

SOCIETÀ ITALIANA  
DEGLI STORICI DELL'ECONOMIA

*Innovazione e sviluppo.  
Tecnologia e organizzazione  
fra  
teoria economica e ricerca storica  
(secoli XVI-XX)*

ATTI DEL SECONDO CONVEGNO NAZIONALE  
4 - 6 MARZO 1993

MONDUZZI EDITORE

MICHELANGELO VASTA\*

# INDICATORI DEL PROGRESSO TECNICO: L'USO DEI BREVETTI NELL'ANALISI DEL *TAKE OFF* ITALIANO\*\*

## 1. PROGRESSO TECNICO E SVILUPPO ECONOMICO

La storiografia classica è spesso ricorsa al progresso tecnico per spiegare le trasformazioni economiche che si sono succedute a partire dalla seconda metà del Settecento<sup>1</sup>. L'importanza del ruolo svolto dal progresso tecnico nel determinare il tasso dello sviluppo economico è stata sottolineata nel corso degli anni '50 dai teorici dello sviluppo<sup>2</sup>, i quali hanno sottolineato la rilevanza quantitativa del progresso tecnico nello sviluppo dell'economia americana. Solow, ad esempio, osserva che solamente una piccola parte della crescita di lungo periodo dell'economia americana è da mettere in relazione alle crescenti quantità di *input* di capitale e lavoro impiegate, e che la ragione principale dell'incremento del tasso di sviluppo è da imputare all'aumento della produttività delle risorse. Solow tenta così di incorporare il progresso tecnico nella tradizionale funzione di produzione per diminuire il residuo, e dare una spiegazione più completa dei fattori dello sviluppo senza apportare cambiamenti al paradigma interpretativo. È in questo ambito che i brevetti vengono utilizzati come *proxy* della stessa attività inventiva.

## 2. L'USO DEI BREVETTI COME INDICATORE: METODOLOGIE E PROBLEMATICHE

I primi studi che utilizzano i brevetti come indicatore del progresso tecnico risalgono agli anni '60. Fra i più rilevanti lavori empirici spiccano le prime

---

\* University of Oxford.

\*\* Desidero ringraziare Renato Giannetti per aver letto e commentato una precedente versione di questo saggio. Un ringraziamento va anche a tutti i partecipanti della sessione del convegno dove questo lavoro è stato discusso, ed in particolare al presidente della sessione prof. Giorgio Mori.

<sup>1</sup> ASHTON 1906; MANTOUX 1908.

<sup>2</sup> ABRAMOVITZ 1956; SOLOW 1957; DENISON 1962.

ricerche relative all'industria americana<sup>3</sup>. Nel corso degli anni '70 l'interesse per l'uso dei brevetti come indicatore si è ampliato in seguito alla ripresa di teorie dello sviluppo economico fondate sul ruolo delle invenzioni e delle innovazioni quali motori del cambiamento, secondo una visione di tipo schumpeteriano<sup>4</sup>. In queste la tecnologia viene interpretata come fattore chiave e periodizzante dello sviluppo economico, e di conseguenza si cerca di misurarla e capirla al pari degli altri fattori di produzione. In quest'ottica i brevetti sono l'indicatore della capacità tecnologica di un paese o di un settore industriale, ed è attraverso questi che è possibile collocare i diversi paesi rispetto alla frontiera della tecnologia ed alle onde di sviluppo che essa provoca. L'uso dell'indicatore brevettuale quale *proxy* dell'*output* delle attività tecnico-scientifiche pone tuttavia alcuni problemi che possono essere schematizzati in tre grandi categorie: 1) i brevetti non rappresentano l'attività innovativa per intero: non tutte le invenzioni vengono brevettate e inoltre i dati brevettuali contengono sovente invenzioni senza alcun valore commerciale; 2) la propensione a brevettare varia nei diversi settori: se le aspettative di vita di un brevetto sono più lunghe che la massima durata di un brevetto - solitamente non più di venti anni - come accade nei settori *maturi*, può essere più conveniente tenere l'invenzione segreta. Questo accade d'altro canto anche nei settori *nuovi*, dove, dato il breve ciclo di vita del prodotto, le aspettative di durata di un brevetto possono essere assai limitate. Ad esempio, le imprese chimiche tedesche brevettavano solo certe parti dei processi per impedire l'imitazione, cosicché può risultare difficile attribuire la direzione del cambiamento, o confondere per difficoltà tecnologiche strategie consapevoli di occultamento; 3) le diversità delle legislazioni fra paesi e i cambiamenti che si verificano nelle legislazioni dei singoli paesi possono sovrastimare o sottostimare la capacità innovativa. È esemplare, in proposito, il ruolo svolto dal sistema tedesco di concessione dei brevetti che - grazie ad una normativa rigorosa *Aufgebotsverfahren* che prevedeva indagini da parte dell'Ufficio sulla effettiva originalità del brevetto sia all'interno che all'estero - assicurava una buona corrispondenza tra numero dei brevetti e loro significatività come *proxy* di attività innovativa. Al contrario le statistiche italiane erano meno significative in tal senso: l'Ufficio brevetti, infatti, si limitava alla registrazione ed alla tutela giuridica del brevetto senza entrare nel merito della originalità e della qualità del brevetto depositato. Le analisi comparate fra diversi paesi risultano quindi molto difficili da effettuare proprio per la grande differenza che vi è nel rapporto fra richieste e concessioni dei brevetti nelle diverse realtà nazionali.

Gli studi empirici, che negli ultimi anni si sono fatti sempre più numerosi, hanno cercato di superare questi problemi nell'utilizzo dei dati dei brevetti introducendo accorgimenti per rendere più sofisticato l'indicatore. Per migliorare la qualità dei dati si è classificato ogni singolo brevetto secondo il proprio valore<sup>5</sup>. Per far fronte ai problemi relativi alle differenze dei sistemi locali, che non permettono comparazioni *cross country*, si è ricorsi ai dati relativi all'attività innovativa svolta dai diversi paesi in un paese terzo, scelto in base alla posizione dominante sia dal punto di vista economico che tecnologico. Alcuni

<sup>3</sup> SCHMOOKLER 1966; SCHERER 1965.

<sup>4</sup> FREEMAN 1982.

