevano empiricamente come, nel caso di imprese innovative relativamente giovani, per gli analisti esterni vi sia un'assai limitata disponibilità di documenti di pubblico dominio, con un conseguente aumento dei costi di raccolta delle informazioni necessarie per la valutazione dell'investimento. Cockburn e Henderson (1996) analizzano il settore farmaceutico negli Stati Uniti, ricercando le possibili cause del declino di produttività occorso durante i precedenti anni. Una delle possibili cause addotte dagli autori è quella secondo cui un progressivo spostamento verso aree di ricerca maggiormente *science-intensive* abbia reso meno efficaci le metodologie di analisi finanziaria tradizionale per la selezione e finanziamento degli investimenti in ricerca.

L'approccio metodologico fondato sul concetto di *discounted cashflow*, sebbene ineccepibile dal punto di vista formale e ampiamente utilizzato nella pratica comune, presenta il limite di essere focalizzato unicamente sui flussi di cassa. Vi sono, nella realtà, una serie di ulteriori fattori complementari, e variabili nel tempo, in grado di influenzare intensamente il valore di un investimento. I modelli finanziari classici non trascurano del tutto questi fattori, ma li modellizzano attraverso l'introduzione di distribuzioni di probabilità su eventi futuri. Nel complesso l'analisi rimane, quindi, di tipo statico. Al contrario, le opzioni reali appartengono all'ambito della finanza dinamica, poiché il loro valore varia nel tempo in funzione dall'evoluzione di variabili, sia esogene che endogene, influenti sull'asset sottostante all'opzione stessa. Un'opzione è un diritto, ma non un obbligo, a intraprendere una certa azione in futuro. Chi acquista un'opzione su un asset finanziario acquista, dunque, un diritto esercitabile in futuro. L'approccio per opzioni reali costituisce la traslazione in ambito non finanziario dei concetti e delle metodologie sviluppate per la quotazione delle opzioni sui mercati. Sia le opzioni *call* che le opzioni *put* sono soggette a contrattazione sui mercati finanziari. Alcuni importanti metodi sono stati sviluppati per realizzare una corretta determinazione dei prezzi di tali opzioni. L'i-

dea sottostante alla teoria delle opzioni reali è quella di utilizzare queste tecniche di *pricing* per valutare il costo dell'incertezza del progetto di investimento analizzato. Per realizzare tale obiettivo è necessario, per gli analisti, ricondurre l'investimento a una *twin security*, ovvero a un asset finanziario che ne riproduca le caratteristiche di volatilità futura. Il valore complessivo dell'investimento risulta essere, quindi, la somma di una componente deterministica, data dall'attualizzazione dei cashflow attesi, e una componente dinamica, data dall'*option value* stimato per il *twin financial asset*. Nel caso di mercati finanziari, le opzioni esercitabili consistono sostanzialmente nell'acquisto o vendita di un asset a un prezzo contrattualmente prestabilito. Sono conseguentemente gli andamenti di mercato a determinare l'opportunità e il valore dell'esercizio del diritto. Nel caso di opzioni su investimenti reali è possibile identificare differenti tipologie di opzioni. L'iniziale opzione di investimento contiene, infatti, altre opzioni esercitabili in momenti successivi. Una impresa, una volta che abbia optato per l'investimento, avrà la possibilità di decidere quando avviarlo, se e quanto espanderlo, e infine quando farlo cessare⁵.

La teoria delle opzioni reali appare perfettamente applicabile nel caso di un *intangible asset* direttamente correlato all'attività di ricerca e sviluppo: i brevetti. In primo luogo, un brevetto tecnologico garantisce all'impresa assegnataria il diritto, e quindi un'opzione, di ritardare il momento dell'investimento per l'industrializzazione delle conoscenze contenute nel brevetto stesso. In secondo luogo, il

⁵A tali dimensioni possono corrispondere differenti opzioni: *Waiting to invest option*: se è possibile ritardare il momento dell'investimento, più informazioni saranno disponibili e sarà possibile prendere decisioni più efficienti. In generale tale tipologia di opzione si riferisce al valore incrementale dell'investimento dovuto a scelte di timing da parte del management. L'opzione di ritardare l'investimento ha un valore crescente rispetto al grado di incertezza economica del sistema e all'orizzonte temporale dell'investimento stesso. *Growth option*: se un'impresa investe in una nuova tecnologia, si genera un'opzione legata alla possibilità di sviluppare in seguito, in modo incrementale, la tecnologia stessa. *Shutdown option*: la possibilità di abbandonare un investimento, ed eventualmente riavviarlo successivamente, indipendentemente da specifici vincoli temporali, costituisce un fattore in grado di influenzare il valore economico dell'investimento stesso.

possesto di un brevetto concede un notevole vantaggio competitivo sugli sviluppi incrementali della nuova tecnologia. Infine, in caso di incertezza finanziaria dell'impresa, il brevetto possiede caratteristiche di *exit option* attraverso la vendita dei diritti o la concessione di licenze d'utilizzo a terzi. Il tema delle metodologie *real options* applicate all'area della ricerca è stato affrontato da Bloom e Van Reenen (2002). Gli autori propongono un approccio di valutazione delle imprese attraverso opzioni reali, includendo tra le variabili rilevanti i brevetti assegnati alle singole imprese.

Le metodologie per opzioni reali appaiono essere, nel complesso, un importante strumento per la valutazione di asset, soprattutto di carattere intangibile, il cui valore è fortemente condizionato sia dal sopraggiungere nel tempo di nuove informazioni, sia dalla capacità di gestione di problemi complessi da parte del management. Il principale limite di tale approccio metodologico consiste nella sua complessa implementazione. È opportuno ricordare come anche le formule di *option pricing* richiedano, per la loro implementazione, una misura di rischiosità dell'asset coinvolto, la quale può non essere sempre disponibile. Inoltre, non è chiaro se il mercato applichi di fatto le stesse tecniche per opzioni adottate dall'impresa per la valutazione dell'investimento rischioso, con possibili conseguenti problemi in termini di finanziamento. Infine, va ricordato che l'approccio per opzioni reali alla valutazione di asset intangibili è una metodologia ancora in una fase di iniziale espansione tra gli analisti finanziari, e dunque carente dal punto di vista della standardizzazione e comparabilità delle procedure utilizzate.

Un secondo aspetto distintivo dell'investimento in R&S è costituito dalla natura di intangibilità tanto dei processi quanto degli output dell'attività innovativa. L'inevitabile conseguenza di tale situazione è l'assenza, o la limitata presenza, di strutture fisiche rispetto alle quali vincolare l'eventuale debito da contrarsi (Lev 2001). La ridotta disponibilità di *collaterals* rappresenta, di fatto, un importante fattore di disincentivo per il finanziatore esterno, sia in fase di stesura di un contratto di debito, sia in fase di revisione e controllo dello stesso nel tempo (Hubbard 1998). Bester (1985) dimostra come gli asset fisici dell'impresa possano essere impiegati come strumento di segnalazione per separare *high-risk* e *low-risk borrowers*. Berger e Udell (1998) presentano dei dati raccolti per l'area statuni-

tense da cui emerge una sostanziale correlazione negativa tra la leva finanziaria delle imprese e l'incidenza di asset intangibili. Shleifer e Vishny (1992) esaminano come la specificità degli asset possa produrre effetti sui livelli di indebitamento. Gli autori mostrano come le imprese dotate di asset altamente specifici, quali quelli inerenti all'attività di ricerca industriale, ricorrano in modo assai limitato al debito in conseguenza dei bassi valori di liquidazione disponibili per tali asset.

Una terza importante caratteristica dell'investimento in ricerca e sviluppo è costituita dal fatto che la conoscenza da esso prodotta è tacita e inglobata all'interno del capitale umano presente nell'impresa. Data questa premessa, appare chiaro come l'impresa non abbia un pieno controllo su questa particolare tipologia di capitale, essendo i lavoratori liberi di abbandonare l'impresa stessa. L'effetto diretto di tale situazione si manifesta attraverso la tendenza delle imprese a distribuire nel tempo in modo relativamente uniforme l'investimento in R&S, per evitare di dover abbandonare i propri *knowledge workers*. Levin *et al.* (1987) a questo riguardo riportano come il fatto di assumere il personale impegnato in R&S presso imprese concorrenti sia considerato un canale primario di acquisizione di capitale tecnologico. Pakes e Nitzan (1983) analizzano l'esistenza di specifici contratti di lavoro per il personale impiegato in ricerca avanzata, miranti alla fidelizzazione e alla riduzione dei problemi di appropriabilità. Bernstein e Nadiri (1989) stimano, per il mercato statunitense, sia i ritorni dell'investimento in capitale fisico e in R&S, sia i rispettivi *adjustment costs*, trovando come questi ultimi siano notevolmente più elevati nel caso di capitale impiegato in attività di ricerca. Secondo tale ottica le imprese innovative fisserebbero il livello di spesa in R&S concordemente con il livello permanente di disponibilità finanziaria interna, sopperendo a fasi transitorie negative tramite il taglio di investimenti in generico capitale fisico (Himmelberg e Petersen 1994). Da tale situazione derivano due principali conseguenze: in primo luogo, il tasso di ritorno di equilibrio per il capitale investito in R&S deve essere elevato al fine di compensare i costi di aggiustamento presenti; in secondo luogo, la misurazione dell'impatto di cambiamenti del costo del capitale sull'investimento in R&S risulta essere assai difficoltosa a causa della debole risposta nel breve periodo della R&S a variazioni nel suo costo (Hall 2002).

Un'ulteriore rilevante caratteristica dell'investimento in R&S consiste nel fatto che esso è soggetto, in molti paesi OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), sia a specifici trattamenti dal punto di vista fiscale, con la concessione di crediti d'imposta, sia a particolari norme sulla sua capitalizzazione in bilancio. In particolare, prescindendo dagli specifici trattamenti fiscali imposti, per il bene ricerca e sviluppo appare difficoltoso individuare un tasso di deprezzamento economico in analogia alla procedura comunemente impiegata per lo stock di capitale tecnico immobilizzato delle imprese. Nel caso della ricerca, infatti, tale parametro risulta essere influenzato da fattori quali il tasso di cambiamento tecnologico in atto in un determinato periodo o l'evoluzione delle strutture di mercato e dai tassi di imitazione (Hall 2002). L'impossibilità di impiegare correttamente un valore invariante nel tempo contribuisce, quindi, ad accentuare gli ostacoli per una corretta valutazione dell'investimento e per il suo finanziamento.

Nella realtà esistono fondamentali divergenze nel trattamento di accounting tra gli investimenti in capitale fisico e in capitale intangibile. Mentre i primi, unitamente ad asset di natura finanziaria quali azioni e titoli di credito, vengono registrati nelle voci di stato patrimoniale del bilancio, i secondi, ad eccezione delle spese per lo sviluppo di software, vengono trattati, ad esempio negli Stati Uniti, al pari di costi operativi di periodo, come salari o materie prime. Questa differenza nelle procedure di accounting presenta negative ripercussioni sull'attività degli investitori privati e istituzionali, le cui valutazioni sono sostanzialmente basate sull'analisi dei dati di bilancio. Se da una parte appare, dunque, opportuno un miglioramento nel processo di *disclosure* delle informazioni sugli asset intangibili, dall'altra, è fondamentale comprendere le motivazioni alla base della presenza di tale sistema inefficiente.

A questo riguardo, risulta essere rappresentativo il caso relativo al trattamento dell'*in-process R&D* negli Stati Uniti. Con l'espressione *in-process R&D* ci si riferisce a progetti di ricerca tecnologica in corso, con i corrispettivi asset tangibili e intangibili, che vengono acquisiti da società. Le procedure di accounting statunitensi (Generally Accepted Accounting Procedures, GAAP) prevedono che l'*in-process R&D*, una volta identificato e valutato, venga completamente registrato nei report finanziari dell'impresa acquirente come

una spesa corrente. In conseguenza di tale procedura, il processo di acquisizione genera forti perdite negli utili dell'esercizio. Nonostante quest'ultimo aspetto, l'attività di acquisizione di competenze tecnologiche e innovative tramite in-process R&D costituisce una pratica in continua espansione da parte di grandi gruppi, non solo statunitensi. A prima vista sembrerebbe lecito attendersi una reazione fortemente negativa da parte dei manager, forzati a registrare la maggior parte del valore delle imprese acquisite secondo una procedura che produce un notevole abbassamento sia degli utili che degli asset. In realtà, i tentativi di cambiamento proposti dalla commissione statunitense FASB (Financial Accounting Standards Board) per favorire una migliore trasparenza delle operazioni di acquisizione di in-process R&D sono stati fortemente osteggiati proprio dalla categoria del management. Tale comportamento è interpretabile secondo i seguenti punti. In primo luogo, il fatto di far transitare come spese le acquisizioni di asset intangibili genera una crescita nel valore di parametri quali Roi e ROE, in base ai quali l'operato del management viene valutato.

I denominatori di tali indicatori risultano, infatti, decurtati per la parte di investimento che è stata registrata sotto forma di spesa, e non è dunque entrata a far parte degli asset dell'impresa acquirente. In secondo luogo, vista la rischiosità e l'incertezza tipica degli asset intangibili, il fatto di non aver traccia visibile sui bilanci attuali di investimenti passati, successivamente rivelatisi fallimentari, è un fattore potenzialmente utile per i manager. Infine, per quanto riguarda i bassi utili registrati in corrispondenza dell'acquisizione, è bene ricordare che sia gli analisti sia gli investitori non considerano generalmente tali eventi come occasionali nella valutazione complessiva dell'impresa. L'effetto netto del fenomeno presentato è quello di una limitata visibilità esterna degli asset intangibili, soprattutto di carattere innovativo, e una conseguente difficoltà di valutazione da parte degli intermediari finanziari e dei mercati.

Un aspetto peculiare dell'investimento in R&S riguarda la presenza di elevati *bankruptcy costs*. Si è in precedenza ricordato come l'assenza di costi di fallimento rappresenti una delle condizioni fondamentali alla base del teorema di Modigliani e Miller (1958) sull'indipendenza dell'attività di investimento reale dell'impresa dalla sua struttura di capitale e quindi, più in generale, da fattori di natura

finanziaria. Nel contesto dell'attività di R&S, l'emergere di costi di fallimento appare assai probabile in conseguenza dell'impossibilità da parte del proprietario dell'asset innovativo di ricevere, per quest'ultimo, un prezzo corretto nel caso di insolvenza, a causa della sua elevata specificità e limitata misurabilità (Williamson 1988). In uno studio empirico, Alderson e Betker (1996) trovano conferma dell'esistenza di una correlazione positiva a livello di singole imprese statunitensi tra i costi di liquidazione e misure di intensità di R&S, a dimostrazione del fatto che i costi affondati per attività di ricerca sono significativamente più elevati che nel caso di ordinario investimento. Poiché per un progetto rischioso i flussi di cassa sono naturalmente affetti da elevata incertezza, è probabile che nella fase iniziale di vita i profitti generati da tale progetto non siano in grado di coprire gli oneri finanziari richiesti. Tale situazione conduce imprese nuove o di tipo single-project al fallimento, mentre per imprese di più grandi dimensioni rimane la possibilità di cross-finanziamento. Per la prima tipologia di imprese appare, dunque, più conveniente il ricorso al finanziamento tramite emissione di azioni. Goodacre e Tonks (1995) rilevano sul territorio del Regno Unito come le imprese altamente innovative presentino una leva finanziaria, data dal rapporto tra debiti e capitale proprio, inferiore alla media, a testimonianza del reale impatto di fattori finanziari sulle possibilità di investimento in R&S.

Infine, un'ultima caratteristica distintiva dell'attività di investimento in processi di ricerca e sviluppo riguarda le modalità di segnalazione verso i mercati finanziari della qualità dei progetti intrapresi. In generale, i modelli teorici di contrattazione prevedono che, in un contesto di limitata informazione degli agenti coinvolti nel processo di finanziamento, affinché un segnale possa essere percepito come credibile debbano essere soddisfatte alcune condizioni riguardo al costo sostenuto dall'impresa per l'attuazione di tale segnale. In particolare, in ambito finanziario per un'impresa che vuole trasmettere all'esterno delle informazioni riguardo alla propria solidità finanziaria, presente e attesa, è possibile il ricorso a una gerarchia di segnali di fiducia che vanno, in ordine decrescente di intensità, dal riacquisto di azioni proprie, all'emissione di titoli convertibili, all'aumento di capitale. Affinché tali operazioni finanziarie vengano percepite dai mercati come strategicamente credibili, si devono verificare le condizioni secondo cui per un'impresa di bassa

qualità, caratteristica non osservabile dagli analisti esterni, i costi di una eventuale crisi finanziaria siano più elevati dei vantaggi derivanti dall'adottare un segnale gerarchicamente superiore alla effettiva qualità dell'impresa stessa. Analogamente, per una impresa di elevata qualità i costi derivanti dall'adozione di un segnale inferiore devono essere superiori ai profitti ottenibili tramite il ricorso a operazioni finanziarie più rischiose (Stein 2001). Da un punto di vista operativo, le condizioni di separazione appena esplicitate appaiono difficilmente verificabili. Per questa ragione si rende necessaria un'analisi diretta della qualità degli specifici investimenti da finanziarsi. È a questo livello che l'investimento in R&S si differenzia dal generico investimento in capitale fisico. Infatti, è assai probabile che i costi sostenuti dall'impresa per pubblicizzare all'esterno, almeno in parte, i contenuti dei progetti da finanziarsi, in conseguenza di un evidente rischio di espropriazione della conoscenza innovativa e di imitazione da parte di imprese concorrenti, siano tali da non rendere più praticabile la forma di finanziamento che la teoria avrebbe indicato come ottimale (Bhattacharya e Ritter 1983).

Le caratteristiche dell'investimento in R&S sin qui discusse sembrano, nel loro complesso, suggerire la presenza di importanti interdipendenze tra le opportunità di investimento in attività innovativa e il contesto finanziario, tanto di carattere istituzionale quanto aziendale. D'altra parte, l'intensità dell'impatto complessivo degli aspetti finanziari sull'incentivo all'innovazione è il risultato di una complessa combinazione delle caratteristiche presentate. Al fine di analizzare tale combinazione, e indirettamente assegnare un peso a ognuno dei precedenti fattori, appare necessario adottare un modello descrittivo dell'interazione dinamica alla base del processo di finanziamento. Il prossimo paragrafo è dedicato a una concisa presentazione dei principali modelli presenti in letteratura.

1.3. *Modelli teorici di financial contracting*

Vi è in letteratura un numero assai elevato di modelli che presentano importanti implicazioni dal punto di vista dell'investimento a livello di singola impresa. Tale numerosità si riflette, inoltre, in un'altrettanto elevata differenziazione negli approcci interpretativi e

analitici adottati. Per questa ragione la breve esposizione contenuta nel seguente paragrafo presenterà necessariamente un andamento per successive classificazioni, lasciando ai successivi paragrafi, dedicati alle analisi empiriche, il compito di integrare in modo organico i contributi teorici qui esposti.

La prima fondamentale distinzione nei modelli di analisi della finanza aziendale è quella tra il filone dedicato allo studio dell'esistenza di una gerarchia, in termini di costo, delle fonti di finanziamento per l'impresa (*costly external finance*), e il filone orientato all'analisi del processo di finanziamento in relazione ai rapporti di agenzia che si instaurano tra il management e gli azionisti delle imprese (*agency conflict*). Indipendentemente dall'approccio seguito, l'obiettivo di entrambe le classi di modelli consiste nel fornire una spiegazione delle possibili sorgenti di imperfezione nel processo di finanziamento. È importante sottolineare come tali imperfezioni non siano necessariamente riconducibili a una situazione di sottoinvestimento, ma piuttosto a una di inefficiente livello di investimento. Un ulteriore aspetto comune ai due filoni di letteratura è costituito dal fatto che essi propongono delle visioni che traggono spunto dal teorema di Modigliani e Miller (1958), per poi esplicitare una serie di contingenze reali in contrapposizione alle assunzioni del teorema stesso. A questo riguardo, le differenze presentate all'interno del precedente paragrafo tra generico investimento in capitale fisico e investimento in R&S costituiscono un indicatore della impossibilità concreta per l'impresa di fronteggiare, come predetto dalla teoria di Modigliani e Miller, uno stesso costo marginale per il capitale investito in generiche attività produttive e per il capitale dedicato alla R&S. La teoria precedentemente ricordata mantiene, chiaramente, un importante valore di benchmark, prevedendo di essere applicata in un contesto di mercato dei capitali completo e perfettamente competitivo, in assenza di tassazione, e in condizioni di perfetta informazione degli agenti economici coinvolti nel processo di finanziamento. Il principale elemento di divergenza tra i due approcci attiene, invece, all'interpretazione del comportamento dei manager delle imprese che intendono intraprendere l'investimento. La prima classe di modelli assume sostanzialmente che essi agiscano nel pieno interesse dell'impresa, e quindi indirettamente degli azionisti, attraverso la massimizzazione del valore corrente dell'im-

presa stessa. Al contrario, la seconda classe di modelli è fondata sul concetto di disallineamento degli obiettivi di azionisti e manager, con questi ultimi sostanzialmente interessati al perseguimento di fini personali. La distinzione presentata ha un valore fondamentale in quanto sottende visioni chiaramente opposte riguardo alla possibilità di controllare e migliorare, attraverso opportuni sistemi di incentivi, l'efficienza del sistema.

Il primo filone di ricerca (*costly external finance*) sostiene, dunque, che si possano verificare situazioni di investimento sub-ottimale da parte delle imprese, nonostante i manager si comportino in modo aderente agli interessi degli azionisti. Appare chiaro, dunque, che in questo caso il vincolo che non rende praticabile una situazione efficiente sia esterno all'impresa stessa. L'interpretazione proposta è quella secondo cui si determinerebbe una reale divergenza tra il costo interno del capitale per il finanziamento e quello esterno. Al crescere di tale differenza, originata da una serie di fattori che saranno presentati nel seguito, è probabile che un'impresa sia vincolata ad attingere unicamente al proprio autofinanziamento per la realizzazione dei propri investimenti, con conseguenti limitazioni nelle opportunità di crescita. I modelli *costly external finance* considerano due distinte modalità di accesso al finanziamento esterno: l'emissione di capitale azionario e l'indebitamento.

Il ricorso al finanziamento esterno tramite emissione di nuove azioni è stato analizzato da Myers e Majluf (1984), i quali evidenziano come nasca in questo caso un problema di selezione avversa. Gli autori, traendo spunto dal lavoro di Akerlof (1970) ipotizzano, infatti, che i manager nel momento dell'emissione di nuove azioni siano propensi alla protezione dei preesistenti azionisti a scapito dei futuri azionisti. In tale situazione le nuove azioni verrebbero emesse solo a un prezzo sistematicamente superiore rispetto al reale valore dell'impresa. Conseguentemente, il mercato, consapevole del fatto che gli insider sono in possesso di migliori informazioni riguardo all'impresa rispetto ad analisti finanziari esterni, stimerebbe l'impresa stessa essere in una situazione di sopravvalutazione. L'effetto complessivo è quello di rendere rischiosa, e talvolta del tutto non percorribile da parte del management, la strada del finanziamento attraverso emissione di nuove azioni, anche nei casi in cui tale operazione fosse realmente efficiente e non guidata da volontà speculative. Nel caso estre-

mo di tale modellizzazione il mercato per il finanziamento della ricerca e sviluppo attraverso *equity* potrebbe addirittura scomparire, se il grado di asimmetria informativa tra investitori e imprenditori fosse particolarmente elevato. A questo riguardo Leland e Pyle (1977) e Bhattacharya e Ritter (1983) mostrano come per l'attività innovativa la trasmissione di informazioni verso i mercati sia resa più difficoltosa dal rischio, da parte delle imprese, di essere espropriate della conoscenza, ancora in fase embrionale, alla base della futura attività di ricerca per la quale viene richiesto il finanziamento⁶.

Per quanto riguarda il canale di accesso al finanziamento tramite il mercato del debito, Stiglitz e Weiss (1981) propongono un modello basato sul rischio di selezione avversa. Nel modello gli autori mostrano come i finanziatori, pur seguendo un comportamento razionale, non alzeranno il tasso di interesse oltre una certa soglia anche in caso di eccesso di domanda di finanziamenti, ovvero non praticeranno il tasso walrasiano in grado di riequilibrare il mercato. Essi sono, infatti, consci del fatto che aumentando il tasso di interesse selezioneranno unicamente quei progetti contraddistinti non solo da assai elevati ritorni attesi, ma anche da altrettanto elevati livelli di incertezza e rischiosità di insolvenza. L'effetto complessivo sarà quello di un razionamento del credito disponibile verso le imprese. Winker (1999) sottolinea come l'inosservabilità della reale rischiosità dell'investimento da parte delle istituzioni finanziatrici, fenomeno alla base del razionamento del credito, abbia più intense ripercussioni sull'attività di R&S a causa delle esigenze di stabilità temporale proprie di quest'ultima. Un ulteriore problema del mercato creditizio viene indicato in letteratura con il termine *debt overhang* (Hart e Moore 1995). In questo caso l'attenzione non si focalizza sul momento di accesso iniziale al finanziamento esterno, ma piuttosto sulle conseguenze a posteriori. L'incremento del livello del *leverage* dell'impresa rende maggiormente difficoltoso il ricorso successivo al finanziamento, soprattutto nel caso in cui quest'ultimo venga realizzato attraverso garanzie che presentano minore priorità, in caso di liquidazione, rispetto a quelle

⁶Wang *et al.* (2001) si sono occupati di analizzare l'efficacia della produzione brevettuale pregressa, quale segnale verso i mercati dell'efficienza dell'attività innovativa condotta dall'impresa richiedente il finanziamento, trovando un risultato positivo.

fornite per il debito precedente. Gli effetti di tale situazione sono duplici: da una parte imprese con un elevato grado di indebitamento incorrono nel rischio di un inefficiente sottoinvestimento, dall'altra, imprese con un livello medio di indebitamento potrebbero essere riluttanti a intraprendere progetti vantaggiosi ma particolarmente onerosi. Nel caso dell'attività innovativa il tema del *debt overhang* risulta essere particolarmente pervasivo in quanto, tipicamente, le imprese innovative sono di medio-grandi dimensioni e necessitano di consistenti quote di finanziamento esterno. In relazione a quest'ultimo tema, Hall (1990) rileva come durante gli anni ottanta per le imprese manifatturiere presenti sul mercato statunitense a un incremento nei livelli medi di indebitamento, in parte legato a cambiamenti verificatisi nel sistema fiscale, sia seguita una rilevante contrazione negli investimenti e nelle spese per la ricerca. Long e Ravenscraft (1993) analizzano le ripercussioni di variazioni della struttura di capitale sui livelli di investimento in R&S attraverso l'osservazione di un campione di 73 *leveraged buy outs* occorsi sul mercato statunitense negli anni 1981-1987. I risultati mostrano una importante contrazione dell'attività di R&S successivamente a tali operazioni in seguito all'incremento della quota di indebitamento delle imprese coinvolte. Per fornire un'ulteriore conferma della rilevanza della struttura finanziaria dell'impresa ai fini dell'attività di ricerca, Bah e Dumontier (2001) analizzano un eterogeneo panel di imprese appartenenti ai mercati anglosassoni, francese, tedesco, olandese e giapponese. Gli aspetti comuni rintracciati dagli autori tra le imprese che conducono attività di ricerca sono un minore livello di indebitamento, una maggiore incidenza del debito sul lungo periodo e l'adozione di severe politiche di autofinanziamento attraverso utili non distribuiti.

La seconda classe di modelli (*agency conflict theory*) si fonda sull'osservazione delle interrelazioni esistenti tra la funzione del controllo dell'impresa da parte del management e la proprietà dell'impresa stessa da parte degli azionisti. Due differenti problematiche possono emergere in relazione al comportamento distorto dell'attività di gestione delle imprese (Jensen e Meckling 1976). In primo luogo è stato ipotizzato che i manager, sotto la minaccia di essere giudicati negativamente rispetto alla performance dell'area di cui sono responsabili, tendano ad adottare delle misure atte a promuovere i risultati economici nel breve periodo, trascurando efficienti

investimenti nel lungo periodo. Il fenomeno dello *short termism* manageriale è stato ampiamente indagato a partire da Narayanan (1985) e Stein (1988). Secondo tale ottica interpretativa appare chiaro come l'investimento in R&S, per sua stessa natura di lungo periodo, sia potenzialmente a rischio (Chan *et al.* 1999). Una ulteriore fonte di short termism deriva dall'impossibilità per il management, a differenza degli investitori, di diversificare il rischio connesso alle attività di ricerca (Munari e Sobrero 2003).

Numerose soluzioni organizzative sono state proposte con l'obiettivo di limitare tale fenomeno, in buona parte miranti a incrementare gli incentivi di lungo periodo per il management. Alcuni studi empirici hanno tentato di stimare l'impatto di interventi organizzativi quali i piani di distribuzione di azioni ai dipendenti e al management. Quest'ultima procedura, in particolare, dovrebbe limitare il rischio di scalata ostile da parte di terzi, nel caso in cui i valori di profittabilità dell'impresa dovessero scendere in conseguenza di elevati investimenti di lungo periodo. Johnson e Rao (1997) trovano per il mercato statunitense come l'avvio di piani di *stock options* non siano seguiti da tagli nelle spese di ricerca e sviluppo, mentre Pugh *et al.* (1999) rilevano un effetto significativamente positivo sull'investimento in R&S. Eng e Shackell (2001), al contrario, trovano che il fatto di adottare un sistema di retribuzione per il management fondato sulla performance di lungo periodo non induce effetti positivi sull'entità dell'investimento in R&S. Una forma particolare di short termism in ambito finanziario, con un rilevante impatto sulle imprese innovative, è stata individuata nel settore dei *venture capitalists*. Gompers (1996) nota come per le imprese di venture capital il fatto di portare alla quotazione società da esse finanziate costituisca un importante segnale di positiva performance. In tale situazione si ingenera per le imprese innovative riceventi il finanziamento il rischio concreto di essere vincolate alla quotazione secondo una tempistica non ottimale e dettata unicamente da determinanti finanziarie e non tecnologiche o industriali.

La seconda fonte di distorsione dell'attività di investimento connessa alle azioni del management è legata al comportamento definito in letteratura di *empire building*. Secondo tale metafora, i manager devierebbero da una situazione di efficienza per motivi legati al prestigio personale e al potere esercitabile, preferendo condurre im-

prese di dimensioni superiori a quelle economicamente profittevoli (Jensen 1993). L'impatto di tale situazione di *moral hazard* da parte del management è direttamente proporzionale all'ammontare delle risorse finanziarie interne dell'impresa (*free cashflow*). Per questa ragione, questa classe di modelli indica in un incremento del livello di indebitamento, e in una conseguente traslazione del baricentro dell'attività di controllo dal management verso gli agenti finanziatori, una possibile soluzione per arginare fenomeni di inefficienza e opportunismo manageriale. Sebbene il problema del free cashflow comporti una condizione di sostanziale sovrainvestimento, è altamente probabile che esso abbia degli effetti negativi sull'investimento in R&S. Infatti, differenti lavori sul tema del moral hazard manageriale hanno dimostrato come, in questi casi, gli investimenti siano sostanzialmente orientati alla differenziazione attraverso acquisizioni e solo marginalmente focalizzati sulla ricerca (Calderini e Garrone 2003). L'idea sottostante all'incremento del leverage per attenuare possibili fenomeni di moral hazard da parte del management trae origine dall'ipotesi di maggiore capacità e commitment di un intermediario finanziario nello svolgere l'attività di selezione e monitoraggio degli investimenti. Hall (2002) evidenzia, però, come tale procedura si dimostri essere spesso scarsamente incisiva nel caso della R&S, in quanto i finanziatori appartenenti al settore bancario esigono asset tangibili rispetto a cui vincolare i finanziamenti e ritorni nel breve periodo. A conferma di ciò, Opler e Titman (1994) trovano che imprese impegnate in attività di R&S e altamente indebitate subivano maggiori difficoltà in caso di crisi economica, non essendo probabilmente in grado di mantenere i propri programmi di ricerca in condizioni di contrazione dei flussi di cassa.

Dalla trattazione proposta emerge come il nodo fondamentale nel parziale fallimento del processo di finanziamento da parte di investitori esterni sia sostanzialmente legato ad aspetti informativi, i quali si manifestano in modo particolarmente pronunciato nel caso di attività di R&S (Weigand e Storey 1997). Sebbene l'approccio seguito nella presentazione sia stato orientato a un'analisi microeconomica, prima di procedere alla presentazione delle metodologie empiriche per indagare l'effettiva presenza di vincoli finanziari, è bene ricordare come un esteso filone di studi si sia interessato all'analisi degli effetti macroeconomici dei fenomeni sin qui descritti.

Bernanke, Gertler e Gilchrist (1998) al riguardo propongono un'estesa *review* di lavori sul tema dell'interazione tra frizioni nei mercati finanziari e ampiezza e propagazione delle fluttuazioni del ciclo economico. Kyotaki e Moore (1997) presentano un'analisi critica di studi che si sono occupati degli impatti macroeconomici del razionamento del credito generato da asimmetrie informative.

1.4. *Investimento in R&S e fonti interne di finanziamento*

La classe di modelli finanziari *costly external finance*, di cui si è fornita una semplice schematizzazione nel precedente paragrafo, ha contribuito alla definizione della *pecking order hypothesis* (Myers e Majluf 1984), secondo la quale un'impresa che necessita di nuovi finanziamenti per investimenti si troverebbe di fronte a una gerarchia di fonti di finanziamento. In particolare, in funzione di una serie di problematiche di carattere informativo, le imprese preferirebbero in primo luogo l'impiego di fonti interne di finanziamento quali gli utili non distribuiti, solo successivamente il ricorso al debito, sebbene quest'ultimo presenti dei vantaggi fiscali rispetto alla precedente fonte, e infine, in casi estremi, il ricorso all'emissione di nuove azioni. Seguendo Stein (2001), è possibile rappresentare tale situazione attraverso un semplice modello:

$$I = E + W$$

Dove I è l'ammontare di risorse necessarie per l'investimento, E rappresenta le fonti esterne di finanziamento e W le fonti interne di risorse finanziarie. In fase di definizione del proprio piano di investimenti su un orizzonte costituito da un solo intervallo temporale, l'impresa si trova ad affrontare il seguente problema:

$$\text{Max } f(I)/(1+r) - I - \Theta C(E)$$

Dove r è il tasso di sconto legato alla rischiosità dell'investimento, mentre C è un parametro indicante il costo aggiuntivo del ricorso al finanziamento esterno rispetto a quello interno. Dato il ruolo massimizzante dell'impresa all'interno di un contesto neoclassico, in letteratura vi è pieno accordo sugli effetti diretti della variabile W e del parametro e sui livelli di investimento, ovvero: $dI/dW > 0$ $dI/d\Theta < 0$.

Al contrario, si è acceso un ampio dibattito sul segno di d^2i/dn^2 . Il ragionamento economico sottostante è il seguente. Mentre è empiricamente supportabile sia la teoria *pecking order* ($\Theta > 0$), sia il fatto che la sensitività locale del livello di investimenti ai flussi di cassa, ovvero alle risorse interne di finanziamento, decresca al crescere delle disponibilità interne tendendo a zero, non è altrettanto certo che tale convergenza avvenga in modo monotonicamente. In questo caso, il fatto di impiegare dI/dW come indicatore per il valore di Θ , variabile non direttamente osservabile, potrebbe risultare scorretto. Ovvero, nel comparare due imprese non è certo che quella che presenta nel tempo una più elevata sensitività degli investimenti alle disponibilità di risorse interne sia necessariamente soggetta a maggiori vincoli finanziari.

Il dibattito sottolinea la difficoltà empirica di individuare, pur avendo ipotizzato un modello del comportamento razionale e ottimizzante dei manager, se determinate imprese, e in quale misura, siano soggette a razionamento del credito. La questione è di assoluta rilevanza per la definizione di politiche di sostegno all'investimento sia in capitale fisico sia in R&S, fondate su osservazioni oggettive e su dati di pubblico dominio.

Nel seguito verranno inizialmente presentati i lavori teorici che hanno contribuito al dibattito sulla rilevazione dei vincoli finanziari all'investimento, per poi passare all'esposizione degli studi empirici dedicati all'investimento in R&S.

