

**Marta Sanna\***  
*Università di Cagliari*

**SPILOVER TECNOLOGICI NORD-SUD:  
UNA NOTA A COE - HELPMAN - HOFFMAISTER**

Abstract: Is the existence of a trade channel a sufficient cause for a successful technology transfer, or has this channel to be integrated by some specific feature of the receiving countries? Based on the work of Coe, Helpman and Hoffmaister (1997), where the effects induced by the stock of R&D in the industrialised countries on the total factor productivity of developing countries is estimated, we wonder if the potential of technology spillovers is strengthened by the specialisation in manufacturing. A preliminary empirical assessment, which uses exports in manufacturing as an indicator of specialisation, appears to confirm such a hypothesis.

---

\* Desidero ringraziare Francesco Pigliaru e Stefano Usai per avermi costantemente seguita e guidata nella preparazione e stesura del presente lavoro. Un grazie particolare a Roberto Marchionatti per i suoi preziosi suggerimenti e consigli. Il dataset mi è stato gentilmente fornito da D. Coe, E Helpman e A.W. Hoffmaister.



## **Introduzione**

Alla luce dei contributi teorici ed empirici degli ultimi anni (per una rassegna completa si veda ad es. Mohnen, 1996) sembra che si possa dare una risposta affermativa alla domanda se esistano *spillover* internazionali di conoscenza. Gli studi su questo argomento, fondamentale quando si indaghi sulla natura della tecnologia e sulla redditività dell'attività di R&S, infatti, sono spesso concordi nel ritenere che, a causa delle sue peculiari caratteristiche (non rivalità e non esclusività) la tecnologia sia associata a delle importanti esternalità. Queste, attraverso vari canali, tra cui riveste fondamentale importanza il commercio internazionale, si diffondono anche al di là dei confini nazionali. Ciò su cui esiste ancora disaccordo riguarda, peraltro, la grandezza di questi *spillovers* e l'importanza relativa dei differenti «canali» attraverso cui essi filtrano da una nazione all'altra.

In particolare nei contributi di G. Grossman e E. Helpman (1991) l'esistenza di questi *spillover* di conoscenza internazionali si rivela la discriminante che determina i differenti processi di crescita e sentieri di specializzazione produttiva e commerciale di un'economia. Nelle economie caratterizzate da un tipo di crescita guidata dall'innovazione, affermano, gli *spillover* possono assumere il ruolo fondamentale di sostegno endogeno all'investimento. Essi permettono ai ricercatori di ogni paese di effettuare nuove scoperte tecnologiche usando meno risorse dei loro predecessori: il conseguente declino del costo dell'invenzione controbilancia, così, ogni tendenza dei profitti a cadere. In questo senso il processo di accumulazione di conoscenza genera endogenamente i guadagni in produttività che sostengono la crescita nel lungo periodo.

Il commercio internazionale assicura dunque la creazione del canale di trasferimento «a costo zero» della tecnologia. Tale processo « (...) è in atto da secoli e si è rinforzato dopo la rivoluzione industriale e non vi è alcuna ragione convincente per credere che esso si fermerà. Ciò che non è altrettanto sicuro, però, è che questo si rifletta in automatici miglioramenti dei tassi di crescita delle economie meno avanzate. E' importante, infatti, nel determinare il successo del trasferimento di tecnologia, l'emergere, fin dall'inizio, di una capacità tecnologica indigena, in assenza della quale le tecnologie straniere di solito non sono riuscite a prosperare» (Rosenberg, 1984).

Da qui la nostra ipotesi che il canale commerciale rappresentato dalle importazioni - seppure di beni ad alto contenuto tecnologico<sup>1</sup> - non sia il principale veicolo di guadagni di produttività e la necessità di definire una qualche misura della capacità indigena di sfruttare la conoscenza incorporata nei beni scambiati.

Il lavoro sarà organizzato come segue.

---

<sup>1</sup> Come specificato in Coe *et al.* (1997), il nostro lavoro di riferimento, in cui vengono considerate non le importazioni totali ma quelle di strumenti e macchine.

Nel par. 1 si introdurrà brevemente il concetto di *spillover* tecnologici e alcuni problemi metodologici ad essi connessi.

Seguirà (par.2) un'attenta analisi del lavoro di riferimento (Coe, Helpman, Hoffmaister, 1997; C.H.H. da ora in poi) in cui verranno esposte le ragioni teoriche per cui si è scelto come indicatore alternativo alle importazioni l'ammontare delle esportazioni manifatturiere. Verranno inoltre messi in luce alcuni problemi evidenziatisi nel *dataset* utilizzato da C.H.H.

Il par.3 conterrà la descrizione della nostra analisi empirica e l'esposizione dei risultati.

Le conclusioni sono oggetto dell'ultimo paragrafo.

### **1. Gli *spillovers* tecnologici: definizioni e metodi di stima**

Esistono meccanismi connessi all'integrazione internazionale che servono a ridurre - o colmare - i *gap* tecnologici tra paesi? Oppure i processi tecnologici devono essere visti come cumulativi, per cui il commercio rinforza i *gap* iniziali?

Per rispondere a questi importanti quesiti è necessario comprendere i meccanismi sottostanti il trasferimento di quella che viene considerata il motore della crescita economica, la tecnologia appunto, e analizzare le caratteristiche che fanno di essa un bene del tutto particolare. La tecnologia, infatti, diversamente dai beni ordinari, ha caratteristiche di bene pubblico. Più precisamente, ha le due caratteristiche di *non rivalità* e *non escludibilità*, le quali implicano che possa essere usata da più di un soggetto allo stesso tempo, senza che l'uso da parte di uno ne impedisca la fruibilità da parte di un altro e che anche chi non ha sviluppato una determinata conoscenza, non possa essere escluso dal suo uso. La conoscenza tecnologica, in altre parole, è associata a importanti esternalità o *spillover*.

Gli *spillover* possono assumere varie forme. La conoscenza può essere incorporata nelle persone che, cambiando occupazione, trasferiscono importanti abilità e informazioni al nuovo datore di lavoro, oppure nei prodotti, come i beni d'investimento o i beni intermedi. Ancora, gli *spillover* possono trasmettersi attraverso conferenze, stampa specializzata o tramite processi di *reverse engineering*<sup>2</sup>.

Gli *spillover* di cui noi ci occupiamo, definiti *spillover* di conoscenza (*knowledge spillover*) sono correlati soprattutto con i flussi commerciali - tra imprese, settori o paesi - e sono una esternalità pura che deriva direttamente dalle caratteristiche di non rivalità e non escludibilità della tecnologia.

Tecnicamente le esternalità della ricerca e sviluppo possono essere definite come le conseguenze non intenzionali sulle misure di *performance* economica (profitti, produttività, quote di mercato, etc.) della conoscenza derivata dall'attività di R&S (Mohnen, 1996).