<sup>5</sup> SCHANKERMANN, PAKES 1984, 1986.

studi hanno scelto l'Inghilterra o la Francia<sup>6</sup>, ma solitamente la scelta più comune è quella degli Stati Uniti<sup>7</sup>, anche perché i dati americani sono di facile accesso grazie alla loro progressiva informatizzazione. Chi scrive ha recentemente cercato di verificare la possibilità di utilizzare i dati relativi all'Italia come quelli di un paese terzo<sup>8</sup>. La scelta di un paese terzo come ambito di comparazione ha ricevuto numerose critiche ed è stata ampiamente discussa. Recentemente questo metodo è stato sottoposto a verifica empirica e si sono osservate le sostanziali differenze che si verificano nell'analisi dei dati di un paese misurando i brevetti domestici e quelli internazionali e adottando paesi diversi come scenario delle analisi comparate<sup>10</sup>. Per ovviare alle deficienze qualitative dell'indicatore brevettuale si è sviluppata una consistente letteratura empirica e sono state messe a punto proposte di tassonomie anche di livello molto sofisticato. Pavitt<sup>11</sup> considera le imprese come soggetti del cambiamento e propone, sulla base della banca dati sulle innovazioni introdotte in Gran Bretagna messa a punto dallo Science Policy Research Unit (SPRU), una tassonomia dei settori industriali che è assai utile per delimitare l'uso dei brevetti nell'indagine storica. Pavitt suddivide le imprese in quattro categorie sulla base della loro attività innovativa:

- 1) le imprese appartenenti ai settori tradizionali di consumo: *supplier dominated*;
- 2) le imprese fornitrici di macchinari e strumenti tecnico-scientifici: *specialised suppliers*;
- 3) imprese che indirizzano le loro strategie verso la riduzione dei costi di produzione sfruttando al massimo le economie di scala: *scale intensive*;
- 4) imprese che producono innovazioni e che effettuano un'intensa attività di ricerca: *science based*.

I settori *science based* svolgono un ruolo fondamentale per l'intera struttura produttiva e possono essere definiti come generatori netti di tecnologia per tutte le altre categorie sopra citate. Storicamente i settori *science based* sono associati alla seconda rivoluzione industriale e ne rappresentano i *paradigmi* o traiettorie, quei quadri generali cioè che delimitano gli avanzamenti del progresso tecnico causando rivoluzioni tecnologiche<sup>12</sup>. Nel caso della produzione elettrica, ad esempio, la coppia caldaia-generatore o turbina-generatore. Sulla base della stessa classificazione la dinamica dei settori può essere descritta per fasi di vita, dall'introduzione della innovazione alla maturità tecnologica.

In questo lavoro si analizza la prima fase delle traiettorie del settore elettrotecnico e di quello chimico in Italia. I dati disponibili coprono un periodo piuttosto breve, il quale non coglie le due traiettorie nel medesimo stato di sviluppo - l'industria elettrica aveva già iniziato il processo di standardizzazione, mentre l'industria chimica era in uno stadio di maturità meno avanzato-, ma pur considerando questa discrepanza, credo che si possano ugualmente avanzare alcune ipotesi interpretative.

<sup>6</sup> REEKIE 1972; TILTON 1971.

<sup>7</sup> PAVITT 1980; SOETE, WYATT 1983.

<sup>8</sup> VASTA 1994.

<sup>9</sup> PAVITT 1988; BASBERG 1987.

<sup>10</sup> ARCHIBUGI, PIANTA 1991.

<sup>11</sup> PAVITT 1984; PAVITT, ROBSON, TOWNSEND 1989.

<sup>12</sup> DOSI 1982; NELSON, WINTER 1982; SAHAL 1981.

### 3. LE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DEI DUE SETTORI

a) *Il settore elettrico*. La prima fase della traiettoria tecnologica relativa all'industria elettrotecnica è caratterizzata da una grande varietà scientifica e tecnologica - tipica di tutti i settori nuovi - che si manifesta nella presenza di *standard* differenti nella costruzione del macchinario, nella trasmissione e nella distribuzione della corrente, ed anche nelle unità di misura adottate<sup>13</sup>. Storicamente è la corrente continua ad essere adoperata per prima nel campo della generazione elettrica, ma questa ha delle caratteristiche che la rendono poco adatta alla trasmissione a lunga distanza. La corrente alternata invece fu introdotta nell'ultimo decennio del secolo e rese infatti possibile l'utilizzo dell'energia a grandi distanze grazie alla possibilità di portare a valori più elevati le tensioni. Tuttavia anche l'uso delle correnti alternate, che consentì l'eccezionale processo di elettrificazione di fine secolo, presenta alcuni punti critici. Ad esempio, esse impedivano parte delle applicazioni della corrente a causa della loro eccessiva tensione come nel caso dei motori elettrici. Inoltre il crescere della tensione provocò problemi nuovi e imprevisi come l'effetto corona e problemi di corto circuito che mettevano fuori uso l'intero sistema con pesanti danni economici. Per consentire di utilizzare le possibilità della corrente alternata essa doveva essere convertita ad una tensione utile per le varie applicazioni nelle quali veniva adoperata. La ricerca si concentrò nella costruzione di apparecchi in grado di ovviare a questi problemi. Nel campo della trasformazione delle correnti venne messo a punto il trasformatore statico che consentì di superare questo punto critico. Il problema dei corti circuiti nelle reti spinse invece verso il perfezionamento di interruttori che fossero in grado di isolare con sicurezza il guasto. Ciò richiese numerosi studi, anche di carattere teorico, sul fenomeno dell'arco elettrico che è uno dei più complessi della fisica e che pone diversi problemi relativi alla progettazione e alla costruzione. La realizzazione di interruttori in grado di rispondere alle necessità che si presentano negli impianti di grandi dimensioni si ebbe solamente nei laboratori di ricerca che si formarono all'indomani della prima guerra mondiale<sup>14</sup>.

b) *Il settore chimico*. Il nuovo sistema tecnologico rappresentato dall'introduzione di nuovi prodotti chimici, soprattutto della chimica organica, è individuabile nel *boom* precedente la prima guerra mondiale<sup>15</sup>. La grande varietà di prodotti che caratterizza la chimica suggerisce però che questa sia soltanto la prima di una serie di altre traiettorie che si affermarono in successione fino all'inizio degli anni '30. Gli effetti chimici dell'elettricità erano noti già dai primi anni del XIX secolo, ma fu con il forte aumento di disponibilità di elettricità a basso costo che si verificò negli ultimi anni del secolo, che si diffuse la preparazione di composti chimici tramite processi elettrolitici. Le più importanti applicazioni industriali dell'elettrochimica erano la produzione di certi metalli non ferrosi come l'alluminio. La prima decade del XX secolo vide la definitiva scomparsa del metodo Leblanc che venne sostituito con il processo Solvay per la fabbricazione dell'ammoniaca con la soda. Verso la fine del XIX

<sup>13</sup> DUNSHEATH 1962; GIANNETTI 1985; MACKECHNIE JARVIS 1965.

<sup>14</sup> MAGGI 1939.