Lo studio di riferimento sul problema della verifica dell'esistenza di vincoli finanziari a livello di singola impresa risale a Fazzari, Hubbard e Petersen (1988), i quali estendono i modelli di analisi fondati sull'osservazione dell'evoluzione del q di Tobin⁷, includen-

⁷ L'analisi attraverso funzioni di investimento basate sull'andamento temporale del q di Tobin presuppongono l'assunzione di un perfetto funzionamento dei mercati dei capitali e l'assenza di miopia nella valutazione degli investimenti da parte dei finanziatori esterni. In generale, la valutazione del fabbisogno di investimenti da parte delle imprese, e indirettamente l'esistenza di vincoli al finanziamento, è stata realizzata secondo due differenti approcci econometrici: una stima diretta della funzione di investimento ottenuta dal modello standard di impresa neoclassica massimizzante (in questo caso l'investimento viene regredito in funzione del q di Tobin marginale), e modelli econometrici derivanti da *Euler Equations*. Per una dettagliata *review* dei modelli teorici ed econometrici si vedano Schiantarelli (1996) e Hall (2002).

do, per la spiegazione della variabilità nell'attività di investimento, un fattore di costo aggiuntivo nel caso in cui le imprese, per l'acquisizione di capitale esterno, ricorrano all'emissione di nuove azioni. L'esistenza di tale costo aggiuntivo porta a un ampliamento nel divario esistente tra costo per il finanziamento tramite fonti esterne e interne e, conseguentemente, accresce la probabilità che l'impresa si venga a trovare nella situazione in cui i profitti vengono trattenuti, nessun dividendo viene pagato e le prospettive future non sono sufficienti per effettuare un'emissione di nuove azioni. Al verificarsi di tali condizioni l'entità degli investimenti realizzati dalle imprese non è più sensibile al valore di q , ma è piuttosto il livello di autofinanziamento a costituire una variabile rilevante. La sensitività degli investimenti al cashflow sarà, dunque, più elevata nel caso di imprese per le quali è più ampio lo scostamento esistente tra il costo interno ed esterno delle fonti di finanziamento. Tale sensitività, misurata con opportuni strumenti econometrici, può, dunque, rappresentare un indicatore dei vincoli finanziari a cui un determinato set di imprese è soggetto.

Gli stessi Fazzari *et al.* (1988) presentano alcune fondamentali questioni metodologiche inerenti alla misurazione dell'impatto dei vincoli finanziari sulle decisioni di investimento. Essi sostengono come sia i livelli di investimento in capitale fisico, sia gli indicatori di liquidità quali il cashflow, possano essere serialmente correlati con una terza variabile non osservabile, ovvero i livelli di profitto, presenti e attesi, delle imprese analizzate. In questo caso, delle semplici regressioni mostrerebbero una correlazione positiva tra cashflow e investimenti, anche in presenza di un mercato dei capitali perfetto e in assenza di vincoli finanziari. Gli stessi autori sostengono come questo ostacolo metodologico possa essere aggirato attraverso un'analisi che segua un approccio comparativo tra i comportamenti di differenti raggruppamenti di imprese, costruiti, ad esempio, sulla base dell'appartenenza a distinti settori dell'economia, che presentino diversi livelli strutturali di razionamento del credito. In alternativa, tale ottica comparativa potrebbe essere riprodotta tramite l'ausilio, per la discriminazione delle imprese, di variabili di carattere dimensionale o strutturale, come la possibilità o meno di accesso a un mercato interno di capitali. Una seconda questione metodologica riguarda il fatto che per alcune imprese si possa registra-

re una sensibilità particolarmente elevata dell'investimento al cashflow semplicemente in quanto esse presentano scarse prospettive di investimento e tale condizione è nota ai finanziatori, i quali tenderanno, conseguentemente, ad aumentare il costo per l'accesso al finanziamento esterno⁸. Hoshi *et al.* (1991) adottano l'approccio metodologico di Fazzari *et al.* (1988) nella realizzazione di un'analisi cross-sezionale su imprese giapponesi, in cui viene rilevato che le imprese appartenenti a gruppi *keiretsu* presentano una sensibilità tra investimenti e cashflow sensibilmente inferiore alla media⁹. Ciò dimostrerebbe come la possibilità di accesso a un mercato interno dei capitali, in cui è ridotto sia il rischio di fuga di informazioni verso concorrenti sia, più in generale, il grado di asimmetria informativa, limiti il razionamento finanziario.

Il dibattito in letteratura sul tema della misurazione della presenza di razionamento del credito su particolari settori industriali è stato portato avanti da Kaplan e Zingales (1997; 2000), i quali dimostrano come anche i risultati derivanti da modelli teorici, basati su *Euler equations*, mostrino la presenza di una non trascurabile sensibilità al cashflow per imprese teoricamente non soggette a razionamento dal punto di vista finanziario. Gli autori rielaborano lo stesso dataset di Fazzari *et al.* (1988), classificando le imprese non in base ai livelli di pagamento dei dividendi, ma in base al grado di stabilità finanziaria misurato in modo qualitativo attraverso l'analisi di tutti i documenti di comunicazione agli azionisti e dei piani di investimento delle imprese osservate.

I risultati presentati appaiono in forte contrasto rispetto a quelli di Fazzari *et al.* (1988). In questo caso, le imprese soggette a razionamento del credito presentano, infatti, una minore sensibilità tra investimenti e risorse interne. Una serie di recenti lavori si è occupata di indagare le possibili determinanti alla base di risultati tanto

⁸Tale questione metodologica viene risolta in buona parte delle analisi empiriche introducendo dei filtri sulle imprese incluse nei campioni analizzati. Fazzari *et al.* (1988), ad esempio, impiegano unicamente imprese che all'inizio del periodo di osservazione presentano ricavi positivi.

⁹ Per le imprese affiliate viene stimato un coefficiente per l'impatto del cashflow pari a 0,041, lo stesso coefficiente presenta un valore di 0,501 nel caso di imprese indipendenti.

nettamente contrastanti. Cleary (1999) trova una conferma empirica delle tesi di Kaplan e Zingales (1997) impiegando un ampio dataset di imprese quotate sul mercato statunitense tra il 1987 e il 1994. Allayannis e Mozumdar (2001) sostengono, al contrario, che i risultati di Kaplan e Zingales (1997) siano condizionati dall'inclusione nel campione di imprese che presentavano utili di esercizio negativi.

La quasi totalità dei lavori empirici presenti in letteratura, soprattutto in riferimento agli investimenti in R&S, ha comunque seguito l'approccio proposto in Fazzari *et al.* (1988), ricorrendo al confronto tra differenti sottocampioni di imprese e interpretando una maggiore sensibilità dell'investimento all'ammontare di risorse interne quale indicatore della presenza, per lo specifico sottogruppo, di maggiori vincoli finanziari. Hao e Jaffe (1993) suddividono il campione di imprese statunitensi oggetto del loro studio in base a variabili dimensionali, seguendo l'ipotesi dell'esistenza di una maggiore difficoltà di accesso al credito per la R&S per le imprese più piccole. I risultati supportano la tesi della presenza di razionamento finanziario per l'attività di investimento in R&S, in modo statisticamente significativo solo per i gruppi di imprese di minori dimensioni.

Bond *et al.* (1998), riguardo ai problemi metodologici di segmentazione dei campioni, avanzano un'importante precisazione: la collocazione di una impresa all'interno di un particolare campione non dovrebbe basarsi sull'osservazione di variabili che sono determinate da scelte endogene da parte delle imprese, quali il pagamento di dividendi o la *corporate structurem*. Per ovviare a tali inconvenienti, gli autori realizzano uno studio comparativo tra due campioni di circa 400 imprese tedesche e inglesi. La scelta di tale campione viene motivata dalle differenze istituzionali esistenti tra i due paesi, con l'ipotesi di una maggiore difficoltà per le imprese inglesi nell'accesso a risorse finanziarie esterne. Inoltre, vengono analizza-

¹⁰Bond e Meghir (1994) mostrano come un possibile vantaggio di tale approccio consista nel fatto che un'impresa, negli anni, possa passare da *constrained* a *unconstrained* e viceversa. Ciò non è realizzabile nel caso si impieghino valori medi dei dividendi o caratteristiche di *pre-sample* delle imprese analizzate, invariante nel tempo.

ti separatamente gli investimenti in stock di capitale fisso per la ricerca e i flussi di spesa per la R&S. L'analisi econometrica, implementata impiegando dati sull'arco temporale 1987-1994, mostra come i livelli di autofinanziamento siano rilevanti per le decisioni di investimento fisso in capitale solo per le imprese inglesi. Inoltre, viene rilevata una forte correlazione, sempre per le imprese inglesi, tra le risorse finanziarie interne e il fatto che un'impresa svolga attività di ricerca.

Himmelberg e Petersen (1994) trovano una correlazione positiva, per un campione di 179 imprese statunitensi di medie dimensioni osservate negli anni 1983-1987, tra cashflow e intensità di R&S. In questo caso i due sottocampioni posti a confronto per studiare la presenza di razionamento finanziario, vengono determinati sulla base del fatto che un'impresa sia stata soggetta o meno a finanziamenti iniziali da parte di *venture capitalists*. Gli autori trovano che la stima dell'elasticità degli investimenti in R&S rispetto all'*internal finance* è meno della metà di quella relativa agli investimenti in generico capitale.

Bougheas, Holger e Strobl (2001) esaminano gli effetti di vincoli finanziari per un panel di imprese irlandesi di medie dimensioni, trovando la presenza di significative limitazioni nell'accesso al finanziamento esterno. Brown (1997), per la realizzazione di un'analisi sulla presenza di *financial constraints*, suddivide il campione di imprese inglesi utilizzato in imprese innovative e non innovative. I risultati supportano l'ipotesi di imperfetto funzionamento del mercato dei capitali, con una maggiore sensibilità dell'investimento al cashflow per le imprese innovative. Mulkay, Hall e Mairesse (2000) realizzano uno studio fondato sull'osservazione di un campione di grandi imprese manifatturiere statunitensi e francesi negli anni 1978-1993. L'investimento in R&S risulta essere, in questo caso, maggiormente influenzato dal cashflow per gli Stati Uniti rispetto alla Francia. Gli autori concludono che gli effetti di fattori finanziari sull'entità degli investimenti non siano soltanto legati alla tipologia degli investimenti stessi (la possibilità o meno di essere utilizzati come garanzia sull'indebitamento o il grado di asimmetria informativa che li contraddistingue), ma anche al contesto del mercato finanziario in cui essi vengono intrapresi. La minore rapidità di risposta degli investimenti a shock nei profitti per la Francia, viene,

infatti, imputata alla presenza di un mercato dei capitali europeo meno reattivo e caratterizzato da una maggior concentrazione tra gli azionisti Infine, Harhoff (1998) e Carpenter e Petersen (2000) rilevano come il rischio di razionamento del credito sia particolarmente pronunciato per imprese high-tech di minori dimensioni.

Nonostante vi sia la presenza di importanti differenze negli approcci metodologici impiegati nelle analisi citate, è possibile trarre alcune preliminari conclusioni riguardo l'evidenza empirica sul tema dei vincoli finanziari per l'attività di ricerca. Innanzitutto, vi è una intensa dipendenza dei risultati dal contesto istituzionale di riferimento. In particolare, le imprese anglosassoni presentano una sensitività tra investimenti e risorse interne più elevata rispetto a quella delle imprese europee. Tale evidenza, seguendo Hall (2002), potrebbe essere imputabile alternativamente a due distinti fattori: l'effettiva presenza di maggiori vincoli finanziari, oppure una maggiore sensibilità a segnali della domanda mediati dal mercato azionario.

Un secondo aspetto comune a differenti studi riguarda le imprese di piccole e medie dimensioni, le quali sembrano presentare, anche dopo l'introduzione nei modelli di analisi di controlli per la presenza di effetti di scala, maggiori problemi di accesso a fonti esterne di finanziamento. Inoltre, in entrambi i contesti anglosassone ed europeo, le imprese impegnate in attività di ricerca dipendono, per la realizzazione di investimenti, in modo più rilevante rispetto alla media sulle proprie risorse interne. Infine, sia la presenza di intermediari finanziari strettamente collegati alle imprese, sia l'appartenenza a gruppi industriali dotati di un mercato interno dei capitali, sembrano mitigare il rischio di inefficiente livello di investimento.

1.5. *Investimento in R&D e mercato azionario*

Nel precedente paragrafo si è analizzata in dettaglio una serie di lavori empirici miranti ad accertare l'esistenza di difficoltà di accesso per le imprese innovative a fonti di finanziamento esterno. Qui si vuole focalizzare l'attenzione sul mercato azionario. Infatti, se è vera l'esistenza di problemi di selezione avversa nel momento di emissione di nuove azioni, è altrettanto vero che una corretta

percezione positiva da parte del mercato dell'investimento in R&S eserciterebbe un effetto positivo sulle possibilità di investimento. L'impatto dello stock di conoscenza presente all'interno di un'impresa sulla sua valutazione di mercato è stato analizzato empiricamente attraverso tre differenti approcci. Un primo filone di letteratura si è focalizzato sull'analisi del grado di correlazione contemporanea esistente tra i livelli di *intangible capitals* di un'impresa e il suo valore azionario (Cockburn e Griliches 1988; Jaffe 1986). Un secondo filone di letteratura ha analizzato gli effetti di lungo periodo, in termini di valore delle azioni, dell'investimento in R&S (Lev e Sougiannis 1996; 1999; Chan *et al.* 1999). Un ulteriore ambito di analisi riguarda dei casi di studio dedicati all'osservazione dell'impatto, nel breve periodo, dell'annuncio dell'avvio di progetti di R&S sulla quotazione delle imprese (Doukas e Switzer 1992; Zantout 1997). Una importante premessa, prima della presentazione dei risultati ottenuti dalle ricerche empiriche, riguarda il fatto che la quasi totalità degli studi impiega dati derivanti dai mercati azionari statunitensi, con l'eccezione di alcuni lavori su imprese inglesi. La ragione di tale polarizzazione è in buona parte riconducibile a problemi di accounting delle spese di R&S. Per queste ultime non viene infatti prescritta, in ambito europeo e ad eccezione dell'Inghilterra, la necessità di una specifica rappresentazione in bilancio. In questa situazione, divengono ovviamente impraticabili eventuali studi di correlazione tra la capitalizzazione di mercato delle imprese e l'ammontare di investimenti in R&S da esse realizzati.

Indipendentemente dagli specifici modelli econometrici adottati, i diversi studi empirici hanno dovuto fronteggiare una serie di problematiche comuni legate alla valutazione quantitativa dello stock di conoscenza innovativa presente in uno specifico istante all'interno di una data impresa. Tale tipologia di conoscenza presenta, infatti, caratteristiche di multidimensionalità difficilmente sintetizzabili con un unico indicatore. Inoltre, le capacità innovative sono tipicamente sedimentate sotto differenti forme tacite, quali il personale, le procedure e i sistemi produttivi. Per queste ragioni appare possibile definire il livello di innovatività interno alle imprese unicamente in relazione ai flussi di acquisizione di conoscenza stessa, approssimati attraverso le spese in R&S. Seguendo tale

approccio, gli studi che hanno analizzato la correlazione tra R&S e quotazione di mercato trattano la conoscenza innovativa come uno stock di capitale, soggetto a un certo deprezzamento nel tempo e ripristinato dall'impresa tramite opportuni investimenti. Oriani e Sobrero (2003) presentano a questo riguardo una dettagliata *review* dei principali modelli adottati nelle analisi econometriche per la stima della valutazione di mercato della R&S. I possibili aspetti di criticità degli studi sull'argomento in analisi non coinvolgono esclusivamente le caratteristiche sin qui presentate del bene conoscenza innovativa. L'implementazione delle analisi richiede, infatti, delle importanti assunzioni preliminari sul funzionamento dei mercati finanziari. Soltanto in presenza di un mercato dei capitali efficiente e reattivo rispetto al sopraggiungere di nuove informazioni è possibile considerare la capitalizzazione di una certa impresa come un indicatore corretto dei futuri flussi di cassa attesi dagli investitori. In quest'ottica, se l'attività di ricerca viene percepita essere in grado di generare degli asset intangibili che apporteranno dei cashflow incrementali per l'impresa, il valore di mercato di quest'ultima salirà sin dal momento dell'annuncio dell'investimento stesso. Un'ulteriore importante assunzione è relativa all'esistenza di un management che non presenti un disallineamento di obiettivi rispetto alla massimizzazione dell'utilità degli azionisti dell'impresa.

Bhagat e Welch (1995) realizzano uno dei rari studi di correlazione tra entità delle spese in R&S e andamento dei prezzi azionari esteso anche al mercato europeo. I risultati mostrano una correlazione di medio periodo positiva. Una serie di autori, tra cui Blundell *et al.* (1999), Hall (1993), Jaffe (1986), Benzion e Kim (1984), ha realizzato delle analisi empiriche sulla correlazione tra stock di conoscenza innovativa, capitalizzata nel tempo, e valutazioni di mercato.

Nel complesso, in tali ricerche empiriche sembra prevalere uno scenario in cui i mercati azionari esercitano una positiva valutazione dell'attività di investimento in ricerca e dello stock di *knowledge capital* inglobato nelle imprese. È interessante notare come la significatività dei risultati degli studi appena citati sia decrescente nel tempo, con un sensibile calo dopo il 1980. È plausibile che tale contrazione sia legata a un aumento, in anni più recenti, dell'incidenza di asset intangibili legati all'attività di ricerca con una conseguente

maggior difficoltà da parte dei mercati finanziari nell'attribuire una corretta valutazione. Una seconda ipotesi per la spiegazione di tale calo è legata al tasso di deprezzamento nel tempo dello stock di R&D *capital* impiegato nei vari studi. Esso è, infatti, invariante nelle differenti ricerche e pari al 15%. Tenendo conto del fatto che il range di finestre temporali dei panel di imprese analizzati spazia dalla fine degli anni sessanta sino al 1997, è possibile che tale tasso sia stato, in realtà, soggetto a cambiamenti. In particolare, se si fosse verificata in anni recenti una situazione di più rapida obsolescenza dello stock di capitale per la ricerca, ovvero un più elevato tasso di deprezzamento, la valutazione esercitata dal mercato azionario tornerebbe ad essere efficiente e positiva anche per gli anni più recenti.

Tali risultati sono indubbiamente ricchi di implicazioni se analizzati in riferimento al contesto europeo e più in particolare italiano. È infatti ipotizzabile che, almeno in parte, le carenze rilevate per la ricerca del settore privato siano imputabili all'assenza di mercati finanziari sufficientemente sviluppati sia in termini dimensionali, in riferimento alla numerosità delle imprese quotate, sia in termini gestionali, in riferimento alla trasparenza delle disposizioni di accounting delle spese in R&S.

Per quanto riguarda gli effetti dell'annuncio di investimento in R&S, Zantout (1997), impiegando un panel di 156 imprese statunitensi di grandi dimensioni osservate nel periodo 1979-1992, trova un effetto positivo sul prezzo di mercato delle imprese stesse, immediatamente successivo all'annuncio di investimento. Un risultato analogo viene proposto da Wu e Wie (1998) nel caso di annunci di collaborazioni per la R&S tra differenti imprese. Aboody e Lev (2000) analizzano oltre 10.000 imprese lungo l'arco temporale 1985-1993 trovando come per le imprese intensive di ricerca gli *insider gains* siano sostanzialmente superiori alla media. Tale fenomeno viene imputato dagli autori al fatto che gli insider di questa specifica tipologia di impresa siano in grado di sincronizzare le loro attività di investimento rispetto alle evoluzioni dei piani di investimento in R&S. L'evidenza rilevata suggerisce, dunque, una elevata reattività del mercato alla pubblicizzazione di campagne di investimento in attività innovative.

È possibile interpretare tale evidenza empirica secondo il concetto di segnalazione. L'annuncio dell'investimento in R&S costi-

tuisce uno strumento impiegato dall'impresa per comunicare in modo credibile l'esistenza di future opportunità di crescita e quindi, indirettamente, per creare delle aspettative positive tra gli investitori. In quest'ottica, appare chiaro come, talvolta, l'attività di investimento in R&S possa essere impiegata con un approccio strategico da parte del management. Dal momento che l'annuncio di nuovi piani di investimento in R&S esercita un effetto positivo sulle aspettative è plausibile, infatti, che i manager lo impieghino per influenzare direttamente il prezzo delle azioni. A questo riguardo, Bange e DeBondt (1998) mostrano come il management possa sfruttare le asimmetrie informative inerenti all'attività di ricerca, per nascondere eventuali gap esistenti tra i profitti realizzati e quelli previsti dagli analisti.

1.6. *Investimento in R&S e assetto proprietario*

È stato in precedenza sottolineato come la teoria della finanza aziendale individui nelle modalità di interazione tra proprietà e controllo dell'impresa una delle possibili sorgenti di imperfezione nell'accesso al finanziamento. Le modalità di assetto proprietario sono in prima analisi riconducibili a tre differenti situazioni: la presenza di un azionariato diffuso, l'esistenza di una elevata concentrazione delle quote di proprietà controllate da privati, la presenza di azionisti di controllo di tipo istituzionale. L'interpretazione teorica degli effetti prodotti dai differenti scenari sui livelli di investimento in R&S è stata oggetto di un controverso dibattito, sintetizzabile secondo due alternative visioni. Da una parte è ipotizzabile che la presenza di un investitore di riferimento generi una situazione di maggior controllo sull'attività di investimento, prevenendo fenomeni di moral hazard da parte del management. Un monitoraggio efficace delle attività finanziarie dell'impresa richiede, infatti, dei costi tali da indurre una situazione di *free-riding* tra piccoli investitori (Aghion e Tirole 1997). D'altra parte, appare plausibile anche uno scenario diametralmente opposto: vista l'elevata rischiosità e incertezza dei progetti di R&S, il management potrebbe intraprenderli solo in assenza di un diretto controllo. In altre parole, solo la diversificazione del rischio connessa a un azionariato diffuso consenti-

rebbe di intraprendere attività con un tasso di successo, a priori, estremamente ridotto. A supporto della prima tesi, Francis e Smith (1995) mostrano, per un campione di 260 imprese statunitensi osservate negli anni 1982-1990, come le imprese ad azionariato diffuso posseggano un numero significativamente inferiore di brevetti. Analogamente, David, Hitt e Gimeno (2001) conducono un'analisi basata sulle 73 principali corporation statunitensi nell'arco temporale 1987-1993, trovando che la presenza di importanti investitori istituzionali, tipicamente banche d'affari, esercita un effetto positivo sull'attività di R&S sia nel breve che nel lungo periodo. Weigand e Audretsch (1999) studiano un campione di medie imprese in settori ad alta tecnologia presenti sul mercato tedesco durante la prima metà degli anni novanta, riscontrando una migliore capacità di finanziamento per le imprese controllate direttamente dai proprietari rispetto a quelle soggette a controllo proprietario da parte del management stesso. Eng e Shackell (2001) mostrano una correlazione tra proprietà istituzionale e livelli di investimento in R&S. Baysinger *et al.* (1991) realizzano uno studio empirico fondato sull'osservazione per gli anni 1981-1983 di 176 imprese statunitensi appartenenti al segmento Fortune 500. Anche dopo aver introdotto dei controlli sia per i livelli medi settoriali di spesa in R&S, sia per le dimensioni e il grado di differenziazione di ogni impresa, gli autori trovano una correlazione positiva tra la concentrazione istituzionale delle quote di proprietà e i livelli di spesa in R&S. Tale risultato non viene confermato nel caso di concentrazione della proprietà in investitori privati non istituzionali.

A supporto della seconda tesi, Samuel (2000), impiegando un campione di 603 imprese manifatturiere statunitensi negli anni 1991-1996, trova che la proprietà concentrata abbia effetti negativi sull'attività di R&S.

Per una corretta interpretazione dei risultati evidenziati è opportuno sottolineare come vi possano essere delle differenze nell'attività accentrata di controllo e gestione esercitata da un azionista di riferimento di tipo istituzionale (banche, gestori di fondi privati), cui fanno riferimento i lavori statunitensi, e quella esercitata da un azionista che è anche il proprietario-fondatore, come nel caso italiano. Nel complesso sembra, comunque, prevalere un effetto positivo della concentrazione azionaria sugli incentivi all'investimento in R&S.

1.7. *Venture capital e attività di R&S*

Nei precedenti paragrafi sono state presentate le principali motivazioni alla base del possibile fallimento di un efficiente processo di finanziamento dell'attività di ricerca, sia da parte dei mercati azionari, sia da parte di istituti di credito. Le problematiche emerse sono riconducibili in ultima analisi a tre aspetti: l'esistenza di pronunciate asimmetrie informative con una conseguente esposizione a rischi di moral hazard, la difficoltà di valutazione a priori del livello di rischiosità delle attività innovative e, infine, l'assenza di asset tangibili rispetto a cui vincolare i finanziamenti erogati. Tali caratteristiche sono palesemente destinate ad acuirsi nel caso in cui i soggetti che necessitano del finanziamento siano delle imprese nascenti o delle giovani società appartenenti a settori high-tech contraddistinte, al tempo stesso, sia da risultati operativi negativi, sia da importanti prospettive di crescita futura. All'interno di tale contesto è possibile interpretare il ruolo del venture capital, unitamente a forme similari quali il merchant banking e alcune tipologie di fondi chiusi per l'innovazione¹¹, come una risposta di mercato al problema del finanziamento della ricerca.

Nonostante le iniziali teorie schumpeteriane prevedessero che l'attività di ricerca e lo sviluppo di prodotti innovativi dovessero essere condotti esclusivamente all'interno di grandi imprese caratterizzate dal possesso di ampie e consolidate quote di mercato, l'evidenza concreta degli ultimi decenni ha riproposto con attenzione crescente l'importanza dell'imprenditorialità come motore per lo sviluppo tecnologico e scientifico. Le possibili ragioni alla base di tale fenomeno sono state ricondotte ad alcune caratteristiche organizzative peculiari delle piccole imprese. In particolare, si è fatto riferimento alla possibilità di focalizzare l'attività su specifici prodotti, a una migliore capacità nell'attuare processi di *learning by doing*, alla possibilità di accedere a particolari mercati di nicchia,

¹¹ Il criterio attraverso cui è possibile accomunare differenti forme di intermediazione finanziaria è, in questo caso, la convergenza degli obiettivi nella realizzazione di guadagni in conto capitale attraverso la partecipazione azionaria in imprese di piccole dimensioni (Giudici e Paleari 2000).

allo sviluppo di modelli gestionali costruiti attorno a uno specifico progetto con limitati costi di adattamento, a migliori capacità di networking con la sfera universitaria e, infine, alla limitata incidenza delle strategie finanziarie rispetto a quelle tecnologiche e industriali nell'attività di *governance*. D'altra parte, per imprese giovani alle fonti di vincolo finanziario ricordate in precedenza si associano ulteriori problematiche connesse sia all'impossibilità di diversificazione del rischio, sia alla spesso ridotta preparazione e attitudine manageriale dei fondatori, sia all'incertezza sull'emergere e il consolidarsi di un *dominant design* nello specifico mercato in cui esse si accingono a operare. Sutton (1996) a questo riguardo sostiene come le imprese giovani che entrano in mercati high-tech debbano affrontare non solo un ingente ammontare di costi affondati legati ad aspetti operativi e tecnologici, ma anche ulteriori costi endogeni necessari per creare una effettiva domanda di mercato per le nuove tecnologie prodotte.

La prima impresa moderna di venture capital, American Research and Development (ARD), venne fondata nel 1946 a Boston da Karl Compton, allora presidente del MIT, in collaborazione con alcuni industriali locali. L'obiettivo iniziale dell'impresa consisteva nella realizzazione di investimenti altamente rischiosi in imprese emergenti che stavano tentando di sviluppare e commercializzare delle tecnologie nate durante la seconda guerra mondiale. La storia della ARD è emblematica dell'effettiva rischiosità connessa all'attività di venture capital: durante ventisei anni di attività numerosi progetti fallimentari furono ricompensati da un unico progetto di investimento di soli 70.000 dollari nella Digital Equipment Company (DEC) nel 1957, la quale successivamente crebbe sino a un valore di mercato di 350 milioni di dollari. Poiché gli investitori istituzionali si dimostrarono riluttanti all'investimento, la ARD venne strutturata come un fondo chiuso trattato direttamente verso investitori privati. Poche altre organizzazioni di venture capital nacquero nel decennio successivo alla fondazione della ARD e assunsero anch'esse la forma di fondi chiusi di investimento. La prima impresa di venture capital a responsabilità limitata (Draiper and Anderson) venne costituita nel 1956 e fu seguita da un certo numero di imitatori negli anni sessanta e settanta. Nel complesso il fenomeno del venture capital rimase decisamente limitato sino alla fine degli anni settanta con li-

velli di fund raising che non eccedettero mai poche centinaia di milioni di dollari. Negli anni successivi vi fu, al contrario, un importante trend di crescita nei volumi di finanziamenti coinvolgenti le venture capitali per due principali ragioni: la possibilità di accesso a fondi pensione e un sistema fiscale che escludeva le *limited partnerships* dal pagamento di tasse sui proventi in conto capitale. In questo modo anche per investitori istituzionali divenne conveniente l'ingresso come finanziatori delle imprese di venture capitali in qualità di partner¹².

I volumi di denaro investiti attraverso venture capitalists hanno seguito un trend crescente sino alla fine degli anni ottanta, quando iniziò una fase di contrazione probabilmente legata a una situazione di sovrainvestimento in molti settori industriali non strategici e alla presenza sul mercato di venture capitalists con limitata esperienza operativa. L'ultima fase del mercato del venture capitali ha visto un nuovo intenso sviluppo a partire dal 1996, in questo caso fortemente condizionato da un mercato per gli IPO (*initial public offer*) particolarmente attivo, con un picco nel 1998 di 11 miliardi di dollari di fund raising. Powell *et al.* (2002) rilevano come oltre la metà delle imprese biotech nate alla fine degli anni novanta negli Stati Uniti avessero ricevuto finanziamenti da parte di venture capitalists.

Il fenomeno del venture capitali, sebbene presenti una storia relativamente ridotta, è stato oggetto di una intensa attività di ricerca attraverso tre principali filoni di letteratura. Il primo, di carattere microeconomico, si è occupato dell'interpretazione delle specifiche forme contrattuali adottate dai venture capitalists verso le imprese finanziate, seguendo l'approccio della teoria dei contratti incompleti (Aghion e Bolton 1992; Kaplan e Stromberg 2002a; 2002b). Il secondo, di carattere macroeconomico, si è dedicato all'analisi delle interazioni tra l'attività di venture capitali e i livelli di crescita del sistema economico (Lerner e Tsai 2000). Infine, un numero ridotto di

¹² Gompers e Lerner (1999): la legislazione prevedeva che i partner che apportavano fondi, per poter usufruire della limited partnership, non dovessero essere coinvolti nella gestione quotidiana del fondo stesso. Inoltre la partnership doveva avere una durata temporale finita e predeterminata.

ricerche ha tentato delle analisi empiriche miranti alla valutazione dell'impatto del venture capital direttamente sui tassi di innovatività delle imprese finanziate (Kortum e Lerner 2000).

Prima di passare a una esposizione dettagliata degli specifici risultati empirici e teorici presenti in letteratura è opportuno sottolineare come il fenomeno del venture capital presenti, ad oggi, una limitata diffusione in ambito europeo in confronto con l'area statunitense, nonostante gli indirizzi di politica tecnologica e finanziaria dell'Unione Europea appaiano, ormai da diversi anni, fortemente indirizzati a un suo futuro sviluppo (European Commission 1995). Su questo tema è interessante notare come nel 1996 l'ammontare di venture capital e *private equity* disponibile in Europa e negli Stati Uniti fosse sostanzialmente comparabile, ma con una rilevante differenza in termini di allocazione finale: negli Stati Uniti il 27% di tali capitali era dedicato al finanziamento di start-ups, mentre per l'Europa tale percentuale si assestava a poco meno del 10%. Corrispondentemente, un ammontare più elevato era dedicato, in ambito europeo, ad attività di acquisizione e fusione di imprese (Hall 2002).

I dati appena presentati permettono di anticipare sinteticamente alcune delle tesi e dei risultati che con maggiore frequenza emergono in letteratura per spiegare il limitato sviluppo del venture capital in Europa. Sebbene i contratti di finanziamento stipulati dai venture capitalists comprendano una complessa struttura per l'attribuzione degli utili, dei flussi di cassa e dei diritti di proprietà tra le due parti durante l'attività dell'impresa, la fonte primaria di guadagno per il venture capitalist è il momento della quotazione dell'impresa stessa. Solo attraverso un'ampia raccolta di fondi nel momento della vendita delle azioni detenute è, infatti, possibile coprire i rischi e le perdite associate ad altri progetti di impresa rivelatisi fallimentari. Da questo punto di vista, la presenza di un attivo mercato azionario per gli IPO costituisce una condizione ambientale imprescindibile per lo sviluppo del mercato del venture capital. Black e Gilson (1999) analizzano un set di 264 imprese tedesche supportate da venture capital, trovando che la forma più ricorrente di uscita del finanziatore dalla partecipazione nell'impresa è quella del *portfolio buyback* (l'impresa finanziata riacquista le azioni in possesso del venture capitalist), pari a 166 società, mentre in soli 12 casi vi è stata una

quotazione sul mercato azionario. Rispetto al periodo oggetto di studio (1995-1998), numerosi cambiamenti sono intervenuti in ambito finanziario in Europa con l'avvio dei nuovi mercati. Nonostante ciò, numerose ricerche denunciano ancora un'assai limitata liquidità per tali segmenti di mercato (Giudici e Paleari 2003).

La seconda caratteristica ambientale in grado di influenzare pesantemente l'offerta di venture capital in ambito europeo attiene alle fonti dei capitali amministrati e reinvestiti dai venture capitalists. Negli Stati Uniti la principale quota di tali capitali deriva dai fondi pensione privati, mercato di recente liberalizzato in Europa ma ad oggi di dimensioni estremamente ridotte. Infine, è necessario considerare come il sistema di finanziamento in Europa sia strettamente collegato all'attività di banche con caratteristiche e politiche gestionali assai differenti da intermediari finanziari quali i venture capitalists. A riguardo delle divergenze istituzionali tra gli assetti finanziari anglosassone ed europeo è interessante notare come alcuni autori abbiano interpretato il modello del venture capital proprio come un tentativo di combinazione delle due tipologie di struttura (Raj an e Zingales 2001). I contratti di finanziamento tramite venture capital fornirebbero, infatti, sia gli importanti incentivi per il manager-imprenditore caratteristici del sistema basato sul mercato azionario, sia il monitoraggio da parte di un investitore altamente informato, tipico del sistema basato su intermediari finanziari. Di fatto, i contratti standard di venture capital risultano essere una combinazione di forme contrattuali di debito e di partecipazioni azionarie dirette. L'aspetto peculiare è che tale geometria contrattuale ibrida risulta essere variabile nel tempo con una prevalenza degli aspetti legati al debito nel caso di bassa performance dell'impresa e di quelli azionari nel caso di buona performance.

I venture capitalists forniscono alle imprese finanziate, unitamente alle risorse di carattere puramente finanziario, una serie di importanti servizi collaterali di natura sia esplicita che implicita: assistenza manageriale per il recruiting e la gestione operativa, consulenze fiscali, monitoraggio dell'investimento, conoscenza pregressa su specifici segmenti di mercato (Hellman e Puri 2000). La presenza di un venture capitalist ha, inoltre, una rilevante influenza in termini di reputazione per l'impresa nel momento della quotazione. È, infatti, probabile che importanti sottoscrittori siano incentivati alla

partecipazione all'IPO nonostante la presenza di limitata informazione verso l'impresa quotata, in quanto il supporto del venture capitalist è credibile essendo l'interazione tra esso e gli altri agenti finanziatori ripetuta nel tempo (Florida e Kenney 1994).

Dal punto di vista macroeconomico, nonostante il limitato arco temporale disponibile, è stata osservata una effettiva prociclicità dell'offerta di venture capital. A partire da tale osservazione non è stato chiaramente individuato se l'aumento di disponibilità finanziaria per l'impresa nascente sia in grado di generare una contemporanea crescita, o se sia piuttosto uno sviluppo della produttività a stimolare il finanziamento tramite venture capital. Una strategia adottata per tentare di indagare tale problema di contemporaneità è stata quella di studiare l'andamento dell'offerta di venture capital e il suo impatto a livello macroeconomico in corrispondenza di shock esogeni di carattere istituzionale. Kortum e Lerner (2000) propongono uno studio basato sul *policy-shift* avvenuto negli Stati Uniti nel 1979, con cui veniva eliminato il vincolo di non investimento in venture capital per i fondi pensione privati. Gli autori individuano come un incremento nella disponibilità di venture capital sia associato a una sostanziale crescita dei livelli di innovatività industriale. In particolare, mentre il rapporto tra venture capital e totale delle spese in R&S negli Stati Uniti negli anni 1983-1992 si è collocato attorno al 3%, le stime proposte suggeriscono che l'attività di finanziamento condotta dai venture capitalists sia alla base dell'8% delle innovazioni di prodotto occorse nello stesso periodo. Secondo questo approccio analitico esisterebbe, dunque, un verso di causalità in cui è l'offerta di venture capital a indurre una risposta imprenditoriale in settori altamente innovativi. Poterba (1989) suggerisce come molte delle variazioni nel fund raising per il venture capital possano derivare da cambiamenti nella domanda di tale tipologia di capitale in relazione ad aspetti di carattere fiscale o tecnologico. Gompers e Lerner (1999) forniscono una verifica empirica del possibile ruolo rivestito dalla domanda trovando che una contrazione nelle aliquote fiscali per i guadagni in conto capitale induce un incremento dell'accesso al venture capital sia a livello aggregato che settoriale.