---

<sup>2</sup> Si tratta della pratica di ricavare la metodologia e la tecnologia necessarie per la produzione di un bene industriale attraverso la sua scomposizione e l'accurata analisi dei materiali e dei metodi usati per costruirlo.

La letteratura economica si è soffermata sugli effetti di questo fenomeno di trasmissione delle conoscenze, evidenziandone le diverse ripercussioni sul sistema economico generale e sulla attività di R&S in particolare. Se, per un verso, gli studi di organizzazione industriale hanno sottolineato gli effetti negativi, come il progressivo esaurimento dell'incentivazione all'attività di ricerca e i problemi connessi alla difficile definizione dei diritti di proprietà delle nuove «idee», i teorici del commercio internazionale e della crescita endogena, invece, hanno messo l'accento sugli aspetti positivi, soprattutto sulla possibilità di appropriarsi, senza costi, della R&S effettuata da altri e di non dover «replicare» le stesse ricerche.

L'economista empirico, d'altra parte, deve prescindere da qualsiasi giudizio *a priori* e tentare di definire una misura matematica più obiettiva possibile dei benefici sociali dell'attività di R&S.

I rendimenti sociali della R&S, definiti come benefici privati più effetti indiretti, possono essere stimati, essenzialmente, attraverso due metodologie:

1. l'approccio del «caso di studio» (*case studies approach*)
2. l'approccio della «regressione» (*regression approach*)

Il primo esamina in dettaglio i costi e i benefici, diretti e indiretti, presenti e futuri, correlati a un particolare progetto di ricerca e sviluppo in un determinato settore.

Il secondo si può suddividere, a sua volta, in due metodi:

- *Primal approach*, che stima solitamente la produttività in una funzione di produzione Cobb-Douglas estesa.
- *Dual approach*, che è generalmente basato su una forma funzionale flessibile di una funzione di costo variabile. In particolare, di essa si stima la riduzione marginale del costo dovuta alla redditività della R&S esterna<sup>3</sup>.

La stima delle esternalità della R&S attraverso il *regression approach*, richiede di costruire e introdurre nella specificazione del modello una o più variabili che rappresentano la R&S esterna, solitamente lo stock di conoscenza accumulata con la spesa in R&S effettuata in passato da altre imprese (nella stessa industria) o da altre regioni e paesi.

La procedura generale che ci consente di aggregare gli stock di conoscenza esterni consiste nel costruire una somma ponderata degli stock di altri settori (regioni, paesi) con dei pesi che rappresentano la *prossimità* tra chi emette e chi riceve *spillover* di conoscenza.

Si costruisce una matrice  $A$ ,  $n \times n$  (con  $n$  dato dal numero dei settori, regioni, paesi) dove l'elemento  $a_{ij}$  rappresenta la porzione di ricerca effettuata dall'elemento  $i$  che passa all'elemento  $j$ . Lo stock di R&S esterno sarà dato da:

---

<sup>3</sup> Ci riferiamo alla R&S esterna per indicare l'attività di ricerca e sviluppo effettuata da un soggetto diverso da quello di riferimento. Così, per esempio, la R&S esterna ad un paese sarà quella estera, quella esterna ad un'industria sarà quella effettuata da altre industrie, ovunque esse siano localizzate, e così via.

$S_{ij} = a_{ij} R_{it}$ , (con  $R$  = stock di conoscenza derivato dalla R&S propria) e il tasso di rendimento sociale della R&S da:

$\rho_i = \gamma_{R_i} + \sum a_{ij} \gamma_{S_j}$ , (con  $\gamma_{R_i}$  = rendimento proprio della R&S nel settore  $i$  e  $\gamma_{S_j}$  = rendimento dalle R&S esterne nel settore  $j$ ).

La logica consiste, naturalmente, nell'attribuire un peso maggiore alla R&S proveniente da un settore «vicino». Il vero problema diventa, quindi, definire in quali termini deve essere considerata tale prossimità.

Essa può essere basata sui flussi inter-industriali - o internazionali, nel caso si considerino paesi anziché industrie - di beni e servizi, personale impegnato nell'attività di R&S o brevetti. L'argomentazione è che quanto più  $j$  acquista da  $i$  beni e servizi, o maggiore è l'afflusso di scienziati e di brevetti, tanto maggiore è la «vicinanza tecnologica».

Un altro insieme di misure della prossimità può essere costituito da classi di brevetti, qualificazione del personale impegnato in attività di R&S o tipi di R&S. Più le imprese (o i paesi) sono simili rispetto alle invenzioni brevettate, alla formazione degli scienziati, al tipo di R&S intrapresa, più sono «vicine», e quindi beneficiano in misura maggiore della ricerca esterna. Nonostante la difficoltà di distinguere, sia teoricamente che empiricamente, gli *spillover* di rendita da quelli di conoscenza<sup>4</sup>, si ritiene che i flussi di input intermedi siano, tra tutte le misure, i più vicini alla nozione di *rent spillover*, mentre i flussi di brevetti e innovazioni sono probabilmente quelli che meglio rappresentano gli *spillover* di conoscenza di tipo «tacito».

L'uso dei diversi sistemi di ponderazione - come dimostrato da alcuni studi che hanno confrontato differenti matrici su uno stesso *dataset*<sup>5</sup> - non è comunque indifferente rispetto ai risultati che si possono ottenere. In Appendice (Tav. A.1) verrà riportata una rassegna dei principali risultati empirici ottenuti in questo campo.

## 2. Il quadro teorico

L'importanza del commercio come veicolo di *spillover* tecnologici è l'oggetto del lavoro cui faremo riferimento, come già detto, per la nostra analisi empirica. Si tratta di un articolo apparso recentemente sull'*Economic Journal* in cui gli autori, Coe, Helpman e Hoffmaister (1997), rivolgono l'attenzione alla

<sup>4</sup> Seguendo la distinzione di Griliches (1979) possiamo individuare due tipi principali di *spillover*, gli *spillover* di rendita (*rent spillover*) e gli *spillover* di conoscenza (*knowledge spillover*). I primi sono incorporati nei prodotti: poiché la possibilità che essi passino all'industria ricevente (cioè quella che acquista il prodotto in cui sono incorporati) senza costi aggiuntivi dipende dalla possibilità che l'industria offerente ha di influire sul prezzo, si ritiene che essi siano correlati principalmente alla struttura di mercato delle industrie produttrici di tecnologia. Gli *spillover* di conoscenza, come abbiamo osservato, sono correlati soprattutto con i flussi commerciali - tra imprese, settori o paesi - e sono pure esternalità che derivano direttamente dalle caratteristiche di non rivalità e non escludibilità, sono, cioè, il vero prodotto dell'aspetto di bene pubblico della tecnologia.