<sup>15</sup> HABER 1958, 1971; HOHENBERG 1967; WILLIAMS 1972.

secolo le ricerche condotte da Frasch resero possibile lo sfruttamento dei giacimenti di zolfo nativo per la produzione di acido solforico che divenne uno dei prodotti più importanti per volumi di produzione e per versatilità di impiego. L'acido solforico a grande concentrazione, l'oleum, venne largamente usato nell'industria dei coloranti e degli esplosivi. La produzione dell'oleum che era stata per lungo tempo monopolio delle fabbriche boeme, dove si otteneva attraverso la distillazione del solfato di ferro, venne intrapresa anche in Germania da parte della BASF.

Uno dei comparti che realizzò grandi perfezionamenti negli anni a cavallo fra i due secoli fu anche quello dei coloranti. Le sostanze coloranti rappresentavano la più vecchia produzione dell'industria della chimica organica: buona parte delle sostanze coloranti vennero scoperte nel secolo scorso a partire dagli anni '70, ma dall'inizio del XX secolo si svilupparono ricerche indirizzate al perfezionamento delle sostanze note e alla messa a punto di tecniche innovative per la loro realizzazione<sup>16</sup>.

Nei primi anni del secolo vennero anche perfezionate le tecniche per la fissazione dell'azoto. L'azoto ha una grande importanza industriale poiché viene adoperato nella preparazione di composti come l'ammoniaca, l'acido nitrico e i fertilizzanti. Il notevole incremento nella domanda di fertilizzanti azotati per l'agricoltura, di acido nitrico per la fabbricazione di esplosivi e per la preparazione di coloranti indirizzò molte ricerche nella realizzazione di un metodo che permettesse di combinare l'azoto atmosferico. Numerosi tentativi vennero fatti fino a che Birkeland e Eyde misero a punto il processo ad arco per la preparazione di acido nitrico in quantità industriali. Pochi anni più tardi, nel 1905, il tedesco Schonherr - per conto della BASF - brevettò un processo simile a quello messo a punto dai due norvegesi. Il metodo di fissazione dell'azoto, che più di ogni altro significò una rottura con il passato, venne messo a punto dal chimico tedesco Fritz Haber e sviluppato industrialmente da Carl Bosch. Questo processo consisteva nel sintetizzare l'ammoniaca direttamente da azoto e idrogeno. Nonostante la sua estrema semplicità, la messa a punto richiese numerosi anni per la complessità dei problemi riguardanti la costruzione degli impianti e il funzionamento dei reattori. Lo scoppio della prima guerra mondiale provocò un aumento nella domanda di acido nitrico e il processo di ossidazione dell'ammoniaca, che si era sviluppato come conseguenza del processo Haber, conobbe un ulteriore sviluppo. L'industria dei fertilizzanti azotati risentì molto del perfezionamento del processo Haber-Bosch che consentì di fare a meno della tradizionale fonte di approvvigionamento del nitrato di sodio, i giacimenti del Sud America. Anche l'industria dei perfosfati registrò un incremento molto rapido, grazie alla scoperta di nuovi giacimenti di fosfato di calcio nel Nord Africa. Vennero messi a punto metodi per trasformare il fosfato di calcio in superfosfati mediante trattamento con acido solforico. Inoltre si iniziarono a produrre sostanze antiparassitarie come il solfato di rame in quantità sempre maggiori<sup>17</sup>.

I prodotti farmaceutici di sintesi iniziarono ad essere prodotti durante gli anni '80 del secolo scorso, ma il punto di rottura con il passato e l'inizio di una nuova traiettoria tecnologica si verificarono nei primi anni del nostro secolo.

<sup>16</sup> BEER 1959; WALSH 1984.

<sup>17</sup> PEZZATI 1990.

L'aspirina, ad esempio, venne ottenuta per la prima volta nel 1899. Il passaggio nella preparazione dei medicinali dalle sostanze naturali a quelle sintetiche avvenne però molto gradualmente e si affermò definitivamente solo alla vigilia della seconda guerra mondiale.

L'industria degli esplosivi nacque nel secolo scorso, ma si diffuse e si sviluppò sensibilmente solo a partire dall'inizio del nuovo secolo con l'impiego degli esplosivi all'acido picrico. Il settore conobbe poi un grande sviluppo a causa della guerra che incentivò la produzione di una serie di intermedi del catrame che potevano servire per produrre esplosivi o coloranti indifferentemente.

#### 4. LA FONTE

La ricerca si basa sull'analisi di 6.526 attestati di privativa concessi in Italia nel settore elettrotecnico e di 2.630 nel settore chimico nel periodo 1900-14. Le fonti utilizzate sono il "Bollettino della proprietà intellettuale", pubblicazione periodica edita dal Ministero d'agricoltura, industria e commercio (M.A.I.C.), e alcune riviste di settore: "La chimica industriale" e "L'industria chimica, mineraria e metallurgica". Ogni brevetto è stato riclassificato sulla base della classificazione internazionale dei brevetti pubblicata dalla World Intellectual Property Organization<sup>18</sup>.

#### 5. INNOVAZIONI ITALIANE E STRANIERE

L'analisi della provenienza delle innovazioni consente di verificare il forte grado di dipendenza dall'estero al quale l'industria italiana è vincolata. In entrambi i settori la quota dei brevetti italiani si attesta intorno al 30%. È comunque importante notare come questa dipendenza diviene meno forte verso la fine del periodo.

Come si vede dalla tab. 1, relativa al settore chimico, il contributo più cospicuo proviene dalla Germania, che ha una quota del 34% e dalla Francia con l'11,5%. Per il settore elettrico, descritto dalla tab. 2, sono sempre la Germania e la Francia i paesi con la quota maggiore, anche se il contributo americano è qui piuttosto rilevante. La capacità innovativa degli inventori italiani appare comunque in continua ascesa durante tutto il periodo preso in esame, specialmente per quanto riguarda il settore elettrico. La media generale del contributo innovativo italiano per l'intero periodo è più alta per il settore elettrico, dove la dipendenza sembra essere globalmente meno accentuata.

La presenza tedesca nei due settori è molto rilevante, e contraddistinta da una sostanziale stabilità: la quota dell'intero periodo ammonta al 23,9% per il settore elettrico e al 34% per quello chimico. Il contributo francese diviene invece più esiguo nel corso del quindicennio esaminato per il settore elettrico; per quanto riguarda l'industria chimica la quota francese non subisce variazioni di rilievo nel periodo con quote intorno all'11%. Il contributo americano è molto diverso nei due settori e risulta assai maggiore nell'industria elettrica rispetto

<sup>18</sup> WIPO 1984.

all'industria chimica dove appare piuttosto limitato. L'attività innovativa britannica mostra un *trend* piuttosto simile nei due settori con una quota intorno al 6-7%. Il contributo svizzero risulta assai limitato e comunque mostra quote molto maggiori nel comparto elettrico rispetto a quello chimico. L'attività innovativa di altri paesi è esigua e comunque non raggiunge nel complesso il 10% del totale.

