



# Contributi di ricerca



**Le misure della ricerca**  
Attività scientifica a Torino

Cristiano Antonelli e Mario Calderini

 **Edizioni**  
Fondazione Giovanni Agnelli

Le misure della ricerca. Attività scientifica a Torino / di Cristiano Antonelli  
e Mario Calderini – xviii, 168 p. : 21 cm

Copyright © 2001 by *Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli*  
via Giacosa 38, 10125 Torino  
tel. 011 6500500, fax 011 6502777  
e-mail: [staff@fga.it](mailto:staff@fga.it)      Internet: <http://www.fondazione-agnelli.it>

ISBN 88-7860-176-4

## Indice

Presentazione	IX
Ringraziamenti	XI
Capitolo primo	
Oggetto e struttura della ricerca	1
1.1 Premessa	1
1.2 Impianto metodologico	3
1.3 Struttura del rapporto	5
Capitolo secondo	
L'economia della produzione e distribuzione della scienza	7
2.1 Premesse all'analisi del caso torinese	7
2.2 Elementi di economia della scienza	12
2.2.1 Introduzione	12
2.2.2 La «manna» nell'economia della scienza	14
2.2.3 Le critiche alla «manna»	22
2.2.4 L'economia della scienza al tempo delle traiettorie e delle reti	23
Capitolo terzo	
Innovazione e sistema scientifico locale	33
3.1 La prestazione innovativa	34
3.1.1 Brevi cenni metodologici	34
3.1.2 Selezione dei dati	39
3.1.3 L'analisi della produzione brevettuale torinese	41

## Indice

3.2	La prestazione scientifica	67
3.2.1	Brevi cenni storici e metodologici	67
3.2.2	La prestazione scientifica degli Atenei	68
3.3	Le risorse	78
3.3.1	Il personale	78
3.3.2	Le risorse finanziarie	89

## Capitolo quarto

La misurazione della produzione e distribuzione di conoscenza scientifica. Uno strumento per una politica locale della scienza		99
4.1	I risultati: la prestazione innovativa	105
4.2	I risultati: la prestazione scientifica	107
4.3	I risultati: la competizione per le risorse	109
4.4	Conclusioni	112

<i>Appendice 1</i>	La percezione soggettiva	115
<i>Appendice 2</i>	Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica	131
<i>Appendice 3</i>	Le classi brevettuali utilizzate	145

Bibliografia	157
--------------	-----

Nota sugli autori	165
-------------------	-----

## Presentazione

La ricerca che presentiamo, promossa dalla Fondazione Giovanni Agnelli in collaborazione con l'Associazione per Tecnocity, rappresenta una tappa di una riflessione in divenire e si inserisce nella lunga tradizione di attenzione della Fondazione Giovanni Agnelli alla vocazione scientifica e tecnologica della città.

Gli autori, Cristiano Antonelli dell'Università di Torino e Mario Calderini del Politecnico hanno utilizzato, con riferimento al caso torinese, impianti concettuali e metodiche tipiche dell'economia della scienza, nell'intento di contribuire a costruire un quadro delle prestazioni dell'apparato di ricerca locale basato su indicatori di tipo oggettivo. Sono stati presi in considerazione indicatori quali la capacità di brevettazione espressa dall'area (misurata rispetto ai brevetti USPTO, l'ufficio brevetti americano) e la produzione scientifica in termini di pubblicazioni dei ricercatori torinesi in una selezione di campi del sapere scientifico-tecnologico come le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione, le Telecomunicazioni, la Meccanica, l'Aeronautica e le Biotecnologie. Lo studio, che si è proposto anche di verificare quale percezione di sé manifesti la comunità scientifica torinese, è stato integrato da un questionario distribuito a circa mille ricercatori universitari torinesi, che ha ricevuto circa duecento risposte.

La ricerca, come spesso accade, presenta un quadro di luci e ombre: i dati sulla brevettazione, ad esempio, mostrano i segni delle difficoltà del sistema industriale locale nel corso degli anni novanta. Peraltro, il portafoglio tecnologico di Torino sta cambiando, così come molte dinamiche economiche e istituzionali. Occorre monitorare con assiduità questo cambiamento per capire come esso possa essere

## Presentazione

accompagnato e guidato. Per questo, ogni descrizione quantitativa e metodologicamente fondata dei fenomeni contribuisce a chiarire il quadro e a mettere a punto politiche adeguate e lungimiranti.

L'eccellenza nella ricerca e nell'innovazione tecnologica resta, infatti, uno degli obiettivi più importanti e credibili per la città. La buona qualità del sistema locale, confermata anche dall'insediamento a Torino di laboratori di ricerca da parte di importanti multinazionali, rappresenta perciò un patrimonio sul quale fondare un nuovo ciclo di crescita della competenza scientifica e tecnologica della città, che, attraverso lo sforzo congiunto di atenei, centri di ricerca, sistema industriale, fondazioni e istituzioni di governo confermi la centralità dei tradizionali punti di forza e sostenga lo sviluppo di alcuni settori a maggior contenuto di innovazione.

*F.G.A.*

## Ringraziamenti

Nella redazione del lavoro ci si è avvalsi della preziosa collaborazione dell'ingegnere Giuseppe Scellato, cui va un caloroso ringraziamento.

Altrettanto preziosa, inoltre, si è rivelata la collaborazione di numerosi colleghi, ai quali rivolgiamo il nostro sentito ringraziamento, e in particolare: S. Aime, M. Ajmone, G. Belingardi, G. Catalano, A. Graziani, M. Pent, M. Rasetti, S. Rossetto, L. Silengo. Hanno inoltre contribuito alla raccolta dei dati M. Ferlini, G. Fiegna, il Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario, l'Ufficio Contrattazione Attiva del Politecnico di Torino, il Servizio del Personale del Politecnico di Torino, R. Connicella (Biotechnology Park del Canavese), A. Moncalvo (CSELT), D. Monti (CRF).

Nell'oneroso lavoro di esplorazione e riordino delle banche dati ci si è giovati del prezioso aiuto di un gruppo di giovani ricercatori del Politecnico di Torino: F. Borla, D. Gallo, S. Guglielmetti Flemma, F. Italiano, R. Lo Perfido, M. Margaria, A. Molino.

Infine un ringraziamento a coloro che hanno partecipato ai seminari organizzati dalla Fondazione Giovanni Agnelli, in data 15 settembre 1999 per la presentazione del programma di ricerca e in data 20 novembre 2000 per la presentazione e la discussione dei risultati. Siamo inoltre grati a tutti coloro che hanno voluto dedicare tempo alla compilazione del questionario.



## Elenco delle tabelle

- Tabella 1. *Valore assoluto e valore percentuale di brevetti mondiali e torinesi presso USPTO e EPO*
- Tabella 2. *Valore assoluto e valore percentuale di brevetti mondiali e torinesi per il settore ICT presso USPTO e EPO*
- Tabella 3. *Capacità produttiva brevettuale. Valore assoluto di brevetti con inventore e/o assegnatario attribuibili alle città indicate*
- Tabella 4.a-f. *Capacità produttiva per settore. Valore assoluto di brevetti per classi di riferimento con inventore e/o assegnatario attribuibili alle città indicate*
- Tabella 5. *Potere tecnologico (PT). Rapporto tra il numero di brevetti attribuibili a Torino rispetto al numero totale di brevetti italiani/mondiali (I=1976)*
- Tabella 6. *Capacità produttiva relativa. Rapporto tra il numero di brevetti attribuibili a Torino e quello attribuibile ad altre città campione (I=1976)*
- Tabella 7.a-f. *Capacità produttiva relativa per singoli settori. Rapporto tra numero di brevetti torinesi e brevetti di altre città campione per singoli settori di riferimento (I=1976)*
- Tabella 8. *Evoluzione del portafoglio tecnologico. Rapporto espresso in percentuale tra i brevetti attribuibili a uno specifico settore e i brevetti totali attribuibili alla città di Torino*
- Tabella 9. *Bilancio dei flussi tecnologici. Valore assoluto di brevetti*
- Tabella 10. *Citazioni ricevute da brevetti torinesi. Numero totale di citazioni ricevute diviso numero totale di brevetti*
- Tabella 11. *Citazioni medie ricevute da brevetti torinesi e citazioni ricevute da brevetti mondiali*
- Tabella 12. *Citazioni ricevute da brevetti torinesi per settore. Numero totale delle citazioni ricevute diviso per il numero totale di brevetti per settore di riferimento*

## Elenco delle tabelle

- Tabella 13. *Science Linkage per settori. Torino e media mondiale, periodo considerato 1993-1999*
- Tabella 14. *Science Linkage dei brevetti torinesi per settori e per anno*
- Tabella 15. *Technology Cycle Time per settore. Mediana delle età delle citazioni fatte da brevetti torinesi*
- Tabella 16. *Technology Cycle Time per settore. Mediana delle età delle citazioni fatte da un brevetto per l'anno 1999*
- Tabella 17. *Rapporto tra attività scientifica e attività brevettuale per città campione (1990-1999)*
- Tabella 18. *Rapporto tra attività scientifica e attività brevettuale per settori su città campione. Dati riferiti al periodo 1990-1998*
- Tabella 19. *Incidenza dell'attività scientifica universitaria torinese sul totale italiano. Valore assoluto di pubblicazioni, rapporto espresso in percentuale tra pubblicazioni di Università-Politecnico e totale delle pubblicazioni*
- Tabella 20. *Pubblicazioni attribuibili alle singole città nel periodo 1994-1996. Numero di articoli per migliaio di abitanti*
- Tabella 21.a-e. *La produzione scientifica torinese per settori. Valore assoluto di pubblicazioni*
- Tabella 22.a-e. *Capacità di ricerca per settori. Rapporto tra pubblicazioni torinesi e pubblicazioni delle città di riferimento. Valori normalizzati al primo anno in cui, per ogni settore, sono disponibili dati completi sulle pubblicazioni*
- Tabella 23. *Numero medio di citazioni ricevute da lavori attribuibili a ricercatori torinesi*
- Tabella 24. *Impact Factor medio dei lavori attribuibili a ricercatori torinesi e milanesi*
- Tabella 25. *Impact Factor assoluto. Numero di lavori, pesato per il rispettivo Impact Factor, attribuibili a ricercatori torinesi e milanesi*
- Tabella 26. *Incidenza percentuale del personale di ricerca torinese sul totale italiano*
- Tabella 27. *Personale (espresso in unità equivalenti a tempo pieno) impiegato nell'ambito Ricerca e Sviluppo nelle regioni italiane per settore istituzionale. Valori assoluti e composizione percentuale su base nazionale. Anno 1997 secondo regioni scelte*
- Tabella 28. *Distribuzione percentuale del personale (espresso in unità equivalenti a tempo pieno) impiegato nell'ambito Ricerca e Sviluppo per settore istituzionale e per regione. Anno 1997 secondo regioni scelte*
- Tabella 29. *Spesa per Ricerca e Sviluppo secondo settore istituzionale e regione (valori assoluti in milioni di lire). Anno 1997 secondo regioni scelte*

- Tabella 30. *Politecnico di Torino. Numero di studenti iscritti, laureati e diplomati suddivisi per facoltà. I valori si riferiscono a studenti iscritti a tutte le facoltà e diplomi di laurea dell'Ateneo*
- Tabella 31. *Politecnico di Torino. Numero di docenti, suddivisi per facoltà di appartenenza, alla data del 1° gennaio 2000*
- Tabella 32. *Politecnico di Torino. Personale nei ruoli tecnici e amministrativi, rilevato alla data del 1° gennaio 2000*
- Tabella 33. *Politecnico di Torino. Dati finanziari relativi all'esercizio 1999. Valori in milioni di lire*
- Tabella 34. *Università di Torino. Numero di studenti iscritti, laureati e diplomati*
- Tabella 35. *Università di Torino. Numero di docenti, suddivisi per facoltà, alla data del 1° gennaio 2000*
- Tabella 36. *Università di Torino. Personale impiegato in ruoli tecnici e amministrativi, rilevato al 1° gennaio 2000*
- Tabella 37. *Università di Torino. Dati finanziari riferiti all'esercizio 1999. Valori in milioni di lire*
- Tabella 38. *Età media del personale per alcuni Atenei italiani e per il totale italiano*
- Tabella 39. *Incidenza del personale universitario torinese per settore alla data del 1° gennaio 1999. Presenza percentuale dei vari settori rispetto al totale torinese e rispetto al totale settoriale italiano*
- Tabella 40. *Indice di specializzazione per il personale di ruolo rispetto all'Italia. Rapporto tra la quota riferita alla specifica area disciplinare a livello locale e a livello nazionale*
- Tabella 41. *Flussi di personale. Numero di posti banditi nelle tornate di concorsi successive alla riforma dei concorsi universitari (1999-2000)*
- Tabella 42. *Indice di specializzazione dei flussi. Rapporto tra la quota riferita alla specifica area disciplinare a livello locale e quella a livello nazionale. Posti banditi nelle tornate di concorsi successive alla riforma dei concorsi universitari (1999-2000)*
- Tabella 43. *Rapporto tra flusso in ingresso nel periodo 1999-2000 e personale presente in ruolo al 1° gennaio 1999. Aggregato per Politecnico e Università di Torino*
- Tabella 44. *Percentuale di posti di dottorato disponibili presso gli Atenei torinesi rispetto ai posti disponibili su scala nazionale per settore (1999)*
- Tabella 45.a-d. *Numero di posti di dottorato per settore e per Ateneo in relazione al totale italiano*
- Tabella 46. *Finanziamenti pro capite per la ricerca. Valori in milioni di lire*
- Tabella 47. *La competizione per il finanziamento MURST*

## Elenco delle tabelle

- Tabella 48. *Percentuali di partecipazione e di successo per singoli settori disciplinari*
- Tabella 49. *Percentuali di partecipazione e di successo per il settore dell'Ingegneria industriale*
- Tabella 50. *Numero assoluto e rapporto Torino/Italia per progetti europei totali (1986-1999)*
- Tabella 51. *Progetti europei aventi almeno un partecipante torinese, per gli anni 1998-2000*
- Tabella 52.a-d. *Numero di progetti europei per settore, suddivisi in base al programma europeo di appartenenza (1990-1999)*
- Tabella 53. *Numero di progetti finanziati dall'Unione Europea per Politecnico e Università di Torino. Il dato è riferito al numero di progetti attivi per ogni anno*
- Tabella 54. *Composizione dei partner di ricerca nei progetti europei per l'Università. I valori indicano il numero totale di partner su tutti i progetti attivi in uno specifico anno*
- Tabella 55. *Composizione dei partner di ricerca nei progetti europei per il Politecnico. I valori indicano il numero totale di partner su tutti i progetti attivi in uno specifico anno*

## Elenco delle figure

- Figura 1. *Evoluzione del portafoglio tecnologico*
- Figura 2. *Ripartizione dell'attività brevettuale per impresa. Quota brevetti per impresa nel periodo 1976-1999*
- Figura 3. *Citazioni ricevute da autori torinesi*
- Figura 4. *Rapporto personale universitario / PIL regionale, anno 1997. Posizionamento delle regioni italiane rispetto a PIL e personale universitario*

## Elenco degli acronimi

CHI	CHI Research Incorporated
CINECA	Consorzio Interuniversitario Elaborazione e Calcolo
CORDIS	Database on line dell'Unione Europea ( <a href="http://www.cordis.lu">www.cordis.lu</a> )
CRUI	Conferenza dei Rettori delle Università Italiane
EPO	European Patent Office
ICT	Information and Communication Technologies
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IEL	IEEE Electronic Library
ISI	Institute for Scientific Information
MURST	Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica
NSF	National Science Foundation
SCI	Science Citation Index
SIC	Standard Industrial Classification
USPOC	United States Patents Office Classification
USPTO	United States Patents and Trademarks Office



## Capitolo primo

### Oggetto e struttura della ricerca

La ricerca presentata nel seguito ha l'ambizione di offrire una serie di elementi di valutazione oggettiva della prestazione del sistema scientifico torinese, in relazione alla sua capacità di offrire sostegno al sistema innovativo locale. La ricerca è ispirata a una scelta metodologica ben precisa, quella di utilizzare strumenti di valutazione di tipo quantitativo. La scelta è motivata non già da un giudizio aprioristicamente positivo sugli strumenti di valutazione oggettiva, ma dal desiderio di offrire una delle numerose chiavi interpretative necessarie alla comprensione di un fenomeno di tale articolazione e complessità.

#### 1.1 *Premessa*

La prestazione del sistema innovativo locale è oggetto di giudizi estremamente eterogenei. Da alcune parti si levano giudizi generalmente ottimisti, mentre su altri versanti sembra prevalere la vena catastrofista, secondo la quale Torino starebbe rapidamente smantellando la propria capacità scientifica e innovativa.

La vena ottimistica ha tradizionalmente utilizzato due argomenti principali: primo, la retorica delle piccole e medie imprese, che sarebbero state in questi anni teatro di sensazionali innovazioni di processo (senza peraltro che le statistiche rendessero conto di ciò); secondo, la supposta eccellenza in alcuni specifici segmenti (Tecnologie degli autoveicoli, Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione, – d'ora in poi anche ICT, acronimo inglese di Informa-

tion and Communication Technologies), che da soli avrebbero riscattato la debolezza globale del sistema.

La critica ha invece ampiamente messo in dubbio tali argomenti. Si è argomentato che il primo, certamente vero, è fenomeno di ordine di grandezza limitato, in particolare in termini di impatto sulla crescita reale. Esso è infatti localizzato in alcuni settori specifici (Meccanica) il cui peso va rapidamente riducendosi a favore di altri (Tecnologie dell'Informazione), relativamente ai quali sarebbe assai difficile dimostrare il successo di un modello locale basato sulla capacità d'invenzione. Tale modello è stato inoltre fertile in contesti caratterizzati da bassa intensità di conoscenza, ovvero dall'utilizzo di forme di conoscenza implicita e localizzata ed è quindi palesemente anacronistico nel tempo dell'economia della conoscenza. Del secondo, invece, si sostiene oggi che sia semplicemente falso. Ciò che è stato sostenibile dalla prima metà degli anni settanta, l'esistenza di campioni regionali nella nostra industria (l'Olivetti e lo CSELT per le Tecnologie dell'Informazione, FIAT per le Tecnologie degli autoveicoli) è oggi insostenibile. Tali realtà avrebbero parzialmente perso la capacità di posizionarsi sulla frontiera dell'attività innovativa. Gli effetti perversi di questa dinamica, peraltro, avrebbero trovato terreno fertile su cui dispiegarsi grazie alla completa latitanza di una seria politica industriale su scala locale e nazionale.

L'estrema polarizzazione dei giudizi è certamente la miglior testimonianza della complessità e dell'articolazione del problema affrontato. È per questa ragione che si è ritenuto di voler affrontare il problema isolandone una porzione specifica e limitata, la capacità del sistema scientifico di innescare e sostenere il sistema innovativo locale.

La scelta di tale tema trova sue ragioni in due considerazioni principali. La prima, il fatto che a questa estrema eterogeneità di giudizio sulla prestazione del sistema innovativo fa fronte una sospetta omogeneità nelle (rare) occasioni in cui si esprime un giudizio sulla prestazione del sistema scientifico locale. La seconda, è la ritrovata enfasi con cui oggi si è tornati a restituire alla conoscenza scientifica di base il ruolo che le compete di motore primo della crescita dei sistemi economici.

L'esercizio di ricerca illustrato nelle pagine che seguono vuole offrire un piccolo contributo per maturare una capacità di giudizio

basata su criteri oggettivi di valutazione, nella piena consapevolezza che l'oggettività, di fronte a un fenomeno di tale complessità e articolazione, non assume necessariamente connotazioni virtuose.

### *1.2 Impianto metodologico*

L'unità di analisi prescelta è la provincia di Torino. Di essa abbiamo inteso studiare la dimensione industriale e quella accademica, con l'ambizione di poterne descrivere in modo aggregato la prestazione assoluta e le capacità di interazione.

Oltre allo studio del sistema industriale e scientifico nel suo complesso, abbiamo scelto di approfondire l'analisi in alcuni settori specifici, scelti in base alla loro centralità nel progetto di sviluppo industriale della provincia. I settori sono quelli delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione, delle Telecomunicazioni, della Meccanica (con alcuni approfondimenti specifici sulle Tecnologie degli autoveicoli), dell'Aeronautica e delle Biotecnologie. Tale scelta è ovviamente arbitraria ed esclude importanti segmenti dell'attività industriale e scientifica torinese, quali quello della medicina e della chimica. Tuttavia, la scelta si è resa necessaria di fronte all'ampiezza del tema in oggetto.

Per ciò che attiene alla prestazione innovativa dell'industria torinese, si è scelto di utilizzare nell'analisi la banca dati dello United States Patents and Trademarks Office (USPTO), in linea con le più recenti indicazioni della letteratura di settore. Tale scelta è motivata in primo luogo dall'ampiezza, dalla accessibilità e soprattutto dalla profondità delle informazioni disponibili, che rendono l'USPTO preferibile ad altre banche dati rivali quali ad esempio l'European Patent Office (EPO). Inoltre, l'utilizzo dell'USPTO permette di porre parzialmente rimedio a uno dei problemi più rilevanti legati all'utilizzo delle informazioni brevettuali, quello della diversa propensione alla brevettazione presso gli uffici nazionali nei diversi stati europei. L'idea è che l'USPTO per collocazione geografica e per reputazione svolga un ruolo di selezionatore neutro dell'attività innovativa di eccellenza svolta nei paesi europei. A ciò si deve aggiungere il fatto che nell'attività di raccolta brevettuale svolta dall'USPTO non si riscontrano tracce di discontinuità istituzionali che pregiudici-

chino l'attendibilità delle serie storiche, almeno dal 1976 ad oggi. Ciò non è vero per l'EPO, la cui recente riorganizzazione può rendere non consistenti le informazioni disponibili per gli ultimi due decenni. Infine, la serietà del processo di selezione presso l'USPTO è unanimemente considerata un requisito necessario per poter attribuire valore agli indicatori basati sulle citazioni (brevettuali e non). Queste caratteristiche, quindi, individuano nell'archivio USPTO un attendibile strumento di analisi in serie storica e cross-sezionale dell'evoluzione dell'attività brevettuale. Per una verifica empirica di quanto detto si rimanda il lettore al capitolo terzo, paragrafo 3.1.3, dove nelle tabelle 1 e 2 vengono presentati gli andamenti temporali del numero di brevetti torinesi e mondiali registrati presso l'EPO e l'USPTO.

L'analisi della prestazione del sistema industriale si è quindi sviluppata su due livelli: un livello aggregato che ha considerato la prestazione del sistema torinese nel suo complesso e un'analisi specifica che ha esaminato separatamente i cinque settori ritenuti cruciali per le dinamiche di sviluppo torinesi, le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione, le Telecomunicazioni, la Meccanica, l'Aeronautica e le Biotecnologie. Evidentemente, i primi due settori presentano importanti livelli di sovrapposizione. Infatti tale classificazione va intesa in questo senso: si è prima esaminato il settore dell'ICT nel suo complesso per poi approfondirne un aspetto specifico, quello delle Telecomunicazioni.

L'analisi del sistema di ricerca pubblico si è invece concentrata particolarmente sull'attività scientifica svolta dai due Atenei torinesi, l'Università e il Politecnico, che rappresentano dimensionalmente le istituzioni scientifiche più importanti dell'area.

L'analisi del settore scientifico è basata prevalentemente su indicatori di tipo bibliometrico. Si sono utilizzate diverse banche dati sia di tipo generalista, quale il Science Citation Index (SCI), sia di tipo settoriale quali Inspec, Compendex e Medline.

L'analisi bibliometrica è supportata da un'ampia rassegna delle risorse disponibili al sistema locale, avente duplice finalità: da un lato valutare l'efficienza dell'apparato di ricerca, dall'altro ottenere misure indirette di prestazione, nella convinzione che tra le peculiarità del settore vi sia il fatto che la competizione sui fattori di produzione sia tanto rilevante quanto quella sull'output.

Come già anticipato, l'analisi quantitativa si propone di offrire elementi di valutazione sia di tipo comparato sia di tipo evolutivo. Per l'analisi comparata ci si è avvalsi, oltre che dei dati aggregati relativi al mondo, all'Europa e all'Italia, anche dei dati disponibili per una serie di città campione che sono state ritenute particolarmente significative nei diversi settori specifici. I dati di raffronto sono stati ottenuti sia attraverso elaborazioni originali, sia attraverso la più recente letteratura di settore.

Infine, ci si è affidati a un'ampia analisi questionaria per rilevare la percezione soggettiva dei ricercatori torinesi in merito alle potenzialità, alla prestazione e alle linee di sviluppo dell'apparato di ricerca torinese. Il questionario, inviato all'intera popolazione degli studiosi torinesi appartenenti a tutti i settori disciplinari (con l'esclusione di quelli umanistici) ha permesso di rilevare l'opinione di 245 ricercatori corrispondenti a un campione rappresentativo di circa il 20% della popolazione.

### *1.3 Struttura del rapporto*

Le pagine che seguono sono strutturate come segue. Nel capitolo secondo viene presentata una rassegna dei principali temi che animano il dibattito della nascente disciplina dell'economia della scienza, al fine di proporre alcuni riferimenti concettuali e teorici utili alla comprensione dell'analisi svolta nel seguito. Il capitolo terzo presenta la rassegna delle evidenze empiriche raccolte nel corso della ricerca. La trattazione è suddivisa in due sezioni distinte, l'analisi dell'attività innovativa del sistema locale attraverso il sistema brevettuale e la valutazione della prestazione del sistema scientifico attraverso la raccolta di dati di tipo bibliometrico ricavati dalle principali banche dati mondiali. Tale analisi è integrata da una serie di elaborazioni statistiche volte a descrivere l'adeguatezza delle risorse disponibili al sistema locale, in termini e finanziari e di capitale umano. Il capitolo quarto si conclude con alcune riflessioni sui dati emersi dall'indagine empirica. Infine, l'appendice 1 presenta risultati e commenti sul questionario per la valutazione soggettiva del sistema della ricerca. Seguono le appendici 2 e 3, rispettivamente sulle riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica e sulle classi brevettuali.



## Capitolo secondo

### L'economia della produzione e distribuzione della scienza

#### *2.1 Premesse all'analisi del caso torinese*

La transizione delle economie occidentali verso un'economia della conoscenza è ormai sotto gli occhi di tutti e c'è pieno consenso sul ruolo centrale e diretto della conoscenza come fattore economico. Innumerevoli studi empirici da ormai molti anni confermano che quote crescenti della ricchezza prodotta nei sistemi economici avanzati dipendono direttamente dalla quantità e dalla qualità della conoscenza scientifica, tecnologica e più generalmente economico-organizzativa che gli agenti sono in grado di produrre e applicare.

Tale processo è particolarmente evidente e incalzante nei paesi più avanzati per gli effetti della globalizzazione e quindi della ridefinizione della divisione internazionale del lavoro. I paesi occidentali possono continuare a remunerare il lavoro con livelli salariali superiori a quelli dei paesi emergenti, solo a condizione di specializzarsi nella produzione di beni nuovi e ad altissimo contenuto di capitale umano.

Da un punto di vista analitico entrambe le condizioni sono indispensabili e necessarie. Esse fanno infatti riferimento a due approcci teorici che di fatto convergono: l'approccio statico della teoria neoclassica e l'analisi dinamica della teoria schumpeteriana.

Secondo la teoria economica neoclassica i paesi possono integrarsi nel commercio internazionale con i vantaggi della specializzazione, se sono in grado di utilizzare al meglio le risorse specifiche e relativamente rare cui hanno accesso più facilmente. I paesi avanzati di fatto hanno accesso in misura privilegiata alla capacità di creare capitale umano. La risorsa scarsa e relativamente rara in que-

sto caso è la capacità organizzativa che, anche con un'adeguata distribuzione del reddito, consente di destinare una quota significativa del tempo disponibile alla formazione avanzata. La forza lavoro acquisisce elevati livelli di educazione e quindi di competenze, che ne consentono l'impiego proficuo in processi produttivi complessi. Al crescere dell'intensità capitalistica cresce infatti la complessità delle mansioni e quindi il fabbisogno generalizzato di forza lavoro altamente qualificata.

Un numero esiguo di paesi è in grado di organizzare un processo formativo così avanzato e pervasivo. Questi paesi possono allora specializzarsi nella produzione di beni caratterizzati dall'impiego di forza lavoro con queste caratteristiche. In questo modello la formazione diventa direttamente ed evidentemente un fattore produttivo. I salari dei lavoratori qualificati potranno essere un multiplo dei salari dei lavoratori non qualificati. Tale multiplo tuttavia non dovrebbe discostarsi significativamente dall'oggettivo contenuto di risorse necessarie per riprodurre tale processo formativo. Il salario di un lavoratore qualificato potrà essere superiore al salario di un lavoratore non qualificato solo in ragione del numero di anni impiegati nella formazione e del numero di lavoratori direttamente e indirettamente impegnati nel processo formativo.

Scostamenti significativi dal valore di equilibrio nel rapporto tra salari dei lavoratori qualificati e salari dei lavoratori non qualificati dovrebbero rappresentare un diretto incentivo all'avvio di processi formativi anche in altre regioni, con l'effetto diretto di livellamento dei livelli eccedenti. È sufficiente osservare i rapidi tassi di crescita della formazione di ingegneri elettronici in India per dare un contenuto empirico diretto ed evidente a queste osservazioni apparentemente esoteriche.

Accanto all'analisi statica si rende così necessario un quadro di riferimento dinamico. L'inesorabile logica dei mercati, anche della formazione e del capitale umano, spiega la complementare e indissolubile necessità di specializzazione non solo in beni ad alto contenuto di capitale umano, ma anche e senza soluzione di continuità temporale, in beni nuovi.

Se i paesi occidentali vogliono mantenere livelli salariali almeno pari all'ordine di grandezza di numerosi paesi anche limitrofi, devono specializzarsi nella capacità di introdurre continuamente beni su-

periori: beni di consumo e beni capitali o intermedi che siano cioè capaci di produrre livelli superiori di benessere per i consumatori e livelli superiori di efficienza per gli utilizzatori. L'introduzione di beni nuovi consente per un arco di tempo, in genere limitato, di praticare prezzi superiori ai costi e quindi di accumulare dei margini che possono a loro volta essere utilizzati per pagare i fattori produttivi, tra cui il lavoro, in misura anche superiore all'effettivo livello del prodotto marginale.

L'imitazione è tuttavia incessante, l'entrata di nuovi produttori assai rapida e ridotti i tempi di piena appropriabilità. Solo la continua introduzione di ulteriori innovazioni consente ai paesi avanzati di ricreare le condizioni di vantaggio competitivo e quindi di ricostituire i margini tra costi e prezzi. Questi margini consentono di pagare il lavoro, anche qualificato, ben più del suo effettivo prodotto marginale statico, contribuendo inoltre anche alla realizzazione del processo innovativo.

I paesi occidentali, dunque, possono continuare a remunerare il lavoro con livelli salariali superiori a quelli dei paesi emergenti solo a condizione di specializzarsi nella produzione di beni nuovi e ad altissimo contenuto di capitale umano.

La produzione e la distribuzione di conoscenza scientifica, tecnologica ed economico-organizzativa assumono rilevanza centrale per i paesi occidentali.

Un paese può continuare a pagare salari elevati, al tempo della globalizzazione e dunque della caduta delle barriere all'entrata sui mercati internazionali, solo se è in grado di gestire, da un lato, un processo formativo avanzato che consenta di distribuire la conoscenza acquisita per mettere capo a una forza lavoro con un alto contenuto di capitale umano e dall'altro, un processo di produzione e accumulazione di nuova conoscenza che permetta di alimentare l'attività innovativa.

Un efficiente sistema di distribuzione della conoscenza è un presupposto per mantenere elevata la capacità di formazione di capitale umano. Un efficiente sistema di produzione di conoscenza è un presupposto per mantenere elevata la capacità di introdurre innovazioni. In realtà, un efficiente sistema di distribuzione di conoscenza è anche un presupposto per mantenere elevata la capacità di produrre nuova conoscenza. E del resto un'elevata capacità di produrre

nuova conoscenza è anche una condizione necessaria, quasi indispensabile, per mantenere elevati i livelli della capacità di formazione del capitale umano.

Ogni qual volta viene messa a punto una nuova tecnologia vengono anche definite nuove e più complesse competenze necessarie per renderla produttiva. Le innovazioni non solo aumentano il vantaggio competitivo del paese innovatore, ma ridefiniscono i contenuti specifici del capitale umano necessario per utilizzare efficientemente i beni capitali e intermedi nei quali è incorporata la nuova tecnologia.

Per altro verso, è evidente che solo un'efficace distribuzione della conoscenza, che consenta un accesso capillare, coniugato con criteri di merito e quindi con l'effettiva distribuzione di talenti, può alimentare adeguatamente la produzione di nuova conoscenza.

In sostanza, è evidente che la produzione e la distribuzione di conoscenza sono strettamente connesse. L'una attività è di fatto il necessario presupposto dell'altra. Più precisamente, non è difficile riconoscere che produzione e distribuzione di conoscenza sono collegate da evidenti forme di rendimenti crescenti dinamici basati sul meccanismo degli effetti virtuosi della retroazione.

In questo contesto appare necessario dare risalto ai caratteri delle nuove tecnologie e in particolare ai loro forti contenuti specifici, radicati nei processi di apprendimento e di comunicazione interpersonale e altamente localizzati in ambiti tecnici, territoriali e nelle routine delle imprese e dei soggetti partecipi. Un efficiente sistema di produzione di conoscenza è dunque anche il risultato delle capacità e delle forme specifiche del capitale umano disponibile, del sistema di interazioni radicate nello spazio e delle tipologie di rapporti tra imprese e università. La prossimità tra i centri di produzione della conoscenza, del resto, favorisce il tempestivo ammodernamento e adeguamento dei processi formativi. La formazione e selezione dei talenti migliori favorirà poi l'ulteriore accumulo di nuova conoscenza lungo sentieri tecnologici e scientifici che si autoalimentano.

I meccanismi sociali caratterizzati da forme di retroazione sono tuttavia facilmente esposti alle perversioni di dinamiche negative. L'interruzione delle capacità di accumulo di conoscenza ha effetti negativi sulla capacità di formazione, con il decadimento relativo

del capitale umano, per un verso, e l'inadeguata formazione di nuovi talenti, per l'altro. La produzione di nuova conoscenza ne risente in modo diretto, rafforzando ulteriormente la dinamica perversa dei processi cumulativi (David 1993 e 1994).

Queste considerazioni sono direttamente rilevanti non solo per l'Italia nel suo complesso, ma anche, in misura ancor più diretta, per il Piemonte e l'area torinese. La necessità di accelerare la transizione dell'economia del Nord Ovest verso una economia della conoscenza è evidente. I rischi della globalizzazione sono diretti e assumono qui il doppio connotato del rischio assai concreto della mobilità delle produzioni a maggiore contenuto di valore aggiunto e di capitale umano verso sistemi più efficienti nella produzione di conoscenza, e dei segmenti a minor contenuto di capitale umano verso sistemi caratterizzati da un'abbondante offerta di forza lavoro non-qualificata, e disposta ad accettare salari assai contenuti. L'ispessimento e il rafforzamento delle attività specializzate nella produzione e distribuzione di conoscenza sono necessari per evitare che la morsa della doppia mobilità stritolino l'economia del Nord Ovest, sgretolando un sistema industriale, a forti connotati manifatturieri, che manifesta evidenti problemi di trasformazione in un'avanzata economia dei servizi ad alto contenuto di conoscenza.

In un contesto nazionale e anche locale caratterizzato dalla cronica inadeguatezza delle risorse complessive destinate alla ricerca, il tema dell'efficienza delle scarse e anelastiche risorse destinate a questo scopo assume una rilevanza ancor più significativa.

Un'operazione di tempestiva assimilazione e concreta applicazione del recente dibattito, maturato in ambito angloamericano, sulla *accountability* della ricerca scientifica e soprattutto accademica è dunque opportuna.

Se la nuova e accresciuta centralità della produzione della conoscenza richiama l'attenzione sociale sull'impiego efficiente delle risorse in paesi capaci di allocare stabilmente alla ricerca quote largamente significative, pari al 2% del PIL, il tema dell'efficienza sociale e privata della ricerca deve essere oggetto di un'attenzione ancor più spasmodica in un paese che non riesce a superare la soglia dell'1% del rapporto tra spese in Ricerca e Sviluppo e prodotto nazionale lordo.

In questo contesto la diretta osservazione dell'apparato scientifico locale, forte dei due Atenei torinesi, ma sprovvisto di altri centri di ricerca pubblica, può rappresentare un elemento di rottura di un andamento negativo e di sostegno alla transizione. Una tradizione non trascurabile di forte integrazione nel tessuto produttivo della ricerca accademica e i livelli particolarmente elevati della produzione locale di conoscenza tecnologica, forti delle tradizioni delle grandi imprese locali, possono costituire una premessa importante in questa direzione. Premesse e tradizioni che occorre tuttavia mobilitare e rafforzare.

## *2.2 Elementi di economia della scienza*

### *2.2.1 Introduzione*

La rilevanza direttamente economica dei processi che presiedono alla produzione e alla distribuzione della conoscenza scientifica e tecnologica è ormai tale da conferirle rilievo di disciplina scientifica, ovvero oggetto di un'analisi sistematica e specialistica. L'economia della scienza nell'ambito dell'economia dell'innovazione è una particolare branca della scienza economica che tenta di valutare la produzione e distribuzione di conoscenza scientifica con parametri economici (Hayek 1945; Machlup 1962).

La sua prima specificazione può essere fatta risalire alla fine degli anni cinquanta con l'individuazione del concetto di residuo. Grazie ai contributi di Abramovitz e Solow l'economia della scienza e dell'innovazione si coagula attorno al problema della spiegazione dei processi di crescita non riconducibili immediatamente all'aumento dei fattori produttivi (Abramovitz 1956; Solow 1957; Griliches 1997).

In effetti, una parte rilevante della crescita della ricchezza dei sistemi produttivi deve essere ricondotta direttamente alla produzione di scienza, che dunque deve essere considerata alla stregua di un vero e proprio straordinario fattore produttivo. Parlare di economia della scienza, dunque, è parlare in primo luogo della scienza come bene economico (Antonelli 1999a e b).