<sup>5</sup> Si vedano le conclusioni non univoche di Terleckyj (1974), Wolff e Nadiri (1993), Yamada e Lin (1991), Ducharme e Mohnen (1996), citati in Mohnen (1996).

possibilità che gli *spillover* provenienti dall'attività di R&S permettano ai paesi meno sviluppati di colmare il *gap* tecnologico che li separa dai paesi industrializzati.

Più specificamente gli autori stimano gli effetti dello stock di capitale in ricerca e sviluppo dei paesi industrializzati (il «Nord») sulla produttività totale dei fattori dei paesi in via di sviluppo (il «Sud»).

Il campione analizzato è costituito da 77 paesi in via di sviluppo (Africa, Asia, America Latina, Medio Oriente)<sup>6</sup>. Il periodo considerato va dal 1971 al 1990.

Poiché lo stock di capitale in R&S estero influisce in misura maggiore sulla produttività in presenza di determinati fattori, quali l'apertura al commercio e l'istruzione della forza lavoro, la specificazione dell'equazione da stimare contiene anche questi indicatori. Inoltre, dal momento che gli autori ipotizzano importanti interazioni degli stock di capitale in R&S esteri sia con le quote di importazione sia con il tasso di iscrizione alla scuola secondaria, sembra essere una specificazione migliore quella contenente anche le variabili  $IMP \cdot \log RD$  e  $SEC \cdot \log RD$  (le cosiddette variabili *interattive*) e cioè:

$$(1) \quad \log TFP_{it} = \alpha_1^0 + \alpha_1^{RD} \log RD_{it} + \alpha_1^M IMP_{it} + \alpha_1^E SEC_{it} + \\ + \alpha_1^{RDM} (IMP_{it} \log RD_{it}) + \alpha_1^{RDE} (SEC_{it} \log RD_{it}) + \alpha_{it} T_{it} + \mu_{it}$$

dove TFP rappresenta la produttività totale dei fattori, RD gli investimenti in R&S dei 22 paesi industrializzati, IMP la quota di importazioni di strumenti e macchine provenienti dai paesi industrializzati e SEC il tasso di iscrizione alla scuola secondaria (le ultime due riferite ai 77 Pvs)<sup>7</sup>;  $i$  è l'indice per paese, e  $\alpha_{it} T_{it}$

<sup>6</sup> Vengono considerate le importazioni (di strumenti e macchine) dei Pvs provenienti da 22 paesi industrializzati (21 paesi OCSE più Israele).

<sup>7</sup> Le variabili sono definite come segue:  $TFP \Rightarrow F = Y / (K^\beta L^{1-\beta})$  con  $Y = \text{PIL}$ ,  $K = \text{stock di capitale (privato + pubblico)}$ ,  $L = \text{forza lavoro totale}$  e  $\beta = \text{quota di reddito da capitale sul PIL}$  (posto uguale a 0.4). Lo stock di capitale in R&S estero  $RD_i$  per ogni paese in via di sviluppo è una media ponderata dello stock di capitale in R&S dei suoi 22 partner commerciali industrializzati con le quote d'importazione bilaterali di strumenti e macchine come pesi, cioè:

$$RD_i = \sum \Psi_{ik} S_k^d \quad k = 1 \dots 22,$$

dove lo stock di capitale in R&S dei paesi industrializzati ( $RD_k^d$ ) è calcolato come in Coe e Helpman (1993). Le quote d'importazione IMP sono definite come le importazioni di strumenti e macchine di ogni paese in via di sviluppo dai 22 paesi industrializzati in percentuale del PIL (del paese in via di sviluppo considerato). Il tasso d'iscrizione alla scuola secondaria SEC è dato dal rapporto tra iscrizioni totali alla scuola secondaria e popolazione totale in età corrispondente. Per quanto riguarda le variabili interattive il significato di un coefficiente stimato sull'interazione del commercio con lo stock di capitale in R&S estero positivo ( $\alpha_1^{RDM} > 0$ ) è che l'effetto della R&S estera rispetto alla produttività interna è maggiore quanto più l'economia è aperta al commercio estero e l'effetto del commercio sulla produttività è tanto maggiore quanto più grande è lo stock di capitale in R&S estero. Allo stesso modo, se risulta positivo il coefficiente stimato sull'interazione del tasso di istruzione con lo stock di capitale in R&S estero, ( $\alpha_1^{RDE} > 0$ ) l'effetto della R&S estera rispetto alla produttività interna sarà maggiore quanto più istruita è la forza lavoro e l'effetto dell'istruzione sulla produttività sarà tanto più grande quanto maggiore è lo stock

indica che si ipotizzano diversi trend delle variabili comuni a tutti i paesi ma diversi per ogni periodo di tempo considerato (1971-75; 1975-80; 1980-85; 1985-90).

Dato che il modello presentato è più rilevante per gli sviluppi della TFP a medio termine piuttosto che anno per anno, e che i tassi di iscrizione alla scuola secondaria sono interpolati per alcuni anni, il lavoro empirico è basato su un panel di dati di 1 periodo di 4 anni e 3 periodi di 5 anni ciascuno (dal 1971 al 1990) per i 77 paesi.

Gli autori, dopo aver analizzato le proprietà dei dati di *time series* hanno stabilito di adottare una specificazione in forma di differenze prime: vengono quindi stimate diverse regressioni basate sulla

$$(2) \Delta \log TFP_{it} = \alpha_i^0 + \alpha_i^{RD} \Delta \log RD_{it} + \alpha_i^M DIMP_{it} + \alpha_i^E \Delta SEC_{it} \\ + \alpha_i^{RDM} \Delta (IMP_{it} \log RD_{it}) + \alpha_i^{RDE} \Delta (SEC_{it} \log RD_{it}) + \alpha_{it} T_{it} + \mu_{it}$$

Le equazioni complessivamente stimate sono 5<sup>8</sup>. Partendo da una specificazione che include tutte le variabili comprese nella (2), attraverso un procedimento di eliminazione di alcune variabili<sup>9</sup>, gli autori selezionano quella che essi considerano la migliore, in cui le variazioni nello stock di capitale in R&S influenzano la PTF dei Pvs solo attraverso la sua interazione con le quote di importazioni di strumenti e macchine [Eq. (v) della tav. A.3 in Appendice].

Benché la variabile IMP così stimata risulti significativa di segno negativo e quella interattiva sia non significativa, gli autori considerano le stime ottenute con ottimismo ritenendo che ciò che conta siano le elasticità «totali» stimate<sup>10</sup> che risultano, infatti, con il segno corretto (positivo) e con coefficienti plausibili rispetto alle assunzioni effettuate a priori e alla letteratura esistente.