Se il dato aggregato italiano appare piuttosto buono, qualche ombra sulla capacità innovativa del settore elettrotecnico italiano emerge dalla analisi per tipo di prodotto. La suddivisione per prodotto dei dati relativi alle fonti innovative consente di abbozzare un'analisi qualitativa del contributo innovativo che i diversi paesi apportano ai due settori presi in esame. Per compiere questa analisi si è utilizzato l'indice di "Revealed Technological Advantage"<sup>19</sup>. Il suo uso consente di verificare l'andamento dei modelli di specializzazione dei singoli paesi, e di verificare il livello di accumulazione tecnologica.

Una categoria di prodotti che richiede una notevole capacità tecnologica è quella relativa alle componenti dei generatori. Fra queste gli interruttori sono il prodotto critico, poiché hanno alcune caratteristiche fisiche che li rendono di difficile comprensione, progettazione e collaudo, e vengono quindi progettati nei grandi laboratori di ricerca delle imprese e non sono dovuti alla genialità di qualche inventore isolato. La disaggregazione dei dati relativi alle innovazioni per questa serie di prodotti appare sostanzialmente diversa rispetto al quadro generale. La quota dell'Italia si presenta infatti notevolmente inferiore a quanto osservato in precedenza, e per di più non si verifica quel *trend* di crescita registrato nel settore visto nel suo insieme. Il peso della Germania appare sostanzialmente il medesimo mentre è molto significativa per questo gruppo di prodotti la presenza francese e specialmente quella svizzera.

Un'ulteriore conferma della limitata capacità innovativa italiana dal punto di vista qualitativo si ricava dall'analisi dei dati relativi ad un prodotto che nel periodo preso in esame ha un'intensità tecnologica molto elevata come i trasformatori. La quota italiana per le innovazioni concernenti questo prodotto si mantiene al di sotto della quota generale con valori dell'indice di RTA costantemente minori di 1. L'indice per quanto riguarda la Germania e la Francia è invece maggiore di 1 per buona parte del periodo.

Per quanto riguarda i prodotti chimici il caso dei coloranti è assai significativo: il valore dell'indice tedesco è infatti molto elevato con valori intorno all'1,5, mentre per gli altri paesi l'indice rimane abbondantemente sotto l'1, se si eccettua la Svizzera che ha valori molto alti, ma che per motivi di esiguità del campione non sono molto rappresentativi.

<sup>19</sup> SOETE 1980; CANTWELL 1989; ID. 1991. L'indice è dato dal quoziente dello *share* dei brevetti di un paese *j* per un prodotto *i* sul totale dei brevetti esteri rilasciati in Italia per quel prodotto, sullo *share* dei brevetti del paese *j* in tutti i prodotti di un settore sul totale dei brevetti stranieri nel settore:

$$RTA_{ij} = (P_{ij}/S_j P_{ij}) / (S_i P_{ij} / S_j P_{ij})$$

dove  $P_{ij}$  è il numero dei brevetti del prodotto *i* rilasciati a residenti nel paese *j*. Da qui, quando l'indice assume un valore maggiore di 1 si può dire che questo paese è relativamente avvantaggiato per quel prodotto e viceversa quando il valore è inferiore a 1 vi è uno svantaggio relativo.

**Tabella 1.** *Distribuzione percentuale dei brevetti rilasciati in Italia nel settore chimico per paese d'origine (1900-14).*

anno	Italia	Germania	Gran Bretagna	Francia	Stati Uniti	Svizzera	Austria Ungheria	Belgio	Olanda	Svezia	altri	totale
1900	23,9	34,2	9,2	12,7	6,7	1,5	3,5	2,2	1,8	0,5	3,8	100
1901	24,2	36,8	6,1	11,7	6,5	4,3	3,5	3,0	0,9	0,0	3,0	100
1902	28,1	34,9	6,0	11,9	5,5	4,3	3,0	1,7	0,8	0,0	3,8	100
1903	27,6	33,8	7,1	13,7	2,9	2,3	5,5	2,9	0,0	0,0	4,2	100
1904	29,8	35,6	7,4	12,8	4,8	1,1	2,7	2,1	0,0	1,1	2,6	100
1905	30,8	38,7	6,0	9,0	3,4	3,0	2,3	0,8	0,0	1,1	4,9	100
1906	30,3	33,9	5,1	11,7	6,6	2,2	1,8	2,5	0,4	1,1	4,4	100
1907	29,8	34,5	5,4	7,7	1,2	5,4	3,6	3,0	0,0	1,2	8,2	100
1908	20,2	38,1	7,7	12,2	5,1	4,8	2,6	3,2	0,0	1,0	5,1	100
1909	23,1	38,1	8,4	14,3	2,6	1,5	2,9	2,9	0,0	1,5	4,7	100
1910	26,3	42,1	6,7	7,5	6,2	2,5	2,5	2,1	0,4	0,8	2,9	100
1911	47,1	29,4	0,0	14,7	0,0	5,9	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100
1912	46,2	23,1	3,6	8,7	2,4	2,8	4,0	1,6	0,0	0,8	6,8	100
1913	36,4	27,1	7,3	12,1	3,4	2,6	2,3	2,3	0,3	1,7	4,5	100
1914	31,0	28,6	7,6	11,7	5,2	1,4	3,1	3,1	0,0	1,7	6,6	100
Totale	29,1	34,0	6,8	11,5	4,5	2,7	3,1	2,4	0,4	0,9	4,6	100

Fonte: nostre elaborazioni dal "Bollettino della proprietà intellettuale", a cura del MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO, vari anni e da "La chimica industriale", vari anni.

**Tabella 2.** *Distribuzione percentuale dei brevetti rilasciati in Italia nel settore elettrotecnico per paese d'origine (1900-14).*