Immediatamente si dischiudono le categorie classiche dell'analisi

si economica: economia della produzione di scienza, economia della domanda di scienza e analisi dell'efficienza della produzione di scienza. Assume infatti grande importanza verificare e analizzare se la quantità di input che sono usati in quel processo produttivo assai particolare che mette capo alla scienza, sia adeguata al prodotto in termini di risultati scientifici. Si pone cioè più in generale il tema dell'efficienza sia dell'allocazione delle risorse nella produzione e distribuzione di scienza sia delle modalità di impiego delle stesse. Diventa infatti rilevante porre la questione se le risorse economiche investite nella produzione di scienza siano correttamente commisurate alla produzione scientifica. È evidente che eventuali scarti tra la condizione ottimale e desiderabile di produzione e distribuzione di conoscenza e le condizioni reali potrebbero essere determinati sia da un'inadeguata quantità di risorse allocate – si parlerebbe allora di un'allocazione sub-ottimale – che dall'impiego inefficiente dell'ammontare corretto di risorse allocate. In questo caso saranno le modalità di impiego ad impedire di produrre e distribuire le quantità ottimali di conoscenza (Arrow 1962b e 1969).

Affrontare questi problemi significa entrare veramente nella scatola nera che collega l'impiego di risorse economiche e umane come talento, creatività e originalità alla produzione di nuova conoscenza e alla distribuzione dell'intero stock di conoscenza acquisita ad ogni momento dato. La funzione di produzione della scienza è infatti quel particolare meccanismo che, ricombinando conoscenze esistenti e aggiungendo talento e creatività, produce conoscenza aggiuntiva dalla quale scaturisce, con il concorso della produzione di conoscenze tecnologiche, nuova ricchezza.

La comprensione economica dei meccanismi che presiedono alla produzione e alla distribuzione efficiente della conoscenza scientifica e tecnologica implica naturalmente un presupposto teorico e un contesto analitico assai impegnativo.

Nel corso di questi anni si sono succeduti due grandi modelli interpretativi: il modello della «manna» e il modello sistemico della rete. Ciascuno di essi ha dato importanti contributi analitici che hanno consentito di elaborare fatti stilizzati, prospettive interpretative e talora rilevazioni teoriche che oggi concorrono a fare di questa disciplina un campo particolarmente fertile e creativo nell'ambito della teoria economica.

### 2.2.2 *La «manna» nell'economia della scienza*

Il modello della manna, principalmente ispirato dai lavori di Arrow, proponeva già alla fine degli anni cinquanta l'ipotesi che il progresso tecnico fosse intrinsecamente esogeno. Tale modello assumeva come riferimento esterno la prima sociologia dell'innovazione di ispirazione mertoniana e si avvaleva della tradizione weberiana per identificare obiettivi e incentivi della ricerca scientifica (Arrow 1962a e 1969). Il primo pilastro su cui è cresciuta molta economia della scienza e dell'innovazione consiste nella ipotesi di centralità e primato della scienza sulla tecnologia; il secondo pilastro consiste nell'attribuzione alla conoscenza delle caratteristiche intrinseche del bene pubblico (David 1993).

La scoperta scientifica costituisce il primo passo logico e storico di un processo deduttivo. Dalla scoperta scientifica deriva l'invenzione che mette capo all'innovazione tecnologica. Senza scoperte scientifiche non sono possibili le invenzioni né le innovazioni. Al contrario, non sempre dalle scoperte scientifiche scaturiscono direttamente invenzioni e innovazioni tecnologiche. In ogni caso, la nuova conoscenza tecnologica è il risultato di un'applicazione di nuove conoscenze scientifiche (Machlup 1962).

A sua volta la conoscenza scientifica è inappropriabile, indivisibile e soprattutto di uso non-esclusivo. Da questo scaturisce il famoso paradosso della non commerciabilità.

Al carattere di bene pubblico della conoscenza scientifica si può porre rimedio naturalmente con la creazione di particolari forme di proprietà del tutto immateriale: i diritti della proprietà intellettuale. L'esclusività che questi consentono, tuttavia, se da un lato rappresenta un potente incentivo alla produzione di mercato di nuova conoscenza, dall'altro può tradursi in un freno pericoloso, capace di rallentare lo stesso ritmo del progresso scientifico. La produzione di conoscenza tecnologica può allora essere oggetto di una proprietà esclusiva, al fine di crearne opportuni livelli di incentivo. Si conviene invece che la produzione di conoscenza scientifica non possa essere oggetto di brevettazione: la distribuzione ne soffrirebbe in misura eccessiva, con effetti negativi non solo sulla produzione di conoscenza tecnologica, ma anche e soprattutto sulla produzione di ulteriore conoscenza scientifica (Lamberton 1971).

Il mercato inteso nel suo senso economico non appare dunque in grado di funzionare come meccanismo istituzionale adeguato sia per allocare le quantità opportune di risorse alla produzione di nuove conoscenze, sia per sanzionare eventuali inefficienze nell'impiego delle risorse allocate.

La definizione del livello ottimale di risorse alle attività di produzione e distribuzione di conoscenza scientifica rimane affidata a regole metaeconomiche. Il prelievo fiscale è chiamato a contribuire in modo decisivo alla creazione di risorse destinabili alle attività di produzione di ricerca. Lo Stato si pone in questo ambito come indispensabile soggetto intermediatore che preleva le tasse necessarie a finanziare la ricerca scientifica condotta in sedi prevalentemente universitarie.

L'esecuzione in condizioni efficienti delle attività di ricerca, considerati i caratteri di bene pubblico della conoscenza e l'impossibilità di definirne un prezzo, non può non essere oggetto di un'attività istituzionale con regole assai particolari. In questo contesto l'università si consolida come il luogo funzionale della produzione e distribuzione di conoscenza. L'università del resto è soprattutto l'unico meccanismo: non sono infatti possibili alternative istituzionali a causa della natura di bene pubblico della conoscenza.

L'attribuzione alla conoscenza scientifica dei caratteri di bene pubblico, e quindi la non-divisibilità, la non-esclusività e di conseguenza la non-appropriabilità, sanzionava una divisione del lavoro tra impresa e accademia. La produzione di conoscenza è vista come una condizione necessaria e sostanzialmente sufficiente per la successiva messa a punto di innovazioni tecnologiche. All'università competevano naturalmente le funzioni di produzione e disseminazione del bene pubblico (Merton 1973).

L'impresa doveva essere capace di cogliere gli stimoli che scaturiscono dalle nuove scoperte scientifiche che sono disponibili nell'atmosfera e tradurli in nuova conoscenza tecnologica. L'analisi marshalliana delle esternalità, variamente coniugata, offre numerosi spunti interpretativi ed eleva al centro della riflessione la categoria degli *spillover*. Le scoperte scientifiche, messe appunto in ambito accademico e comunque metaeconomico, producevano degli effetti in termini di opportunità tecnologiche. Le imprese coglievano queste opportunità e introducevano le innovazioni, grazie

alle quali la produttività totale dei fattori cresceva e con essa la quantità di reddito prodotto e non direttamente «spiegata» dall'incremento degli input.

La sede fondamentale in cui avviene la produzione di scienza è l'università. L'economia della scienza diventa molto rapidamente, per approssimazione successiva, anche e soprattutto un'economia dell'università. L'università è infatti il luogo centrale del meccanismo di produzione e distribuzione di conoscenza, soprattutto scientifica. L'università è in ultima analisi una particolare istituzione economica, un soggetto economico che ha degli input e degli output. Queste risorse vengono allocate in un sistema che ha naturalmente aspetti assai specifici i quali tuttavia, con le dovute cautele, possono essere ricondotti alle categorie economiche di incentivo e funzione di produzione.

Secondo Merton (1973) l'università è il prodotto di una funzione di produzione duale. Esiste una categoria, una specie umana molto particolare, l'accademico, caratterizzato da una funzione-obiettivo molto peculiare. L'accademico sarebbe meno interessato di altre specie umane alla massimizzazione del benessere economico, mentre attribuisce uno straordinario rilievo a parametri essenzialmente riconducibili al concetto di prestigio. Parafrasando Merton, si può sostenere che esista una sottocategoria umana, i professori universitari, i quali rinunciano al danaro ove possano ottenere prestigio e perseguono il prestigio attraverso le pubblicazioni. La pubblicazione è in effetti una straordinaria istituzione economica perché divulga e, come il termine indica chiaramente, rende pubblica la conoscenza scientifica che il professore produce perseguendo l'obiettivo di incrementare il proprio prestigio.

La pubblicazione è un indicatore attendibile della qualità della ricerca e dunque del prestigio del ricercatore per due motivi, spesso combinati. Motivo *ex-ante* è il luogo della pubblicazione. Motivo *ex-post* è invece la citazione. La pubblicazione è tanto più prestigiosa quanto più selettivo e rigoroso il controllo di qualità e il ruolo del giudizio di esperti nel consentire la pubblicazione stessa. La pubblicazione presso case editrici e riviste prestigiose garantisce la qualità del lavoro e la sua autentica originalità, perché di fatto avviene solo in quanto esperti di assoluto rilievo sono stati consultati e hanno espresso un parere positivo. Una pubblicazione trova riscontro della sua qualità anche a posteriori in funzione del numero di citazioni

che ottiene in successive pubblicazioni di altri esperti. La citazione è un riconoscimento che un autore, sottoposto al vincolo di qualità del parere di esperti, tributa a chi prima di lui ha autorevolmente e creativamente contribuito a sviluppare un particolare campo di indagine.

Naturalmente il luogo della pubblicazione ha conseguenze importanti sulla frequenza delle citazioni. Un lavoro pubblicato su una rivista prestigiosa è più accessibile e più credibile di un lavoro pubblicato in una rivista o da una casa editrice marginale. Si produce così un effetto di trascinamento intertemporale o più semplicemente di *path-dependence* che ha conseguenze importanti in termini di isteresi scientifica. Il ruolo delle riviste e delle case editrici prestigiose tende a riprodursi nel tempo per meccanismi virtuosi e anche meno virtuosi. La maggiore visibilità delle riviste prestigiose e gli effetti connessi in termini di citazioni attese accrescono la competizione per lo spazio ridotto delle riviste stesse, che quindi sono poste nella condizione di scegliere tra i lavori migliori. In molti casi, tuttavia, la citazione di un luogo prestigioso è influenzata da processi intenzionali e perfino preterintenzionali di *captatio benevolentiae*. La stratificazione della comunità scientifica in termini di reti di autori in ragione della qualità e dell'intensità del loro collegamento con riviste e case editrici prestigiose diventa un potente fattore di organizzazione degli *invisible colleges* fino a configurarsi come un vero elemento di costruzione sociale della rilevanza della conoscenza scientifica.

Parallelamente all'attività di ricerca il docente universitario è impegnato nell'attività didattica. Un'attività didattica a due livelli, generalmente. Didattica rivolta agli studenti e didattica rivolta agli allievi. Il professore divulga agli studenti i principi fondamentali della sua conoscenza, ma raramente può spingersi a trattare nella lezione rivolta agli studenti i temi più strettamente vicini alla propria attività di ricerca. Questa didattica viene riservata agli allievi. Nei sistemi universitari più strutturati gli allievi sono di fatto gli studenti di dottorato. Il professore condivide con gli allievi i propri temi di ricerca, talora sviluppa con loro alcuni sottotemi. La qualità e il numero degli allievi sono un indicatore della creatività e dell'originalità della ricerca di punta. I professori competono per accaparrarsi gli allievi migliori. Le università competono per ottenere gli studenti di dottorato più qualificati.

L'articolazione della funzione di produzione accademica in due attività connesse appare vantaggiosa da numerosi punti di vista. Entro certi limiti si può parlare di vere e proprie economie di scopo. Una distribuzione efficiente di conoscenza, risultato ultimo della didattica di primo e secondo livello, può essere svolta prima di tutto e soprattutto da chi ha prodotto la medesima conoscenza. Si postula quindi una forte complementarità tra attività di ricerca e attività didattica. Tale complementarità, tuttavia, deve essere intesa tra ricerca e didattica avanzata: la didattica di primo livello potrebbe, ove fosse troppo incombente, mettere in moto meccanismi di sostituzione. Infine, l'impegno didattico costituisce un impiego proficuo anche quando la fase di maggiore creatività scientifica si attenua. Da questo punto di vista in particolare la stretta combinazione di didattica e ricerca, caratteristica dell'istituzione universitaria, costituisce un forte elemento di vantaggio rispetto ai centri di ricerca, in particolare pubblici ma anche privati, spesso afflitti dal problema dell'invecchiamento del personale e dal declino della creatività (Price De Solla 1984).

Anche la struttura della carriera universitaria può essere rilevante alla luce di una teoria economica degli incentivi e dell'organizzazione. La ricerca del prestigio si accompagna al perseguimento della cattedra. Si può ottenere una cattedra solo dopo aver pubblicato un numero adeguato di lavori in sedi prestigiose e aver dunque contribuito autorevolmente all'avanzamento di una specifica disciplina. Quanto più la cattedra si configura come un riconoscimento oggettivo ed *ex-post* che corona una carriera caratterizzata da una produzione di alto livello scientifico, tanto più risulta potente il funzionamento del meccanismo degli incentivi. Tale incentivo sarà rafforzato dalla precarietà delle condizioni professionali che precedono il conseguimento della cattedra. Il disegno della struttura accademica in termini di distribuzione delle mansioni e dei ruoli può influire in modo significativo sul funzionamento della produzione e distribuzione di conoscenza scientifica (Stephan 1996).

Particolare rilevanza assume in questo contesto il problema dell'esclusività del rapporto di lavoro accademico. In molti paesi il rapporto di lavoro accademico non è esclusivo: i docenti possono svolgere altre attività anche non strettamente connesse alla ricerca e all'insegnamento. In Italia il rapporto di lavoro accademico non è esclusivo: il docente può svolgere altre attività previa autorizzazio-

ne della facoltà. È inoltre prevista la distinzione tra tempo pieno e tempo parziale: il docente a tempo parziale subisce una decurtazione della remunerazione legata alla riduzione dell'indennità di ricerca. In quest'ultimo caso il docente è tuttavia libero di svolgere qualunque attività professionale, senza alcun rapporto diretto con il dipartimento e la facoltà di appartenenza. La scelta è inoltre reversibile: quando gli impegni professionali vengono meno il docente può tornare a svolgere un'attività accademica a tempo pieno.

La non-esclusività del rapporto di lavoro accademico è un tema importante. Secondo alcuni, il professore a tempo parziale viene meno a un obbligo etico. L'attività professionale si configura come una privatizzazione di benefici che scaturiscono direttamente dalla funzione accademica. Si tratterebbe allora della classica privatizzazione dei profitti che segue alla socializzazione dei costi. I costi di formazione del capitale umano dell'accademico sono infatti cospicui e hanno luogo negli anni di formazione alla ricerca. Addirittura una versione estrema di questa valutazione negativa dà rilievo a forme di concorrenza impropria che il docente professionista svolgerebbe nei confronti di veri professionisti a tempo pieno. Il docente a tempo parziale opererebbe di fatto in un regime di costi marginali, mentre i veri professionisti devono sopportare costi medi.

Un'interpretazione opposta considera il tempo parziale una condizione irrinunciabile per facilitare e anzi sviluppare la distribuzione della conoscenza, dando luogo a forme specifiche e assai preziose di trasferimento della conoscenza scientifica e tecnologica dall'ambito accademico al resto dell'economia.

Il tempo parziale è allora uno strumento istituzionale che consente e incentiva la diretta applicazione delle conoscenze scientifiche alla realtà produttiva e dunque permette l'attivazione di un circuito virtuoso di ibridazione e influenza biunivoca: per un verso l'accademico, impegnato in attività professionali, trasmette le conoscenze acquisite e per l'altro ha occasione di verificare anche direttamente la rilevanza pratica delle sue teorie e di apprendere dall'esperienza. La riflessione sui risultati delle applicazioni consentirà ulteriori sviluppi non solo tecnologici, ma anche e direttamente scientifici.

L'istituzione del tempo parziale consente dunque un'accelerazione e anzi la stessa realizzazione di relazioni tra utenti e prodotto-

ri particolarmente qualificate e vantaggiose, sia per lo sviluppo delle conoscenze tecnologiche che per ulteriori sviluppi della conoscenza scientifica. Da questo punto di vista l'incidenza sul totale del personale a tempo parziale, tenuto conto di normali fattori di varianza disciplinare, diventa un sicuro indicatore della qualità e della rilevanza della ricerca condotta in un certo ambito. Pare evidente che personale squalificato e incapace di mettere a punto contributi originali avrà scarse occasioni di lavoro professionale. La torre d'avorio diventa allora un rifugio e un alibi per ricercatori poco fecondi.

In effetti, sviluppando questa seconda linea interpretativa l'istituzione del tempo parziale può perfino fornire alcuni indizi significativi sulla rilevanza quantitativa del trasferimento tecnologico che ha luogo grazie all'attività professionale dei docenti. Si può infatti calcolare il costo-opportunità della rinuncia al tempo pieno e su questa base valutare l'entità delle attività professionali condotte dai docenti a tempo parziale. Si potrà poi calcolare l'ammontare delle esternalità pecuniarie che tale trasferimento consente e apprezzare quindi il valore economico della ricerca condotta da un dato dipartimento o facoltà universitaria.

La distinzione tra *intramoenia* e *extramoenia* diventa a questo punto rilevante. Non si può escludere che una parte forse rilevante dell'attività professionale condotta dai docenti universitari a tempo parziale assuma i connotati prevalenti dei servizi alla persona. Viceversa un'attività professionale condotta *intramoenia* potrebbe garantire una maggiore coerenza tra l'attività scientifica e l'attività professionale, rafforzandone la capacità di attivare flussi virtuosi di trasferimento tecnologico. La compartecipazione delle istituzioni universitarie coinvolte potrebbe contenere inoltre gli aspetti di inefficienza allocativa già richiamati.

Una libera attività professionale del personale accademico, opportunamente svolta *intramoenia*, e dunque in un contesto contributivo adeguato, ma condotta con piena libertà di azione contrattuale e in un contesto normativo che consenta il coinvolgimento di personale *pro-tempore* e la collaborazione con altre figure professionali potrebbe rafforzare il ruolo della pubblicazione e della formazione di secondo livello come veicoli dei processi di distribuzione della conoscenza.

La stessa formazione di nuove imprese da parte di docenti potrebbe essere favorita in un tale contesto che valorizza il ruolo direttamente economico della ricerca accademica.

La formazione di primo e soprattutto di secondo livello assume un ruolo centrale dal punto di vista della distribuzione di conoscenza. In questo modello il dottore in ricerca è il principale veicolo effettivo della distribuzione di nuova conoscenza. Solo il dottore in ricerca, l'allievo, è effettivamente in grado di leggere le pubblicazioni del professore e individuarne gli spunti più originali. Quanto maggiore la circolazione nel sistema sociale dei dottori in ricerca, tanto maggiore sarà l'effettiva distribuzione di conoscenza (Geuna 2000; Jasanoff *et al.* 1994).

Infine, il collegamento tra ricerca e formazione, tra produzione e distribuzione di conoscenza ha un ulteriore e fondamentale risvolto nei meccanismi che presiedono alla formazione e selezione di nuovi ricercatori. Solo una formazione avanzata e rigorosa consente di individuare, selezionare e formare i nuovi talenti.

Dunque l'università vive in quanto è in grado di selezionare un sottoinsieme particolare di soggetti umani che hanno una funzione-obiettivo particolare e vive nella dualità della funzione di produzione e distribuzione di conoscenza. Il professore fa carriera, ottiene riconoscimenti, notorietà, prestigio grazie al numero delle sue pubblicazioni, ma in quanto pubblica i risultati dei suoi lavori, sostanzialmente rende accessibili agli imprenditori nuove conoscenze che con ulteriori elaborazioni consentono di mettere capo a conoscenze tecnologiche, innovazioni di prodotti, innovazione di processo, e in ultima istanza all'aumento della produttività totale dei fattori. Dunque la torre d'avorio in realtà è una straordinaria istituzione economica. Consentendo ad alcuni soggetti di rinchiudersi in una torre d'avorio le cui scale sono per così dire fatte di pubblicazioni, in realtà il sistema occidentale ha elaborato una straordinaria macchina istituzionale che sostituisce il mercato. L'università infatti non solo funziona bene come peculiare e complesso meccanismo istituzionale per produrre e distribuire conoscenza, ma è anche e soprattutto l'unica istituzione in grado di produrre conoscenza, poiché la conoscenza non è un bene economico.

Nel corso degli anni ottanta il consenso sul modello della manna nella comunità scientifica più direttamente impegnata nell'analisi

dei meccanismi della produzione e distribuzione di conoscenza si stempera (Kline e Rosenberg 1986).

### *2.2.3 Le critiche alla «manna»*

Il modello della manna aveva senz'altro il merito fondamentale di non sollevare interrogativi inquietanti per la teoria economica dell'epoca. Le ipotesi di esogeneità della scoperta scientifica e dunque dell'innovazione, la categoria di bene pubblico della conoscenza scientifica e la linearità della relazione tra messa a punto di nuova conoscenza scientifica e innovazione tecnologica, ovvero tra scoperta, invenzione e innovazione, appaiono tuttavia insoddisfacenti, soprattutto nell'ambito di studi, di ispirazione schumpeteriana, concentrati sulla identificazione dei meccanismi che presiedono alla distribuzione della conoscenza, alla diffusione delle innovazioni e al ruolo dell'innovazione nella condotta delle imprese (Dosi 1982 e 1988).

In particolare, il modello della manna e le sue implicazioni in termini di economia e politica della scienza sembrano sempre più inadeguati dal punto di vista della valutazione dell'efficienza sociale e privata dell'allocazione delle risorse nella produzione e distribuzione di conoscenza scientifica. I punti critici sono almeno quattro. In primo luogo emerge con crescente disappunto la totale assenza di criteri adeguati per definire il livello assoluto delle risorse «ottimali». Il meccanismo dell'allocazione pubblica risente infatti di evidenti limiti in termini di capacità di indirizzo e di valutazione. La politica della scienza risente in modo improprio di più generali valutazioni macroeconomiche e fiscali; risulta difficile una programmazione di lungo periodo. Non emergono con chiarezza elementi di riferimento e ordinamento dei pur imprescindibili processi decisionali.

In secondo luogo risulta problematica la definizione della stessa composizione delle risorse disponibili: non emergono criteri forti in grado di razionalizzare le scelte di allocazione delle risorse tra le varie discipline scientifiche. Sempre più frequentemente la ripartizione delle risorse destinate alla ricerca appare guidata dall'evoluzione della domanda di didattica. La connessione tra attività didattica e attività di ricerca presenta da questo punto di vista problemi sempre più significativi, in quanto rischia di porre la ricerca al traino delle mutevoli scelte di formazione che scaturiscono dalla perce-

zione delle giovani leve studentesche delle evoluzioni del mercato del lavoro. La difesa della libertà accademica si confonde così con processi decisionali spesso sussultori largamente influenzati dall'andamento del mercato del lavoro o più precisamente dalle aspettative sull'andamento dei mercati del lavoro.

Il modello della manna e le sue applicazioni all'economia della scienza e dell'università, in terzo luogo, appare inadeguato per quanto riguarda la responsabilizzazione del personale accademico, sia dal punto di vista dell'efficienza dell'istituzione universitaria sia dal punto di vista delle ricadute economiche dell'attività di ricerca.

Appaiono infine inadeguati i criteri di valutazione della produzione di ricerca e forse ancor più inadeguati i meccanismi spontanei ai quali viene affidata la circolazione delle idee nuove, essenzialmente fondati ancora sulla «pubblicazione» eventualmente rinforzata dal ruolo di interfaccia del dottore in ricerca assunto dall'impresa. In effetti gli *spillover* appaiono molto meno efficaci e spontanei di quanto il modello della manna non assuma (Griliches 1992).

Il rafforzamento di centri di ricerca pubblica non universitaria tenta di porre rimedio ad alcuni dei problemi identificati. Tali centri consentono infatti di selezionare in modo più esplicito e consapevole alcuni indirizzi di ricerca e allocare risorse con criteri di alta selettività e focalizzazione.

#### *2.2.4 L'economia della scienza al tempo delle traiettorie e delle reti*

Al modello della manna tuttavia viene contrapposto con sempre maggiore insistenza nel corso degli anni ottanta il modello post-schumpeteriano delle traiettorie. Il modello delle traiettorie, articolato in particolare da Nelson e Winter (1982), assume in primo luogo la separatezza della conoscenza tecnologica dalla conoscenza scientifica e sottolinea la differenza nei ritmi di evoluzione delle due forme di conoscenza. La conoscenza tecnologica assume ora una forte prevalenza. L'interesse dell'analisi economica si sposta dalla scienza alla tecnologia. Si dà dunque maggiore rilievo ai meccanismi di produzione e distribuzione di conoscenza tecnologica piuttosto che ai meccanismi che presiedono alla produzione e distribuzione di conoscenza scientifica (Nelson 1993).

Il modello delle traiettorie, in secondo luogo, sottolinea elementi di continuità e cumulabilità nei processi di accumulazione delle conoscenze tecnologiche lungo assi di evoluzione, denominati traiettorie, che delimitano e insieme valorizzano gli sforzi innovativi delle imprese e le loro condotte. Un riferimento importante del modello delle traiettorie è sicuramente il contributo di Kuhn (1962 e 1985) e la sua distinzione tra scienza normale e cambiamento paradigmatico: le traiettorie appaiono allora come una specificazione del concetto di scienza normale che si muove in ambiti e lungo rotte predeterminate fino all'esaurimento delle sue capacità euristiche. In tali circostanze si pongono le condizioni per una soluzione di continuità definita appunto «cambiamento paradigmatico».

Il modello delle traiettorie utilizza anche a piene mani il contributo della psicologia cognitivista dando particolare rilievo alla distinzione di Polanyi (1958 e 1966) tra conoscenza tacita e conoscenza codificata. Ruolo centrale ha in questo approccio il riferimento alla nozione di Simon (1962 e 1982) di razionalità limitata e ai limiti delle capacità di calcolo e assimilazione della conoscenza e delle informazioni: su queste basi si afferma la rilevanza dei processi di apprendimento. Il modello delle traiettorie appare particolarmente fertile nel campo dello studio delle condotte delle grandi imprese protagoniste di strategie di crescita e innovazione di tipo incrementale su mercati caratterizzati da rivalità oligopolistica ed elevati livelli di differenziazione del prodotto. In questa letteratura la grande impresa assume un ruolo centrale e appare come primo, se non addirittura esclusivo, luogo di accumulazione della conoscenza tecnologica e del progresso tecnico.

Nel corso degli anni novanta la diffusione del costruttivismo nella storia e nella sociologia della scienza è parallela alla formazione di nuove prospettive nel campo dell'economia dell'innovazione. La produzione di conoscenza, sia scientifica che tecnologica, appare ora fortemente condizionata dai contesti sociali, istituzionali ed economici in cui avviene. L'interazione e la comunicazione tra una varietà di agenti innovatori e, nel campo della produzione scientifica, tra scienziati, assume una rilevanza centrale nella interpretazione dei fattori che sono all'origine dei tassi di produzione di nuova conoscenza e della specifica direzione, intesa come campi specifici di applicazione. Il parallelo sviluppo delle nuove tecnolo-

gie dell'informazione e della comunicazione dà forte risalto a questo approccio e pone in rilievo il ruolo fondamentale dell'interazione e comunicazione come fattori di produzione di nuova conoscenza attraverso processi di ricombinazione e contaminazione (David 1994 e 1998).

In questo ambito si sottolinea il carattere fortemente collettivo della conoscenza, sia scientifica che tecnologica, e la complementarità delle limitate porzioni di conoscenza poste sotto il controllo di ciascun attore. Sul piano specifico dell'analisi economica si dà rilievo alle forme cooperative di messa a punto di innovazioni che vedono coinvolte anche imprese rivali e co-localizzate in distretti tecnologici (Antonelli 1995, 1999a e 2001).

L'innovazione scaturirebbe in questi contesti dalla disseminazione incrociata di conoscenze specifiche e localizzate a forte se non prevalente contenuto tecnologico che scaturiscono da processi di apprendimento e dalla loro continua manipolazione. La coraltà e la varietà degli attori coinvolti in questi scambi appare ora determinante. La moltiplicazione dei canali di comunicazione tra soggetti eterogenei e quindi portatori di conoscenze diverse ma nondimeno suscettibili di attivare nuove complementarità sollecita la partecipazione e la verbalizzazione delle esperienze (Freeman 1991).

Il nuovo modello di produzione e distribuzione della conoscenza scientifica e tecnologica basato sulla centralità della conoscenza tecnologica e sul ruolo trainante dell'interazione nella diversità e nella varietà è validato storicamente dalla rapida evoluzione dell'organizzazione della produzione della conoscenza tecnologica e scientifica sperimentata negli Stati Uniti negli ultimi venti anni (Rosenberg 1976, 1982 e 2000).

Una parte significativa delle innovazioni introdotte nella seconda metà del XX secolo sembra avere natura prevalentemente tecnologica anche con riferimento ai fattori generativi. Il ruolo della scienza appare meno determinante soprattutto dal punto di vista della sequenzialità. La conoscenza tecnologica è vista come il risultato di un processo di apprendimento localizzato *bottom-up* che si contrappone al modello *top-down* secondo cui la tecnologia deriva dalla scienza. In secondo luogo appare anche caratterizzata da forti elementi di idiosincrasia e *embeddeness* che ne consentono una sostanziale appropriabilità, in contrapposizione alla classica inappro-

priabilità arrovinata. Come tale la conoscenza tecnologica può essere oggetto di scambi e commerci in mercati caratterizzati da forti elementi di garanzia proprietaria (Gibbons Limoges, Nowotny, Schwarzman, Scott e Trow 1994).

La ricerca con sempre maggiore frequenza è affidata dalle stesse imprese a centri di ricerca che lavorano su commessa e si specializzano in attività conoscitive. Questo peculiare processo di *outsourcing* riduce sostanzialmente la distanza tra il soggetto fruitore e il soggetto produttore accelerando i ritmi della produzione di conoscenza (Etzkowitz e Webster 1994).

In questo contesto il ruolo dell'università cambia sensibilmente. Sempre di più l'università, almeno nella prassi americana e sempre di più britannica negli ultimi anni del XX secolo, non produce soltanto conoscenza scientifica ma anche e soprattutto conoscenza tecnologica. L'università diventa anche un laboratorio esterno che riceve contratti dalle imprese, e produce beni ben specificati e direttamente utilizzabili dalle imprese. La commercializzazione della conoscenza viene valorizzata al punto che si estende alle università il diritto, e di fatto il dovere, di brevettare anche conoscenza direttamente scientifica.

Si rafforza il convincimento che l'interazione ravvicinata tra ricerca scientifica e ricerca tecnologica consenta di aumentare l'efficienza e della prima e della seconda, perché si mette l'università nella condizione di produrre conoscenza direttamente utile al soggetto economico, senza più affidarsi al mito della pubblicazione, accelerando dunque il trasferimento da scienza a tecnologia. Per altro verso, inoltre, il rapporto diretto dello studioso con i luoghi di accumulazione della conoscenza tecnologica consentirebbe incrementi di efficienza nella produzione scientifica. Si profila così un modello fortemente induttivo della conoscenza scientifica (Callon 1989).

Il raggio di azione dell'università si sposta sempre di più dalla conoscenza scientifica in senso astratto alla conoscenza tecnologica e in quanto compie questa operazione, l'università risulta capace di ottenere contratti dalle imprese ed entra in stretta interazione con il sistema produttivo.

Questo nuovo modello appare superiore non solo da un punto di vista epistemologico, ma anche da un punto di vista economico. Secondo questa argomentazione sono numerosi i fattori in gioco. La

ridefinizione dell'ambito di azione dell'università accelera il trasferimento dalle conoscenze scientifiche alle conoscenze tecnologiche e quindi aumenta i ritmi di introduzione delle innovazioni.

Questo meccanismo consente di aumentare la focalizzazione della ricerca scientifica e quindi della sua efficienza. Le tendenze intrinseche della ricerca accademica classica alla dispersione possono essere contenute nel nuovo contesto, così come possono essere ridotti i rischi di duplicazione di ricerche, specie se suscettibili di condurre in vicoli ciechi.

Si sviluppa in questo ambito una vera e propria economia industriale della ricerca universitaria. La produttività dei dipartimenti universitari è misurata non solo in termini di pubblicazioni e brevetti, ma anche e soprattutto di contratti di ricerca ottenuti sui mercati della ricerca. La dimensione dei dipartimenti e la loro composizione in termini di personale distinto per livelli gerarchici e competenze professionali viene rapportata ai livelli di efficienza. Possono così essere identificate delle soglie di efficienza: si può parlare di dimensioni efficienti e dimensioni inefficienti; si possono individuare valori dimensionali e strutture organizzative più adeguate per raggiungere l'efficienza in certe aree di ricerca anziché in altre. La stessa metodologia può essere estesa a misurare la dimensione minima ottima degli stessi atenei.

La diretta valorizzazione dell'interazione tra università e impresa favorisce la misurazione dell'output effettivo della ricerca scientifica e quindi consente livelli superiori non solo di *accountability*, ma anche di incentivazione. In entrambi i casi l'inefficienza dovrebbe essere ridotta. Si sostiene infatti che dipartimenti in grado di procurarsi molti contratti debbano essere migliori perché producono conoscenze oggettivamente utili al sistema economico, tanto utili che le imprese sono disposte a pagarle. La ricerca potrà allora essere orientata verso indirizzi più fertili evitando vicoli ciechi. Inoltre la disponibilità di risorse aggiuntive, ove concorressero a definire la remunerazione del ricercatore, potrebbe funzionare come un efficiente incentivo, che stimola oltre tutto il ricercatore a mantenersi sulla frontiera scientifica anche dopo il conseguimento della cattedra.

Un buon dipartimento è capace di ottenere molti contratti di ricerca. Con questi proventi può allargare il numero dei ricercatori.

Un dipartimento inefficiente, intriso di comportamenti opportunistici, è destinato al declino, anche in termini numerici.

La valorizzazione del rapporto tra impresa e università assume rilevanza non solo in quanto consente di valorizzare e incentivare la definizione di contratti tra imprese paganti e dipartimenti che eseguono specifici progetti di ricerca, ma anche in quanto favorisce il rapporto inverso e cioè l'uscita dall'università di ricercatori depositari di conoscenze commercialmente rilevanti e come tali fondatori di nuove imprese. Di nuovo questa prassi accelera il trasferimento, focalizza la ricerca e ovviamente si traduce in un potente incentivo economico a produrre livelli elevati di conoscenza in ambiti direttamente rilevanti.

Nel modello della rete il territorio assume grande rilevanza. La rete di rapporti che si stabilisce tra ricerca e impresa, tra ambienti accademici, ambienti professionali e ambienti aziendali ha un forte contenuto spaziale. La co-localizzazione aumenta la frequenza dei contatti, ne riduce il costo, favorisce la ridondanza e consente forme di comunicazione sia di saperi codificati, sia di saperi, soprattutto, taciti. La ripetizione nel tempo delle opportunità di comunicazione è favorita nello spazio concentrato e favorisce il contenimento dei comportamenti opportunistici che affliggono i mercati della conoscenza, pur sempre un bene quasi-pubblico caratterizzato da problemi di indivisibilità, inappropriabilità e non-esclusività. Relazioni di scambio occasionali e impersonali non hanno luogo per il rischio delle parti di subire asimmetrie informative. Gli scambi sono possibili solo dove i mercati della conoscenza sono rafforzati da iniezioni di fiducia e trasparenza. La delimitazione dello spazio favorisce la formazione di fiducia a causa della maggiore trasparenza e ripetitività delle transazioni. L'aumento di fiducia favorisce dunque la nascita di mercati della conoscenza a forte radicamento territoriale.

Il mercato diventa un meccanismo capace di indirizzare, anche nel lungo periodo, la produzione di conoscenza sia scientifica che tecnologica.

In questo contesto assume crescente rilevanza, accanto allo sviluppo di un mercato della conoscenza in cui la domanda di servizi di conoscenza è prevalentemente espressa da imprese private, la formazione e l'ispessimento di veri e propri mercati pubblici della ricerca, nei quali la domanda è espressa da enti pubblici nazionali e

internazionali. Il mercato pubblico della conoscenza diventa cioè uno strumento di allocazione di risorse verso obiettivi predeterminati e perciò stesso viene considerato uno strumento efficiente di identificazione delle competenze, di creazione di incentivi, di coordinamento delle attività di ricerca. L'allocazione di risorse pubbliche avviene infatti in misura crescente su base competitiva. Centri di ricerca pubblici, università e anche imprese competono per ottenere l'affidamento di specifici programmi di ricerca. La determinazione dei programmi di ricerca e naturalmente il finanziamento avvengono a livello centrale.

La valutazione del livello «ottimale» delle risorse e della loro distribuzione disciplinare rimane naturalmente esposta a decisioni erratiche e soprattutto appare il risultato di processi decisionali assai opachi. Il meccanismo del mercato pubblico, tuttavia, appare interessante come strumento per stimolare il perseguimento dell'efficienza privata. Solo dipartimenti all'avanguardia dovrebbero essere in grado di ottenere i contratti di ricerca.

Nel contesto istituzionale europeo la pratica del finanziamento competitivo non può comunque essere considerata una soluzione definitiva. La distinzione tra efficienza ed efficacia, infatti, deve essere tenuta presente. Il meccanismo del finanziamento competitivo, in presenza di altri meccanismi di allocazione delle risorse destinate alla produzione e distribuzione di scienza e dunque di cattedre e posti di ruolo già finanziati, può avere effetti profondamente distorsivi in quanto rischia di stimolare l'efficacia, ovvero il raggiungimento di obiettivi anche di avanguardia, a sacrificio dell'efficienza. Le stesse risorse vengono infatti remunerate due volte, ovvero risultati scientifici di rilievo vengono ottenuti con costi eccessivi e impiego del tutto inefficiente di risorse già scarse. La ripartizione disciplinare e gli indirizzi della ricerca stessa possono soffrirne. Il rischio è tanto più elevato in quanto appare dubbio il criterio stesso di determinazione degli obiettivi della ricerca da parte degli istituti finanziari, sia a livello comunitario che nazionale.

Nel corso degli ultimi anni del XX secolo, la pratica del mercato pubblico della ricerca ha assunto in ogni caso grande rilevanza in Europa, anche in relazione all'obiettivo della Comunità Europea di rafforzare i rapporti tra le comunità accademiche e di ricerca dei singoli paesi.