Le conclusioni generali di questo lavoro indicano che un paese in via di sviluppo trae maggiori benefici da un incremento degli investimenti in R&S nei paesi industrializzati con cui commercia relativamente di più. Interpretando questi risultati con una forte valenza normativa<sup>11</sup>, gli autori affermano, ad

di capitale in R&S estero.

<sup>8</sup> Ognuna delle 5 equazioni viene stimata sia con soli effetti temporali sia con effetti di tempo e effetti fissi individuali.

<sup>9</sup> La variabile  $D(SEC \log RD)$  è stata eliminata perché trovata fortemente correlata con  $DSEC$ . La variabile che indica l'effetto della sola R&S estera ( $D \log RD$ ) viene infine omessa in quanto interagisce con i trend temporali assumendo valori di grandezza implausibile.

<sup>10</sup> Ad es. l'elasticità della TFP rispetto alla R&S è calcolata come  $RD = a^{RD} + a^{RDM} \overline{IMP} + a^{RDE} \overline{SEC}$ , dove  $\overline{RD}$ ,  $\overline{IMP}$  e  $\overline{SEC}$  sono dati dalla media aritmetica delle variabili corrispondenti per gli anni 1971-90.

<sup>11</sup> Probabilmente l'uso «meccanicistico» dei coefficienti stimati per effettuare previsioni circa i possibili incrementi della TFP dei paesi in via di sviluppo è criticabile, tenuto conto dei problemi di instabilità dei coefficienti e di misspecificazione funzionale presentatisi; ciò soprattutto alla luce dei risultati non univoci, in termini di ordine di grandezza, ottenuti dalla letteratura empirica sull'argomento.



esempio, che il PIL aggregato dei 77 paesi in via di sviluppo aumenterà dello 0.03% in seguito a un incremento dell'1% dello stock di R&S negli Stati Uniti e di una percentuale compresa tra 0.004% e 0.008% per un incremento dello stesso ammontare in Giappone, Francia Germania e Regno Unito.

### 2.1 Alcuni spunti critici

Il modello di C.H.H. (1997), su cui basiamo la nostra analisi empirica, presenta alcuni elementi discutibili, sia sotto il profilo strettamente economico e teorico, sia riguardo all'apparato più specificamente metodologico e econometrico. In quest'ultima direzione sottolineiamo un importante problema di *multicollinearità* tra due variabili esplicative - la variabile interattiva  $D(RD*IMP)$  e quella che rappresenta le importazioni di strumenti e macchine,  $IMP$  (vedi la matrice di correlazione, tav.2). In presenza di multicollinearità, infatti, le variabili misurate sono talmente correlate tra loro da non permettere una analisi precisa dei loro effetti individuali, generando spesso problemi di interpretazione dei coefficienti stimati<sup>12</sup>.

Il rimedio più ovvio a questo problema, e probabilmente il più diffuso, è quello di eliminare le variabili altamente correlate. Questo modo di agire però non è corretto, in quanto genera problemi di specificazione della funzione.

Un ulteriore approccio consiste nell'incorporare informazioni aggiuntive, nell'inserire, cioè, altri dati. E' evidente che spesso ciò non è possibile in quanto solitamente tutti i dati disponibili vengono utilizzati da principio<sup>13</sup>. La soluzione che adotteremo noi sarà quella di sostituire una delle variabili altamente correlate con un indicatore analogo dal punto di vista teorico ma immune dal problema.

Questo procedimento (di sostituzione di una variabile) è da noi giustificato anche dal punto di vista teorico. Suscita, infatti, alcune perplessità il fatto che gli autori abbiano scelto come indicatore di apertura commerciale il volume delle importazioni (rapportato al PIL). Solitamente, infatti, in letteratura si preferisce utilizzare i flussi commerciali espressi dalla somma delle importazioni più le esportazioni o solo dalle esportazioni (sempre sul PIL). Gli studi microeconomici, infatti, hanno generalmente messo in luce un'associazione positiva tra esportazioni e crescita della produttività, mentre la relazione tra importazioni e crescita della produttività risulta in qualche caso positiva e in altri negativa [World Development Report 1991; per una rassegna sull'argomento si veda Nishimizu, Robinson (1984) e Tybout (1992)]. Il problema sembra dipendere dal fatto che i lavori empirici spesso non sono in grado di distinguere tra l'effetto positivo delle importazioni sulla produttività dovuto agli *spillover* di

<sup>12</sup> Quando i regressori sono altamente correlati si osservano spesso forti variazioni nei parametri stimati in seguito a leggere variazioni nei dati, e coefficienti con segno erroneo e grandezze poco plausibili.

<sup>13</sup> Sono state proposte, inoltre, due soluzioni «meccaniche» per ovviare al problema degli alti *standard error* associato alla multicollinearità: il *ridge regression estimator* e l'*approccio delle componenti principali* [Greene (1993)].

conoscenza dall'estero e quello negativo legato alla «dipendenza» dalla produzione estera che può impedire, o quantomeno ostacolare, la formazione di settori ad alta produttività, con ripercussioni ovviamente sfavorevoli sulla crescita. In questo quadro di riferimento anche il «contenuto tecnologico» delle esportazioni può essere ragionevolmente considerato una fonte sistematica di crescita. Come fa notare D.Dollar (1992), infatti, e come appare da molti studi che hanno indagato la relazione tra esportazioni e produttività totale dei fattori<sup>14</sup>, il processo di esportazione, combinato con una maggiore disponibilità di input importati e nuovi macchinari, accelera l'avanzamento tecnologico nei Pvs.

Non bisogna dimenticare, inoltre, che l'esposizione ai mercati internazionali mantiene gli esportatori informati sui nuovi prodotti e che gli acquirenti stranieri sono un'importante fonte di informazioni che può essere usata per incrementare la tecnologia; che, in definitiva, le esportazioni, sebbene in misura minore rispetto alle importazioni, sono anche una fonte di *spillover* tecnologici.

### **3. La stima econometrica**

Date le motivazioni teoriche ed empiriche citate nel paragrafo precedente abbiamo effettuato la nostra analisi empirica allo scopo di verificare quanto la capacità «indigena» di sfruttare gli *spillover* tecnologici provenienti dai paesi industrializzati attraverso il commercio internazionale, sia importante per la crescita economica dei Pvs.

L'idea che ci muove in questo intento è quella di un meccanismo circolare che, avendo come motore il commercio internazionale, inneschi un processo di crescita guidato dall'innovazione tecnologica. L'apertura al commercio internazionale, qualora approfondisca la specializzazione in un settore ad alta produttività, dovrebbe infatti consentire a un paese di «catturare» gli *spillover* della ricerca e sviluppo provenienti dall'estero attraverso le importazioni, e di servirsene al meglio per implementare e incrementare, qualitativamente e quantitativamente, la produzione nel settore «forte», associato a una maggiore crescita economica. Ciò, a sua volta, si rifletterà in un miglioramento della sua posizione nella competizione internazionale che permetterà la ripresa, rafforzandolo, del ciclo descritto.