Dal punto di vista microeconomico, un certo numero di studi si è focalizzato sulla capacità da parte del venture capital di generare effettivamente un particolare valore aggiunto nelle fasi iniziali di svi-

luppo dell'impresa. Il problema in analisi è sotto certi aspetti riconducibile alla precedente interazione, a livello macroeconomico, tra offerta di venture capital e crescita. In questo caso si intende chiarire se i venture capitalists siano, in ultima analisi, semplicemente degli esperti selezionatori di *business plans* o abbiano un effettivo ruolo proattivo nello sviluppo di progetti che altrimenti non si sarebbero realizzati.

Sapienza *et al.* (1996) realizzano uno studio basato su un'analisi questionaria sottolineando come le imprese finanziate percepiscano un effettivo valore aggiunto trasmesso dai venture capitalists. Lerner (1995) adotta un approccio più oggettivo analizzando l'influenza dei venture capitalists nelle decisioni di turn-over del management e trovando un effettivo intervento gestionale da parte dei venture capitalists. L'autore trova anche conferma dell'importanza dell'esperienza pregressa del venture capitalist per un corretto timing della quotazione dell'impresa finanziata. Infine, Kaplan e Stromberg (2002a; 2002b) presentano un'evidenza empirica che suggerisce come gli effetti di valore aggiunto dei venture capitalists siano presenti solo in fasi avanzate di sviluppo delle imprese e non *nell'early stage*.

In linea teorica, i contratti finanziari stipulati dai venture capitalists dovrebbero assumere una forma adatta a mitigare i possibili conflitti di interessi emergenti tra il venture capitalist e l'imprenditore tramite l'allocazione del cashflow e dei diritti di controllo tra le due parti.

È possibile identificare, nel caso del venture capital, tre differenti tipologie di rischio. Nella misura in cui l'incertezza riguardo agli esiti futuri dell'impresa deriva da una situazione di asimmetria informativa circa la qualità del management e delle sue azioni, gli incentivi di remunerazione sulla base della performance raggiunta dovrebbero crescere al crescere del grado di incertezza stesso. D'altra parte l'incertezza potrebbe anche derivare da elementi esterni, quali la domanda di mercato o il grado di competizione, non controllabili dal management dell'impresa finanziata: tale tipologia di incertezza tende a rendere più costosa la remunerazione di un manager avverso al rischio per cui dovrebbe presentarsi una correlazione negativa. Infine, l'incertezza potrebbe derivare dal fatto che le operazioni dell'impresa sono altamente complesse e coinvolgono aspetti tecnologici difficilmente identificabili a priori: in tal caso,

una remunerazione del management basata su specifiche misure di performance dovrebbe essere meno diffusa, in quanto quest'ultimo sarebbe incentivato a destinare eccessive risorse sulla specifica azione o progetto in precedenza determinato (Holmstrom e Milgrom 1991).

Kaplan e Stromberg (2002a; 2002b) analizzano i report relativi a 67 portafogli di investimento appartenenti a 11 venture capitalists statunitensi, trovando che la struttura di accordi intrapresa ricalchi sostanzialmente quanto predetto dalla teoria degli incentivi per la *governance* delle strutture aziendali (Holmstrom 1979). Sul versante empirico Engel (2002) realizza uno studio su un set di 1.000 nuove imprese fondate in Germania tra il 1991 e il 1998, di cui 777 supportate da venture capital. Le imprese high-tech supportate da venture capitalists presentano un tasso annuale medio di crescita del numero di addetti pari al 42% a fronte del 14% rilevato per le imprese non *venture-backed*. Peraltro, i tassi di crescita risultano essere più alti per le imprese finanziate da venture capitalists, tanto più giovani e di piccole dimensioni sono le imprese. Il fatto che non venga rispettata la legge di Gibrat sulla proporzionalità dei tassi di crescita è interpretabile come un effettivo segnale della capacità dei venture capitalists di apportare valore aggiunto, soprattutto nelle fasi iniziali di sviluppo organizzativo e tecnologico delle imprese.

1.8. *Principali risultati della letteratura*

L'evidenza empirica presentata nei precedenti paragrafi supporta nel complesso la tesi dell'esistenza di un imperfetto funzionamento del mercato dei capitali nel finanziamento dell'attività privata di ricerca.

L'impatto di tali inefficienze emerge essere funzione tanto delle caratteristiche legate alla specifica natura dell'impresa, quanto del contesto economico e finanziario in cui essa si trova a operare. Il fenomeno dei vincoli finanziari all'investimento in R&S si rivela particolarmente pressante nel caso di imprese di medie e piccole dimensioni. Nel caso del contesto economico europeo, e in particolare italiano, per tale tipologia di imprese le sorgenti esterne di risorse finanziarie si riducono, di fatto, esclusivamente al settore bancario.

Quest'ultimo dato viene ricondotto, in differenti studi, all'ancora limitata numerosità di imprese quotate e al corrispondente esiguo mercato per il *private equity*.

A questo riguardo è opportuno ricordare come alla modesta capitalizzazione del mercato azionario venga associata una ulteriore indiretta ripercussione sulle opportunità di finanziamento di imprese nascenti attraverso il venture capital. Un mercato azionario contenuto e poco dinamico preclude, infatti, la possibilità di sviluppo delle imprese operanti nell'area del capitale di rischio, per le quali il momento della quotazione delle aziende in portafoglio costituisce una primaria fonte di reddito. D'altra parte, il fenomeno del venture capital è, ad oggi, caratterizzato da livelli di fund raising, sia in Italia che in altri paesi europei, assai limitati e con un trend decrescente sugli ultimi anni. Tale forma di finanziamento, se da un lato presenta dei vantaggi legati alla riduzione delle asimmetrie informative tra soggetto finanziatore e imprenditore, dall'altro mostra una elevata prociclicità rispetto agli andamenti di mercato. Quest'ultima caratteristica appare essere in contrasto con le necessità di continuità e stabilità temporale tipiche dell'attività di ricerca.

Per le imprese, il fatto di dover ricorrere all'indebitamento attraverso operatori finanziari tradizionali amplia dunque inevitabilmente il margine tra il costo marginale del capitale per l'investimento in attività tradizionali e quello per attività di ricerca. Il problema è in ultima analisi riconducibile a due distinti aspetti: la difficoltà di valutazione della rischiosità sistematica degli investimenti in R&S da parte degli intermediari finanziari e le modalità di assicurazione del debito da contrarsi.

Nel terzo paragrafo si sono evidenziati i fattori che contribuiscono a rendere inefficienti le metodologie tradizionali di valutazione del rischio di investimento. Approcci analitici più sofisticati, quali quelli basati sulle opzioni reali, implicano, da parte del soggetto finanziatore, un grado di conoscenza del mercato finale e del contesto scientifico e tecnologico difficilmente raggiungibili. Per quanto riguarda il tema delle garanzie sul debito, solo di recente l'attenzione del sistema creditizio sembra rivolgersi all'analisi degli asset intangibili nel patrimonio delle imprese. In particolare, la «securizzazione» del portafoglio brevettuale delle imprese richiedenti finanziamenti si configura come una pratica che, se implementata su ampia

scala, potrebbe generare importanti benefici in termini di volumi di finanziamento per la ricerca privata.

Considerando un più generale contesto di sistema finanziario, i risultati delle analisi econometriche che hanno indagato l'incidenza di vincoli finanziari per imprese collocate sia in contesti anglosassoni *market-based*, sia in contesti europei *bank-based*, sono riassumibili nei seguenti punti. Le imprese appartenenti all'area anglosassone mostrano una maggiore dipendenza degli investimenti dalle proprie risorse interne, e quindi vincoli finanziari più stringenti. Secondo questa prospettiva, l'approccio del *relationship banking* tipico dell'economia nordeuropea si candiderebbe a essere il modello più efficiente nel processo di finanziamento della ricerca. D'altra parte, dall'evidenza empirica emerge per il modello anglosassone una netta superiorità nel caso del finanziamento di imprese di medie e piccole dimensioni. Se si tiene conto dell'elevata incidenza di tale tipologia di impresa in Europa, e soprattutto in Italia, appare chiara la necessità di una graduale convergenza verso le caratteristiche dei sistemi finanziari anglosassoni.

Le indicazioni che emergono dalla letteratura sulle modalità di progressiva realizzazione di tale convergenza sono inevitabilmente diversificate e talvolta specifiche rispetto alla situazione di particolari paesi europei. È tuttavia possibile rintracciare alcune questioni di fondo comuni ai diversi studi. In primo luogo, viene sottolineata la necessità di migliorare la base informativa dei piccoli investitori sul mercato azionario a riguardo delle attività di R&S condotte all'interno delle imprese. Ci si riferisce, in questo caso, sia alla trasparenza nelle procedure di accounting in bilancio delle spese di ricerca e sviluppo sostenute direttamente, sia a una innovazione e armonizzazione nei criteri contabili internazionali. In secondo luogo, viene spesso sottolineata l'importanza di limitare i requisiti, quali il numero di esercizi con bilancio positivo, necessari per la quotazione in borsa, al fine di rendere più agevole tale procedura anche per imprese di minori dimensioni.

Capitolo secondo

Ricerca accademica e attività innovativa nei sistemi locali

2.1. *Introduzione*

Il dibattito sull'attività di collaborazione tra l'ambiente della ricerca accademica e la sfera imprenditoriale e industriale ha preso corpo in un particolare momento storico tra la fine degli anni settanta e i primi anni ottanta. È stato ampiamente riconosciuto come, durante tali anni, un consistente rallentamento nella crescita della produttività dei fattori, soprattutto negli Stati Uniti, abbia spinto a una ridefinizione delle politiche di innovazione in modo da coinvolgere attivamente le università come partner per la ricerca anche di tipo industriale. Il supporto istituzionale nei confronti delle *early stage technologies* era già stato avviato in Giappone e in esso venne individuata una delle principali motivazioni dell'avanzamento competitivo di tale economia (Poyago-Theotoky *et al.* 2002). La realizzazione di tali nuove politiche a sostegno dell'innovazione è stata avviata negli Stati Uniti tramite una serie di interventi legislativi a partire dal 1980¹. A distanza di due decenni è possibile una prima ricognizione degli effetti stimabili di queste strategie di intervento. Per quanto riguarda l'area statunitense si rileva un primo importante risultato riguardo al numero assoluto di brevetti assegnati a laboratori accademici: si è passati, infatti, dai circa 300 brevetti del 1980 agli

¹ Bayh-Dohle Act (1980): assegna alle università il diritto di brevettazione; Economic Recovery Tax (1982): introduce la possibilità di credito fiscale per il finanziamento privato verso le università; Small Business Innovation Research Act (1982): promuove la formazione di start-ups di origine universitaria

oltre 3.500 del 1999 (Henderson *et al.* 1998). In un'altra recente indagine condotta da Jensen e Thursby (2001) è stata stimata, attraverso un'indagine condotta su 62 università statunitensi, la frequenza delle collaborazioni con il settore industriale e il loro impatto economico. Gli autori rilevano che ben il 77% delle invenzioni *university-based* ha richiesto, per giungere allo stadio di prototipo, la collaborazione di ricercatori universitari e imprese private. Tali invenzioni mostrano, peraltro, una probabilità di successo significativamente superiore rispetto a quelle sviluppate nell'ambito di progetti di ricerca interamente accademici. In Europa, l'intervento istituzionale è stato in buona parte demandato all'Unione Europea. Caloghirou *et al.* (2001) hanno realizzato una stima quantitativa del fenomeno attraverso uno studio condotto su 6.300 *research partnerships* nate nell'ambito dei *frameworks* dell'Unione Europea durante il periodo 1983-1996. La percentuale di progetti con un partner universitario appare soggetta a un forte incremento, dal 56% nel 1983 al 67% nel 1996. Malo e Geuna (2000) hanno analizzato i brevetti depositati presso l'European Patent Office nell'area della biologia e della chimica combinatoria, focalizzando l'attenzione sulle citazioni riferite a materiale scientifico presenti su di essi. I risultati mostrano che nell'81% dei casi tali citazioni sono direttamente riconducibili a istituzioni pubbliche di ricerca, a testimonianza di un reale impatto dell'attività di ricerca condotta all'interno di strutture accademiche.

Questi semplici dati esemplificativi, unitamente all'esteso corpus di pubblicazioni e iniziative, sia della National Science Foundation sia dell'Unione Europea², dedicate all'attivazione, di collaborazioni di ricerca tra enti pubblici e industria, sollecitano la necessità di esprimere un primo giudizio sulla reale efficacia di tale fenomeno.

La letteratura economica ha chiaramente esplicitato come lo studio dell'impatto delle collaborazioni tra università e industria presenti sostanziali problematiche di natura sia concettuale che metodologica. La più evidente tra esse è relativa alla riconosciuta difficoltà di cogliere in modo quantitativo e comparabile l'output dell'attività innovativa sia industriale che accademica.

² Per analisi più dettagliate si vedano i seguenti siti: www.cordis.lu e www.nsf.org.

Inoltre, secondo una prospettiva teorica, il trasferimento e la commercializzazione della conoscenza scientifica costituiscono delle attività di non univoca interpretazione economica. Infatti, nella valutazione economica degli effetti delle collaborazioni si rende necessario tener conto di una funzione di benessere sociale che includa fattori legati al *climate for university research* e alle particolari strutture di incentivi necessarie per la produzione di sapere scientifico in ambito accademico (Antonelli e Calderini 2001). Tale sistema di incentivi potrebbe essere compromesso, nel lungo periodo, dall'interazione con il settore industriale. La necessità di reperire fondi dal settore privato, parallelamente all'introduzione di procedure di valutazione dei risultati basate sulla capacità di interazione con l'esterno, costituisce una possibile determinante di una eventuale limitazione dell'indipendenza del ricercatore accademico. Diretta conseguenza di tale dinamica potrebbe essere la riduzione della gamma di aree soggette a indagine accademica, a svantaggio di quei settori contraddistinti da elevato rischio e bassa probabilità di immediata applicazione tecnologica.

Il tema del ruolo delle università in relazione alle dinamiche di crescita economica appare particolarmente rilevante soprattutto in ambito europeo. Numerosi osservatori hanno evidenziato, durante gli ultimi anni, l'esistenza di un paradosso europeo riguardo alla capacità di creazione di innovazione. Differenti analisi quantitative mostrano, infatti, per l'Europa un livello di produzione di sapere scientifico, sviluppato all'interno di strutture accademiche, sostanzialmente allineato a quello statunitense. Al tempo stesso, l'analisi comparativa del volume dell'attività brevettuale, della capacità di introduzione di prodotti innovativi sul mercato e della bilancia dei pagamenti per le aree high-tech, mostra una netta prevalenza degli Stati Uniti. A tale evidenza empirica è stata data, in prima analisi, una duplice interpretazione: da una parte le imprese statunitensi avrebbero sviluppato una maggiore capacità di assorbimento della base di conoscenza scientifica, dall'altra le università statunitensi avrebbero creato dei canali, formali e informali, e una struttura di *governance* per il trasferimento di sapere più efficienti rispetto a quelli europei.

L'interazione tra università e industria non è, dunque, un fenomeno che si realizza in modo naturale, ma al contrario necessita di una *governance* esterna, capace di mediare tra i fattori in precedenza esposti.

L'esposizione del lavoro è articolata nei seguenti paragrafi: il secondo presenta una *review* della letteratura che ha analizzato le interazioni tra università e industria su base geografica, facendo sostanzialmente riferimento alla nozione di *knowledge spillover*. Il terzo è dedicato all'analisi degli studi che si sono occupati di indagare l'efficienza di specifici canali istituzionali preposti al trasferimento di conoscenza tra università e settori industriali. Il quarto propone una raccolta di ricerche empiriche contraddistinte da un'unità di analisi per l'osservazione delle collaborazioni, a livello di singoli progetti. Il quinto paragrafo, infine, presenta i principali risultati emersi dall'analisi della letteratura.

2.2. *Relazioni tra università e industria e knowledge spillover*

Si è sottolineato in precedenza come, durante gli ultimi venti anni, la ricerca economica si sia interessata in maniera crescente alle relazioni tra l'attività di ricerca scientifica, realizzata all'interno delle università, e la performance tecnologica e innovativa dei sistemi economici locali in cui esse erano collocate. I contributi all'innovazione derivanti dalla ricerca di base di natura accademica sono stati ampiamente discussi in letteratura economica attraverso numerosi approcci interpretativi (Mowery 1995; Rosenberg e Nelson 1994). Le modalità di interazione tra settore industriale e mondo universitario sono riassumibili, in prima analisi, nello schema di classificazione proposto da Pavitt (1998): gli spillover su scala locale generati indirettamente dalla ricerca accademica, il training di scienziati e ingegneri, la possibilità da parte delle imprese di aver accesso a network internazionali di ricerca scientifica, il prestigio e la visibilità acquisiti dall'ambiente economico locale in conseguenza della presenza di importanti poli universitari, lo sfruttamento del background di conoscenza dei ricercatori universitari tramite l'attività di consulenza, la creazione di nuove imprese attraverso spin-off basati su ricerche di origine accademica, l'avvio di progetti di ricerca comuni, la condivisione di risorse per la ricerca. Inoltre, la collaborazione con il mondo accademico porterebbe alle imprese private migliori capacità di assorbimento di conoscenza di base (Cohen e Levinthal 1989).

La numerosità delle forme di interazione tra la ricerca accademica e le attività tecnologiche delle imprese giustifica l'intuizione secondo cui la prossimità geografica possa costituire un fattore significativo per le dinamiche di sviluppo innovativo. Per comprendere la rilevanza del fenomeno in analisi occorre ricordare la sostanziale differenza tra la trasmissione di *informazione*, per la quale la distanza può ragionevolmente rivelarsi ininfluente, e la trasmissione di *conoscenza* (Audretsch e Feldman 1996). Quest'ultima, tipicamente tacita, richiede, infatti, la collaborazione diretta degli agenti coinvolti, la mobilità personale, la ripetizione dei contatti, la creazione di una piattaforma comunicativa comune. Sono proprio queste caratteristiche della conoscenza a giustificare la rilevanza della prossimità spaziale nelle dinamiche di creazione e diffusione di innovazione scientifica.

L'interpretazione teorica dei processi di creazione e trasferimento di conoscenza costituisce un'area di indagine molto estesa. Qui si è volutamente scelto un approccio fondato sull'analisi dello specifico filone di letteratura empirica che ha tentato di fornire una stima quantitativa delle interazioni tra università e mondo imprenditoriale.

Da un punto di vista cronologico, i primi studi miranti alla misurazione degli effetti della ricerca universitaria si sono orientati a un'analisi di tipo prettamente geografico, prescindendo, dunque, dagli specifici canali di trasmissione di conoscenza precedentemente ricordati. Nelson (1986) ha dato un impulso al filone nascente di letteratura empirica tramite uno studio basato su interviste di manager delle divisioni di R&S, ottenendo come dato principale la notevole rilevanza attribuita da questi ultimi alla ricerca universitaria realizzata in ambito locale. Jaffe (1989), ispirandosi all'osservazione dei distretti tecnologici di Boston e San José, propone un innovativo approccio metodologico, tramite la modellizzazione degli spillover scientifici delle università, attraverso una funzione di produzione di conoscenza in cui uno degli input impiegati è dato dalla combinazione dell'intensità degli investimenti dei poli di ricerca accademica e della loro prossimità spaziale rispetto alle imprese. L'output innovativo di queste ultime costituisce la variabile dipendente del modello implementato. Impiegando dati dal 1972 al 1981 su 29 stati americani, Jaffe (1989) identifica una correlazione significativa tra la presenza di centri universitari attivi nella ricerca da un lato, e l'ammontare di investimenti privati in R&S e la produzione brevettuale privata

dall'altro. Tale correlazione risulta peraltro crescente quando l'analisi si focalizza su specifici settori, in particolare per l'industria chimica e farmaceutica. Lo stesso autore chiarisce come nel modello non venga indagato alcun nesso di causalità tra gli investimenti in R&S, a livello regionale, da parte di imprese private e università. Sebbene il meccanismo sottostante la generazione degli spillover non venga modellizzato, le conclusioni propongono un'interpretazione in cui sono gli investimenti di origine pubblica a costituire un impulso, anche di indirizzo tecnologico, verso l'ambiente industriale locale. La sensitività del numero assoluto di brevetti industriali rispetto agli investimenti locali in R&S di tipo accademico viene stimata essere pari al 10%. Tale elasticità, sebbene assai inferiore a quella registrata per l'investimento privato in R&S (70%), costituisce un primo segnale della presenza di un effettivo impatto della ricerca accademica sull'attività brevettuale del settore privato. Un ulteriore risultato di questo primo studio esplorativo riguarda le variabili dimensionali dei centri di ricerca universitari. Jaffe (1989) riscontra, infatti, la presenza di importanti economie di scala nel processo di generazione di spillover di conoscenza scientifica, per cui nel circolo virtuoso di collaborazioni e finanziamenti da parte di agenti privati risulterebbero svantaggiati e complessivamente meno efficienti i centri di ricerca accademica di minori dimensioni.

Uno dei limiti del lavoro di Jaffe (1989) viene indicato nell'assenza di una suddivisione in base a variabili dimensionali delle imprese di cui l'autore ha analizzato la produzione brevettuale e gli investimenti in R&S.

Acs, Audretsch e Feldman (1992; 1994) ripropongono l'analisi di Jaffe (1989), sempre sul contesto statunitense, ma con due sostanziali innovazioni: l'impiego del numero di innovazioni introdotte sul mercato come approssimazione dell'output innovativo del settore industriale³ e l'uso di tre differenti sottocampioni in base alle dimensioni

³Tale procedura, interessando l'ultimo stadio del processo innovativo, pone l'accento sul reale impatto economico del fenomeno degli spillover. A questo riguardo va ricordato che l'impiego di indicatori di tipo *innovation count*, se da una parte aggira alcune limitazioni tipiche delle variabili brevettuali (Griliches 1990), dall'altra introduce numerosi problemi di ordine metodologico riguardo all'eshaustività delle innovazioni considerate (Grupp 1998).

Capitolo secondo

delle imprese⁴. Le equazioni che stimano la dipendenza dell'output innovativo del raggruppamento complessivo di tutte le imprese rispetto alla presenza di R&S accademica forniscono risultati simili a quelli di Jaffe (1989). Al tempo stesso, il peso relativo della ricerca universitaria rispetto a quella industriale diviene un fattore discriminante quando l'analisi viene focalizzata sui singoli campioni di imprese di grandi e piccole dimensioni. Gli autori rilevano come per le imprese di grandi dimensioni la sensitività dell'output innovativo rispetto allo stock di spese in R&S dell'intero settore industriale sia il doppio di quella registrata rispetto allo stock di R&S universitaria. Un risultato diametralmente opposto viene rilevato per il sottocampione di imprese di ridotte dimensioni. Tali risultati suggerirebbero, secondo gli autori, l'esistenza di una differente funzione di produzione di conoscenza per le medie imprese e le grandi imprese, con le prime maggiormente influenzate dalla presenza locale di spillover di origine accademica e le seconde più soggette a interazioni di carattere intraindustriale. Anselin, Varga e Acs (1997) si pongono l'obiettivo di migliorare l'approccio metodologico a partire dalla funzione di produzione di conoscenza sviluppata da Griliches (1979) e impiegando dati su innovazioni in settori high-tech per 125 aree metropolitane statunitensi. Rispetto al precedente lavoro di Jaffe (1989), in cui l'unità di analisi erano i singoli Stati americani, si restringe dunque l'ampiezza geografica rispetto a cui verificare la presenza di correlazione tra ricerca accademica e privata. Impiegando dati su singoli distretti urbani, gli autori sono in grado di identificare differenze negli spillover tra realtà urbane geograficamente equidistanti, ma con differenti canali di comunicazione. Anche in questo caso la variabile dipendente della funzione di produzione di conoscenza è il numero di innovazioni immesse sul mercato⁵. I dati confermano la presenza di deboli esternalità positive da parte della ricerca accademica verso la capacità locale di generazione di prodotti innovativi. È interessante notare che, a livello

⁴I tre raggruppamenti comprendono: un set di tutte le imprese, un sottocampione comprendente grandi imprese con più di 500 dipendenti, un sottocampione di imprese con meno di 500 dipendenti.

⁵ Dati estratti dallo US Small Business Innovation Database per i settori della chimica, meccanica, elettronica e strumenti di misura.

metropolitano, superano i test di significatività statistica soltanto gli spillover del settore dei componenti elettronici. Al contrario, il settore della meccanica appare essere maggiormente influenzato dalla presenza locale di fattori diversi dalla ricerca accademica, quali la concentrazione della produzione o la disponibilità di *business services*, che inducono esternalità di conoscenza non *research specific*.

L'analisi empirica delle interrelazioni tra ricerca accademica e industriale è stata ripresa da Mansfield (1991) attraverso uno studio fondato sull'osservazione di 66 grandi imprese operanti su 7 aree tecnologiche manifatturiere e di oltre 200 ricercatori accademici. La ricerca si propone di affinare l'unità di analisi attraverso l'osservazione diretta delle modalità ed entità del finanziamento dei progetti di ricerca delle università da parte di privati, non abbandonando l'ulteriore determinante geografica. L'interazione tra industria e università viene indagata, anche in questo caso, attraverso l'osservazione della numerosità delle innovazioni di prodotto immesse sul mercato dalle imprese. L'analisi è basata su questionari rivolti alle imprese responsabili dell'introduzione di nuovi prodotti. Ad esse viene richiesto un giudizio riguardo l'incidenza dell'attività universitaria sulla realizzazione finale delle innovazioni. Come arco temporale rilevante per la ricerca universitaria pregressa vengono considerati i 15 anni precedenti alla commercializzazione. Osservando i nuovi prodotti e processi introdotti tra il 1975 e il 1985, emerge che l'11% delle innovazioni analizzate viene posto dai responsabili dei centri di ricerca privati in stretta correlazione a precedenti ricerche universitarie. Questa percentuale mostra un comprensibile picco per il settore farmaceutico (27%), mentre la media appare fortemente influenzata dai bassi valori rilevati per l'industria petrolifera (1%) ed elettronica (6%). Un ulteriore aspetto interessante indagato da Mansfield è quello del *time-lag* tra pubblicazione scientifica da parte del mondo universitario e applicazione tecnologica disponibile sul mercato: la media risulta essere di circa 7 anni. Un altro dato presentato riguarda la numerosità delle citazioni effettuate da parte del management privato verso specifici laboratori universitari di ricerca: essa risulta essere positivamente correlata all'ammontare dei finanziamenti pubblici⁶ e

⁶ Finanziamenti governativi da parte della National Science Foundation.

privati ottenuti dai laboratori stessi, con una maggiore significatività dei secondi. Infine, in tutti i settori industriali, ad eccezione dell'area farmaceutica, oltre la metà dei ricercatori che sono stati citati dalle imprese sostiene che il rapporto con le imprese finanziatrici abbia fornito spunti per l'avanzamento delle ricerche. L'analisi delle citazioni fatte dai responsabili dei laboratori privati porta, al tempo stesso, a una conclusione incerta riguardo alla dimensione geografica del problema: infatti, per l'identificazione delle università citate, risultano più significativi i rating delle università stesse rispetto alla prossimità spaziale delle imprese citanti. In un successivo lavoro Mansfield (1998) realizza un aggiornamento dei dati empirici raccolti in precedenza. In questa circostanza vengono utilizzate innovazioni di prodotto e processo sviluppate durante gli anni 1986-1994. Sul nuovo campione la media percentuale di innovazioni che non sarebbe stato possibile realizzare, se non con considerevole ritardo, senza l'ausilio delle ricerche universitarie sale al 15%. In questa seconda indagine i valori più elevati vengono registrati per i settori *information processing* (19%) e soprattutto *instruments* (22%)⁷. Quest'ultimo dato, se raffrontato con quelli del precedente *survey*, conferma, secondo Mansfield, l'ipotesi di reale influenza dell'area industriale sugli indirizzi della ricerca scientifica. D'altra parte, lo stesso autore suggerisce cautela nell'interpretazione di tale risultato, riconducendolo in parte al verificarsi, negli anni in esame, di opportunità tecnologiche trasversali al mondo accademico e industriale. I dati inerenti al periodo 1986-1994 a livello aggregato mostrano una contrazione, rispetto al periodo precedente, del *time-lag*, il quale si riduce a poco meno di 6 anni. In questo caso il dato può essere inteso, nel contesto dei rapporti tra università e industria, secondo due differenti prospettive. Da una parte esso può essere interpretato positivamente in quanto l'incremento di benessere sociale viene realizzato in tempi più rapidi. Dall'altra, però, la riduzione osservata potrebbe riflettere una mutazione nella natura della ricerca accademica, consistente in un progressivo spostamento verso progetti di ricerca applicata, aprendo la strada a problemi di *short termism*. I risultati quantitativi ottenuti nei due studi di Mansfield possono essere sinte-

⁷ Settori identificati in base alla Standard Industrial Classification (Sic).

tizzabili nei seguenti punti: soltanto un numero esiguo di prestigiose università è in grado di supportare l'attività di ricerca delle imprese non rinunciando a realizzare ricerca di base; le imprese che hanno bisogno di ricerca di base hanno anche i mezzi finanziari per ottenerla indipendentemente dalla prossimità geografica con le fonti degli input innovativi; le imprese di minori dimensioni, che assorbono sostanzialmente R&S applicata, sono invece più propense alla localizzazione geografica rispetto ai centri di ricerca pubblici. Ad ulteriore conferma della rilevanza di fattori di co-localizzazione, Lee (1996) realizza uno studio dedicato all'analisi delle spese per R&S indirizzate dalle imprese private verso le università sotto forma sia di donazioni che di progetti di consulenza. Il dato più evidente che emerge dallo studio è quello secondo cui le imprese preferiscono lavorare con ricercatori di università locali (entro 100 miglia dai propri laboratori di ricerca). Inoltre, la diminuzione registrata nei contatti con le università, all'aumentare della distanza dalla sede dell'impresa, è più pronunciata per la ricerca di tipo applicato rispetto a quella fondamentale. L'approccio analitico impiegato da Mansfield (1998) è stato implementato in ambito europeo da uno studio di Beise e Stahl (1999). Gli autori, impiegando un campione di 2.300 imprese presenti sul territorio tedesco, trovano un primo dato sostanzialmente concorde rispetto al caso statunitense: la percentuale di innovazioni, commercializzate negli anni 1993-1995, per cui viene riconosciuta indispensabile la ricerca accademica si attesta, infatti, attorno al 10%. Essi giungono però a un ulteriore risultato che si discosta dal resto della letteratura esaminata: per le imprese che si collocano in prossimità di istituzioni accademiche non vi è una maggiore probabilità di impiegare l'output innovativo di origine pubblica. Il dato che gli autori sottolineano con maggiore intensità riguarda le differenze rilevate nell'efficienza del trasferimento tecnologico per le diverse tipologie di istituzioni di ricerca pubblica. Le università vengono identificate come la principale fonte di conoscenza scientifica, seguite dai laboratori a finanziamento pubblico, mentre i Federal Research Centers di grandi dimensioni appaiono essere deficitari nelle capacità di generare esternalità positive sul settore industriale. La variabile chiave per la spiegazione del miglior impatto delle università viene indicata nel più elevato grado di mobilità del personale accademico e nella possibilità di fornire attività di formazione superiore

focalizzata sulle aree di competenza tecnologica della struttura industriale presente localmente.

Gli effetti della presenza di ricerca accademica sui sistemi economici locali vengono investigati con un differente impianto analitico in Acs, Fitzroy e Smith (1999). Lo studio risulta interessante in quanto esso è contemporaneo a quello di Mansfield (1998) dal punto di vista dei dati impiegati, ma propone un approccio concettuale differente. In questo caso, infatti, l'effetto sul benessere sociale, conseguente alla collaborazione tra settore privato e università non viene analizzato direttamente in termini di numerosità di innovazioni introdotte, ma facendo, invece, riferimento al mercato del lavoro presente localmente. Il livello di occupazione in settori ad alto contenuto tecnologico e i salari reali costituiscono l'oggetto di osservazione⁸. L'unità geografica di analisi impiegata nello studio è quella metropolitana statunitense. Gli autori, dopo aver controllato per una serie di caratteristiche economiche e demografiche, trovano una forte correlazione positiva tra tasso di occupazione in aree high-tech e volumi di spesa in ricerca da parte di enti pubblici presenti localmente. Gli autori presentano un processo causale che si origina dall'università, grazie alla cui ricerca di base si genererebbero dei cluster di imprese con un effetto finale positivo sul livello di occupazione locale. Il numero di ricerche in Europa sugli effetti della ricerca pubblica a livello occupazionale è relativamente contenuto. Lumme *et al.* (1993) realizzano uno studio di approccio qualitativo sul distretto scientifico di Cambridge (UK), individuando 62 imprese high-tech basate sullo sfruttamento commerciale di conoscenze sviluppatesi all'interno di laboratori pubblici e università locali. Harhoff (1998) analizza la nascita di nuove imprese nell'area dell'ex Germania Occidentale, impiegando come unità di analisi territoriale i singoli distretti postali. I risultati mostrano che il grado di

⁸ In una precedente indagine su R&S e occupazione Bania *et al.* (1993), utilizzando dati su differenti regioni tedesche, evidenziano un effetto positivo dell'entità degli investimenti in ricerca da parte delle università locali sulla natalità di nuove imprese. Nello studio di Nelson (1986) citato in precedenza, emerge come per specifici settori scientifici (fisica, chimica) l'interesse delle industrie nei confronti dei dipartimenti universitari fosse collegato più alla ricerca di potenziali ricercatori industriali che non agli esiti effettivi delle ricerche commissionate.

diversificazione non solo dell'attività innovativa di origine industriale, ma soprattutto di quella di natura scientifico-accademica, risulta essere un efficace stimolo all'imprenditorialità a livello locale in settori high-tech.

In Adams (2001) il tema degli effetti della ricerca accademica viene affrontato comparando gli spillover di origine universitaria e quelli di tipo intraindustriale. I risultati ottenuti dall'autore indicano che gli spillover di natura accademica si presentano come maggiormente localizzati rispetto a quelli che coinvolgono unicamente aziende private. Inoltre, il grado di localizzazione appare essere una funzione crescente rispetto alla vicinanza di stock di R&S e decrescente rispetto alle dimensioni sia delle imprese che dei laboratori privati di ricerca. Lo studio è costruito sull'analisi di 220 laboratori appartenenti a 116 imprese, ognuno dei quali impiega in media 150 tra ricercatori e ingegneri. L'output della R&S viene misurato tramite sia il numero di brevetti assegnati ai vari laboratori sia il numero di innovazioni introdotte dalle imprese. Ai responsabili dei laboratori privati vengono richieste informazioni sulla percentuale del budget dedicata all'apprendimento dei risultati della ricerca accademica e industriale, sia in generale, sia specificamente, entro le 200 miglia dal laboratorio stesso. Inoltre, viene richiesto di citare le 5 università e le 5 imprese maggiormente influenti per l'attività di ricerca interna. Per ogni università citata l'entità dello spillover generato viene approssimata come la somma delle spese in R&S, derivanti da finanziamenti federali, sui 15 anni precedenti la realizzazione dello studio. Una procedura analoga viene impiegata per rilevare gli sforzi di apprendimento di conoscenza industriale. Le stime econometriche mostrano che in media le spese per l'apprendimento di conoscenza accademica sono pari al 5% del budget delle divisioni di ricerca private considerate. Lo *university learning* risulta essere prevalentemente localizzato, mentre si riscontra una situazione opposta per l'*industrial learning*. Inoltre, il grado di localizzazione geografica degli spillover accademici risulta essere positivamente correlato rispetto alla presenza di tre fattori: l'*outsourcing* di attività di ricerca verso l'università, il *licensing* di brevetti universitari e la numerosità locale di laureati in settori ingegneristici. In particolare, i laboratori con una maggiore incidenza sul personale di dottori di ricerca ricorrono in modo più marcato a contatti locali con le uni-

versità. L'interpretazione complessiva fornita da Adams (2001) per tale evidenza, indicante una non trascurabile dimensione geografica nell'interazione tra università e industria, appare fortemente critica. Una ricerca universitaria che principalmente sia supportata finanziariamente a livello locale rischierebbe, secondo l'autore, di internalizzare i benefit unicamente per tale area. Quindi, secondo questa prospettiva, sarebbe preferibile un finanziamento di tipo nazionale o internazionale. Quest'ultima considerazione si rispecchia, peraltro, nel trend registrato dal National Science Board statunitense per la quota di finanziamento accademico da parte di singoli Stati americani: dal 13,2% del 1960 al 7,6% del 1997. Adams (2001) conclude sostenendo come la migliore combinazione realizzabile preveda per le università un duplice ruolo. In primo luogo, una funzione di servizio verso interessi locali attraverso il training diretto e la disseminazione di conoscenza, accettando tutte le duplicazioni di investimenti che inevitabilmente si generano. In secondo luogo, le università dovrebbero perseguire ricerche ad ampio spettro, finanziate a livello nazionale, che si rendano indipendenti dalle strategie politiche presenti a livello locale.