anno	Italia	Germania	Gran Bretagna	Francia	Stati Uniti	Svizzera	Austria Ungheria	Belgio	Olanda	Svezia	altri	totale
1900	20,4	20,7	5,5	14,9	13,1	2,4	5,5	14,3	0,3	0,9	2,0	100
1901	24,8	23,7	3,6	14,5	14,5	3,2	4,7	7,7	0,0	0,9	2,4	100
1902	27,5	21,9	6,2	11,4	14,8	2,8	4,9	5,6	1,5	0,6	2,8	100
1903	26,6	23,4	8,1	13,3	17,3	2,6	3,2	3,5	0,0	0,9	1,1	100
1904	30,3	28,2	7,0	11,5	10,3	4,9	1,5	3,6	0,3	0,3	2,1	100
1905	33,1	21,8	11,0	13,8	7,4	4,9	2,3	2,3	0,3	0,3	2,8	100
1906	35,4	23,0	8,8	11,5	7,9	3,6	4,8	1,0	0,0	2,6	1,4	100
1907	32,4	23,9	6,7	13,5	9,6	4,2	3,7	1,7	0,0	1,2	3,1	100
1908	34,3	26,9	6,1	12,3	9,0	3,4	2,7	0,2	0,2	2,7	2,2	100
1909	35,6	25,5	7,5	9,3	9,5	4,6	3,5	1,0	0,2	0,6	2,7	100
1910	34,5	26,2	6,8	7,2	9,4	7,4	3,4	0,2	0,0	2,1	2,8	100
1911	42,3	25,0	5,3	8,6	6,2	6,0	3,8	1,1	0,2	0,6	0,9	100
1912	44,8	21,2	6,0	7,2	4,8	6,6	4,5	1,2	0,0	0,8	2,9	100
1913	43,3	24,3	6,3	9,9	5,3	5,4	1,6	0,5	0,3	1,5	1,6	100
1914	47,1	22,5	4,4	5,9	5,9	8,2	2,0	0,6	0,5	1,8	1,1	100
Totale	35,4	23,9	6,6	10,6	9,1	4,9	3,4	2,5	0,3	1,2	2,1	100

Fonte: nostre elaborazioni dal "Bollettino della proprietà intellettuale" cit., vari anni.

## 6. LA DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DELL'ATTIVITÀ INNOVATIVA IN ITALIA

I dati brevettuali consentono anche di esaminare la diffusione delle varie attività innovative sul territorio nazionale. Dal punto di vista generale si rileva la massima concentrazione dell'attività innovativa nelle aree metropolitane del nord e a Roma. Il dato di Roma sembra comunque non rispecchiare l'effettiva diffusione territoriale del fenomeno; infatti molte aziende, specialmente filiali italiane di imprese estere, avevano la sede sociale nella capitale cosicché l'attestato veniva rilasciato presso tale domicilio anche se questo non rappresentava l'effettiva dimora dell'impresa. La concentrazione nelle città del triangolo appare comunque più accentuata nel settore elettrico dove Milano, Torino e Genova assommano il 52,3% dell'intera attività innovativa italiana; nel settore chimico la quota è invece del 38,5%. La differenza più significativa si ha per la città di Milano che produce il 34,4% delle innovazioni relative all'industria elettrica contro il 18,4% per l'industria chimica.

**Tabella 3.** *Distribuzione territoriale dell'attività innovativa italiana nei settori chimico ed elettrotecnico (1900-14).*

	elettrotecnica		chimica	
	numero	%	numero	%
Emilia Romagna	53	2,3	52	4,7
Friuli Venezia Giulia	15	0,7	7	0,6
Liguria	225	9,7	115	10,5
Lombardia	865	37,4	241	21,9
Piemonte	275	11,9	150	13,6
Val d'Aosta	-	-	2	0,2
Veneto	47	2,0	36	3,3
Italia settentrionale	1.480	64,0	603	54,8
Abruzzi-Molise	5	0,2	4	0,4
Lazio	506	21,9	277	25,2
Marche	22	0,9	11	1,0
Toscana	152	6,6	65	5,9
Umbria	7	0,3	14	1,2
Italia centrale	692	29,9	371	33,7
Basilicata			3	0,3
Calabria	5	0,2		
Campania	95	4,1	38	3,5
Puglia	16	0,7	23	2,1
Sardegna	2	0,1	7	0,6
Sicilia	22	1,0	55	5,0
Italia meridionale e insulare	140	6,1	126	11,5
Totale Italia	2.312	100	1.100	100

Fonte: nostre elaborazioni dal "Bollettino della proprietà intellettuale" cit., vari anni, e da "La chimica industriale", vari anni.

Per ciò che concerne il dato aggregato per aree geografiche si ha, come mostra la tab. 3, una forte concentrazione nel nord del paese, concentrazione che è comunque maggiormente accentuata nel settore elettrico. Se si esaminano i brevetti concessi ad imprese il quadro appare ancora più netto: la quota dell'Italia settentrionale sale infatti per entrambi i settori mentre il peso dell'Italia meridionale e insulare diviene quasi nullo. In questo panorama si nota come la nascente industria elettrotecnica italiana si concentra prevalentemente intorno a Milano: circa la metà dei brevetti concessi ad imprese viene infatti realizzato nel capoluogo lombardo. Le imprese innovatrici sono quindi fortemente concentrate nel triangolo industriale ed in particolare sull'asse Milano-Genova, mentre su livelli innovativi nettamente inferiori si collocano le province di Firenze e Napoli oltre al già ricordato esempio di Roma.

## 7. BREVETTI INDIVIDUALI E D'IMPRESA

La disaggregazione fra i brevetti concessi alle imprese e quelli concessi a privati è stata compiuta tenendo conto, soprattutto per ciò che riguarda i paesi stranieri, quasi esclusivamente della denominazione del richiedente l'attestato di privativa. Questo non dovrebbe modificare sensibilmente il reale peso dei due diversi contributi, in quanto è assai raro che imprese medio-grandi registri-no con il nome di propri dipendenti l'*output* della loro attività innovativa. D'altro canto risulta poco plausibile anche l'ipotesi inversa, e cioè che singoli individui possano richiedere la protezione a nome di impresa. Questa distinzione può aiutare a comprendere in maniera migliore il diverso contributo qualitativo apportato al settore dalle varie componenti nazionali. Per ciò che riguarda i brevetti italiani, possiamo notare come questi siano in prevalenza opera di privati per entrambi i settori produttivi. In un primo periodo la quota dei brevetti individuali si aggira intorno al 90%, quindi tale quota si riduce progressivamente sino a scendere al 71% nel 1914 per l'industria elettrica. Tale dato coincide con lo sviluppo dell'industria elettrica italiana anche se il contributo dei singoli inventori o delle piccole imprese rimane assai rilevante. Prendendo in esame i dati relativi all'industria chimica si osserva invece che tale quota rimane assai elevata per tutto il periodo mantenendosi sempre oltre l'80%. Il peso dei brevetti d'impresa tedeschi aumenta progressivamente durante il periodo. Negli ultimi anni del secolo scorso la quota dei brevetti d'impresa sul totale dei brevetti tedeschi registrati in Italia si aggira per il settore elettrico intorno al 30-35% mentre negli anni immediatamente precedenti il conflitto mondiale tale quota sale fino a sfiorare il 60%. Per il settore chimico tale quota supera il 50% già a partire dai primi anni del secolo. Sul totale dei brevetti rilasciati ad imprese la quota relativa alle imprese tedesche è del 36,7% nel settore elettrico, e raggiunge addirittura il 54% nel settore chimico. I prodotti per i quali l'*output* innovativo delle imprese tedesche, rispetto al contributo individuale, si mostra più rilevante sono i trasformatori (71%), le componenti di generatori (64%) ed i coloranti (96%). Il contributo innovativo francese presenta in proporzione molte analogie con quello tedesco. La proporzione fra brevetti individuali e d'impresa mostra una forte similitudine per la Gran Bretagna e gli Stati Uniti. In entrambi i casi i brevetti individuali sono nettamente in prevalenza rispetto ai brevetti d'impresa con quote superiori al 70% per ambedue i

settori. Per quanto riguarda la Svizzera il quadro appare completamente diverso; infatti i brevetti d'impresa risultano in netta prevalenza sia per ciò che concerne il dato generale - 66% per il settore elettrico e 63% per quello chimico - sia per le distinte categorie di prodotti. I brevetti svizzeri relativi ai trasformatori e ai coloranti realizzati da imprese superano il 90% del totale.