Più specificamente l'ipotesi testata riguarda la relazione tra il livello di sviluppo interno raggiunto - in questo caso nella esportazione di manufatti - e la capacità di sfruttare la tecnologia, e più in generale lo stock di conoscenze estere, di cui si può disporre attraverso il commercio internazionale.

Il *dataset* utilizzato è esattamente quello di C.H.H., mentre per le nuove variabili introdotte (esportazioni totali e manifatturiere) sono stati utilizzati dati World Bank. Poiché questi dati sono incompleti, mancando rispettivamente per

---

<sup>14</sup>Si veda la già citata rassegna Nishimizu e Robinson (1984).

15 e 12 paesi, l'iniziale campione composto da 77 paesi si è ridotto a 62-65 paesi<sup>15</sup>.

L'analisi empirica si è svolta in alcuni stadi. Le equazioni stimate (i risultati sono esposti nella tav.1) indicano i diversi passi compiuti<sup>16</sup>.

Inizialmente si è ipotizzato che fosse il grado generale di apertura al commercio internazionale (rappresentato non più dalle importazioni di strumenti e macchine ma dalle esportazioni totali) ad interagire con la R&S estera in modo da incrementare la produttività dei fattori [Eq. (i) tav.1]. La variabile, indicata con D(RDEXPT), è stata costruita moltiplicando i livelli della variabile RD per il rapporto tra esportazioni totali su PIL dei Pvs e considerando poi le variazioni nei quattro sottoperiodi. L'analisi della matrice di correlazione (tav.2) indica una correlazione tra queste due ultime variabili pari a 0.34. Il problema della multicollinearità sembra così risolto.

Le stime, però, non sembrano confermare l'ipotesi che il grado generale di apertura al commercio internazionale interagisca con la R&S estera in modo da incrementare la produttività totale dei fattori, come appare dal coefficiente di D(RDEXPT), che risulta non significativo.

In secondo luogo è stata testata l'ipotesi secondo la quale ciò che conta, in primo luogo, è un tipo specifico di commercio, quello che sottende una specializzazione produttiva, e commerciale, in beni manifatturieri. A sua volta questa ipotesi è stata sottoposta a verifica in tre stadi. Nel primo stadio abbiamo introdotto l'ipotesi attraverso una variabile *dummy addittiva*, indicata con DX, che distingue i paesi del campione iniziale in due gruppi in base al livello delle esportazioni manifatturiere. Ottenuto un risultato incoraggiante in questa direzione nei due passi successivi abbiamo testato l'ipotesi con alcuni indicatori più precisi dal punto di vista econometrico, volti a stabilire se esiste un meccanismo di interazione anche tra la specializzazione produttiva e la ricerca e sviluppo estera.

Il ragionamento che sta dietro questa procedura è che quanto più un paese produce ed esporta beni cui è associata una maggiore produttività, tanto più riuscirà a servirsi degli *spillover* di conoscenza e, quindi, tanto maggiore sarà la crescita della sua produttività totale dei fattori.

La variabile *dummy* è stata costruita nel seguente modo: per ciascun paese del campione (composto da 65 Pvs, per i quali sono disponibili i dati relativi alle

<sup>15</sup> I dati mancanti riguardano, comunque, soprattutto i paesi asiatici che non possono essere considerati esattamente Pvs e che all'interno del campione considerato da C.H.H. si comportavano da *outliers*.

<sup>16</sup> Le equazioni da noi stimate corrispondono alla (v) di Coe *et al.* (tav.A1 in Appendice) con una importante differenza: una delle variabili trovate altamente collineari -D (RDIMP) - è stata sostituita con indicatori relativi alle esportazioni (prima totali e poi di beni manifatturieri). Anche in queste l'effetto isolato della R&S è stato ommesso dalle stime in quanto sono stati riscontrati gli stessi sintomi di collinearità tra DRD e trend temporali rilevati dagli autori. In Appendice (tav.A.4) vengono riportate le stime comprendenti anche la variabile DRD con e senza effetti temporali per un confronto.

esportazioni manifatturiere) è stata calcolata la media 1971-1990 del rapporto tra esportazioni manifatturiere e PIL. Dopo aver disposto i paesi in ordine decrescente rispetto a questa media sono state effettuate delle regressioni ricursive, inserendo i paesi uno alla volta, a partire da quello che esporta più beni manifatturieri: ciò allo scopo di individuare la soglia «critica» oltre la quale la variabile *dummy* perde la significatività al livello del 5%. In questo modo si è stabilito che il subcampione per il quale la *dummy* assume il valore 1 è costituito dai paesi con un valore  $EXPM/PIL > 0.06$ .

La variabile *dummy* così definita è risultata significativa [eq. (ii) tav.1], a parziale conferma della nostra ipotesi, e ci ha spinto a continuare la ricerca in questa direzione, tentando di affinare maggiormente gli strumenti interpretativi.

Nel secondo e terzo stadio testiamo l'ipotesi che esista un meccanismo interattivo tra R&S estera e esportazioni manifatturiere che fa sì che l'effetto della R&S venga ampliato dalla specializzazione produttiva e commerciale in beni manifatturieri.

In primo luogo introduciamo una *dummy slope* ottenuta moltiplicando la variabile RD per la *dummy* additiva DX. Lo scopo è quello di differenziare l'effetto della R&S sulla produttività per il gruppo di paesi che esporta beni manifatturieri oltre la soglia «critica» (con media  $EXPM_{71-90} > 0.06$ ) rispetto al gruppo che, invece, esporta al di sotto di tale soglia ( $EXPM_{71-90} < 0.06$ ). Possiamo notare [tav.1, eq. (iii)] che il coefficiente della nuova variabile DXDRD risulta significativo, a conferma dell'ipotesi che i paesi con più esportazioni di beni manifatturieri ottengono un effetto della R&S estera sulla produttività totale dei fattori più elevato. La seconda procedura si differenzia dalla precedente in quanto opera una distinzione quantitativa (anziché qualitativa) tra i Pvs, relativamente alle esportazioni manifatturiere. Al posto della *dummy* moltiplicativa viene introdotta una variabile che esprime l'interazione tra la R&S estera e la variabile che indica le esportazioni manifatturiere, ottenuta moltiplicando RD per EXPM e calcolando le differenze per i sottoperiodi. Questa variabile interattiva, indicata con D(RDEXPM), inserita nell'equazione di regressione (iv), conferma l'ipotesi dell'esistenza di un meccanismo interattivo come quello ipotizzato - il coefficiente stimato risulta, infatti, abbastanza significativo - non discostandosi, in questo punto, dalla verifica effettuata precedentemente con la *dummy slope*.

