



Università degli Studi di Ferrara

DIPARTIMENTO DI ECONOMIA, ISTITUZIONI, TERRITORIO

Corso Ercole I D'Este n.44, 44100 Ferrara

Quaderni del Dipartimento

n.8/1998

Maggio 1998

*Un'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici:
evidenze empiriche su di un campione di paesi OCSE
nel decennio 1980-1990*

Sandro Montresor

Maggio 1998

**Un'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici:
evidenze empiriche su di un campione di paesi OCSE
nel decennio 1980-1990**

Sandro Montresor [#]

Sommario

In questo paper un approccio intersettoriale ai sistemi tecnologici viene applicato a 10 paesi dell'area OCSE nel decennio 1980-1990. L'analisi si concentra sul grado di connettività delle interrelazioni interne ai sistemi tecnologici, considerando flussi innovativi intersettoriali sia incorporati (componente tecnologica materiale) che diretti (componente tecnologica immateriale), sulla base dei quali giunge a compilare una tassonomia degli stessi. Il sistema tecnologico giapponese è l'unico a rivelare, lungo tutto il periodo dell'analisi, una configurazione effettivamente sistemica, sebbene con riferimento ai soli flussi incorporati (identificando un sistema tecnologico definibile 'economico-produttivo'), mentre i flussi diretti sono tra i meno connessi. Per gli altri paesi del campione una configurazione di traiettoria tecnologica 'allargata' ad entrambi i tipi di flussi si rivela più appropriata, sebbene con un quadro di posizioni relative estremamente differenziato. Al di là di questo risultato, gli allineamenti ad altre analisi sistemiche del cambiamento tecnologico sono, come atteso, data la particolarità dell'approccio, solo parziali.

J.E.L. Classification: 030, P50, C67

[#] IDSE-CNR, Milano e Università degli Studi di Bologna, Dottorato di Ricerca in Economia e Istituzioni.

1. Introduzione

Il fatto che il processo innovativo si realizzi attraverso qualificate interazioni tra attori diversi - imprese, ma anche università, istituti di ricerca, banche e ministeri governativi (solo per citare i principali) - oltre che in presenza di determinate condizioni strutturali - ovvero di specifici contesti istituzionali e storico-geografici - costituisce uno dei risultati più rilevanti delle analisi storiche del cambiamento tecnologico (Rosenberg, 1982; 1994). Sulla base di queste ultime, alcuni recenti filoni di ricerca di ispirazione eterodossa ('neo-Schumpeteriana', evoluzionista ed istituzionalista) sono giunti ad argomentare l'opportunità di analizzare il processo innovativo in modo sistemico, ovvero facendo riferimento al complesso di attori e relazioni in cui esso si articola. Sono state così elaborate diverse nozioni di 'sistema di innovazione' che, considerando ambiti funzionali (specifiche tecnologie, aree industriali, o interi sistemi economico-produttivi) e geografici (nazionali, sub-nazionali e sovra-nazionali) diversi, intendono catturare le caratteristiche relazionali e contestuali del processo innovativo¹.

Tra le 'varianti' dell'approccio dei sistemi di innovazione (Edquist, 1997a, p.2), particolarmente rilevante è la nozione di '*sistema tecnologico*' (Hughes, 1989; Carlsson e Stankiewicz, 1991), il cui 'dominio concettuale' si estende, oltre che a relazioni di tipo istituzionale tra gli agenti innovativi, anche a legami interattivi di tipo sia strettamente tecnologico che più ampiamente tecno-economico (Montresor, 1998). Da un lato, infatti, nella stessa nozione è implicita un'idea multidimensionale di tecnologia (De Liso e Metcalfe, 1996) che considera la sua articolazione sistemica in componenti materiali (prodotti e processi) e immateriali (conoscenza, abilità e qualifiche). Dall'altro, seguendo una visione opportunamente 'allargata' (Antonelli, 1997; Leoncini, 1996), la stessa può essere intesa come una sintesi interattiva e dinamica di tutti quei sub-sistemi che influenzano le modalità e gli effetti del processo innovativo: sub-sistemi produttivi e di mercato, oltre che sub-sistemi di diretto 'supporto' tecnologico (De Liso e Metcalfe, 1997), conformati dal più ampio contesto delle capacità sociali ('*social capabilities*'), oltre che dalle capacità e dalle istituzioni più strettamente innovative, ed influenzati dalla disponibilità di opportuni ('grandi') fattori di produzione (Antonelli, 1997), quali risorse umane, naturali ed ambientali e, appunto, tecnologia.