In conclusione possiamo ipotizzare, assumendo come indice di qualità il maggior peso dei brevetti d'impresa nei confronti di quelli individuali, che l'industria elettrica italiana si sviluppa e cresce soprattutto con il contributo innovativo fornitogli dall'industria tedesca ed in parte anche da quella francese. Appare di un certo rilievo anche il contributo qualitativo svizzero e quello belga, mentre sia dalla Gran Bretagna che dagli Stati Uniti sembrano provenire contributi innovativi di importanza marginale. Forti similitudini emergono analizzando l'industria chimica. La vera peculiarità è mostrata dal contributo tedesco che è qui ancora più netto, mentre per gli altri paesi l'andamento appare ricalcare quello già osservato per l'industria elettrica.

## 8. FORMA SOCIETARIA E DIMENSIONE D'IMPRESA

L'esame comparato delle diverse forme societarie delle imprese innovatrici serve per identificare le loro dimensioni. La classificazione operata si basa sulla distinzione fra società anonime e altre forme societarie. Le società anonime rappresentano solitamente le imprese di grande dimensione, mentre le svariate altre forme societarie sono caratteristica delle aziende di dimensioni minori. Nell'insieme si nota come il peso delle società anonime per quanto riguarda l'industria elettrica cresca progressivamente durante il periodo oggetto della nostra ricerca. Questo coincide con la nascita di una vera e propria industria elettrica, che avviene lentamente a partire dall'ultimo decennio del secolo scorso. Per quanto riguarda l'industria chimica il peso delle società anonime appare più alto all'inizio del secolo, ma non mostra poi un *trend* in ascesa nel prosieguo del periodo. Il ritardo nella dinamica della traiettoria della chimica è confermato dall'osservazione dei dati relativi alla seconda metà degli anni '20, dove le società anonime incrementano molto la loro quota e iniziano quel *trend* di ascesa osservato un decennio prima per il settore elettrico.

## 9. LA CONCENTRAZIONE DEL SETTORE

L'analisi sulla concentrazione del settore è stata effettuata sulla base delle invenzioni realizzate dai principali gruppi industriali operanti in Italia. I dati riguardanti la concentrazione settoriale, riportati nelle tabelle 4 e 5, consentono di abbozzare alcune ipotesi interpretative sul modello di sviluppo dei due settori industriali. Prendendo in esame il periodo nel suo insieme si nota come l'*output* innovativo delle prime otto imprese produttrici di innovazioni sia più elevato nel settore elettrico che in quello chimico. Tra le imprese che producono il maggior numero di innovazioni spicca la presenza delle società germaniche. Fra le prime otto imprese del settore chimico ci sono sei imprese tedesche, mentre nel settore elettrico ben tre di queste si collocano nei primi cinque posti della graduatoria. Per entrambi i settori le prime tre imprese tedesche corrispondono

**Tabella 4.** Concentrazione dei brevetti rilasciati in Italia nel settore chimico per imprese (1900-14).

impresa	paese	numero	%
Farbenfabriken vorm. F. Bayer & C.	Germania	144	11,15
Badische Anilin & Soda Fabrik (BASF)	Germania	77	5,96
Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning	Germania	33	2,55
Chemische Fabrik Griesheim - Elektron	Germania	22	1,70
CIBA	Svizzera	18	1,39
Chemische Fabrik Auf Aktien (vorm. E. Schering)	Germania	15	1,16
Elektrochemische Werke G.m.b.H.	Germania	15	1,16
Società italiana di elettrochimica	Italia	15	1,16
Totale prime otto imprese		339	26,24
Totale imprese		1.292	

**Tabella 5.** Concentrazione dei brevetti rilasciati in Italia nel settore elettrotecnico per imprese (1900-14).

impresa	paese	numero	%
Siemens & Halske A.G.	Germania	211	8,85
A.G. Brown Boveri & Co.	Svizzera	139	5,83
Siemens-Schuckert Werke G.m.b.H.	Germania	131	5,49
Thomson Houston Mediterranee	Belgio	125	5,24
Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG)	Germania	100	4,19
Western Electric Italiana S.A.	Italia	75	3,14
AEG Thomson Houston Italia	Italia	71	2,98
S.A. Westinghouse	Francia	63	2,64
Totale prime otto imprese		915	38,36
Totale imprese		2.385	

alle prime tre imprese dei rispettivi settori in Germania nel 1913 classificate in base all'attivo<sup>20</sup>. Solamente due imprese con nazionalità italiana sono presenti nella graduatoria delle imprese elettriche, entrambi sono però filiali di imprese straniere: la AEG Thomson Houston Italia (2,98%) e la Western Electric Italiana (3,14%). Nel settore chimico vi è invece, all'ottavo posto, la Società italiana di elettrochimica (1,16%). Solamente nell'ultimo periodo si nota la presenza, fra le prime otto imprese innovatrici del settore elettrico, di alcune aziende italiane fra cui la Cgs e la Richard-Ginori. Tali imprese sono però specializzate nella produzione di materiali appartenenti a prodotti tecnologicamente meno sofisticati come contatori e isolatori. Per quanto riguarda i brevetti relativi ai processi elettrochimici la Società italiana di elettrochimica si colloca al primo posto per

<sup>20</sup> CHANDLER 1990.

numero di brevetti. Questo conferma come uno dei pochi comparti che aveva già intrapreso un certo processo di sviluppo in Italia alla vigilia della guerra fosse quello elettrochimico<sup>21</sup>. Una forte concentrazione oligopolistica caratterizza il settore elettrico che si differenzia abbastanza significativamente da quello chimico, dove invece si osserva un maggior frazionamento delle quote fra le imprese. Analizzando la concentrazione relativa ai diversi prodotti si nota una singolare omogeneità nel settore elettrico, dove le prime otto imprese realizzano sostanzialmente la medesima proporzione di brevetti (54% circa) per tre diverse categorie di prodotti (trasformatori, generatori, componenti di generatori). Per il settore chimico si ha invece un'altissima concentrazione (86% delle prime otto imprese) per quanto riguarda i coloranti, mentre inferiore è la concentrazione per l'elettrochimica (44%) e per l'acido solforico e nitrico (34%).