E' stato infine verificato se la variabile interattiva D(RDEXPM) presentasse un'alta correlazione con le altre variabili, in particolare con la variabile IMP. Anche in questo caso l'esito è stato negativo.

**Tav. 1 Stime: sommario dei risultati**

Dati panel, la variabile dipendente è DTFP  
GLS ( t di Student in parentesi )

<b>Variabile</b>	<b>(i)</b>	<b>(ii)</b>	<b>(iii)</b>	<b>(iv)</b>
<b>DIMP</b>	0.53 (2.27)	0.34 (1.74)	0.33 (1.68)	0.42 (2.19)
<b>DSEC</b>	0.09 (0.69)	0.11 (0.90)	0.11 (0.93)	0.17 (1.41)
<b>DRDEXPT</b>	0.01 (1.11)			
<b>DX</b>		0.05 (2.81)		
<b>DXRD</b>			0.28 (2.83)	
<b>DRDEXPM</b>				0.04 (3.38)
<b>Effetti temporali</b>	SI	SI	SI	SI
<b>S.E. regressione</b>	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>R<sup>2</sup></b>	0.12	0.14	0.14	0.15
<b>R<sup>2</sup> aggiustato</b>	0.10	0.11	0.12	0.13

Elaborazioni su dati Coe - Helpman - Hoffmaister (1997) e World Bank.  
Eq. (i) 4 osservazioni per 62 paesi, 248 osservazioni. Eq. (ii) (iv) 4 osservazioni per 65 paesi, 260 osservazioni.

**Tav.2 Matrice di correlazione**

	<b>DLTFP</b>	<b>DRD</b>	<b>DIMP</b>	<b>D(RD*IMP)</b>	<b>D(RD*SEC)</b>	<b>DSEC</b>
<b>DLTFP</b>	1.000	-0.001	0.180	0.183	0.132	0.131
<b>DRD</b>		1.000	0.146	0.149	-0.045	-0.085
<b>DIMP</b>			1.000	0.998	0.023	0.012
<b>D(RD*IMP)</b>				1.000	0.021	0.009
<b>D(RD*SEC)</b>					1.000	0.996
<b>DSEC</b>						1.000

#### 4. Conclusioni

La nostra analisi empirica ha preso spunto da un lavoro di Coe, Helpman, Hoffmaister (1997) che stima gli effetti dello stock di capitale in R&S dei paesi industrializzati sulla produttività totale dei fattori dei paesi in via di sviluppo. La specificazione da essi utilizzata comprende, come indicatore di apertura e di veicolo di *spillover*, una misura delle importazioni di strumenti e macchine dei Pvs dai paesi industrializzati.

L'analisi del lavoro di riferimento ha messo in luce alcuni elementi controversi, sia sotto il profilo strettamente economico e teorico, sia riguardo all'apparato più specificamente metodologico e econometrico. In quest'ultima direzione si è infatti evidenziato un importante problema di *multicollinearità* (pari a 0.99) tra due variabili esplicative - la variabile interattiva  $D(RD*IMP)$  e quella che rappresenta le importazioni di strumenti e macchine,  $IMP$ . Ciò, come sappiamo, non permette una analisi precisa dei loro effetti individuali, generando spesso problemi di interpretazione dei coefficienti stimati.

Dal punto di vista teorico, invece, suscita alcune perplessità il fatto che gli autori abbiano scelto come indicatore di apertura commerciale il volume delle importazioni (rapportato al PIL). Nella letteratura, infatti, si preferisce solitamente utilizzare i flussi commerciali espressi dalla somma delle importazioni più le esportazioni o solo dalle esportazioni (sempre sul PIL).

Ci siamo allora proposti di sottoporre a controllo empirico la nostra ipotesi circa l'influenza della capacità indigena di sfruttare gli *spillover* - in questo caso rappresentata dal grado di specializzazione produttiva e commerciale in beni manifatturieri - sulla produttività totale dei fattori dei Pvs. Il primo passo è consistito nel sostituire una delle variabili altamente collineari (la variabile che indica l'interazione tra R&S e importazioni) con un indicatore simile che non risentisse di tali problemi (una variabile interattiva tra R&S e esportazioni totali). Le stime effettuate - come è apparso dal coefficiente di quest'ultima variabile, che non è risultato significativo - non sembrano confermare l'ipotesi che il grado generale di apertura al commercio internazionale interagisca con la R&S estera in modo da incrementare la produttività totale dei fattori.

Siamo passati, allora, alla vera e propria verifica della nostra ipotesi, introducendo un indicatore commerciale che rappresentasse, allo stesso tempo, la composizione della produzione e delle esportazioni. Più precisamente, è stato utilizzato un indicatore delle esportazioni manifatturiere dei Pvs. La verifica empirica si è svolta in più stadi, partendo dall'introduzione di un indicatore qualitativo (una variabile *dummy* che distingueva i Pvs del campione in due gruppi in base al livello delle esportazioni manifatturiere) per giungere a indicatori quantitativi (con una variabile che indica l'interazione tra R&S e livello delle esportazioni in ciascun Pvs). I coefficienti di queste variabili sono risultati significativi, a parziale conferma dell'ipotesi che i paesi con più esportazioni di beni manifatturieri ottengono un effetto della R&S estera sulla produttività totale dei fattori più elevato.

Concludendo, nel loro lavoro Coe, Helpman, Hoffmaister (1997) hanno affermato che un paese in via di sviluppo trae maggiori benefici da un incremento degli investimenti in R&S dei paesi industrializzati dai quali importa relativamente più strumenti e macchine. La nostra analisi, introducendo una nuova variabile relativa all'interazione tra R&S e commercio internazionale, ha sottoposto a verifica empirica l'ipotesi che un Pvs tragga maggiori benefici dalla R&S estera se ha una ben delineata specializzazione produttiva e commerciale (in beni manifatturieri) che gli consente di «catturare» e sfruttare gli *spillover* di conoscenza. I risultati ottenuti ci consentono, nonostante il lavoro mantenga alcune debolezze metodologiche, di non rifiutare questa ipotesi.

L'eliminazione di tali debolezze, in parte ereditate da C.H.H., potrebbe costituire uno degli sviluppi futuri del lavoro, muovendosi lungo le linee suggerite da Lichtenberg e van Pottelsberghe (1996), relativamente alla costruzione dell'indicatore di stock di R&S, e da Keller (1996) che introduce ulteriori metodi di stima.