Una parte significativa del finanziamento pubblico alla ricerca avviene oggi su base competitiva, con finanziamento comunitario rivolto a gruppi di ricercatori a necessaria composizione sovranazionale. Anche altre istituzioni sovranazionali svolgono un ruolo non trascurabile in questo contesto, aumentando lo spessore dei mercati pubblici internazionali della ricerca. In qualche misura lo stesso finanziamento pubblico nazionale, questo è il caso italiano, si è orientato verso il meccanismo del finanziamento competitivo. Il finanziamento competitivo è comunque sostanzialmente aggiuntivo rispetto al finanziamento istituzionale.

Su questa strada si coglie un importante risultato. Il livello stesso degli input, ovvero del personale universitario e più in generale scientifico presente in un dato ambito territoriale o istituzionale, può essere considerato un indicatore dell'intensità della domanda effettiva di ricerca e in generale della capacità di quel sistema di produrre in misura efficiente ricerca socialmente utile. Da un punto di vista statistico si possono dunque utilizzare le informazioni relative agli input, come se esse fossero, anche, significative in termini di indicatori di output.

Si tratta di un tipico ragionamento in condizioni di equilibrio che conviene approfondire, vista anche la sua rilevanza crescente nel dibattito internazionale. L'argomentazione si svolge a partire da una generica assunzione di equilibrio ad ogni momento dato. Le istituzioni di un certo territorio o una specifica istituzione in equilibrio avrà un'efficienza media e in ragione di questa commisurerà gli input alla domanda effettiva che è in grado di soddisfare. A ogni momento dato dovrebbe allora essere evidente che un'istituzione o un sistema di istituzioni di ricerca particolarmente efficienti saranno state capaci di ritagliarsi una quota di domanda significativa e dunque avranno raggiunto livelli elevati di impiego degli input. Dunque, maggiore è il numero dei ricercatori e maggiore dovrebbe essere il livello dell'efficienza relativa. Il ragionamento è naturalmente ancor più efficace in termini dinamici. La crescita del livello degli input, soprattutto in termini comparativi, può essere considerata un buon indicatore della crescita dell'efficienza e dunque della qualità.

La trasformazione delle misure di input in indicatori di output, da un punto di vista che privilegia la costruzione di una capacità di misurazione, è tipica del modello della commercializzazione della

scienza. Ma non sembra retrospettivamente infondata anche in un contesto interpretativo più legato al modello della manna. L'esperienza accademica conferma che frequentemente la ripartizione delle risorse universitarie è stata influenzata dal prestigio e dall'autorità, sia a livello nazionale che locale, di professori particolarmente significativi. La costruzione di una scuola è sempre stata un sicuro indicatore del pieno successo accademico. Un sistema capace di aumentare il numero dei docenti e dei ricercatori in generale, anche nel modello della manna, è allora un sistema che contiene forti personalità scientifiche capaci di indirizzare e talora piegare i processi di allocazione delle risorse. La varianza nella distribuzione delle cattedre, sia in termini assoluti che relativi, per università e soprattutto per discipline, non di rado riflette storie di successi accademici.

Il tema della *governance* dei processi che presiedono alla produzione e distribuzione della conoscenza è ormai al centro del dibattito. La teoria economica ha a lungo esaminato rispettivamente il Mercato e lo Stato come modelli alternativi di *governance*, ovvero sistemi di coordinamento, incentivo e selezione dei processi produttivi di beni economici. Non è certo questo il luogo per riprendere tale dibattito. Piuttosto si tratta di compiere uno sforzo di trasferimento e adattamento di quelle categorie analitiche all'analisi dei processi di produzione e distribuzione della conoscenza. Il carattere di bene almeno quasi-pubblico, se non più pienamente pubblico della conoscenza, impedisce il ricorso pieno e indiscriminato al modello del Mercato. I limiti dello Stato come meccanismo esclusivo di allocazione delle risorse e valutazione dei risultati è però altrettanto evidente. Risulta allora necessaria la ricerca di modelli intermedi che sappiano combinare la capacità di azione di lungo termine propria dello Stato con la capacità di orientare e incentivare la produzione di risorse tipica del Mercato: si apre una stagione in cui nella pratica della ricerca, soprattutto universitaria, come nella riflessione degli economisti della scienza, della tecnologia e dell'innovazione, è sempre più forte la necessità di procedere alla sperimentazione di modelli intermedi di *governance* che sappiano sommare i pregi dei due modelli puri, anziché combinarne i difetti (Foray 2001).



## Capitolo terzo

### Innovazione e sistema scientifico locale

Il capitolo che segue ha l'ambizione di offrire una valutazione oggettiva della prestazione del sistema innovativo locale.

Gli elementi di valutazione proposti rappresentano solo una delle numerose chiavi di lettura con cui un problema di tale ampiezza e complessità può essere affrontato; la scelta di fondare l'analisi su elementi strettamente quantitativi non presuppone quindi un giudizio aprioristicamente positivo sul valore esplicativo di questi ultimi. Al contrario, è opinione degli autori che un fenomeno articolato e complesso come quello della produzione di conoscenza scientifica e tecnologica debba essere studiato e interpretato con strumenti più ricchi di quelli offerti dal semplice utilizzo della statistica descrittiva. È tuttavia altrettanto vero che il dibattito non può svilupparsi efficacemente se esso non si fonda su basi descrittive consistenti, o peggio, se esso è turbato da evidenze empiriche non del tutto trasparenti dal punto di vista metodologico. È in questo spirito che i dati che seguono sono stati raccolti ed elaborati.

Gli elementi quantitativi di valutazione offerti nel seguito non sono esenti da problemi di parzialità e incompletezza. Al fine di evidenziare tali limiti verranno esplicitati, parallelamente alle elaborazioni dei dati, alcuni importanti *caveat* metodologici.

Nel paragrafo 3.1 verrà presentata una serie di indicatori atti a valutare la prestazione del sistema innovativo locale, in assoluto e relativamente ad altre realtà campione. Particolare attenzione verrà prestata allo studio dell'effettivo grado di radicamento dell'attività innovativa locale nella base scientifica locale e internazionale.

Il paragrafo 3.2 sarà invece dedicato alla valutazione della prestazione del sistema scientifico, nuovamente ricorrendo a compara-

zioni su scala nazionale ed europea, con particolare riferimento alla sua capacità di sostenere il sistema innovativo. In chiusura sarà introdotta la problematica delle risorse umane e finanziarie a sostegno della ricerca in ambito scientifico nell'area torinese. Il paragrafo 3.3 analizza i risultati in tema di prestazione scientifica e tecnologica alla luce delle risorse disponibili al sistema locale di ricerca.

### *3.1 La prestazione innovativa*

#### *3.1.1 Brevi cenni metodologici*

La misurazione della prestazione innovativa dei sistemi locali presenta rilevanti difficoltà empiriche, fondamentalmente legate alla intangibilità delle risorse di tipo intellettuale coinvolte nel processo di invenzione.

La letteratura economica di settore negli anni si è dunque rivolta all'individuazione di indicatori capaci di restituire, con accettabile livello di approssimazione e coerenza, un quadro verosimile delle capacità innovative.

Il primo di tali indicatori ad 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. Tale approccio, al netto degli errori di misurazione, costituisce una buona approssimazione dell'input del processo innovativo; per questa stessa ragione tale indicatore è inadeguato a fornire informazioni riguardo la reale efficienza del sistema che porta alla produzione di nuova conoscenza e di innovazione.

Un indicatore che al contrario può essere inteso come una misura di output di un certo tipo di attività innovativa è la misura brevettuale. Essa ha il pregio di rispondere a dei 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 dell'impresa relativamente alle possibilità di positivi ritorni economici derivanti dallo sfruttamento commerciale dell'invenzione brevettata. In quest'ottica il livello dell'attività brevettuale forni-

sce un segnale aggiuntivo rispetto al semplice ammontare complessivo della spesa 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 ormai consolidata tra i ricercatori di economia dell'innovazione. Tuttavia essa è stata oggetto di una lunga e sofferta fase di analisi critica, iniziata verso la fine degli anni sessanta. Il problema consisteva nel testare la reale affidabilità del numero assoluto di brevetti, in una determinata area tecnologica o geografica, quale stimatore del tasso di innovazione presente.

I primi lavori di ricerca empirica miranti alla validazione dei brevetti come indicatori economici hanno indagato la presenza di correlazione, all'interno di banche dati latitudinali (cross-sezionali) su dati USPTO, tra il livello aggregato di investimenti in Ricerca e Sviluppo e il numero di brevetti registrati<sup>1</sup>. I risultati concordano nell'indicare una correlazione statistica positiva tra i due fattori, presentando dunque i brevetti quale buon indicatore della variabile inosservabile dell'output innovativo.

Nonostante ciò, permanevano alcuni elementi di criticità riguardo l'affidabilità dei brevetti. In primo luogo, si rimarcava il fatto che nelle analisi statistiche non si tenesse conto delle differenze intrinseche di qualità presenti tra diversi brevetti. In secondo luogo, la classificazione per settore tecnologico di appartenenza dei brevetti impiegata negli uffici nazionali appariva inconsistente e soggetta a errori interpretativi. Quest'ultimo problema è stato analizzato (Scherer 1982; Luc Soete 1983) in seguito alla rilevazione di anomalie nei tassi di crescita del numero di brevetti in alcuni settori. Nei primi anni ottanta, ad esempio, i brevetti attribuiti all'industria aeronautica in Giappone subirono un notevole incremento, che non trovava un corrispettivo nell'andamento economico del settore in analisi. In realtà il fenomeno era dovuto alla quasi totale sovrapposizione dei brevetti della meccanica degli autoveicoli, in cui il Giappone presentava in effetti elevati tassi di sviluppo tecnologico, e di quelli invece specificamente riferiti al settore aeronautico. Questo caso da una parte apre numerose problematiche riguardo alla corret-

<sup>1</sup> Schmookler 1966; Bound *et al.* 1984; Hall, Griliches e Hausman 1986.

tezza delle operazioni di classificazione dei brevetti, ma al tempo stesso è indicativo di una effettiva corrispondenza tra attività brevettuale e capacità innovativa. Nel seguito verrà proposto un metodo per l'attribuzione dei brevetti a specifiche aree tecnologiche sulla base dei portafogli brevettuali delle aziende attive nei corrispettivi settori industriali.

Per quanto riguarda la problematica della qualità relativa dei singoli brevetti, che in fase di studio econometrico vengono assunti come indifferenti, le critiche sono state smorzate sottolineando gli aspetti statistici dei lavori di ricerca. In pratica l'assunzione di fondo è che la valenza economica di un determinato campione di brevetti sia da intendersi come una variabile casuale che segue una certa distribuzione di probabilità (Scherer 1965). Utilizzando quindi campioni sufficientemente ampi di brevetti è possibile arginare il problema. Inoltre, quanto detto consiglia l'adozione di un approccio comparativo nello studio dell'attività brevettuale. Proprio quest'ultima filosofia operativa ha indirizzato il lavoro che verrà presentato nel paragrafo seguente, in cui la situazione torinese viene sistematicamente posta a confronto con quella di altre città, al fine di ricavare un giudizio depurato da fenomeni esogeni influenti sulla produttività brevettuale a livello mondiale.

Dopo le prime pubblicazioni sopra citate, l'attenzione del mondo della ricerca economica si è spostata verso specifici studi settoriali in cui l'applicazione dei paradigmi dell'analisi brevettuale viene sfruttata sia per la comprensione di relazioni tecnologico-economiche complesse (Jaffe 1983; Pakes 1985; Narin e Noma 1987) sia per la formulazione di strategie di *policy* nel campo dell'innovazione.

Prima di passare all'osservazione dei dati empirici è opportuno esplicitare alcuni aspetti inerenti l'attività di *patenting*, che potrebbero indurre distorsioni nell'interpretazione dei risultati.

L'aspetto più comunemente citato consiste nella non brevettabilità di alcune invenzioni, le quali assorbono comunque energie finanziarie e umane dal sistema complessivo della ricerca.

Un secondo problema attiene al fatto che la propensione alla brevettazione delle imprese in determinate aree geografiche (e quindi in determinati uffici brevettuali) è largamente dipendente dall'evoluzione delle politiche commerciali adottate. Non è quindi

sempre agevole separare gli effetti di disturbo esogeno dai puri effetti della dinamica innovativa.

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. In pratica, in alcuni casi 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, quali, ad esempio, la riduzione del *time-to-market*.

Inoltre, accade occasionalmente che l'attività di registrazione non sia l'atto conseguente a una reale nuova invenzione, ma semplicemente un'operazione mirata a consolidare la protezione su precedenti brevetti, dando luogo al fenomeno della brevettazione a grappolo. Viene a mancare in quest'ultimo caso la diretta correlazione tra numero di brevetti ed effettivo livello di innovazione.

L'attribuzione di un brevetto presso l'USPTO si basa su tre criteri generali: deve essere utile, deve essere originale e non ovvio. La novità dell'invenzione proposta è il fattore determinante per la valutazione dell'impatto del brevetto ed è attestata dai riferimenti agli altri brevetti che appaiono sulla prima pagina, di cui sono responsabili colui che presenta il brevetto, il suo avvocato e l'ispettore del brevetto che deve identificare, attraverso i diversi riferimenti citati, tutta la rilevante conoscenza anteriore che il brevetto emesso si propone di migliorare. Questi riferimenti sono scelti e vagliati dall'ispettore dell'ufficio brevetti, che non è chiamato a citare tutti i riferimenti disponibili, ma solo i migliori (Patents and Trademarks Office 1995).

Dall'analisi delle citazioni successive a un brevetto dato (ovvero il numero di volte in cui un dato brevetto è citato da brevetti successivi), si ottengono le informazioni fondamentali utilizzate nelle tecniche di analisi brevettuale. La caratteristica di queste distribuzioni è di essere particolarmente *skewed*: un grande numero di brevetti viene citato poche volte mentre un esiguo numero di brevetti presenta elevate frequenze di citazione. Ad esempio, per brevetti emessi nel 1990 e citati nei successivi nove anni, il 63% è citato solo tre volte o meno e solo il 12,5% è citato almeno sedici volte.

Il primo studio formale è stato eseguito dalla National Science

Foundation, con lo scopo di verificare se brevetti associati a scoperte significative fossero molto più citati rispetto alla media del totale della popolazione dei brevetti (Carpenter, Narin e Woolf 1981). Furono selezionati un insieme di 100 brevetti particolarmente rilevanti e un insieme di 102 brevetti di controllo. L'insieme dei brevetti importanti fu ottenuto identificando quelli alla base di prodotti che avevano ricevuto il premio IR-100<sup>2</sup>, utilizzando brevetti del 1969 e 1970, per essere sicuri che ci fosse tempo sufficiente perché i brevetti ricevessero un numero significativo di citazioni. I risultati dello studio dimostrarono che i brevetti IR-100 ricevevano mediamente 4,94 citazioni contro 2,04 citazioni dei brevetti di controllo. Inoltre, tra i brevetti IR-100 diciassette erano citati più di dieci volte mentre tra i brevetti di controllo questo accadeva solo in quattro casi.

Questo studio rappresentò un'importante svolta nell'utilizzo delle citazioni brevettuali, poiché da quel momento gli indicatori basati sulle citazioni nei brevetti furono inclusi nel *Science Indicators Report* (da allora chiamato *Science and Engineering Indicators*) della National Science Foundation (NSF).

Un secondo passaggio cruciale è rappresentato dallo studio di Carpenter (Carpenter *et al.* 1983) in cui si cercò di dimostrare se le citazioni fatte dai brevetti americani potessero essere utilizzate per misurare la dipendenza delle tecnologie oggetto del brevetto dalla letteratura scientifica e dalle ricerche condotte all'estero. Complessivamente, si trovò una stretta corrispondenza tra le opinioni soggettive di esperti di settore in merito alla correlazione dei brevetti con la scienza e la letteratura straniera e le graduatorie bibliometriche ottenute. Ad esempio, le otto tecnologie considerate dagli esperti tra quelle con più riferimenti alla scienza passata, avevano una media di 0,92 citazioni per brevetto a pubblicazioni scientifiche, mentre le otto tecnologie in fondo a questa graduatoria avevano solo 0,05 riferimenti per brevetto.

Un'altra ricerca sull'importanza delle citazioni nei brevetti venne eseguita all'interno di un contesto industriale, presso i laboratori della Eastman Kodak.

<sup>2</sup> Il premio è assegnato dal giornale *Industrial Research & Development* ai «... cento nuovi prodotti tecnici sviluppati durante l'anno e agli inventori responsabili» (dicembre 1980, n. 13, p. 3).

Kodak era interessata alla possibilità di utilizzare i dati sulle citazioni brevettuali per un'analisi comparativa tra la tecnologia propria e quella dei concorrenti. In quello studio vennero raccolti circa cento brevetti Kodak e consegnati al personale senior di laboratorio per fornirne una valutazione. Ad ognuno fu chiesto di valutare in particolare quanto tali brevetti, a proprio giudizio, avessero modificato lo stato della conoscenza nel campo applicativo specifico.

Il risultato di quello studio è riassumibile nel modo seguente: i brevetti citati meno di tre volte avevano un punteggio basso anche nella graduatoria, mentre quelli citati più di cinque volte erano classificati meglio anche dal personale Kodak (Albert, Avery, McAllister e Narin 1991).

Bisogna sottolineare che nell'analisi delle citazioni scientifiche non c'è alcun livello ufficiale con cui può essere giudicata l'importanza di un brevetto, tranne, forse, che per la designazione di «brevetti all'avanguardia» data dalla Federal District Court. Quindi, la maggior parte degli studi sulla frequenza delle citazioni e l'importanza dei brevetti viene fatta in base alle opinioni di scienziati o ingegneri esperti in materia e alla correlazione con le pubblicazioni scientifiche. Nel caso dei «brevetti all'avanguardia», sono stati svolti studi particolari con cui si dimostra che questi vengono citati in media sei volte più del valore medio delle citazioni ricevute dagli altri brevetti assegnati nello stesso periodo. La prova più recente dell'associazione tra brevetti molto citati e brevetti rilevanti venne fatta all'interno stesso dell'USPTO, dopo aver identificato altre due categorie di brevetti: quelli elencati nella National Inventor's Hall of Fame e quelli «all'avanguardia» secondo il Department of Commerce americano. Si dimostrò che i brevetti classificati come «all'avanguardia» erano citati quasi sette volte più del valore atteso mentre quelli classificati come Hall of Fame erano citati più di sei volte del valore atteso (Patents and Trademarks Office 1995).

Le serie storiche di tali indicatori possono dunque costituire un utile dato per valutare la reale produzione di innovazione su scala locale.

### 3.1.2 *Selezione dei dati*

La scelta effettuata in fase di selezione dei dati è stata quella di attingere dal più grande archivio pubblico oggi esistente in materia

di brevetti, lo United States Patents and Trademarks Office (USPTO). I vantaggi legati all'utilizzo di tale archivio consistono principalmente nella facilità di accesso, nella ricchezza e profondità delle informazioni contenute oltre che nell'ampiezza delle serie storiche disponibili. Tale archivio è largamente utilizzato per studi comparativi sui paesi europei, poiché risolve il problema della non comparabilità dei sistemi brevettuali locali<sup>3</sup>. L'idea è che l'USPTO rappresenti una sorta di valutatore *super partes*, di elevata selettività, della prestazione relativa dei paesi europei, non essendo stata documentata in letteratura fino ad oggi alcuna polarizzazione specifica del campione di brevetti selezionati a favore o a sfavore di determinati paesi europei<sup>4</sup>.

Il database USPTO è inoltre dotato di un sistema proprio di codificazione delle classi brevettuali particolarmente adatto alla segmentazione settoriale del campione. Pur trattandosi di un codice nazionale, l'importanza dell'USPTO ha di fatto reso l'USPOC (United States Patent Office Classification) uno standard a livello internazionale. L'USPOC suddivide i brevetti in tre macroaree: «Chemicals», «Electricals» e «Machinery». I tre gruppi contengono complessivamente 415 classi suddivise in 127.000 sottoclassi. Ad ogni brevetto possono essere associate più classi e sottoclassi, nel caso in cui l'invenzione interessi trasversalmente più aree tecnologiche.

A tale proposito vale esplicitare la metodologia sottesa alla scelta delle classi brevettuali che sono state impiegate per l'analisi dei singoli settori tecnologici.

Per i settori Telecomunicazioni e ICT le classi sono state individuate consultando direttamente il database on line USPOC. Per i settori della Meccanica, Aeronautica e Biotecnologie l'impiego del-

<sup>3</sup> L'alternativa classica è l'utilizzo della base dati dello European Patent Office (EPO). I limiti al suo utilizzo sono tuttavia la polarizzazione della selezione verso determinati paesi europei, la non disponibilità di serie storiche sufficientemente lunghe e la scarsa profondità dei dati disponibili.

<sup>4</sup> Naturalmente, tale polarizzazione esiste per ciò che riguarda le imprese statunitensi, che dispongono di incentivi naturali alla brevettazione in loco delle proprie invenzioni. Nell'analisi che segue sono comunque state inserite alcune imprese e città statunitensi, quando questo si presentava particolarmente funzionale all'analisi. Va tuttavia rilevato che la comparazione potrebbe non essere del tutto attendibile, a sfavore delle imprese europee.

l'USPOC è risultato essere poco significativo a causa della non perfetta definibilità dei confini tecnologici e applicativi di tali settori. Si è quindi optato per una strategia indiretta per la scelta delle classi brevettuali.

La procedura impiegata è stata la seguente: si è analizzato il portafoglio brevetti delle dieci maggiori imprese per fatturato nel settore (da classificazione SIC), selezionando le classi che compongono il 90% del portafoglio totale risultante, dopo aver ordinato quest'ultimo secondo un diagramma di Pareto.

L'insieme ottenuto ha quindi costituito la nostra definizione di settore brevettuale. Le classi selezionate per i diversi settori sono riportate nell'appendice 3.

I brevetti sono stati attribuiti a Torino (o alle singole città campione) sulla base della cittadinanza dell'inventore o dell'assegnatario al momento della registrazione. Per ogni singolo brevetto è stata ricercata la classe tecnologica di appartenenza, la data di registrazione, le citazioni fatte verso brevetti precedenti, le citazioni ricevute da brevetti successivi e infine le citazioni a pubblicazioni scientifiche contenute nel brevetto stesso. Tali dati costituiscono le informazioni necessarie per il calcolo dei principali indici utilizzati in letteratura, che verranno presentati nel corso del presente paragrafo. Prima di passare allo studio dei dati estratti dal database USPTO, si presentano nelle due seguenti tabelle (tabelle 1 e 2) i dati comparati dell'attività brevettuale presso l'EPO e l'USPTO durante l'arco temporale 1980-1999. Nonostante un evidente effetto di scala nel numero di brevetti complessivamente registrati presso i due diversi uffici, permane una sostanziale corrispondenza negli andamenti dell'attività brevettuale, sia a livello mondiale sia per l'area torinese. Queste considerazioni rimangono pienamente applicabili anche quando si utilizzi come unità d'analisi uno specifico settore industriale (tabella 2). Il ricorso al database USPTO non induce dunque distorsioni nelle valutazioni derivanti dalle analisi quantitative e parallelamente garantisce un maggior grado di affidabilità e coerenza dei dati osservati.

### *3.1.3 L'analisi della produzione brevettuale torinese*

Il primo passo della ricerca è consistito nell'analisi dei dati relativi alla produzione brevettuale registrata presso l'USPTO in termini

## Capitolo terzo

Tabella 1. *Valore assoluto e valore percentuale di brevetti mondiali e torinesi presso USPTO e EPO*

	United States Patents and Trademarks Office			European Patents Office		
	Mondo	Torino	Torino/Mondo	Mondo	Torino	Torino/Mondo
	Valore assoluto		Valore percentuale	Valore assoluto		Valore percentuale
1980	66.210	112	0,169	483	0	0,000
1981	71.108	125	0,176	3.351	3	0,090
1982	63.291	117	0,185	5.438	6	0,110
1983	62.010	73	0,118	9.671	20	0,207
1984	72.672	104	0,143	13.333	58	0,435
1985	77.267	122	0,158	15.129	59	0,390
1986	77.039	110	0,143	18.493	77	0,416
1987	89.597	158	0,176	17.156	102	0,595
1988	84.437	118	0,140	19.760	104	0,526
1989	102.689	148	0,144	22.583	152	0,673
1990	99.210	139	0,140	24.776	147	0,593
1991	106.834	148	0,139	26.667	129	0,484
1992	107.503	126	0,117	30.435	170	0,559
1993	109.884	125	0,114	36.700	186	0,507
1994	113.701	92	0,081	42.029	216	0,514
1995	113.940	69	0,061	41.639	201	0,483
1996	121.798	70	0,057	40.088	160	0,399
1997	124.141	73	0,059	39.659	188	0,474
1998	163.198	107	0,066	36.736	155	0,422
1999	169.250	102	0,060	35.373	125	0,353

Fonte: dati USPTO e EPO.

di capacità produttiva assoluta. La capacità produttiva dell'area torinese è stata testata in riferimento a quella di altre realtà campione (tabella 3).

La situazione torinese si presenta da questo punto di vista sostanzialmente statica a fronte di un allargamento rimarchevole dell'attività brevettuale mondiale.

Nonostante il numero assoluto di brevetti sia evidentemente condizionato da importanti effetti di scala, appare chiaramente la situazione di difficoltà in cui versa l'area torinese rispetto alle realtà considerate, ad eccezione di Lione. Nel caso di Cambridge (UK) deve essere sottolineato l'andamento fortemente espansivo sull'ultimo quinquennio che non trova corrispondenza in nessun'altra

Tabella 2. Valore assoluto e valore percentuale di brevetti mondiali e torinesi per il settore ICT presso USPTO e EPO

	United States Patents and Trademarks Office			European Patents Office		
	Mondo	Torino	Torino/Mondo	Mondo	Torino	Torino/Mondo
	Valore assoluto		Valore percentuale	Valore assoluto		Valore percentuale
1980	8.405	18	0,214	7	0	0,000
1981	8.584	15	0,175	81	1	1,235
1982	8.643	25	0,289	247	2	0,810
1983	8.420	8	0,095	519	6	1,156
1984	9.690	14	0,144	770	17	2,208
1985	11.435	19	0,166	880	9	1,023
1986	11.998	18	0,150	856	9	1,051
1987	14.327	16	0,112	832	3	0,361
1988	13.555	14	0,103	870	5	0,575
1989	17.050	15	0,088	979	11	1,124
1990	15.649	15	0,096	1.293	3	0,232
1991	16.814	15	0,089	1.491	10	0,671
1992	17.285	9	0,052	1.524	11	0,722
1993	17.684	11	0,062	2.010	11	0,547
1994	19.590	9	0,046	2.539	7	0,276
1995	20.739	4	0,019	2.811	23	0,818
1996	23.167	9	0,039	2.091	8	0,383
1997	22.864	8	0,035	3.102	12	0,387
1998	32.257	15	0,047	2.709	11	0,406
1999	33.108	9	0,027	2.809	6	0,214

Fonte: dati USPTO e EPO.

realtà mondiale. Peraltro, se nel confronto con la città di Milano poteva apparire giustificato un rapporto di 1:2,5 sul numero assoluto di brevetti (metà degli anni ottanta), il rapporto 1:5 (1999) non sembra poter essere spiegato con soli effetti di scala.

Rivolgendosi a una analisi per singoli settori, emerge dai dati una situazione per molti versi omogenea (tabella 4.a-f.).

In questo caso, le città assunte come campioni di riferimento variano tra i settori tecnologici per motivi legati sia alla disponibilità di dati, sia alle specifiche vocazioni industriali delle località selezionate.

La presenza torinese si attesta stabilmente su valori relativamente esigui, e comunque al disotto della media delle città campione,

## Capitolo terzo

Tabella 3. *Capacità produttiva brevettuale. Valore assoluto di brevetti con inventore e/o assegnatario attribuibili alle città indicate*

Anno	Mondo	Italia	Torino	Milano	Manchester	Cambridge MA	Cambridge UK	Lione
1976	70.932	778	86	356	151	326	1	111
1977	69.810	853	107	397	130	307	0	97
1978	70.583	778	105	367	150	333	6	74
1979	52.481	643	77	297	87	244	4	46
1980	66.210	871	112	373	136	288	0	39
1981	71.108	958	125	389	145	341	1	26
1982	63.291	830	117	350	101	266	0	22
1983	62.010	721	73	274	105	238	1	25
1984	72.672	909	104	290	113	277	0	26
1985	77.267	1.049	122	371	129	274	0	29
1986	77.039	1.136	110	357	104	251	6	27
1987	89.597	1.339	158	417	124	294	8	22
1988	84.437	1.226	118	388	109	285	10	44
1989	102.689	1.490	148	519	136	371	25	57
1990	99.210	1.581	139	575	124	321	22	55
1991	106.834	1.459	148	472	140	315	22	73
1992	107.503	1.521	126	496	161	386	26	54
1993	109.884	1.555	125	526	152	428	29	45
1994	113.701	1.479	92	516	163	423	34	61
1995	113.940	1.363	69	463	170	404	46	44
1996	121.798	1.491	70	456	179	530	79	73
1997	124.141	1.562	73	429	152	610	88	71
1998	163.198	1.999	107	524	213	777	130	87
1999	169.250	1.871	102	533	223	766	197	100

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

negli ultimi venticinque anni. È interessante notare la progressiva regressione nel settore dell'ICT e delle Telecomunicazioni nella seconda metà degli anni novanta. Il settore delle Biotecnologie appare stazionario sia in termini di numero assoluto di brevetti, sia negli andamenti temporali rispetto alla città di Milano.

Per l'ampio settore della Meccanica, il livello di attività è relativamente basso, anche al netto degli effetti di scala, e non sembra evidenziarsi alcun andamento di ripresa. Queste ultime considerazioni sembrano applicabili anche allo specifico settore delle Tecno-

Tabella 4.a-f. *Capacità produttiva per settore. Valore assoluto di brevetti per classi di riferimento con inventore e/o assegnatario attribuibili alle città indicate*

A) TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (ICT)

Anno	Torino	Milano	Cambridge UK	Cambridge MA
1976	16	43	0	39
1977	23	30	0	44
1978	14	31	0	50
1979	12	15	1	40
1980	18	30	0	39
1981	15	36	1	40
1982	25	36	0	37
1983	8	19	0	28
1984	14	13	1	50
1985	19	33	0	46
1986	18	32	1	47
1987	16	43	4	55
1988	14	45	2	50
1989	15	46	4	86
1990	15	59	6	67
1991	15	39	6	77
1992	9	48	5	82
1993	11	48	12	76
1994	9	46	13	84
1995	4	47	14	79
1996	9	60	20	91
1997	8	56	16	87
1998	15	70	22	121
1999	9	54	31	111

B) TELECOMUNICAZIONI

Anno	Torino	Milano	Cambridge UK	Stanford	Monaco	Manchester
1976	12	20	0	20	73	3
1977	19	21	0	25	94	0
1978	7	10	1	12	59	2
1979	13	5	2	9	50	4
1980	16	10	1	17	69	0
1981	13	17	1	5	67	3
1982	24	13	1	11	83	3
1983	10	8	2	21	53	2
1984	9	3	5	8	61	9
1985	17	12	4	9	78	5

## Capitolo terzo

segue Tabella 4.a-f.

---

Anno	Torino	Milano	Cambridge UK	Stanford	Monaco	Manchester
1986	17	6	13	14	60	9
1987	13	9	16	10	86	4
1988	5	9	4	7	112	8
1989	14	16	8	15	113	5
1990	12	14	8	10	96	8
1991	8	12	7	14	75	13
1992	5	9	9	10	66	10
1993	8	13	10	10	67	12
1994	6	16	15	15	60	16
1995	5	17	12	21	80	8
1996	8	14	17	19	95	15
1997	7	21	8	18	60	15
1998	3	13	27	14	103	12
1999	5	19	18	10	91	7

### C) MECCANICA

Anno	Torino	Milano	Bologna	Detroit	Stoccarda	Tokyo
1976	53	111	45	561	275	1.274
1977	68	126	26	412	199	1.239
1978	62	134	32	388	251	1.362
1979	43	116	28	322	199	1.097
1980	64	119	38	412	260	1.544
1981	76	136	32	349	307	1.903
1982	68	115	42	319	306	1.787
1983	45	81	48	267	306	1.928
1984	73	101	37	395	361	2.547
1985	73	134	59	345	385	2.988
1986	66	130	78	354	329	3.046
1987	103	163	56	397	362	3.684
1988	82	129	70	404	378	3.530
1989	96	163	69	438	377	4.216
1990	96	184	57	401	335	4.162
1991	94	125	61	484	325	4.260
1992	80	145	80	407	336	4.417
1993	61	139	64	428	409	4.338
1994	55	123	80	360	357	4.096
1995	49	103	66	285	372	3.949
1996	42	115	59	309	371	4.266
1997	46	119	72	282	380	4.341
1998	72	145	99	338	539	5.521
1999	74	159	75	311	535	5.558

segue Tabella 4.a-f.

D) TECNOLOGIE DEGLI AUTOVEICOLI

Anno	Torino	Milano	Bologna	Stoccarda	Detroit	Tokyo
1976	15	24	6	143	246	350
1977	22	36	1	88	171	321
1978	21	32	3	134	148	356
1979	16	19	1	133	167	274
1980	27	24	2	158	215	384
1981	36	31	3	193	161	435
1982	25	30	6	176	152	528
1983	15	13	6	191	136	537
1984	24	27	8	208	198	810
1985	34	17	10	215	172	1.009
1986	27	26	14	169	144	941
1987	33	19	7	191	189	1.128
1988	32	29	13	206	178	1.129
1989	47	39	8	230	184	1.315
1990	37	34	6	170	180	1.401
1991	37	19	4	203	194	1.282
1992	28	32	9	199	200	1.255
1993	21	27	7	241	193	1.233
1994	15	29	11	193	155	1.247
1995	14	19	6	193	143	1.225
1996	12	32	10	203	149	1.310
1997	12	23	16	219	153	1.231
1998	23	23	11	322	168	1.492
1999	26	47	10	307	148	1.493

E) BIOTECNOLOGIE

Anno	Torino	Milano	Cambridge UK	Genova
1976	3	122	0	1
1977	3	138	0	2
1978	6	122	4	3
1979	1	97	12	1
1980	12	140	10	3
1981	8	146	14	1
1982	5	122	8	1
1983	4	102	6	1
1984	5	104	3	1
1985	10	137	11	0
1986	7	123	10	3
1987	7	112	5	0
1988	5	133	10	2

### Capitolo terzo

segue Tabella 4.a-f.

---

Anno	Torino	Milano	Cambridge UK	Genova
1989	6	168	24	3
1990	9	163	20	1
1991	12	153	27	3
1992	9	158	29	6
1993	10	188	34	2
1994	5	171	27	5
1995	3	168	32	3
1996	7	172	50	0
1997	10	146	64	4
1998	10	201	98	0
1999	5	190	111	3

#### F) AERONAUTICA

Anno	Torino	Milano	Parigi	Londra	Monaco	Tokyo
1976	n.d.	63	412	378	279	995
1977	26	63	345	352	260	911
1978	27	59	338	322	237	1.003
1979	21	50	252	222	182	767
1980	35	73	339	282	260	1.109
1981	52	77	330	297	282	1.445
1982	33	62	367	280	265	1.473
1983	16	56	301	264	249	1.589
1984	27	57	321	296	266	1.968
1985	39	63	389	309	308	2.386
1986	26	67	351	291	248	2.340
1987	51	65	406	285	318	2.837
1988	35	72	388	292	374	2.982
1989	50	104	423	321	405	3.567
1990	45	100	361	313	338	3.585
1991	45	83	352	330	303	3.723
1992	47	76	357	301	277	4.047
1993	31	99	353	267	237	4.072
1994	32	98	351	225	257	3.955
1995	21	92	320	272	292	3.833
1996	18	86	357	263	299	4.013
1997	27	97	376	272	335	4.103
1998	36	103	453	308	383	5.381
1999	34	119	492	318	450	5.289

---

Fonte: dati USPRO.

logie degli autoveicoli, sebbene i dati dell'ultimo biennio lascino intravedere una debole ripresa.

Per meglio cogliere la dinamica della situazione torinese rispetto ad altre realtà, si è deciso di calcolare la quota di brevetti locali rispetto a quella controllata dagli altri insiemi di riferimento.

Il parametro definito come «potere tecnologico» (PT), costruito come rapporto tra numero assoluto di brevetti attribuiti a due differenti località, rende infatti possibile una più accurata analisi dinamica dell'evoluzione temporale della capacità brevettuale.

Nell'esposizione dei dati si è deciso di normalizzare i valori a partire dal 1976, in modo da minimizzare gli effetti di scala e focalizzare l'attenzione esclusivamente sugli andamenti della produzione comparata.

Nella tabella 5 si illustra l'andamento dell'attività brevettuale torinese rispetto a quella del resto del mondo e d'Italia. Torna ad essere evidente la sistematica perdita di potere tecnologico da parte di Torino, a partire dai primi anni novanta.

Nella tabella 6 si è ripetuto il calcolo del potere tecnologico rispetto alle città scelte in precedenza come campione di riferimento. Il quadro che ne deriva conferma a livello aggregato l'indebolimento, durante lo scorso decennio, della capacità brevettuale del distretto torinese.

La situazione sin qui illustrata a livello aggregato è suscettibile di ulteriori analisi per tutti i settori specifici (tabella 7.a-f.). I risultati più evidenti sono un netto calo relativo nel settore dell'ICT, in quello delle Telecomunicazioni e in quello dell'Aeronautica.

Il ramo delle Tecnologie degli autoveicoli presenta un andamento medio di sostanziale tenuta rispetto ai valori del 1976, con l'eccezione del raffronto con la città di Tokyo.

Per il settore delle Biotecnologie deve essere osservato che il confronto è influenzato dai piccoli numeri che caratterizzano l'attività brevettuale torinese. I dati presentati nella tabella 7.a-f., settore Biotecnologie, evidenziano come l'attività brevettuale torinese sia comparabile a quella di altre città italiane, per quanto di un ordine di grandezza inferiore a quella di Milano.