Nello studio di Adams (2001) appena presentato, la metodologia di analisi dell'estensione geografica dell'impatto della ricerca scientifica sulla produzione innovativa delle imprese è basata su valutazioni soggettive fornite dal personale interno al settore industriale. Un impianto analitico sostanzialmente differente viene adottato in una ricerca di Jaffe e Trajtenberg (1996). I due autori si propongono di indagare la consistenza degli spillover di conoscenza scientifica tra accademia e industria, tentando di far prevalere un approccio di tipo quantitativo, al fine di limitare eventuali distorsioni nei risultati legate a percezioni soggettive di fattori quali la reputazione dei singoli atenei. Per realizzare ciò viene sviluppato un modello basato sull'elaborazione delle citazioni ricevute nel tempo da un brevetto⁹. L'obiettivo principale della ricerca è quello di esplorare la dinamica temporale del processo di citazione, e come

⁹ Il metodo era stato precedentemente applicato per la misurazione di spillover industriali tramite le citazioni da brevetto a brevetto in Jaffe, Trajtenberg e Henderson (1993).

tale processo venga influenzato dalla natura del brevetto citato, oltre che dalle caratteristiche del suo assegnatario. Inoltre, gli autori analizzano come *different potentially citing locations* differiscano nella rapidità con cui si appropriano della base di conoscenza sviluppata. L'analisi viene realizzata in modo comparativo su tre diversi raggruppamenti di brevetti rispetto ai quali misurare le citazioni lungo un periodo comune (1963-1990): un campione random di circa 90 mila brevetti assegnati a imprese statunitensi; un campione contenente l'universo di tutti i brevetti assegnati a università americane; un campione contenente tutti i brevetti assegnati a laboratori federali statunitensi.

Le statistiche presentate mostrano una situazione in cui i brevetti di origine universitaria, sebbene ammontino a circa un ottavo di quelli industriali, vengono citati in modo significativamente più elevato. A partire dal dataset presentato viene costruito un modello per la descrizione del processo di generazione delle citazioni, in modo da stimare i parametri del fenomeno di diffusione, controllando per le variazioni nel tempo e per la propensione alla citazione di differenti settori. Si assume che la probabilità che un particolare brevetto K assegnato nell'anno T venga successivamente citato sia determinata dalla interazione di un processo attraverso cui la conoscenza si diffonde e un secondo processo attraverso cui la conoscenza contenuta nel brevetto K diviene progressivamente obsoleta. Associando a ogni brevetto citato e citante una precisa localizzazione geografica, gli autori giungono alle seguenti conclusioni: le citazioni presentano una evidente componente geografica¹⁰; la localizzazione è più pronunciata per il raggruppamento di università; i settori dell'elettronica e dell'ottica presentano un elevato tasso di citazioni ricevute nei primi anni, ma anche rapida obsolescenza; nel settore farmaceutico i brevetti di origine universitaria presentano al contrario una elevata persistenza temporale nel numero di citazioni ricevute. In Almeida e Kogut (1997) viene presentato uno studio analogo, ma specificamente dedicato al settore dei semiconduttori. Anche in

¹⁰ La significatività statistica del dato calcolato sul set totale di brevetti è particolarmente elevata solo quando si considerano le differenze tra *domestic* e *foreign patente*.

Capitolo secondo

questo caso si rileva un impiego della conoscenza sviluppata in ambito accademico per la produzione di brevetti superiore alla media.

La quasi totalità degli studi empirici sin qui presentati riguarda l'area geografica degli Stati Uniti. Tale sbilanciamento è dovuto a due fattori principali: in primo luogo va ricordato che in quest'area lo sviluppo di un'attitudine imprenditoriale da parte delle università si è manifestata prima rispetto al contesto europeo, in secondo luogo la mancanza di basi di dati riguardo, ad esempio, alla brevettazione universitaria ha limitato l'implementazione di studi di valutazione quantitativa. Nonostante tali limitazioni, le interrelazioni tra università e industria sono state indagate anche per l'area europea. Arundel e Geuna (2001) realizzano uno studio sulle 615 principali imprese industriali europee con l'obiettivo di determinare il peso assegnato alla prossimità geografica nella scelta delle fonti di conoscenza scientifica e tecnologica da esse utilizzate. La ricerca è fondata sulla elaborazione della base dati del progetto di *survey* PACE indirizzato ai manager dei settori R&S. Le statistiche descrittive presentate mostrano come, rispetto a fonti alternative di conoscenza (cioè *inter-firms* o *user-producer relationships*), per la ricerca accademica la prossimità spaziale risulti rilevante. Va però ricordato che in questo caso l'unità di analisi è quella nazionale. Nel modello utilizzato la variabile dipendente è l'importanza relativa della ricerca accademica nazionale rispetto a quella estera. Le variabili indipendenti includono l'ampiezza delle imprese, l'attività su mercati esteri, l'intensità di R&S dell'impresa, e due *proxies*, rispettivamente per il livello di conoscenza codificata e per la qualità della ricerca di base presente nei diversi paesi europei. I risultati dell'analisi mostrano che gli effetti della prossimità diminuiscono con l'aumento della grandezza delle imprese, con la presenza sul mercato nordamericano e con l'importanza attribuita dai manager alle pubblicazioni scientifiche. Viceversa essi aumentano al crescere degli indicatori di performance della ricerca pubblica nazionale¹¹.

Quevedo (2001) applica al sistema di ricerca scientifica spagnolo la metodologia di analisi sviluppata in Jaffe (1989). I risultati ottenuti mostrano la presenza di una seppur debole correlazione posi-

¹¹Pubblicazioni scientifiche, spese per istruzione superiore, spese per R&S.

tiva tra le spese totali, sia pubbliche che private, per l'innovazione su base locale e l'output innovativo privato. Al contrario, i risultati sull'influenza della ricerca universitaria variano intensamente a livello settoriale, con coefficienti statisticamente rilevanti unicamente per i settori dell'industria elettrica ed elettronica, mentre i bassi risultati in termini di spillover per il settore farmaceutico vengono imputati alla elevata codificabilità del contenuto scientifico delle innovazioni. L'autore interpreta il modesto impatto stimato come l'effetto delle scarse risorse investite dal sistema pubblico per favorire la collaborazione tra università e imprese. D'altra parte, dall'indagine questionaria risulta un non trascurabile ricorso, da parte delle imprese spagnole analizzate, a collaborazioni con università straniere. Nel complesso l'autore suggerisce come, anche in un contesto non di eccellenza innovativa, l'area *electronic equipment* si presti allo sviluppo di esternalità positive originate dalla ricerca pubblica e accademica.

In Fritsch e Schwirten (1999) viene realizzata un'analisi dell'impatto delle collaborazioni tra industria e impresa in tre eterogenee regioni tedesche: Baden-Württemberg, Brunswick-Göttingen e Sassonia. La prima è caratterizzata storicamente da una performance innovativa al di sopra della media dell'ex Germania Occidentale, con un sistema di network tra imprese di medie dimensioni particolarmente sviluppato. La seconda possiede una tradizione industriale in settori operanti su larga scala (industria dei metalli, settore automobilistico) e, sebbene sia stata oggetto di politiche locali a sostegno dell'innovazione, presenta, al momento dello studio, evidenti carenze strutturali. La terza ha fatto parte dell'ex Germania Est e possiede una storica vocazione per il settore manifatturiero e in particolare per l'ingegneria meccanica. La ricerca viene condotta attraverso un esteso *survey* questionario inviato a università e istituzioni pubbliche attive nel settore della ricerca scientifica. Il 78% dei soggetti contattati rivela di aver intrapreso negli anni 1993-1996 una qualche forma di cooperazione per la R&S con l'industria privata. Tale percentuale raggiunge il 91% quando il campione viene ristretto agli istituti pubblici di ricerca di tipo non universitario. Per quanto riguarda le origini di tali relazioni con i settori produttivi è interessante notare che il canale prevalente viene indicato nei rapporti personali di carattere non istituzionale (39%). Nel 29% dei casi l'i-

niziativa è partita da una impresa privata, mentre conferenze e workshop misti vengono indicati dal 14% degli intervistati. In tale contesto i contatti tra università e industria riconducibili al lavoro di istituzioni preposte al trasferimento tecnologico sono assai limitati, assestandosi solo al 4%. Ciò, secondo gli autori, dimostrerebbe che il contributo dei canali centralizzati esplicitamente preposti alla trasmissione di conoscenza scientifica sia sopravvalutato. Per quanto concerne l'estensione geografica delle relazioni, gli autori identificano un significativo fattore regionale. In particolare, nel caso delle Fachhochschulen (politecnici) si manifesta, rispetto al caso delle università, un'accentuata propensione a interazioni con l'ambiente industriale locale. Tale fenomeno sarebbe riconducibile, secondo gli autori, a due differenti fattori: in primo luogo i docenti delle Fachhochschulen sarebbero soggetti a un maggiore carico didattico e avrebbero quindi minori risorse da dedicare a collaborazioni esterne fuori sede; in secondo luogo, gli studenti delle Fachhochschulen presenterebbero una minore propensione a lasciare l'area geografica di residenza dopo il diploma, incrementando naturalmente le opportunità di contatto tra imprese e accademia. Per la regione del Baden-Württemberg solo il 35% dei partner di progetti coinvolgenti almeno una istituzione pubblica di ricerca risulta appartenere alla stessa area, mentre il valore sale al 65% per la Sassonia. Questi ultimi dati sembrano attribuibili a due differenti aspetti: da una parte l'esistenza, nel caso della Sassonia, di un forte orientamento regionale delle imprese a causa di un retaggio storico legato al regime socialista, dall'altra, la presenza nell'area di una fitta rete di università tecniche. Non è peraltro da escludere, sempre secondo gli autori, che tale situazione comporti un'elevata numerosità di contatti con le imprese, ma contemporaneamente un basso profilo scientifico delle ricerche condotte. La maggior parte delle interrelazioni consisterebbe, infatti, in consulenze tecniche standard. Il clustering geografico sarebbe, dunque, più intenso per i settori tecnici rispetto a quelli sulla frontiera della ricerca scientifica. Rimanendo in ambito europeo, risulta particolarmente interessante una ricerca condotta da Rodriguez e Refolo (1999) sulla situazione italiana. I due autori indagano lo specifico ambito delle imprese di medie dimensioni, ampiamente riconosciute come un efficace motore di attività innovative, ma al tempo stesso soggette a forti vincoli finanziari per l'area della

ricerca. Tale situazione avvalorata l'ipotesi secondo cui questa tipologia di impresa ricorra a fonti esterne di tipo industriale e accademico per i propri *knowledge inputs*. Lo studio delle dinamiche di interrelazioni tra imprese di piccole e medie dimensioni e ricerca pubblica induce, secondo gli autori, importanti conclusioni sull'impatto economico locale di tale fenomeno, essendo tale tipologia di impresa il fondamento dei distretti industriali e dei processi di clusterizzazione. Seguendo l'approccio concettuale proposto in alcuni dei lavori presentati in precedenza (Jaffe, Trajtenberg e Henderson 1993), gli spillover di conoscenza a livello locale vengono stimati sulla base della quantità e qualità della ricerca accademica, attraverso l'impiego di indicatori bibliometrici. L'unità di analisi adottata da Rodriguez e Refolo (1999) sono le province italiane, per le quali vengono conteggiate le pubblicazioni contenute nel database dell'ISI¹². Tale dato viene analizzato in relazione alla numerosità locale

di imprese¹³ e di università, alla popolazione, al PIL procapite. Vengono inoltre introdotte 6 variabili per tener conto dell'esistenza di disparità economiche tra differenti aree del territorio nazionale. I risultati mostrano l'esistenza di un'associazione significativa e positiva tra il clustering di imprese all'interno di una provincia e l'output della ricerca di università e centri di ricerca pubblici presenti localmente. In particolare, tale relazione risulta essere più pronunciata per le imprese di piccole dimensioni rispetto a quelle di medie dimensioni. Gli autori sottolineano, inoltre, che impiegando come variabile indipendente imprese di più ampie dimensioni (oltre 500 dipendenti) la significatività del modello subisce una drastica caduta. Quest'ultimo risultato si discosta parzialmente rispetto ad alcune precedenti analisi empiriche realizzate su dati italiani. Audretsch e Vivarelli (1996) per la misurazione degli spillover impiegano non solo la numerosità delle imprese, ma anche dati sulla diffusione dell'attività brevettuale e delle spese private in R&S. I risultati si allineano sostanzialmente a quelli del lavoro di Rodriguez e Refolo (1999), ma il modello presenta una maggiore stabilità quando si analizzano gli effetti sulle imprese di grandi dimensioni. La que-

¹² Institute for Scientific Information (www.isinet.com).

¹³ Da dati ISTAT (1989-1996) per imprese suddivise in base al numero di dipendenti.

stione sollevata non è secondaria, in quanto si tratta di comprendere su quale segmento industriale si eserciti maggiormente l'effetto della ricerca accademica. Per l'interpretazione delle differenze emerse è possibile avanzare diverse interpretazioni. Da una parte è ipotizzabile che gli indicatori brevettuali impiegati da Audretsch e Vivarelli (1996) siano polarizzati a favore delle imprese di maggiori dimensioni. Dall'altra, non è da escludersi che le divergenze nei risultati ottenuti non siano legate a errori di misurazione ma piuttosto al fatto che le imprese di grandi dimensioni sono più sensibili agli spillover di origine industriale. Secondo quest'ultima interpretazione, le imprese di piccole dimensioni non possiederebbero un *expertise* interno sufficiente per assorbire gli input della ricerca di base. Piergiovanni, Santarelli e Vivarelli (1997) realizzano uno studio dedicato all'analisi della presenza di spillover locali sul territorio italiano. Gli autori adottano un impianto analitico in cui viene dedicata particolare attenzione alle variabili dimensionali delle imprese. Per l'analisi vengono impiegati due differenti set di dati: il primo basato su statistiche brevettuali per le venti regioni italiane sugli anni 1978-1986, il secondo basato sull'osservazione delle innovazioni introdotte sul mercato nell'anno 1989¹⁴. Poiché, a differenza delle spese per R&S di origine industriale, i dati disponibili per la R&S accademica erano disponibili unicamente a livello nazionale, gli autori impiegano il numero relativo di ingegneri come peso per l'allocazione sulle varie regioni della spesa nazionale per la ricerca universitaria. Le imprese vengono suddivise in quattro sottocampioni sulla base del numero di dipendenti. L'analisi empirica effettuata considerando come variabile la numerosità dei brevetti mostra un positivo effetto degli spillover di origine industriale, mentre la ricerca accademica risulta essere un fattore significativo solo per il sottocampione di piccole-medie imprese. I risultati dell'analisi basata sull'osservazione del numero di innovazioni introdotte sul mercato presentano una situazione contrastante, priva di una chiara componente geografica. Gli autori sostengono, a questo riguardo, che la ricerca industriale e la ricerca accademica siano probabilmente tra le compo-

¹⁴ Il database PuoniN89, costruito dagli stessi autori, comprende tutte le innovazioni riportate da 25 giornali tecnici e commerciali italiani su 15 settori industriali.

nenti maggiormente rilevanti nel processo di invenzione che porta alla registrazione di un brevetto, ma queste stesse risorse costituirebbero solo una componente, e non la più importante, del complesso processo che porta alla commercializzazione di una innovazione. D'altra parte, gli stessi autori tengono a sottolineare come il principale risultato della ricerca sia consistito nell'aver riscontrato, anche per l'area italiana, l'esistenza di una reale eterogeneità nelle funzioni di produzione di conoscenza tra medie e grandi imprese, con le prime maggiormente influenzate dalla prossimità di *knowledge inputs* di origine universitaria.

Le ricerche sin qui presentate contengono delle analisi che coinvolgono differenti settori. Esse hanno rivelato, nella quasi totalità dei casi, l'esistenza di importanti componenti settoriali nello sviluppo dei fenomeni osservati. Alla luce di tale caratteristica, nel seguito viene presentata una selezione di studi dedicati agli specifici settori delle biotecnologie e delle information and communication technologies. La scelta di tali aree è giustificata dalla dinamicità innovativa delle discipline coinvolte, dall'elevato grado di codificabilità che esse presentano, dalla diffusione di partnership di ricerca tra università e imprese.

Audretsch e Stephan (1996) propongono un'analisi delle interazioni tra industria e università, focalizzando l'attenzione sulle dinamiche presenti nell'area delle biotecnologie per l'area statunitense. L'obiettivo principale dello studio consiste nella valutazione dell'estensione geografica dell'efficienza degli spillover e nel tentativo di valutare se tale estensione sia in qualche modo determinata dal ruolo e dalle caratteristiche degli scienziati operanti all'interno delle università. L'analisi è realizzata tramite dati che ricostruiscono il numero di contatti tra imprese di biotecnologie e università, suddivise per stato di residenza. I contatti individuati consistono in consulenze, affidamento di progetti, organizzazione di convegni, finanziamento di attività didattiche *post lauream*. All'interno dello studio vengono identificati, per lo scienziato universitario, tre possibili funzioni in relazione all'impresa con cui viene intrapresa la collaborazione. In primo luogo, egli facilita la trasmissione di conoscenza dal laboratorio universitario all'impresa. In secondo luogo, egli segnala la qualità delle ricerche condotte dall'impresa verso il mercato finanziario e degli input produttivi. Infine, egli

contribuisce alla definizione dell'indirizzo scientifico e strategico dell'impresa e al reclutamento di nuovi ricercatori. Secondo gli autori, lo scienziato si porrebbe, dunque, in posizione di garante per imprese che operano in un settore in espansione, fortemente competitivo, e con spiccate caratteristiche di incertezza sui ritorni futuri¹⁵. I risultati dell'analisi condotta da Audretsch e Stephan (1996) sono in parte contrastanti rispetto ad alcune delle conclusioni sin qui presentate. Circa il 70% dei legami tra società private operanti nel settore delle biotecnologie e università non presentano caratteristiche di prossimità geografica. Tale dato muta sostanzialmente qualora la tipologia di legami considerati si restringa a contatti di tipo esclusivamente formale e istituzionale. Tale evidenza suggerirebbe, dunque, che l'importanza della localizzazione per la diffusione di conoscenza scientifica, quantomeno per lo specifico settore in esame, sia condizionata dal ruolo rivestito dallo scienziato all'interno dell'università. Solo nel caso in cui egli sia coinvolto principalmente in progetti di trasferimento tecnologico la prossimità geografica risulta un fattore discriminante sia nella fase di costituzione di progetti di ricerca, sia nella diffusione informale di conoscenza. Nel complesso, gli autori propongono un'interpretazione del fenomeno sintetizzabile secondo i seguenti punti: gli scienziati provengono con maggior probabilità dalla stessa area geografica delle imprese se rivestono il ruolo di *chair of scientific advisory board*; i ricercatori universitari più anziani intraprendono contatti meno localizzati e rivestono tipicamente il ruolo di consulenti; la dimensione temporale delle interrelazioni tra imprese e università è un fattore determinante per la localizzazione degli spillover accademici stessi. In particolare, la ripetizione nel tempo del rapporto presenterebbe maggiore efficienza nel caso di prossimità geografica tra le due parti coinvolte.

¹⁵ Stephan e Everhart (1996) mostrano che l'esito delle quotazioni iniziali sul mercato borsistico, per le imprese del ramo biotecnologie risulta essere, in termini di raccolta complessiva, positivamente correlato alla reputazione dello scienziato (o gruppo di ricerca) affiliato all'impresa coinvolta nell'operazione di quotazione. Se quest'ultimo fosse uno degli obiettivi primari della collaborazione con il mondo accademico, ovviamente la prossimità geografica risulterebbe essere di assai ridotta rilevanza.

In Zucker, Darby e Brewer (1998) viene presentato uno studio empirico sulla formazione di nuove imprese, sempre nell'area delle biotecnologie. I risultati ottenuti dall'analisi di 183 start-ups in differenti regioni mostrano che la presenza locale di ricercatori riconosciuti di elevato profilo scientifico apporta un sostanziale contributo all'imprenditorialità nello specifico settore. Tali risultati non perdono di significatività anche dopo l'introduzione di controlli per eventuali specificità regionali quali l'offerta locale di venture capital e i tassi di crescita regionali. Il rapporto tra spillover di carattere accademico e imprenditorialità viene analizzato diffusamente in un lavoro di Prevezer e Swann (1996), in cui viene realizzata un'analisi comparata tra le aree scientifiche delle biotecnologie e dell'information technology. Gli autori interpretano i dati ottenuti sostenendo che i feedback derivanti dall'attività di ricerca universitaria nell'ampio settore dell'informatica presentino maggiori esternalità rispetto ad altri settori, contribuendo all'ingresso di nuove imprese anche in settori complementari. Un risultato equivalente non viene rilevato per le biotecnologie. Nel complesso, le ipotesi proposte da Prevezer e Swann (1996) suggeriscono che gli spillover di conoscenza scientifica siano localizzati, anche se prevalentemente di carattere intraindustriale, per l'area computing. Al contrario l'evidenza mostra una situazione per le biotecnologie in cui la ricerca accademica è assai rilevante ma la co-localizzazione geografica non è un fattore determinante per la collaborazione tra imprese private e università.

Per quanto riguarda l'area delle tecnologie relative alla telefonia mobile, Calderini e Scellato (2003) realizzano uno studio delle interazioni tra ricerca accademica e performance innovativa del settore privato basato sul concetto di specializzazione tecnologica. Nello studio vengono analizzati gli output della ricerca industriale, misurati attraverso la produzione brevettuale, e della ricerca accademica, misurata attraverso il numero di pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali, per un campione di 15 paesi europei e 33 regioni osservati lungo il decennio 1992-2001.

Il grado di specializzazione nel campo della tecnologia *wireless* è definito, per ogni regione e per ogni nazione, rispetto al generico settore delle telecomunicazioni. L'analisi econometrica del dataset finale, costituito da circa 18.000 brevetti e 10.000 pubblicazioni scientifiche europee, propone tre principali risultati. In primo luogo,

l'attività brevettuale presenta una maggiore sensibilità alla produzione scientifica locale rispetto a quella nazionale. Inoltre, si nota una sostanziale correlazione nel tempo e a livello regionale tra gli indici di specializzazione della ricerca scientifica e industriale nella specifica tecnologia analizzata, con un pattern di causalità temporale dal settore accademico verso quello industriale.

Dalle statistiche descrittive emergono, peraltro, alcuni casi di regioni europee caratterizzate da una elevata produzione scientifica nel settore delle telecomunicazioni a fronte di una esigua attività brevettuale. Per una maggiore comprensione del fenomeno gli autori testano l'effetto esercitato dalla presenza di una grande impresa innovatrice sulla capacità di trasferimento tecnologico dall'università locale verso le imprese di minori dimensioni presenti localmente. Il modello econometrico implementato, basato su un analogo studio condotto sul territorio statunitense da Agrawal e Cockburn (2002), suggerisce la presenza di un importante effetto di esternalità positiva esercitata dalla grande impresa innovatrice.

Nel complesso, l'analisi condotta suggerisce l'esistenza di un importante fattore di localizzazione nelle interazioni tra settore industriale e accademico. In particolare, la specializzazione scientifica dell'area della ricerca accademica condotta localmente è in grado di influenzare la specializzazione delle attività innovative delle imprese private. La realizzazione di un effetto di esternalità positiva da parte della ricerca pubblica locale appare dipendente dalla presenza di imprese già attive sul territorio, e dunque di una effettiva domanda di ricerca scientifica.

Senker, Faulkner e Velho (1998) presentano un'analisi sull'attività di ricerca accademica e industriale in Inghilterra, focalizzata su tre settori: biotecnologie, componenti ceramici e computer. Lo studio presentato si discosta in parte dai precedenti, in quanto l'interesse è rivolto, in questo caso, alla comprensione delle motivazioni che portano alla formazione di rapporti di collaborazione tra industria e università. L'intensità del contributo della conoscenza accademica per la ricerca industriale è stimata comparando la significatività relativa delle sorgenti di conoscenza per l'impresa. In tutte le tre aree, dalle interviste realizzate emerge che le fonti interne vengono considerate più rilevanti rispetto a quelle esterne. Le tre aree scientifiche vanno incontro a una netta differenziazione quando non

ci si limiti alla distinzione tra *internal* ed *external sources*, ma si passi ad analizzare più in dettaglio le seconde. Quello delle biotecnologie è l'unico campo applicativo in cui il contributo esterno di tipo accademico viene valutato come sostanzialmente più influente rispetto al contributo esterno di altre imprese private. Le modalità di contatto presentano una ulteriore differenziazione. Per l'area del computing vi è tendenzialmente il ricorso a forme di interrelazione di medio profilo scientifico e basso costo: consulenze di docenti e finanziamento di borse di studio. Al contrario, per le biotecnologie si riscontrano delle modalità di contatto su ampia scala e di tipo meno specialistico. Un importante punto avanzato dagli autori sulle collaborazioni tra università e industria riguarda il problema della dimensione d'impresa. Le imprese analizzate appartenenti all'area biotech presentavano in media grandezze sufficienti a sostenere in modo autonomo l'attività di ricerca, mentre per le imprese del settore *parallel computing*, di più ridotte dimensioni, risultano fondamentali le fonti esterne di input innovativi di origine pubblica. Infine, per il settore *ceramics*, caratterizzato da una forte fase espansiva, viene rilevato il fallimento di alcune politiche di incentivo alla formazione di network per la ricerca. Secondo gli autori, l'inefficacia degli interventi istituzionali sarebbe legata alle caratteristiche strutturali dello specifico settore *ceramics*. Queste ultime sarebbero tali da favorire in modo naturale il trasferimento e lo sviluppo di conoscenza attraverso la *supply chain* e il *learning by doing*. Secondo l'interpretazione proposta, il contributo principale della ricerca accademica per l'innovazione appare essere di tipo indiretto e intangibile, attraverso la letteratura di settore e i contatti informali, mentre le istituzioni preposte al *technology transfer* e alla diretta commercializzazione di invenzioni universitarie rivestirebbero un ruolo secondario.

In conclusione di questa prima raccolta di evidenza empirica, appare opportuno ricordare che l'approccio teorico ai processi di diffusione di conoscenza tramite *knowledge spillover* non sia stato esente da alcune importanti critiche.

In Breschi e Lissoni (2001) viene presentata un'estesa *review* critica della letteratura empirica sul fenomeno degli spillover. Tale studio supera lo specifico ambito dei rapporti università-industria, affrontando anche le problematiche riguardanti le interrelazioni tra

spillover intraindustriali e la clusterizzazione locale. Le critiche avanzate in tale contesto non perdono, comunque, di efficacia anche nello specifico caso di interazioni tra ricerca accademica e industriale. In primo luogo, gli autori sottolineano come un numero molto limitato di ricerche abbia fornito delle risposte riguardo al modo in cui la conoscenza è realmente trasferita tra gli individui collocati nella stessa area geografica. Un'ulteriore critica suggerisce come nell'interpretazione delle motivazioni sottostanti all'aggregazione industriale a livello locale dovrebbero essere considerati in modo rilevante i prezzi relativi sul mercato del lavoro. Infine, gli autori sostengono che solo una piccola parte della conoscenza sia intrinsecamente tacita, mentre la maggior parte di essa lo è in quanto non risulterebbe economicamente utile una sua codificazione.

2.3. Relazioni di carattere istituzionale tra industria e università

Nel precedente paragrafo si è presentata una selezione della letteratura empirica dedicata all'analisi delle interazioni tra la ricerca accademica e le prestazioni del settore industriale, in cui si tentava di stimare l'entità degli scambi di conoscenza secondo modalità informali e non istituzionali.

Negli ultimi anni una seconda area di ricerca si è focalizzata sullo studio della reale efficienza di strutture preposte, a livello locale, a sostenere il trasferimento tecnologico e scientifico tra università e industria, in modo da favorire congiuntamente lo sviluppo dei sistemi economici locali e la crescita dei finanziamenti privati verso gli atenei. Le modalità di realizzazione di tale supporto sono riconducibili sostanzialmente alla creazione di laboratori di ricerca a finanziamento misto, parchi tecnologici, uffici di trasferimento tecnologico, incubatori di imprese. Sebbene la progettazione e lo sviluppo di tali iniziative costituisca al momento attuale un tema di primaria rilevanza nelle politiche di sviluppo industriale sia a livello locale che in ambito nazionale, il numero di ricerche empiriche indirizzate a misurarne in termini quantitativi l'impatto economico è ancora piuttosto ridotto. Nonostante ciò, pare possibile trarre alcune importanti conclusioni dall'osservazione di studi condotti sul territorio statunitense. In questo caso le esperienze di collaborazione istitu-

zionale tra università e industria presentano, infatti, una tracciabilità temporale sufficiente per l'estrapolazione di primi risultati.

Adams *et al.* (2000) si sono occupati di esaminare gli effetti che si producevano sui laboratori di ricerca di imprese che collaboravano attivamente con l'università attraverso laboratori comuni (IucRc: Industry-University Cooperative Research Centers). Tali centri di ricerca furono istituiti dal governo americano intorno al 1980 all'interno di un più ampio progetto legislativo mirante alla promozione del trasferimento tecnologico. A quegli stessi anni risalgono, infatti, sia il Bayh-Dole Act (1980) con cui si assegnava alle università il diritto di brevettare le invenzioni sviluppate tramite finanziamenti federali, sia l'Economic Recovery Tax (1982) che estendeva il credito fiscale per la R&S anche al finanziamento privato verso le università. La diffusione dei laboratori cooperativi di ricerca raggiunge durante la metà degli anni ottanta un livello tale da poter derivare dei risultati indipendenti da variabili geografiche. Precedentemente allo studio empirico di Adams *et al.* (2000), gli stessi laboratori di ricerca erano stati oggetto di uno studio da parte di Cohen *et al.* (1998) in cui l'attenzione veniva però rivolta agli effetti indotti sulla ricerca universitaria da tali istituzioni. Gli autori presentano una situazione non priva di criticità. Secondo la visione proposta, supportata da un'ampia indagine condotta tra i dirigenti accademici dei laboratori, la struttura di incentivi per la ricerca universitaria viene sostanzialmente associata alla reputazione acquisita e quindi alla diffusione dei risultati secondo i processi caratteristici della *open science*. D'altra parte, la ricerca di tipo industriale si presenta connessa ai profitti delle imprese e quindi alla segretezza della conoscenza derivante dalle ricerche. Il conflitto derivante da tale disallineamento degli obiettivi avrebbe indotto, sempre secondo i responsabili dei laboratori, elevati costi di transazione e un inefficiente livello di produttività dei ricercatori impiegati nei laboratori. Nonostante la presenza di tale intrinseca conflittualità Adams *et al.* (2000) sostengono, sulla base dei dati raccolti per 208 laboratori afferenti a 116 imprese, che vi siano di fatto una serie di effetti positivi per le imprese sostenitrici dei laboratori a finanziamento misto. Utilizzando un opportuno set di imprese di controllo (non legate a centri di ricerca pubblici), essi stimano un effetto debolmente positivo sul numero di brevetti assegnati alle imprese membro, a parità di budget per la ricerca e sviluppo e settore scientifico di ap-

partenenza. Un risultato analogo, ma con maggiore significatività statistica, viene rilevato per gli investimenti in R&S (+ 2% rispetto a una media di 22,1 milioni di dollari), dopo aver standardizzato la dimensione dei laboratori e lo stock passato di spese in ricerca.

Per l'interpretazione del fenomeno è fondamentale comprendere in quale stadio del processo innovativo intervenga l'effetto positivo sulle imprese derivante dalla loro appartenenza al centro. Nel caso di centri «misti», coinvolti in progetti di ricerca che supportano direttamente lo sviluppo di nuovi prodotti e processi, si potrebbe semplicemente concludere che i centri contribuiscono a risolvere problemi complessi e a stimolare l'innovazione. Ma l'influenza dei centri di ricerca potrebbe configurarsi in modo più indiretto ed esteso. Dalle interviste condotte dagli autori emerge che il fatto di essere membri di un centro di ricerca a finanziamento misto venga inteso da parte delle imprese sia come una strategia per l'apprendimento da utilizzare per future ricerche indipendenti, sia per facilitare l'assunzione di nuovi laureati, sia per allargare il *core* tecnologico con ridotti *sunk costs*, sia per facilitare futuri rapporti di consulenza da parte di personale universitario. L'effettiva incidenza quantitativa di questi aspetti viene indagata da Adams *et al.* (2000) attraverso il monitoraggio del numero di *co-authorships* tra membri delle imprese e ricercatori universitari e della numerosità del personale, all'interno delle imprese membro, in possesso di un titolo di dottorato di ricerca.

I risultati ottenuti per questo secondo obiettivo appaiono limitati dalla difficoltà di separazione degli effetti. Su 74 laboratori privati appartenenti a imprese membro, 32 presentano *co-authorships* con almeno un centro di ricerca pubblico, mentre su 121 laboratori di imprese non membro solo 5 realizzano pubblicazioni congiunte con centri pubblici. Un dato altrettanto evidente è quello relativo ai dottori di ricerca: in media un'impresa affiliata ne impiega 42, mentre tale valore scende a 10 per le imprese del campione di controllo. Siegel, Waldman e Link (1999) spostano l'osservazione su un ulteriore canale di trasmissione di informazioni tra università e impresa di tipo istituzionale: gli uffici per il trasferimento tecnologico presenti all'interno delle università. Tali uffici si occupano sostanzialmente di negoziare l'assegnazione di licenze per l'impiego in ambito commerciale di tecnologie sviluppate all'interno dell'università. Lo studio è orientato alla comprensione delle determinanti principa-

li alla base dell'efficienza di tali uffici. Sulla base dell'evidenza empirica derivante da 55 interviste realizzate con imprenditori, scienziati e amministratori viene evidenziato un basso livello di soddisfazione da parte degli agenti coinvolti. Gli autori indicano come i fattori di maggior criticità dal punto di vista organizzativo siano le modalità di remunerazione per le facoltà, lo staffing degli uffici e le azioni intraprese dagli amministratori per estirpare le barriere culturali e informative tra le imprese e le università. Una forma istituzionale di collaborazione tra ricerca accademica e industria che ha avuto un considerevole e crescente supporto in Europa è quella dei *Technology Parks*. Tali iniziative derivano il proprio fondamento teorico dall'ipotesi di esistenza di spillover di conoscenza localizzati, i quali sarebbero in grado di sostenere più rapidi tempi di conversione tecnologica delle ricerche scientifiche e incrementare la competitività dell'area locale. In Arundel e Geuna (2001) viene presentata un'estesa *review* della letteratura empirica sull'argomento. È interessante notare che le ricerche esaminate possono essere raggruppate in tre differenti insiemi. Il primo raccoglie analisi basate su specifici *case studies* (Ongini 2001; Brown 1999; Lee e Yang 2000) da cui emergono situazioni di successo, avvalorando la tesi di un benefico effetto di tali istituzioni. Un secondo gruppo di studi di carattere empirico ha tentato di testare l'ipotesi riguardo il ruolo dei parchi scientifici nella creazione di occupazione e nell'incremento di produttività delle imprese coinvolte, prescindendo da specifici casi. Molti di questi studi trovano solo deboli conferme dell'ipotesi avanzata (Phillimore 1999; Lofsten e Lindelof 2001). Gli effetti positivi indotti sulle imprese facenti parte del parco scientifico sarebbero in gran parte riconducibili a un effetto reputazione, mentre il concreto trasferimento scientifico interviene solo come fattore indiretto. Il terzo gruppo è costituito da ricerche i cui risultati appaiono più segnatamente critici nei confronti dei parchi scientifici. In questi casi viene solitamente impiegato un approccio di analisi focalizzato non solo sulla performance delle imprese membro, ma anche sull'impatto di medio periodo generato sui benefici per l'intero sistema economico locale. La critica che viene mossa riguarda, nella maggior parte dei casi, il verificarsi di un inefficiente grado di concentrazione di competenze scientifiche su aree per le quali non vi è una reale domanda da parte del settore industriale (Shearmur e Doloreux 2000).