## Appendice

**Tav. A.1 Spillover interni della R&S ( *primal approach* )**

Studio	Dati	Matrice di ponderazione	Tasso di rendimento della R&S esterna
<b><i>spillover inter industriali</i></b>			
Wolf e Nadiri (1993)	50 industrie manif., U.S.	Flussi I/O Flussi di investimento	0 11 % (privato)
Yamada, Yamada e Liu (1991)	45 industrie, Giappone	Flussi I/O Flussi di investimento	da -0.44 a 0.24 <sup>1</sup> da -0.16 a 0.37 <sup>1</sup>
Hanel (1994)	19 industrie, Canada	Flussi di brevetti	2.6 %
Van Meijl (1995)	30 industrie, Francia	Flussi I/O Flussi di investimento	dal 41 al 46 % dal 415 al 569 % dal 19 al 24 %
Ducharme e Mohnen (1996)	25 industrie, Canada	Flussi di brevetti Flussi I/O	dal 30 al 685 %
<b><i>spillover intra industriali</i></b>			
Antonelli (1993)	92 imprese, Italia	Somme non ponderate	0
Henderson e Cockburn (1993)	Programmi di R&S di 10 imprese farmaceutiche internazionali	Somme non ponderate di brevetti	da 0.002 a 0.007
Adams e Jaffe (1994)	19561 impianti di chimica industriale	Somme non ponderate della R&S di altre imprese nell'industria	0.08 <sup>1</sup>
<p><i>Nota:</i> Sono riportati soltanto i risultati significativi. L'assenza di risultati significativi al livello del 5 % è indicata con 0. Tutte le stime sono basate su regressioni del tasso di crescita.</p> <p><sup>1</sup> Elasticità dell'output.</p> <p><i>Fonte:</i> Mohnen (1996).</p>			



**Tav. A.2 Spillover internazionali della R&S ( *primal approach* )**

Studio	Dati	Matrice di ponderazione	Tasso di rendimento della R&S esterna
Fecher (1989)	292 imprese, Belgio	R&S settoriale per tutti i paesi OECD (matrice I/O interna)	0 %
O'Sullivan e Röger (1991)	6 paesi	Pesi parametrici	da 0 a 43 %
Fecher (1992)	8 industrie manif., 11 paesi OECD	Somma della R&S settoriale da 5 paesi	0 %
Soete e Verspagen (1993)	23 paesi	Pagamenti di tecnologia estera	0 %
		R&S settoriale da 9 settori ponderata con le importazioni	0 %
Park (1993)	10 paesi	Somma non ponderata	da 0.24 a 0.27 <sup>1</sup>
Coe e Helpman (1993)	22 paesi	R&S estera ponderata con le importazioni	da 0.03 a 0.18 <sup>1</sup>
Hanel (1994)	19 industrie, Canada	Percentuale delle vendite delle affiliate estere	0.2 %
Vuori (1994)	27 industrie, Finlandia	importazioni I/O e flussi di investimento	0
Coe <i>et al.</i> (1995)	77 paesi	R&S estera ponderata con le importazioni	da 0.01 a 0.29 <sup>1</sup>
<p><i>Nota:</i> Sono riportati soltanto i risultati significativi. L'assenza di risultati significativi al livello del 5 % è indicata con 0. Tutte le stime sono basate su regressioni del tasso di crescita.</p> <p><sup>1</sup> Elasticità dell'output.</p> <p><i>Fonte:</i> Mohnen (1996).</p>			

**Tav. A.3 Risultati a confronto**

Dati panel, la variabile dipendente è DTFP  
 4 osservazioni per 77 paesi, 308 osservazioni  
 (s.e. in parentesi)

Coefficiente	Variabile	(i)		(ii)		(iii)		(iv)		(v)	
$\alpha^S$	<b>DRD</b>	0.643 (0.345)	0.751 (0.220)	0.651 (0.352)	0.648 (0.233)	-0.002 (0.216)	0.029 (0.151)				
$\alpha^M$	<b>DIMP</b>	0.220 (0.164)	0.231 (0.129)	-8.484 (2.803)	-9.525 (3.027)	-8.840 (2.823)	-10.104 (3.087)	-8.137 (2.810)	-9.598 (3.054)	-8.201 (2.751)	-10.498 (3.067)
$\alpha^{SM}$	<b>D(RD*IMP)</b>			0.723 (0.233)	0.811 (0.247)	0.763 (0.234)	0.877 (0.255)	0.694 (0.234)	0.819 (0.252)	0.670 (0.229)	0.893 (0.255)
$\alpha^E$	<b>DSEC</b>	0.309 (0.120)	0.243 (0.093)	0.307 (1.641)	-0.773 (1.219)	0.756 (1.647)	-0.880 (1.266)	-0.289 (1.623)	-1.915 (1.182)	0.295 (0.120)	0.359 (0.094)
$\alpha^{SE}$	<b>D(RD*SEC)</b>			-0.001 (0.130)	0.084 (0.095)	-0.097 (0.130)	0.095 (0.099)	0.046 (0.128)	0.178 (0.092)		
<b>Elasticità totale di TFP rispetto a:</b>											
<b>S</b> ( $\alpha^S + \alpha^{SM} + \alpha^{SE}$ )		-		0.701 (0.406)		0.027 (0.270)		0.062 (0.053)		0.047 (0.016)	
<b>M</b> ( $\alpha^M + \alpha^{SM} \log S$ )		-		0.264 (5.622)		0.392 (5.654)		0.260 (5.641)		-0.094 (5.522)	
<b>E</b> ( $\alpha^E + \alpha^{SE} \log S$ )		-		0.295 (3.214)		-0.418 (3.22)		0.268 (3.172)		-	
<b>Effetti temporali</b>		si	si	si	si	no	no	si	si	si	si
<b>S.E. regressione</b>		0.133	1.026	0.130	1.029	0.133	1.033	0.131	1.030	0.131	1.031
<b>R<sup>2</sup></b>		0.09	0.182	0.11	0.228	0.07	0.156	0.101	0.209	0.101	0.200
<b>R<sup>2</sup> aggiustato</b>		0.07	0.166	0.09	0.207	0.05	0.142	0.081	0.191	0.083	0.184

Equazioni su sfondo bianco: Coe - Helpman - Hoffmaister (1997), equazioni su sfondo retinato: nostre elaborazioni su dataset Coe - Helpman - Hoffmaister (1997).