Ad una certa superiorità concettuale la nozione di sistema tecnologico unisce poi notevoli vantaggi di tipo applicativo, consentendo di superare alcune limitazioni dell'approccio standard dei sistemi di innovazione. La metodologia dei '*case studies*', a cui quest'ultimo fa prevalentemente ricorso, non si rivela infatti particolarmente adatta a quantificare gli aspetti interattivi che caratterizzano uno schema di indagine di tipo sistemico, se non altro secondo i requisiti di comparabilità che si impongono in assenza di una nozione di sistema di riferimento, ottimale o di equilibrio (Montresor, 1998). Ciò è vero tanto per quanto concerne le relazioni interne ad un sistema

¹ Oltre alla nozione di 'sistema nazionale di innovazione', primo concetto sistemico ad essere elaborato nello studio del cambiamento tecnologico e tutt'oggi quello più utilizzato, altre varianti sono quelle di 'sistema sovranazionale di innovazione', 'sistema regionale di innovazione', e 'sistema settoriale di innovazione'. Per un'analisi comparata di queste ed altre varianti si veda Montresor (1998).

che quelle che lo stesso, al pari di altri sistemi sociali 'aperti', scambia con l'ambiente 'esterno'. L'analisi empirica di una data 'variante' sistemica viene infatti in questo modo compiuta dopo avere preventivamente delimitato, in maniera esogena (se non anche arbitraria), l'ambito funzionale e geografico-spaziale di riferimento, ponendo con ciò problemi di 'auto-referenzialità'. Più soddisfacente risulta invece il ricorso ad una nozione sistemica opportunamente 'allargata', quale appunto quella di sistema tecnologico (Antonelli, 1997; De Liso e Metcalfe, 1997), che consenta di identificare le diverse varianti di sistema di innovazione, oltre che altri strumenti concettuali disponibili in letteratura, come delle configurazioni che lo stesso assume in diversi contesti, a seconda dell'effettiva struttura delle sue relazioni interne ed esterne (Leoncini e Montresor, 1997).

In questo tipo di configurazione la metodologia dei *case-studies* può essere utilmente affiancata da altre metodologie, tra cui in particolare l'analisi intersettoriale. Assumendo i flussi tecnologici intersettoriali 'incorporati' negli scambi di beni e servizi 'innovati' come *proxy* delle interrelazioni tecno-economiche interne ad un sistema tecnologico, ed approssimando invece le relazioni scambiate dallo stesso con l'ambiente 'esterno' attraverso le esportazioni settoriali, diviene infatti possibile determinarne la natura più o meno sistemica (ovvero l'effettivo grado di articolazione degli scambi), oltre che il suo maggiore o minore grado di apertura internazionale (Leoncini e Montresor, 1997; 1998; Leoncini et al., 1996).

Sia pure focalizzandosi sulla sola analisi del lato interno, questo paper intende sviluppare ulteriormente tale approccio intersettoriale per la configurazione dei sistemi tecnologici, introducendo due elementi di novità. In primo luogo, esso intende mostrare come la configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici, che delimitano cioè il quadro degli attori e dei fattori contestuali rilevanti, possa essere compiuta in modo più definito quando venga basata sulla caratterizzazione (ovvero sull'analisi di connettività) delle interrelazioni approssimate da flussi innovativi intersettoriali di natura diversa: non solo flussi tecnologici incorporati, ma anche flussi tecnologici diretti, occorrenti tra i settori sulla base delle caratteristiche di bene pubblico della conoscenza ('non-appropriabilità' e 'non-escludibilità'). In secondo luogo, esso intende proporre una serie di nuovi indicatori di connettività che, basandosi sul ruolo giocato da ciascuna componente sistemica nelle varie attività di scambio considerate, consentono di sviluppare un'utile interpretazione settoriale dei risultati ottenuti.

Seguendo le suddette varianti ed integrazioni, l'approccio viene applicato ad un campione di 10 paesi OCSE lungo tre scansioni temporali dell'ultimo decennio (primi anni '80, metà anni '80, primi anni '90), ottenendo risultati solo in parte allineati con quelli di altri studi di tipo sistemico più o meno omogenei con il presente.

Il paper si articola in quattro sezioni. Nel Paragrafo 2 viene discussa la distinzione tra flussi innovativi incorporati e flussi innovativi diretti, ribadendo la necessità di considerare la connessione sistemica di entrambi nella configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici. Il Paragrafo 3 analizza gli indicatori impiegati per la determinazione del grado di connettività dei flussi considerati. Nello stesso si esamina inoltre il significato delle particolari caratterizzazioni associabili al maggiore o minore grado di articolazione di ciascuna tipologia di scambi tecnologici considerata

singolarmente, oltre che il significato delle configurazioni determinate sulla base della loro analisi congiunta. Il Paragrafo 4 espone i risultati dell'applicazione empirica, una sintesi dei quali viene raccolta nelle conclusioni (Paragrafo 5), unitamente ad ulteriori questioni rilevanti per l'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici.

2. Sistemi tecnologici e flussi innovativi intersettoriali: flussi incorporati e flussi diretti

Compiere un'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici equivale ad esaminare le caratteristiche strutturali del processo di diffusione innovativa al medesimo livello (Montresor, 1996). In via generale, infatti, l'enfasi su aspetti di tipo interattivo, qualificante un approccio di natura sistemica (Edquist, 1997a, p.20), è implicita nello studio del processo di diffusione, che richiede sempre, a qualsiasi livello avvenga, quantomeno un 'contatto' tra produttore ed utilizzatore innovativi. Analizzare lo stesso processo a livello intersettoriale consente poi di sfruttare due ulteriori vantaggi. In primo luogo, il riferimento alle interdipendenze settoriali, che costituiscono una distanza economica estremamente rilevante tra produttori ed utilizzatori innovativi (Lundvall, 1992a), consente di dare conto della struttura degli apparati dei sistemi di produzione, la cui considerazione si impone alla luce di una visione 'allargata' dei sistemi tecnologici. In secondo luogo, e da un punto di vista più strettamente applicativo, al medesimo livello di indagine è possibile misurare agevolmente, ed in maniera omogenea, interrelazioni di differente natura, anche con riferimento a sistemi tecnologici diversi².