2.4. *Collaborazioni tra industria e università su specifici progetti*

Da quanto esposto nei due precedenti paragrafi appare chiaro come la letteratura abbia identificato due principali motivazioni per l'avvio di collaborazioni di ricerca tra impresa e università. La prima consiste nella volontà di accedere, da parte delle imprese, ad attività complementari di ricerca oltre che a risultati concreti. A questo riguardo Pavitt (1998), da un'analisi critica della letteratura rilevante, conclude che la ricerca accademica può incrementare la capacità del settore privato di risolvere problemi complessi. Cohen *et al.* (2001) mostrano come l'attività di ricerca pubblica, e in particolare quella di origine universitaria, venga percepita non soltanto come un fattore determinante nella fase di avvio di nuovi progetti, ma anche come un contributo rilevante in fase di completamento dei progetti. Il 36% dei manager R&S interpellati valuta come più significativo il contributo per questa seconda fase, contro il 32% a favore dell'*early stage*. Questi dati lasciano intendere, inoltre, una importante riconversione degli obiettivi dell'attività accademica verso la ricerca applicata.

La seconda motivazione consiste invece nell'accesso a risorse umane particolarmente qualificate che si trovano all'interno dell'università. Cockburn e Henderson (1996) evidenziano come nel settore farmaceutico fosse indispensabile per le imprese innovative mantenere degli stretti legami con l'università, in modo da realizzare un turn-over del personale impiegato tale da mantenere su livelli elevati la *absorptive capacity* dell'impresa stessa. L'effetto complessivo del processo di interazione è, almeno in parte, connesso al prevalere di una di tali determinanti. Una possibile risposta a tale problema di sovrapposizione di effetti viene avanzata da alcuni studi che si sono occupati di esaminare le caratteristiche economiche delle collaborazioni scendendo al minimo livello di dettaglio possibile, ovvero i singoli progetti.

In Hall, Link e Scott (2000) viene analizzato in dettaglio un campione di progetti di collaborazione nati all'interno dell'Advanced Technology Program (ATP). Tale programma di ricerca, per certi aspetti associabile ai progetti di ricerca finanziati dall'Unione Europea, venne avviato nel 1990 ed è stato monitorato dagli autori lungo gli otto anni successivi. Ovviamente, nell'osservazione di ta-

li progetti, come d'altra parte per i progetti Ue, va tenuto in debita considerazione il fatto che si sottopone ad analisi una specifica categoria di progetti di R&S, per loro natura a elevato rischio. Dei 352 progetti avviati viene rilevato che 21 sono falliti prima della scadenza dei rispettivi *project-plans*. A questo riguardo emerge un dato particolare: la probabilità di fallimento risulta positivamente correlata con il fatto che un particolare progetto fosse costituito da una *research joint venture*, ma al tempo stesso tale probabilità era negativamente correlata con il fatto che uno dei partner fosse una università. Da tale evidenza statistica gli autori derivano che le università, oltre a essere coinvolte prevalentemente su progetti a elevata incertezza, sono in grado di mitigare il tasso di rischio tipico di una joint venture per attività di ricerca. Successivamente all'analisi di carattere quantitativo sulla probabilità di sopravvivenza di: un progetto, gli autori presentano i risultati di un dettagliato questionario a cui sono stati sottoposti i responsabili di ogni partner (pubblico e privato) appartenente a un sottocampione di 54 progetti selezionati. L'obiettivo dichiarato consiste, in questo caso, nell'osservazione degli effetti prodotti dal contatto con l'università sulla rapidità di sviluppo e commercializzazione della tecnologia industriale. A questo riguardo, i risultati derivanti dal set di progetti esaminati da Hall *et al.* (2000) presentano alcune caratteristiche di respiro generale, la cui validità appare ragionevolmente estendibile anche a progetti di collaborazione tra università e industria non inseriti nell'ATP. In primo luogo, i progetti che coinvolgono le università tra i partner presentano una minore probabilità di sviluppare e commercializzare la tecnologia «prima del previsto»¹⁶. Questa affermazione, come peraltro già evidenziato, riflette probabilmente il fatto che le università siano coinvolte in progetti caratterizzati da un grado di incertezza superiore alla media. La stessa situazione si verifica quando vengono confrontati progetti con importanti *leading firms* rispetto a progetti con partecipanti *non-profit* o *medium-sized*. Nella misura in cui più ampi budget di ricerca sono associati a progetti di sviluppo capaci di estendere le frontiere della conoscenza, è

¹⁶ L'espressione impiegata è quella presente sui questionari proposti ai responsabili dei progetti analizzati

plausibile che minori risorse all'interno degli stessi progetti vengano dedicate alla ricerca di strategie di rapida commercializzazione. Gli autori mostrano, inoltre, come la mancanza di precedenti esperienze di collaborazione con una università riduca le aspettative di rapida commercializzazione. L'interpretazione generale data dagli autori per l'evidenza raccolta si focalizza su due punti principali. In primo luogo è possibile sostenere che la presenza di un partner di tipo universitario crei quella che viene definita *research awareness*, ovvero, da una parte la propensione a valutare le problematiche scientifiche che emergono durante l'esecuzione del progetto e, dall'altra, la capacità di anticipare l'evoluzione futura dei paradigmi scientifici. La seconda conclusione attiene gli effetti dell'entità del finanziamento. Più di un risultato sembra supportare l'idea che i progetti dotati di grandi budget vadano incontro a maggiori problemi legati al coordinamento del personale, coinvolgano tipicamente ricerche ad ampio spettro, e presentino minori problemi nell'assimilazione di *basic knowledge*.

In Zucker e Darby (1998) viene realizzata un'analisi delle collaborazioni tra industria e università a livello di singoli progetti per il mercato giapponese. I risultati appaiono interessanti, in quanto evidenziano come differenti scelte di carattere istituzionale e organizzativo possano influire sulla generazione di esternalità positive. Gli autori, impiegando dati sul settore delle biotecnologie in Giappone, identificano che le collaborazioni tra particolari *University star scientists* e le imprese generano un impatto favorevole sulla produttività della ricerca condotta nei laboratori dell'impresa stessa: i brevetti dell'area biotech salgono in media del 34%, i prodotti in fase di sviluppo del 27% e i prodotti commercializzati dell'8%. A fronte di tali dati non viene rilevata la presenza di importanti *localized spillovers* di conoscenza scientifica. Si noti che rispetto al caso preso in esame da Hall *et al.* (2000) i progetti di collaborazione oggetto di studio non sono necessariamente inseriti all'interno di particolari programmi di ricerca di carattere governativo. Tale elemento potrebbe indurre un maggior livello di incertezza e asimmetria informativa tra gli agenti coinvolti. Nelle fasi iniziali dello sviluppo del settore scientifico analizzato, la conoscenza tacita posseduta dagli scienziati accademici riguardo l'ingegneria genetica ha costituito un incentivo per la partecipazione a progetti di collaborazione

con l'industria. In Giappone il contesto legislativo e istituzionale implica che siano gli scienziati delle imprese private a trasferirsi presso i laboratori delle università, a differenza del caso statunitense. Il risultato di tale pratica è che le collaborazioni tra *star scientists* risultano essere molto meno localizzate rispetto alle loro università di ricerca, il cui impatto sullo sviluppo economico locale risulta essere più limitato. Sulla base dei dati raccolti, Zucker e Darby (1998) sostengono che il fatto di rimanere a lavorare fisicamente all'interno della propria università non incrementa la produttività del ricercatore, se comparata al caso statunitense.

2.5. *Principali risultati della letteratura*

Nei precedenti paragrafi si è presentata una estesa analisi dei contributi di ricerca indirizzati alla valutazione empirica di un importante fattore per lo sviluppo di attività d'innovazione all'interno di imprese private: l'acquisizione di conoscenze scientifiche e competenze tecnologiche. Data la notevole complessità delle tematiche trattate, il processo di acquisizione di conoscenza scientifica è stato osservato in relazione al ruolo rivestito dalle istituzioni di ricerca pubbliche, e in particolare accademiche, presenti localmente.

Per quanto concerne il tema delle interazioni tra attività di ricerca di natura accademica e industriale, è possibile ricondurre i risultati degli studi analizzati ad alcuni importanti aspetti comuni. È in primo luogo interessante evidenziare come da tutti gli studi basati su interviste, sia in ambito europeo che statunitense, emerga una positiva valutazione da parte del settore industriale della ricerca accademica quale input per la generazione di nuove tecnologie e processi innovativi. Inoltre, gli studi di natura econometrica sembrano suggerire che tale effetto di fertilizzazione sia influenzato dalla prossimità geografica rispetto ai poli di ricerca pubblica. Quest'ultima evidenza fornisce una conferma delle caratteristiche di incompleta codificabilità della conoscenza scientifica, per la cui diffusione sono dunque determinanti le caratteristiche del mercato locale del lavoro. D'altra parte numerose analisi basate su *case studies* sembrano proporre un impatto relativamente marginale per specifici canali istituzionali preposti al trasferimento tecnologico.

Capitolo secondo

Le analisi empiriche evidenziano una serie di specificità di carattere industriale in grado di influenzare l'efficacia delle interazioni tra università e industria. In particolare, le imprese di medie dimensioni appaiono essere maggiormente interessate da fenomeni di *knowledge spillover* derivanti dalla prossimità di poli di ricerca pubblica rispetto al caso di imprese di grandi dimensioni. Per quest'ultima categoria di aziende viene infatti stimato un maggiore impatto degli spillover di carattere intraindustriale. Un secondo fattore rilevante attiene alle caratteristiche settoriali del fenomeno di interazione tra imprese e università. Secondo questa prospettiva, gli spillover accademici appaiono essere fortemente localizzati per il settore delle tecnologie informatiche, delle telecomunicazioni e della meccanica, mentre una correlazione spaziale più debole viene rintracciata per l'area delle biotecnologie e per il settore farmaceutico. Nel complesso appare, dunque, che la ricerca universitaria e dei centri pubblici nel settore IcT sia più facilmente impiegabile anche da imprese di medie dimensioni e supporti con maggior efficacia fenomeni di clusterizzazione. Su questo tema è opportuno ricordare come l'interazione tra industria e università nell'area delle tecnologie informatiche sia in parte riconducibile a consulenze di natura tecnica, caratterizzate da un limitato valore aggiunto in termini di capacità innovative. A fronte di tali risultati va ricordato, peraltro, che alcuni studi hanno indagato lo specifico effetto della presenza locale di una grande impresa innovatrice sulla capacità delle imprese di più ridotte dimensioni di assorbire e internalizzare la conoscenza sviluppata in ambito universitario. In questo caso, i risultati supportano una visione in cui le grandi imprese esercitano una esternalità positiva rispetto alle imprese più piccole, incrementandone le potenzialità di assorbimento della conoscenza sviluppata all'interno dei centri di ricerca accademica.

Un ultimo aspetto comune a diversi studi concerne il tema dei progetti di ricerca a finanziamento pubblico coinvolgenti sia imprese private che università. In questo caso, l'evidenza empirica suggerisce una migliore efficacia dell'interazione nel caso di progetti che coinvolgono un unico partner privato e in cui vi è co-localizzazione geografica tra gli agenti.

Nonostante l'elevata varianza tanto degli approcci metodologici quanto delle aree geografiche e dei settori analizzati, la letteratura

empirica sembra fornire alcuni interessanti spunti di riflessione sulle dinamiche di interazione locale tra università e industria.

La specializzazione tecnologica e la formazione superiore all'interno dell'università appaiono essere in grado di esercitare un effetto positivo sul tasso di innovatività delle imprese presenti localmente. D'altra parte, l'efficacia di tale effetto è condizionato dal grado di preesistente ricettività del tessuto industriale locale. In quest'ottica, una politica di finanziamento selettiva dell'attività di ricerca condotta all'interno di centri pubblici dovrà essere ispirata dalla struttura industriale presente localmente.

Il trasferimento tecnologico localizzato si dimostra essere più efficiente nei settori della meccanica e dell'informatica, dove più elevata appare anche la probabilità di spin-off, mentre è più limitato per altri settori *science-intensive*.

In un contesto caratterizzato da piccola e media impresa un processo virtuoso di interazione tra università e industria è perseguibile a partire da quelle discipline per le quali è ipotizzabile l'instaurarsi di rapporti, perlomeno in una fase iniziale, di carattere consulenziale, praticabili con investimenti finanziari contenuti. In secondo luogo, appare cruciale sfruttare le potenziali esternalità positive generate dalla eventuale presenza locale di grandi imprese innovative attraverso il potenziamento della ricerca, anche di base, nelle corrispondenti aree scientifiche e tecnologiche. Le interpretazioni più ricorrenti a margine della letteratura empirica sulle interazioni tra università e impresa denunciano, inoltre, la mancanza di una chiara correlazione tra la capacità di attrazione di investimenti da parte di grandi imprese e la presenza locale di eccellenza accademica in una specifica area scientifica. L'effetto positivo esercitato dai poli pubblici di ricerca e di alta formazione necessita, per potersi esprimere a pieno, anche della complementarità di specifici servizi di natura finanziaria.

Capitolo terzo

Indicatori per la valutazione dell'innovazione nei sistemi locali

3.1. *Introduzione*

Il ruolo centrale dei processi di creazione di conoscenza innovativa, per il mantenimento di elevati tassi di sviluppo economico, è un elemento ormai consolidato nella teoria economica recente. In un contesto caratterizzato da intensa competitività, costante estensione dei mercati dei prodotti finali e rapida obsolescenza tecnologica, l'innovazione viene unanimemente indicata, infatti, quale motore economico indispensabile sia a livello di singola impresa, sia a livello di intero sistema economico. Tali considerazioni costituiscono un impulso per la ricerca di metodologie e strumenti empirici utili alla rilevazione degli aspetti quantitativi e qualitativi caratterizzanti il livello di innovazione presente sul territorio. Un obiettivo e affidabile monitoraggio delle potenzialità, e delle lacune, dei sistemi di innovazione locali appare un presupposto indispensabile per la definizione di efficaci politiche per lo sviluppo industriale. La necessità di un fondamento empirico per la scelta di opportune strategie di supporto all'innovazione è chiaramente testimoniata dall'enfasi posta sull'attività di elaborazione di *innovation scoreboards*, sia da parte dell'Unione Europea, sia a livello di singoli enti nazionali¹.

Dati aggregati, sotto forma di statistiche sulla spesa per la ricerca, sono stati raccolti sin dai primi anni sessanta da parte di agenzie internazionali. Questo tipo di operazioni, caratterizzate da unità

¹ Per una estesa raccolta di materiale sul tema si veda: www.cordis.lu/eims/src/cis.htm.

di analisi nazionali, è proseguito nel tempo e oggi le pubblicazioni annuali dell'OECD e della statunitense National Science Foundation sul tema *science and technology indicators*² sono in grado di fornire agli analisti un'estesa base empirica di rilevazioni. Le modalità di produzione e applicazione di conoscenza scientifica appaiono, d'altra parte, soggette a una costante e intensa evoluzione, per effetto dei mutamenti nei paradigmi comunicativi, tecnologici e sociali che ne regolano il funzionamento. Diretta conseguenza di ciò è la necessità di un affinamento dei metodi impiegati per la rilevazione dei processi di innovazione, in modo da coglierne le nuove dimensioni.

Nei successivi paragrafi verrà proposta una rassegna degli indicatori adottati, sia in letteratura economica, sia in ambito prettamente istituzionale, per la misurazione di specifiche dimensioni dell'attività innovativa. La metodologia espositiva consisterà nella presentazione per ogni indicatore degli interventi presenti in letteratura, di alcuni esempi di applicazioni concrete già realizzate e, infine, delle principali criticità connesse alla sua applicazione. Quest'ultimo aspetto riguarderà elementi quali la reperibilità dei dati, il costo e l'affidabilità delle informazioni impiegate, la presenza di adeguati sistemi istituzionali preposti alla rilevazione dei dati stessi. La presentazione degli indicatori verrà strutturata seguendo successive classificazioni: la prima e più rilevante tra esse vede la distinzione tra indicatori orientati alla pura misurazione degli input/output del processo innovativo e indicatori indirizzati, invece, alla valutazione di fattori ambientali influenti sul livello di innovatività locale. La prima categoria di indicatori sarà a sua volta suddivisa in due sottoinsiemi: un primo gruppo di indicatori per la cui stima sono sufficienti misurazioni strettamente quantitative e un secondo gruppo per il quale si rende, invece, necessario un intervento valutativo di natura qualitativa, con la conseguente introduzione di un più ampio margine di soggettività nei risultati. Tra gli indicatori ambientali verranno inclusi quei parametri in grado di fornire una misurazione, seppur indiretta, della capacità delle infrastrutture temi-

² I dati aggiornati e le metodologie di analisi impiegate dalla National Science Foundation sono rintracciabili presso il sito: www.nsf.gov/sbc/srs/seind/start.htm.

che e istituzionali, presenti in una specifica area geografica, di innescare e supportare dinamiche innovative localizzate.

La trattazione degli argomenti esposti avverrà secondo la seguente struttura. Nel secondo paragrafo viene presentata una prospettiva storica dell'approccio alla misurazione del fenomeno innovativo, con l'obiettivo di porre in relazione l'evoluzione dei modelli teorici del processo innovativo e l'introduzione di nuovi indicatori. I paragrafi terzo e quarto sono dedicati alla presentazione delle singole tipologie di indicatore attualmente impiegate. Infine, nel quinto paragrafo vengono sinteticamente presentate le principali esperienze di *scoreboard* dell'innovazione realizzate sia in Europa, sia negli Stati Uniti.

3.2. *Modelli teorici del processo innovativo e indicatori*

Diversi autori hanno sottolineato come sia possibile individuare un effettivo parallelismo tra i più radicali cambiamenti avvenuti nei paradigmi interpretativi dei processi di innovazione e l'evoluzione delle metodologie di rilevazione empirica del fenomeno (Sirilli 1997). Tale coevoluzione è, peraltro, chiaramente rappresentata nei documenti introduttivi dei principali manuali internazionali preposti alla standardizzazione delle procedure di rilevazione della R&S (*Canberra Manual 2002; Frascati Manual 2000*).

Un'approfondita analisi dei differenti modelli concettuali del processo innovativo all'interno di sistemi locali e nazionali di innovazione esula dagli obiettivi del presente lavoro³. Qui si intende semplicemente ripercorrere le tappe principali della riflessione teorica sulle implicazioni economiche di tale fenomeno.

L'evoluzione della teoria economica riguardo l'interpretazione sistemica del cambiamento tecnologico ha attraversato successive fasi a partire da un approccio di tipo lineare, introducendo in seguito più complesse dinamiche di interazione basate su feedback tra gli agenti economici coinvolti, sino alla visione attuale articolata sul concetto di *networking*. Questa pur semplificata visione dell'evolu-

³ Su questi temi si vedano i contributi di Lundvall 1992; Edquist 1997; Malerba 2000.

zione dell'interpretazione del processo innovativo appare essere declinabile attraverso almeno tre differenti modelli.

La prima generazione di modelli, collocabile temporalmente tra gli anni cinquanta e i primi anni sessanta appare ben rappresentata dal paradigma *technology push*. L'innovazione è interpretata come un processo sostanzialmente lineare in cui il fattore chiave è la ricerca di base condotta sia in ambito pubblico che privato. Invenzione, innovazione e commercializzazione di un prodotto finale sono intesi come fasi separate e sequenziali. L'intero processo innovativo è innescato e sostenuto da innovazioni originatesi nell'area della ricerca scientifica di base, mentre alle informazioni provenienti dai mercati viene attribuito un valore marginale. Diretta conseguenza di tale visione, la quale, nonostante sia oggetto di evidenti semplificazioni, viene ancora spesso invocata in fase di definizione di politiche per l'innovazione, è l'inclusione tra gli indicatori rilevanti unicamente delle spese in R&S e del personale dedicato ad attività di ricerca di base. Tale iniziale approccio ha ispirato la prima edizione del *Frascati Manual* (1963) in cui viene esercitato un importante sforzo di codificazione al fine di fornire una più univoca interpretazione dell'accounting delle spese private per l'innovazione. La sostanziale linearità del modello di creazione di innovazione non viene alterata dall'introduzione, a cavallo degli anni sessanta e settanta, di una nuova metafora basata sul concetto di *market pull*. In questo caso, sono le forze di mercato a influenzare in modo determinante la direzione e il tasso di cambiamento tecnologico presente in una specifica area scientifica. Conseguentemente, il livello di investimenti in R&S appare essere condizionato dalle aspettative sugli andamenti futuri della domanda di consumo di tecnologia. Schmookler (1966), che inizialmente propose questo nuovo approccio interpretativo, identificò nella misura brevettuale un opportuno corrispettivo empirico del modello. I brevetti si collocavano, infatti, a più stretto contatto con la componente industriale e di applicazione tecnologica del processo innovativo, e quindi apparivano essere maggiormente sensibili a cambiamenti nella domanda finale di tecnologia.

I successivi modelli interpretativi hanno essenzialmente superato la dimensione lineare e unidirezionale del processo di sviluppo tecnologico. L'idea del ruolo fondamentale rivestito dall'interazione è associato all'avanzamento nella formalizzazione dell'econo-

mia della conoscenza. Le potenzialità di innovazione di un certo sistema economico sono espresse dalle sue capacità di attivare canali di trasferimento e acquisizione di conoscenza rispetto ad agenti interni ed esterni. In questa prospettiva diviene essenziale sviluppare degli indicatori che restituiscano misure di connettività. Se l'incidenza degli *intangible assets* e l'adozione dell'ICT sono una chiara misura, a livello d'impresa, delle opportunità di gestione della conoscenza, la presenza di centri di ricerca a finanziamento misto o il numero di progetti europei acquisiti rappresentano la capacità di interazione tra ricerca pubblica e privata. Allo stesso modo, il peso del venture capital o la capitalizzazione sui nuovi mercati azionari costituiscono delle misure di cooperazione e convergenza strategica tra la sfera finanziaria e quella industriale.

Negli anni si è dunque assistito a una progressiva stratificazione di nuovi indicatori miranti a cogliere nuove specifiche caratteristiche del processo innovativo. Nonostante ciò, misure quali la spesa privata in R&S costituiscono ancora oggi un elemento portante delle principali analisi statistiche sull'innovazione. Appare tuttavia ipotizzabile che, anche in conseguenza della costruzione di nuove banche dati, in futuro un peso crescente verrà assegnato proprio a quegli indicatori in grado di fornire informazioni sulla capacità di una certa area geografica di realizzare una effettiva *governance* dell'innovazione attraverso l'uso strategico della conoscenza scientifica e tecnologica sviluppata al proprio interno.

3.3. *Indicatori di input-output del processo innovativo*

Nei seguenti paragrafi verranno presentate delle tipologie di indicatori caratterizzate dalla possibilità di condurre delle analisi quantitative di tipo input/output sulla performance innovativa di un certo sistema economico.

3.3.1. *Spese in R&S*

La quantità di denaro allocata da un sistema economico alle attività di ricerca e sviluppo è stata a lungo considerata la misura più precisa e diretta di input del processo innovativo. Tuttavia, formu-

lare una chiara e operativa definizione tanto delle spese per la R&S, quanto degli input per l'innovazione, appare un esercizio assai difficoltoso. Non vi è infatti la certezza di poter distinguere, a livello di impresa, la conoscenza tecnologica generatasi internamente, finanziata monetariamente dalle spese in R&S, e quella di origine esterna ottenuta attraverso la cooperazione, l'acquisto di licenze, il ricorso a strategie imitative. Quest'ultima considerazione ha portato alla definizione dell'espressione *innovation expenditures*, utilizzata nel *Community Innovation Survey* (Cis) dell'Unione Europea nel 1996, con l'obiettivo di indicare l'ammontare complessivo delle risorse dedicate da una singola impresa ad attività innovative, non includendo, quindi, soltanto i costi sostenuti per la ricerca *in-house*.

Le analisi economiche coinvolgenti dati sulle spese per la ricerca sono sostanzialmente suddivisibili in due principali categorie, in funzione dello specifico campo oggetto di studio: il finanziamento pubblico per l'attività di R&S e le spese per la ricerca sostenute da privati. La prima delle due categorie ha il vantaggio di presentare un buon livello di affidabilità e coerenza dei dati riguardanti gli importi effettivi dei finanziamenti erogati⁴. Proprio l'affidabilità delle spese definite di R&S è, al contrario, l'elemento di maggiore criticità quando ci si sposti verso il settore privato. Le motivazioni alla base di tale fenomeno sono molteplici. Innanzitutto, il reperimento delle informazioni riguardo le spese sostenute per l'attività di ricerca avviene, tipicamente, tramite questionari inviati alle aziende. Nella quasi totalità dei paesi europei non è prevista, infatti, una completa dichiarazione sui bilanci aziendali degli importi dedicati all'attività di ricerca. Inoltre, in presenza di politiche di sgravi fiscali sulle spese per la ricerca, gli importi monetari imputati a tale attività da parte delle imprese, rischiano, comunque, di risultare artificiosamente gonfiati. Nel caso di analisi di tipo comparativo a livello internazionale, emerge un ulteriore aspetto critico legato alla ridotta omogeneità dei sistemi di accounting per specifiche transazioni legate alla

⁴ La più importante banca dati sulle spese in ricerca e sviluppo, contenente serie temporali per il parametro a livello aggregato sin dal 1971, è gestita dall'OECO attraverso l'unità di competenza Suru (Science, Technology and Industry Indicators Unit).

R&S quali acquisti di licenze brevettuali, spese per lo sviluppo di software, acquisizione di intere divisioni di ricerca e sviluppo da altre imprese (Lev 2001). Parallelemente a tali questioni di natura legislativa è opportuno ricordare come in diversi studi sia emersa la presenza di una reale difficoltà da parte del management nell'individuare i costi sostenuti per la ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti, soprattutto nel caso in cui non sia presente una divisione aziendale specificamente preposta a tale attività.

Il principale limite degli indicatori basati sulle spese in ricerca e sviluppo è legato al fatto che essi rischiano di sottostimare in modo sistematico l'attività innovativa condotta da imprese di minori dimensioni. Tale attività è tipicamente incorporata nelle procedure operative delle imprese stesse, determina una innovazione di tipo incrementale ed è difficilmente tracciabile dal punto di vista finanziario. Questa tematica è stata oggetto di numerosi studi empirici che hanno sostanzialmente confermato il rischio di polarizzazioni nei risultati (Kleinknecht e Reijnen 1991). Peraltro, il fatto di focalizzare l'attenzione sullo sforzo innovativo concentrato nei dipartimenti di ricerca di grandi imprese appare in netto contrasto con i modelli teorici più recenti, in cui un peso rilevante è attribuito alle interazioni tra fasi differenti dello sviluppo e commercializzazione di un prodotto innovativo.

Una caratteristica comune agli indicatori basati sulle spese in R&S è relativa alla necessità di tener conto della presenza di effetti di scala. In quest'ottica, delle misure di intensità di ricerca e sviluppo possono essere ottenute pesando i valori assoluti tramite variabili dimensionali quali la popolazione, il PIL locale o gli occupati su specifici settori industriali.

Anche dopo aver pesato i valori assoluti delle spese in R&S, effettuare una diretta comparazione internazionale può rivelarsi un'operazione non esente da criticità. Un benchmarking diretto del rapporto tra spese per R&S e PIL implica l'ipotesi che i due parametri impiegati siano, a livello teorico, indipendenti. Al riguardo, Smith (1995) presenta una rassegna di studi empirici che sostengono l'esistenza di una non trascurabile correlazione positiva tra la dimensione complessiva di un'economia e l'incidenza delle spese in R&S sul PIL. Nello studio vengono proposti degli approcci econometrici utili per scorporare l'effetto dimensionale e consentire

un più efficace confronto. Nonostante le precedenti limitazioni gli indicatori basati sull'entità delle spese in R&S sono ampiamente utilizzati, soprattutto in ambito istituzionale, per valutare la propensione innovativa di specifiche aree geografiche. Vengono qui proposti, tra le numerose possibili varianti, i parametri utilizzati nelle statistiche Eurostat:

- spese in R&S / PIL (nazionale o regionale);
- spese in R&S / numero di lavoratori (anche a livello settoriale);
- spese in R&S / popolazione;
- spese in R&S settore privato / totale spese in R&S.

Gli indicatori sin qui presentati sono orientati ad analisi aggregate. È opportuno ricordare che spesso i dati inerenti alle spese in ricerca vengano raccolti e utilizzati per analisi a livello di impresa.

Su quest'ultimo tema Grupp (1998) analizza la criticità del rapporto tra spese in ricerca, le quali sono tipicamente dedicate allo sviluppo di prodotti futuri, e i parametri correnti di redditività dell'impresa, come il fatturato annuale: tale rapporto, frequentemente utilizzato nelle analisi, può, secondo l'autore, considerarsi significativo solo dopo aver supposto che i prodotti del settore in esame siano definibili *R&D-intensive* nel tempo. D'altra parte il parametro spese in ricerca, se non opportunamente pesato, presenta un'assai limitata significatività anche a livello di impresa. In base a queste considerazioni, l'autore propone di applicare l'indicatore R&S/fatturato non aggregando a livello di settore industriale, ma piuttosto su specifici gruppi di prodotti per i quali sia possibile definire un livello omogeneo di innovatività.

Gli indicatori adottati con maggior frequenza per la misurazione delle spese in R&S da parte delle imprese sono i seguenti:

- spese in R&S / fatturato
- spese in R&S / personale
- spese in R&S / totale asset.

Anche in questo caso la disaggregazione a livello di settore industriale delle spese in R&S rappresenta una procedura di primaria rilevanza. Ciò è legato al fatto che su differenti settori varia intensamente non solo l'intensità di R&S ma anche il grado di appropriabilità delle innovazioni sviluppate (Malerba e Orsenigo 1997).

3.3.2. Attività brevettuale

Si è in precedenza sottolineato come la misurazione della prestazione innovativa dei sistemi locali presenti rilevanti difficoltà empiriche. Esse sono fondamentalmente legate alla intangibilità delle risorse di tipo intellettuale coinvolte nel processo di invenzione. Il primo indicatore a essere stato concretamente utilizzato per ricerche di tipo econometrico è stato il livello di investimenti dedicati alla ricerca e sviluppo da parte di enti sia pubblici che privati presenti sul territorio. Questo approccio analitico, al netto degli errori di misurazione, costituisce una buona approssimazione dell'input del processo innovativo. Per questa stessa ragione tale indicatore può apparire inadeguato a fornire informazioni riguardo la reale efficienza del sistema innovativo locale nel generare nuova conoscenza e innovazione. Da questo punto di vista gli indicatori basati su misure brevettuali forniscono delle informazioni più vicine all'effettivo output innovativo prodotto.

Quest'ultima tipologia di indicatori ha il pregio di rispondere a requisiti di misurabilità, reperibilità e oggettività tali da renderla un utile parametro per l'analisi comparata tra differenti realtà geografiche ed economiche.

Il ricorso alla brevettazione è, inoltre, indice delle aspettative da parte delle imprese relativamente alle possibilità di positivi ritorni economici derivanti dallo sfruttamento commerciale dell'invenzione brevettata. In quest'ottica, i livelli dell'attività brevettuale forniscono un segnale aggiuntivo rispetto al semplice ammontare complessivo delle spese sostenute per la ricerca. Il ricorso a parametri di tipo brevettuale per lo svolgimento di analisi quantitative, sia a livello aggregato, sia a livello di singola impresa, è una pratica consolidata in letteratura empirica.

Tuttavia essa è stata oggetto di una prolungata fase di analisi critica, a partire dalla fine degli anni sessanta. I primi lavori di ricerca empirica miranti alla validazione dei brevetti quali indicatori di attività innovativa hanno indagato la presenza di correlazione tra il livello aggregato di investimenti in R&S e il numero di brevetti registrati (Schmookler 1966; Hausmann, Hall e Griliches 1984). I risultati concordano nell'indicare una correlazione statistica positiva tra i due fattori, presentando i brevetti quale buon indicatore della va-

riabile non osservabile dell'output innovativo. Nonostante tale evidenza, permangono alcuni elementi di criticità riguardo l'affidabilità dei brevetti come indicatori di output innovativo.

In primo luogo, non sono chiaramente identificabili le differenze intrinseche di qualità presenti tra diversi brevetti. Una seconda importante critica consiste nella non brevettabilità di alcune invenzioni, le quali assorbono comunque energie finanziarie e umane dal sistema della ricerca.

Un terzo problema, tipico dei settori della ricerca applicata in ambito industriale, nasce invece dalla scelta, adottata talvolta in ambito aziendale, di non ricorrere alla protezione dei propri diritti tramite la registrazione di un brevetto, ma piuttosto facendo appello a forme alternative di difesa verso i competitori (Cohen, Nelson e Walsh 2000). In alcune situazioni si valuta come meno gravoso economicamente, e capace di fornire miglior riparo da fenomeni di spillover, l'utilizzo di mezzi utili per il mantenimento del segreto industriale (Arundel 2001). Infine, accade occasionalmente che l'attività di registrazione di un brevetto non sia l'atto conseguente a una reale nuova invenzione, ma semplicemente un'operazione mirata a consolidare la protezione su precedenti brevetti. Viene a mancare, in quest'ultimo caso, una diretta correlazione tra numero di brevetti ed effettivo livello di innovazione. Per un'approfondita rassegna dei contributi sulle metodologie di analisi brevettuale si veda Jaffe e Trajtenberg (2002), mentre per un'applicazione empirica al contesto italiano si veda Antonelli e Calderini (2001).

Nella seguente rassegna di indicatori di attività brevettuale verrà adottato un approccio espositivo secondo un grado crescente di complessità delle informazioni utilizzate.

Il parametro brevettuale che ricorre con maggior frequenza in letteratura è il seguente:

- numero assoluto di brevetti assegnati a:
 - 1) una specifica istituzione o impresa;
 - 2) una specifica area geografica.

L'attribuzione del brevetto avviene nel primo dei due casi sulla base dell'*affiliation* dell'autore, mentre nel secondo caso la classificazione può essere basata sia sull'indirizzo dell'inventore, riportato sul brevetto, sia su quello dell'impresa assegnataria. Gli indicatori

considerati vengono tipicamente impiegati per analisi su serie temporali con intervalli di osservazione annuali, con l'obiettivo di restituire stime dell'evoluzione dell'intensità dell'attività di innovazione a livello locale o di singola unità economica.

Il numero assoluto di brevetti registrati da un singolo soggetto economico o relativi a un'area geografica costituisce un risultato di difficile interpretazione. Non è infatti definibile, a priori, un livello di efficienza in termini assoluti per tale parametro. Per poter formulare una valutazione significativa dei livelli locali di produzione brevettuale si rende, quindi, indispensabile l'adozione di un approccio comparativo, tramite indicatori che, correggendo per la presenza di eventuali effetti di scala, permettano un confronto tra differenti realtà. In letteratura sono evidenziabili due strategie per la definizione di indicatori *scale-independent*: l'impiego di coefficienti per il peso del numero assoluto di brevetti e il benchmarking diretto con altre realtà campione. La prima delle due opzioni, adottata negli *scoreboards* internazionali dell'Unione Europea, porta alla definizione degli indicatori riportati nel seguito:

- numero di brevetti locali / popolazione;
- numero di brevetti locali / forza lavoro;
- numero di brevetti locali / numero di impiegati in attività di R&S;
- numero di brevetti locali / quota del PIL locale.

I precedenti indicatori pesati sono tratti da *Science and Technology Statistics* - Eurostat (2000). La scelta dei parametri per il peso dei brevetti registrati risulta fortemente condizionata dalla necessità di utilizzare dati aggregati, che abbiano caratteristiche di facile reperibilità, oltre che di comparabilità a livello internazionale. A tali qualità degli indicatori presentati, si associano alcune rilevanti limitazioni di ordine metodologico e concettuale. Essi prevedono, infatti, l'ipotesi dell'esistenza di una relazione lineare tra la numerosità brevettuale e le misure dimensionali introdotte per la correzione. Il rischio sottostante a tale assunzione è quello di incorrere in erronee valutazioni qualora si pongano a confronto unità geografiche in cui i settori tecnologici dominanti presentino caratteristiche differenti in relazione all'intensità e tipologia della forza lavoro impiegata. L'elevata concentrazione di attività brevettuale riscontrabile in particolari distretti tecnologici, caratterizzati da ridotti valori di popolazione e

di generica forza lavoro (Cambridge MA, Silicon Valley), costituirebbe una possibile fonte di distorsione interpretativa qualora si applicassero gli indicatori pesati. Per questa ragione il loro utilizzo appare efficace soprattutto per macroanalisi a livello nazionale.