Concludendo possiamo affermare che l'industria elettrica nel nostro paese presenta una forte concentrazione già negli anni della sua formazione, mentre l'industria chimica presenta una concentrazione minore. Ciò non fa che confermare il diverso grado di maturità raggiunto dai due settori nel periodo esaminato.

## CONCLUSIONI

L'andamento dei brevetti nel campo elettrotecnico presenta un settore che, già alle origini, non è in grado di collocarsi sulla frontiera dell'innovazione. Una dipendenza dall'estero piuttosto forte si registra per la fornitura di macchinari, di attrezzature e di materiali con una elevata intensità tecnologica (generatori, trasformatori, convertitori). L'industria chimica italiana si mantiene invece allo stato pionieristico per tutto il periodo, infatti se si escludono l'elettrochimica e la produzione di alcuni fertilizzanti fosfatici vi è per gli altri prodotti uno sviluppo assai limitato. In entrambi i settori alla vigilia della prima guerra mondiale l'industria italiana dipende dalle grandi imprese straniere soprattutto tedesche, ma anche, specialmente per il settore elettrico, svizzere<sup>22</sup>. Il contributo innovativo italiano risulta limitato ad alcune nicchie - ad esempio i cavi, Pirelli, e i piccoli motori elettrici, Marelli - e a parti e componenti di macchinari. Vi è una forte dipendenza, invece, per quanto riguarda generatori, trasformatori e interruttori che, fino alla metà degli anni '20, sono le componenti che pongono più problemi di funzionamento e che richiedono maggiore ricerca, teorica ed applicata. Nel settore elettrico si vede chiaramente come le imprese italiane, che non sono in grado di collocarsi sulla frontiera dell'innovazione, stipulano in genere accordi di partecipazione con le grandi imprese multinazionali e producono su licenza. Le imprese italiane presenti fra le prime cinquanta imprese ordinate in base al numero dei brevetti sono ben quindici nel settore elettrico, mentre per quanto riguarda l'industria chimica le imprese italiane fra le prime cinquanta sono solamente cinque. Nel settore chimico la preponderanza tedesca risulta schiacciante e alla vigilia della guerra si vede come l'industria italiana non sia ancora in grado né di ritagliarsi qualche nicchia di una certa importanza, né di raggiungere accordi per produrre su licenza. La presenza di tutte le prin-

<sup>21</sup> ZAMAGNI 1990.

<sup>22</sup> HERTNER 1984; Id. 1986; SEGRETO 1986.

cipali imprese mondiali nel settore elettrico indica la competizione che caratterizza il comparto. Il mercato italiano presenta una notevole pluralità di imprese straniere in un contesto internazionale già oligopolistico alla vigilia della guerra. Questo tratto concorda con la più volte notata originalità degli ingegneri italiani i quali sono in grado di utilizzare con competenza le innovazioni importate per quanto riguarda la progettazione degli impianti e delle reti di distribuzione. Ciò dipende da una formazione *generalistica* che permette loro di utilizzare, sempre con il contributo di tecnici stranieri, la grande varietà di tecnologia presente nel *laboratorio* italiano in modo più creativo e meno legato a schemi già precedentemente collaudati<sup>23</sup>. Questa doppia caratterizzazione - relativa arretratezza rispetto alla frontiera tecnologica, capacità ingegneristica nel campo delle *gateways technologies*<sup>24</sup> - aiuta a spiegare come il settore elettrico si riveli, comparativamente, uno dei più dinamici dell'industria italiana. D'altro canto il settore chimico italiano mostra un profilo relativamente stagnante. Il *ritardo sul ritardo* dell'industria chimica può essere imputabile a numerosi fattori, fra i quali la storiografia ha individuato la carente organizzazione della università e della ricerca, l'inadeguato sostegno statale e la mancanza di protezione doganale. La presenza vincolante di questi fattori fa valutare pienamente l'eccezionalità dello sviluppo del settore elettrico.

---

<sup>23</sup> GIANNETTI 1991; GUAGNINI 1987; LACAITA 1985.

<sup>24</sup> DAVID, BUNN 1988.