Come è noto, in via generale, è possibile distinguere due modalità di diffusione innovativa, incorporata (*'embodied'*) o scorporata (*'disembodied'*), a seconda che il processo sia o meno 'veicolato' da paralleli scambi di natura materiale (OECD, 1992, p. 48). Nell'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici, il riferimento al processo di diffusione tecnologica 'incorporata', che avviene cioè tramite lo scambio di beni intermedi e capitali in cui si realizzano le innovazioni, assume un'importanza notevole. I flussi incorporati costituiscono infatti dei flussi tipicamente tecnico-economici, e per questo coerenti con un'opportuna analisi 'allargata' del cambiamento tecnologico, quantomeno con riferimento a due aspetti. Il primo è da rivedersi, come si è detto, nella loro relazione con i flussi economico-produttivi occorrenti all'interno del sistema di produzione di un sistema tecnologico, in cui si verificano importanti processi di apprendimento innovativo semplice (*'learning-by-doing'* e *'learning-by-using'*) ed interattivo (*'learning-by-interacting'*). Il secondo aspetto ha a che vedere con la cruciale influenza esercitata sugli stessi flussi dalla struttura di mercato in cui le imprese operano e, in una certa misura, da quelle componenti del contesto istituzionale (come, ad esempio, legislazioni in tema di concorrenza ed autorità *anti-trust*) che sono in grado di

² Come si vedrà in seguito, l'analisi intersettoriale si basa infatti prevalentemente sull'impiego delle tavole input-output e di altre fonti informative disponibili presso gli uffici statistici internazionali in forma comparabile per paesi diversi. L'analisi della diffusione tecnologica a livello impresa e a livello intra-industriale viene condotta invece con un diverso grado di dettaglio e con una diversa enfasi in contesti (paesi) diversi, ostacolando l'identificazione di relazioni comparabili secondo criteri omogenei.

incidervi. Il processo di diffusione incorporata è infatti caratterizzato dalla presenza di *'spillover'* definibili di tipo *'rent'* (Griliches, 1979). Questi ultimi sono identificabili nei vantaggi economici resi disponibili alle imprese acquirenti un dato bene intermedio o capitale innovato, per il fatto che i relativi produttori non sono in grado di appropriarsi interamente, data appunto la struttura concorrenziale dei mercati, del *'plusvalore'* impresso al bene scambiato dall'innovazione che vi viene incorporata. Evidentemente, tanto meno concorrenziale è il mercato, tanto maggiore è il potere di *'monopolio'* relativo del produttore, e tanto minore è l'entità di *'spillover'* di tipo *'rent'*. Quest'ultima considerazione introduce dunque un ulteriore importante elemento nella connotazione tecno-economica dei flussi incorporati: essi non dipendono infatti solamente dall'entità e dalla struttura dei flussi di produzione da cui sono veicolati, ma anche dalla struttura di mercato in cui questi ultimi avvengono.

Sulla base di queste considerazioni, l'approccio intersettoriale ai sistemi tecnologici è stato prevalentemente basato sull'analisi dei flussi incorporati (Montresor, 1994; Leoncini et al., 1996; Leoncini e Montresor, 1997, 1998). L'esclusivo riferimento allo stesso tipo di flussi non può tuttavia ritenersi del tutto soddisfacente. In primo luogo, trattandosi di flussi tecnologici tipicamente materiali, si finisce col trascurare la natura multidimensionale della tecnologia (immateriale oltre che materiale), a cui la nozione di sistema tecnologico fa invece riferimento. In secondo luogo, trattandosi di flussi basati su di una logica produttore-utilizzatore, non si dà conto esplicitamente di flussi tecnologici di natura più *'pura'*, che avvengono cioè direttamente sulla base delle caratteristiche di bene pubblico della tecnologia stessa, senza il bisogno di essere veicolati da paralleli flussi economico-produttivi.

Da un punto di vista concettuale, dunque, l'estensione dell'approccio intersettoriale all'esame di flussi innovativi *diretti* è quanto mai opportuna. D'altra parte, la loro effettiva misurazione, attraverso opportune matrici intersettoriali, è molto meno agevole di quella dei flussi incorporati.

Questi ultimi possono essere infatti misurati assumendo che le innovazioni facenti capo ad un settore si diffondano ai rimanenti *proporzionalmente* ai flussi produttivi - di beni intermedi (Brown e Conrad, 1967) o di beni capitali (Terleckyj, 1974) - scambiati dalle imprese corrispondenti, sia direttamente che indirettamente, ovvero in successivi *'round'* di produzione (Momigliano e Siniscalco, 1982). Sulla base di questa ipotesi, le matrici intersettoriali dei flussi incorporati possono essere ottenute semplicemente ponderando determinati input innovativi settoriali (spesa o occupazione in R&S) sulla base di opportune matrici dei requisiti diretti o totali di produzione delle tavole input-output (Montresor, 1996; Papaconstantinou et al., 1996)³.