È interessante osservare come i diversi differenziali di perdita di potere tecnologico abbiano modificato negli anni la composizione del portafoglio tecnologico della città di Torino, almeno nella sua rappresentazione presso l'USPTO.

### Capitolo terzo

Tabella 5. *Potere tecnologico (PT). Rapporto tra il numero di brevetti attribuibili a Torino rispetto al numero totale di brevetti italiani/mondiali (I=1976)*

Anno	PT Torino/Italia	PT Torino/Mondo
1976	1,00	1,00
1977	1,13	1,26
1978	1,22	1,23
1979	1,08	1,21
1980	1,16	1,40
1981	1,18	1,45
1982	1,28	1,52
1983	0,92	0,97
1984	1,04	1,18
1985	1,05	1,30
1986	0,88	1,18
1987	1,07	1,45
1988	0,87	1,15
1989	0,90	1,19
1990	0,80	1,16
1991	0,92	1,14
1992	0,75	0,97
1993	0,73	0,94
1994	0,56	0,67
1995	0,46	0,50
1996	0,42	0,47
1997	0,42	0,49
1998	0,48	0,54
1999	0,49	0,50

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

L'evoluzione delle quote relative di brevetti detenute da quattro settori identificati è illustrata nella tabella 8 e nella figura 1. È possibile osservare come la quota più rilevante del portafoglio torinese sia costituita, in modo costante negli anni, dalla Meccanica, che detiene circa il 60% dell'attività inventiva, seguita dall'Aeronautica e dall'ICT. Si noti che nella tabella 8 le quote relative di ICT, Meccanica e Aeronautica occupano una quota superiore al 100% in ragione delle parziali sovrapposizioni tra i diversi insiemi di riferimento.

Tabella 6. *Capacità produttiva relativa. Rapporto tra il numero di brevetti attribuibili a Torino e quello attribuibile ad altre città campione (I=1976)*

Anno	Milano	Cambridge UK*	Lione	Manchester	Cambridge MA	Monaco
1976	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
1977	1,12		1,42	1,45	1,32	1,30
1978	1,18		1,83	1,23	1,20	1,30
1979	1,07		2,16	1,55	1,20	1,30
1980	1,24		3,71	1,45	1,47	1,40
1981	1,33		6,21	1,51	1,39	1,40
1982	1,38		6,86	2,03	1,67	1,30
1983	1,10		3,77	1,22	1,16	1,00
1984	1,48		5,16	1,62	1,42	1,30
1985	1,36		5,43	1,66	1,69	1,40
1986	1,28		5,26	1,86	1,66	1,30
1987	1,57		9,27	2,24	2,04	2,00
1988	1,26		3,46	1,90	1,57	1,10
1989	1,18	1,00	3,35	1,91	1,51	1,20
1990	1,00	1,07	3,26	1,97	1,64	1,40
1991	1,30	1,14	2,62	1,86	1,78	1,60
1992	1,05	0,82	3,01	1,37	1,24	1,50
1993	0,98	0,73	3,59	1,44	1,11	1,60
1994	0,74	0,46	1,95	0,99	0,82	1,20
1995	0,62	0,25	2,02	0,71	0,65	0,75
1996	0,64	0,15	1,24	0,69	0,50	0,75
1997	0,70	0,14	1,33	0,84	0,45	0,70
1998	0,85	0,14	1,59	0,88	0,52	0,80
1999	0,79	0,09	1,32	0,80	0,50	0,70

\* Il parametro viene normalizzato al 1989 per motivi di significatività. La produzione brevettuale della città in esame presenta sugli anni precedenti valori troppo esigui, che indurrebbero una distorsione nella valutazione del parametro definito come «capacità di ricerca».

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

La tabella 9 illustra il bilancio dei flussi tecnologici per la città di Torino dal 1976 ad oggi. I brevetti attribuibili alla città di Torino sono riconducibili sostanzialmente a quattro categorie: la prima, i brevetti inventati da torinesi la cui proprietà intellettuale è attribuita a ricercatori torinesi ma che al momento della registrazione non hanno trovato assegnatari per lo sfruttamento economico dell'invenzione (brevetti non sfruttati); la seconda, i brevetti per cui l'invenzione è attribuibile a torinesi e il cui assegnatario è torinese

### Capitolo terzo

Tabella 7.a-f. *Capacità produttiva relativa per singoli settori. Rapporto tra numero di brevetti torinesi e brevetti di altre città campione per singoli settori di riferimento (1=1976)*

#### A) TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (ICT)

Anno	Milano	Cambridge UK*	Cambridge MA
1976	1		1
1977	2,06		1,27
1978	1,21		0,68
1979	2,15		0,73
1980	1,61		1,13
1981	1,12		0,91
1982	1,87		1,65
1983	1,13		0,7
1984	2,89		0,68
1985	1,55		1,01
1986	1,51	1	0,93
1987	1	0,22	0,71
1988	0,84	0,39	0,68
1989	0,88	0,21	0,43
1990	0,68	0,14	0,55
1991	1,03	0,14	0,47
1992	0,5	0,1	0,27
1993	0,62	0,05	0,35
1994	0,53	0,04	0,26
1995	0,23	0,02	0,12
1996	0,4	0,03	0,24
1997	0,38	0,03	0,22
1998	0,58	0,04	0,3
1999	0,45	0,02	0,2

#### B) TELECOMUNICAZIONI

Anno	Milano	Cambridge UK*	Stanford	Monaco	Manchester
1976	1,00		1,00	1,00	1,00
1977	1,51		1,32	1,23	2,22
1978	1,17	1,00	**	0,72	0,58
1979	4,33	0,93	5,42	1,58	2,53
1980	2,67	2,29	**	1,41	4,67
1981	1,27	1,86	1,81	1,18	1,26
1982	3,08	3,43	2,00	1,76	3,50
1983	2,08	0,71	4,17	1,15	1,17
1984	5,00	0,26	0,75	0,90	1,75
1985	2,36	0,61	1,42	1,33	2,48

segue Tabella 7.a-f.

Anno	Milano	Cambridge UK*	Stanford	Monaco	Manchester
1986	4,72	0,19	3,54	1,72	1,65
1987	2,41	0,12	2,71	0,92	1,90
1988	0,93	0,18	2,08	0,27	0,49
1989	1,46	0,25	1,46	0,75	0,82
1990	1,43	0,21	0,50	0,76	1,75
1991	1,11	0,16	0,56	0,65	0,93
1992	0,93	0,08	0,69	0,46	1,46
1993	1,03	0,11	0,56	0,73	1,56
1994	0,63	0,06	0,23	0,61	0,39
1995	0,49	0,06	0,23	0,38	0,42
1996	0,95	0,07	0,67	0,51	1,56
1997	0,56	0,13	0,21	0,71	0,29
1998	0,38	0,02	0,07	0,18	0,16
1999	0,44	0,04	0,26	0,33	0,58

C) MECCANICA

Anno	Milano	Bologna	Detroit	Stoccarda	Tokyo
1976	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1977	1,13	2,22	1,75	1,77	1,32
1978	0,97	1,65	1,69	1,28	1,09
1979	0,78	1,30	1,41	1,12	0,94
1980	1,13	1,43	1,64	1,28	1,00
1981	1,17	2,02	2,31	1,28	0,96
1982	1,24	1,37	2,26	1,15	0,91
1983	1,16	0,80	1,78	0,76	0,56
1984	1,51	1,68	1,96	1,05	0,69
1985	1,14	1,05	2,24	0,98	0,59
1986	1,06	0,72	1,97	1,04	0,52
1987	1,32	1,56	2,75	1,48	0,67
1988	1,33	0,99	2,15	1,13	0,56
1989	1,23	1,18	2,32	1,32	0,55
1990	1,09	1,43	2,53	1,49	0,55
1991	1,57	1,31	2,06	1,50	0,53
1992	1,16	0,85	2,08	1,24	0,44
1993	0,92	0,81	1,51	0,77	0,34
1994	0,94	0,58	1,62	0,80	0,32
1995	1,00	0,63	1,82	0,68	0,30
1996	0,76	0,60	1,44	0,59	0,24
1997	0,81	0,54	1,73	0,63	0,25
1998	1,04	0,62	2,25	0,69	0,31
1999	0,97	0,84	2,52	0,72	0,32

## Capitolo terzo

segue Tabella 7.a-f.

### D) TECNOLOGIE DEGLI AUTOVEICOLI

Anno	Milano	Bologna	Stoccarda	Detroit	Tokyo
1976	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1977	0,98	8,80	2,38	2,11	1,60
1978	1,05	2,80	1,49	2,33	1,38
1979	1,35	6,40	1,15	1,57	1,36
1980	1,80	5,40	1,63	2,06	1,64
1981	1,86	4,80	1,78	3,67	1,93
1982	1,33	1,67	1,35	2,70	1,10
1983	1,85	1,00	0,75	1,81	0,65
1984	1,42	1,20	1,10	1,99	0,69
1985	3,20	1,36	1,51	3,24	0,79
1986	1,66	0,77	1,52	3,08	0,67
1987	2,78	1,89	1,65	2,86	0,68
1988	1,77	0,98	1,48	2,95	0,66
1989	1,93	2,35	1,95	4,19	0,83
1990	1,74	2,47	2,07	3,37	0,62
1991	3,12	3,70	1,74	3,13	0,67
1992	1,40	1,24	1,34	2,30	0,52
1993	1,24	1,20	0,83	1,78	0,40
1994	0,83	0,55	0,74	1,59	0,28
1995	1,18	0,93	0,69	1,61	0,27
1996	0,60	0,48	0,56	1,32	0,21
1997	0,83	0,30	0,52	1,29	0,23
1998	1,60	0,84	0,68	2,25	0,36
1999	0,89	1,04	0,81	2,88	0,41

### E) BIOTECNOLOGIE

Anno	Milano	Cambridge UK*	Genova
1976	1,00		1,00
1977	0,88		0,50
1978	2,00	1,00	0,67
1979	0,42	0,06	0,33
1980	3,49	0,80	1,33
1981	2,23	0,38	2,67
1982	1,67	0,42	1,67
1983	1,59	0,44	1,33
1984	1,96	1,11	1,67
1985	2,97	0,61	**
1986	2,31	0,47	0,78
1987	2,54	0,93	**
1988	1,53	0,33	0,83

segue Tabella 7.a-f.

Anno	Milano	Cambridge UK*	Genova
1989	1,45	0,17	0,67
1990	2,25	0,30	3,00
1991	3,19	0,30	1,33
1992	2,32	0,21	0,50
1993	2,16	0,20	1,67
1994	1,19	0,12	0,33
1995	0,73	0,06	0,33
1996	1,66	0,09	**
1997	2,79	0,10	0,83
1998	2,02	0,07	**
1999	1,07	0,03	0,56

F) AERONAUTICA

Anno	Milano	Londra	Monaco	Parigi	Tokyo
1977	1	1	1	1	1
1978	1,11	1,14	1,14	1,02	0,94
1979	1,02	1,28	1,15	1,37	0,96
1980	1,16	1,68	1,35	1,02	1,11
1981	1,64	2,37	1,84	1,05	1,26
1982	1,29	1,60	1,25	0,94	0,78
1983	0,69	0,82	0,64	1,15	0,35
1984	1,15	1,23	1,02	1,07	0,48
1985	1,50	1,71	1,27	0,89	0,57
1986	0,94	1,21	1,05	0,98	0,39
1987	1,90	2,42	1,60	0,85	0,63
1988	1,18	1,62	0,94	0,89	0,41
1989	1,16	2,11	1,23	0,82	0,49
1990	1,09	1,95	1,33	0,96	0,44
1991	1,31	1,85	1,49	0,98	0,42
1992	1,50	2,11	1,70	0,97	0,41
1993	0,76	1,57	1,31	0,98	0,27
1994	0,79	1,93	1,25	0,98	3,16
1995	0,55	1,05	0,72	1,08	0,19
1996	0,51	0,93	0,60	0,97	0,16
1997	0,67	1,34	0,81	0,92	0,23
1998	0,85	1,58	0,94	0,76	0,23
1999	0,69	1,45	0,76	0,70	0,23

\* Si veda nota di tabella 6. \*\* Dato non disponibile essendo nulla la produzione brevettuale della città campione per l'anno in analisi.

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

### Capitolo terzo

Tabella 8. *Evoluzione del portafoglio tecnologico. Rapporto espresso in percentuale tra i brevetti attribuibili a uno specifico settore e i brevetti totali attribuibili alla città di Torino\**

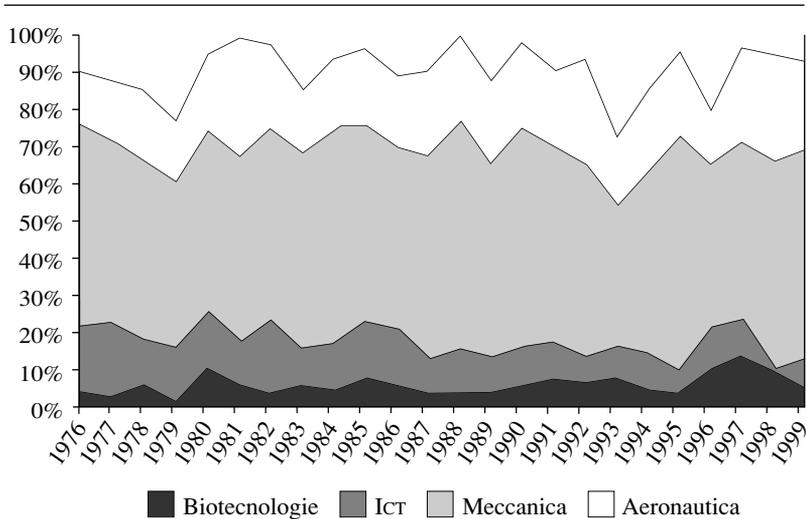
Anni	Valore percentuale			
	Biotecnologie	ICT	Meccanica	Aeronautica
1976	4,00	19,00	58,00	15,00
1977	3,00	21,00	52,00	17,00
1978	6,00	13,00	51,00	21,00
1979	1,00	16,00	48,00	17,00
1980	11,00	16,00	52,00	23,00
1981	6,00	12,00	54,00	34,00
1982	4,00	21,00	55,00	24,00
1983	6,00	11,00	56,00	18,00
1984	5,00	13,00	63,00	19,00
1985	8,00	16,00	57,00	22,00
1986	6,00	16,00	53,00	20,00
1987	4,00	10,00	58,00	25,00
1988	4,00	12,00	66,00	25,00
1989	4,00	10,00	56,00	24,00
1990	6,00	11,00	63,00	25,00
1991	8,00	10,00	57,00	22,00
1992	7,00	7,00	56,00	30,00
1993	8,00	9,00	41,00	19,00
1994	5,00	10,00	52,00	24,00
1995	4,00	6,00	68,00	24,00
1996	10,00	13,00	47,00	15,00
1997	14,00	11,00	51,00	27,00
1998	9,00	14,00	63,00	30,00
1999	5,00	9,00	66,00	25,00

\* Il totale per un singolo anno può eccedere talvolta il 100% a causa di inevitabili sovrapposizioni tra i diversi insiemi di riferimento.

Fonte: nostra elaborazione su dati USPRO.

(brevetti endogeni); la terza, i brevetti di invenzione torinese ma assegnati a imprese non torinesi (esportazione); la quarta, i brevetti inventati da ricercatori non torinesi ma assegnati per lo sfruttamento economico a imprese torinesi (importazione). Come appare nella tabella 9, la composizione dei flussi mostra una costante prevalenza di brevetti endogeni e una crescente incidenza della quota di brevetti esportati.

Figura 1. *Evoluzione del portafoglio tecnologico\**



\* Il totale per un singolo anno può eccedere talvolta il 100% a causa di inevitabili sovrapposizioni tra i diversi insiemi di riferimento.

Fonte: dati USPRO.

Esplorati gli aspetti quantitativi, alcune riflessioni sulla qualità della produzione brevettuale. Essa è stata valutata tramite il numero di citazioni ricevute da un brevetto. La letteratura documenta ampiamente come tale misura fornisca una stima attendibile della qualità del brevetto stesso. Un cospicuo numero di citanti è infatti da intendersi, come brevemente illustrato nel paragrafo 3.1, come un segnale dell'elevato grado di innovazione. Le citazioni ricevute forniscono inoltre utili informazioni sull'effettiva capacità del nuovo brevetto di inserirsi utilmente all'interno del paradigma tecnologico e scientifico cui esso fa riferimento.

Vi sono due importanti aspetti metodologici legati all'impiego delle citazioni come parametro di valutazione. Il primo riguarda il fatto che i brevetti più datati hanno avuto maggiori possibilità di essere citati rispetto ai brevetti ad essi successivi, non essendo ancora stati in grado, questi ultimi, di completare il proprio ciclo di vita. Un andamento decrescente nel numero assoluto di citazioni ricevu-

Capitolo terzo

Tabella 9. *Bilancio dei flussi tecnologici. Valore assoluto di brevetti*

anno	Inventore torinese Nessun assegnatario	Percentuale	Inventore torinese Assegnatario torinese	Percentuale	Inventore torinese Assegnatario non torinese	Percentuale	Inventore non torinese Assegnatario torinese	Percentuale	Totale
1976	11	13	63	73	7	8	5	6	86
1977	12	11	74	69	11	10	10	9	107
1978	13	12	77	73	13	12	2	2	105
1979	11	14	55	71	8	10	3	4	77
1980	21	19	83	74	6	5	2	2	112
1981	14	11	98	78	9	7	4	3	125
1982	18	15	85	73	7	6	7	6	117
1983	10	14	50	68	7	10	6	8	73
1984	14	13	72	69	11	11	7	7	104
1985	20	16	71	58	22	18	9	7	122
1986	12	11	77	70	15	13	6	6	110
1987	14	9	111	70	25	16	8	5	158
1988	6	5	80	68	19	16	13	11	118
1989	12	8	110	74	15	10	11	7	148
1990	10	7	82	59	30	22	17	12	139
1991	3	2	92	62	37	25	16	11	148
1992	8	6	75	60	32	25	11	9	126
1993	6	5	50	40	50	40	19	15	125
1994	5	5	50	54	19	21	18	20	92
1995	3	4	44	64	16	23	6	9	69
1996	5	7	38	54	20	29	7	10	70
1997	5	7	40	55	24	33	4	5	73
1998	8	7	56	52	33	31	10	9	107
1999	8	8	64	63	22	22	8	8	102

Fonte: nostra e laborazione su dati Uspto.

te per gli anni più recenti non implica quindi necessariamente un peggioramento della qualità dei brevetti.

Il secondo problema è legato al fenomeno dei piccoli numeri, che possono creare variazioni anche importanti nel bilancio complessivo per i singoli settori.

La seguente tabella 10 illustra l'andamento delle citazioni ricevute da brevetti torinesi nel tempo. Pur tenendo in considerazione le precedenti assunzioni metodologiche, è possibile sostenere una progressiva perdita di impatto per i brevetti di Torino. Nonostante ciò, la situazione torinese, se paragonata all'andamento medio dei bre-

Tabella 10. *Citazioni ricevute da brevetti torinesi. Numero totale di citazioni ricevute diviso numero totale di brevetti*

Anno	Numero medio citanti
1976	6,83
1977	7,79
1978	6,32
1979	7,17
1980	5,88
1981	5,91
1982	7,16
1983	6,99
1984	6,38
1985	5,84
1986	7,08
1987	5,49
1988	5,33
1989	4,64
1990	4,52
1991	4,24
1992	3,78
1993	3,77
1994	2,90
1995	1,86
1996	2,04
1997	1,16
1998	0,45
1999	0,06

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

## Capitolo terzo

vetti mondiali, registra segnali di incoraggiante recupero, per cui il calo sul numero assoluto di citazioni è, in definitiva, da considerarsi imputabile a un andamento in atto a livello globale.

Come indicato nella successiva tabella 11, il numero medio di citazioni ricevute da brevetti torinesi è nel 1988 inferiore a quello della media mondiale, ma negli anni seguenti si assiste a un progressivo recupero che porta i brevetti torinesi a essere, in media, più citati della media mondiale.

Settorialmente (tabella 12) la situazione è alquanto omogenea sia negli andamenti, sia nei valori assoluti. Le citazioni medie ricevute sono per i diversi settori in linea con le stime per la produzione mondiale. Il confronto con i dati disponibili a livello internazionale per i diversi settori evidenzia peraltro quanto già emerso nell'analisi aggregata, ovvero un recupero medio di capacità di impatto, distribuito in modo sostanzialmente uniforme tra i diversi settori.

In ragione dello specifico orientamento della ricerca, si è ritenuto interessante approfondire l'aspetto legato alla capacità del sistema di ricerca di attingere proficuamente all'ambiente scientifico locale. Per dare una misura quantitativa di tale fenomeno si è fatto ri-

Tabella 11. *Citazioni medie ricevute da brevetti torinesi e citazioni ricevute da brevetti mondiali\**

Anno	Citazioni medie ricevute da brevetti mondiali	Citazioni medie ricevute da brevetti torinesi	Differenza Torino-Mondo
1988	6,6	5,3	- 1,3
1989	5,9	4,6	- 1,3
1990	5,4	4,5	- 0,9
1991	4,8	4,2	- 0,6
1992	4,2	3,8	- 0,4
1993	3,4	3,8	0,4
1994	2,6	2,9	0,3
1995	1,6	1,9	0,3
1996	0,8	2,0	1,2
1997	0,1	1,2	1,1

\* Lo scostamento presente tra il numero di citazioni per i brevetti torinesi e mondiali per l'ultimo biennio (1996-1997) è parzialmente imputabile al momento di aggiornamento delle differenti banche dati impiegate: fine 1999 per i brevetti torinesi e inizio 1999 per quelli mondiali. Fonte: USPTO e CHI Research.

Tabella 12. Citazioni ricevute da brevetti torinesi per settore. Numero totale delle citazioni ricevute diviso per il numero totale di brevetti per settore di riferimento

Anno	ICT	Telecomunicazioni	Meccanica	Tecnologie degli autoveicoli	Aeronautica	Biotecnologie
1976	6,19	4,75	6,52	6,90	9,08	0,33
1977	9,78	10,46	5,45	5,00	6,47	7,67
1978	6,64	7,67	6,06	4,83	6,62	1,33
1979	9,67	9,82	5,51	4,93	6,15	7,00
1980	8,06	7,55	5,50	4,62	9,16	0,83
1981	5,60	6,18	6,99	5,50	6,26	3,13
1982	10,12	11,30	6,42	5,85	6,59	1,60
1983	9,88	9,88	5,32	4,17	7,00	10,25
1984	9,86	11,00	6,37	5,25	8,30	2,20
1985	9,37	8,53	6,77	6,29	4,81	3,00
1986	9,33	10,46	7,17	5,71	8,68	4,29
1987	8,50	10,40	5,68	10,30	6,32	4,29
1988	7,86	5,60	8,85	10,48	5,52	3,60
1989	5,73	8,75	7,98	6,03	5,26	2,67
1990	5,33	6,11	7,61	8,04	4,31	5,11
1991	4,80	7,83	8,43	7,80	3,10	1,17
1992	9,67	10,67	8,89	9,45	3,37	3,33
1993	3,55	4,67	9,63	8,31	5,17	1,50
1994	4,89	4,67	6,77	7,43	3,59	1,00
1995	3,00	3,00	5,13	5,63	2,63	0,33
1996	4,89	6,00	4,97	5,89	0,70	1,14
1997	2,25	3,60	4,59	4,43	0,75	0,20
1998	0,27	0,00	3,40	3,95	0,75	0,40
1999	0,00	0,00	1,63	1,43	0,07	0,00

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

corso all'indicatore *science linkage*, utilizzato in letteratura al fine di individuare la presenza di riferimenti a lavori di tipo scientifico nei brevetti.

Tale indice è definito come il numero medio di lavori scientifici citati sulla pagina frontale del brevetto. I dati nella tabella 14 riportano le misurazioni effettuate per il parametro sui singoli settori.

Due considerazioni emergono dall'analisi dei dati. Da un lato osserviamo una tendenza all'aumento dell'indicatore di frequenza

di citazioni a lavori scientifici, a testimonianza di una crescente capacità del sistema di attingere dallo stock di conoscenza pubblicamente disponibile, dall'altra si riscontrano valori assoluti di *science linkage* assolutamente comparabili se non superiori alla media mondiale, indice di un'attività brevettuale fortemente radicata nei principi scientifici di base.

Anche in questo caso è interessante confrontare i risultati ottenuti con le misurazioni svolte sui brevetti a livello mondiale, in cui sono stati calcolati i valori medi di *science linkage* tra il 1993 e il 1997 (tabella 13).

L'indicatore denominato *technology cycle time* è comunemente utilizzato al fine di valutare la velocità del progresso tecnico in un determinato settore. Esso è calcolato come la mediana delle citazioni fatte da un brevetto verso i brevetti che lo precedono.

L'evoluzione in serie storica del *technology cycle time* per diversi settori è illustrata nella tabella 15. Analogamente a quanto fatto in precedenza si è pensato di confrontare i risultati ottenuti per Torino con stime relative alla media mondiale (tabella 16).

Infine, vale osservare che l'attività brevettuale torinese presso l'USPTO è di origine esclusivamente industriale. Non vi è traccia di attività brevettuale di origine universitaria. Il grafico che segue (figura 2) illustra la ripartizione dell'attività brevettuale degli ultimi trent'anni. Si noti che in tale grafico, sono state riportate le imprese che a diverso titolo sono state coinvolte nel processo di innovazione.

Nonostante vi sia una consistente dispersione di attività innova-

Tabella 13. *Science Linkage per settori. Torino e media mondiale, periodo considerato 1993-1999*

Settore	Mondo	Torino	Differenza
ICT	1	1,2	+ 0,2
Telecomunicazioni	0,8	1,84	+ 1,04
Biotecnologie	14,4	2,8	- 11,6
Meccanica	0,1	0,86	+ 0,75
Aeronautica	0,3	1,3	+ 1
Tutti i settori	1,4	1,33	- 0,07

Fonte: nostra elaborazione su dati CHI Research e USPTO.

Tabella 14. *Science Linkage dei brevetti torinesi per settori e per anno*

Anni	ICT	Telecomunicazioni	Meccanica	Aeronautica	Bioteologie
1976	0,13	0,13	0,06	0,00	0,33
1977	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00
1978	0,43	1,00	0,06	0,29	0,00
1979	0,75	0,82	0,00	0,00	0,00
1980	0,33	0,45	0,05	0,16	0,58
1981	1,40	1,82	0,18	0,31	0,38
1982	0,52	0,60	0,14	0,44	0,60
1983	1,38	1,38	0,10	0,23	0,50
1984	0,57	1,00	0,06	0,50	0,80
1985	2,11	2,60	0,07	0,19	0,70
1986	2,06	2,62	0,33	0,50	0,14
1987	0,81	1,60	0,22	0,39	0,86
1988	0,57	1,33	0,17	0,31	0,00
1989	0,93	1,75	0,22	0,77	1,67
1990	0,40	0,75	0,09	0,33	0,00
1991	0,53	0,67	0,19	0,48	0,08
1992	1,00	2,67	0,54	0,92	4,11
1993	0,36	0,67	0,29	0,83	2,10
1994	0,78	1,17	0,77	0,45	0,40
1995	1,00	2,00	1,17	1,19	0,67
1996	2,89	4,20	1,00	1,20	2,57
1997	1,00	1,20	1,08	2,90	8,10
1998	0,73	1,67	0,40	0,81	0,60
1999	0,56	2,50	0,37	0,56	3,20

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

tiva (47% del totale ripartito su aziende con meno dell'1% sulla quota) sono ben identificabili tre principali innovatori (CSELT, Gruppo FIAT e Olivetti) che insieme costituiscono il 36% dell'intera produzione.

Con l'obiettivo di introdurre il tema del contributo del sistema scientifico locale all'attività innovativa, che verrà sviluppato nel paragrafo seguente, si è analizzata la posizione della città di Torino in merito al rapporto tra pubblicazioni scientifiche e attività brevettuale sia a livello aggregato sia per i diversi settori. I risultati sono illustrati nelle tabelle 17 e 18.

### Capitolo terzo

Tabella 15. *Technology Cycle Time per settore. Mediana delle età delle citazioni fatte da brevetti torinesi*

Anni	Telecomunicazioni	Biotecnologie	Aeronautica	Tecnologie degli autoveicoli
1976	6	4	7	5
1977	5	10	6	7
1978	4	6	6	5
1979	6	3,5	10	10
1980	6	8	6	6
1981	7	9	9	10
1982	7	6	7	12
1983	6	15	12	12
1984	6	12	11	10,5
1985	7	8	8	11
1986	5	5,5	8	12
1987	7	11	7	9
1988	10	13	7	8
1989	6	7	7	8
1990	11	11	7	6
1991	5	9	8	6
1992	7	8	6	5
1993	7	14	8	6
1994	7	10	7	6
1995	9	12,5	7	7
1996	7	6	5	7
1997	3	10	6	8
1998	7	11	10	9
1999	5,5	5	10	10

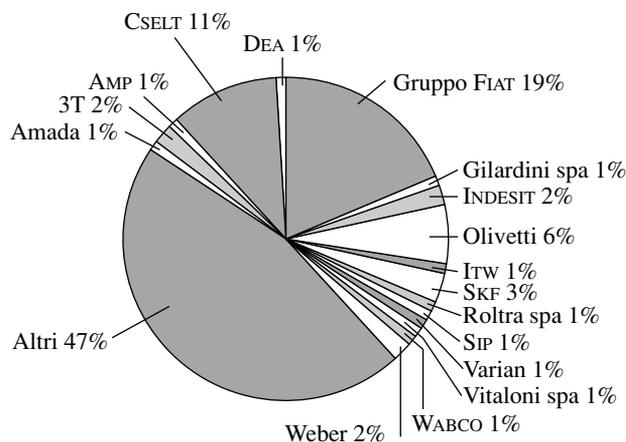
Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

Tabella 16. *Technology Cycle Time per settore. Mediana delle età delle citazioni fatte da un brevetto per l'anno 1999*

Settore	Mondo	Torino	Differenza
Telecomunicazioni	5,7	5,5	-0,2
Biotecnologie	7,7	5	-2,7
Aeronautica	13,2	10	-3,2

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO e CHI Research.

Figura 2. Ripartizione dell'attività brevettuale per impresa. Quota brevetti per impresa nel periodo 1976-1999\*



\* Percentuali arrotondate alla cifra intera superiore, di conseguenza la somma può eccedere il 100%.  
Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO.

Tabella 17. Rapporto tra attività scientifica e attività brevettuale per città campione (1990-1999)

	Pubblicazioni SCI	Brevetti USPTO	Pubblicazioni SCI / Brevetti USPTO
Londra	151.641	8.289	18,3
Parigi	125.599	10.042	12,5
Mosca	150.799	969	155,6
Amsterdam	38.384	1.579	24,3
Berlino	57.737	3.119	18,5
Oxford	45.250	1.279	35,4
Manchester	27.607	1.677	16,5
Milano	41.297	3.250	12,7
Roma	43.903	1.098	40,0
Torino	14.671	786	18,7
Bologna	19.100	629	30,4

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO e SCI.

## Capitolo terzo

Tabella 18. *Rapporto tra attività scientifica e attività brevettuale per settori su città campione. Dati riferiti al periodo 1990-1998*

ICT	Brevetti	Pubblicazioni	Pubblicazioni/Brevetti
Torino	95	4.055	42,68
Milano	473	5.419	11,46
Cambridge UK	114	11.917	104,54
Cambridge MA	764	19.722	25,81
TELECOMUNICAZIONI			
Torino	62	158	2,55
Milano	129	95	0,74
Monaco	702	162	0,23
Manchester	58	109	1,88
Stanford	82	131	1,60
AERONAUTICA			
Torino	309	92	0,29
Milano	833	108	0,12
Parigi	3.280	203	0,06
MECCANICA			
Torino	595	293	0,49
Milano	1.198	424	0,35
Stoccarda	3.424	633	0,18
BIOTECNOLOGIE			
Torino	62	189	3,05
Milano	1.520	781	0,51
Genova	24	179	7,46

Fonte: nostra elaborazione su dati USPTO, ISI, MEDLINE, IEEE/IEL, COMPENDEX.

Torino, con un brevetto ogni diciannove pubblicazioni scientifiche si colloca in una posizione intermedia tra le città selezionate, in ragione di un'attività assoluta relativamente bassa sia nel campo brevettuale, sia in quello scientifico. Tale dato è comparabile con alcune grandi città europee quali Londra e Berlino e non è dissimile a quello rilevato per Manchester, città per la quale spesso vengono evocate analogie di storia e vocazione industriale con Torino. Ri-

spetto a tale città, è tuttavia importante osservare che il numero assoluto di brevetti è inferiore alla metà.

Per ciò che riguarda i settori specifici, come già rilevato in merito ad altri aspetti, i settori ICT e Telecomunicazioni si distinguono per un elevato tasso di pubblicazioni rispetto all'attività brevettuale, a testimonianza della disponibilità di un ottimo serbatoio di conoscenza presente su base locale, le cui potenzialità probabilmente non sono sfruttate in modo completo.

### 3.2 *La prestazione scientifica*

Questo paragrafo è dedicato all'analisi del sistema scientifico universitario torinese in relazione alla sua capacità di contribuire all'attività innovativa locale. Mantenendo fede all'impostazione quantitativa della ricerca, si sono analizzati alcuni indicatori relativi all'attività di pubblicazione su riviste scientifiche e all'attività di ricerca finalizzata, mettendo in relazione i risultati ottenuti con quelli disponibili per altre realtà campione.

#### 3.2.1 *Brevi cenni storici e metodologici*

L'utilizzo delle citazioni scientifiche nell'analisi quantitativa ha origine con il lavoro di Eugene Garfield, che per primo ha proposto nel 1950 il Science Citation Index 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. Agli inizi degli anni sessanta lo stesso Garfield creò il Science Citation Index, che da allora è diventato una delle maggiori risorse per la scienza, con una copertura di più di quattromila giornali scientifici, più di mezzo milione di documenti e più di cinque milioni di citazioni all'anno.

L'accettazione estesa di questo tipo di valutazione è associata alla creazione del primo rapporto *Science and Engineering Indicators* della National Science Foundation nel 1972. L'utilizzo in larga scala di tecniche di pubblicazione e di citazione si è poi consolidato nei successivi rapporti e in una monografia intitolata *Evaluative Biblio-*

*metrics* del 1976 dedicata alla valutazione delle prestazioni di istituzioni scientifiche. Da tali contributi prende l'avvio una ricca letteratura scientifica che sostiene l'idea che un alto grado di citazioni nella letteratura scientifica possa essere associato a un'elevata qualità delle pubblicazioni scientifiche e, in aggregato, a un alto livello delle istituzioni di ricerca.

Una delle dimostrazioni più rilevanti della validità di questo metodo è contenuta nel lavoro di Inhaber e Prednowek (1976) finalizzato ad investigare le proprietà bibliometriche delle pubblicazioni dei premi Nobel. Si dimostra che il numero delle citazioni ricevute dai premi Nobel in fisica è di un ordine di grandezza più alto di quello della popolazione degli altri scienziati. Garfield stesso dimostrò che tra i 125 premi Nobel nei campi della chimica, fisica, fisiologia e medicina l'80% aveva pubblicato quelle che vengono definite le «citazioni classiche», pubblicazioni che appartengono ai primi 1.000 articoli più citati nel Science Citation Index, che corrispondono circa al livello 4/10.000 di tutto il materiale scientifico pubblicato (Garfield 1986).

A livello istituzionale, le tecniche di citazione sono state applicate ampiamente nel classificare i dipartimenti delle università negli Stati Uniti e in Gran Bretagna.

Anderson, Narin e McAllister (1978) dimostrarono che vi era una correlazione sistematica tra il *ranking* dei dipartimenti fatto da ampi gruppi di studiosi e la classifica stilata in base alle citazioni ricevute dai ricercatori dei singoli dipartimenti.

### 3.2.2 *La prestazione scientifica degli Atenei*

Per cogliere quantitativamente la posizione degli Atenei torinesi in riferimento all'attività di pubblicazione si è innanzitutto determinata la presenza di autori torinesi censiti nel database SCI (tabella 19). La quota di pubblicazioni attribuibili ad autori torinesi si colloca attorno al 6% della produzione totale italiana. Le pubblicazioni con autori appartenenti agli Atenei torinesi rappresentano circa il 5,7% della produzione italiana esclusivamente accademica. Tale dato è lievemente superiore alla percentuale di ricercatori strutturati presso gli Atenei torinesi rispetto al totale italiano (tabella 26). Ciò sembrerebbe evidenziare un'efficienza lievemente superiore alla

media nazionale. L'andamento evidenzia inoltre una tendenza lievemente decrescente. Inoltre, tale valore, risulta ampiamente inferiore al peso del Piemonte nell'economia nazionale (8,5% del PIL nazionale per il 1997) ed è largamente inferiore al peso del personale addetto alla ricerca (pubblico e privato) del Piemonte rispetto al resto d'Italia (tabelle 27 e 28). Infatti, il Piemonte nel suo complesso rappresenta il 12,5% del personale addetto alla ricerca, ma deve essere osservato che tale valore mostra un'evidente anomalia in termini di composizione rispetto alla media nazionale: una netta prevalenza (81%) di personale addetto alla ricerca nelle imprese rispetto al personale impiegato nelle istituzioni di ricerca pubbliche. La media nazionale si attesta su valori pari a 56% per gli enti pubblici e 44% per le imprese, mentre ad esempio la Lombardia presenta un dato pari al 35% per le istituzioni pubbliche e 65% per le imprese.

Per ciò che riguarda la tendenza nell'attività di pubblicazione nell'ultimo decennio, per entrambi gli Atenei sono distinguibili due successive fasi: un'intensa espansione nella prima parte degli anni novanta, seguita da un periodo di consolidamento e lieve regresso nell'ultimo biennio.

Per ciò che riguarda la densità di pubblicazioni pro capite, una nostra stima dimostra che a Torino nel periodo 1994-1996 sono stati pubblicati circa cinque lavori scientifici per migliaio di abitanti su riviste comprese nell'archivio del Science Citation Index. Tale dato colloca Torino al ventunesimo posto in una classifica di centri europei ottenuta da un recente studio (Wichmann Matthiessen e Winkel Schwartz 1999) (tabella 20).