## BIBLIOGRAFIA

- ABRAMOVITZ 1956: M. ABRAMOVITZ, *Resource and Output Trends in the United States since 1870*, in "American Economic Review. Paper and Proceedings", 46 (1956), pp. 5-23.
- ARCHIBUGI, Pianta 1992: D. ARCHIBUGI, M. Pianta, *Specialization and Size of Technological Activities in Industrial Countries: the Analysis of Patent Data*, in "Research Policy", 21 (1992), pp. 79-93.
- ASHTON 1948: T.S. ASHTON, *The Industrial Revolution, 1760-1830*, Oxford 1948 (trad. it. *La rivoluzione industriale, 1760-1830*, Bari 1953).
- BASBERG 1987: B.L. BASBERG, *Patents and the Measurement of Technological Change: a Survey of Literature*, in "Research Policy", 16 (1987), pp. 131-141.
- BEER 1959: J.J. BEER, *The Emergence of the German Dye Industry*, New York 1959.
- CANTWELL 1989: J. CANTWELL, *Technological Innovation and Multinational Corporations*, Oxford 1989.
- CANTWELL 1991: J. CANTWELL, *The Evolution of European Industrial Technology in the Interwar Period*, Reading 1991, mimeo.
- CHANDLER 1990: A.D. CHANDLER, *Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge (Mass.) 1990.
- DAVID, BUNN 1988: P.A. DAVID, J.A. BUNN, *The Economics of Gateway Technologies and Network Evolution: Lessons from Electricity Supply History*, paper presentato al II Congresso della International J.A. Schumpeter Society, Siena 1988.
- DENISON 1962: E. DENISON, *United States Economic Growth*, in "Journal of Business", 1962, 35, pp. 109-121.
- DOSI 1982: G. DOSI, *Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change*, in "Research Policy", 11 (1982), 3, pp. 147-62.
- DUNSHEATH 1962: P. DUNSHEATH, *A History of Electrical Engineering*, Londra 1962.
- FREEMAN 1982: C. FREEMAN, *The Economics of Industrial Innovation*, Londra 1982.
- GIANNETTI 1985: R. GIANNETTI, *La conquista della forza. Risorse, tecnologia ed economia nell'industria elettrica italiana (1883-1940)*, Milano 1985.
- GIANNETTI 1991: R. GIANNETTI, *Cambiamenti non adattativi della organizzazione industriale: l'industria elettromeccanica italiana, 1883-1940*, in "Annali di storia dell'impresa", 7 (1991), pp. 131-205.
- GUAGNINI 1987: A. GUAGNINI, *The Formation of Italian Electrical Engineers: the Teaching Laboratories of the Politecnici of Turin and Milan, 1887-1914*, in *Un siècle d'électricité dans le monde*, a cura di F. CARDOT, Paris 1987, pp. 283-299.
- HABER 1958: L.F. HABER, *The Chemical Industry during the Nineteenth Century*, Oxford 1958.
- HABER 1971: L.F. HABER, *The Chemical Industry, 1900-1930. International Growth and Technological Change*, Oxford 1971.
- HERTNER 1984: P. HERTNER, *Il capitale tedesco in Italia dall'unità alla prima guerra mondiale*, Bologna 1984.
- HERTNER 1986: P. HERTNER, *Il capitale tedesco nell'industria elettrica italiana fino alla prima guerra mondiale*, in *Energia e sviluppo. L'industria elettrica italiana e la Società Edison*, a cura di B. BEZZA, Torino 1986, pp. 211-256.
- HOHENBERG 1967: P.M. HOHENBERG, *Chemicals in Western Europe, 1850-1914. An Economic Study of Technical Change*, Chicago 1967.
- HUGHES 1983: T. HUGHES, *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimora 1983.
- LACAITA 1985: C.G. LACAITA, *Introduzione a G. COLOMBO, Industria e politica nella storia d'Italia. Scritti scelti, 1861-1916*, Bari 1985.
- MACKECHNIE JARVIS 1965: C. MACKECHNIE JARVIS, *La distribuzione e utilizzazione dell'elettricità*, in *Storia della tecnologia*, a cura di C. SINGER, E.J. HOLMYARD, A.R. HALL, T.I. WILLIAMS, vol. v, *L'età dell'acciaio*, Torino 1965, pp. 214-242.
- MACKECHNIE JARVIS 1965: C. MACKECHNIE JARVIS, *La produzione dell'elettricità*, *ivi*, pp. 184-213.
- MAGGI 1939: L. MAGGI, *Gli interruttori*, in "L'elettrotecnica", 1939, pp. 156-159.
- MALAMAN 1991: *Brevetto e politica dell'innovazione. Organizzazione e funzioni dell'Ufficio brevetti*, a cura di R. MALAMAN, Bologna 1991.
- MANTOUX 1906: P. MANTOUX, *La révolution industrielle au XVIII siècle*, Paris 1906 (trad. it. *La rivoluzione industriale*, Roma 1971).

- NELSON, WINTER 1982: R. NELSON, S. WINTER, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass.) 1982.
- PAVITT 1980: *Technical Innovation and British Economic Performance*, a cura di K. PAVITT, Londra 1980.
- PAVITT 1984: K. PAVITT, *Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory*, in "Research Policy", 13 (1984), pp. 343-373.
- PAVITT 1988: K. PAVITT, *Uses and Abuses of Patent Statistics*, in *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, a cura di A.F.J. VAN RAAN, Amsterdam 1988.
- PAVITT, ROBSON, TOWNSEND 1989: K. PAVITT, M. ROBSON, J. TOWNSEND, *Technological Accumulation, Diversification and Organisation in UK Companies, 1945-1983*, in "Management Science", 35 (1989), pp. 81-99.
- PEZZATI 1990: M. PEZZATI, *I prodotti chimici per l'agricoltura in Italia nel primo trentennio del secolo*, in *Montecatini 1888-1966. Capitoli di storia di una grande impresa*, a cura di F. AMATORI, B. BEZZA, Bologna 1990.
- REEKIE 1972: W.D. REEKIE, *Patent Data as a Guide to Industrial Activity*, in "Research Policy", 2 (1972), pp. 246-264.
- SAHAL 1981: D. SAHAL, *Patterns of Technological Innovation*, New York 1981.
- SANTARELLI, ARCHIBUGI 1990: E. SANTARELLI, D. ARCHIBUGI, *Teoria, storia e istituzioni nell'analisi economica del cambiamento tecnologico*, in *Cambiamento tecnologico e sviluppo industriale*, a cura di Id., Id., Milano 1990, pp. 323-369.
- SCHANKERMANN, PAKES 1984: M. SCHANKERMANN, A. PAKES, *The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources*, in *R&D, Patents, and Productivity*, a cura di Z. GRILICHES, Chicago 1984, pp. 73-88.
- SCHANKERMANN, PAKES 1986: M. SCHANKERMANN, A. PAKES, *Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries during the post 1950 Period*, in "The Economic Journal", 96 (1986), pp. 1052-1076.
- SCHERER 1965: F.M. SCHERER, *Firm Size, Market Structure, Opportunity and the Output of Patented Inventions*, in "American Economic Review", 55 (1965), pp. 1097-1125.
- SCHMOOKLER 1966: J. SCHMOOKLER, *Invention and Economic Growth*, Cambridge (Mass.) 1966.
- SEGRETO 1986: L. SEGRETO, *Il capitale svizzero nell'industria elettrica italiana: il caso della Motor (1895-1923)*, in *Energia e sviluppo* cit., pp. 173-210.
- SOETE 1980: L. SOETE, *The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: the Evidence Reconsidered*, Paris 1980, mimeo; ora in "Research Policy", 16 (1987), 1, pp. 101-130.
- SOETE, WYATT 1983: L. SOETE, S. WYATT, *The Use of Foreign Patenting as an International Comparable Science and Technology Output Indicator*, in "Scientometrics", 5 (1983), 1.
- SOLOW 1957: R. SOLOW, *Technical Change and the Aggregate Production Function* in "Review of Economics and Statistics", 39 (1957), pp. 312-320.
- TILTON 1971: J.E. TILTON, *International Diffusion of Technology. The Case of the Semiconductors*, Washington 1971.
- VASTA 1993: M. VASTA, *L'Italia come third country? Analisi dell'attività innovativa in due settori science based: chimica e elettrotecnica (1900-1914)*, paper presentato al I Workshop della European Association of Historical Economics, Italian Chapel, Cassino, marzo 1993, Firenze 1993, mimeo.
- WALSH 1984: V. WALSH, *Invention and Innovation in the Chemical Industry: Demand Pull or Discovery Push?*, in "Research Policy", 13 (1984), 4.
- WILLIAMS 1972: T.I. WILLIAMS, *The Chemical Industry. Past and Present*, Ilkley 1972.
- WIPO 1984: WIPO, *International Patent Classification*, München 1984.
- ZAMAGNI 1990: V. ZAMAGNI, *L'industria chimica in Italia dalle origini agli anni '50*, in *Montecatini 1888-1966* cit.