Per converso, i flussi tecnologici di tipo effettivamente diretto sono flussi di natura molto particolare, cosicché la loro misurazione non può essere compiuta in modo adeguato ricorrendo agli schemi matriciali normalmente impiegati al medesimo fine (Marengo e Sterlacchini, 1990). Sia le matrici intersettoriali delle *'innovazioni'*, basate sull'indagine diretta della diffusione di innovazioni

³ Per una rassegna di questo tipo di schemi di ponderazione, basati sulle tavole input-output, si veda ad esempio Wolff e Nadiri (1993).

‘principali’⁴ (Robson et al., 1988; DeBresson et al., 1994; DeBresson, 1996), che le matrici intersettoriali dei brevetti, ottenute mappando l’utilizzazione dei brevetti imputabili a determinati settori (Scherer, 1982, 1984; Evenson e Putnam, 1988; Putnam ed Evenson, 1994), misurano infatti flussi che, pur essendo non incorporati (Marengo e Sterlacchini, 1990) hanno di fatto natura spuria⁵. Da un lato, non si tratta di flussi tecno-economici veri e propri, perché il principio produttore-utilizzatore che li determina è di tipo tecnologico e non coincide (pur essendovi influenzato) con quello corrispondente di tipo economico-produttivo (Pavitt, 1984). D’altro lato, non si tratta nemmeno di flussi tecnologici *diretti* in senso proprio, poiché avvengono appunto sulla base di un principio produttore-utilizzatore e non direttamente, in virtù delle proprietà di bene pubblico della conoscenza: la conoscenza incorporata in un’innovazione o in un brevetto risulta infatti implementabile, qualora si guardi alle sue intrinseche caratteristiche, in un novero di settori più ampio, e possibilmente diverso, da quello dei settori che ne effettuano l’acquisto o l’utilizzo⁶. Il problema si pone in particolar modo nel caso delle matrici intersettoriali dei brevetti, che danno conto, in maniera indistinguibile, di ‘*spillover*’ di tipo ‘*pure knowledge*’ e di tipo ‘*rent*’ (Griliches, 1979): se un brevetto di cui è stata inoltrata la domanda viene di fatto concesso, il produttore dell’innovazione potrebbe infatti rivendicare l’uso esclusivo della stessa, ed applicare pertanto un ‘*mark-up*’ sul costo marginale per coprire il costo della R&S.

Questo tipo di problematica ha di recente stimolato la ricerca di nuove metodologie rivolte a catturare flussi di natura ‘esclusivamente’ diretta, ovvero basati sul concetto di ‘distanza tecnologica’, piuttosto che economico-produttiva, tra gli agenti (in particolare imprese) coinvolti nel processo innovativo (Jaffe, 1986; Goto e Suzuki, 1989). Tra queste ultime, particolarmente rispondente ad un livello di indagine intersettoriale è la metodologia proposta di recente da Verspagen (1995, 1997), unitamente ad altri ricercatori del MERIT⁷, che giunge alla costruzione di alcune matrici dei flussi diretti facendo riferimento alle *procedure* con cui i brevetti vengono concessi dai principali uffici internazionali, ovvero l’Ufficio Brevetti Europeo (*European Patent Office (EPO)*) e l’Ufficio Brevetti Statunitense (*United States Patents and Trademarks Office (USPTO)*)⁸. Tra queste, quella metodologicamente più affidabile ed al contempo più rappresentativa (comprendendo circa il 60% di tutti i brevetti concessi dal relativo ufficio nel periodo 1979-1994) è

⁴ Identificate come tali, alternativamente, sulla base del parere di esperti o attraverso indagini campionarie.

⁵ Prima ancora, la loro costruzione impone un onere di elaborazioni tale da limitarne la realizzazione a specifici contesti spaziali e temporali. Il loro utilizzo nella ponderazione di input innovativi settoriali relativi a contesti diversi, oltre a porre consistenti problemi di ordine tecnico nella collimazione tra classificazioni di differente natura, trascura pertanto la diversa propensione ad innovare e a brevettare caratteristica di sistemi tecnologici diversi. Per una più ampia discussione di questo tipo di matrici e delle relative problematiche si veda Montresor (1998).

⁶ Esemplificativo a questo proposito è l’esempio fornito da Verspagen (1995) della conoscenza relativa ad un fertilizzante, rilevante per settori come la plastica, la gomma o il vetro, in virtù della natura chimica della loro tecnologia di base, ma di fatto non impiegata al di fuori del comparto agricolo.

⁷ Si vedano, ad esempio, i lavori di van Meijl (1994), Los e Verspagen (1996), Los (1997), e Verspagen e De Loo (1998).

⁸ Più precisamente, le matrici sono 3: due relative all’*EPO* ed una relativa all’*USPTO* (Verspagen, 1995). Si noti come in queste matrici l’interesse non sia, come in precedenza, per la produzione o per l’utilizzo dei brevetti, ma per le procedure di brevettazione.

una matrice che sfrutta le istruzioni fornite a ciascun brevettante un'innovazione presso l'EPO circa l'opportunità di indicare nel documento brevettuale sia il tipo (codice brevettuale) di informazione 'rivendicabile' più strettamente pertinente all'innovazione, che l'informazione, sempre 'rivendicabile', relazionata ad altri campi conoscitivi collegati alla prima (WIPO, 1989, p.26): i codici brevettuali attivati sulla base della prima componente, opportunamente tradotti in termini settoriali (Verspagen *et al.*, 1994), vengono quindi impiegati come *proxy* dei settori produttori di conoscenza, mentre quelli attivati sulla base della componente 'secondaria' dell'informazione rivendicabile (sempre raccordati settorialmente) fungono da *proxy* dei settori utilizzatori di conoscenza.