Per quanto riguarda l'analisi delle specifiche aree applicative si è ricorso a banche dati di settore, attingendo da esse attraverso la classificazione delle riviste proposta dall'ISI (*Journal Citation Report* 1998). Nell'appendice 2 sono riportati gli insiemi di riviste utilizzati per i diversi settori.

La produttività scientifica per i vari settori è riportata nella tabella 21.a-e.

È importante osservare come nel settore dell'ICT e in quello delle Telecomunicazioni la produzione scientifica in valore assoluto sia paragonabile a quella milanese e confrontabile per ordine di grandezza con altre realtà locali ad elevata intensità scientifica e tecnologica. Per le Biotecnologie l'attività torinese e quella genove-

Tabella 19. *Incidenza dell'attività scientifica universitaria torinese sul totale italiano. Valore assoluto di pubblicazioni, rapporto espresso in percentuale in pubblicazioni di Università-Politecnico e totale delle pubblicazioni*

Anni	Pubblicazioni									
	Totale Italia	Atenei italiani	Politecnico di Torino	Università di Torino	Atenei torinesi*	Altre torinesi	Totale Torino	Percentuale Atenei torinesi su Atenei italiani	Percentuale di Totale Torino su Totale Italia	
1990	15.793	12.062	162	640	786	265	1.051	6,52	6,65	
1991	17.389	13.128	158	660	800	282	1.082	6,09	6,22	
1992	19.012	14.355	171	762	915	333	1.248	6,37	6,56	
1993	19.685	15.081	187	859	1.023	333	1.356	6,78	6,89	
1994	21.108	16.302	265	840	1.084	330	1.414	6,65	6,70	
1995	23.052	18.114	280	875	1.131	361	1.492	6,24	6,47	
1996	26.953	21.201	315	997	1.283	383	1.666	6,05	6,18	
1997	28.027	22.127	370	1.119	1.446	429	1.875	6,54	6,69	
1998	28.885	22.915	316	974	1.262	403	1.665	5,51	5,76	
1999	29.541	23.733	394	1.001	1.362	460	1.822	5,74	6,17	

\* Nella colonna «Atenei torinesi» vengono conteggiate un'unica volta le pubblicazioni congiunte di autori del Politecnico di Torino e dell'Università.

Fonte: nostra elaborazione su dati Isi.

Tabella 20. *Pubblicazioni attribuibili alle singole città nel periodo 1994-1996. Numero di articoli per migliaia di abitanti*

Produttività scientifica			
Cambridge	81	Manchester	5
Oxford	41	Barcellona	5
Ginevra	29	Parigi	5
Basilea	20	Berlino	5
Bristol	15	Bruxelles	5
Zurigo	13	Sheffield	5
Stoccolma	12	Maastricht	5
Helsinki	12	Birmingham	5
Copenhagen	11	Stoccarda	4
Monaco	10	Madrid	4
Amsterdam	10	Varsavia	4
Edinburgo	10	Stoccarda	4
Oslo	8	Mosca	3
Heidelberg	8	Pietroburgo	3
Lione	7	Amburgo	3
Londra	7	Budapest	3
Milano	6	Colonia	1
Francoforte	6	Dortmund	1
Praga	6		
Dublino	6		
Torino*	5		

\* Torino non è presente nella classifica originaria presentata nel lavoro citato, in quanto il numero assoluto delle pubblicazioni torinesi non rientra nel criterio di selezione adottato. Il dato su Torino è una nostra elaborazione.

Fonte: Isi e anche Wichmann Matthiessen e Winkel Schwartz 1999.

se sono al contrario nettamente inferiori al tasso di crescita osservabile per la città di Milano.

Per valutare l'andamento nell'attività scientifica al netto di eventuali effetti di scala si è fatto ricorso all'indicatore definito in letteratura «capacità di ricerca», che misura la quota di pubblicazioni attribuibili a Torino relativamente ad altre realtà di riferimento. I risultati, riportati nella tabella 22.a-e., dimostrano, ad esempio per i settori ICT e Telecomunicazioni, un buon livello di produzione scientifica anche rispetto a realtà comunemente ritenute sulla frontiera dell'attività di ricerca. Per le Biotecnologie, così come osservato in altre cir-

### Capitolo terzo

Tabella 21.a-e. *La produzione scientifica torinese per settori. Valore assoluto di pubblicazioni*

#### A) TELECOMUNICAZIONI

Anni	Torino	Stanford	Manchester	Monaco	Milano
1990	11	10	8	29	10
1991	15	14	13	17	2
1992	8	10	10	23	9
1993	16	10	12	9	9
1994	16	15	16	25	13
1995	27	21	8	15	10
1996	31	19	15	21	19
1997	17	18	15	11	11
1998	17	14	12	12	12
1999	20	10	7	20	17

#### B) TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (ICT)

Anni	Torino	Cambridge UK	Milano	Cambridge MA
1990	420	1.109	504	2.007
1991	377	1.158	485	2.114
1992	426	1.093	531	2.087
1993	440	1.303	600	2.103
1994	489	1.331	589	2.320
1995	475	1.574	593	2.314
1996	458	1.506	681	2.304
1997	519	1.493	749	2.317
1998	451	1.360	687	2.156
1999	487	877	675	2.089

#### C) BIOTECNOLOGIE

Anni	Torino	Milano	Genova
1990	10	44	15
1991	25	61	9
1992	12	60	20
1993	20	61	26
1994	26	91	16
1995	18	94	22
1996	25	116	27
1997	29	130	22
1998	28	124	22
1999	30	137	25

segue Tabella 21.a-e.

D) AERONAUTICA

Anni	Torino	Milano	Parigi
1980	14	7	20
1981	13	3	42
1982	16	18	43
1983	30	17	56
1984	27	25	51
1985	29	16	24
1986	17	15	34
1987	6	19	15
1988	14	6	14
1989	12	18	25
1990	11	11	27
1991	9	6	17
1992	3	7	17
1993	9	10	12
1994	5	10	25
1995	11	17	36
1996	16	17	34
1997	15	14	19
1998	13	16	16
1999	22	15	19

E) MECCANICA

Anni	Torino	Milano	Stoccarda
1980	17	18	17
1981	18	16	19
1982	22	12	37
1983	24	17	51
1984	25	20	45
1985	27	22	65
1986	13	9	43
1987	11	9	23
1988	12	7	30
1989	11	11	24
1990	24	9	17
1991	13	10	22
1992	12	15	27
1993	27	49	92
1994	40	71	102
1995	32	44	91

## Capitolo terzo

segue Tabella 21.a-e.

Anni	Torino	Milano	Stoccarda
1996	41	82	111
1997	55	81	80
1998	49	63	91
1999	44	62	104

Fonte: nostra elaborazione su dati ISI, IEEE/IEL, MEDLINE e COMPENDEX.

costanze, il numero relativamente scarso delle osservazioni non permette di apprezzare alcun andamento consolidato, benché sia osservabile un certo allineamento rispetto alla produzione di Milano.

Esaurito il tema della valutazione della capacità produttiva nel campo scientifico, ci si è rivolti a considerare la sua qualità. Evidentemente la nozione di qualità in tema di pubblicazioni scientifiche è difficilmente riducibile a indicatori quantitativi. Tenuto conto di ciò, la letteratura indica, come discusso più sopra, nel *citation index* (numero di volte in cui un lavoro scientifico è stato oggetto di citazioni da parte di pubblicazioni successive) la miglior stima possibile della qualità della produzione scientifica.

I valori di tale parametro sono stati determinati utilizzando la fonte del Science Citation Index, cui è possibile accedere tramite la base dati dell'ISI. A riguardo del numero medio di citazioni è opportuno chiarire, prima di passare all'osservazione dei risultati, come tale dato sia soggetto a inevitabili distorsioni su serie temporali molto lunghe. Le pubblicazioni scientifiche più recenti sono ovviamente meno citate, in quanto minore è il tempo che è stato effettivamente disponibile per la citazione.

Pertanto, da un punto di vista qualitativo l'andamento di crescita o stazionario osservabile (figura 3) fino alla fine degli anni ottanta deve essere interpretato come una sostanziale crescita della qualità delle pubblicazioni torinesi, mentre è difficile interpretare in senso negativo l'andamento marcatamente decrescente dell'ultimo quinquennio.

Per quanto riguarda i singoli settori si è scelto di affidare la valutazione a due differenti misure statistiche: *citation index* e *impact factor*. Si è innanzitutto ripetuto il computo delle citazioni ricevute dai lavori torinesi per singolo settore. I risultati sono illustrati nella

Tabella 22.a-e. *Capacità di ricerca per settori. Rapporto tra pubblicazioni torinesi e pubblicazioni delle città di riferimento. Valori normalizzati al primo anno in cui, per ogni settore, sono disponibili dati completi sulle pubblicazioni*

A) TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (ICT)

Anni	Cambridge UK	Milano	Cambridge MA
1990	1,00	1,00	1,00
1991	0,86	0,93	0,85
1992	1,03	0,96	0,98
1993	0,89	0,88	1,00
1994	0,97	1,00	1,01
1995	0,80	0,96	0,98
1996	0,80	0,81	0,95
1997	0,92	0,83	1,07
1998	0,88	0,79	1,00
1999	1,47	0,87	1,11

B) TELECOMUNICAZIONI

Anni	Stanford	Manchester	Monaco	Milano
1990	1,00	1,00	1,00	1,00
1991	0,97	0,84	2,33	6,82
1992	0,73	0,58	0,92	0,81
1993	1,45	0,97	4,69	1,62
1994	0,97	0,73	1,69	1,12
1995	1,17	2,45	4,75	2,45
1996	1,48	1,50	3,89	1,48
1997	0,86	0,82	4,07	1,40
1998	1,10	1,03	3,73	1,29
1999	1,82	2,08	2,64	1,07

C) BIOTECNOLOGIE

Anni	Milano	Genova
1990	1,00	1,00
1991	1,80	4,17
1992	0,88	0,90
1993	1,44	1,15
1994	1,26	2,44
1995	0,84	1,23
1996	0,95	1,39
1997	0,98	1,98
1998	0,99	1,91
1999	0,96	1,80

## Capitolo terzo

*segue* Tabella 22.a-e.

---

### D) AERONAUTICA

Anno	Milano	Parigi
1980	1,00	1,00
1981	2,17	0,44
1982	0,44	0,53
1983	0,88	0,77
1984	0,54	0,76
1985	0,91	1,73
1986	0,57	0,71
1987	0,16	0,57
1988	1,17	1,43
1989	0,33	0,69
1990	0,50	0,58
1991	0,75	0,76
1992	0,21	0,25
1993	0,45	1,07
1994	0,25	0,29
1995	0,32	0,44
1996	0,47	0,67
1997	0,54	1,13
1998	0,41	1,16
1999	0,73	1,65

### E) MECCANICA

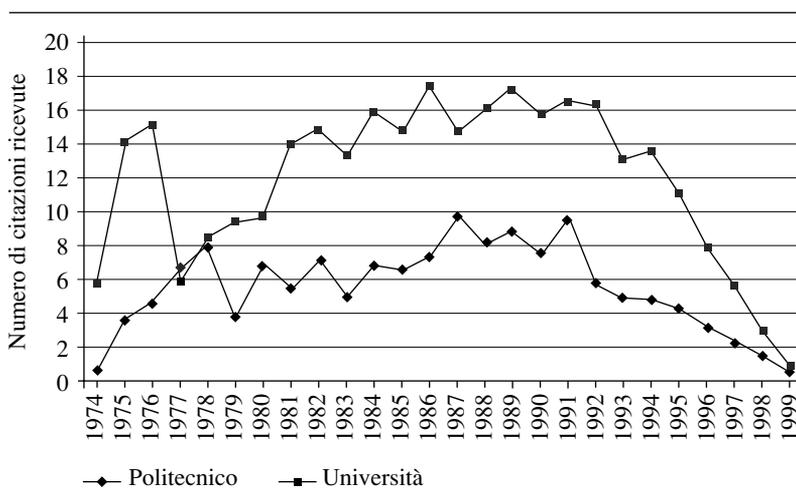
Anni	Milano	Stoccarda
1980	1,00	1,00
1981	1,19	0,95
1982	1,94	0,59
1983	1,49	0,47
1984	1,32	0,56
1985	1,30	0,42
1986	1,53	0,30
1987	1,29	0,48
1988	1,82	0,40
1989	1,06	0,46
1990	2,82	1,41
1991	1,38	0,59
1992	0,85	0,44
1993	0,58	0,29
1994	0,60	0,39
1995	0,77	0,35

segue Tabella 22.a-e.

Anni	Milano	Stoccarda
1996	0,53	0,37
1997	0,72	0,69
1998	0,82	0,54
1999	0,75	0,42

Fonte: nostra elaborazione su dati ISI, IEEE/IEL, MEDLINE, COMPENDEX.

Figura 3. Citazioni ricevute da autori torinesi



Fonte: nostra elaborazione su dati ISI.

tabella 23. Mentre per le Biotecnologie il ciclo di vita delle citazioni medie ricevute da autori torinesi appare sostanzialmente in linea con il ciclo di vita naturale osservabile per l'universo delle pubblicazioni mondiali, le citazioni ricevute nel settore delle Telecomunicazioni dopo un picco ascrivibile a poche pubblicazioni di grandissimo successo si sono stabilizzate su valori relativamente bassi.

Per ottenere una migliore stima della qualità delle pubblicazioni torinesi si è ritenuto opportuno ricorrere agli indicatori di *impact in-*

## Capitolo terzo

Tabella 23. *Numero medio di citazioni ricevute da lavori attribuibili a ricercatori torinesi*

Anno	Telecomunicazioni	Biotecnologie	Aeronautica	Meccanica
1980	0,00	56,00	10,00	4,00
1981	0,67	71,33	8,50	3,75
1982	12,00	109,80	0,00	9,50
1983	11,00	57,67	1,00	1,50
1984	14,57	85,82	11,50	0,00
1985	0,50	37,43	1,00	20,00
1986	0,00	69,00	0,00	3,50
1987	2,00	43,56	0,00	45,50
1988	5,00	78,67	0,00	2,00
1989	0,75	58,83	2,00	13,80
1990	6,00	94,20	3,00	3,38
1991	8,78	102,20	2,00	9,33
1992	3,17	159,00	3,50	9,21
1993	3,14	48,15	1,00	6,33
1994	3,44	55,73	1,00	6,64
1995	2,10	92,89	3,67	3,60
1996	2,35	41,44	1,00	2,85
1997	2,58	25,72	1,83	1,59
1998	1,29	14,07	4,75	0,95
1999	0,00	2,37	0,44	0,06

Fonte: nostra elaborazione su dati Isi.

*dex*, in linea con la letteratura bibliometrica corrente. I risultati ottenuti in serie storica sono stati posti a confronto con una realtà particolarmente significativa, la città di Milano. Si riscontra un sostanziale equilibrio tra le due realtà e una spiccata tendenza a pubblicazioni di eccellenza nel settore delle Biotecnologie, fatto salvo il fattore di scala nettamente favorevole alla città di Milano (tabelle 24 e 25).

### 3.3 *Le risorse*

#### 3.3.1 *Il personale*

Merita a questo punto dell'analisi soffermarsi a riflettere sui risultati ottenuti in merito alla produttività del sistema torinese in re-

Tabella 24. *Impact Factor medio dei lavori attribuibili a ricercatori torinesi e milanesi*

Anno	Telecomunicazioni		Biotecnologie		Aeronautica		Meccanica	
	Torino	Milano	Torino	Milano	Torino	Milano	Torino	Milano
1996	0,88	0,73	3,81	3,99	0,075	0,291	0,54	0,79
1997	1,17	0,69	3,07	4,46	0,170	0,279	0,48	0,69
1998	1,25	0,90	4,67	4,11	0,158	0,287	0,47	0,72
1999	1,05	0,79	4,95	5,29	0,277	0,468	0,41	0,49

Fonte: Ist e *Journal of Citation Report*.

Tabella 25. *Impact Factor assoluto. Numero di lavori, pesato per il rispettivo Impact Factor, attribuibili a ricercatori torinesi e milanesi*

Anno	Telecomunicazioni		Biotecnologie		Aeronautica		Meccanica	
	Torino	Milano	Torino	Milano	Torino	Milano	Torino	Milano
1996	27,49	16,90	286,18	1.285,05	0,07	0,58	1,60	10,99
1997	19,98	11,02	239,47	1.486,39	1,02	0,55	1,43	11,67
1998	21,26	10,81	275,57	1.332,87	0,47	0,86	3,27	5,02
1999	21,00	17,41	287,41	1.579,04	2,77	3,27	2,05	5,39

Fonte: Ist e *Journal of Citation Report*.

lazione alle risorse disponibili. In termini di composizione del personale universitario, la tabella 26 illustra come le risorse disponibili per il sistema locale rappresentino poco più del 5% del totale italiano. Tale dato evidenzia un deficit sia rispetto alla produttività scientifica globale (circa il 6%), sia rispetto al peso economico della regione, che rappresenta circa l'8,5% dell'economia nazionale in termini di unità di lavoro equivalenti, prodotto interno lordo e investimenti industriali (ISTAT 2000).

Le successive tabelle 27, 28 e 29 illustrano l'incidenza del personale di ricerca torinese sul totale italiano, la composizione del personale di ricerca torinese e le relative spese di Ricerca e Sviluppo. Appare evidente come il Piemonte sia caratterizzato da un'elevatissima presenza di ricerca di origine industriale mentre l'inci-

## Capitolo terzo

Tabella 26. *Incidenza percentuale del personale di ricerca torinese sul totale italiano\**

Anno	Politecnico di Torino	Università di Torino	Atenei torinesi in totale
1995	1,51	3,81	5,32
1997	1,52	3,62	5,14
1999	1,57	3,65	5,22

\* Il dato è riferito al personale impegnato in tutti i settori disciplinari, compresi quelli umanistici.

Fonte: dati MURST.

Tabella 27. *Personale (espresso in unità equivalenti a tempo pieno) impiegato nell'ambito Ricerca e Sviluppo nelle regioni italiane per settore istituzionale. Valori assoluti e composizione percentuale su base nazionale. Anno 1997 secondo regioni scelte*

Regioni	Valori assoluti			Composizione percentuale		
	Istituzioni pubbliche	Imprese	Totale	Istituzioni pubbliche	Imprese	Totale
Piemonte	3.335	14.435	17.770	4,2	23,5	12,5
Lombardia	10.452	19.604	30.056	13,0	31,9	21,2
Veneto	4.003	2.874	6.877	5,0	4,7	4,9
Emilia Romagna	6.146	5.185	11.331	7,7	8,4	8,0
Toscana	6.286	2.227	8.413	7,8	3,6	6,0
Lazio	21.222	6.209	27.431	26,4	10,1	19,4
<i>Italia</i>	80.323	61.414	141.737	100,0	100,0	100,0

Fonte: ISTAT, *Ricerca e Sviluppo in Italia nel periodo 1997-1998*, Statistiche in breve, 1999.

denza delle istituzioni pubbliche è ridotta sia relativamente alla presenza industriale, sia in assoluto rispetto al totale del personale addetto alla ricerca a livello nazionale (4,2%).

È interessante osservare in dettaglio come tale deficit sia particolarmente evidente rispetto a regioni il cui peso economico è simile a quello del Piemonte (figura 4).

Poiché nel seguito si farà più volte riferimento agli Atenei torinesi per l'analisi delle risorse umane e finanziarie impiegate nella ricerca, nelle tabelle che seguono viene presentato un prospetto ge-

Tabella 28. *Distribuzione percentuale del personale (espresso in unità equivalenti a tempo pieno) impiegato nell'ambito Ricerca e Sviluppo per settore istituzionale e per regione. Anno 1997 secondo regioni scelte*

Regioni	Distribuzione percentuale	
	Istituzioni pubbliche	Imprese
Piemonte	18,77	81,23
Lombardia	34,78	65,22
Veneto	58,21	41,79
Emilia Romagna	54,24	45,76
Toscana	74,72	26,47
Lazio	77,37	22,63
<i>Italia</i>	56,67	43,33

Fonte: ISTAT, *Ricerca e Sviluppo in Italia nel periodo 1997-1998*, Statistiche in breve, 1999.

Tabella 29. *Spesa per Ricerca e Sviluppo secondo settore istituzionale e regione (valori assoluti in milioni di lire). Anno 1997 secondo regioni scelte*

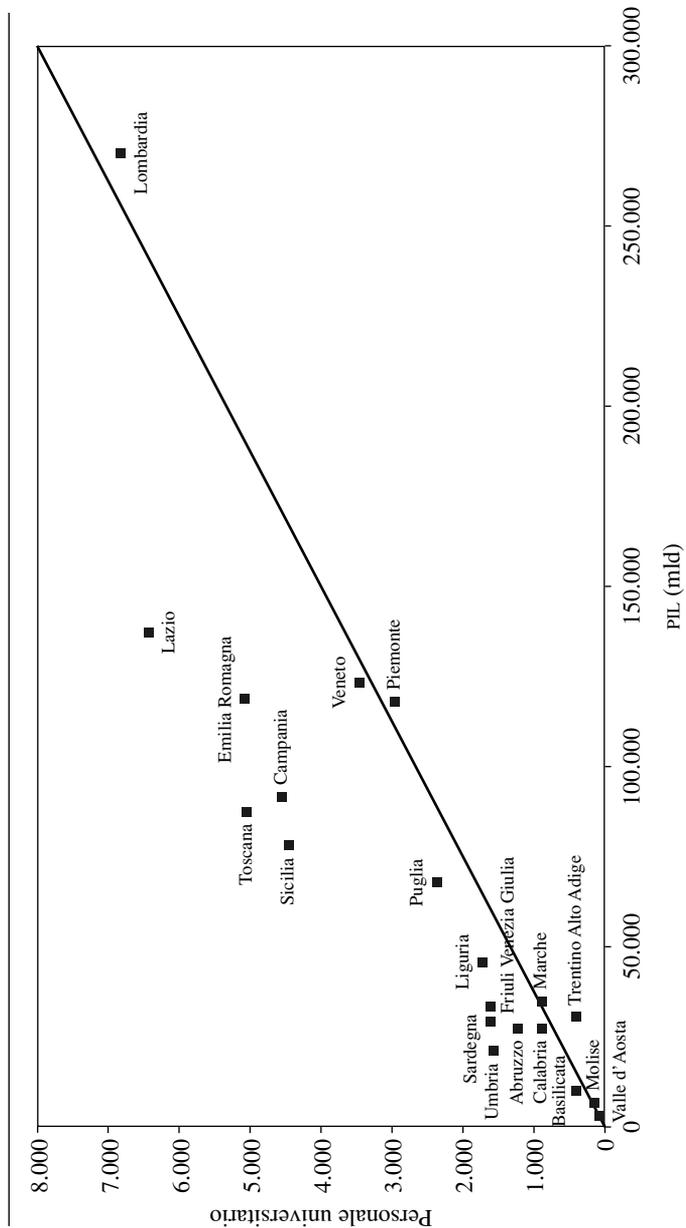
Regioni	Valore in milioni di lire			Composizione % su Italia		
	Istituzioni pubbliche	Imprese	Totale	Istituzioni pubbliche	Imprese	Totale
Piemonte	416.738	2.406.188	2.822.926	4,5	23,1	14,4
Lombardia	1.258.641	3.510.061	4.768.702	13,7	33,7	24,4
Veneto	491.816	385.323	877.129	5,4	3,7	4,5
Emilia	688.164	791.030	1.479.194	7,5	7,6	7,6
Toscana	743.238	320.853	1.064.091	8,1	3,1	5,4
Lazio	2.528.261	1.304.791	3.833.052	27,6	12,5	19,6
<i>Italia</i>	9.169.238	10.410.784	19.581.890	100,0	100,0	100,0

Fonte: ISTAT, *Ricerca e Sviluppo in Italia nel periodo 1997-1998*, Statistiche in breve, 1999.

nerale di tali istituzioni (tabelle 30-38). Gli indicatori selezionati sono il numero di studenti iscritti e laureati sugli ultimi tre anni accademici, il personale occupato rispettivamente nei settori della didattica e dell'amministrazione, e alcuni dati finanziari riferiti all'esercizio 1999.

La carenza di risorse risulta distribuita in modo non uniforme tra le diverse discipline. Se confrontiamo l'incidenza del personale to-

Figura 4. Rapporto personale universitario / PIL regionale, anno 1997. Posizionamento delle regioni italiane rispetto a PIL e personale universitario



Fonte: nostra elaborazione su dati ISTAT e CINECA.

Tabella 30. *Politecnico di Torino. Numero di studenti iscritti, laureati e diplomati suddivisi per facoltà. I valori si riferiscono a studenti iscritti a tutte le facoltà e diplomi di laurea dell'Ateneo*

Studenti del Politecnico	1997/1998	1998/1999	1999/2000
Immatricolati	3.780	3.517	3.885
Iscritti	24.924	24.583	24.363
Laureati	2.286	2.537	2.704

Fonte: MURST.

Tabella 31. *Politecnico di Torino. Numero di docenti, suddivisi per facoltà di appartenenza, alla data del 1° gennaio 2000*

Docenti	Ordinari	Associati	Ricercatori
Architettura	34	72	56
Ingegneria a Torino	154	218	170
Ingegneria a Vercelli	17	23	26
Totale	205	313	252

Fonte: MURST.

Tabella 32. *Politecnico di Torino. Personale nei ruoli tecnici e amministrativi, rilevato alla data del 1° gennaio 2000*

	Personale tecnico
Afferente ai dipartimenti	294
Totale	619

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

rinese su quello italiano raggruppato per settori possiamo osservare che la vocazione dell'area verso il settore dell'ingegneria è confermata; in tale ambito, infatti, lavora a Torino circa il 10% di tutto il personale nazionale (20% del totale torinese); è anche significativa la presenza delle scienze veterinarie, con circa il 6,5% del totale italiano, mentre appaiono sottorappresentati i settori delle scienze me-

### Capitolo terzo

Tabella 33. *Politecnico di Torino. Dati finanziari relativi all'esercizio 1999. Valori in milioni di lire*

Dati finanziari	Valore in milioni di lire
Entrate correnti totali (cassa)	94.648
Fondo di finanziamento ordinario (MURST)	147.296
Spese correnti totali (cassa)	234.035
Spese per interventi finanziari a favore di studenti	3.968
Spese per assegni fissi al personale di ruolo	123.317

Fonte: MURST.

Tabella 34. *Università di Torino. Numero di studenti iscritti, laureati e diplomati*

Studenti	1997/1998	1998/1999	1999/2000
Immatricolati	11.241	9.338	11.037
Iscritti	n.d.	67.542	62.969

Fonte: MURST.

Tabella 35. *Università di Torino. Numero di docenti, suddivisi per facoltà, alla data del 1° gennaio 2000*

Docenti	Ordinari	Associati	Ricercatori
Agraria	25	47	35
Economia	31	41	38
Farmacia	12	24	18
Giurisprudenza	46	17	47
Lettere	67	55	71
Lingue	16	29	26
Medicina	128	137	150
Veterinaria	23	21	30
Psicologia	11	13	14
Scienze della formazione	20	27	25
Scienze matematiche, fisiche e naturali	111	143	113
Scienze politiche	33	45	64
Totale	523	599	631

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 36. *Università di Torino. Personale impiegato in ruoli tecnici e amministrativi, rilevato al 1° gennaio 2000*

	Personale
Afferente ai dipartimenti	798
Totale	1.431

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 37. *Università di Torino. Dati finanziari riferiti all'esercizio 1999. Valori in milioni di lire*

Dati finanziari	Valore in milioni di lire
Entrate correnti totali (cassa)	147.851
Fondo di finanziamento ordinario (MURST)	345.323
Spese correnti totali (cassa)	458.980
Spese per interventi finanziari a favore di studenti	3.317
Spese per assegni fissi al personale di ruolo	295.049

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 38. *Età media del personale per alcuni Atenei italiani e per il totale italiano*

	Professori ordinari	Professori associati	Ricercatori	Media
Bari, Politecnico	59,3	56,2	42,7	51,8
Genova	60,8	54,9	46,5	53,6
Milano, Statale	61,2	55,1	44,9	53,4
Milano, Bicocca	56,3	51,2	41,3	48,9
Milano, Politecnico	59,3	53,6	42,1	51,2
Napoli, Federico II	60,5	54,5	45,8	52,3
Padova	60,5	54,8	44,4	52,9
Pavia	59,6	55	44	52,4
Piemonte Orientale	53,3	50,2	39,7	45,9
Roma, La Sapienza	61,9	57,1	47,2	54,5
Roma, Tor Vergata	57,9	52	42,3	49,2
Roma Tre	59,7	53,7	45,9	52,9
<i>Torino</i>	<i>60,1</i>	<i>54,5</i>	<i>44,8</i>	<i>52,5</i>
<i>Torino Politecnico</i>	<i>59</i>	<i>54,5</i>	<i>41,3</i>	<i>50,5</i>
<i>Totale Italia</i>	<i>59,6</i>	<i>54,6</i>	<i>44,7</i>	<i>52</i>

Fonte: MURST, *Il sistema universitario italiano*, 2000.

### Capitolo terzo

diche, biologiche e chimiche (tabella 39). Tale indicazione è desumibile dall'indice di specializzazione riportato nella tabella 40 e definito come rapporto tra la quota riferita alla specifica area disciplinare a livello locale e quella presente a livello nazionale.

La seguente tabella 41 illustra il flusso di risorse acquisite dal sistema universitario torinese nel periodo 1999-2000, misurato come il numero di posti banditi dagli Atenei torinesi nei concorsi successivi alla riforma del 1998. Si confermano sostanzialmente le evidenze riportate nella tabella precedente relative allo stock di personale. Torino sembra insistere sulla vocazione ingegneristica e, forse meno spietabilmente, sulle scienze veterinarie e agrarie. Tali evidenze sono sintetizzate, in relazione alla situazione nazionale, nell'indice di specializzazione riportato nella tabella 42.

È altresì interessante notare (tabella 43) come il rapporto flusso/stock, indicativo della capacità dei singoli settori di attrarre e generare nuove risorse nei singoli settori disciplinari, sia particolarmente favorevole per il settore biologico, a testimonianza del rile-

Tabella 39. *Incidenza del personale universitario torinese per settore alla data del 1° gennaio 1999. Presenza percentuale dei vari settori rispetto al totale torinese e rispetto al totale settoriale italiano*

Personale di ruolo	Università di Torino	Politecnico di Torino	Torino	Italia	Percentuale su Torino	Percentuale su Italia
Scienze matematiche	116	73	189	3.045	10,27	6,21
Scienze fisiche	86	40	126	2.364	6,84	5,33
Scienze chimiche	132	12	144	3.022	7,82	4,77
Scienze della terra	54	12	66	1.253	3,59	5,27
Scienze biologiche	148	1	149	4.292	8,09	3,47
Scienze mediche	376	–	376	9.514	20,42	3,95
Scienze agrarie e veterinarie	175	–	175	2.681	9,51	6,53
Ingegneria civile e architettura	3	237	240	3.279	13,04	7,32
Ingegneria industriale e dell'informazione	1	375	376	3.775	20,42	9,96
Totale	1.091	750	1.841	33.225	100,00	5,71

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 40. *Indice di specializzazione per il personale di ruolo rispetto all'Italia. Rapporto tra la quota riferita alla specifica area disciplinare a livello locale e a livello nazionale*

Area disciplinare	Indice di specializzazione
Scienze matematiche	112,02
Scienze fisiche	96,19
Scienze chimiche	86,00
Scienze della terra	95,06
Scienze biologiche	62,65
Scienze mediche	71,32
Scienze agrarie e veterinarie	117,80
Ingegneria civile e architettura	132,09
Ingegneria industriale e dell'informazione	179,76

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 41. *Flussi di personale. Numero di posti banditi nelle tornate di concorsi successive alla riforma dei concorsi universitari (1999-2000)*

	Flussi di personale di ruolo					
	Università di Torino	Politecnico di Torino	Torino	Italia	Percentuale su Torino	Percentuale su Italia
Scienze matematiche	28	4	32	400	10,46	8,00
Scienze fisiche	11	2	13	275	4,25	4,73
Scienze chimiche	21	1	22	506	7,19	4,35
Scienze della terra	4	2	6	201	1,96	2,99
Scienze biologiche	29	0	29	821	9,48	3,53
Scienze mediche	58	0	58	1.617	18,95	3,59
Scienze agrarie e veterinarie	53	0	53	548	17,32	9,67
Ingegneria civile e architettura	0	33	33	588	10,78	5,61
Ingegneria industriale e dell'informazione	1	59	60	880	19,61	6,82
Totale	205	92	306	5.836	100,00	5,24

Fonte: nostra elaborazione su dati CINECA.

### Capitolo terzo

Tabella 42. *Indice di specializzazione dei flussi. Rapporto tra la quota riferita alla specifica area disciplinare a livello locale e quella a livello nazionale. Posti banditi nelle tornate di concorsi successive alla riforma dei concorsi universitari (1999-2000)*

Area disciplinare	Indice di specializzazione
Scienze matematiche	152,58
Scienze fisiche	90,16
Scienze chimiche	82,92
Scienze della terra	56,93
Scienze biologiche	67,37
Scienze mediche	68,41
Scienze agrarie e veterinarie	184,45
Ingegneria civile e architettura	107,04
Ingegneria industriale e dell'informazione	130,04

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 43. *Rapporto tra flusso in ingresso nel periodo 1999-2000 e personale presente in ruolo al 1° gennaio 1999. Aggregato per Politecnico e Università di Torino*

Flusso/Stock	Torino	Italia
Scienze matematiche	0,17	0,13
Scienze fisiche	0,10	0,12
Scienze chimiche	0,15	0,17
Scienze della terra	0,09	0,16
Scienze biologiche	0,19	0,19
Scienze mediche	0,15	0,17
Scienze agrarie e veterinarie	0,30	0,20
Ingegneria civile e architettura	0,14	0,18
Ingegneria industriale e dell'informazione	0,16	0,23

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

vante sforzo compiuto dai docenti del settore per colmare le carenze evidenziate nelle tabelle precedenti. Il settore dell'ingegneria manifesta una buona capacità di attrazione (20 nuovi ricercatori ogni 100 ricercatori strutturati).

Per ciò che riguarda i dottorati di ricerca, la situazione torinese è descritta per i differenti settori di riferimento nella tabella 44. Tra le quattro aree esaminate si possono notare due insiemi distinti: i dottorati in materie affini all'ICT dove Torino detiene circa il 10% dei posti disponibili su scala nazionale e l'Aeronautica (21%), cui fanno da contraltare la situazione della Meccanica (6%), in linea con il peso della popolazione universitaria strutturata, e Biotecnologie (4%) sotto media. La situazione dettagliata per singolo settore disciplinare è riportata nella tabella 45.a-d.

### 3.3.2 *Le risorse finanziarie*

Per quanto riguarda le risorse finanziarie trasferite ai singoli Atenei per la ricerca, la situazione attuale viene illustrata nella tabella 46.

Il primo dato rappresenta il finanziamento totale pro capite per la ricerca disponibile ai singoli Atenei, comprensivo di finanziamento MURST e contrattazione esterna, il secondo il solo finanziamento derivante da capacità di autofinanziamento, cioè il finanziamento alla ricerca al netto dei trasferimenti del MURST.

Come evidente, per il Politecnico si registra un finanziamento pro capite pari a circa 35 milioni, mentre per l'Università il finanziamento totale pro capite non raggiunge i 14 milioni. Nell'interpretazione dei dati illustrati occorre tenere conto della diversa natura delle istituzioni incluse nelle statistiche, prettamente scientifiche le une, generaliste le altre. Infatti, la capacità di contrattazione è evi-

Tabella 44. *Percentuale di posti di dottorato disponibili presso gli Atenei torinesi rispetto ai posti disponibili su scala nazionale per settore (1999)\**

Città	ICT	Biotecnologie	Meccanica	Aeronautica
Torino	9,97	3,93	5,88	20,83
Milano	12,62	6,11	19,61	25,00
Roma	8,31	10,26	0,00	12,5
Napoli	4,98	3,93	0,00	20,83

\* Nostra arbitraria attribuzione dei dottorati ai diversi settori scientifici.

Fonte: nostra elaborazione su dati CRUI.

## Capitolo terzo

Tabella 45.a-d. *Numero di posti di dottorato per settore e per Ateneo in relazione al totale italiano*

### A) DOTTORATI SETTORE ICT

	Posti	Percentuale su Italia
Aquila	2	0,66
Bari	12	3,99
Benevento	1	0,33
Bologna	28	9,30
Brescia	4	1,33
Cagliari	1	0,33
Catania	2	0,66
Cosenza	6	1,99
Firenze	14	4,65
Genova	19	6,31
Lecce	6	1,99
Messina	3	1,00
Milano	38	12,62
Modena	4	1,33
Napoli	15	4,98
Padova	10	3,32
Palermo	8	2,66
Parma	4	1,33
Pavia	8	2,66
Perugia	4	1,33
Pisa	24	7,97
Reggio Calabria	3	1,00
Roma	25	8,31
Salerno	12	3,99
Siena	6	1,99
Torino	30	9,97
Trieste	3	1,00
Udine	9	2,99

### B) DOTTORATI SETTORE MECCANICA

	Posti	Percentuale su Italia
Bologna	12	23,53
Brescia	3	5,88
Catania	6	11,76
Genova	4	7,84
L'Aquila	2	3,92
Milano	10	19,61
Padova	1	1,96

segue Tabella 45.a-d.

	Posti	Percentuale su Italia
Pisa	7	13,73
Torino	3	5,88
Trento	3	5,88

C) DOTTORATI SETTORE BIOTECNOLOGIE

	Posti	Percentuale su Italia
Bari	20	4,37
Bologna	51	11,14
Brescia	4	0,87
Cagliari	3	0,66
Chieti	2	0,44
Cosenza	4	0,87
Ferrara	23	5,02
Foggia	3	0,66
L'Aquila	5	1,09
Lecce	9	1,97
Milano	28	6,11
Modena	4	0,87
Napoli	18	3,93
Padova	9	1,97
Parma	3	0,66
Pavia	18	3,93
Piacenza	7	1,53
Reggio Calabria	4	0,87
Roma	47	10,26
Salerno	4	0,87
Sassari	19	4,15
Torino	18	3,93
Verona	2	0,44
Viterbo	10	2,18

D) DOTTORATI SETTORE AERONAUTICA

	Posti	Percentuale su Italia
Milano	6	25,00
Napoli	5	20,83
Pisa	5	20,83
Roma	3	12,50
Torino	5	20,83

Fonte: *Annuario delle Università degli Studi in Italia*, CRUI, 2000.