**Tav. A.4 R&S**

Dati panel, la variabile dipendente è DTFP

GLS ( t di Student in parentesi )

Variabile	(i)		(ii)		(iii)		(iv)	
<b>DRD</b>	0.92 (2.30)	-0.09 (-0.45)	0.81 (2.02)	-0.17 (-0.87)	0.77 (1.90)	-0.22 (-1.08)	0.90 (2.30)	-0.17 (-0.90)
<b>DIMP</b>	0.52 (2.30)	0.68 (3.05)	0.35 (1.82)	0.55 (2.95)	0.35 (1.78)	0.55 (2.91)	0.42 (2.23)	0.60 (3.28)
<b>DSEC</b>	0.08 (0.64)	0.10 (0.78)	0.11 (0.87)	0.13 (1.02)	0.11 (0.91)	0.13 (1.07)	0.16 (1.31)	0.19 (1.56)
<b>DRDEXPT</b>	0.01 (0.96)	0.01 (1.34)						
<b>DX</b>			0.05 (2.35)	0.05 (2.64)				
<b>DXRD</b>					0.23 (2.27)	0.27 (2.55)		
<b>DRDEXPM</b>							0.04 (3.19)	0.04 (3.49)
<b>Effetti temporali</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>S.E. regressione</b>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>R<sup>2</sup></b>	0.14	0.09	0.15	0.09	0.15	0.08	0.16	0.10
<b>R<sup>2</sup> aggiustato</b>	0.12	0.07	0.13	0.07	0.12	0.07	0.14	0.09
Elaborazioni su dati Coe - Helpman - Hoffmaister (1997) e World Bank.								
Eq. (i) 4 osservazioni per 62 paesi, 248 osservazioni. Eq. (ii) (iv) 4 osservazioni per 65 paesi, 260 osservazioni.								

**Tav. A.5 Elenco delle variabili**

DTFP <sup>†</sup>	=	produttività totale dei fattori
DRD <sup>†</sup>	=	stock di capitale in R&S estera
DIMP	=	importazioni di strumenti e macchine dai paesi industrializzati su PIL
D(RD*IMP)	=	interazione tra R&S estera e importazioni
DSEC	=	tasso di iscrizione alla scuola secondaria
D(RD*SEC)	=	interazione tra R&S estera e tasso di iscrizione alla scuola secondaria
D(RDEXPT)	=	interazione tra R&S estera e esportazioni totali
DX	=	<i>dummy additiva</i> relativa alle esportazioni manifatturiere
DXDRD	=	<i>dummy moltiplicativa</i> relativa all'interazione tra R&S estera e esportazioni manifatturiere
D(RDEXPM)	=	interazione tra R&S estera e esportazioni manifatturiere

<sup>†</sup> Espresse in logaritmi.  
DRD, DIMP, D(RD\*IMP), DSEC, D(RD\*SEC): dati Coe, Helpman, Hoffmaister (1997); D(RDEXPT), DX, D(RDEXPM): Coe, Helpman, Hoffmaister (1997) e World Bank.

**Tav. A.6 Elenco dei paesi in via di sviluppo**

1	Malta	27	Bangladesh	53	Ghana
2	Turchia	28	Myanmar*♦	54	Guinea Bissau
3	Argentina	29	Sri Lanka	55	Guinea*♦
4	Bolivia	30	Taiwan*♦	56	Costa d'Avorio
5	Brasile	31	Hong Kong*♦	57	Kenia♦
6	Cile	32	India	58	Malawi
7	Colombia	33	Indonesia	59	Mali
8	Costa Rica	34	Korea	60	Mauritania
9	Rep. Dominicana	35	Malesia	61	Mauritius
10	Ecuador	36	Nepal	62	Marocco
11	El Salvador	37	Pakistan	63	Niger
12	Guatemala	38	Filippine	64	Nigeria
13	Haiti	39	Singapore	65	Zimbabwe*♦
14	Honduras	40	Tailandia	66	Rwanda*♦
15	Messico	41	Algeria	67	Seychelles*♦
16	Panama	42	Burundi	68	Senegal
17	Paraguay	43	Cameroon	69	Sierra Leone
18	Perù	44	Rep. Centro Africana	70	Sudan
19	Uruguay	45	Chad	71	Togo
20	Venezuela	46	Comoros*♦	72	Uganda*♦
21	Guynea♦	47	Congo	73	Burkina Faso*♦
22	Trinidad e Tobago	48	Zaire	74	Zambia
23	Giordania♦	49	Benin	75	Fiji
24	Oman*♦	50	Guinea Equatoriale*♦	76	Papua New Guinea
25	Siria	51	Gabon	77	Cina
26	Egitto	52	Gambia		

\* Paesi per cui non sono disponibili i dati relativi alle esportazioni manifatturiere (campione di 65 paesi).  
♦ Paesi per cui non sono disponibili i dati relativi alle esportazioni totali (campione di 62 paesi).

**Bibliografia**

- COE D., HELPMAN E., HOFFMAISTER A.W. (1997), *North-South R&D spillovers*, «Economic Journal», vol.107, pp. 134-139.
- DOLLAR D (1992), *Outward-oriented developing economies really do grow more rapidly: evidence from 95 LDCs, 1976-1985*, «Economic development and cultural change», vol. 40, pp. 523-544.
- GREENE W.H. (1993), *Econometric analysis*, MacMillan, New York.
- GRILICHES Z. (1979), *Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth*, in «Bell Journal of Economics», vol.10, pp. 92-116.
- GROSSMAN G., HELPMAN E. (1991), *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Cambridge (Mass.).
- KELLER W. (1996), *Are international R&D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners*, SSRI papers, University of Wisconsin.
- LICHTENBERG F., van POTTELSBERGHE B. (1996), *International R&D spillovers: a re-examination*, NBER Working Paper 5668, July.
- MOHNEN P., (1996), *R&D externalities and productivity growth*, in «Science Technology Industry Review», OECD, n.18, pp.39-66.
- NISHIMIZU M., ROBINSON S. (1984), *Trade policies and productivity change in semi-industrialized countries*, in «Journal of Development Economics», vol.16, n.1, pp.177-206.
- ROSENBERG N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, Cambridge (trad. it. *Dentro la scatola nera*, Il Mulino, Bologna, 1991).
- TERLECKYJ N. (1974), *Effect of R&D on the Productivity Growth*, in «Review of Economics and Statistics», vol.63, pp.275-282.

TYBOUT J.R. (1992), *Linking Trade and Productivity: New Research Directions*, in «World Bank Economic Review», vol.6, n.2, pp.189-211.

WOLFF E.N., NADIRI M.I. (1993), *Spillover effects, linkage structure, and research and development*, in «Structural change and economic dynamics», n.4, pp.315-331.

WORLD BANK (1991), *World Development Report 1991*, Oxford University Press, New York.

YAMADA T., LIU G. (1991), *Labour productivity and market competition in Japan*, NBER Working Paper 3800, August.

Stampato presso la litografia Cuec  
Via Tolmino 33, Cagliari - Tel 282249

Impianti forniti da CRENoS