I flussi misurati da questo tipo di matrice sono, per costruzione, dei flussi di natura chiaramente diretta. Oltre a ciò, la stessa offre un rilevante vantaggio applicativo. Una volta normalizzata, al pari di quelle delle innovazioni o dei brevetti sopra menzionate, essa può essere impiegata per distribuirvi coerentemente degli indicatori innovativi settoriali (tipicamente spesa in R&S) relativi a diversi contesti nazionali: il ricorso ad un unico ufficio brevetti 'internazionale' elimina infatti i problemi dovuti alle differenti procedure di brevettazione seguite da diversi uffici brevetti nazionali⁹.

Seguendo quest'ultima metodologia, pertanto, sia nel caso dei flussi diretti che nel caso dei flussi incorporati le corrispondenti matrici intersettoriali possono essere ottenute, rispetto ad un certo periodo t , pre-moltiplicando il vettore diagonale della spesa settoriale in R&S, \hat{r}_t , per opportune matrici dei coefficienti di input incorporati e diretti, indicate rispettivamente con R_t^{in} e R_t^d , ovvero, secondo le seguenti espressioni:

$$F_t^{in} = \hat{r}_t R_t^{in} \quad (1a)$$

e

$$F_t^d = \hat{r}_t R_t^d \quad (1b)$$

dove le matrici ed i vettori indicati si intendono riferiti ad un'opportuna disaggregazione di n settori, d'ora in avanti implicita in tutte le espressioni matriciali e vettoriali che seguono¹⁰.

La matrice dei coefficienti di input incorporati, R_t^{in} , assume diverse formulazioni specifiche a seconda dei diversi tipi di transazioni produttive in cui si assume avvenire l'incorporazione di tecnologia, oltre che a seconda delle diverse modalità di analisi dei relativi requisiti di tipo indiretto. Fra le varie alternative possibili (Montresor, 1996), in questo lavoro si fa riferimento ai flussi tecnologici incorporati nei flussi intersettoriali di beni intermedi attivati, direttamente ed indirettamente (ovvero in 'round' produttivi successivi), dalle componenti settoriali della domanda

⁹ Anche in questo caso, tuttavia, come nei precedenti, il requisito della comparabilità tra i flussi tecnologici inerenti a contesti diversi viene solo parzialmente soddisfatto in quanto la pensione a brevettare 'esternamente' rimane comunque differenziata.

¹⁰ L'utilizzo dei valori correnti dell'indicatore innovativo r e l'impiego delle intere quote settoriali di R&S per entrambi i tipi di flussi comporta delle semplificazioni notevoli nella descrizione del processo di diffusione: d'altra parte, l'impiego di modelli più sofisticati e realistici si scontra con problemi di disponibilità di dati (Marengo e Sterlacchini, 1990; Montresor, 1998).

finale. A dispetto delle altre alternative possibili¹¹, quest'ultima consente infatti di dare conto di un sub-sistema composito all'interno del sistema tecnologico, costituito dall'interazione fra il sub-sistema innovativo, quello produttivo e quello del mercato (Leoncini et al., 1996). La formulazione di R_t^{in} è in questo caso (il pedice temporale viene in seguito sottinteso):

$$R^{in} = (\hat{x})^{-1} B \hat{d} \quad (2)$$

in cui \hat{x} e \hat{d} indicano, rispettivamente, i vettori diagonali della produzione e della domanda finale settoriale, mentre B è la matrice inversa di Leontief. Si osservi come la pre-moltiplicazione per l'inverso del vettore diagonale \hat{x} trasformi i flussi intersettoriali di beni intermedi in quote del totale produttivo settoriale, cosicché si ha che:

$$\sum_j R_{ij}^{in} = 1 \quad (3)$$

La matrice dei flussi incorporati assume pertanto in questo caso la forma:

$$F^{in} = \hat{r}(\hat{x})^{-1} B \hat{d} \quad (4)$$

L'interpretazione della (4) è immediata: il suo generico elemento, F_{ij}^{in} , rappresenta la spesa in R&S del settore i che viene direttamente ed indirettamente incorporata nella produzione del bene finale j . Particolare è il significato degli elementi sulla diagonale principale della stessa matrice, ciascuno dei quali misura la spesa in R&S del settore corrispondente che 'rimane' nei beni finali prodotti dallo stesso settore¹². Essendo la presente analisi interessata ad aspetti di natura relazionale, in cui ad essere coinvolti sono i settori, questi ultimi elementi verranno opportunamente esclusi dagli indicatori impiegati in questo lavoro.

Quanto ai coefficienti di input diretti, ovvero alla matrice R^d , il riferimento è come si è detto ad una particolare matrice tra quelle costruite da Verspagen (1995) sulla base delle procedure di brevettazione dell'Ufficio Brevetti Europeo, di seguito indicata come $EPOI$ ¹³. La corrispondente formulazione per F^d è pertanto:

$$F^d = \hat{r}R^{d(EPOI)} \quad (5)$$

¹¹ Ulteriori varianti della matrice R^{in} considerano l'ipotesi che i flussi tecnologici siano incorporati nei beni di investimento, anziché nei beni intermedi, oppure nella produzione industriale corrente piuttosto che nella domanda finale. Per una discussione di queste ultime si veda Montresor (1998).