Capitolo terzo

Tabella 46. *Finanziamenti pro capite per la ricerca. Valori in milioni di lire*

	Finanziamento pro capite totale	Finanziamento pro capite esterno*
Ancona	31,22	29,01
Bari, Politecnico	31,64	12,97
Bergamo	2,68	0,42
Bologna	17,60	14,27
Brescia	22,18	14,62
Cagliari	29,29	23,78
Calabria	22,51	16,74
Camerino	24,91	15,63
Cassino	7,70	6,25
Catania	7,70	4,65
Catanzaro	34,03	21,28
Chieti	23,21	11,23
Ferrara	21,04	5,87
Firenze	17,97	10,07
Genova	24,99	15,29
Lecce	16,30	9,42
Macerata	7,85	0,82
Messina	7,01	5,50
Milano, Statale	17,63	7,49
Milano, Politecnico	35,71	23,65
Milano, Cattolica	25,18	14,51
Napoli, Federico II	21,47	13,17
Napoli Seconda	18,34	7,59
Napoli Orientale	6,82	4,32
Padova	36,30	13,48
Palermo	7,01	3,23
Parma	21,13	9,26
Pavia	20,03	10,13
Perugia	28,77	14,06
Piemonte Orientale	9,37	9,37
Pisa	21,52	16,04
Reggio Calabria	21,93	18,03
Roma, La Sapienza	29,03	13,14
Roma, Luiss	2,78	1,92
Salerno	12,53	5,61
Sassari	22,45	15,38
Teramo	15,42	6,39
Torino	13,74	9,67
Torino, Politecnico	35,39	23,01
Trento	32,17	11,89

segue Tabella 46.

	Finanziamento pro capite totale	Finanziamento pro capite esterno*
Trieste	19,83	9,20
Venezia	12,66	3,77
Verona	12,26	3,58

\* Finanziamento esterno: entrate correnti e in conto capitale, riferite ad attività di ricerca, provenienti da finanziamenti esterni (contratti di ricerca, prestazioni conto terzi, consulenze di ricerca, convenzioni, collaborazioni e contributi), con esclusione di co-finanziamenti del MURST.

Fonte: Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

dentemente più elevata, strutturalmente, per gli Atenei con vocazione strettamente scientifica.

Per ciò che riguarda il finanziamento nazionale Torino ha ricevuto nel recente passato circa il 5% dei finanziamenti totali erogati, una quota in linea con l'incidenza del personale universitario residente. Tale quota risulta da un processo competitivo nel quale la performance torinese può essere sintetizzata dai dati presenti nella tabella 47.

Il personale di ricerca torinese ha partecipato alla competizione per una quota pari al 50% per il Politecnico e al 40% per l'Università, rispettivamente al di sopra e al di sotto della media nazionale. Per converso la percentuale di successo si è attestata su valori, per entrambi gli Atenei, sostanzialmente in linea con la media nazionale.

Relativamente al successo nelle domande di finanziamento per i singoli settori, la tabella 48 mostra una situazione estremamente eterogenea. Per quanto riguarda il Politecnico, se si escludono le scienze statistiche e quelle biologiche in cui l'esiguità delle osservazioni non permette una rilevazione statistica significativa, è rilevante l'altissima percentuale di partecipazione e di successo nel settore della fisica e a seguire in quello dell'ingegneria industriale e informatica.

Per l'Università va segnalata l'elevata percentuale di partecipazione e di successo registrata nelle scienze della terra e nelle scienze fisiche e biologiche. La tabella 49 illustra la prestazione del settore dell'ingegneria relativamente al Politecnico di Milano.

Relativamente alla competizione per il finanziamento europeo

## Capitolo terzo

Tabella 47. *La competizione per il finanziamento MURST*

Università	Percentuale partecipanti*	Percentuale finanziati**
Torino, Università	40,29	49,72
Torino, Politecnico	52,39	51,20
Bologna	45,90	55,51
Catania	41,88	18,78
Genova	42,56	44,57
Milano, Politecnico	54,48	48,20
Milano, Università	40,86	59,69
Napoli	47,42	48,94
Padova	47,76	58,26
Palermo	36,57	45,13
Roma	30,32	54,72

\* Percentuale partecipanti = Numero di domande presentate / potenziali partecipanti.

\*\* Percentuale finanziati = Numero di partecipanti finanziati / numero partecipanti.

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 48. *Percentuali di partecipazione e di successo per singoli settori disciplinari*

Anno 1999 Settori	Politecnico di Torino		Università di Torino	
	Percentuale partecipanti*	Percentuale finanziati**	Percentuale partecipanti*	Percentuale finanziati**
Scienze matematiche	66,18	17,78	72,22	5,77
Scienze fisiche	75,00	63,33	59,30	60,78
Scienze chimiche	31,25	20,00	62,07	43,06
Scienze della terra	91,67	18,18	65,38	82,35
Scienze biologiche	100,00	100,00	56,95	58,14
Scienze mediche	–	–	28,89	56,73
Scienze agrarie	–	–	48,18	39,62
Ingegneria civile e architettura	40,15	53,85	33,33	0,00
Ingegneria industriale	57,04	63,29	–	–
Scienze informatiche	52,29	42,11	43,75	35,71
Scienze statistiche	100,00	100,00	5,00	0,00
Scienze veterinarie	–	–	50,82	22,58

\* Percentuale partecipanti = Numero di domande presentate / potenziali partecipanti.

\*\* Percentuale finanziati = Numero di partecipanti finanziati / numero partecipanti.

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

la città di Torino manifesta una capacità di attrazione di fondi europei per la ricerca superiore alla media nazionale e, con il 12% (tabella 50) dei progetti sul totale nazionale, si colloca su livelli di efficienza estremamente elevati, in particolare nel settore delle Telecomunicazioni.

Nella tabella 51 vengono presentati i dati dei progetti europei, in

Tabella 49. *Percentuali di partecipazione e di successo per il settore dell'Ingegneria industriale*

Ingegneria industriale	1998		1999	
	Percentuale partecipanti	Percentuale finanziati	Percentuale partecipanti	Percentuale finanziati
Politecnico di Torino	76,64	44,76	57,04	63,29
Politecnico di Milano	65,12	50,82	66,44	47,42

Fonte: nostra elaborazione su dati del Comitato Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario.

Tabella 50. *Numero assoluto e rapporto Torino/Italia per progetti europei totali (1986-1999)*

Torino	Progetti europei		
	Piemonte	Italia	Percentuale di Torino su Italia
1.287	1.441	10.742	11,98

Fonte: dati CORDIS.

Tabella 51. *Progetti europei aventi almeno un partecipante torinese, per gli anni 1998-2000\**

Progetti Europei su Torino	
Anni	Valore assoluto
2000	100
1999	25
1998	154

\* I valori sono calcolati facendo riferimento alla data di avvio del progetto.

Fonte: dati CORDIS.

## Capitolo terzo

Tabella 52.a-d. *Numero di progetti europei per settore, suddivisi in base al programma europeo di appartenenza (1990-1999)\**

### A) PROGETTI EUROPEI NEL SETTORE TELECOMUNICAZIONI

	Piemonte	Italia	Percentuale Piemonte su Italia
ACTS	67	165	40,61
TELEMATICS 2C	33	188	17,55
LIBRARIES	24	149	16,11
DRIVE 2	48	179	26,82
RACE 2	48	107	44,86
AIM 2	230	1.602	14,36
RACE 1	49	108	45,37

### B) PROGETTI EUROPEI NEL SETTORE AERONAUTICA (1986-1999)

	Piemonte	Italia	Percentuale Piemonte su Italia
AERO OC	2	18	11,11
AERO 1C	6	21	28,57
BRITE / EURAM 1	336	948	35,44
BRITE / EURAM 2	323	973	33,20
BRITE / EURAM 3	327	972	33,64
CRAFT	11	102	10,78

### C) PROGETTI EUROPEI NEL SETTORE BIOTECNOLOGIE

	Piemonte	Italia	Percentuale Piemonte su Italia
BAP	6	76	7,89
BRIDGE	1	38	2,63
BIOMED 1	1	35	2,86
BIOMED 2	14	258	5,43
BIOTECH 1	2	64	3,13
BIOTECH 2	5	223	2,24
ECLAIR	1	30	3,33

### D) PROGETTI EUROPEI NEL SETTORE MECCANICA

	Piemonte	Italia	Percentuale Piemonte su Italia
GROWTH	125	750	16,67
DRIVE 2	48	179	26,82
FOREST	30	263	11,41
BRITE / EURAM 1	336	948	35,44
BRITE / EURAM 3	327	972	33,64
RAWMAT 3C	6	43	13,95
TRANSPORT	273	1.269	21,51

\* Un progetto è attribuito al Piemonte se almeno uno dei partner è un'istituzione piemontese.  
Fonte: dati CORDIS.

Tabella 53. *Numero di progetti finanziati dall'Unione Europea per Politecnico e Università di Torino. Il dato è riferito al numero di progetti attivi per ogni anno*

	Progetti europei	
	Politecnico di Torino	Università di Torino
1990	13	16
1991	15	24
1992	23	33
1993	30	42
1994	36	65
1995	37	65
1996	31	66
1997	33	56
1998	44	56
1999	42	45

Fonte: dati CORDIS.

Tabella 54. *Composizione dei partner di ricerca nei progetti europei per l'Università. I valori indicano il numero totale di partner su tutti i progetti attivi in uno specifico anno*

	Partner su progetti europei per l'Università di Torino			
	Valore assoluto		Valore percentuale	
	Partner industriali	Partner non industriali	Partner industriali	Partner non industriali
1990	0	62	0	100
1991	5	121	4	96
1992	14	210	6	94
1993	21	288	7	93
1994	26	467	5	95
1995	37	470	7	93
1996	57	482	10	90
1997	54	380	12	88
1998	75	348	17	83
1999	62	277	18	81

Fonte: dati CORDIS.

### Capitolo terzo

cui almeno uno dei partner contraenti proviene da Torino, per il triennio 1998-2000. I dati mostrano una forte oscillazione dovuta sostanzialmente a motivi esogeni legati al momento di pubblicazione dei principali programmi europei per l'assegnazione dei progetti.

Passando all'analisi dei risultati raggiunti dagli Atenei torinesi nel campo dei progetti europei, è possibile evidenziare alcuni aspetti salienti.

Gli Atenei hanno in assoluto visto aumentare in modo considerevole la partecipazione ai programmi europei, anche rispetto alla partecipazione totale italiana (tabelle 52.a-d. e 53).

È peraltro interessante notare come la composizione dei partner di ricerca e quindi, plausibilmente, la focalizzazione delle attività si siano gradualmente spostate verso attività di tipo industriale, in modo marcato per il Politecnico dopo una flessione all'inizio degli anni novanta e in modo debole ma progressivo per l'Università (tabelle 55 e 54).

Tabella 55. *Composizione dei partner di ricerca nei progetti europei per il Politecnico. I valori indicano il numero totale di partner su tutti i progetti attivi in uno specifico anno*

	Partner su progetti europei per il Politecnico di Torino			
	Valore assoluto		Valore percentuale	
	Partner industriali	Partner non industriali	Partner industriali	Partner non industriali
1990	36	57	38	62
1991	44	77	33	67
1992	60	130	31	69
1993	59	199	37	63
1994	65	285	26	74
1995	85	279	23	77
1996	108	237	31	69
1997	122	186	39	61
1998	207	254	44	56
1999	188	246	43	57

Fonte: dati CORDIS.

## Capitolo quarto

### La misurazione della produzione e distribuzione di conoscenza scientifica. Uno strumento per una politica locale della scienza

La rilevanza economica della produzione e distribuzione della conoscenza è ormai acquisita. L'evoluzione del dibattito economico circa il ruolo dell'università nella produzione e distribuzione di conoscenza ha conosciuto una significativa evoluzione nel corso degli ultimi anni del XX secolo. La necessità di disporre di indicatori oggettivi che consentano di misurare la quantità e la qualità della produzione scientifica e tecnologica è ampiamente condivisa.

Il tema della *accountability* sociale ed economica della produzione e distribuzione di conoscenza scientifica e tecnologica diventa infatti centrale. Troppo diretta e troppo evidente è la rilevanza economica della produzione e distribuzione di conoscenza perché non si imponga l'esigenza di valutare attentamente sia il livello appropriato delle risorse economiche necessarie per produrre e distribuire adeguatamente la conoscenza, sia le loro modalità di impiego. Il tema dell'efficienza sociale e privata della produzione e distribuzione di conoscenza è dunque maturo.

Appare improcrastinabile l'elaborazione di una capacità di analisi e valutazione di quale sia il livello corretto delle risorse da allocare nella produzione di conoscenza e di quali siano le modalità e le forme istituzionali più adeguate per impiegare queste risorse.

Nel modello della manna la definizione del volume complessivo delle risorse allocate attraverso il circuito fiscale e della spesa pubblica soffriva di evidenti indeterminanze. Di fatto, la definizione dei livelli assoluti delle risorse e la loro ripartizione per discipline e atenei avvenivano seguendo elementi di tradizione e risultavano influenzate più da scontri oligarchici che da autentiche capacità di valutazione e misurazione. Sul piano dell'efficienza privata il modello

della manna faceva affidamento sulla combinazione tra lunghi periodi di precariato e successive posizioni di rendita, dove di fatto il prolungarsi dei primi valorizzava il tardivo conseguimento delle seconde. L'ethos di eredità aristocratica e alto-borghese aiutava a mantenere il sistema su livelli adeguati di decenza.

Nel modello che emerge verso la fine del secolo, di fatto caratterizzato da un incalzante processo di privatizzazione della conoscenza scientifica, si profilano problemi evidenti di lungimiranza e universalità. La commercializzazione diretta della produzione e distribuzione di conoscenza consente di incrementare incentivi e razionalità di breve periodo, ma rischia di mettere in gioco la pluralità disciplinare e la sopravvivenza di segmenti interi dello stock delle conoscenze con rischi non secondari nel lungo periodo (Ancarani 1996).

In questo contesto, il tema della misurazione appare un primo indispensabile passo verso un'elaborazione teorica più consapevole e sistematica.

Accanto a indicatori tradizionali elaborati già negli anni sessanta, come le spese in attività di Ricerca e Sviluppo indirizzate alla produzione di conoscenza tecnologica, bisogna dunque elaborare altri indicatori che tentino di catturare anche il ritmo e la direzione delle attività volte direttamente alla produzione di conoscenza scientifica. Essi possono scaturire dalla ricognizione attenta dell'intero dibattito di economia della scienza sin qui ripercorso.

Il volume delle risorse complessivamente impegnate in un certo ambito istituzionale e territoriale nella produzione scientifica e nella ricerca in generale è in prima istanza un buon indicatore della più generale capacità di quel sistema di produrre ricerca a livelli di qualità ed efficienza relativa. L'analisi dell'evoluzione dinamica delle risorse, soprattutto su base comparativa, può fornire indicazioni importanti circa la parallela evoluzione di quel sistema in termini di capacità di produrre conoscenza a livelli competitivi.

La produzione scientifica può essere misurata in termini di pubblicazioni opportunamente selezionate in ragione della loro rilevanza. Le citazioni dei singoli lavori costituiscono un significativo indicatore della qualità delle pubblicazioni stesse, che integra il prestigio della rivista e della sede delle pubblicazioni. La quantità di dottori in ricerca fornisce elementi di valutazione soprattutto con ri-

ferimento alla loro composizione e provenienza disciplinare e alla loro destinazione. La produzione di conoscenze può essere misurata anche dal numero di brevetti. Tanto più significativi saranno i brevetti che fanno riferimento a conoscenze scientifiche, per un verso, e sono oggetto di citazione, per un altro. Emerge la capacità dei singoli atenei di collocarsi sul mercato della ricerca pubblica in termini di numero e valore dei contratti pubblici affidati su base competitiva da istituzioni finanziatrici sovranazionali, comunitarie e nazionali. I rapporti tra imprese e università possono essere valutati e misurati in ragione del numero di contratti di ricerca e del numero di imprese fondate da accademici o che comunque siano il risultato di una natalità scientifica. Il rapporto tra questi indicatori di output e il livello e la composizione degli input, in termini di personale e risorse addette alla produzione di conoscenza scientifica, soprattutto se svolto su base comparativa, può dare informazioni preziose.

Le misure di input e output e l'osservazione sincronica e diacronica della loro distribuzione nel tempo e nello spazio geografico e disciplinare possono aiutare a capire quale sia il livello ottimale delle risorse da allocare e quale sia l'organizzazione più efficiente delle attività volte alla produzione e distribuzione di conoscenza.

L'osservazione diretta della realtà scientifica torinese e l'elaborazione di una batteria organica e complessa di indicatori direttamente calati nella realtà locale possono costituire da questo punto di vista un importante contributo per rilanciare l'attenzione sociale sul ruolo della scienza in un sistema economico avanzato, quale è a tutti gli effetti l'economia del Nord Ovest. Si tratta anche di cogliere in questo modo un'opportunità per tarare e quindi meglio valutare pregi e difetti di un apparato di rilevazione e misurazione in funzione della sua effettiva capacità di catturare gli elementi di realtà, misurando quindi anche la sua effettiva capacità di codificare gli elementi di conoscenza sociale necessari per apprezzare la conoscenza scientifica.

In questo contesto appare ragionevole prospettare l'opportunità di un'azione di programmazione e valutazione della quantità e qualità delle attività orientate alla produzione e distribuzione di conoscenza a livello locale.

Il problema centrale dell'economia della scienza consiste infatti nella difficoltà di definire l'ottimo sociale e privato. L'economia

della scienza non appare ancora in grado di fornire quell'insieme di meccanismi e procedure che consentano di individuare il livello ottimale, da un punto di vista aggregato, delle risorse necessarie per produrre conoscenza scientifica, né tanto meno l'economia della scienza appare capace di definire univocamente i criteri di efficienza privata, ovvero la reale efficacia delle risorse allocate nella produzione di conoscenza (Bijker *et al.* 1987).

Il rafforzamento dei meccanismi di mercato perorato nel corso degli ultimi anni del XX secolo ha elementi di interesse, ma certo non appare in grado di garantire nel lungo periodo il perseguimento di soluzioni paretiane in questo delicatissimo campo delle attività economiche.

Non sembra fuori luogo notare, in conclusione, che l'innesto delle università nei nuovi e crescenti mercati della ricerca pubblici e privati, nazionali e internazionali, come meccanismo sempre più esclusivo di *governance*, può avere nel breve termine effetti distortivi non indifferenti da diversi punti di vista. In primo luogo, sono elevati i rischi di accelerata gerarchizzazione e stratificazione del sistema universitario soprattutto a livello europeo con la formazione di un ristretto numero di università di ricerca, specializzate in un ridotto numero di campi scientifici, e una pletera di università progressivamente ridotte a un mero ruolo didattico. I rischi delle istituzioni accademiche italiane da questo punto di vista appaiono particolarmente elevati. In secondo luogo, tale stratificazione può avere effetti di lungo periodo attraverso i ben noti meccanismi di *path-dependence*, creando circuiti virtuosi nei pochi centri selezionati e circuiti viziosi nel resto del sistema di ricerca. Nel lungo periodo, peraltro, la specializzazione può avere effetti negativi sull'avanzamento delle frontiere scientifiche, soprattutto quando venga meno quella «universalistica» pluralità di competenze e di capacità di ricerca che solo il finanziamento pubblico sembra in grado di salvaguardare. L'innesto dei mercati su una struttura pubblica nel breve periodo consente infatti di valorizzare selettivamente risorse esistenti con costi pienamente affondati e comunque in larga misura già pagati. Nel lungo periodo, invece, la carente e inadeguata riproduzione di competenze e capacità di ricerca in settori non irrorati dalla domanda di ricerca pagante o dalla domanda didattica, potrebbe condannare alla crisi istituzioni specializzate che si trovassero

prive di quelle conoscenze di base che il tortuoso e incrementale cammino della produzione scientifica rivelasse insostituibili per ulteriori progressi.

L'intrinseca cumulabilità della conoscenza scientifica, sia orizzontale che verticale, che già Newton ben conosceva quando ricordava come la produzione di conoscenza scientifica da altro non scaturisse se non dallo sforzo di ergersi sulle spalle dei giganti, richiede per il bene stesso dell'efficienza statica e dinamica, un forte presidio alla capacità di alimentare l'intero ventaglio delle conoscenze scientifiche e la loro continua riproduzione e circolazione.

L'elaborazione di soluzioni istituzionali intermedie capaci di combinare i vantaggi dello Stato e del Mercato, come meccanismi di *governance*, non può non essere invocata anche in questo campo come una assoluta necessità. Coerentemente, del resto, appare crescente la necessità, sul piano dei comportamenti, di elaborare strategie «locali» in grado di combinare una capacità di presenza e ascolto «globale» e come tale universale sul piano del ventaglio delle discipline e pratiche di ricerca scientifica con un'attenzione «locale» alle esigenze e alle specificità dei tessuti produttivi e delle istanze sociali caratteristiche del territorio in cui ogni singola università è incardinata<sup>1</sup>.

In questo contesto l'azione politica può e forse deve integrare la insoddisfacente capacità analitica dell'economia.

L'inadeguatezza e i limiti dell'azione di politica della scienza a livello nazionale e comunitario possono essere integrati da una consapevole azione di politica della scienza a livello locale. La comunità politica locale può esprimere più consapevolmente orientamenti e vincoli che integrino le decisioni prese a livello nazionale e comunitario. Un'azione di politica della scienza a livello locale appare praticabile soprattutto nell'individuazione di criteri di ripartizione disciplinare delle risorse in relazione alle dirette conoscenze sui fabbisogni potenziali di medio e lungo termine del sistema economico locale. In secondo luogo, un'azione locale di politica della scienza può rafforzare i carenti meccanismi di trasferimento tecnologico e interazione tecnologica tra sistema universitario e sistema delle imprese rafforzando, anche attraverso le numerose istituzioni collettive, le possibilità concrete di relazione bilaterale.

<sup>1</sup> Si veda Stiglitz 1999.

Da questo punto di vista non sembra fuori luogo cogliere questa occasione per formulare un'ipotesi specifica di azione di politica della scienza, rilevante anche a livello locale: l'incentivo pubblico alla formazione di un mercato della ricerca.

Il dispositivo di intervento pubblico è, nelle sue linee assolutamente generali, relativamente semplice. Le imprese che affidano lo sviluppo di un progetto di ricerca ai dipartimenti universitari ricevono un contributo pubblico. Tale contributo pubblico sostituisce, almeno in parte, le attuali assegnazioni di fondi pubblici alla ricerca, sia sotto forma di finanziamento strutturale alle università e agli enti pubblici di ricerca, sia sotto forma di specifici interventi di sostegno alla ricerca.

I benefici possono essere numerosi e importanti. In primo luogo si contribuisce ad abbattere uno steccato storico tra accademia e impresa, favorendo la circolazione delle idee e soprattutto il rapporto diretto tra produzione e distribuzione della conoscenza scientifica e tecnologica.

In secondo luogo, e più precisamente, si apre alla domanda di imprese prevalentemente piccole, e comunque lontane dalle soglie minime necessarie per condurre efficientemente ricerca avanzata, una struttura di ricerca pubblica spesso di buona qualità e dotata di infrastrutture di capitale fisso e umano non trascurabili.

In terzo luogo, attraverso il disegno di opportuni incentivi all'attività professionale *intramoenia*, si aprono nuove prospettive di sviluppo professionale al personale universitario, soprattutto quello degli enti pubblici di ricerca, spesso privo di adeguati stimoli.

Dal punto di vista dell'allocazione delle risorse pubbliche disponibili per il sostegno alla ricerca, questo meccanismo avrebbe il vantaggio di ridurre i forti costi legati ai limiti della razionalità sostantiva nella destinazione disciplinare delle risorse, ovvero di permettere adeguate modulazioni. In altri termini, la distribuzione per discipline e campi del sapere dei fondi pubblici risulterebbe *ex-post* come sommatoria del sostegno concesso ai contratti effettivamente perfezionati tra imprese e dipartimenti universitari e centri di ricerca pubblica e non più come frutto di una decisione *ex-ante* certo assai problematica. Eventuali modulazioni dei parametri di intervento potrebbero poi consentire una distribuzione non simmetrica degli incentivi e quindi favorire la ricerca in certe discipline più che in altre.

La misurazione della produzione e distribuzione di conoscenza scientifica

Dal punto di vista dell'efficienza, la sostituzione dell'allocazione *ex-ante* con un'attribuzione di incentivi legati a contratti effettivamente perfezionati potrebbe rivelarsi tanto più vantaggiosa in quanto rafforza, con un meccanismo istituzionale specifico, il collegamento tra produzione e distribuzione della conoscenza, alimentandone tutte le potenzialità biunivoche.

Un'applicazione in sede regionale di tale meccanismo potrebbe svolgere un'azione pilota non trascurabile nei confronti del resto del paese.

#### 4.1 I risultati: la prestazione innovativa

I risultati della ricerca mettono in luce alcuni importanti elementi di riflessione. Il quadro generale presenta in primo luogo elementi di criticità per ciò che riguarda l'attività innovativa di origine industriale. La produttività brevettuale torinese mostra un'evidente flessione a partire dai primi anni novanta, sia rispetto all'attività svolta nel resto del mondo sia rispetto a quella italiana. Quest'ultimo elemento, in particolare, testimonia del fatto che il declino non è ascrivibile a un *bias* negativo della base di dati, quanto piuttosto alla crisi di alcune realtà industriali una volta particolarmente attive, quale ad esempio l'Olivetti. Deve peraltro destare preoccupazione il fatto che il declino si manifesti particolarmente evidente nell'area della Tecnologia dell'Informazione, su cui si concentrano oggi le maggiori speranze di rilancio industriale della città. Sembrano invece più consolidate le attività innovative nei settori della Meccanica, dell'Aeronautica e delle Biotecnologie, anche se per queste ultime l'attività innovativa, pur mostrando progressi, si attesta su livelli assai bassi in valore assoluto.

I differenziali di produttività brevettuale hanno ovviamente prodotto un sostanziale mutamento del portafoglio tecnologico della città. Mentre la Meccanica e l'Aeronautica mantengono posizioni di assoluto predominio (ogni anno circa il 60% circa dei brevetti torinesi è destinato ad applicazioni relative alla Meccanica pura, il 20% all'Aeronautica), si registra un'importante perdita di peso dei settori dell'ICT e delle Telecomunicazioni (dal 20% degli anni ottanta al 10% attuale).

La qualità della produzione brevettuale è tradizionalmente associata a un insieme di indici di prestazione, tra i quali abbiamo selezionato quelli a nostro giudizio più significativi nel contesto considerato. Essi sono il *citation index*, misurato come il numero medio di citazioni ricevute dai brevetti torinesi di un determinato anno, il *science linkage*, definito come il numero medio di citazioni fatte dal brevetto a lavori scientifici e il *technology cycle time*, misurato come l'età mediana delle citazioni fatte da un brevetto verso altri brevetti.

La letteratura ha ampiamente dimostrato che vi è una relazione sistematica tra tali indici e alcune caratteristiche della produzione brevettuale. In particolare, il *citation index* è una buona approssimazione della qualità del brevetto in termini di capacità di impatto sull'attività innovativa successiva, il *science linkage* misura la capacità del brevetto di attingere a principi scientifici fondamentali e un suo valore elevato è tipicamente associato a grandi *breakthrough* tecnologici, mentre il *technology cycle time* costituisce una buona approssimazione della rapidità del progresso tecnico in un determinato settore.

Dall'analisi complessiva dei suddetti indicatori emerge un quadro della qualità della produzione torinese in qualche modo in contrasto con quanto prima discusso in merito alla produttività. La produzione torinese recente riceve mediamente un numero di citazioni superiore alla media mondiale, attinge più profondamente ai principi scientifici di base ed è caratterizzata da una rapidità di progresso sostanzialmente in linea con l'andamento generale.

Tale situazione è peraltro relativamente omogenea tra i diversi settori, con l'eccezione delle Biotecnologie dove la scarsa maturità della produzione brevettuale si riflette nel fatto che il numero di citazioni ricevute è relativamente più basso della media mondiale di settore.

Il *science linkage* appare in costante progresso sia a livello aggregato che settorialmente, evidenziando una persistente propensione all'innovazione radicale.

Va peraltro evidenziato che la produzione brevettuale rappresentata presso l'USPTO è di origine esclusivamente industriale, mentre non vi è traccia di brevettazione universitaria. Ciò colloca la città in una posizione di svantaggio rispetto ad altre realtà locali, anche europee, in cui parte non trascurabile dell'attività innovativa è svolta all'interno degli atenei.

Si è precedentemente osservato che l'attività brevettuale torine-

se è caratterizzata da un importante legame con la base di conoscenze scientifiche e tecnologiche pubblicamente disponibili. È pertanto interessante chiedersi quanta parte di tali risorse conoscitive vengano attinte dal sistema scientifico locale e quanta parte invece provenga da fonti esterne. L'analisi delle citazioni fatte da brevetti torinesi verso fonti scientifiche evidenzia una presenza puramente episodica di ricercatori e autori torinesi.

Il legame non fortissimo tra conoscenza prodotta localmente e sistema industriale è tanto più sorprendente quando si consideri che, come già osservato, la produzione scientifica locale è di buona qualità ed è quantitativamente in rapporto estremamente favorevole rispetto all'attività brevettuale. Si consideri ad esempio che il rapporto brevetti / pubblicazioni scientifiche è a Torino circa 1:20, mentre è poco più di 1:10 a Milano. Tale dato va peraltro letto nella sua valenza negativa rispetto al sistema brevettuale, più che come indicazione positiva sul sistema scientifico. Per rintracciare realtà locali con rapporti comparabili a quelli torinesi è necessario rivolgersi a realtà ad elevata intensità scientifica e bassa presenza industriale come ad esempio Cambridge UK.

#### *4.2 I risultati: la prestazione scientifica*

L'attività scientifica dei ricercatori torinesi si colloca mediamente su livelli alti. Dal punto di vista della capacità produttiva, sia a livello aggregato che settorialmente, l'area torinese registra una crescita stabile nell'ultimo decennio, attestandosi su livelli superiori alla media e comparabili con quelli di realtà tradizionalmente considerate sulla frontiera dell'attività scientifica.

Una nostra stima dimostra che a Torino nel periodo 1994-1996 sono stati pubblicati circa 5 lavori scientifici su riviste comprese nell'archivio del Science Citation Index per migliaia di abitanti. Tale dato collocherebbe Torino al ventunesimo posto in una classifica di centri europei ottenuta da un recente studio (Wichmann Matthiessen e Winkel Schwartz 1999). Per un confronto realistico si consideri che nello stesso periodo per Milano si stimano circa 6 pubblicazioni per migliaia di abitanti, per Lione 7, per Monaco 10, Zurigo 13, Oxford e Cambridge UK rispettivamente 41 e 81.

## Capitolo quarto

Per collocare Torino nel contesto della situazione italiana, si consideri che la presenza di autori torinesi nel database del Science Citation Index in rapporto al totale delle pubblicazioni italiane è oggi circa del 6,2%, mentre le pubblicazioni con autori appartenenti agli Atenei torinesi rappresentano il 5,7% del totale delle pubblicazioni italiane di origine universitaria (dati 1999). Per il Politecnico si registra peraltro un'importante crescita che negli anni novanta ha portato le pubblicazioni dall'1,3% all'1,8% del totale italiano. Settorialmente, la crescita è uniformemente distribuita ma si registra un incremento in particolare nei settori dell'ICT, delle Telecomunicazioni e delle Biotecnologie. È importante osservare che il recupero di capacità di ricerca nei settori dell'ICT e delle Telecomunicazioni avviene rispetto all'andamento della ricerca mondiale e italiana ma anche rispetto ad alcune realtà locali unanimemente considerate sulla frontiera dell'attività innovativa, quali Cambridge UK, Stanford e Monaco.

L'analisi delle citazioni ricevute dagli autori torinesi (dati SCI) evidenzia valori pari a circa sedici citazioni per lavoro per l'Università e otto per il Politecnico nel decennio compreso tra il 1980 e il 1990, dato che colloca le pubblicazioni torinesi tra le più citate in assoluto nella produzione mondiale. La scelta di usare come riferimento il decennio 1980-1990 è motivata dalla natura del ciclo di vita delle pubblicazioni scientifiche, il cui numero di citazioni ricevute si stabilizza attorno al decimo anno di vita. Pertanto, il numero di citazioni ricevute dai lavori successivi al 1990 non può essere considerato una stima conclusiva del totale delle citazioni ricevute dai lavori stessi.

Merita a questo punto osservare che proprio le due aree evidenziate come critiche sul piano dell'attività innovativa di origine industriale, ICT e Biotecnologie, presentano al contrario una situazione assai incoraggiante dal punto di vista della quantità e della qualità della produzione scientifica. L'analisi delle citazioni ricevute dagli scienziati torinesi evidenzia ad esempio alcuni picchi di assoluta eccellenza nel settore delle Biotecnologie, mentre nel settore dell'ICT gli sporadici casi di eccellenza si collocano nel contesto di una buona qualità media della produzione scientifica.

Rispetto alla città di Milano, ad esempio, la produzione brevettuale è ampiamente inferiore a quanto sarebbe giustificato da sem-

plici fattori di scala, mentre la produzione scientifica è del tutto comparabile anche in valore assoluto. Settorialmente, è interessante evidenziare in particolare due fenomeni. Primo, il numero medio di citazioni ricevute dai lavori attinenti al settore delle Telecomunicazioni del Politecnico è pari circa a 2,1. Confrontando tale dato con le elaborazioni presentate in Tijssen e Van Vijk (1998) si evince come tale dato sia confrontabile con quello del Politecnico di Milano (2,1) che viene collocato al quindicesimo posto nel *ranking* mondiale dei centri di ricerca specializzati nelle Telecomunicazioni. Per avere un riferimento, tale *ranking* è guidato da University of Essex (5,7), seguito dal francese CNET (4,8). In un'ipotetica classifica, peraltro, il Politecnico di Torino precederebbe California Technology Institute (2,0) e University of Texas (1,3). La comparabilità della prestazione del Politecnico di Milano con quella del Politecnico di Torino è in ogni caso confermata dall'analisi delle pubblicazioni tramite *impact factor*, che al netto del fattore di scala testimoniano di una qualità media dei lavori sostanzialmente paragonabile. Il secondo elemento di rilievo è l'elevatissimo numero assoluto di citazioni ricevute dai lavori del settore delle Biotecnologie. Non esistono, a conoscenza degli autori, studi bibliometrici comparati per agglomerati urbani, ma da una stima campionaria emerge che il dato rilevato (tra le sessanta e le settanta pubblicazioni per lavoro nel decennio 1980-1990) rappresenta in valore assoluto una prestazione di grande rilievo. Oltre tutto, la stima delle pubblicazioni nel decennio 1990-2000 attesta una crescita costante nella media delle citazioni, dovuta ad alcuni isolati casi di eccellenza assoluta (più di settecento citazioni ricevute da un solo lavoro, nel 1992). Il settore dell'Aeronautica e quello della Meccanica evidenziano prestazioni sostanzialmente in linea con la media delle istituzioni di ricerca mondiali di fascia alta.

#### 4.3 I risultati: la competizione per le risorse

Si è detto che le pubblicazioni di ricercatori degli Atenei torinesi presenti nel database ISI rappresentano il 5,7% della prestazione accademica totale a fronte di un'incidenza del personale sul totale italiano di poco superiore al 5%, a testimonianza di un'elevata efficienza nella capacità produttiva. D'altro canto, ove si consideri che

il Piemonte rappresenta circa l'8,5% dell'economia italiana in termini di occupati, ore lavoro e investimenti, appare evidente che vi sia un deficit di risorse umane quantificabile nell'ordine di un migliaio di ricercatori. Ciò che appare più grave è che tale deficit non è uniformemente distribuito tra le aree disciplinari, ma è concentrato in settori quali le scienze biologiche che rappresentano un tassello cruciale del progetto di sviluppo locale. Comunque, il Piemonte presenta una situazione peculiare in termini di composizione delle risorse di ricerca, caratterizzate da una forte presenza industriale (81%) e da un deficit di risorse nel settore della ricerca pubblica.

La composizione dello stock di personale docente evidenzia una marcata tendenza alla specializzazione nel settore dell'ingegneria e delle scienze agrarie e veterinarie e una contestuale preoccupante carenza nel settore delle scienze biologiche, mediche e della terra. Tale stock di personale mostra una tendenza all'autoriproduzione delle specializzazioni, come evidenziato dal flusso di nuovo personale dell'ultimo biennio, che ha privilegiato ancora le scienze ingegneristiche, mediche e veterinarie. Per le scienze biologiche, benché le nuove risorse rappresentino circa il 10% del totale torinese, esse costituiscono solo il 3% delle nuove risorse acquisite dal settore a livello nazionale, a testimoniare una difficoltà della disciplina ad insediare localmente una consistente forza di ricerca. In aggregato, Torino ha ricevuto nell'ultimo biennio il 5,24% dei posti di ruolo messi a concorso a livello nazionale, dato assolutamente in linea con le risorse preesistenti, ma deficitario in senso assoluto.

Tale deficit si manifesta anche in alcuni settori chiave in termini di investimenti nella formazione di alto livello per la ricerca: i dottorati. Un censimento dei dottorati italiani ci ha permesso di stimare che mentre nel settore dell'ICT circa il 10% delle borse è assegnato a istituzioni torinesi e addirittura il 20% nel settore dell'Aeronautica, solo il 4% dei dottorati affini al settore delle Biotecnologie è attribuibile agli Atenei torinesi.