La seconda possibile metodologia, basata sul benchmarking diretto, prevede, per la sua implementazione, una fase preliminare consistente nella scelta di un set di entità campione rispetto alle quali misurare la capacità innovativa dell'unità in esame. Tale selezione dovrà tenere conto, al fine di evitare le problematiche esposte per il caso precedente, dell'affinità tecnologica, geografica ed economica tra le aree poste a confronto. L'indicatore impiegato in questo caso è definito come il rapporto tra il numero assoluto di brevetti attribuiti a due differenti aree geografiche normalizzato rispetto a un anno base di riferimento.

Oltre alla riduzione di indesiderati effetti di scala, tale parametro offre il vantaggio, se calcolato rispetto a un gruppo opportunamente selezionato di entità di riferimento, di depurare le analisi da fenomeni di *technological opportunities*. Il numero assoluto di brevetti registrati nel tempo è, infatti, un valore che può essere soggetto a intense oscillazioni dovute alle caratteristiche congiunturali del contesto scientifico, tecnologico ed economico di un particolare momento storico. L'indicatore di benchmark si configura, quindi, come uno strumento utile per comprendere la natura endogena o globale delle cause alla base di contrazioni o espansioni dell'attività brevettuale locale.

Le due metodologie presentate sono indirizzate all'analisi dell'innovazione su base territoriale e non di singole imprese o istituzioni. Per quest'ultimo ambito vengono proposti in letteratura altri coefficienti per il peso della produzione brevettuale:

- numero di brevetti / spese in R&S;
- numero di brevetti / personale impiegato in R&S;
- numero di brevetti / fatturato.

L'impiego dei tre precedenti indicatori non è esente da criticità legate al controverso tema della produttività della ricerca rispetto ai volumi di finanziamento e dei differenti gradi di propensione alla brevettazione nelle grandi e piccole imprese.

La letteratura economica di approccio manageriale ha impiegato gli indicatori brevettuali a livello di impresa secondo una differente

prospettiva di analisi. In questo caso l'obiettivo è, infatti, quello di stimare il valore aggiunto apportato all'interno dell'impresa dai brevetti, attraverso l'analisi della presenza di un effettivo allineamento tra le strategie di patenting, di ricerca e di business. L'analisi può essere condotta in due stadi, partendo da una iniziale indagine sulla struttura brevettuale aziendale secondo i seguenti i parametri:

- stock di brevetti registrati (compresi i rinnovi);
- numero di *first filings*;
- età media dei brevetti;
- percentuale di invenzioni brevettate non ancora commercializzate;
- rapporto tra brevetti acquisiti e brevetti registrati;
- numero di paesi per cui è stata richiesta la protezione.

Tali parametri dovrebbero fornire un quadro dell'ampiezza del portafoglio brevettuale, della sua maturità, oltre che del suo tasso di crescita e rinnovamento. I successivi indicatori sono invece pensati per definire il livello, precedentemente esposto, di allineamento delle strategie aziendali:

- percentuale di ricavi protetti da diritti brevettuali;
- percentuale di guadagni derivanti da licensing di brevetti interni;
- vendite protette da brevetti / spesa in R&S;
- costo totale delle attività di brevettazione / spesa in R&S.

L'analisi si focalizza, in questo caso, sull'efficienza del piano brevettuale dell'impresa rispetto ai risultati economici ottenuti sul mercato finale. Secondo tale prospettiva, basse percentuali di ricavi protetti da brevetti costituiscono un segnale di divergenza strategica, o di difficoltà di coordinamento, tra le funzioni della ricerca e il management. Allo stesso modo, l'efficienza delle spese in R&S non viene misurata tramite gli output quantitativi analizzati in precedenza (numero di brevetti, pubblicazioni), ma ricorrendo ai costi totali sostenuti per la brevettazione o alla quota di vendite protette da *property rights*.

L'attività di brevettazione non è soltanto rappresentativa dei risultati ottenuti dall'attività di ricerca e sviluppo interna, ma può essere considerata, in certa misura, il riflesso delle strategie di allargamento del mercato di un'impresa o di una certa area geografica. Ciò

è analizzabile tramite l'osservazione dei brevetti registrati presso differenti uffici brevettuali nazionali. Il significato economico e strategico della brevettazione su mercati esteri è stato investigato da diversi autori, tra i quali Griliches (1990), che concordano nell'attribuire un rating qualitativo superiore alla media a tale categoria di brevetti. In Grupp (1998) viene proposto un indicatore atto a fornire una stima dell'intensità dell'*external patenting*.

– *International technology production*: tale indicatore costituisce una misura, tramite media geometrica, dell'incidenza di brevetti esteri registrati da una certa unità economica.

$$ITP(X, i, Y, Z) = \{[P(X, i, Y)/H(X, Y)] * [P(X, i, Z)/H(X, Z)]\}^{1/2}$$

Dove: $P(X, i, Y)$: numero di brevetti registrati da X nell'ufficio Y relativamente all'area tecnologica i ; X : nazione o unità economica in esame; Y : nazione sede del primo ufficio brevettuale; Z : nazione sede del secondo ufficio brevettuale; $H(X, Y)$: indicatore di eventuale *domestic advantage* dell'unità X rispetto alla nazione Y , sede dell'ufficio brevettuale.

L'obiettivo dell'indicatore proposto è quello di ottenere una misura dell'apertura internazionale, e quindi indirettamente della competitività, delle tecnologie sviluppate all'interno di un particolare sistema economico locale.

La produzione brevettuale può essere intesa, oltre che come output intermedio del processo innovativo, anche quale indicatore di *technological skills* presenti in uno specifico contesto geografico. Secondo quest'ultima prospettiva, diviene rilevante l'analisi della composizione settoriale dei brevetti registrati.

Una volta identificati alcuni macrosettori, quali biotech, automotive, machinery, rispetto ai quali aggregare le innovazioni tecnologiche contenute nella produzione brevettuale locale, è possibile ottenere un quadro della specializzazione innovativa con rispettive carenze e punti di forza. Inoltre, la struttura dei database brevettuali permette di analizzare tali pattern di specializzazione secondo una prospettiva di dinamica temporale. E quindi possibile monitorare l'evoluzione della composizione del portafoglio brevettuale di una specifica area e ricavarne informazioni riguardo alle traiettorie di sviluppo innovativo in atto.

In Archibugi e Pianta (1992) vengono proposti due indicatori utili per rappresentare in modo aggregato il livello di specializzazione tecnologica della produzione brevettuale relativa a una data unità economica.

– *Indice di specializzazione*: è definito come il rapporto tra la percentuale di *patent applications* effettuate dall'unità geografica i in esame su un settore j e la percentuale di *applications* effettuate su tale settore a livello globale:

$$IS_{ij} = D_{ij} / D_i$$

$$\text{Dove: } D_{ij} = N_{ij} / N_i \quad D_i = NT_j / NT$$

N_{ij} : numero di applicazioni dell'unità i sul settore j ; N_i numero totale di applicazioni dell'unità i su tutti i settori; NT_j : numero totale di applicazioni sul settore j ; NT : numero totale di applicazioni su tutti i settori.

Il precedente indicatore assumerà un valore pari a uno se l'unità in esame presenta sullo specifico settore, individuato tramite una selezione di opportune classi brevettuali, la stessa incidenza di applicazioni presente a livello globale. In alternativa, è possibile utilizzare come termine di paragone per la definizione del grado di specializzazione l'aggregato dei brevetti nazionali. In questo caso, l'indicatore fornisce informazioni riguardo al fatto che una certa regione sia sovra/sotto specializzata rispetto alla media nazionale su una specifica area tecnologica.

– *Grado di specializzazione*: indica per la i -esima unità economica quanto la distribuzione delle sue attività tecnologiche tra i vari settori sia simile alla distribuzione presente a livello complessivo:

$$GS_i = [\sum_j (P_{ij} - P_j)^2] / P_j$$

$$\text{Dove: } P_{ij} = N_{ij} / N_i \quad P_j = NT_j / NT$$

Se la varianza delle attività tecnologiche dell'unità economica in esame corrisponde a quella che si registra a livello aggregato, l'indicatore varrà zero. A valori crescenti corrisponderanno livelli di specializzazione, anche su differenti settori, crescenti. Per l'implementazione dei due ultimi indicatori si rende necessario suddividere il totale dello stock dei brevetti in modo coerente ed efficace rispetto agli

specifici settori scientifici e tecnologici per i quali si vuole introdurre il controllo. A questo riguardo esistono differenti possibilità, legate ai sistemi di classificazione impiegati dai diversi uffici brevetti. L'European Patent Office opera una suddivisione basata sullo schema gerarchico IPC (International Patent Classification), mentre l'ufficio brevetti statunitense adotta un proprio modello (Uspoc, United States Patent Office Classification). Un aspetto problematico del sistema di classificazione dei brevetti riguarda il bilanciamento tra classi i cui brevetti sono tecnologicamente affini ma vengono impiegati su mercati finali differenti. Un esempio interessante, a questo riguardo, viene indicato da Grupp (1998) nelle classi primarie USPTO computers e communication equipment. Alle due classi corrispondono dei mercati dei prodotti finali assai differenti per ampiezza, struttura e regolamentazione. Al tempo stesso, dal punto di vista strettamente tecnologico i due ambiti presentano numerose affinità, quali l'impiego degli stessi materiali e logiche di processo. Poiché il principio di classificazione utilizzato dagli uffici brevettuali è prevalentemente tecnico, l'autore sottolinea il rischio di incorrere in errori di valutazione esaminando, ad esempio, il settore industriale delle telecomunicazioni attraverso i brevetti dell'unica classe communication equipment.

La procedura di registrazione dei brevetti presso l'European Patent Office e lo US Patent Office prevede che venga indicato, al momento della registrazione, oltre al nominativo dell'inventore anche quello dell'assegnatario del brevetto, ovvero di chi realizzerà l'applicazione commerciale dei contenuti tecnologici e scientifici del brevetto stesso. Tale procedura offre la possibilità di analizzare dettagliatamente, per una data area geografica, il flusso di conoscenza innovativa in ingresso e uscita. Gli indicatori utilizzabili per la costruzione di questa bilancia tecnologica sono i seguenti:

- percentuale di brevetti con inventore locale e assegnatario esterno rispetto al totale dei brevetti con inventore e assegnatario locale;
- percentuale di brevetti con inventore esterno e assegnatario locale rispetto al totale dei brevetti con inventore e assegnatario locale.

Il confronto tra i valori dei due parametri è in grado di fornire utili informazioni riguardo la capacità del sistema locale di ricerca di supportare efficacemente il tessuto industriale innovativo locale.

In apertura del presente paragrafo si è sottolineato come una delle principali problematiche degli indicatori brevettuali consista nella difficoltà di esprimere una valutazione oggettiva, e misurabile empiricamente, della qualità dei brevetti stessi. In letteratura la *proxy* più affidabile per la stima della qualità di un certo stock di brevetti viene individuata nella numerosità delle successive citazioni ricevute dai brevetti stessi (Albert *et al.* 1991). La disponibilità di dati sulle citazioni ricevute da un brevetto offre, oltre alla possibilità di sviluppare indicatori di qualità brevettuale, anche di effettuare delle analisi sull'evoluzione di specifiche aree scientifiche attraverso l'osservazione della direzione di propagazione, in termini di classi brevettuali, delle successive citazioni originatesi da un determinato set di brevetti. Jaffe e Trajtenberg (1998) analizzano le citazioni ricevute da differenti gruppi di brevetti USPTO negli anni 1963-1993, focalizzando l'attenzione sulle determinanti dei flussi di conoscenza a livello locale e internazionale. Gli autori rilevano come tra i brevetti assegnati a una stessa impresa si verifichi una probabilità di citazione più elevata rispetto alla media del settore di appartenenza. Inoltre, i brevetti appartenenti a una stessa classe presentano una probabilità di citazione circa 100 volte superiore rispetto al caso di brevetti appartenenti a classi differenti. Infine, l'analisi di gruppi di brevetti, i cui inventori risiedono nella stessa nazione, ha evidenziato una numerosità di citazioni reciproche dal 50% all'80% superiori rispetto alla media. Questi dati, se da una parte mostrano l'effettiva esistenza di un legame tecnologico e scientifico alla base delle citazioni brevettuali, d'altra parte pongono alcune questioni metodologiche riguardo al rischio di polarizzazione dei risultati. Tenendo conto dell'evidenza esposta in Jaffe e Trajtenberg (1998; 2002) è possibile suggerire che l'ambito applicativo ottimale per gli indicatori basati su citazioni brevettuali sia quello aggregato su specifici settori industriali. Infatti, la forte tendenza all'autocitazione potrebbe indurre distorsioni nei risultati comparativi qualora l'unità di analisi fosse una singola impresa o ente istituzionale.

Gli indicatori, definiti su un certo stock di brevetti, sono i seguenti:

- citazioni medie: numero complessivo di citazioni / numero complessivo di brevetti;

Indicatori per la valutazione dell'innovazione nei sistemi locali

- scostamento: numero medio di citazioni dello stock meno il numero medio di citazioni del settore;
- *current impact index*: numero medio di citazioni ricevute dallo stock di brevetti standardizzato rispetto al trend della produzione brevettuale;
- *technology cycle time*: mediana delle età delle citazioni fatte dallo stock di brevetti in esame verso brevetti antecedenti. Tale indicatore esprime una misura del grado di obsolescenza tecnologica del set di brevetti in esame.

Per il calcolo dei parametri di scostamento e di *current impact index* è necessario introdurre gli andamenti aggregati delle citazioni per uno specifico settore. Questi dati non sono estraibili direttamente dai database degli uffici brevettuali ma sono elaborati e posti in commercio da imprese private⁵.

L'analisi brevettuale si avvale di un ulteriore indicatore specificamente rivolto alla misurazione delle correlazioni esistenti tra la tecnologia contenuta all'interno del brevetto e la ricerca scientifica di base: il *science linkage*. Una stretta correlazione tra i contenuti di un brevetto e la produzione scientifica, in termini di numero di pubblicazioni scientifiche da esso citate, non costituisce necessariamente un segnale palese di elevata qualità per il brevetto stesso, soprattutto qualora ci si focalizzi sugli aspetti di commerciabilità e redditività. Tuttavia, una volta riconosciuta l'attività di ricerca di base, il cui output misurabile consiste nell'attività di pubblicazione quale fonte indispensabile per la successiva fase di innovazione tecnologica applicata, tale indicatore appare un utile stimatore della capacità dell'industria locale di rimanere sulla frontiera della ricerca tecnologica, di appropriarsi dei risultati della ricerca di base e di rigenerare il proprio stock di conoscenza innovativa:

- *science linkage*: numero complessivo di citazioni fatte dallo stock di brevetti verso pubblicazioni scientifiche sul numero di brevetti nello stock.

⁵ Nel caso dei brevetti **Uspro**, gli andamenti delle citazioni a livello settoriale sono contenuti nel database privato curato da CHI Research - www.chiresearch.com, mentre nel caso dei brevetti **EPO** questa tipologia di dato è fornita dal database privato Delphion - www.delphion.com.

I primi studi critici sulla validità e applicabilità di tale indicatore sono stati quelli di Narin e Hamilton (1996), Collins e Wyatt (1988). Dai lavori emergono due principali argomenti di criticità rispetto all'indicatore *science linkage*: una intensa dipendenza settoriale dei valori stimabili per il parametro, la difficoltà di selezionare tra le numerose citazioni presenti su un singolo brevetto quelle effettivamente rilevanti per l'indicatore in esame. Questa seconda fonte di incertezza sulla qualità dell'indicatore deriva dalla variabilità esistente nelle motivazioni che spingono alla citazione del lavoro scientifico precedente. Le autocitazioni di *internal bullettins* aziendali e le citazioni di lavori scientifici impiegate unicamente per definire l'ambito tecnologico del brevetto e avvalorarlo in vista del giudizio dei commissari degli uffici brevettuali sono due esempi di possibili distorsioni dell'indicatore (Grupp e Schmoch 1999).

Un aspetto metodologico rilevante nell'impiego della quasi totalità degli indicatori brevettuali presentati finora consiste nella scelta di utilizzare i brevetti già assegnati o le *applications*. L'impiego di brevetti già testati dagli uffici brevettuali, e quindi ufficialmente riconosciuti (*granted*), porta indubbie garanzie riguardo l'originalità e l'applicabilità della nuova invenzione, ma al tempo stesso introduce alcune limitazioni. Infatti, diversi autori, tra i quali Schmookler (1966), sottolineano come la procedura di *application* per l'ottenimento di un brevetto sia già di per sé un valido indicatore di un effettivo investimento in R&S da parte del proponente. Secondo tale prospettiva l'utilizzo dei brevetti effettivamente assegnati potrebbe sottostimare il reale sforzo innovativo di una certa area. Un ulteriore vantaggio dell'analisi delle *applications* è dovuto alla prossimità temporale tra il momento dell'invenzione e quello della richiesta di registrazione di un corrispondente brevetto. In funzione del particolare ufficio brevetti considerato, l'intervallo tra richiesta e registrazione di un brevetto può estendersi sino a 3-4 anni, rendendo poco affidabili le misurazioni effettuate su anni recenti.

3.3.3. Pubblicazioni scientifiche

Il passaggio dai modelli lineari di generazione di innovazione alle più recenti strutture concettuali basate sull'idea di network per lo

sviluppo dell'innovazione, non ha ridimensionato il ruolo centrale della ricerca scientifica di base, anche all'interno dei sistemi locali d'innovazione. Gli effetti di tale attività di ricerca costituiscono delle entità intangibili. Ciò che può essere misurato direttamente sono le varie espressioni, manifestazioni e *embodiments* della conoscenza innovativa maturata, quali il numero di pubblicazioni scientifiche, di testi specialistici o di *conference proceedings*.

L'utilizzo delle pubblicazioni scientifiche nell'analisi quantitativa ha origine con il lavoro di Eugene Garfield, che per primo ha proposto il *Science Citation Index* nel 1950, come uno strumento per aumentare la possibilità dei ricercatori di attingere sistematicamente alla conoscenza scientifica (Garfield 1955). Garfield per primo intuì la possibilità di valutare la qualità della produzione scientifica in termini di citazioni ricevute.

L'introduzione in ambito istituzionale degli indicatori bibliometrici per la valutazione della quantità e qualità dell'output scientifico risale alla pubblicazione del primo rapporto *Science and Engineering Indicators* della National Science Foundation nel 1972. Le tecniche di valutazione basate sull'analisi della produzione della letteratura scientifica sono oggi ampiamente utilizzate all'interno di università e centri pubblici di ricerca.

L'approccio sistematico proposto da Narin e Olivastro (1994) per l'applicazione degli indicatori bibliometrici identifica tre distinte prospettive di analisi: misurazione dei volumi di attività attraverso il conteggio delle pubblicazioni, misurazione dell'impatto attraverso le citazioni ricevute dalle pubblicazioni e misurazione del grado di networking tramite l'analisi congiunta di citazioni e *co-authorships*.

L'analisi bibliometrica delle pubblicazioni costituisce una metodologia di valutazione non ancora adottata dalle statistiche sull'innovazione dell'Unione Europea. Le motivazioni alla base di tale scelta derivano da alcune caratteristiche delle fonti di dati necessarie per l'analisi. Un primo ostacolo è costituito dal fatto che tali banche dati sono gestite da imprese private e non da uffici governativi, come nel caso dei brevetti. Inoltre, la metodologia di ricerca e attribuzione geografica delle pubblicazioni apparse su riviste internazionali presenta difficoltà metodologiche non compatibili con il livello di standardizzazione delle procedure richiesto dagli uffici statistici nazionali.

In modo analogo al caso dei brevetti l'indicatore basilare per le pubblicazioni scientifiche è il seguente:

- numero assoluto di pubblicazioni con almeno un autore appartenente a:
 - 1) un'area geografica
 - 2) un'istituzione o un'impresa.

I problemi più frequentemente evidenziati in letteratura riguardo alle misure bibliometriche sono riassumibili nei seguenti punti.

In primo luogo, la numerosità delle pubblicazioni viene, talvolta, considerata come un semplice indicatore di quantità di output scientifico e non di qualità. Inoltre, la propensione alla pubblicazione varia intensamente attraverso differenti campi scientifici, aree geografiche e istituzioni. Infine, vi è il rischio che i risultati delle analisi bibliometriche vengano falsati dalla presenza di pratiche editoriali indesiderate: numero di *co-autorships* su singoli articoli gonfiato artificialmente, alti valori di citazioni all'interno di specifiche comunità scientifiche per effetto di taciti accordi tra ricercatori, elevato grado di discrezionalità nella costruzione e gestione dei database privati di pubblicazioni scientifiche⁶.

In particolare, la presenza di una citazione verso una pubblicazione precedente non dà alcuna informazione riguardo le motivazioni concettuali ad essa sottostanti. In pratica, non vi è la possibilità di accertare in modo sistematico l'esistenza di un reale legame scientifico tra pubblicazione citante e citata, basti pensare al caso di citazioni critiche rispetto a lavori precedenti di cui l'autore intende confutare i risultati.

Anche per le pubblicazioni vengono proposti dei coefficienti di correzione per tener conto di eventuali effetti di scala:

- numero di pubblicazioni / popolazione locale;
- numero di pubblicazioni / finanziamento pubblico locale per R&S;
- numero di pubblicazioni / personale impiegato in R&S;
- numero di pubblicazioni / ricercatori accademici.

⁶ Il *Science Citation Index*, fonte primaria di dati per gli studi di carattere bibliometrico, mostra una certa polarizzazione rispetto a riviste di lingua inglese.

La scelta del finanziamento di tipo pubblico quale peso per il numero di pubblicazioni è dovuta al fatto che l'origine della produzione scientifica in esame è fortemente concentrata nei settori accademici e istituzionali. Mantenendo un approccio comparativo, è possibile calcolare il seguente indice, utile per porre in relazione brevetti e pubblicazioni di una specifica area geografica:

- numero di pubblicazioni locali / numero di brevetti locali.

Esso, soprattutto se differenziato su diversi settori scientifico-tecnologici, restituisce un'informazione sulla propensione di una particolare area geografica verso l'attività di ricerca puramente scientifica, piuttosto che industriale e applicativa. Si è detto come lo strumento più diffuso per la misurazione della qualità della ricerca scientifica consista nell'analisi delle citazioni ricevute, nel tempo, dalle pubblicazioni stesse⁷. Per un dato set di pubblicazioni è possibile calcolare il seguente indicatore:

- numero complessivo di citazioni ricevute / numero di pubblicazioni.

L'insieme di pubblicazioni considerato per l'analisi delle citazioni può essere definito a livello di singolo soggetto istituzionale (ad esempio tutte le pubblicazioni di un certo ateneo) e di area di competenza (tutte le pubblicazioni con autori residenti in una certa regione). Pur tenendo conto delle limitazioni metodologiche evidenziate in precedenza, gli indicatori bibliometrici costituiscono un utile strumento per realizzare delle analisi su differenti livelli di aggregazione.

A livello di singolo ente di ricerca è possibile:

- stimare l'impatto dell'istituzione oggetto di studio tramite il numero di citazioni complessivamente raccolte;
- esaminare la presenza di *co-authorships* per stimare il grado di collaborazione con altre università e imprese;
- esaminare la natura (di base o applicata) della ricerca svolta, tramite l'analisi della tipologia sia dei giornali in cui sono pub-

⁷ Tale informazione è reperibile tramite la banca dati *Science Citation Index* dell'ISI - Institute for Scientific Information, www.isinet.com.

blicate le ricerche, sia dei giornali da cui provengono eventuali citazioni.

A livello aggregato di settore industriale è possibile:

- stimare le ripercussioni di cambiamenti istituzionali (ad esempio privatizzazioni, nuove metodologie di finanziamento pubblico, cambiamenti nella normativa per la ricerca) sui volumi di output scientifico;
- stimare la produttività media dei lavoratori complessivamente impegnati in R&S in un'area geografica;
- analizzare la composizione (pubblico/privato) della produzione scientifica in uno specifico settore.

Uno dei parametri cui spesso si ricorre per l'implementazione di studi di valutazione dell'attività di ricerca è l'*impact factor*. L'obiettivo di tale indicatore è quello di fornire una ulteriore metrica qualitativa per le pubblicazioni, in cui il fattore discriminante diviene la rivista scientifica su cui l'articolo è stato pubblicato. La qualità di un giornale, che successivamente determina il valore degli articoli da esso pubblicati, viene calcolata sulla base del numero complessivo di citazioni ricevute, su un arco temporale di un anno, da tutti gli articoli comparsi sulla rivista stessa:

$$IF_{\text{regione} - \text{istituzione}} = \sum_{it} [N_{it} * IF_{it}] / \sum_{it} [N_{it}]$$

Dove: N_{it} : numero di pubblicazioni locali sulla rivista i nell'anno t ;
 IF_{it} : impact factor della rivista i nell'anno t .

Il rischio di polarizzazione dell'impact factor su diversi settori è stato indagato da Schwartz (1996). Nello studio l'autore dimostra la presenza di forti differenze nei valori medi di impact factor su differenti settori, denunciando i rischi in cui si potrebbe incorrere nella valutazione dell'attività di ricerca qualora ci si basasse unicamente su tale parametro. Una possibile strategia proposta per limitare gli effetti distorsivi consiste nel pesare ogni pubblicazione attraverso il coefficiente dato dal rapporto tra l'impact factor dello specifico giornale e l'impact factor medio del settore scientifico di riferimento. Studi basati su indicatori bibliometrici sono stati effettuati su un ampio spettro di applicazioni, dall'analisi della qualità della produzione di singoli gruppi di ricerca, alla valutazione

dell'output scientifico a livello nazionale. Per una dettagliata analisi critica delle metodologie di valutazione bibliometriche, con particolare riferimento al ruolo delle citazioni, si veda Viale e Cerroni (2003).

3.3.4. Misurazione diretta del numero di innovazioni

Uno dei difetti dell'indicatore di attività brevettuale sottolineato con maggiore frequenza consiste nel fatto che il ricorso alla brevetazione costituisce una procedura eccessivamente onerosa in termini di tempo, perché ad essa si ricorra in modo sistematico per la protezione della proprietà intellettuale delle innovazioni. Imprese di minori dimensioni non sarebbero propense alla brevetazione di nuovi prodotti che, pur non costituendo innovazioni radicali, contribuiscono ugualmente in modo non trascurabile all'avanzamento tecnologico. Di tali innovazioni si perderebbe inevitabilmente traccia nel caso in cui ci si limitasse ad analisi brevettuali.

A questa prima carenza si associano le problematiche connesse alla non brevettabilità di alcune innovazioni, alla difficoltà di fornire una valutazione economica del singolo brevetto e al ricorso a forme non esplicite di protezione della proprietà intellettuale. L'obiettivo principale degli indicatori diretti di innovazione è, conseguentemente, quello di proporre una metodologia di analisi che aggiri tali limitazioni. Tecnicamente la procedura di misurazione è basata sul conteggio delle innovazioni introdotte sul mercato utilizzando come strumento di ricerca le riviste commerciali di settore (*trade journals*). Il fatto di impiegare un canale puramente commerciale per l'analisi delle nuove invenzioni presenta il notevole vantaggio, rispetto ai brevetti, di fornire informazioni direttamente sulle effettive capacità innovative delle imprese: non esiste, infatti, in questo caso né il differimento temporale tra il momento dell'*application* e quello del *grani* per la registrazione di un nuovo brevetto, né il rischio che l'innovazione brevettata non sia commercialmente rilevante.

Il primo tentativo di misurazione su larga scala dell'output innovativo secondo la metodologia *innovation count* risale a una ricerca di Gellman Research Associated (1976) negli Stati Uniti, su commissione della National Science Foundation. Vennero identificate

500 innovazioni particolarmente rilevanti introdotte sui mercati statunitense, nordeuropeo e giapponese. Il database venne redatto da un panel di esperti che effettuarono una selezione basata sui criteri di innovatività tecnologica, economica e sociale dei nuovi prodotti. Al primo studio ne seguirono altri dello stesso gruppo di ricercatori miranti alla classificazione delle innovazioni selezionate per area tecnologica di appartenenza, oltre che per effettiva origine aziendale e geografica.

Un lavoro successivo, di riconosciuto impatto metodologico, fu quello di Edwards e Gordon (1984). I due ricercatori costruirono un dataset di 5.000 innovazioni estratte da un insieme di 300 riviste commerciali e successivamente classificarono ogni invenzione secondo una scala di tre livelli di innovatività: nuova categoria di prodotti, estensione su un nuovo mercato di conoscenze tecnologiche già note, modeste innovazioni incrementali di *product design*.

Gli autori realizzarono successivamente delle stime per valutare il livello di correlazione esistente tra il numero di innovazioni, pesate per il loro particolare grado di innovatività, e un indicatore classico quale la spesa in ricerca e sviluppo delle imprese innovatrici. I risultati evidenziarono la presenza di una correlazione positiva tra i due parametri, occasionalmente superiore a quella calcolabile utilizzando i brevetti come variabile di output.

Uno studio più recente è stato quello di Kleinknecht *et al.* (1993) sul mercato olandese. In questo caso il processo di selezione dei giornali da cui trarre gli annunci di immissione sul mercato di nuovi prodotti è stato strutturato in due fasi. Nella prima si sono censiti nel modo più ampio possibile tutte le riviste di settore (nel caso specifico *manufacturing* e *agriculture*). Nella seconda si è applicata una selezione delle riviste sulla base di due principali criteri: il fatto che le riviste avessero una sezione effettivamente denominata *new products* e che fornissero in modo chiaro e standardizzato nome e indirizzo delle imprese innovatrici. Lo studio sui dati olandesi è particolarmente rilevante in quanto ha contribuito alla definizione di una metodologia di analisi spesso utilizzata in ricerche successive. I dati raccolti sono stati classificati in base a:

- impresa produttrice e settore industriale di appartenenza;
- nome del prodotto e sua breve descrizione;

Indicatori per la valutazione dell'innovazione nei sistemi locali

- grado di complessità dell'innovazione: *high*: prodotto costituito da un alto numero di componenti derivanti da differenti ambiti scientifici; *low*: prodotto costituito da un esiguo numero di componenti;
- tipologia di innovazione: tipologia di prodotto/servizio completamente nuova; modesto livello di innovatività; nuovo prodotto accessorio; semplice differenziazione di prodotto/servizio; innovazione di processo;
- area scientifica di origine dell'innovazione;
- principale mercato di riferimento per l'innovazione.

La maggior parte dei punti presentati è realizzabile unicamente tramite un determinante contributo qualitativo all'analisi. La formalizzazione delle procedure per la valutazione delle innovazioni diviene, dunque, l'elemento critico riguardo al livello di affidabilità dei giudizi. A partire dalla struttura di dataset presentata, nel lavoro di Kleinknecht *et al.* (1993) vengono proposti i seguenti indicatori:

- *total innovation rate*: numero di innovazioni / numero di addetti;
- numero di innovazioni / spese in R&S;
- numero di innovazioni / brevetti registrati.

L'impiego di indicatori di tipo *innovation count* presenta diversi aspetti critici dal punto di vista sia metodologico che concettuale. In primo luogo, il metodo non appare in grado di rappresentare in modo opportuno le innovazioni definibili di processo. Lo sbilanciamento verso le innovazioni di prodotto è probabilmente ancora più consistente di quanto non si abbia nel caso dei brevetti. L'introduzione di una tecnica di produzione radicalmente innovativa può essere testimoniata dalla sua brevettazione. Tale innovazione di processo appare al contrario di difficile rilevazione nel caso si utilizzi come indicatore il conteggio dei nuovi prodotti finali immessi sul mercato, derivanti dall'impiego della nuova tecnica. Un secondo elemento di criticità consiste nella costruzione di un dataset iniziale che sia sufficientemente coerente ed esaustivo. La scelta dei giornali da cui estrarre le innovazioni presenta, infatti, numerose difficoltà legate sia alle specifiche politiche editoriali, sia alla qualità delle riviste stesse. Nel primo caso è necessario, ad esempio, verificare la

presenza di eventuali criteri soggettivi di selezione per gli annunci di nuovi prodotti e dell'ammontare delle spese a carico dell'impresa per la pubblicazione. La valutazione della qualità dei giornali selezionati appare, inoltre, critica a causa della mancanza di un censimento analitico degli stessi. Non vengono infatti impiegati giornali scientifici, per i quali non è proponibile un metro di valutazione relativamente oggettivo quale l'impact factor. D'altra parte gli indicatori basati sul conteggio delle innovazioni *market-level* sono in grado di fornire una misura anche dell'innovazione introdotta nell'area dei servizi, fenomeno difficilmente rilevabile tramite l'impiego dei brevetti.

Il passaggio successivo alla scelta delle riviste, consistente nella valutazione delle innovazioni selezionate dal dataset di giornali, è l'aspetto cruciale della metodologia analizzata. Rispetto ai brevetti viene infatti a mancare completamente il filtro applicato dagli uffici brevettuali, a garanzia delle caratteristiche di novità e originalità. Vista l'impossibilità di estendere le ricerche a livello globale, l'unica possibilità è il ricorso a un gruppo di esperti informati sullo stato della disciplina in specifici settori. La selezione di tale gruppo può costituire un elemento di possibile distorsione dei risultati finali.

L'impiego di esperti provenienti dall'area della ricerca universitaria potrebbe indurre uno sbilanciamento, dal punto di vista delle valutazioni, verso le innovazioni che presentano caratteristiche di prossimità con la ricerca di base. Corrispondentemente, un panel di valutatori costituito da ricercatori appartenenti a imprese private mostra delle limitazioni legate alla specifica formazione, e approccio scientifico, dei tecnici chiamati a esprimere un giudizio. Quest'ultimo problema si accentua notevolmente nel caso di innovazioni di prodotto che presentino una effettiva trasversalità settoriale.

Una volta identificata con buona approssimazione una nuova innovazione, non è scontata la procedura per la sua assegnazione a una specifica area geografica, o settore industriale. Per quanto riguarda l'ambito industriale di appartenenza, Kleinknecht *et al.* (1993) sono ricorsi al codice Sic dell'impresa innovatrice, ma tale metodologia appare debole nel caso di grandi imprese operanti su differenti settori. Per ragioni analoghe risulta difficoltoso associare una nuova invenzione a una specifica area geografica non essendo in possesso di informazioni riguardo la localizzazione dei laboratori

che hanno sviluppato le innovazioni stesse. Su quest'ultimo aspetto l'analisi dei brevetti presenta il vantaggio di poter spesso risalire, tramite il documento di registrazione, sia al responsabile scientifico dell'innovazione (di cui vengono riportati i dati anagrafici), sia agli specifici laboratori in cui si sono svolte le ricerche da cui ha avuto origine l'innovazione.

3.3.5. Bilancia tecnologica dei pagamenti

Il livello di propensione innovativa di un sistema economico può essere indagato attraverso l'analisi dei volumi delle transazioni commerciali, aventi per oggetto beni e servizi a elevato contenuto tecnologico, che il sistema stesso è in grado di sostenere con l'esterno. La registrazione dei flussi di tecnologia permette di redigere un bilancio i cui risultati forniscono utili informazioni sul ruolo, di importatore piuttosto che di esportatore, complessivamente rivestito dagli operatori economici appartenenti al sistema. La bilancia tecnologica dei pagamenti fornisce indicazioni sui flussi di tecnologia unicamente a livello nazionale. Tali flussi sono legati a transazioni inerenti l'acquisizione di brevetti, licenze, marchi o assistenza tecnica per prodotti a elevata tecnologia. Statistiche aggregate relative alla bilancia tecnologica dei pagamenti sono contenute nei report

dell'OECD *Science, Technology and Industry Scoreboard*⁸.

I dati relativi alla bilancia tecnologica presentano alcune importanti limitazioni. Innanzitutto, essi vengono giudicati statisticamente poco accurati. Tali errori di stima sono in larga parte imputabili all'inclusione di asset non strettamente tecnologici e innovativi nei flussi monitorati.

Inoltre, una parte consistente dei flussi finanziari registrati al termine di ogni anno deriva da accordi per la cessione di licenze risalenti sino a 10 o 15 anni prima. Per questa ragione l'indicatore rischia di essere poco rappresentativo della situazione realmente presente al momento della rilevazione.