¹² Marengo e Sterlacchini, sia pure con un'interpretazione *ad hoc*, convengono di considerare quest'ultima come R&S incorporata in innovazioni di processo (Marengo e Sterlacchini, 1990, nota 7).

¹³ La numerazione indica il riferimento alla prima delle tre matrici costruite da Verspagen (1995).

dove $R^{d(EPO1)}$ indica un'opportuna normalizzazione della stessa matrice $EPO1$, riadattata allo stesso schema settoriale della R^{in} , per cui si ha nuovamente:

$$\sum_j R_{ij}^{d(EPO1)} = 1 \quad (6)$$

Le matrici di cui alla (4) ed alla (5) costituiscono le matrici di riferimento di questo studio, sulla base delle quali compiere la caratterizzazione e la configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici, secondo le procedure descritte nel paragrafo che segue.

3. Indicatori di connettività dei flussi tecnologici intersettoriali: caratterizzazione e configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici

Le interrelazioni con cui vengono identificati i confini funzionali dei sistemi tecnologici nell'approccio intersettoriale impiegato in questo lavoro presentano ovviamente caratteristiche diverse in sistemi tecnologici diversi. Approssimare queste interrelazioni con delle matrici intersettoriali dei flussi tecnologici consente di analizzare una caratteristica particolarmente importante delle stesse, ovvero il loro grado di 'connettività'. Per quanto il significato di questo attributo sia intuitivamente chiaro, essendo alla base della proprietà 'olistica' dei sistemi (von Bertalanffy, 1968), non altrettanto immediata è la scelta di un indicatore sintetico che misuri il grado effettivo di una simile proprietà. Le alternative sono infatti molteplici e ciascuna con propri limiti e vantaggi¹⁴.

All'interno di questo lavoro si propone una metodologia in cui la connettività di un sistema tecnologico viene determinata esaminando la natura rivelata dalle sue componenti (in questo caso settori) nelle attività di scambio innovativo sopra delineate. Più precisamente, l'idea è quella di fare riferimento alle statistiche descrittive degli indici settoriali di 'pervasività/dipendenza innovativa', PDI , (Archibugi, 1988; Marengo e Sterlacchini, 1990). Per ciascun settore k degli n considerati, essi si definiscono come il rapporto tra le diffusioni (D_k) e le acquisizioni (A_k) intersettoriali relative ad un certo tipo di flussi innovativi ($F^{(\cdot)}$), incorporati o diretti, ovvero come:

$$PDI_k(F^{(\cdot)}) = \frac{D_k(F^{(\cdot)})}{A_k(F^{(\cdot)})} = \frac{\sum_{j=1}^n F_{kj}^{(\cdot)} - F_{kk}^{(\cdot)}}{\sum_{i=1}^n F_{ik}^{(\cdot)} - F_{kk}^{(\cdot)}} \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

con $F^{(\cdot)} = F^{in}; F^d$

¹⁴ Analisi dei *cluster*, dei *linkages*, e dei coefficienti di sensibilità, rappresentano alcuni dei campi di indagine dai quali emergono interessanti opportunità a questo proposito.

Valori di PDI maggiori dell'unità denotano settori '*pervasivi*', che diffondono cioè nel sistema più 'innovazione' di quanta ne acquisiscano; per converso, valori compresi tra zero e l'unità denotano settori '*dipendenti*', le cui acquisizioni superano cioè le diffusioni innovative intersettoriali.

Una prima indicazione sul grado di connettività degli scambi innovativi occorrenti in un sistema tecnologico può essere ottenuta misurando la dispersione (rispetto alla 'media teorica') di un'opportuna normalizzazione di PDI_k , ovvero della seguente espressione:

$$PDIS_k(F^{(\cdot)}) = \left(\frac{D_k(F^{(\cdot)}) - A_k(F^{(\cdot)})}{D_k(F^{(\cdot)}) + A_k(F^{(\cdot)})} \right) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

con $F^{(\cdot)} = F^{in}; F^d$

Nella (8) gli indici settoriali PDI vengono trasformati in indici simmetrici ($PDIS$), indipendenti dalla scala del sistema di R&S, e compresi tra -1 e 1: valori negativi denotano così settori dipendenti, mentre valore positivi indicando settori pervasivi. La media teorica di quest'ultimo indice è pertanto pari a 0, cosicché un'utile misura di dispersione per lo stesso può essere ottenuta calcolando il momento di secondo ordine rispetto all'origine della distribuzione corrispondente, ovvero:

$$m_2 = \frac{\sum_{k=1}^n (PDIS_k)^2}{n} \quad (9)$$

Tanto più elevato è il valore della (9), tanto più pervasivi e/o tanto più dipendenti sono i settori di un sistema tecnologico, e viceversa per valori ridotti della stessa espressione. Poiché negli schemi matriciali impiegati le diffusioni di un settore costituiscono delle acquisizioni per i rimanenti, e viceversa, la (9) è suscettibile di un'interessante interpretazione. Distribuzioni di $PDIS$ molto polarizzate, ovvero con ampi scarti relativi (relativi cioè al totale scambiato) tra le diffusioni e le acquisizioni settoriali, indicano che numerosi settori forniscono al sistema, nel caso di scarti positivi, o acquisiscono dal sistema, nel caso di scarti negativi, 'molto' in confronto alle loro rispettive acquisizioni e diffusioni. L'*intensità* degli scambi può pertanto presumersi più rilevante in questo caso che in quello di distribuzioni poco polarizzate, con scarti relativi ridotti tra diffusioni ed acquisizioni innovative.