Vi è quindi una carenza strutturale di risorse soprattutto relativamente ai fattori di produzione che sono stati tradizionalmente assegnati secondo logiche di pianificazione centrale. Per contro, gli Atenei torinesi, ma in particolare il Politecnico, hanno mostrato elevata capacità di autofinanziamento della ricerca. Il Politecnico, con una capacità pro capite di autofinanziamento pari a circa 23 milioni, as-

sieme al Politecnico di Milano rappresenta l'eccellenza tra le grandi università in termini di capacità di reperimento autonomo delle risorse per la ricerca. Su questo terreno invece l'Università, naturalmente penalizzata dalla sua caratteristica generalista, si colloca su posizioni medie rispetto al contesto nazionale. Tale capacità di autofinanziamento si manifesta particolarmente nell'elevata competitività nell'accesso al finanziamento nazionale ed europeo. Per ciò che riguarda il cofinanziamento MURST, gli Atenei torinesi con una percentuale di successo vicina al 50% si collocano nelle prime posizioni tra i grandi Atenei italiani. È anche importante osservare che in particolare il Politecnico registra un tasso di partecipazione alla ricerca superiore al 50%, collocandosi nelle primissime posizioni degli Atenei italiani. Tale dato è unanimemente considerato assai significativo delle motivazioni scientifiche che animano le comunità di ricerca. Nel dettaglio delle diverse aree disciplinari si registra un elevato tasso di partecipazione e successo nelle scienze biologiche, nelle scienze fisiche e in quelle ingegneristiche. Più deboli appaiono le scienze matematiche e veterinarie.

Per ciò che riguarda la competizione per l'accesso ai finanziamenti europei, la prestazione del Politecnico è in costante crescita rispetto a tutte le realtà locali prese a riferimento, mentre l'Università si assesta su posizioni stabili. Gli Atenei torinesi nel periodo 1986-1999 hanno ottenuto circa il 12% dei fondi europei assegnati all'Italia nei settori scientifici, ma addirittura una media del 30% nei programmi affini al settore delle Telecomunicazioni e quote assai elevate nella Meccanica e nell'Aeronautica. Gli Atenei torinesi, ma in particolare il Politecnico, evidenziano quindi un'elevatissima capacità di competizione per l'accesso ai finanziamenti europei, a testimonianza di un'elevatissima capacità scientifica. Su questo tema, è anche interessante osservare due fenomeni di dettaglio relativi alla composizione dei partner di ricerca con cui gli Atenei torinesi partecipano alla ricerca europea. Primo, vi è una crescente tendenza a rivolgersi a partner industriali, evidenziando una vocazione alla ricerca applicata. Secondo, i settori che evidenziano difficoltà nell'accesso ai fondi sono proprio quelli in cui vi è una bassa sinergia tra industria torinese e Atenei, mentre i settori più competitivi sono caratterizzati da un elevato tasso di collaborazione tra partner accademici e industriali a livello locale.

#### 4.4 Conclusioni

Il quadro che emerge dai dati qui brevemente riassunti evidenzia una situazione critica dell'attività innovativa industriale, almeno per la rappresentazione che di essa si evince dallo studio dei brevetti depositati presso l'USPTO. In particolare, sembra di potere osservare che vi è innanzitutto un problema di ampiezza dell'attività innovativa di origine industriale. La produttività locale in alcuni settori critici quale quello dell'ICT è in costante discesa, mentre quella del settore delle Biotecnologie, pur in lentissima crescita, rappresenta quote minime non solo dell'attività mondiale ma anche dell'attività nazionale. Il portafoglio tecnologico della città sembra quindi ancora largamente dominato dai settori tradizionali, la Meccanica e l'Aeronautica, in controtendenza con quanto si osserva su scala mondiale. A fronte di ciò, la produzione brevettuale, seppur su scala ridotta, mantiene standard qualitativi superiori alla media nazionale e mondiale, sia in termini di capacità di impatto che di capacità di attingere ai principi scientifici fondamentali.

Tale caratteristica deriva presumibilmente dal fatto che la comunità scientifica locale mantiene un buon livello qualitativo e contestualmente una sufficiente produttività. In particolare, nei settori critici dell'ICT e delle Biotecnologie, gli indicatori di qualità della produzione scientifica attestano un ottimo livello medio con punte di eccellenza.

A fronte di tali indicazioni, confermate peraltro dalle buone prestazioni degli Atenei torinesi nella competizione per l'accesso ai finanziamenti nazionali ed europei, vi è un deficit strutturale di risorse umane e finanziarie che sembra limitare fortemente le potenzialità di sviluppo di alcuni settori chiave, in particolare quello delle Biotecnologie.

## Appendici



## Appendice 1

### La percezione soggettiva

Il paragrafo che segue illustra i risultati di un'indagine questionaria svolta tra i ricercatori universitari operanti nella città di Torino. Il questionario è stato inviato a una popolazione di 1.188 ricercatori e professori di ruolo presso le Facoltà non umanistiche dei due Atenei torinesi.

È interessante notare che le indicazioni emerse dall'analisi quantitativa coincidono sostanzialmente con l'autopercezione espressa dai ricercatori torinesi attraverso il questionario sottoposto all'intera popolazione del personale strutturato di Università e Politecnico e restituito nella percentuale del 20% circa (245 questionari su 1.188).

L'autovalutazione che ne emerge è sostanzialmente orientata su giudizi positivi, sia in assoluto che relativamente al contesto nazionale. Traspare invece un giudizio pesantemente negativo sulla capacità dei settori industriali di riferimento di esprimere una domanda di conoscenza qualificata. I ricercatori torinesi sembrano quindi attribuire le difficoltà di interazione tra sistema scientifico e industria all'inadeguatezza della domanda più che a carenze sul lato dell'offerta.

Peraltro, vi è almeno un'indicazione critica della prestazione del sistema universitario che traspare indirettamente dai giudizi degli studiosi torinesi, l'incapacità di formare dottori di ricerca appetibili per il sistema industriale. La percezione dei ricercatori torinesi è infatti che circa il 73% dei dottorandi prosegua la propria carriera all'interno dell'Università italiana (tale valutazione è peraltro ottimistica rispetto ai dati reali), elemento che a parere degli autori spiega gran parte della cronica difficoltà di interazione tra sistema scientifico e industriale. Inoltre, volendo individuare potenziali elementi di criticità nel sistema universitario è interessante notare come ben il 45% dei ricercatori torinesi non abbia trascorso almeno un mese in istituzioni di ricerca estere e solo il 5% dei ricercatori ne abbia trascorsi, negli ultimi quattro anni di attività, almeno dodici. A margine di ciò vi è l'osservazione che negli ultimi quattro anni il 38% degli studiosi tori-

## Appendice 1

nesi è stato tutor di studenti *post-graduate* provenienti da istituzioni estere. Tale dato è testimonianza del fatto che gli Atenei torinesi, pur condividendo con le altre Università italiane una pericolosa tendenza all'isolamento (almeno rispetto agli standard dei paesi industrializzati), mostrano una propensione all'apertura verso comunità di ricerca estere forse superiore a ciò che viene comunemente ipotizzato. A corollario di tali osservazioni vi è la dichiarazione del 68% dei ricercatori torinesi di aver inaugurato negli ultimi quattro anni rapporti stabili con istituzioni di ricerca europee.

Sul tema delle prospettive di sviluppo locale la comunità scientifica locale non sembra convergere su indicazioni forti. Vi è certamente una propensione a indicare le Biotecnologie come settore su cui concentrare le risorse per ciò che attiene alle attività di ricerca di base, mentre per la ricerca applicata la maggioranza si esprime a favore delle Telecomunicazioni. Appare peraltro interessante notare che ancora oggi almeno il 30% degli studiosi torinesi suggerirebbe la Meccanica come area di investimento prioritaria.

In merito alle scelte praticabili a sostegno del sistema di ricerca torinese, i ricercatori locali sembrano concordare sulla sfiducia accreditata a un potenziamento delle strutture del CNR, mentre una debole maggioranza si esprime a favore di un potenziamento dei programmi di collaborazione con istituzioni estere.

La comunità scientifica torinese si schiera invece compatta su alcuni temi generali di politica della ricerca. Vi è larga maggioranza nell'esprimere disaccordo rispetto all'affermazione che la selezione di mercato dovrebbe progressivamente sostituire le logiche pianificate di assegnazione delle risorse, nel contestare scelte di concentrazione delle risorse su pochi temi di frontiera, e nel criticare l'impostazione che prevede che i centri di ricerca debbano sempre più indirizzare la propria missione su obiettivi definiti dalle esigenze industriali.

Poiché tali temi sono invece tra le priorità dell'agenda politica corrente, sembra di poter suggerire che vi siano ragioni e spazi per un approfondito dibattito sul tema della politica della ricerca.

È in questo spirito che proponiamo i risultati che seguono all'attenzione dei ricercatori torinesi.

### *Tasso di ritorno*

---

Questionari inviati	1.188	
Questionari compilati e restituiti	245	20,6%

---

## La percezione soggettiva

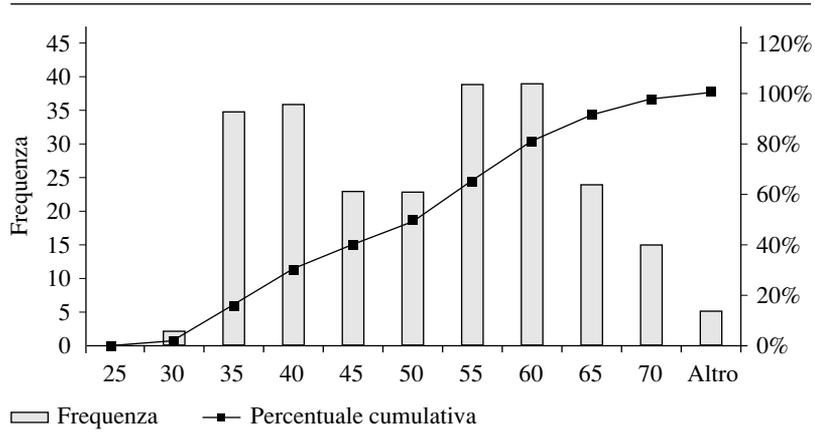
### Affiliazione dei rispondenti

	Valore assoluto	Valore percentuale
Politecnico	109	44
Università	132	54
non risponde	4	2
Totale	245	100

### Ruolo dei rispondenti

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ricercatore	76	31
Professore associato	73	30
Professore ordinario	91	37
Altro	5	2
Totale	245	100

### Età dei rispondenti



## Appendice 1

### TEMA 1 – L'attività di ricerca: affermazioni generali\*

*Domanda 1.1* Ritengo che in Italia l'allocazione delle risorse nella Ricerca e Sviluppo dovrebbe essere sempre meno guidata da logiche di pianificazione e sempre più dalla domanda di mercato.

	Valore assoluto	Valore percentuale
Pieno assenso	10	4
Assenso	70	29
Forte disaccordo	19	8
Disaccordo	136	56
Non risponde	10	4
Totale	245	100

*Domanda 1.2* Ritengo sia opportuno che in Italia la ricerca non industriale sia organizzata per grandi gruppi di ricerca aggregati attorno a pochi temi specifici.

	Valore assoluto	Valore percentuale
Pieno assenso	14	6
Assenso	50	20
Forte disaccordo	29	12
Disaccordo	144	59
Non risponde	8	3
Totale	245	100

*Domanda 1.3* Ritengo che nel mio settore la ricerca di base possa essere realizzata soltanto nel quadro di programmi europei o internazionali.

	Valore assoluto	Valore percentuale
Pieno assenso	24	10
Assenso	53	22
Forte disaccordo	23	9
Disaccordo	142	58
Non risponde	3	1
Totale	245	100

\* I valori percentuali, qui come nelle tabelle dei temi successivi, sono arrotondati alla cifra intera superiore, di conseguenza la somma può eccedere il 100%.

## La percezione soggettiva

*Domanda 1.4* Ritengo opportuno che, nella scelta dei temi di ricerca su cui indirizzare le risorse, queste in Italia siano concentrate su pochissimi temi di frontiera.

	Valore assoluto	Valore percentuale
Pieno assenso	7	3
Assenso	38	16
Forte disaccordo	30	12
Disaccordo	163	67
Non risponde	7	3
Totale	245	100

*Domanda 1.5* Ritengo che l'attività di ricerca pubblica debba definire i propri programmi sulla base delle esigenze industriali.

	Valore assoluto	Valore percentuale
Pieno assenso	7	3
Assenso	53	22
Forte disaccordo	50	20
Disaccordo	128	52
Non risponde	7	3
Totale	245	100

## TEMA 2 – La ricerca scientifica nazionale

*Domanda 2.1* Come giudica la capacità dei ricercatori italiani attivi nel Suo settore di ricerca di trovare spazio sulle più importanti pubblicazioni internazionali?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	42	17
Buona	116	47
Scadente	18	7
Sufficiente	67	27
Non risponde	2	1
Totale	245	100

## Appendice 1

*Domanda 2.2* Con riferimento al suo settore di ricerca, come valuta il livello di collaborazione con i settori industriali di riferimento?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	37	15
Buona	113	46
Scadente	16	7
Sufficiente	72	29
Non risponde	7	3
Totale	245	100

*Domanda 2.3* Come giudica la capacità dei ricercatori italiani attivi nel Suo settore di ricerca di attrarre finanziamenti comunitari?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	7	3
Buona	46	19
Scadente	110	45
Sufficiente	64	26
Non risponde	18	7
Totale	245	100

*Domanda 2.4* Come giudica la qualità della ricerca italiana nel Suo settore di ricerca in relazione all'attività di ricerca internazionale?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	8	3
Buona	64	26
Scadente	77	31
Sufficiente	83	34
Non risponde	13	5
Totale	245	100

## TEMA 3 – Qualità del lavoro del Suo gruppo di ricerca

*Domanda 3.1* Come giudica la capacità del Suo gruppo di ricerca di trovare spazio sulle più importanti riviste internazionali?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	51	21
Buona	117	48
Scadente	14	6
Sufficiente	61	25
Non risponde	2	1
Totale	245	100

*Domanda 3.2* Come giudica il livello di attenzione ricevuto dal Suo gruppo da parte del settore industriale di riferimento?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	10	4
Buona	51	21
Scadente	102	42
Sufficiente	58	24
Non risponde	24	10
Totale	245	100

*Domanda 3.3* Come giudica la capacità di attrarre finanziamenti pubblici da parte del Suo gruppo di ricerca (MURST, Unione Europea)?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	23	9
Buona	101	41
Scadente	35	14
Sufficiente	79	32
Non risponde	7	3
Totale	245	100

*Domanda 3.4* Come giudica la posizione del suo gruppo rispetto all'attività di ricerca che nel Suo settore è unanimemente ritenuta sulla frontiera?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottima	37	15
Buona	126	51
Scadente	4	2
Sufficiente	64	26
Non risponde	14	6
Totale	245	100

## Appendice 1

*Domanda 3.5* Come definirebbe il rapporto di collaborazione con i dottori in ricerca all'interno del Suo gruppo di ricerca?

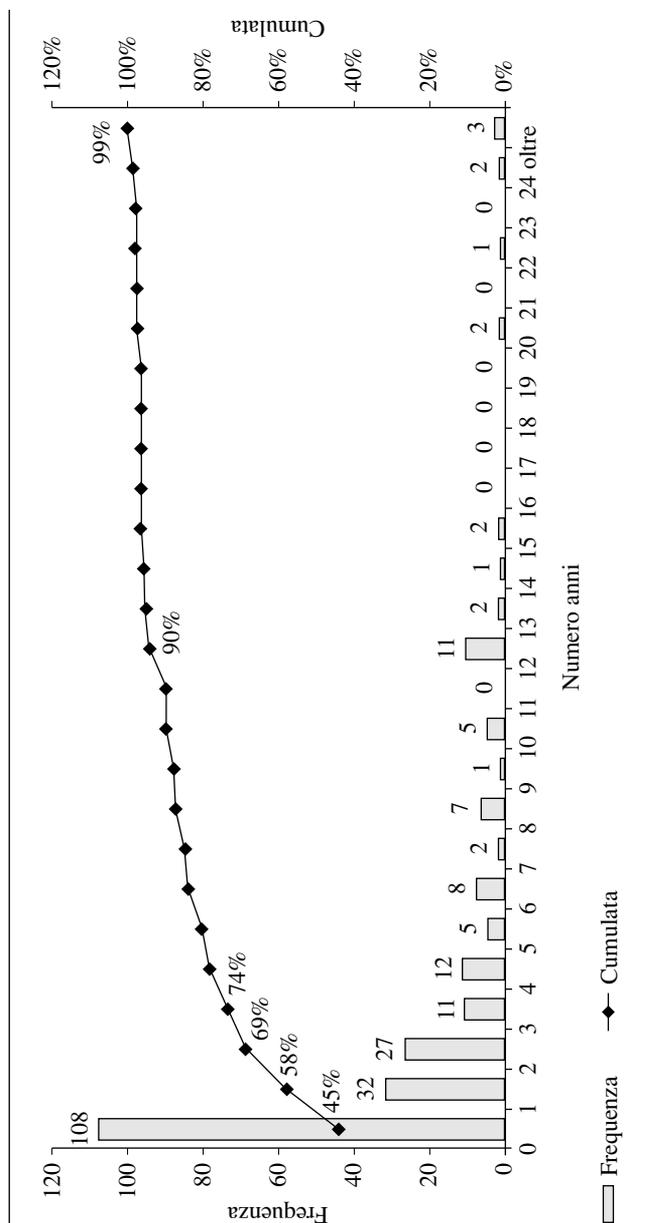
	Valore assoluto	Valore percentuale
Piena integrazione	163	67
Occasionale	53	22
Inesistente	20	8
Non risponde	9	3
Totale	245	100

*Domanda 3.6* Nel corso degli ultimi 24 mesi, il Suo gruppo di ricerca ha inaugurato nuovi stabili rapporti di collaborazione nel campo della ricerca con gruppi affini stranieri?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Sì	168	69
No	77	31
Totale	245	100

*Domanda 3.7* Se considera gli ultimi 4 anni di attività professionale, quanti mesi ha trascorso presso un'università o un'istituzione di ricerca estere per ragioni di ricerca? (*I dati sono visualizzati nel grafico a fronte*).

## La percezione soggettiva



## Appendice 1

### TEMA 4 – Allocazione delle risorse: il passato

*Domanda 4.1* Come valuta le scelte di allocazione delle risorse di ricerca da parte dell'Unione Europea nel quinquennio trascorso?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguate	30	12
Appena adeguate	100	41
Inadeguate	56	23
Gravemente inadeguate	13	5
Non risponde	46	19
Totale	245	100

*Domanda 4.2* Come valuta le scelte di allocazione delle risorse di ricerca da parte del MURST nel quinquennio trascorso?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguate	18	7
Appena adeguate	108	44
Inadeguate	68	28
Gravemente inadeguate	22	9
Non risponde	29	12
Totale	245	100

### TEMA 5 – Allocazione delle risorse: il futuro

*Domanda 5.1* Come valuta le scelte di allocazione delle risorse di ricerca da parte dell'Unione Europea per il prossimo triennio?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguate	29	12
Appena adeguate	97	40
Inadeguate	36	15
Gravemente inadeguate	9	4
Non risponde	74	30
Totale	245	100

*Domanda 5.2* Come valuta le scelte di allocazione delle risorse di ricerca da parte del MURST per il prossimo triennio?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguate	15	6
Appena adeguate	94	38
Inadeguate	58	24
Gravemente inadeguate	14	6
Non risponde	64	26
Totale	245	100

#### Tema 6 – Risorse e qualità della ricerca

*Domanda 6.1* In quale misura ritiene che le risorse disponibili per la comunità scientifica nazionale siano nel Suo settore adeguate rispetto alle potenzialità scientifiche?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguata	17	7
Appena adeguata	112	46
Insufficiente	91	37
Assolutamente insufficiente	16	7
Non risponde	9	4
Totale	245	100

*Domanda 6.2* In quale misura ritiene che le risorse disponibili per il Suo gruppo di ricerca siano adeguate rispetto alle potenzialità scientifiche espresse?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Del tutto adeguata	32	13
Appena adeguata	117	48
Insufficiente	72	29
Assolutamente insufficiente	17	7
Non risponde	7	3
Totale	245	100

Appendice 1

TEMA 7 – Industria e ricerca

*Domanda 7.1* Come giudica in generale la capacità delle imprese italiane di indirizzare le attività di ricerca applicata nell'università e di attingere ai risultati scientifici per innescare il processo innovativo?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottimo	0	0
Buono	15	6
Sufficiente	42	17
Insufficiente	167	68
Non risponde	21	9
Totale	245	100

*Domanda 7.2* Come giudica in generale la capacità dell'università italiana di adeguare i propri programmi e le proprie capacità di ricerca alle necessità industriali?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Ottimo	1	0
Buono	28	11
Sufficiente	82	33
Insufficiente	109	44
Non risponde	25	10
Totale	245	100

*Domanda 7.3* Come giudica la situazione torinese rispetto al contesto nazionale relativamente al punto 7.1?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Migliore	71	29
Egual	93	38
Peggior	49	20
Non risponde	32	13
Totale	245	100

*Domanda 7.4* Come giudica la situazione torinese rispetto al contesto nazionale relativamente al punto 7.2?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Migliore	85	35
Egual	105	43
Peggior	26	11
Non risponde	29	12
Totale	245	100

*Domanda 7.5* Secondo la sua diretta esperienza qual è la destinazione lavorativa prevalente dei dottori in ricerca provenienti dal suo settore?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Università italiana	181	74
Industria italiana	24	10
Estero	12	5
Altro	12	5
Non risponde	16	7
Totale	245	100

*Domanda 7.6* Nella Sua attività di professore nel sistema universitario torinese Le è capitato di essere tutor di studenti *post-graduate* venuti a Torino per conseguire un dottorato di ricerca?

	Valore assoluto	Valore percentuale
Sì	93	38
No	152	62
Totale	245	100

## Appendice 1

### TEMA 8 – Le prospettive

*Domanda 8.1* Assegna per cortesia un punteggio da 0 a 3 (0 = consigliabilità dell'investimento nulla; 3 = consigliabilità dell'investimento massima) ai tre tipi di ricerca riportati nella tabella in corrispondenza a ciascuna macro-area. Si ricorda che il riferimento è all'attuale sistema di ricerca torinese.

A) RICERCA DI BASE						
	Non risponde	0	1	2	3	Media
Telecomunicazioni	64	33	27	53	68	1,86
Biotecnologie	64	36	29	37	79	1,87
Meccanica	64	57	35	41	48	1,44
Totale	192	126	92	133	198	1,75

B) RICERCA MISSION ORIENTED						
	Non risponde	0	1	2	3	Media
Telecomunicazioni	64	44	13	42	82	1,89
Biotecnologie	64	56	25	43	57	1,55
Meccanica	64	61	25	43	52	1,47
Totale	192	161	64	130	194	1,66

C) RICERCA APPLICATA O DI SVILUPPO						
	Non risponde	0	1	2	3	Media
Telecomunicazioni	64	29	12	39	101	2,17
Biotecnologie	64	58	25	40	58	1,54
Meccanica	64	40	19	41	81	1,90
Totale	192	127	57	122	243	1,89

*Domanda 8.2* Se dovesse consigliare una prospettiva di rilancio della ricerca scientifica a Torino, come valuterebbe le seguenti ipotesi (assegna per cortesia un punteggio da 0 a 3: 0 = consigliabilità nulla, 3 = consigliabilità massima).

Ipotesi A	Creare istituti pubblici ex novo nell'ambito CNR
Ipotesi B	Creare nuovi istituti di ricerca in partnership tra università e privati
Ipotesi C	Far confluire più risorse sulle strutture di ricerca oggi esistenti
Ipotesi D	Organizzare stabili programmi di ricerca congiunta pluriennali con istituzioni di ricerca italiane
Ipotesi E	Organizzare stabili programmi di ricerca congiunta pluriennali con istituzioni di ricerca estere

## La percezione soggettiva

	Non risponde	0	1	2	3	Media
Ipotesi A	64	118	48	11	4	0,45
Ipotesi B	64	34	30	61	56	1,77
Ipotesi C	64	11	22	76	71	2,15
Ipotesi D	64	11	58	77	35	1,75
Ipotesi E	64	12	22	65	82	2,20



Appendice 2  
Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica\*

**Riviste di Biotecnologia**

Acta Biochim Pol	Anal Quant Cytol
Acta Chem Scand	Anat Embryol (Berl)
Acta Crystallogr D Biol Crystallogr	Anim Biotechnol
Acta Cytol	Anim Genet
Acta Histochem	Ann Clin Biochem
Adv Anat Embryol Cell Biol	Ann Genet
Adv Appl Microbiol	Ann Hum Genet
Adv Carbohydr Chem Bi	Annu Rev Biochem
Adv Enzyme Regul	Annu Rev Biophys Biomol Struct
Adv Genet	Annu Rev Cell Dev Biol
Adv Microb Physiol	Annu Rev Genet
Adv Protein Chem	Annu Rev Microbiol
Adv Second Messenger Phospho- protein Res	Anticancer Drug Des
Am J Hum Genet	Antimicrob Agents Ch
Am J Med Genet	Antisense Nucleic A
Am J Resp Cell Mol	Antisense Nucleic Acid Drug Dev
Amino Acids	Antivir Chem Chemother
Amyloid	APMIS
Anal Biochem	Appl Biochem Biotechnol
Anal Cell Pathol	Appl Environ Microbiol
	Appl Microbiol Biotechnol
	Appl Theor Electrophor
	Arch Biochem Biophys

\* Gli elenchi delle riviste di Biotecnologia, Meccanica e Aeronautica sono tratti dal *Journal of Citation Report*, che riproduce l'elenco ufficiale della banca dati ISI - Institute for Scientific Information, mentre gli elenchi delle riviste di Telecomunicazioni e di Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione sono tratti dalla banca dati dell'IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers.

## Appendice 2

Arch Histol Cytol	Biotech Histochem
Arch Insect Biochem Physiol	Biotechniques
Arch Microbiol	Biotechnol Appl Biochem
Arch Pharm Res	Biotechnol Bioeng
Arch Physiol Biochem	Biotechnol Genet Eng Rev
Australas Biotechnol	Biotechnol Prog
Behav Genet	Biotherapy
Biocell	Br J Pharmacol
Biochem Biophys Res Commun	Bull Soc Chim Fr
Biochem Cell Biol	Can J Microbiol
Biochem Genet	Cancer Gene Ther
Biochem J	Cancer Genet Cytogenet
Biochem Mol Biol Int	Carbohydr Res
Biochem Pharmacol	Cell
Biochem Soc Symp	Cell Adhes Commun
Biochem Soc Trans	Cell Biochem Funct
Biochem Syst Ecol	Cell Biol Int
Biochemistry	Cell Biol Toxicol
Biochemistry (Mosc)	Cell Calcium
Biochim Biophys Acta	Cell Death Differ
Biochimie	Cell Growth Differ
Bioconjug Chem	Cell Immunol
Biodegradation	Cell Mol Biol
Bioelectrochem Bioenerg	Cell Mol Life Sci
Bioessays	Cell Mol Neurobiol
Biol Cell	Cell Motil Cytoskeleton
Biol Chem	Cell Physiol Biochem
Biol Signals Recept	Cell Prolif
Biol Trace Elem Res	Cell Signal
Biologicals	Cell Stress Chaperon
Biomed Chromatogr	Cell Struct Funct
Biometals	Cell Tissue Res
Bioorg Khim	Cell Transplant
Bioorg Med Chem	Chem Biol
Biopharm Drug Dispos	Chem Biol Interact
Biophys Chem	Chem Phys Lipids
Biopolymers	Chromosoma
Biosci Biotechnol Biochem	Chromosome Res
Biosci Rep	Clin Biochem
Biosens Bioelectron	Clin Chim Acta
Bioseparation	Clin Diagn Lab Imm

Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica

Clin Dymorphol	Dev Growth Differ
Clin Genet	Dev Psychobiol Development
Clin Infect Dis	Diagn Microbiol Infect Dis
Clin Microbiol Rev	Diagn Mol Pathol Differentiation
Cold Spring Harb Symp Quant Biol	Dis Markers
Comp Biochem Physiol A	DNA Cell Biol
Comp Biochem Physiol B	DNA Seq
Comp Biochem Physiol C	Drug Discov Today
Comp Immunol Microbiol Infect Dis	Embo J
Connect Tissue Res	Enantiomer
Crit Rev Biochem Mol Biol	Enzyme Protein
Crit Rev Biotechnol	Enzyme Microb Technol
Crit Rev Eukar Gene	Essays Biochem
Crit Rev Microbiol	Eur Cytokine Netw
Crit Rev Oncog	Eur J Biochem
Curr Biol	Eur J Cell Biol
Curr Genet	Eur J Clin Chem Clin Biochem
Curr Med Chem	Eur J Clin Microbiol
Curr Microbiol	Eur J Histochem
Curr Opin Biotech	Eur J Hum Genet
Curr Opin Cell Biol	Eur J Immunogenet
Curr Opin Chem Biol	Exp Cell Res
Curr Opin Genet Dev	Exp Clin Immunogenet
Curr Opin Lipidol	Exp Mol Med
Curr Pharm Des	Extremophiles
Curr Top Cell Regul	Faseb J
Curr Top Dev Biol	FEBS Lett
Curr Top Microbiol Immunol	FEMS Immunol Med Microbiol
Cytobios	FEMS Microbiol Ecol
Cytogenet Cell Genet	FEMS Microbiol Lett
Cytokine	FEMS Microbiol Rev
Cytokines Cell Mol Ther	Fold Des
Cytokines Mol Ther	Folia Histochem Cytobiol
Cytometry	Folia Microbiol (Praha)
Cytopathology	Free Radic Res
Cytotechnology	Free Radical Bio Med
Dev Biol	Fungal Genet Biol
Dev Dynam	Gen Physiol Biophys
Dev Genes Evol	Gene
Dev Genet	Gene Chromosome Canc
	Gene Dev

## Appendice 2

Gene Expr	Int J Biol Macromol
Gene Ther	Int J Dev Biol
Genes Cell	Int J Dev Neurosci
Genes Genet Syst	Int J Food Microbiol
Genet Couns	Int J Lepr
Genet Epidemiol	Int J Pept Protein Res
Genet Res	Int J Syst Bacteriol
Genetica	Int J Tissue React
Genetics	Int Rev Cytol
Genetika	Ital J Biochem
Genome	J Antibiot [B]
Genome Res	J Antimicrob Chemother
Genomics	J Appl Bacteriol
Glycobiology	J Appl Microbiol
Glycoconj J	J Assist Reprod Genet
Growth Dev Aging	J Bacteriol
Growth Factors	J Biochem (Tokyo)
Hemoglobin	J Biochem Biophys Methods
Hereditas	J Bioenerg Biomembr
Heredity	J Biol Chem
Histochem Cell Biol	J Biol Inorg Chem
Histochem J	J Biomol Nmr
Histol Histopathol	J Biomol Struct Dyn
Histopathology	J Biotechnol
Hum Biol	J Cell Biochem
Hum Gene Ther	J Cell Biol
Hum Genet	J Cell Physiol
Hum Hered	J Cell Sci
Hum Mol Genet	J Chem Neuroanat
Hum Mutat	J Chem Technol Biotechnol
Hybridoma	J Clin Microbiol
Immunogenetics	J Comput Aided Mol Des
Immunol Cell Biol	J Comput Biol
Immunotechnology	J Craniofac Genet Dev Biol
Indian J Biochem Biophys	J Enzyme Inhib
Inflamm Res	J Eukaryot Microbiol
Inflammation	J Food Prot
Insect Biochem Mol Biol	J Gen Virol
Insect Mol Biol	J Hered
Int J Antimicrob Agents	J Histochem Cytoch
Int J Biochem Cell Biol	J Immunoassay

Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica

J Ind Microbiol Biotechnol	Mech Ageing Dev
J Inflamm	Mech Develop
J Inherit Metab Dis	Med Microbiol Immunol (Berl)
J Inorg Biochem	Mediators Inflamm
J Intellect Disabil Res	Met Ions Biol Syst
J Interferon Cytokine Res	Methods Cell Biol
J Leukocyte Biol	Methods Enzymol
J Lipid Mediat Cell Signal	Microb Drug Resist
J Lipid Res	Microb Ecol
J Med Genet	Microb Pathog
J Med Microbiol	Microbiol Immunol
J Membr Biol	Microbiol Mol Biol R
J Microbiol Methods	Microbiol Res
J Mol Biol	Microbiol Rew
J Mol Cell Cardiol	Microbiologica
J Mol Evol	Microbios
J Mol Graph Model	Mol Aspects Med
J Mol Med-Jmm	Mol Biol Cell
J Mol Neurosci	Mol Biol Evol
J Mol Recognit	Mol Biol Rep
J Muscle Res Cell Motil	Mol Biotechnol
J Nat Toxins	Mol Carcinog
J Neurochem	Mol Cell
J Neurocytol	Mol Cell Biochem
J Neurogenet	Mol Cell Biol
J Pept Res	Mol Cell Endocrinol
J Photochem Photobiol B	Mol Cell Probes
J Physiol Biochem	Mol Cells
J Protein Chem	Mol Ecol
J Recept Signal Transduct Res	Mol Gen Genet
J Steroid Biochem	Mol Immunol
J Struct Biol	Mol Mar Biol Biotechnol
J Submicrosc Cytol Pathol	Mol Med
J Trace Elem Med Biol	Mol Med Today
J Virol Methods	Mol Membr Biol
Jpn J Hum Genet	Mol Microbiol
Lett Appl Microbiol	Mol Pharmacol
Lipids	Mol Phylogenet Evol
Magnes Res	Mol Plant Microbe In
Mamm Genome	Mol Plant Microbe Interact
Matrix Biol	Mol Psychiatry

## Appendice 2

Mol Reprod Dev	Protein Eng
Mutagenesis	Protein Expr Purif
Mutat Res	Protein Sci
Nat Biotechnol	Proteins
Nat Genet	Protoplasma
Nat Immun	Psychiatr Genet
Nat Med	Recept Signal Transduct
Nat Prod Rep	Redox Rep
Nat Struct Biol	Reprod Nutr Dev
Nature	Res Commun Mol Pathol Pharma- col
Neurochem Int	Res Microbiol
Neurochem Res	Rev Physiol Biochem Pharmacol
Neurogenetics	Rna
Nucleic Acids Res	Science
Oncogene	Seikagaku
Oral Microbiol Immunol	Semin Cell Dev Biol
P Natl Acad Sci Usa	Somat Cell Mol Genet
Pathobiology	Stem Cells
Pept Res	Steroids
Peptides	Structure
Perspect Dev Neurobiol	Syst Appl Microbiol
Pestic Biochem Physiol	Teratology
Pharmacogenetics	Theor Popul Biol
Photochem Photobiol	Ther Drug Monit
Physiol Chem Phys Med Nmr	Tissue Antigens
Pigment Cell Res	Tissue Cell
Placenta	Transgenic Res
Plant Cell	Trends Biochem Sci
Plant Cell Physiol	Trends Biotechnol
Plant Mol Biol	Trends Cell Biol
Plasmid	Trends Ecol Evol
Platelets	Trends Genet
Prenat Diagn	Trends Microbiol
Prep Biochem Biotechnol	Vet Microbiol
Prog Biophys Mol Biol	Virus Genes
Prog Histochem Cytochem	Vitam Horm
Prog Lipid Res	Vopr Med Khim
Prog Nucleic Acid Res Mol Biol	Yeast
Prostaglandins	Z Naturforsch [C]
Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids	Zygote

**Riviste di Telecomunicazioni**

Aeu-International Journal on Electronics and Communications  
 Alcatel Telecommunications Review  
 Annales des Télécommunications  
 Bell Labs Technical Journal  
 British Telecommunications Engineering  
 Bt Technology Journal  
 Communications News  
 Computer Communications  
 Electronics and Communication Engineering Journal  
 Electronics and Communication Engineering Journal  
 Electronics and Communications in Japan  
 Electronics Letters  
 Electronics World  
 Etri Journal  
 Iee Proceedings-Microwaves Antennas and Propagation  
 Iee Proceedings-Optoelectronics  
 Iee Proceedings-Radar Sonar and Navigation  
 Ieee Communications Magazine  
 Ieee Journal on Selected Areas in Communications  
 Ieee Network  
 Ieee Personal Communications  
 Ieee Transaction on Broadcasting  
 Ieee Transaction on Consumer Electronics  
 Ieee Transaction on Vehicular Technology  
 Ieee Transactions on Aerospace and Electronic Systems  
 Ieee Transactions on Antennas and Propagation

Ieee Transactions on Communications  
 Ieee Transactions on Electromagnetic Compatibility  
 Ieee-Acm Transactions on Networking  
 Ieice Transactions on Communications  
 Ieice Transactions on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Sciences  
 Iete Journal of Research  
 Iete Technical Review  
 International Journal of Communications Systems  
 International Journal of Satellite Communications  
 Journal of Communications Technology and Electronics  
 Journal of Highspeed Networks  
 Microwave Journal  
 Ntt Review  
 Photonic Network Communications  
 Radio Science  
 Smpete Journal  
 Space Communications  
 Telecommunication Systems  
 Telecommunications Policy

**Riviste di Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione**

Acoustics, Speech and Signal Ieee Transactions on  
 Advanced Packaging, Ieee Transactions on  
 Aerospace and Electronic Systems, Ieee Transactions on  
 Annals of the History of Computing, Ieee

## Appendice 2

- Antennas and Propagation, Ieee Transactions on
- Applied Superconductivity, Ieee Transactions on
- ASSP Magazine, Ieee Automatic Control, Ieee Transactions on
- Biomedical Engineering, Ieee Transactions on
- Broadcasting, Ieee Transactions on
- Circuits and Systems for Video Technology, Ieee Transactions on
- Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, Ieee Transactions on
- Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, Ieee Transactions on
- Circuits and Systems, Ieee Transactions on
- Circuits, Devices and Systems, Iee Proceedings
- Circuits, Devices and Systems, Ieee Proceedings G
- Communications, Iee Proceedings
- Communications, Ieee Transactions on
- Communications, Speech and Vision, Iee Proceedings
- Communications, Speech and Vision, Iee Proceedings I
- Components and Packaging Technologies, Ieee Transactions on
- Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, Ieee Transactions on
- Components, Packaging, and Manufacturing Technology, Part C, Ieee Transactions on Computer Graphics and Applications, Ieee
- Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, Ieee Transactions on
- Computer-Aided Engineering Journal
- Computers and Digital Techniques, Iee Proceedings
- Computers and Digital Techniques, Iee Proceedings
- Computers, Ieee Transactions on
- Computing and Control Engineering Journal
- Computing in Science and Engineering
- Concurrency, Ieee
- Consumer Electronics, Ieee Transactions on
- Control Systems Technology, Ieee Transactions on
- Control Theory and Applications, Iee Proceedings D
- Control Theory and Applications, Iee Proceedings-Dielectrics and Electrical Insulation, Ieee Transactions
- Education, Ieee Transactions on
- Electric Power Applications, Iee Proceedings B
- Electric Power Applications, Iee Proceedings
- Electrical Insulation, Ieee Transactions on
- Electromagnetic Compatibility, Ieee Transactions on
- Electron Devices, Ieee Transactions on
- Electronics and Communication Engineering Journal
- Electronics Letters
- Electronics Packaging Manufacturing, Ieee Transactions on [*see also* Components, Packaging and Manufacturing Technology, Part C: Manufacturing, Ieee Transactons on]

Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica

Energy Conversion, Ieee Transactions on	Ieee Lcs
Engineering Management Journal	Ieee Lts
Engineering Management, Ieee Transactions on	Ieee Microwave and Guided Wave Letters
Engineering Science and Education Journal	Ieee Microwave Magazine
Evolutionary Computation, Ieee Transactions on	Ieee Network
Expert, Ieee	Ieee Parallel and Distributed Technology: Systems and Applications
Fuzzy Systems, Ieee Transactions on	Ieee Personal Communications
Gaas Reliability Workshop, 1999. Proceedings	Ieee Photonics Technology Letters
Generation, Transmission and Distribution	Ieee Potentials
Generation, Transmission and Distribution, Iee Proceedings-	Ieee Power Engineering Review
Geoscience and Remote Sensing, Ieee Transactions	Ieee Robotics and Automation Magazine
Iee Review	Ieee Signal Processing Letters
Ieee Aerospace and Electronics Systems Magazine	Ieee Signal Processing Magazine
Ieee Antennas and Propagation Magazine	Ieee Software
Ieee Circuits and Devices Magazine	Internet Computing, Ieee
Ieee Communications Letters	It Professional
Ieee Communications Magazine	Knowledge and Data Engineering, Ieee Transactions on
Ieee Computational Science and Engineering	Lightwave Technology, Journal of
Ieee Computer Applications in Power	Magnetics, Ieee Transactions on
Ieee Control Systems Magazine	Manufacturing Engineer
Ieee Electrical Insulation Magazine	Mechatronics, Ieee /Asme Transactions on
Ieee Electron Device Letters	Medical Imaging, Ieee Transactions on
Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine	Micro, Ieee
Ieee Industry Applications Magazine	Microelectromechanical Systems, Journal of
Ieee Instrumentation and Measurement Magazine	Microwave Theory and Techniques, Ieee Transactions on
	Microwaves, Antennas and Propagation, Iee Proceedings H
	Microwaves, Antennas and Propagation, Iee Proceedings
	Multimedia, Ieee
	Multimedia, Ieee Transactions on
	Networking, Ieee /Acm Transactions on

## Appendice 2

Neural Networks, Ieee Transactions on  
Nuclear Science, Ieee Transactions on  
Oceanic Engineering, Ieee Journal of Optoelectronics, Iee Proceedings J  
Optoelectronics, Iee Proceedings  
Parallel and Distributed Systems, Ieee Transactions  
Pattern Analysis and Machine Intelligence, Ieee Transactions on  
Plasma Science, Ieee Transactions on  
Power Delivery, Ieee Transactions on  
Power Electronics, Ieee Transactions on  
Power Engineering Journal  
Power Systems, Ieee Transactions on Proceedings F  
Proceedings of the Ieee  
Professional Communication, Ieee Transactions on  
Quantum Electronics, Ieee Journal of  
Radar and Signal Processing, Iee  
Radar and Signal Processing, Iee Proceedings F  
Radar, Sonar and Navigation, Iee Proceedings  
Rehabilitation Engineering, Ieee Transactions  
Reliability, Ieee Transactions on  
Robotics and Automation, Ieee Journal of  
Robotics and Automation, Ieee Transactions  
Science, Measurement and Technology, Iee Proceedings  
Selected Areas in Communications, Ieee Journal on  
Selected Topics in Quantum Electronics, Ieee Journal on  
Semiconductor Manufacturing, Ieee Transactions  
Signal Processing, Ieee Transactions on  
Software Engineering Journal  
Software Engineering, Ieee Transactions on  
Software Engineering. Iee Proceedings-  
Software, Iee Proceedings  
Solid-State Circuits, Ieee Journal of  
Speech and Audio Processing, Ieee Transactions on  
Systems, Man and Cybernetics, Ieee Transactions  
Systems, Man and Cybernetics, Part A, Ieee Transactions on  
Systems, Man and Cybernetics, Part B, Ieee Transactions on  
Systems, Man, and Cybernetics, Part C, Ieee Transactions on  
Transmission and Distribution, Iee Proceedings C  
Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, Ieee Transactions on  
Vehicular Technology, Ieee Transactions on  
Very Large Scale Integration (Vlsi) Systems, Ieee Transactions on  
Vision, Image and Signal Processing, Iee Proceedings-  
Visualization and Computer Graphics, Ieee Transactions on

**Riviste di Meccanica**

Advances in Applied Mechanics	International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics
Aerosol Science and Technology	International Journal of Computer Integrated Manufacturing
Applied Scientific Research	International Journal of Engineering Science
Applied Thermal Engineering	International Journal of Fatigue
Archive for Rational Mechanics and Analysis	International Journal of Fatigue
Ashrae Journal	International Journal of Heat and Fluid Flow
Composites Part A-Applied Science and Manufacturing	International Journal of Heat and Mass Transfer
Computer Integrated Manufacturing Systems	International Journal of Impact Engineering
Computer Methods in Applied Mechanics	International Journal of Machine Tool and Manufacture
Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering	International Journal of Mechanical Sciences
Computers and Fluids	International Journal of Multiphase Flow
Continuum Mechanics and Thermodynamics	International Journal of Plasticity
Diesel Progress-North American Edition	International Journal of Pressure Vessel and Piping
Engineering Analysis with Boundary Elements	International Journal of Production Research
Engineering Computations	International Journal of Refrigeration
Engineering Failure Analysis	International Journal of Solids and Structures
European Journal of Mechanics B-Fluids	International Journal of Thermophysics
Experimental Heat Transfer	International Journal of Vehicle Design
Experimental Techniques	Journal of Aerosol Science
Experiments in Fluids	Journal of Applied Mechanics-Transactions of The Asme
Flow Measurement and Instrumentation	Journal of Elasticity
Ieee Transactions on Components Packaging and Manufacturing	Journal of Electronic Packaging
Ieee Transactions on Industry Applications	Journal of Engineering For Industry-Transactions of The Asme
International Journal for Numerical Methods in Engineering	Journal of Engineering Mechanics-Asce
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	

## Appendice 2

- Journal of Enhanced Heat Transfer  
Journal of Fluid Mechanics  
Journal of Fluids and Structures  
Journal of Heat Transfer-Transactions of The Asme  
Journal of Hydraulic Engineering-Asce  
Journal of Manufacturing Systems  
Journal of Mechanical Design  
Journal of Micromechanics and Microengineering  
Journal of Offshore Mechanical and Arctic Engineering  
Journal of Porous Media  
Journal of Rheology  
Journal of Strain Analysis for Engineering Design  
Journal of Strain Analysis for Engineering Design  
Journal of The Franklin Institute  
Journal of Thermophysics and Heat Transfer  
Journal of Tribology-Transactions of The Asme  
Journal of Turbomachinery  
Lubrication Engineering  
Mathematics and Mechanics of Solids  
Measurement Science and Technology  
Mechanical Engineering  
Mechanical System and Signal Processing  
Mechanism and Machine Theory  
Nonlinear Dynamics  
Philosophical Magazine B-Physics of Condensed Matter  
Physics of Fluids  
Probabilistic Engineering Mechanics
- Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part H-  
Journal of Engineering in Medicine  
Research in Engineering Design-  
Theory Applications and  
Strojartstvo  
Structural Engineering and Mechanics  
Theoretical and Applied Fracture Mechanics  
Theoretical and Computational Fluid Dynamics  
Tribology International  
Tribology Transactions  
Vehicle System Dynamics  
Wave Motion  
Wear
- Riviste di Aeronautica**  
Acta Astronautica  
Advanced Space Research  
Aerospace Engineering  
Aerospace Science Technology  
Aiaa Journal  
Aircraft Engineering and Aerospace Technologies  
Aerospace American  
Aviation Space Technology  
Bull-Eur Space  
Flugwiss Weltraum  
Ieee Transactions on Aeron. Electronic Systems  
International Journal of Satellite Communications  
International Journal of Turbo Jet Engineering  
Journal of Aeronautics  
Journal of Aerospace Engineering

Le riviste utilizzate nell'analisi bibliometrica

Journal of Aircraft	Journal of Spacecraft Rockets
Journal of Astronautic Science	Mechanical Engineering Aeron.
Journal of Guided Dynamics Con- trol	Prog. Aerospace Science
Journal of Helicopter Soc.	Recherche Aéronautique
Journal of Propulsion Power	Space Communications
	The Japanese Soc. of Aeronautics



## Appendice 3

### Le classi brevettuali utilizzate\*

#### **Settore Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione**

- Class 136 Batteries
- Class 174 Conductors and insulators
- Class 178 Telegraphy
- Class 191 Transmissions to vehicles
- Class 200 Circuit makers
- Class 218 High voltage switching
- Class 219 Electric heating
- Class 235 Registers
- Class 290 Prime-mover dynamo plants
- Class 307 Interconnection systems
- Class 310 Electrical generator
- Class 313 Electric discharge devices
- Class 318 Electricity: power systems
- Class 320 Electricity: condenser
- Class 322 Electricity: single generator systems
- Class 323 Electricity: power supply
- Class 324 Electricity: measuring and testing
- Class 329 Demodulators
- Class 332 Modulators
- Class 333 Wave transmission lines
- Class 334 Tuners
- Class 335 Magnets and electromagnets
- Class 336 Inductor devices
- Class 337 Electrothermally

\* Gli elenchi delle classi brevettuali sono tratti dalla banca dati dell'USPTO.

## Appendice 3

Class 340 Electrical communications  
Class 341 Coded data generation  
Class 342 Directive radiowave systems  
Class 343 Radio wave antennas  
Class 347 Incremental printing or symbolic info  
Class 348 Television  
Class 358 Facsimile or television recording  
Class 360 Dynamic magnetic information stor.  
Class 361 Electrical systems and devices  
Class 363 Electric conversion systems  
Class 364 Electrical computers  
Class 365 Static information storage  
Class 367 Acoustic wave systems  
Class 369 Dynamic information storage  
Class 370 Multiplex communications  
Class 371 Error detection  
Class 373 Industrial electrics  
Class 375 Pulse or digital commun.  
Class 377 Electrical pulse counters  
Class 379 Telephonic communications  
Class 380 Cryptografia  
Class 381 Electrical audio signal proces  
Class 382 Image analysis  
Class 388 Electricity: motor control systems  
Class 392 Electric resistance  
Class 395 Information processing systems  
Class 455 Telecommunications  
Class 505 Superconductor technology  
Class 901 Robots  
Class 902 Electronic transfer

### **Settore Telecomunicazioni**

Class 178 Telegraphy  
Class 329 Demodulators  
Class 332 Modulators  
Class 334 Tuners  
Class 340 Electrical communications  
Class 341 Coded data generation  
Class 342 Directive radiowave systems

## Le classi brevettuali utilizzate

Class 343 Radio wave antennas  
Class 348 Television  
Class 358 Facsimile or television record  
Class 367 Acoustic wave systems  
Class 370 Multiplex communications  
Class 375 Pulse or digital commun.  
Class 379 Telephonic communications  
Class 381 Electrical audio signal proces  
Class 382 Image analysis  
Class 455 Telecommunications

### **Settore Meccanica**

Class 2 Apparel  
Class 4 Sinks, and Spittoons  
Class 5 Beds  
Class 7 Compound Tools  
Class 12 Boot and Shoe Making  
Class 14 Bridges  
Class 15 Brushing, Scrubbing  
Class 16 Miscellaneous Hardware  
Class 19 Textiles: Fiber Preparation  
Class 24 Buckles, Buttons  
Class 26 Textiles: Cloth Finishing  
Class 27 Undertaking  
Class 28 Textiles: Manufacturing  
Class 29 Metal Working  
Class 30 Cutlery  
Class 33 Geometrical Instruments  
Class 34 Drying and Gas or Vapor Contact with Solids  
Class 36 Boots, Shoes, and Leggings  
Class 37 Excavating  
Class 38 Textiles: Ironing or Smoothing  
Class 40 Card, Picture, or Sign Exhibiting  
Class 42 Firearms  
Class 43 Fishing, Trapping, and Vermin Destroying  
Class 47 Plant Husbandry  
Class 49 Movable or Removable Closures  
Class 52 Static Structures  
Class 53 Package Making

### Appendice 3

Class 54	Harness
Class 56	Harvesters
Class 57	Textiles: Spinning, Twisting
Class 59	Chain, Staple
Class 60	Power Plants
Class 62	Refrigeration
Class 63	Jewelry
Class 66	Textiles: Knitting
Class 68	Textiles: Fluid Treating Apparatus
Class 69	Leather Manufactures
Class 70	Locks
Class 72	Metal Deforming
Class 73	Measuring and Testing
Class 74	Machine Element or Mechanism
Class 76	Metal Tools and Implements,
Class 79	Button Making
Class 81	Tools
Class 82	Turning
Class 83	Cutting
Class 84	Music
Class 86	Ammunition and Explosive-Charge Making
Class 87	Textiles: Braiding, Netting, and Lace Making
Class 89	Ordnance
Class 91	Motors: Expansible Chamber Type
Class 92	Expansible Chamber Devices
Class 99	Foods and Beverages: Apparatus
Class 100	Presses
Class 101	Printing
Class 102	Ammunition and Explosives
Class 104	Railways
Class 105	Railway Rolling Stock
Class 108	Horizontally Supported Planar Surfaces
Class 109	Safes, Bank Protection, or A Related Device
Class 110	Furnaces
Class 112	Sewing
Class 114	Ships
Class 116	Signals and Indicators
Class 118	Coating Apparatus
Class 119	Animal Husbandry
Class 122	Liquid Heaters and Vaporizers
Class 123	Internal-Combustion Engines

## Le classi brevettuali utilizzate

Class 124	Mechanical Guns and Projectors
Class 125	Stone Working
Class 126	Stoves and Furnaces
Class 128	Surgery
Class 131	Tobacco
Class 132	Toilet
Class 134	Cleaning and Liquid Contact with Solids
Class 135	Tent, Canopy, Umbrella
Class 137	Fluid Handling
Class 138	Pipes and Tubular Conduits
Class 139	Textiles: Weaving
Class 140	Wireworking
Class 141	Fluent Material Handling, Receiver Coacting Means
Class 142	Wood Turning
Class 144	Woodworking
Class 147	Coopering
Class 150	Purses, Wallets, and Protective Covers
Class 152	Resilient Tires and Wheels
Class 157	Wheelwright Machines
Class 160	Flexible or Portable Closure, Partition, or Panel
Class 163	Needle and Pin Making
Class 164	Metal Founding
Class 165	Heat Exchange
Class 166	Wells
Class 168	Farriery
Class 169	Fire Extinguishers
Class 171	Unearthing Plants or Buried Objects
Class 172	Earth Working
Class 173	Tool Driving or Impacting
Class 175	Boring or Penetrating The Earth
Class 177	Weighing Scales
Class 180	Motor Vehicles
Class 181	Acoustics
Class 182	Fire Escape, Ladder, or Scaffold
Class 184	Lubrication
Class 185	Motors: Spring, Weight, or Animal Powered
Class 186	Merchandising
Class 187	Elevator, Industrial Lift Truck, or Stationary Lift
Class 188	Brakes
Class 190	Trunks and Hand-Carried Luggage
Class 192	Clutches and Power-Stop Control

## Appendice 3

- Class 193 Conveyors, Chutes, Skids, Guides, and Ways
- Class 194 Check-Actuated Control Mechanisms
- Class 198 Conveyors: Power-Driven
- Class 199 Type Casting
- Class 206 Special Receptacle or Package
- Class 211 Supports: Racks
- Class 212 Traversing Hoists
- Class 213 Railway Draft Appliances
- Class 215 Bottles and Jars
- Class 217 Wooden Receptacles
- Class 220 Receptacles
- Class 221 Article Dispensing
- Class 222 Dispensing
- Class 223 Apparel Apparatus
- Class 224 Package and Article Carriers
- Class 225 Severing by Tearing or Breaking
- Class 226 Advancing Material of Indeterminate Length
- Class 227 Elongated-Member-Driving Apparatus
- Class 228 Metal Fusion Bonding
- Class 229 Envelopes, Wrappers, and Paperboard Boxes
- Class 231 Whips and Whip Apparatus
- Class 232 Deposit and Collection Receptacles
- Class 234 Selective Cutting
- Class 236 Automatic Temperature and Humidity Regulation
- Class 237 Heating Systems
- Class 238 Railways: Surface Track
- Class 239 Fluid Sprinkling, Spraying, and Diffusing
- Class 241 Solid Material Comminution or Disintegration
- Class 242 Winding, Tensioning, or Guiding
- Class 244 Aeronautics
- Class 245 Wire Fabrics and Structure
- Class 246 Railway Switches and Signals
- Class 248 Supports
- Class 249 Static Molds
- Class 251 Valves and Valve Actuation
- Class 254 Implements or Apparatus for Applying Pushing Force
- Class 256 Fences
- Class 258 Railway Mail Delivery
- Class 266 Metallurgical Apparatus
- Class 267 Spring Devices
- Class 269 Work Holders

## Le classi brevettuali utilizzate

- Class 270 Sheet-Material Associating
- Class 271 Sheet Feeding or Delivering
- Class 273 Amusement Devices: Games
- Class 276 Typesetting
- Class 277 Seal for a Joint or Juncture
- Class 278 Land Vehicles: Animal Draft Appliances
- Class 279 Chucks or Sockets
- Class 280 Land Vehicles
- Class 281 Books, Strips, and Leaves
- Class 283 Printed Matter
- Class 285 Pipe Joints or Couplings
- Class 289 Knots and Knot Tying
- Class 291 Track Sanders
- Class 292 Closure Fasteners
- Class 293 Vehicle Fenders
- Class 294 Handling: Hand and Hoist-Line Implements
- Class 295 Railway Wheels and Axles
- Class 296 Land Vehicles: Bodies and Tops
- Class 297 Chairs and Seats
- Class 298 Land Vehicles: Dumping
- Class 299 Mining or In Situ Disintegration of Hard Material
- Class 300 Brush, Broom, and Mop Making
- Class 301 Land Vehicles: Wheels and Axles
- Class 303 Fluid-Pressure and Analogous Brake Systems
- Class 305 Wheel Substitutes for Land Vehicles
- Class 312 Supports: Cabinet Structure
- Class 347 Incremental Printing of Symbolic Information
- Class 351 Optics: Eye Examining, Vision Testing and Correcting
- Class 352 Optics: Motion Pictures
- Class 353 Optics: Image Projectors
- Class 356 Optics: Measuring and Testing
- Class 359 Optics: Systems and Elements
- Class 366 Agitating
- Class 374 Thermal Measuring and Testing
- Class 384 Bearings
- Class 385 Optical Waveguides
- Class 400 Typewriting Machines
- Class 401 Coating Implements with Material Supply
- Class 402 Binder Device Releasably Engaging of Sheet
- Class 403 Joints and Connections
- Class 404 Road Structure, Process, or Apparatus

## Appendice 3

- Class 405 Hydraulic and Earth Engineering
- Class 406 Conveyors: Fluid Current
- Class 407 Cutters, for Shaping
- Class 408 Cutting By Use of Rotating Axially Moving Tool
- Class 409 Gear Cutting, Milling, or Planing
- Class 410 Freight Accommodation on Freight Carrier
- Class 411 Expanded, Threaded, Driven, Headed, Tool-Deformed
- Class 412 Bookbinding: Process and Apparatus
- Class 413 Bookbinding: Process and Apparatus
- Class 414 Material or Article Handling
- Class 415 Rotary Kinetic Fluid Motors or Pumps
- Class 416 Fluid Reaction Surfaces
- Class 417 Pumps
- Class 418 Rotary Expansible Chamber Devices
- Class 425 Plastic Article or Earthenware Shaping or Treating
- Class 431 Combustion
- Class 432 Heating
- Class 433 Dentistry
- Class 434 Education and Demonstration
- Class 439 Electrical Connectors
- Class 440 Marine Propulsion
- Class 441 Buoys, Rafts, and Aquatic Devices
- Class 445 Electric Lamp or Space Discharge Component
- Class 446 Amusement Devices: Toys
- Class 449 Bee Culture
- Class 450 Foundation Garments
- Class 451 Abrading
- Class 452 Butchering
- Class 453 Coin Handling
- Class 454 Ventilation
- Class 460 Crop Threshing or Separating
- Class 462 Books, Strips, and Leaves for Manifolding
- Class 463 Amusement Devices: Games
- Class 464 Rotary Shafts, Gudgeons, Housings, and Flexible Couplings
- Class 470 Threaded, Headed Fastener, or Washer Making: Process
- Class 472 Amusement Devices
- Class 473 Games Using Tangible Projectile
- Class 474 Endless Belt Power Transmission Systems or Components
- Class 475 Planetary Gear Transmission Systems or Components
- Class 476 Friction Gear Transmission Systems or Components
- Class 477 Interrelated Power Delivery Controls, Engine Control

## Le classi brevettuali utilizzate

Class 482 Exercise Devices  
Class 483 Tool Changing  
Class 492 Roll or Roller  
Class 493 Manufacturing Container or Tube From Paper  
Class 494 Imperforate Bowl  
Class 600 Surgery  
Class 623 Prosthesis  
Class 901 Robots  
Class 968 Horology  
Class 984 Musical Instruments

### **Settore Tecnologie degli autoveicoli**

Class 60 Power Plants  
Class 73 Measuring and Testing  
Class 74 Machine Element or Mechanism  
Class 123 Internal-Combustion Engines  
Class 164 Metal Founding  
Class 180 Motor Vehicles  
Class 242 Winding, Tensioning, or Guiding  
Class 280 Land Vehicles  
Class 296 Land Vehicles: Bodies and Tops  
Class 301 Land Vehicles: Wheels and Axles  
Class 305 Wheel Substitutes for Land Vehicles  
Class 307 Electrical Transmission or Interconnection Systems  
Class 340 Communications: Electrical  
Class 361 Electricity: Electrical Systems and Devices  
Class 384 Bearings  
Class 701 Data Processing: Vehicles, Navigation, and Relative Location

### **Settore Aeronautica**

Class 29 Metal Working  
Class 29 Metal Working (Rolls)  
Class 60 Power Plants  
Class 73 Measuring and Testing  
Class 123 Internal Combustion Engines  
Class 148 Metal Treatment  
Class 156 Adhesive bonding or Miscellaneous Chemical Manufacture

## Appendice 3

- Class 188 Brakes
- Class 219 Electric Heating
- Class 228 Metal Fusion Bonding
- Class 244 Aeronautics
- Class 250 Radiant Energy
- Class 264 Plastic and Nonmetallic Article Shaping or Treating: Processes
- Class 310 Electrical Generator or Motor Structure
- Class 324 Electricity: Measuring and Testing
- Class 340 Communications: Electrical
- Class 342 Communications: (*e. g.* Radar, Radio Navigation)
- Class 343 Communications: Radio Waves Antennas
- Class 356 Optics: Measuring and Testing
- Class 359 Optics: Systems and Elements
- Class 364 Electrical Computers and Data Processing Systems
- Class 382 Image Analysis
- Class 395 Information Processing System Organization
- Class 415 Rotary Kinetic Fluid Motors or Pumps
- Class 416 Fluid Reaction Surfaces (*i. e.* Impellers)
- Class 427 Coating Process
- Class 428 Stock Material or Miscellaneous Articles
- Class 429 Chemistry: Electrical Current Producing Apparatus
- Class 435 Chemistry: Molecular Biology and Microbiology
- Class 455 Telecommunications
- Class 528 Resin Condensates (from Various Starting Materials, *e. g.* Phenols)
- Class 600 Surgery
- Class 701 Data Processing: Vehicles, Navigation and Relative Location
- Class 702 Data Processing: Measuring, Calibrating or Testing

### **Settore Biotecnologie**

- Class 106 Compositions: Coating or Plastic
- Class 252 Compositions
- Class 422 Chemical Apparatus and Process Disinfecting, Deodorizing, Preserving, or Sterilizing
- Class 424 Drug, Bio-Affecting and Body Treating Compositions
- Class 428 Stock Material or Miscellaneous Articles
- Class 435 Chemistry: Molecular Biology and Microbiology
- Class 436 Chemistry: Analytical and Immunological Testing
- Class 504 Plant Protecting and Regulating Compositions

## Le classi brevettuali utilizzate

Class 514	Drug, Bio-Affecting and Body Treating Compositions
Class 530	Chemistry: Natural Resins or Derivatives; Peptides or Proteins; Reaction Products
Class 536	Organic Compounds
Class 540	Organic Compounds
Class 544	Organic Compounds
Class 546	Organic Compounds
Class 548	Organic Compounds
Class 549	Organic Compounds
Class 558	Organic Compounds
Class 560	Organic Compounds
Class 562	Organic Compounds
Class 564	Organic Compounds
Class 568	Organic Compounds
Class 604	Surgery
Class 930	Peptide or Protein Sequence
Class 987	Organic Compounds



## Bibliografia

- Abramovitz, M. (1956), «Resources and output trends in the United States since 1870», in *American Economic Review*, 46, pp. 5-23.
- 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. 251-259.
- Ancarani, V. (1996), *La scienza decostruita. Teorie sociologiche della conoscenza scientifica*, Milano, Franco Angeli.
- Antonelli, C. (1995), *The economics of localized technological change and industrial dynamics*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- (1999a), *The microdynamics of technological change*, London, Routledge.
  - (a cura di) (1999b), *Conoscenza tecnologica. Nuovi paradigmi dell'innovazione e specificità italiana*, Torino, Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli.
  - (2001), *The microeconomics of technological systems*, Oxford, Oxford University Press.
- Arrow, K. J. (1962a), «The economic implications of learning by doing», in *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173.
- (1962b), «Economic welfare and the allocation of resources for invention», in Nelson, R. R. (a cura di), *The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*, Princeton, Princeton University Press, NBER.
  - (1969), «Classificatory notes on the production and transmission of technical knowledge», in *American Economic Review*, 59, pp. 29-35.
- Bijker, W. E. et al. (a cura di) (1987), *The social construction of technological systems*, Cambridge MA, MIT Press.

## Bibliografia

- Bound J. *et al.* (1984), «Who does R&D and who patents?», in Griliches 1984, pp. 21-54.
- Callon, M. (1989), *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, Paris, La Découverte.
- Carpenter, M., Narin, F. e Woolf, P. (1981), «Citation Rates to technologically important patents», in *World Patent Information*, 4, pp. 160-163.
- Carpenter, M. e Narin, F. (1983), «Validation Study: citations as indicators of science and foreign dependence», in *World Patent Information*, 5, 3, pp. 180-185.
- David, P. A. (1993), *Knowledge property and the system dynamics of technological change. Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, Washington, The World Bank.
- (1994), «Positive feed-backs and research productivity in science: reopening another black box», in Granstrand, O. (a cura di), *Economics and technology*, Amsterdam, Elsevier.
  - (1998), «Communication norms and the collective cognitive performance of 'Invisible Colleges'», in Navaretti, G. B. *et al.* (a cura di), *Creation and the transfer of knowledge: institutions and incentives*, Berlin - Heidelberg - New York, Springer Verlag.
- Dosi, G. (1982), «Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change», in *Research Policy*, 11, pp. 147-162.
- (1988), «Sources procedures and microeconomic effects of innovation», in *Journal of Economic Literature*, 26, pp. 1120-1171.
- Dosi, G. *et al.* (1988), *Technical change and economic theory*, London, Pinter.
- Etzkowitz, H. e Webster, A. (1994), *Science as intellectual property*, in Jasanoff, S. *et al.* (a cura di), *Handbook of science and technology studies*, Thousand Oaks, Sage.
- Foray, D. (2001), *The economics of knowledge and the knowledge-based economy: a changing discipline in an evolving society*, Dordrecht-Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Freeman, C. (1991), «Networks of innovators: a synthesis of research issues», in *Research Policy*, 20, pp. 499-514.
- Garfield, E. (1955), «Citation Indexes for Science», in *Science*, 122, pp. 108-111.
- (1980), «Are the 1970 Prizewinners of Nobel Class?», in *Current Comments*, 38, p. 609.

- (1986), «Do Nobel Prize Winners Write Citation Classics?», in *Current Comments*, 23, p. 182.
- Geuna, A. (2000), *The economics of knowledge production. Funding and the structure of university research*, Chetenham, Edward Elgar.
- 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.
- Griliches, Z. (a cura di) (1984), *R&D Patents and Productivity*, Chicago, University Chicago Press, NBER.
- (1990), «Patent statistics as economic indicators: a survey», in *Journal of Economic Literature*, 28, pp. 1661-1707.
- (1992), «The search for R&D spillovers», in *Scandinavian Journal of Economics*, 94, pp. 29-47.
- (1997), «The discovery of the residual», in *Journal of Economic Literature*, 34, pp. 1324-1330.
- Hall, B., Griliches, Z. e Hausman, J. (1986), «Patents and R&D: is there a lag?», in *International Economic Review*, pp. 265-283.
- Hall, B., Jaffe, A. e Trajtenberg, M. (1998), «Market value and patent citations: a first look», relazione al convegno su «Intangibles and capital markets», New York, New York University.
- Hayek, F. A. (1945), «The use of knowledge in society», in *American Economic Review*, 35, pp. 519-530.
- Hirschman, A. O. (1991), *The rhetoric of reaction: perversity, futility, jeopardy*, Cambridge, The Belknap Press.
- Inhaber, R. e Przednowek, K. (1976), «Quality of research and the noble prizes», in *Social Studies of Science*, 6, pp. 33-50.
- ISI - Institute for Scientific Information (1998), *Journal of Citation Report*.
- ISTAT (1999), *Ricerca e Sviluppo in Italia nel periodo 1997-1998*, Statistiche in breve, Roma.
- Jaffe, A. (1983), *Using patent data to measure technological proximity and research spillovers among firms*, Cambridge MA, Harvard University 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, 3, agosto.

## Bibliografia

- Jasanoff, S. *et al.* (a cura di) (1994), *Handbook of science and technology studies*, Thousand Oaks, Sage.
- Jefferson, T. (1984), *No patent on ideas: letter to Isaac McPherson*, lettera datata 13 agosto 1813, in *Writings*, New York, Library of America, pp. 1286-1294.
- Katz, M. e Shapiro, C. (1985), «Network externalities competition and compatibility», in *American Economic Review*, 75, pp. 424-440.
- Kline, S. J. e Rosenberg, N. (1986), «An overview of innovation», in Landau, R. e Rosenberg, N. (a cura di), *The positive sum strategy*, Washington, National Academy Press.
- Knorr Cetina, K. (1981), *The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science*, Oxford, Oxford University Press.
- Kuhn, R. L. (a cura di) (1985), *Frontiers in creative and innovative management*, Cambridge, Ballinger.
- Kuhn, T. (1962), *The structure of scientific revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.
- Lamberton, D. (a cura di) (1971), *Economics of information and knowledge*, Harmondsworth, Penguin.
- Latour, B. (1987), *Science in action. How to follow scientists and engineers in society*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Machlup, F. (1962), *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton, Princeton University Press.
- Merton, R. (1973), *The sociology of science: theoretical and empirical investigations*, Chicago, University of Chicago Press.
- Metcalf, J. S. (1995), «Technology systems and technology policy in historical perspective», in *Cambridge Journal of Economics*, 19, pp. 25-47.
- (1997), *Evolutionary economics and creative destruction*, London, Routledge.
- Misa, T. J. (1995), «Retrieving sociotechnical change from technological determinism», in Smith, M. R. e Marx, L. (a cura di), *Does technology drive history? The dilemma of technological determinism*, Cambridge MA, MIT Press.
- Narin, F. (1969), *Principal Investigator. TRACES - Technology in Retrospect and Critical Events in Sciences (Contract NSF C-535)*, IIT Research Institute, relazione per il National Science Foundation, vol. 2.
- (1976), *Evaluative bibliometrics: the use of publication and citation*

- analysis in the evaluation of scientific activity (Contract NSF C-627)*, National Science Foundation, 31, monografia.
- Narin, F., Hamilton, K. e Olivastro, D. (1997), «The Increasing Linkage between U.S. Technology and Public Science», in *Research Policy*, 26, 3, pp. 317-330, ristampato in *AAAS Science and Technology Yearbook*, 1998.
- Narin, F. e Noma, E. (1987), «Patents as indicators of corporate technological strength», in *Research Policy*, 16, pp. 143-155.
- Narin, F. e Olivastro, D. (1988), «Patent citation analysis: new validation studies and linkage statistics», in Van Raan, A. F. J., Nederhoff, A. J. e Moed, H. F. (a cura di), *Science Indicators: their use in science policy and their role in science studies*, DSWO Press (Olanda), pp. 14-16.
- National Science Foundation, *Science Indicators 1972, Report of the National Science Board*, 1973 (e i successivi rapporti).
- Nelson, R. R. e Winter, S. G. (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Nelson, R. R. (a cura di) (1993), *National systems of innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- Pakes, A. (1985), «On patents, R&D, and the stock market rate of return», in *Journal of Political Economy*, 93, 2, pp. 390-409.
- Patents and Trademarks Office, U.S. Department of Commerce - USPTO (1976), *Technology Assessment and Forecast*, sesto rapporto, giugno.
- *Manual of Patent Examining Procedures* (1995) (section 904.02), sesta edizione.
- Polanyi, M. (1958), *Personal knowledge. Towards a post-critical philosophy*, London, Routledge & Kegan Paul.
- (1966), *The tacit dimension*, London, Routledge & Kegan Paul.
- Price de Solla, D. J. (1969), *Measuring the size of science, proceedings of the Israel Academy of Science and Humanities*, 10-11.
- (1984), *Little science big science*, New York, Columbia University Press.
- Rosenberg, N. (a cura di) (1971), *The economics of technological change*, Harmondsworth, Penguin.
- (1976), *Perspectives on technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1982), *Inside the black box. Technology and economics*, Cambridge, Cambridge University Press.

## Bibliografia

- (2000), *Schumpeter and the endogeneity of technology. Some american perspectives*, London, Routledge.
- Samuelson, P. (1954), «The pure theory of public expenditure», in *Review of Economics and Statistics*, 36, pp. 387-389.
- Scherer, F. M. (1965), «Firm size, market structure, opportunity and the output of patented inventions», in *American Economy Review*, pp. 1097-1125.
- (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.
- (1999), *New perspectives on economic growth and technological innovation*, Washington, Brookings Institution Press.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and economic growth*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Simon, H. A. (1962), «The architecture of complexity», in *Proceedings of the American philosophical society*, 106, pp. 467-482.
- (1969), *The sciences of artificial*, Cambridge MA, MIT Press.
- (1982), *Metaphors of bounded rationality: behavioral economics and business organization*, Cambridge MA, MIT Press.
- (1985), «What do we know about the creative process?», in Kuhn, R. L. (a cura di), *Frontiers in creative and innovative management*, Cambridge, Ballinger.
- Smith, M. R. e Marx, L. (a cura di) (1995), *Does technology drive history? The dilemma of technological determinism*, Cambridge MA, MIT Press.
- Soete, L. (1983), *Comments on the OTAF concordance between the US-SIC and the US patent classification*, Mimeo, SPRU University of Sussex.
- Solow, R. M. (1957), «Technical change and the aggregate production function», in *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.
- Stephan, P. E. (1996), «The economics of science», in *Journal of Economic Literature*, 34, pp. 1199-1235.
- Stiglitz, J. (1999), *Scan globally, reinvent locally: Knowledge infrastructure and the localization of knowledge*, Keynote Address First Global Development Network Conference, dicembre 1999, Bonn (Germania).
- Stoneman, P. (a cura di) (1995), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Oxford, Basil Blackwell.
- Tijssen, R. J. e van Wijk, E. (1999), «In search of an european paradox: an international comparison of Europe's scientific performance and

- knowledge flows in Information and Communication Technologies research», in *Research Policy*, vol. 28, 5, pp. 519-543.
- Trajtenberg, M. (1990), «A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations», in *Rand Journal of Economics*, 21, 11.
- Utterback, J. M. (1994), *Mastering the dynamics of innovation*, Boston, Harvard Business School Press.
- Von Hippel, E. (1988), *The sources of innovation*, London, Oxford University Press.
- Wichmann Matthiessen, C. e Winkel Schwartz, A. (1999), «Scientific Centres in Europe: an analysis of research strength and patterns of specialization based on bibliometric indicators», in *Urban Studies*, vol. 36, 3, pp. 453-477.
- Worcester Polytechnic Institute, *Analysis of highly cited patents: are they important?* (rapporto preparato per lo U.S. Patent Office).



## Nota sugli autori

Cristiano Antonelli, professore ordinario di Politica Economica presso l'Università di Torino, è uno dei principali studiosi europei di economia dell'innovazione.

Mario Calderini è professore associato di Economia presso la Scuola Politecnica in Economia e Organizzazione «Vilfredo Pareto» del Politecnico di Torino e insegna Economia e Gestione dell'Innovazione al Dottorato di Ricerca «Economia e Management della Tecnologia», Università di Bergamo.



## Contributi di Ricerca

Aa.Vv., *La nuova Russia. Dibattito culturale e modello di società in costruzione.*

Jean-Claude Chesnais e Sun Minglei, *Il futuro della popolazione cinese. Declino demografico e crescita economica.*

Franco Garelli, Andrea Pacini e Antonella Castellani, *Cooperazione e solidarietà internazionale in Piemonte.*

Piero Sinatti (a cura di), *La Russia e i conflitti nel Caucaso.*

Lionello Lanciotti (a cura di), *Conoscere la Cina.*

## Altri volumi di interesse pubblicati dalle Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli

Cristiano Antonelli (a cura di), *Conoscenza tecnologica. Nuovi paradigmi dell'innovazione e specificità italiana.*

Francesco Silva e Giovanni Ramello (a cura di), *Dal vinile a Internet. Economia della musica tra tecnologia e diritti.*

Finito di stampare nel mese di giugno 2001  
Dalla Tipolito Subalpina s.r.l. in Rivoli (To)  
Grafica copertina di Gloriano Bosio