Una questione altrettanto importante per l'interpretazione del parametro riguarda il fatto che un risultato positivo nel bilancio dei

⁸ Il report più recente si riferisce al 2001 (www.oecd.org).

flussi tecnologici può essere il riflesso di un'elevata propensione delle imprese nazionali a produrre all'estero, piuttosto che un segnale di una forte capacità di innovazione tecnologica interna. Non è dunque automatico un giudizio positivo o negativo semplicemente in base al segno rilevato per la bilancia dei pagamenti. Ad esempio, la Gran Bretagna e gli Usa hanno fatto registrare, nell'ultimo ventennio, risultati positivi nella bilancia dei pagamenti tecnologici, mentre nello stesso periodo il Giappone e la Germania presentavano valori negativi, nonostante il livello di spesa in R&S fosse relativamente più elevato in queste ultime due nazioni. La ragione di ciò va ricercata nella strategia competitiva di Germania e Giappone, le quali sfruttano il loro vantaggio tecnologico prevalentemente attraverso le esportazioni, mentre le imprese americane e inglesi si affidano in misura maggiore a investimenti diretti all'estero che determinano un più alto volume di *royalty income*.

3.4. Indicatori ambientali di innovatività

La serie di indicatori che verranno presentati nel seguito sono specificamente orientati a cogliere dimensioni dell'ambiente economico, sociale e istituzionale capaci di influire sul livello di innovatività locale. Gli indicatori analizzati non costituiscono, quindi, delle misure dirette di output innovativo. In particolare, si intende esplorare la disponibilità di misure utili a rilevare fenomeni legati alla formazione e trasferimento di conoscenza, alla connettività tra le strutture coinvolte nel processo innovativo, agli incentivi formali e taciti all'innovazione. Gli ultimi due indicatori proposti si riferiscono, in particolare, alla valutazione del grado di interazione tra la sfera finanziaria e quella industriale.

3.4.1. Progetti europei

Una delle dimensioni indicate come particolarmente rilevanti per il successo di un sistema avanzato di ricerca è la sua capacità di creare degli efficienti network di collaborazione. Lo sviluppo delle conseguenti sinergie costituisce un indubbio elemento di vantaggio competitivo.

I più recenti modelli teorici suggeriscono come la performance di un sistema di innovazione, sia locale che nazionale, sia profondamente influenzata dalla quantità e qualità delle interazioni fra tre distinti agenti economici: i centri di ricerca accademici, il governo e il settore industriale (Etkowitz e Leydersdorff 2000).

Per la valutazione quantitativa di tale capacità di interazione nell'attività di ricerca è possibile ricorrere all'osservazione dei progetti europei assegnati, nel corso degli anni, a istituzioni o imprese localizzate all'interno dell'area geografica che si intende esaminare. È ampiamente riconosciuto, infatti, che il processo di selezione per l'assegnazione di un progetto di finanziamento europeo sia basato, con particolare enfasi, sulla capacità dei contraenti di dimostrare l'esistenza di efficienti collaborazioni interistituzionali sia a livello locale che internazionale. A questo riguardo, differenti studi empirici hanno rilevato come la contemporanea presenza di università e imprese, tra i differenti *contractors* di un progetto europeo, mostri una elevata incidenza (Caloghirou *et al.* 2001).

I principali vantaggi del metodo di analisi basato sui progetti europei sono riassumibili nei seguenti punti. I dati sui progetti europei sono di dominio pubblico e accessibili attraverso il database on-line dell'Unione Europea CORDIS⁹. Il database contiene dati sin dal 1986, per cui è possibile realizzare degli studi in serie storica sul numero di progetti finanziati. Vi è inoltre la possibilità di misurare la competitività su differenti aree tecnologiche attraverso la selezione di specifici programmi di ricerca proposti dall'Unione Europea. Attraverso l'elaborazione dei dati forniti sui progetti è possibile, inoltre, stimare l'ordine di grandezza dell'impatto finanziario a sostegno della ricerca ricevuto da una specifica area geografica o istituzione.

L'analisi dei partner presenti su singoli progetti è, infine, uno strumento particolarmente utile per la comprensione delle relazioni esistenti tra istituzioni di ricerca e imprese private a livello locale¹⁰.

⁹ Il database per la ricerca dei progetti europei è collocato all'interno del sito www.cordis.lu.

¹⁰ Per un'approfondita analisi delle metodologie di studio dei progetti europei basate su *social network analysis* si veda Breschi e Cusmano 2002.

Una evidente limitazione dell'analisi consiste nel fatto che è possibile valutare unicamente i progetti che sono stati acquisiti e non le *applications*. Inoltre, vi è il rischio di sottostimare la capacità innovativa di una certa area, nel caso non vi sia una effettiva corrispondenza tra gli indirizzi scientifici di un particolare programma quadro dell'Unione Europea e la specializzazione tecnologica presente localmente. Le opportunità di analisi appena presentate possono essere schematizzate attraverso i seguenti indicatori:

- numero di progetti europei assegnati a *contractors* residenti in una specifica area geografica.

Tale indicatore è esprimibile sia in termini di stock a partire dall'inizio dell'attività di finanziamento dell'Unione Europea (1986) sia in serie storica, utilizzando le *start-dates* del progetto. Un secondo indicatore:

- numero di progetti attivi negli anni.

Questo indicatore si differenzia dal precedente in quanto per il suo calcolo è necessario tenere conto anche delle durate dei progetti acquisiti localmente. Rispetto al precedente esso fornisce, dunque, una misura più precisa dell'effettivo andamento temporale dei finanziamenti e delle attività di collaborazione. I dati sui progetti europei si prestano, inoltre, ad alcune possibili analisi di portafoglio e di competitività locale:

- numero di progetti acquisiti per settore industriale;
- progetti acquisiti localmente / progetti acquisiti a livello nazionale;
- finanziamento locale / finanziamento a livello nazionale;
- numero di collaborazioni locali tra istituzioni pubbliche e settore privato.

I primi tre indicatori rappresentano una misura di specializzazione delle aree innovative presenti localmente e una stima della loro incidenza rispetto al sistema economico nazionale. Il quarto indicatore invece è da intendersi come una stima del grado di connettività presente sul territorio tra il mondo della ricerca pubblica e le attività industriali.

3.4.2. Start-ups

L'ingresso sul mercato di nuove imprese può essere adottato quale indicatore di potenzialità innovativa sotto alcuni importanti vincoli metodologici e concettuali. Il più importante tra essi è l'esistenza di una reale correlazione tra nascita di nuove imprese e impulso innovativo. Poiché vengono prese in esame imprese nascenti, non è possibile il ricorso a indicatori quali l'ammontare della spesa in ricerca o la produzione brevettuale al fine di identificare chiaramente il loro contributo atteso al livello di innovazione presente localmente. La migliore approssimazione per caratterizzare tale contributo viene identificata, in questo specifico caso, nelle tipologie di prodotti e servizi fornite dalle nuove imprese. Un tentativo di sistematizzazione riguardo quest'ultimo problema è stato proposto da Engel e Fier (2000) tramite l'impiego della classificazione OECD del settore industriale high-tech.

Un ulteriore filtro nella cernita delle start-ups rilevanti deve riguardare l'origine della nuova impresa. Sono infatti da escludersi imprese derivanti da aziende già esistenti, poiché in questo caso verrebbe a mancare la possibilità di rintracciare l'esistenza di una effettiva spinta imprenditoriale. Per motivazioni analoghe deve anche essere presa in esame la collocazione di mercato delle nuove imprese, rispetto al contesto industriale in cui esse nascono. Ai fini della misurazione della capacità innovativa, il valore di start-up di imprese, pur in settori a elevato contenuto tecnologico, le quali si collocano strettamente in posizione di fornitori *technology driven*, perde fortemente di significatività. Ciò è ovviamente rafforzato nel caso in cui il contesto locale sia caratterizzato da un numero esiguo di imprese committenti di grandi dimensioni¹¹. Nella stima delle potenzialità innovative delle nuove imprese è opportuno controllare anche l'eventuale presenza di effetti imitativi. In questo caso le nuove aziende nascerebbero successivamente alla definizione di uno standard tecnologico, avendo unicamente l'effetto di diffondere l'adozione di nuova tecnologia piuttosto che di contribuirne alla creazione.

¹¹ Per una *review* dei modelli di interpretazione teorica degli effetti prodotti da start-ups tecnologiche sui sistemi innovativi locali, si vedano Gans *et al.* 2000.

Capitolo terzo

La presenza di banche dati, di natura sia nazionale che internazionale, dedicate alle attività di imprese private consente di calcolare, anche in serie temporale, i seguenti indicatori¹²:

- numero di nuove imprese high-tech in una specifica area geografica;
- composizione settoriale delle nuove imprese.

Sebbene il momento della quotazione di un'impresa rappresenti un evento sostanzialmente differente rispetto al semplice atto di fondazione della stessa, esso può rivelarsi un utile indicatore aggiuntivo. Nel secondo capitolo si è evidenziato come il finanziamento attraverso *equity* venga riconosciuto essere, quantomeno in via teorica, uno strumento particolarmente adatto per imprese altamente innovative:

- numero di quotazioni sui nuovi mercati da parte di imprese localizzate all'interno di una specifica area geografica;
- capitalizzazione complessiva di mercato dopo la quotazione.

I precedenti indicatori, oltre a una valutazione di ordine qualitativo sulla natura delle attività industriali condotte dalle imprese locali, forniscono una stima della capacità di tali imprese di attrarre risorse finanziarie. Inoltre, è opportuno ricordare come il momento della quotazione sia tipicamente associato a una importante crescita negli investimenti in asset fisici e intangibili delle imprese coinvolte¹³. Al momento, quest'ultima tipologia di indicatori non è inclusa nell'*innovation scoreboard* ufficiale dell'Unione Europea (Eis). Tale scelta è probabilmente riconducibile agli effetti prodotti dalla bolla speculativa del 2000 nel settore delle nuove tecnologie informatiche. Di fatto, la presenza di pronunciate distorsioni di natura speculativa nei valori di mercato delle imprese quotate riduce pesantemente l'efficacia degli indicatori proposti.

¹² Tra i numerosi database privati disponibili, Amadeus (www.amadeus.bvdep.com) si distingue per completezza dei dati e comparabilità a livello internazionale delle informazioni.

¹³ Le informazioni riguardo le quotazioni di imprese sui mercati azionari europei possono essere acquisite tramite il database Osiris (www.osiris.bvdep.com).

3.4.3. Risorse umane

La disponibilità di risorse umane qualificate è un elemento indispensabile per l'avanzamento competitivo di un sistema economico. I modelli di crescita endogena fanno diretto riferimento allo stock di capitale umano quale fattore in grado di sostenere nel tempo positivi tassi di sviluppo economico (Lucas 1988). La misurazione della qualità media delle risorse umane può, dunque, fornire una importante stima delle potenzialità innovative presenti in ambito locale. La valutazione dell'impatto locale del capitale umano è stata tradizionalmente realizzata attraverso l'analisi statistica dei livelli medi di istruzione della popolazione. Rispetto a tale approccio è possibile focalizzare l'osservazione su specifici fattori in più stretta connessione all'attività innovativa. Al fine di favorire e supportare l'introduzione di nuove tecnologie, un sistema regionale dovrà essere in grado, infatti, di produrre competenze in specifiche aree high-tech.

Una importante questione metodologica consiste, quindi, nella selezione delle aree scientifiche da ritenersi rilevanti e nell'uniformazione a livello internazionale dei corrispondenti gradi di studio. Le statistiche dell'Eurostat sul tema *science and technology indicators* impiegano tre fonti principali per la soluzione di tali problematiche: il *Community Labour Force Survey*, il *Canberra Manual* e l'*International Standard Classification of Education* dell'UNESCO.

In questi documenti la classificazione delle risorse umane come specificamente orientate ad attività scientifiche e tecnologiche avviene secondo due differenti principi: in base alla formazione scolastica conseguita oppure in base alla posizione lavorativa corrente. Nel primo caso, vengono considerati nelle statistiche tutti gli individui che abbiano completato un percorso formativo di terzo livello su una delle seguenti aree: scienze naturali, ingegneria, scienze mediche e scienze sociali¹⁴. Nel secondo caso, gli occupati rilevanti per i

¹⁴ Per dettagli tecnici sulla identificazione dei settori rilevanti si veda il *Canberra Manual*, www.oecd.org. Il *Canberra Manual* è stato sviluppato attraverso una collaborazione tra Eurostat e OECD e adottato per la prima volta nel 1995. Una nuova edizione del manuale è stata prodotta nel 2002.

settori high-tech sono individuati facendo riferimento alla suddivisione settoriale proposta nell'*International Standard Classification of Occupation* (Isco) dell'International Labour Organization.

Seguendo tali classificazioni, gli indicatori utilizzati per le stime dell'incidenza delle risorse umane utili per l'innovazione, su una specifica area geografica, sono i seguenti:

- percentuale di nuovi laureati in materie scientifiche sulla popolazione;
- percentuale di nuovi laureati in materie scientifiche su tutti i laureati.

I dati relativi ai due precedenti indicatori, per i quali viene presa in considerazione la fascia di età 20-29 anni, sono raccolti e uniformati dall'agenzia statistica europea Eurostat, sia a livello nazionale che regionale.

Il principale problema della valutazione delle risorse umane basata su statistiche inerenti alla formazione universitaria è che viene totalmente trascurata la formazione a livello di impresa. Includendo quindi l'analisi del settore industriale, le risorse umane possono essere valutate secondo gli ulteriori parametri:

- percentuale di impiegati in imprese manifatturiere ad alta tecnologia;
- percentuale di impiegati in imprese di servizi ad alta tecnologia.

Le competenze disponibili localmente, dal punto di vista della formazione universitaria, possono essere indagate, inoltre, attraverso l'osservazione della presenza e intensità di attività di formazione postuniversitaria. Questo secondo approccio prevede un'unità di analisi non compatibile con il grado di omogeneità e aggregazione richiesto dalle statistiche a livello comunitario, ed è per tale ragione assente negli *innovation scoreboards* dell'Unione Europea. Tuttavia, la presenza locale di formazione universitaria specificamente dedicata ad attività di ricerca scientifica costituisce un indicatore di assoluta rilevanza. Gli indicatori proposti per realizzare tale valutazione sono i seguenti:

- borse di dottorato su aree scientifiche presenti localmente rispetto al totale nazionale;

- entità del finanziamento degli atenei per progetti di ricerca;
- composizione industriale/istituzionale dei finanziamenti ricevuti.

La reperibilità dei dati necessari per il calcolo, a livello comparativo internazionale, di questi ultimi indicatori costituisce un fattore critico. Nel caso italiano i database contenenti le informazioni rilevanti sono gestiti dal Ministero dell'Università e sono solo in parte di pubblico accesso¹⁵.

3.4.4. Diffusione delle ICT

Lo sviluppo e l'adozione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione vengono concordemente indicati come fattori fondamentali per lo sviluppo economico sia a livello nazionale che regionale. Numerosi studi di natura economica hanno identificato nel più rapido accesso a tali tecnologie il principale vantaggio competitivo dell'economia statunitense rispetto a quelle europee, durante il passato decennio (Fagerberg 2000). L'estesa analisi economica degli effetti prodotti dall'introduzione delle tecnologie informatiche esula dagli obiettivi di questa ricerca, per cui qui ci si limiterà alla presentazione degli indicatori correntemente impiegati per rilevare l'entità del fenomeno in analisi¹⁶.

Lo *European Innovation Scoreboard* prevede i due seguenti indicatori:

- utilizzo domestico di internet (percentuale sulle famiglie e percentuale sulla popolazione);
- spese complessive per l'ICT / PIL.

Il problema principale in relazione alla misurazione dell'ICT attiene al fatto che per tale area non vi è una chiara corrispondenza con i settori industriali impiegati all'interno delle statistiche ufficiali. Le due principali classificazioni di settore attualmente adottate, NACE per l'Unione Europea e ISIC per Stati Uniti e OECD, presenta-

¹⁵ La gestione dei database è realizzata dal consorzio Cineca, www.cineca.it.

¹⁶ Per un'interpretazione economica degli effetti delle tecnologie dell'informazione sui sistemi di innovazione si vedano: Antonelli 2003; Foray e Freeman 1993.

no sostanziali divergenze rispetto alle definizioni di servizi e prodotti ma sono accomunate dalla difficoltà di rendere in modo efficace l'incidenza del comparto delle nuove tecnologie informatiche. All'interno della classificazione Isic, ad esempio, le applicazioni hardware dell'ICT presentano un peso relativamente ridotto, essendo riconducibili a sole tre sotto-industrie¹⁷. L'effetto di tale procedura di classificazione è quello per cui in nessuna economia OECD la quota del settore ICT eccede il 15% del complessivo output del comparto manifatturiero. Avendo, quest'ultimo, un peso medio attorno al 25% del PIL per i principali paesi industrializzati, per l'ICT emergerebbe un'incidenza marginale rispetto al PIL stesso (Smith 2002). Il secondo degli indicatori appena presentati dovrebbe essere esente da queste problematiche di misurazione, in quanto non basato su una classificazione delle imprese all'interno di specifici settori industriali. I dati presentati nell'Eis sono, infatti, costruiti a partire da indagini questionnaire sulla effettiva spesa, a livello di impresa, indirizzata a tecnologie informatiche. Attualmente, la principale fonte di informazioni statistiche sull'area ICT è il report dell'OECD *Measuring the ICT Sector* (2000). All'interno del documento vengono riportati un numero elevato di parametri miranti a indicare il grado di penetrazione delle nuove tecnologie, con unità di analisi a livello nazionale:

- incidenza dell'ICT sull'intero settore privato in termini di valore aggiunto;
- incidenza dell'ICT sull'intero settore privato in termini di occupazione;
- rapporto tra spese in R&S del settore ICT e valore aggiunto;
- bilancia dei pagamenti per prodotti ICT;
- indice di *import penetration* (importazioni / domanda interna);
- numero di imprese attive (suddivise tra manifatturiere e di servizi);
- numero di brevetti su classi riconducibili all'ICT;
- numero di telefoni cellulari per 100 abitanti;
- numero di *secured web servers* per migliaio di abitanti.

¹⁷ Le tre aree considerate sono office equipment, scientific instruments e telecommunication equipment.

Questa seconda serie di indicatori appare più adatta a valutazioni comparative di carattere internazionale che non alla stima delle caratteristiche di una specifica area geografica. Tale limitazione è sostanzialmente legata alla difficoltà di reperimento dei dati a livello disaggregato. Peraltro, i dati statistici contenuti nel report OECD sulla valutazione dell'ICT sono soggetti a un *lag* temporale di circa 4 anni, rispetto al momento della rilevazione.

È importante ricordare come la presenza di un tasso di cambiamento tecnologico eccezionalmente elevato nei settori delle reti di comunicazione renda alcuni degli indicatori relativi alla diffusione dell'ICT poco significativi. Ad esempio, i tassi di diffusione dell'accesso a internet tramite linee standard è basato sul numero di singole connessioni, mentre nuove tecnologie consentono di utilizzare canali multipli di accesso¹⁸.

3.4.5. Venture capital

Nel secondo capitolo si è ampiamente argomentata la tesi secondo cui una delle principali barriere all'avvio di progetti innovativi consista nella difficoltà di reperimento di adeguate risorse finanziarie. In quest'ottica la diffusione sul territorio di particolari soggetti finanziatori, quali i venture capitalists, costituisce un importante elemento di supporto alle attività innovative, in particolar modo nel caso di start-up.

L'intensità degli investimenti condotti da parte di società di capitale di rischio è, quindi, interpretabile come un indicatore del fermento del sistema tecnologico e imprenditoriale dell'area. Infatti, i finanziamenti erogati da questi operatori finanziari, a differenza dei comuni finanziamenti del settore bancario, convergono su attività caratterizzate da elevati tassi di innovatività e potenzialità di crescita nel breve periodo. La propensione innovativa delle imprese finanziate da venture capital non appare, peraltro, misurabile tramite gli indicatori esposti in precedenza, quali le spese in R&S o l'attività brevettuale. L'importanza crescente del ruolo del capitale di rischio

¹⁸ Per ulteriori argomentazioni sui problemi di misurazione delle tecnologie della comunicazione si veda OECD, *Communications Outlook 2001*, Paris.

finanziato da società private è sottolineato dalla sua inclusione tra i parametri rilevanti proposti dall'Eis.

Lo *scoreboard* utilizza dei dati tratti da una ricerca realizzata su un campione di circa 1.000 venture capitalists europei¹⁹. Gli indicatori presentati sono i seguenti:

- investimenti da parte di venture capital / PIL;
- investimento *early stage* / totale investimenti.

Mentre il primo indicatore fornisce informazioni riguardo l'incidenza del capitale di rischio su una specifica area geografica, il secondo ne dà una connotazione qualitativa tramite la percentuale di investimento indirizzata al supporto delle prime fasi di sviluppo delle imprese rispetto al totale degli investimenti. Questo secondo indicatore risulta utile in quanto differenti analisi empiriche hanno rilevato come la composizione dell'investimento complessivo da parte di fondi e società di *private equity* veda, in ambito europeo, una elevata incidenza di capitali dedicati ad attività di *buyout* e fusioni (Hall 2002). Questa tipologia di operazione finanziaria presenta, ovviamente, un impatto assai più limitato sull'output innovativo rispetto al supporto a imprese nascenti in settori ad alta tecnologia. Una possibile criticità della metodologia adottata dallo *scoreboard* Eis deriva dall'impossibilità di rendere conto del finanziamento di capitale di rischio proveniente da fondi e società estere. Infatti, la ricerca dell'Unione Europea considera, per l'analisi comparata dei vari Stati membri, esclusivamente il finanziamento locale da parte di venture capitalists nazionali

3.4.6. Mercati finanziari

I nuovi mercati azionari europei sono stati istituiti e regolamentati, sulla base dell'esperienza statunitense del Nasdaq, secondo principi che favorissero il supporto finanziario a imprese di medie e

¹⁹ La fonte principale di dati sull'industria del venture capital in Europa è la European Venture Capital Association (www.evca.com). Dati a livello di singola impresa finanziata tramite capitale di rischio sono rintracciabili sul database privato Venture Economics (www.ventureeconomics.com).

piccole dimensioni operanti in settori ad alta tecnologia. La capitalizzazione complessiva su tali mercati delle imprese localizzate all'interno di una specifica area geografica può, dunque, considerarsi una misura di intensità innovativa locale. La numerosità delle quotazioni sui nuovi mercati può, peraltro, essere intesa quale indicatore della capacità delle imprese innovative locali di costruire rapporti con il settore della finanza. Per queste ragioni i due seguenti indicatori possono contribuire alla valutazione del livello di competitività tecnologica:

- numero di quotazioni di imprese locali / totale nazionale;
- capitalizzazione complessiva / PIL.

Gli aspetti critici relativi all'uso degli indicatori basati sulla capitalizzazione di mercato sono riconducibili a tre aspetti fondamentali. In primo luogo, va ricordata la presenza di fenomeni speculativi sui mercati azionari che potrebbero indurre distorsioni interpretative sui risultati. In secondo luogo, è opportuno sottolineare come talvolta sui nuovi mercati vengono quotati anche dei titoli che non presentano una diretta correlazione con attività a elevato contenuto tecnologico. Infine, è necessario tenere conto del fatto che i risultati degli indicatori proposti sono difficilmente comparabili a livello internazionale a causa delle divergenze legislative inerenti alla regolamentazione dei mercati stessi.

3.5. *Principali esperienze di valutazione empirica dell'innovazione*

In conclusione di questo capitolo dedicato agli indicatori empirici per la stima del grado di innovatività tecnologica di un sistema economico, vengono sinteticamente presentate le principali esperienze di applicazione di tali indicatori. La selezione degli *scoreboards* presentati è basata sulla loro rilevanza internazionale e sulla pertinenza rispetto al tema dei sistemi regionali di innovazione. Per ogni *scoreboard* censito verranno sottolineate le aree geografiche di competenza e le tipologie di indicatori utilizzate. Inoltre, verranno fornite le informazioni necessarie per poter accedere alle statistiche e alle fonti di dati utilizzate.

Trend Chart Innovation Scoreboard

EU Commission (2002)

<http://trendchart.cordis.lu/>

Lo *European Innovation Scoreboard* (EIS) è la principale fonte di dati statistici utilizzati all'interno del documento *European Trend Chart on Innovation*. Lo scoreboard è gestito dalla Commissione Europea su mandato del Consiglio di Lisbona del marzo 2000. Per esso è previsto un aggiornamento su base annuale.

Lo scoreboard include una serie di 17 indicatori raggruppati attorno a quattro distinte aree tematiche:

- risorse umane (5 indicatori);
- creazione di nuova conoscenza (3 indicatori);
- trasmissione e applicazione di conoscenza scientifica (3 indicatori);
- finanza per l'innovazione, output e mercati (6 indicatori).

L'EIS è stato ideato sia per consentire una valutazione comparata delle performance innovative degli stati membri, sia per un confronto tra la situazione aggregata europea e quella statunitense. La versione più recente è stata pubblicata nel settembre del 2002 e contiene, per la prima volta, anche dati aggregati a livello di regioni europee, a testimonianza della crescente rilevanza attribuita ai sistemi locali di innovazione. Quattro degli indicatori impiegati non sono basati su statistiche raccolte dalle agenzie nazionali ma sono stati estratti dai risultati del *Community Innovation Survey*. Questi ultimi indicatori sono ancora aggiornati al 2001.

Lo scoreboard propone, inoltre, un indicatore sintetico di innovazione per il confronto tra differenti regioni. Il *Revealed Regional Summary Innovation Index* tiene conto della performance innovativa di una certa regione sia rispetto alla media europea, sia rispetto alla propria nazione di appartenenza.

Nel seguito viene presentata la lista completa degli indicatori impiegati:

1) RISORSE UMANE

Numero di nuovi laureati in materie scientifiche; percentuale di popolazione con educazione di terzo livello; tasso di partecipazione

alla formazione permanente; impiegati nei settori high-tech rispetto al totale della forza lavoro.

2) CREAZIONE DI CONOSCENZA

Spesa pubblica in R&S / PIL; spesa privata in R&S / PIL; applicazioni di brevetti presso lo European Patent Office per milione di abitanti; applicazioni di brevetti presso lo United States Patent Office per milione di abitanti.

3) TRASMISSIONE E APPLICAZIONE DI CONOSCENZA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA

Percentuale di piccole e medie imprese che innovano *in-house*; percentuale di piccole e medie imprese coinvolte in progetti di cooperazione per attività di R&S; spese per l'innovazione (compresi brevetti e licenze) / fatturato.

4) FINANZA PER L'INNOVAZIONE, OUTPUT E MERCATI

Investimento in venture capital / PIL; nuovi capitali raccolti sui mercati azionari / PIL; percentuale di ricavi derivanti dalla commercializzazione di nuovi prodotti; percentuale di famiglie con accesso a internet; percentuale della popolazione con accesso a internet; spese complessive per l'ICT/PIL; percentuale del valore aggiunto del settore manifatturiero derivante dall'area dell'high-tech; stock di investimenti diretti esteri / PIL.

Science, Technology and Innovation Scoreboard

OECD (2001)

<http://www.oecd.org/publications/e-book/92-2001-04-1-2987/>

Questo scoreboard, la cui versione completa più recente risale al 2001, è composto da oltre 160 indicatori basati sulle banche dati dell'OECD e aggiornati con cadenza biennale. L'unità di analisi è quella nazionale. Buona parte di tali indicatori sono specificamente indirizzati a cogliere rilevanti tematiche di *policy* per l'innovazione quali la mobilità internazionale del capitale umano, l'impiego di pool di brevetti per la protezione di radicali innovazioni di prodotto, il valore aggiunto creato dalle competenze nell'area del-

P ICT. Inoltre viene posta particolare enfasi sui due specifici settori emergenti delle biotecnologie e delle scienze a supporto dell'ambiente.

Anche in questo caso sono previste delle macrosezioni rispetto alle quali vengono raggruppati i singoli indicatori:

- indicatori per la misurazione della crescita della *knowledge base* delle economie OECD;
- indicatori per stimare l'impatto dell'economia dell'informazione;
- indicatori utili per stimare il grado di integrazione dell'attività economica attraverso alleanze strategiche, fusioni e acquisizioni, attività di cooperazione tra settore pubblico e privato;
- indicatori di crescita e di performance economica.

UK Competitiveness Index (UKci)

DTI - Department of Trade and Industry, UK Government (2002)
<http://www.dti.gov.uk/opportunityforall/indicators2/index.htm>

Questo scoreboard è indirizzato alla misurazione del potenziale competitivo dell'economia inglese e presenta una sezione specificamente dedicata all'innovazione. Lo scoreboard è stato realizzato per la prima volta nel 1999, mentre la versione più recente è del 2002. Il processo di raccolta ed elaborazione dei dati è gestito dal Department of Trade and Industry ed è basato su statistiche a livello nazionale e dati aggiunti a livello di impresa raccolti secondo la metodologia proposta nel *Community Innovation Survey* del 2000. Nella sezione *innovation process* vengono utilizzati i seguenti indicatori:

- 1) numero di pubblicazioni con coautori provenienti da università e industria;
- 2) internazionalizzazione dell'attività di R&S;
- 3) spesa del settore privato in R&S;
- 4) percentuale di imprese che innovano;
- 5) percentuale di ricavi derivanti da innovazioni di prodotto;
- 6) numero di spin-off universitari;

- 7) numero e tipologia di alleanze tecnologiche tra imprese;
- 8) numero di applicazioni brevettuali;
- 9) tassi di entrata e uscita di imprese su settori high-tech.

Per una dettagliata analisi delle metodologie di calcolo dei nove indicatori si consiglia la visione dei documenti tecnici contenuti nel sito del Department of Trade and Industry.

Index of Massachusetts Innovation Economy

Massachusetts Technology Collaborative (2001)

<http://www.mtpc.org/2001index/about.htm>

Si tratta di uno scoreboard orientato a sistemi regionali di innovazione il cui obiettivo principale consiste nella produzione di analisi comparate tra differenti aree geografiche degli Stati Uniti. Lo scoreboard presenta due approcci di valutazione: uno di carattere qualitativo focalizzato sull'analisi dell'impatto di cluster locali di imprese, e uno di natura strettamente quantitativa basato su 30 indicatori statistici. Questi ultimi sono suddivisi in tre tipologie: indicatori di risorse, indicatori di risultato e indicatori di processo. In particolare, il set di misure relative al processo di innovazione include indicatori atti a stimare la generazione di nuova conoscenza, la commercializzazione di prodotti innovativi e l'imprenditorialità in settori high-tech. Al contrario, gli indicatori di risultato appaiono più orientati a cogliere un generico effetto di benessere sociale che non a valutare l'output finale di innovazione tecnologica. Gli indicatori proposti sono i seguenti:

1) INDICATORI DI RISORSE

Investimento privato in R&S; investimento pubblico in R&S; livello medio di scolarizzazione della forza lavoro; numero di laureati in materie ingegneristiche; tasso di disoccupazione; investimenti in venture capital; numero di imprese attive nel commercio elettronico.

2) INDICATORI DI RISULTATO

Tasso di occupazione; livello salariale medio; esportazioni di tecnologia.

3) INDICATORI DEL PROCESSO DI INNOVAZIONE

Numero di applicazioni di brevetti / popolazione; numero di innovazioni di prodotto immesse sul mercato; numero di licenze d'uso di brevetti; numero di approvazioni da parte della Federal Drug Administration; numero di quotazioni sui mercati azionari; numero di imprese quotate sul mercato Nasdaq; numero di progetti di finanziamento acquisiti all'interno del programma SBIR (Small Business Innovation Plan).

Bibliografia

- Aboody, D. e Lev, B. (2000), «Information Asymmetry, R&D and Insider Gains» in *The Journal of Finance*, 55, pp. 2747-66.
- Acs, Z. J. e Audretsch, D. B. (1993), «Innovation Output Indicators: the US experience» in *New concepts in innovation output measurement*, New York, St. Martin's Press.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. e Feldman, M. P. (1992), «Real Effects of Academic Research» in *American Economic Review*, 82, pp. 363-67.
- (1994), «R&D Spillover and Recipient Firm Size» in *Review of Economics and Statistics*, 76 (2), pp. 336-40.
- Acs, Z. J., Fitzroy, F. e Smith, I. (1999), «High Technology Employment, Wages and University R&D Spillovers: Evidence from US Cities» in *Economics of Innovation and New Technology*, 8 (1-2), pp. 57-78.
- Adams, J. (2001), «Comparative Localization of Academic and Industrial Spillovers», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 8292, Cambridge, MA.
- Adams, J., Chiang, E. e Starkey, K. (2000), «Industry University Cooperative Research Centers», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 7843, Cambridge, MA.
- Adams, J. e Griliches, Z. (1996), «Measuring Science - an exploration», Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, vol. 93 (23).
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Groffith, R. e Howitt, P. (2002), «Competition and innovation: an inverted U relationship», IFS Working Paper 02/04, Institute for Fiscal Studies, London, UK.
- Aghion, P. e Bolton, P. (1992), «An Incomplete Contracts Approach to Financial Contracting» in *Review of Economic Studies*, 77, pp. 338-401.

Bibliografia

- Aghion, P. e Tirole, J. (1997), «Formal and Real Authority in Organization» in *Journal of Political Economy*, 105, pp. 1-29.
- Agrawal, A. e Cockburn, I. (2002), «University Research, Industrial R&D and the Anchor Tenant Hypothesis», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 9212, Cambridge, MA.
- Akerlof, G. (1970), «The Market for 'Lemons': Quality, Uncertainty and the Market Mechanism» in *Quarterly Journal of Economics*, 84, pp. 488-500.
- Albert, M., Avery, D., McAllister, P. e Narin, F. (1991), «Direct Validation of Citation Counts as Indicators of Industrially Important Patents» in *Research Policy*, 20, pp. 251-59.
- Alderson, M. e Betker, B. (1996), «Liquidation Costs and Accounting Data» in *Financial Management*, 25, pp. 25-36.
- Allayannis, G. e Mozumdar, A. (2001), «The investment - cash flow sensitivity puzzle: can negative cash flow observations explain it?», Working Paper, University of Virginia.
- Allen, F. e Gale, D. (1995), «A welfare comparison of intermediaries and financial markets in Germany and the US» in *European Economic Review*, 39, pp. 179-209.
- Almeida, P. e Kogut, B. (1997), «The exploration of technological diversity and the geographical localisation of innovation» in *Small Business Economics*, 9, pp. 21-31.
- Anselin, L., Varga, A. e Acs, Z. J. (1997), «Local geographical spillovers between university research and high technology innovations» in *Journal of Urban Economics*, 42, pp. 422-48.
- Antonelli, C. (1987), «The Determinants of the Distribution of Innovative Activity in a Metropolitan Area: The Case of Turin» in *Regional Studies*, 21 (2), pp. 85-93.
- (2003), *The economics of innovation, new technologies and structural change*, London, Routledge.
- Antonelli, C. e Calderini, M. (2001), *Le misure della ricerca*, Torino, Edizioni Fondazione Giovanni Agnelli.
- Archibugi, D. e Pianta, M. (1992), *The technological specialization of advanced countries*, Dordrecht, NL, Kluwer Academic Publisher.
- Arrow, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for invention» in R. Nelson, *The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*, Princeton University Press, Princeton.