Nell'analizzare la connettività di un sistema tecnologico, l'intensità degli scambi non è tuttavia che uno degli aspetti da considerare: il loro carattere più o meno diffuso, nonché la loro *estensione*, è altrettanto qualificante. L'analisi delle distribuzioni $PDIS$ può fornire di nuovo delle indicazioni a questo riguardo. Distribuzioni 'concentrate' intorno a settori dipendenti (pervasivi), con limitate contrapposizioni da parte di settori pervasivi (dipendenti), possono considerarsi un sintomo di acquisizioni (diffusioni) localizzate intorno a pochi settori, e viceversa per situazioni più simmetriche. Un'indicazione su quest'ultimo aspetto può essere ottenuta calcolando il momento di ordine terzo rispetto all'origine della distribuzione degli indici $PDIS$, nonché:

$$m_3 = \frac{\sum_{k=1}^n (PDIS_k)^3}{n} \quad (10)$$

La (10) assume infatti valori negativi nel caso di ‘dominanza’ dei settori dipendenti sui settori pervasivi, mentre l’opposto si verifica nel caso di valori positivi. Per quanto questo indice non consenta di distinguere la maggiore numerosità dell’una piuttosto che dell’altra tipologia settoriale, dando conto della contrapposizione fra numerosità ed entità degli scarti dei due segni in maniera composita, valori ridotti della (10) possono essere presi a suggerire situazioni più simmetriche, e quindi scambi più ‘diffusi’, di valori più elevati della stessa, indipendentemente dal segno.

Volendo combinare i due aspetti di dispersione e di simmetria a cui si è fatto riferimento, rispettivamente, tramite la (9) e la (10), è possibile calcolare un indicatore noto in statistica come indicatore **b** di asimmetria tramite i momenti (Vajani, 1980, p.67), definito come:

$$b = \frac{(m_3)^2}{(m_2)^3} \quad (11)$$

Il valore della (11) è infatti tanto più ridotto quanto più elevato è il momento del secondo ordine - ovvero tanto più gli scambi sono ‘intensi’ - e quanto più ridotto è il momento del terzo ordine - ovvero tanto più gli scambi sono ‘diffusi’. Considerazioni opposte valgono ovviamente nel caso di valori elevati della (11).

I confini funzionali dei sistemi tecnologici possono essere dunque caratterizzati e configurati sulla base dell’indicatore di cui alla (11), integrandone l’interpretazione con l’ausilio dei valori della (9) e della (10): la media e la varianza effettive degli indici *PDIS* (di cui alla (8)), la numerosità dei raggruppamenti di settori pervasivi e dipendenti, e l’entità degli scarti dalla media teorica, sono ulteriori elementi che vanno osservati con particolare cura nella stessa interpretazione.

Sistemi tecnologici per i quali, sulla base dei suddetti indicatori, è dato riscontrare una ridotta connettività, e che denotano pertanto situazioni sistemiche ‘meno complete’ di altri ad elevata connettività, possono essere caratterizzati ricorrendo al concetto di ‘*traiettoria tecnologica*’ (Dosi, 1982): scambi tecnologici poco intensi e polarizzati richiamano infatti la natura locale ed incrementale del processo innovativo a cui la nozione di traiettoria tecnologica fa appunto riferimento. Viceversa, la caratterizzazione di ‘*sistema*’ può essere più opportunamente riservata ad ambiti tecnologici in cui è dato riscontrare scambi innovativi relativamente più intensi e diffusi.

Le caratterizzazioni di traiettoria e di sistema assumono poi specificazioni diverse a seconda della tipologia di flussi alla quale si riferiscono. Più in particolare, nel caso di flussi incorporati, una connettività molto ridotta può essere plausibilmente ricollegata all’esistenza di schemi di interfaccia

produttore-utilizzatore molto selettivi, che richiedono cioè una notevole prossimità economica¹⁵. Specificando rispetto a questo particolare aspetto la nozione di traiettoria tecnologica (Dosi, 1982), la caratterizzazione rilevante può essere considerata quella di *'traiettoria tecno-economica'*: essa denota infatti situazioni in cui le interazioni innovative (in questo caso intersettoriali) vengono selezionate sulla base di determinati paradigmi tecno-economici (a livello mesosistemico), che forniscono 'istruzioni' qualificate nella soluzione di determinati problemi tecnici anche relativamente all'identificazione del settore produttore od utilizzatore di un'innovazione ed alla gestione del relativo rapporto (Andersen, 1991). Diversa è la caratterizzazione associabile ad una ridotta connettività in quanto a flussi diretti. Ad essere rilevante in questo caso è infatti la produzione di conoscenza tecnologica settoriale, la cui natura ed i cui principi, identificabili sulla base dei relativi paradigmi (scientifici e tecnologici), ne limitano le ricadute e quindi le possibilità di impiego e di sfruttamento in ambiti settoriali diversi da quelli in cui viene 'normalmente' ottenuta: una caratterizzazione definibile di *'traiettoria di conoscenza tecnologica'* risulta in questo caso più appropriata, intendendo con ciò fare riferimento ad un'accezione sostanzialmente più ristretta e qualificata di quella elaborata da Dosi (1982). Considerazioni simmetriche valgono nel caso di caratterizzazioni identificate da scambi tecnologici molto intensi e diffusi. Il fatto che l'attivazione delle componenti relazionali di un sistema tecnologico si estenda oltre i processi innovativi locali che si compiono all'interno di determinate traiettorie può essere ricondotta a relazioni economico-produttive molto pervasive, nonché a paradigmi tecno-economici molto diffusi - nel caso di flussi incorporati - o ad uno spiccato carattere pubblico della conoscenza tecnologica prodotta - nel caso di flussi diretti. La caratterizzazione di *sistema* può essere pertanto specificata, nel primo caso, come quella di un *'sistema tecno-economico'*, e, nel secondo, di un *'sistema di conoscenza tecnologica'*¹⁶.