Bibliografia

- Arundel, A. (2001), «The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation» in *Research Policy*, 30, pp. 611-24.
- Arundel, A. e Geuna, A. (2001), «Does proximity matter for knowledge transfer from Public Institutes and University to Firms?», SPRU Electronic Working Paper 73.
- Audretsch, D. B. e Feldman, M. (1996), «R&D spillovers and the geography of innovation and production» in *American Economic Review*, 86, pp. 630-40.
- Audretsch, D. B. e Fritsch, M. (1992), «Interregional differences in new firm formation: evidence from West Germany» in *Regional Studies*, 25.
- Audretsch, D. B. e Stephan, P. E. (1996), «Company-scientist location links: the case of biotechnology» in *American Economic Review*, 86 (3), pp. 641-52.
- Audretsch, D. B. e Vivarelli, M. (1996), «Small firms and R&D spillovers: evidence from Italy» in *Small Business Economics*, 8 (3), pp. 249-58.
- Bah, R. e Dumontier, P. (2001), «R&D intensity and corporate financial policy: some international evidence» in *Journal of Business Finance & Accounting*, 28 (5/6), pp. 671-92.
- Bange, M. e DeBondt, W. (1998), «R&D budgets and corporate earnings targets» in *Journal of Corporate Finance*, 4, pp. 153-84.
- Bania, N., Eberts, R. e Fogarty, M. (1993), «University and the start-up of new companies: can we generalize from Route 128 and Silicon Valley?» in *Review of Economics and Statistics*, 75, pp. 761-66.
- Baysinger, B. D., Kosnik, R. D. e Turk, T. A. (1991), «Effects of board and ownership structure on corporate R&D strategy» in *Academy of Management Journal*, 34, pp. 205-14.
- Becchetti, L. (1995), «Finance, investment and innovation: a theoretical and empirical comparative analysis» in *Empirica*, 22, pp. 167-84.
- Beise, M. e Stahl, H. (1999), «Public research and industrial innovations in Germany» in *Research Policy*, 28, pp. 397-422.
- Benzion, U. e Kim, M. (1984), «The effect of ownership on market value and risk of R&D intensive firms» in *Economic Letters*, 16, pp. 363-67.
- Berger, A. e Udell, G. (1998), «The economics of small business finance: the roles of private equity and debt markets in the financial growth cycle» in *Journal of Banking and Finance*, 22, pp. 613-73.
- Bernanke, B., Gertler, M. e Gilchrist, S. (1998), «The financial accelerator

Bibliografia

- in a quantitative business cycle framework», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 6455.
- Bernstein, J. e Nadiri, M. (1989), «Rates of return on physical and R&D capital and structure of the production process: cross section and time series evidence» in Raj, B. (a cura di), *Advances in Econometrics and Modelling*, Dordrecht (NL), Kluwer Academic Publishing.
- Bester, H. (1985), «Screening vs. rationing in credit markets with imperfect information» in *American Economic Review*, 75, pp. 850-55.
- Bhagat, S. e Welch, I. (1995), «Corporate R&D Investment: International Comparisons» in *Journal of Accounting and Economics*, 19.
- Bhattacharya, S. e Ritter, J. (1983), «Innovation and communications: signalling with partial disclosure» in *Review of Economic Studies*, 50, pp. 331-46.
- Binks, M., Ennew, C. e Reed, C. (1992), «Information asymmetries and the provision of finance to small firms» in *International Small Business Journal*, 11, pp. 35-46.
- Black, B. e Gilson, R. (1999), «Does Venture Capital Require an Active Stock Market?», John M. Olin Working Paper series 174, Stanford, CA, Stanford University.
- Blind, K. e Grupp, H. (1999), «Interdependences between the science and technology infrastructure and innovations activities in German regions: empirical findings and policy consequences» in *Research Policy*, 28, pp. 451-68.
- Bloom, N., Griffith, R. e Van Reenen, J. (1999), «Do R&D tax credits work? Evidence from an international panel of countries 1979-94», Working Paper for the Institute for Fiscal Studies and University College London, UK.
- Bloom, N. e Van Reenen, J. (2002), «Patents, real options and firm performance» in *Economic Journal*, 112, pp. 97-116.
- Blumenthal, D., Gluck, M., Seashore, K. e Wise, D. (1986), «Industrial support of university research in biotechnology» in *Science*, 231, pp. 242-46.
- Blundell, R., Griffith, R. e Van Reenen, J. (1999), «Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms» in *Review of Economic Studies*, 66 (3), pp. 529-54.
- Bond, S., Elston, J., Mairesse, J. e Mulkay, B. (1997), «Financial factors and investment in Belgium, France, Germany and the UK: a comparison using company panel data», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 5900.

Bibliografia

- Bond, S., Haroff, D. e Van Reenen, J. (1998), «Investment, R&D and financial constraints in Britain and Germany», Institute for Fiscal Studies, London and ZEW, Mannheim.
- Bond, S. e Meghir, C. (1994), «Dynamic investment models and the firms financial policy» in *Review of Economic Studies*, 61, pp. 197-222.
- Bougheas, S., Holger, G. e Strobl, E. (2001), «Is R&D financially constrained? Theory and evidence from Irish manufacturing», Working Paper, Nottingham, UK, University of Nottingham.
- Breschi S. e Cusmano, L. (2002), «Unveiling the Texture of a European Research Area: Emergence of Oligarchic Networks under EU Framework Programmes», CESPRI Working Paper 130, Università Bocconi, Milano.
- Breschi, S. e Lissoni, F. (2001), «Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical review», Liuc papers in Economics, 84, Castellanza (VA), Cattaneo University (Liuc).
- Brown, K. (1999), «Sandia's science park: a new concept in technology transfer» in *Issues in Science and Technology*, 15 (2), pp. 67-70.
- Brown, W. (1997), «R&D intensity and finance: are innovative firms financially constrained?», Working Paper, London School of Economics Financial Group, UK.
- Calderini, M. e Garrone, P. (2003), «Mergers and acquisition and the innovation strategies» in Calderini, M., Garrone, P. e Sobrero, M. (a cura di), *Corporate Governance, Market Structure and Innovation*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Calderini, M. e Scellato, G. (2003), «Academic Research, Technological Specialisation and the Innovation Performance in European Regions: an Empirical Analysis in the Wireless Sector», Working Paper prepared for the DRUID Summer Conference, Copenhagen (www.druid.dk; www.polito.it/research/grit).
- Caloghirou, Y., Tsakanikas, A. e Vonortas, N. S. (2001), «University - industry cooperation in the context of the European Framework Programmes» in *Journal of Technology Transfer*, 26 (1-2), pp. 153-61.
- Canberra Manual* (1995; 2002), OECD Publication (www.oecd.org).
- Carpenter, R. e Petersen, B. (2002), «Is the growth of small firms constrained by internal finance?» in *Review of Economics and Statistics*, forthcoming.
- (2002), «Capital market imperfections, high-tech investment and new equity financing» in *Economic Journal*, 112, pp. 54-72.

Bibliografia

- Chan, L. K. C., Lakonishok, J. e Sougiannis, T. (1999), «The stock market valuation of research and development expenditures», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 7223.
- Cleary, S. (1999), «The relationship between firm investment and financial status» in *Journal of Finance*, 54, pp. 673-92.
- Cockburn, I. e Griliches, Z. (1988), «Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents» in *American Economic Review*, 78 (2), pp. 419-23.
- Cockburn, I. e Henderson, R. (1996), «Scale, Scope, and Spillovers: Determinants of Research Productivity in the Pharmaceutical Industry» in *RAND Journal of Economics*, 27 (1), pp. 32-59.
- Cohen, W. M. (1998), «Industry and the Academy: Uneasy partners in the cause of technology advance» in Noll, R. G. (a cura di), *Challenges to Research Universities*, Washington DC, Brookings Institution Press.
- Cohen, W. M., Florida, R., Randazzese, L. e Walsh, J. (1998), «Industry and the academy: uneasy partners in the cause of technological advance» in Noll, R. G. (a cura di), *Challenges to Research Universities*, Washington DC, Brookings Institution Press.
- Cohen, W. M. e Levin, R. C. (1989), «Empirical studies of innovation and market structure» in Schmalensee, R. e Willig, R. (a cura di), *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam.
- Cohen, W. M. e Levinthal, D. (1989), «Innovation and learning: the two faces of R&D» in *The Economic Journal*, 99, pp. 569-96.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. e Walsh, J. P. (2000), «Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why US Manufacturing Firms Patent (or not)», NBER Working Paper 7552, Cambridge, MA.
- (2002), «Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D» in *Management Science*, vol. 48 (1), pp. 1-23.
- Collins, P. e Wyatt, S. (1988), «Citations in patents to the basic research literature» in *Research Policy*, 17, pp. 65 -74.
- Cressy, R. (1996), «Pre entrepreneurial income, cash flow growth and survival of start-up business: model and test on UK data» in *Small Business Economics*, 8.
- David, P., Hitt, M. e Gimeno, J. (2001), «The influence of activism by institutional investors on R&D» in *Academy of Management Journal*, 44, pp. 144-57.
- Dixit, A. e Pindyck, R. (1994), *Investment under uncertainty*, Princeton University Press, Princeton.

Bibliografia

- Doukas, L. e Switzer, L. (1992), «The Stock Market's Valuation of R&D Spending and Market Concentration» in *Journal of Economics & Business*, 44 (2), pp. 95-114.
- Edquist, C. (a cura di) (1997), *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*, London, Pinter.
- Edwards, J. e Fischer, K. (1993), *Banks, Finance and Investment in Germany*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Edwards, K. e Gordon J. (1984), «Characterisation of innovation introduced on the US market in 1982», Paper prepared for the US Small Business Administration under contract no. snA6500A82.
- Eng, L. e Shackell, M. (2001), «The implications of long-term performance plans and institutional ownership for firms' research and development investments» in *Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 16 (2), pp. 117-39.
- Engel, D. (2002), «The impact of venture capital on firm growth: an empirical investigation», ZEW Discussion paper 02-02, Mannheim.
- Engel, D. e Fier, A. (2000), «Does R&D infrastructure attract high tech start-ups?», ZEW Discussion paper 30.
- Etzkowitz, H. (1998), «The Norms of Entrepreneurial Science: Cognitive Effects of the New University-Industry Linkages» in *Research-Policy*, 27 (8), pp. 823-33.
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (2000), «The dynamics of innovation: from National Systems to a Triple Helix of academic - industry - government relations» in *Research Policy*, 29, pp. 109-23.
- Etzkowitz, H., Webster, A. e Healey, P. (1998), *Capitalizing knowledge: new intersections of industry and Academia*, Albany, NY, SUNY Press - State University of New York Press.
- Eurostat (2000), *Science and Technology Statistics*.
- Fagerberg, J. (2000), *The economic challenge for Europe*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Fazzari, S. M., Hubbard, R. G. e Petersen, B. C. (1988), «Financing constraints and corporate investment» in *Brookings Papers on Economic Policy*, pp. 141-95.
- (2000), «Investment Cash-flow sensitivities are useful: a comment on Kaplan and Zingales» in *Quarterly Journal of Economics*, 65 (2), pp. 695-706.

Bibliografia

- Florida, L. e Kenney, M. (1994), «Venture capital financed innovation and technological change in the USA» in *Research Policy*, 17, pp. 117-39.
- Foray, D. e Freeman, C. (a cura di) (1993), *Technology and the Wealth of Nations*, London, Pinter.
- Francis, J. e Smith, A. (1995), «Agency costs and innovation: some empirical evidence» in *Journal of Accounting and Economics*, 19, pp. 383-409.
- Frascati Manual* (1963; 2000), OECD Publication.
- Fritsch, M. e Schwirten, C. (1999), «Enterprise-University Co-operation and the Role of Public Research Institutions in Regional Innovation Systems» in *Industry and Innovation*, 6 (1), pp. 69-83.
- Gambardella, A. e Torrisi, S. (1999), «The economic value FO knowledge and interfirm technological linkages: an investigation of science-based firms», Working Paper for Dynacom TsER Project, 2000.
- Gans, J., David, H. e Stern, S. (2000), «When Does Start-Up Innovation Spur the Gale of Creative Destruction?», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 7851, Cambridge, MA.
- Garfield, E. (1955), «Citation Indexes for Science» in *Science*, 112, pp. 108-11.
- Geuna, A. (1998), «Determinants of University participation in EU-founded R&D cooperative projects» in *Research Policy*, 26 (6), pp. 677-88.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwarzman, S., Scott, P. e Trow, M. (1994), *The new production of knowledge: the dynamics of research in contemporary societies*, London, SAGE Publications.
- Giudici, G. e Paleari, S. (2000), «The provision of finance to innovation: a survey conducted among Italian technology-based small firms» in *Small Business Economics*, 14, pp. 37-53.
- (2003), «R&D financing and stock markets» in Calderini, M., Garrone, P. e Sobrero, M. (a cura di), *Corporate Governance, Market Structure and Innovation*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Godin, B. (2003), «The emergence of S&T indicators: why did governments supplement statistics with indicators?» in *Research Policy*, 32, pp. 679-91.
- Gompers, P. A. (1996), «Grandstanding in the venture capital industry» in *Journal of Financial Economics*, 42, pp. 133-56.
- Gompers, P. A. e Lerner, J. (1999), *The venture capital cycle*, Cambridge, MA, MIT Press.

Bibliografia

- Goodacre, A. e Tonks, I. (1995), «Finance and technological change» in Stoneman, P. (a cura di), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, UK, Blackwell Publishing.
- Griliches, Z. (1979), «Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth» in *Ben Journal of Economics*, 10 (1), pp. 92-116.
- (1990), «Patent statistics as economic indicatore: a survey» in *Journal of Economic Literature*, 6, pp. 1661-707.
 - (1992), «The search for R&D and spillovers» in *Scandinavian Journal of Economics*, 94, pp. 29-47.
- Griliches, Z., Pakes, A. e Hall, B. (1986), «The value of patents as indicators of inventive activity», National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Gros-Pietro, G., Reviglio, E. e Torrisi, A. (2001), *Assesti proprietari e mercati finanziari europei*, Il Mulino, Bologna.
- Grupp, H. (1994), «The measurement of technical performance of Innovation by technometrics and its impact on established technology indicators» in *Research Policy*, 23, pp. 175-93.
- (1998), *Foundations of the Economics of Innovation*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Grupp, H. e Schmoch, U. (1999), «Patent statistics in the age of globalisation: new legal procedures, new analytical methods, new economic interpretation» in *Research Policy*, 28, pp. 34-45.
- Guiso, L. (1998), «High-Tech firms and credit rationing» in *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 35, pp. 39-59.
- Hall, B. (1990), «The impact of corporate restructuring on industrial research and development» in *Brookings Papers in Economic Activity*, 1, pp. 85-136.
- (1993), «The stock market's valuation of R&D investment during the 1980's» in *American Economic Review*, papers and proceedings, 83, 2, pp. 259-64.
 - (1996), «The private and social returns to research and development» in Smith, B. e Barfield, C. (a cura di), *Technology, R&D and the Economy*, pp. 140-83.
 - (2002), «The financing of research and development» in *Oxford Review of Economic Policy*, 18.
- Hall, B. e Ziedonis, R. (2001), «The patent paradox revisited: an empirical

Bibliografia

- study of patenting in the U.S. Semiconductor industry, 1979-1995» in *RAND Journal of Economics*, vol. 32.
- Hall, B. H., Link, A. N. e Scott, J. T. (2000), «University as research partners», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 7643, Cambridge, MA.
- Harhoff, D. (1998), «Are there financing constraints for innovation and investment in german manufacturing firms?» in *Annales d'Economie et de Statistique*, 49/50, pp. 421-56.
- Hao, K. Y. e Jaffe, A. (1993), «Effect of liquidity on firms' R&D spending» in *Economics of Innovation and New Technology*, 2, pp. 275-82.
- Hart, O. e Moore, J. (1995), «Debt and seniority: an analysis of the role of hard claims in constraining management» in *American Economic Review*, 85, pp. 567-85.
- Hausmann, J., Hall, B. e Griliches, Z. (1984), «Econometric model for count data with an application to the patents R&D relationship» in *Econometrica*, 52 (4), pp. 909-38.
- Hellman, T. e Puri, M. (2000), «The interaction between product market and financial strategy: the role of venture capital!» in *Review of Financial Studies*, 13, pp. 959-84.
- (2002), «Venture capital and the professionalization of start-up firms: empirical evidence» in *Journal of Finance*, 57 (1), pp. 169-97.
- Henderson, R., Jaffe, A. e Trajtenberg, M. (1998), «University as a Source of Commercial Technology: a Detailed Analysis of University Patenting 1965-1988» in *Review of Economics and Statistics*, 80 (1), pp. 119-27.
- Hicks, D., Breitzam, T., Olivastro, D. e Hamilton, K. (2001), «The changing composition of the innovative activity in the U.S. - a portrait based on patent analysis» in *Research Policy*, 30 (4), pp. 681-703.
- Himmelberg, C. P. e Petersen B. (1994), «R&D and internal finance• a panel data study of small forms in high tech industries» in *Review of Economics and Statistics*, 76 (1), pp. 38-51.
- Holmstrom, B. (1979), «Moral hazard and observability» in *Ben Journal of Economics*, 10, pp. 74-91.
- Holmstrom, B. e Milgrom, P. (1991), «Multitask principal agent analyses: incentive contracts, asset ownership and job design» in *Journal of Law Economics and Organization*, 7, pp. 24-92.
- Hoshi, T., Kashyap, T. e Scharfstein, D. (1991), «Corporate structure, liquidity and investment: evidence from japanese industrial groups» in *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 33-60.

Bibliografia

- Hubbard, R. G. (1998), «Capital-market imperfections and investment» in *Journal of Economic Literature*, 36, pp. 193-225.
- Jacobsson, S., Oskarsson, C. e Philipson, J. (1996), «Indicators of technological activities - comparing educational, patent and R&D statistics in the case of Sweden» in *Research Policy*, 25, pp. 573-85.
- Jaffe, A. (1986), «Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value» in *American Economic Review*, 76 (5), pp. 984-1001.
- (1989), «Real effects of academic research» in *American Economic Review*, 79, pp. 957-78.
- (2000), «The U.S. patent system in transition: policy innovation and the innovation process» in *Research Policy*, 29, pp. 531-57.
- Jaffe, A. e Trajtenberg, M. (1996), «Flows of knowledge from universities and federal labs: modeling the flow of patent citations over time and across institutional and geographic boundaries», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 5712, Cambridge, MA.
- (1998), «International knowledge flows: evidence from patent citations», NBER Working Paper series 6507, Cambridge, MA.
- (2002), *Patents Citations and Innovations*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Jaffe A., Trajtenberg, M. e Henderson R. (1993), «Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations» in *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 577-98.
- (1998), «University as a source of commercial technology: a detailed analysis of University patenting» in *Review of Economics and Statistics*, pp. 119-27.
- Jensen, M. C. (1993), «The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems» in *Journal of Finance*, 48, pp. 831-80.
- Jensen, M. C. e Meckling, W. H. (1976), «Theory of the firm managerial behavior, agency cost, and ownership structure» in *Journal of Financial Economics*, 1, pp. 305-60.
- Jensen, R. e Thursby, M. C. (2001), «Proofs and Prototypes for Sale: the Licensing of University Inventions» in *American Economic Review*, 91 (1), pp. 240-59.
- Johnson, M. S. e Rao, R. P. (1997), «The impact of antitakeover amendments on corporate financial performances» in *Financial Review*, 32 (4), pp. 659-89.

Bibliografia

- Kamien, K. e Schwartz, N. (1978), «Self financing of an R&D project» in *American Economic Review*, 68, pp. 252-61.
- (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge, MA, Cambridge University Press.
- Kaplan, S. e Stromberg, P. (2002a), «Financial contracting theory meets the real world: an empirical analysis of venture capital contracts», Working Paper, Graduate School of Business, University of Chicago, Chicago.
- (2002b), «Characteristics, contracts and actions: evidence from venture capitalist analyses», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 8764, Cambridge, MA.
- Kaplan, S. e Zingales, L. (1997), «Do investment - cash flow sensitivities provide useful measures of financing constraints?» in *Quarterly Journal of Economics*, vol. cxii, 1, pp. 169-216.
- (2000), «Investment-cash flow sensitivities are not useful measures of financial constraints» in *Quarterly Journal of Economics*, vol. cxv, pp. 707-12.
- Kleinknecht, A. (1987), «Measuring R&D in small firms: How much are we missing?» in *Journal of Industrial Economics*, 36 (2), pp. 253-56.
- Kleinknecht, A., Reijnen, J. e Simts, W. (1993), «Collecting literature-based innovation output indicators. The experience in Netherlands» in *New concepts in innovation output measurement*, New York, St. Martin's Press.
- Kleinknecht, A. e Reijnen, O. (1991), «More evidence on the undercounting of small firm R&D» in *Research Policy*, 20 (6), pp. 579-87.
- Klette, T. J., Moen, J. e Griliches, Z. (2000), «Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic Evaluation Studies» in *Research Policy*, 29, pp. 471-95.
- Kortum, S. e Lerner, J. (2000), «Assessing the contribution of venture capital to innovation» in *RAND Journal of Economics*, 31, pp. 674-92.
- Kyotaki, N. e Moore, J. (1997), «Credit Cycles» in *Journal of Political Economy*, 105, pp. 211-48.
- Laestadius, S. (1998), «The relevance of science and technology indicators: the case of pulp and paper» in *Research Policy*, 27, pp. 385-95.
- Lee, W. H. e Yang, W. T. (2000), «The cradle of Taiwan high technology industry and development - Hsinchu Science Park» in *Technovation*, 20, pp. 55-59.

Bibliografia

- Lee, Y. S. (1996), «Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration» in *Research Policy*, 25 (6), pp. 843-63.
- Leland, H. e Pyle, D. (1977), «Informational asymmetries, financial structure and financial intermediation» in *Journal of Finance*, 32, pp. 371-87.
- Lerner, J. (1995), «Venture Capitalists and the oversight of private firms» in *Journal of Finance*, 50, pp. 301-18.
- Lerner, J. e Tsai, A. (2000), «Do Equity Financing Cycles Matter? Evidence from Biotechnology Alliances», National Bureau of Economic Research - Working Paper series 7464, Cambridge, MA.
- Lev, B. (2001), *Intangibles: Management, Measurement and Reporting*, Washington DC, Brookings Institution Press.
- Lev, B. e Sougiannis, T. (1996), «The capitalization, amortization, and value-relevance of R&D» in *Journal of Accounting & Economics*, 21 (1), pp. 107-38.
- (1999), «Penetrating the book-to-market black box: The R&D effect» in *Journal of Business Finance & Accounting*, 26 (3/4), pp. 419-49.
- Levin, R., Klevorick, A., Nelson, R. e Winter, S. (1987), «Appropriating the returns from industrial research and development» in *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, pp. 783-831.
- Leydesdorff, L. e Gauthier, E. (1995), «The evaluation of national performance in selected priority areas using scientometric methods» in *Research Policy*, 25, pp. 431-50.
- Link, A e Rees, J. (1990), «Firm size, university based research and returns to R&D» in *Small Business Economics*, 3 (3), pp. 179-84.
- Lofsten, H. e Lindelof, P. (2001), «Science parks in Sweden - Industrial renewal and development?» in *R&D Management*, 18 (3-4), pp. 372-93.
- Long, W. F. e Ravenscraft, D. J. (1993), «LBO's, debt and R&D intensity» in *Strategic management Journal*, 14, pp. 119-35.
- Lucas, R. (1988), «On the mechanics of economic development» in *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
- Lumme, A. et al. (1993), «New technology-based companies in Cambridge in an international perspectives», University of Cambridge, Small Business Research Center, Working Paper 35.
- Lundvall, B.-Å. (a cura di) (1992), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter.
- Malerba, F. (a cura di) (2000), *Economia dell'innovazione*, Carocci, Roma.

Bibliografia

- Malerba, F. e Orsenigo, L. (1997), «Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities» in *Industrial and Corporate Change*, 6, pp. 83-117.
- Malo, S. e Geuna, A. (2000), «Science-Technology linkages in emerging research platform: the case of combinatorial chemistry and biology» in *Scientometrics*, 47, pp. 303-21.
- Manigart, S. e Strujf, C. (1997), «Financing high technology start-ups in Belgium: an explorative study» in *Small Business Economics*, 9.
- Mansfield, E. (1991), «Academic research and Industrial Innovation» in *Research Policy*, 20, pp. 1-12.
- (1995), «Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics and financing» in *Review of Economics and Statistics*, 77, pp. 55-65.
- (1998), «Academic research and industrial innovation: An update of empirica) findings» in *Research Policy*, 26, pp. 773-76.
- Mansfield, E., Schwartz, M. e Wagner, S. (1981), «Imitation costs and patents: an empirica) study» in *Economic Journal*, 91, pp. 907-18.
- Measuring the I&T Sector* (2000), OECD Publication (www.oecd.org).
- Meyer, M. (2000), «Does science push technology? Patents citing scientific literature» in *Research Policy*, 29, pp. 409-34.
- Meyer-Kramer, F. e Schmoch, U. (1998), «Science-based technologies: university - industry interactions in four fields» in *Research Policy*, 27, pp. 835-51.
- Modigliani, F. e Miller, M. (1958), «The cost of capita), corporation finance and the theory of investment» in *American Economic Review*, 48, pp. 261-97.
- Mowery, D. (1995), «The practice of technology policy» in Stoneman, P. (a cura di), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, UK, Blackwell Publishing.
- Mowery, D. C., Nelson, R., Sampat, B. e Ziedonis, A. (2001), «The growth of patenting and licensing by U.S. Universities: an assessment of the Bayh-Dhole act of 1980» in *Research Policy*, 30 (1), pp. 99-120.
- Mulkay, B., Hall, B. e Mairesse, J. (2000), «Firm leve) investment and R&D in France and the United States: a comparison», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 8083.
- Munari, F. e Sobrero, M. (2003), «Corporate governance and Innovation» in Calderini, M., Garrone, P. e Sobrero, M. (a cura di), *Corporate Go-*

Bibliografia

- vernance, Market Structure and Innovation*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Myers, S. e Majluf, N. (1984), «Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have» in *Journal of Financial Economics*, 13, pp. 187-221.
- Narayanan, M. P. (1985), «Managerial incentives for short-term results» in *Journal of Finance*, 40, pp. 1469-84.
- Narin, E e Hamilton, K. (1996), «Bibliometric performance-Measure» in *Scientometrics*, 36, pp. 293-310.
- Narin, F., Hamilton, K. S. e Olivastro, D. (1997), «The increasing linkage between U.S. technology and public science» in *Research Policy*, 26, pp. 317-30.
- Narin, F. e Noma, E. (1985), «Is technology becoming science?» in *Scientometrics*, 7 (3-6), pp. 369-81.
- Narin, F. e Olivastro, D. (1994), «Bibliometrics theory, practice and problems» in *Evaluation Review*, p. 18.
- Nelson, R. (1959), «The simple economics of basic scientific research» in *Journal of Political Economy*, 49, pp. 297-306.
- (1986), «Institutions supporting technical advance in industry» in *American Economic Review*, 76, pp. 186-89.
- Ongini, E. (2001), «The biomedical science park; a stimulating environment in which to foster interactions between academia and industry» in *British Journal of Pharmacology*, 133.
- Opler, T. e Titman, S. (1994), «Financial distress and corporate performance» in *Journal of finance*, 49, pp. 297-306.
- Oriani, R. e Sobrero, M. (2003), «A meta-analytic study of the relationship between R&D investment and corporate value» in Calderini, M., Garrone, P. e Sobrero, M. (a cura di), *Corporate Governance, Market Structure and Innovation*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Pakes, A. (1985), «On Patents, R&D, and the Stock Market Rate of Return» in *Journal of Political Economy*, 93 (2), pp. 390-409.
- Pakes, A. e Nitzan, S. (1983), «Optimum contracts for research personnel, research employment, and the establishment of rivai enterprises» in *Journal of Labor Economics*, 1, pp. 345-65.
- Pandit, I. (1993), «Citation Errors in Library Literature - A Study of 5 Library-Science Journals» in *Library and Information Science Research*, vol. 15.

Bibliografia

- Pavitt, K. (1984), «Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory» in *Research Policy*, 13, pp. 343-73.
- (1998), «The social shaping of the national science base» in *Research Policy*, 27, pp. 793-805.
- Phillimore, J. (1999), «Beyond the linear view of innovation in science park evaluation - An analysis of Western Australian technology Park» in *Technovation*, 19 (11), pp. 673-80.
- Piergiovanni, R., Santarelli, E. e Vivarelli, M. (1997), «From which source do small firms derive their innovative inputs? Some evidence from Italian industry» in *Review of Industrial Organization*, 12, pp. 243-58.
- Poterba, J. M. (1989), «Venture capital and capital gain taxation» in *Tax Policy and the Economy*, 3, pp. 47-67.
- Powell, W., Koput, K., Bowie, J. e Smith-Doerr, L. (2002), «The spatial clustering of science and capital: accounting for biotech firm-venture capital relationships» in *Regional Studies*, 36 (3), pp. 291-305.
- Poyago-Theotoky, J., Beath, J. e Siegel, D. S. (2002), «Universities and Foundamental Research: Reflections on the Growth of University-Industry Partnerships» in *Oxford Review of Economic Policy*, 18 (1), pp. 10-21.
- Prevezer, M. e Swann, P. (1996), «A comparison of industrial clustering in computing and biotechnology» in *Research Policy*, 25, pp. 1139-157.
- Pugh, W., Jahera, J. e Oswald, S. (1999), «Esops, takeover protection, and corporate decision making» in *Journal of Economics and Finance*, 23 (2), pp. 170-83.
- Quevedo, J. C. (2001), «University Research and the location of patents in Spain», Working Paper for TEP - Institut d'Economia de Barcelona (www.pcb.ub.es/ieb).
- Rajan, R. G. e Zingales, L. (2001), «Financial systems, industrial structure, and growth» in *Oxford Review of Economic Policy*, 17, pp. 467-82.
- Rodriguez-Pose, A. e Refolo, M. C. (1999), «The link between clusters of SMES and public and university research», Working Paper, Dept. of geography and environment, London School of Economics (www.lse.ac.uk/Depts/geography/).
- Rosenberg, N. (1989), «Why do firms do basic research (with their own money)?» in *Research Policy*, 19, pp. 165-74.
- Rosenberg, N. e Nelson, R. (1994), «American university and the technical advance in industry» in *Research Policy*, 23, pp. 323-48.

Bibliografia

- Samuel, C. (2000), «Does shareholder myopia lead to manager myopia? A first look» in *Applied Financial Economics*, 10, pp. 493-505.
- Sapienza, H., Manigart, S. e Vermeir, W. (1996), «Venture capitalist governance and the value added in four countries» in *Journal of Business Venturing*, 11, pp. 439-60.
- Saviotti, P. P. e Metcalfe, J. S. (1984), «A theoretical approach to the construction of technological output indicators» in *Research Policy*, 13, pp. 141-51.
- Scherer, E. M. (1999), *New perspectives on economic growth and technological innovation*, Washington DC, Brookings Institution Press.
- Schiantarelli, F. (1996), «Financial constraints and investment: a critical survey of the international evidence» in *Oxford Review of Economic Policy*, 12 (2).
- Schmookler (1966), «Invention and economic growth», Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Schwartz, S. e Hellin, J. (1996), «Measuring the impact of scientific publications - the case of biomedical science» in *Scientometrics*, 35, 1, pp. 119-32.
- Senker, J., Faulkner, W. e Velho, L. (1998), «Science and technology knowledge flows between industrial and academic research: a comparative study» in Etzkowitz, Webster e Healey 1998, pp. 111-32.
- Shearmur, R. e Doloreux, D. (2000), «Science parks: actors or reactors? Canadian science parks in their urban context» in *Environment and Planning*, 32 (6), pp. 1065-82.
- Sherer, F. (1965), «Firm size, market structure, opportunity and the output of patented inventions» in *American Economic Review*, pp. 1097-125.
- (1982), «The office of technology assessment and forecast industry concordance as a means of identifying industry technology origins» in *World Patent Information*, pp. 12-17.
- (1998), «The size distribution of profits from innovation» in *Annales d'Economie et de Statistique*, 49/50, pp. 495-516.
- Shleifer, A. e Vishny, R. (1992), «Liquidation value and debt capacity: a market equilibrium approach» in *Journal of Finance*, 47, pp. 1343-66.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L. e Link, A. (2002), «Improving the effectiveness of commercial knowledge transfer from university to firms» in *Journal of High Technology Management Research*, forthcoming.

Bibliografia

- Siegel, D., Waldman, D. e Link, A. (1999), «Assessing the Impact of Organizational Practices on the Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 7256.
- Sirilli G. (1997), «Science and technology indicators: The state of the art and prospects for the future» in Antonelli, G. e De Liso, N. (a cura di), *Economics of Structural and Technological Change*, London, Routledge.
- Smith, K. (1995), *Science, technology and innovation indicators - A guide for policy makers*, IDEA Papers series, www.sol.no/step/Idea.
- (2002), «Assessing the economic impact of Ict», STEP Working Paper, Oslo, NO (www.step.it).
- Spence, A. M. (1974), *Market Signaling: Informational Transfer in Hiring and Related Processes*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Stein, J. C. (1988), «Takeover threats and managerial myopia» in *Journal of Political Economy*, 96, pp. 61-80.
- (2001), «Agency, information and corporate investment», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 8342.
- Stephan, E e Everhart, S. (1996), «The changing rewards to science: the case of biotechnology» in *Small Business Economics*, 8.
- Stiglitz, J. e Weiss, A. (1981), «Credit rationing in markets with imperfect information» in *American Economic Review*, 71, pp. 393-410.
- Stoneman, P. e Canepa, A. (2002), «Financial constraints on innovation: a european cross country study», Working Paper EIFc Consortium, United Nations University, Institute for New Technology - Maastricht, NL (www.Intech.unu.edu).
- Sutton, J. (1996), *Sunk costs and market structure*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Tirole, J. (2001), «Corporate governance» in *Econometrica*, 69, pp. 1-35.
- Trajtenberg, M. (1990), «A Penny for your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations» in *Rand Journal of Economics*, 21 (1990), 11.
- Viale, R. e Cerroni, A. (a cura di) (2003), *Valutare la scienza*, Rubettino, Soveria Mannelli.
- Wang, K. e Megginson, W. (2001), «Signal power of technological and financial variables in venture capital», Working Paper, University of Oklahoma, <http://faculty-staff.ou.edu/M/William.L.Megginson>.
- Weigand, J. e Audretsch, D. (1999), «Does science make a difference? In-

Bibliografia

- vestment, Finance and corporate governance in German industries», Working Paper for CEPR no. 2056.
- Weigand, J. e Storey, D. (1997), «Financial constraints on the growth of high technology small firms in the United Kingdom» in *Applied Financial Economics*, 7, pp. 197-201.
- Wichmann, M., Winkel, C. e Schwartz, A. (1999), «Scientific Centres in Europe: an analysis of research strength and patterns of specialisation based on bibliometric indicators» in *Urban Studies*, vol. 36 (3), pp. 453-77.
- Williamson, O. (1988), «Corporate finance and corporate governance» in *The Journal of Finance*, 3.
- Winker, P. (1999), «Causes and effects of financing constraints at the firm level» in *Small Business Economics*, 12, pp. 169-81.
- Wu, C. e Wie, J. (1998), «Cooperative R&D and the value of the firm» in *Review of Industrial Organization*, 13, pp. 425-46.
- Zantout, Z. (1997), «A test of the debt monitoring hypothesis: the case of corporate R&D expenditures» in *Financial Review*, 32 (1), pp. 21-48.
- Zucker, L. G. e Darby, M. R. (1998), «Capturing technological opportunity via Japan's star scientist: evidence from Japanese firms' biotech patents and products», National Bureau of Economic Research, Working Paper series 6360, Cambridge, MA.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. e Brewer, M. B. (1998), «Intellectual human capital and the birth of U.S. Biotechnology enterprises» in *American Economic Review*, 88 (1), pp. 290-306.

Nota sugli autori

Mario Calderini è professore associato presso la IV Facoltà di Organizzazione d'Impresa e Ingegneria Gestionale del Politecnico di Torino, dove insegna Economia dell'Innovazione.

Giuseppe Scellato, dottore di ricerca – Dottorato in Scienze Economiche dell'Università degli Studi di Torino – svolge la propria attività scientifica presso il Dipartimento di Sistemi di Produzione ed Economia dell'Azienda del Politecnico di Torino.

Interpretare l'innovazione

Fattori di successo, misure di prestazione

L'economia dell'innovazione è andata affermandosi negli ultimi decenni come uno dei luoghi centrali della letteratura economica. Tra i temi di discussione più rilevanti vi è il ruolo di specifici fattori di contesto nell'attivare e sostenere le dinamiche innovative dei sistemi locali. Il volume affronta in particolare due aspetti sui quali la riflessione degli studiosi è quotidianamente sollecitata, sul piano politico e istituzionale, in ragione della loro centralità nei processi di sviluppo locale: da un lato l'interazione tra istituzioni, strumenti finanziari e innovazione, dall'altro le relazioni tra ricerca scientifica, prestazione innovativa e sviluppo industriale.

Il volume propone un'ampia rassegna critica di apporti teorici e di risultati empirici. L'obiettivo è fornire un quadro consolidato di risultati ed esperienze su cui dovrebbero fondarsi le linee d'azione di politica tecnologica, della scienza e dell'innovazione necessarie a sostenere la crescita dei sistemi economici. Non sempre, infatti, le proposte che ispirano tali politiche si accompagnano ad una serena ed approfondita riflessione sui fondamenti teorici come pure sulle effettive esperienze documentate dalla ricerca empirica.

Il volume costituisce altresì un utile strumento didattico per studenti di dottorato e giovani ricercatori. A costoro il libro mira ad offrire una lettura critica e sistematica della letteratura specialistica su alcuni temi di frontiera.