Una volta individuate le caratterizzazioni rilevanti per ciascun tipo di flusso tecnologico, incorporato e diretto, è possibile, sulla base del loro esame congiunto, giungere alla configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici. Sistemi tecnologici in cui le interazioni economico-produttive veicolano scambi tecnologici consistenti e diffusi, ed in cui gli stessi sono molto sostenuti anche in virtù delle caratteristiche di bene pubblico della conoscenza, sono riconducibili ad una prima configurazione complessiva. Essendo la risultante di una caratterizzazione di *'sistema tecno-economico'* e di una di *'sistema di conoscenza tecnologica'*, essa può considerarsi come la configurazione di un sistema tecnologico in senso proprio: per brevità e per motivi di distinzione ad

¹⁵ Avendo riguardo per la natura di quelli che sono stati considerati, nel paragrafo precedente, degli *'spillover'* di tipo *'rent'*, lo stesso fenomeno può essere ricollegato alla presenza di forme di mercato relativamente poco concorrenziali, che non consentono cioè una piena appropriazione del vantaggio economico dello scambio da parte dell'acquirente di un bene innovato. La verifica di questo aspetto richiede però informazioni e procedure di analisi di natura diversa da quelle impiegate nel semplice schema interpretativo di questo lavoro.

¹⁶ Come si dirà, un sistema tecnologico in quanto tale non potrà che risultare dalla combinazione di caratterizzazioni sistemiche per entrambi gli aspetti. Denotare come sistemica una sola delle componenti dei confini funzionali può pertanto apparire improprio, e di fatto l'associazione a concetti disponibili in letteratura è meno proponibile che nel caso delle corrispondenti accezioni di traiettoria. D'altra parte, l'impiego di queste caratterizzazioni sistemiche 'parziali' può risultare comodo nel denotare situazioni di interscambio innovativo la cui natura è intensa ed estesa prevalentemente, se non esclusivamente, con riferimento ad una sola delle due tipologie di relazioni.

essa si farà in seguito riferimento come *'sistema tecnologico puro'*. Viceversa, quei sistemi tecnologici in cui tanto le relazioni produttive quanto le conoscenze tecnologiche disponibili inducono processi innovativi con interazioni di natura prevalentemente locale (a livello settoriale) possono essere denotati con una seconda configurazione complessiva. Quest'ultima, essendo la risultante di una caratterizzazione di *'traiettoria tecno-economica'* e di una di *'traiettoria di conoscenza tecnologica'*, può essere identificata come una traiettoria tecnologica in senso allargato: denotata in seguito, per brevità, come *'traiettoria tecnologica allargata'*. Sistemi tecnologici scarsamente connessi in quanto a flussi innovativi incorporati, ma con flussi tecnologici di tipo puro molto consistenti e diffusi, sono riconducibili ad una terza configurazione, definibile *'sistema tecnologico di conoscenza'*: quest'ultima sta infatti ad indicare che i confini funzionali delimitano un sistema in quanto tale solo avendo riguardo per la dimensione tecnologica non dipendente dalla presenza e dalla natura di schemi di interfaccia produttore-utilizzatore. Da ultimo, e per motivi simmetrici al caso precedente, sistemi tecnologici in cui le relazioni economico-produttive costituiscono i vettori principali degli scambi tecnologici, i quali avvengono invece in misura limitata e locale sulla base delle proprietà della conoscenza ottenuta, sono più affini ad una configurazione che può definirsi *'sistema tecnologico economico-produttivo'*¹⁷.

4. Evidenze empiriche su un campione di paesi OCSE nel decennio 1980-1990

In questo lavoro lo schema di caratterizzazione e configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici viene applicato ad un campione di paesi dell'area OCSE, in corrispondenza di tre scansioni temporali dell'ultimo decennio, e con riferimento ad una disaggregazione a 16 settori del comparto manifatturiero.

I paesi ed i periodi del campione sono stati scelti sulla base della disponibilità delle relative tavole input-output, nonché rispetto ad uno dei *dataset* principali di questo lavoro: l'*OECD Input-Output Database*. Da questo sono state estratte le tavole relative alle tre scansioni temporali più recenti, denominate nello stesso, rispettivamente, *'primi anni '80'*, *'metà degli anni '80'* e *'primi anni '90'* (Appendice 1).

Come si è detto, la disaggregazione a cui si fa riferimento comprende 16 settori del solo comparto manifatturiero (Appendice 2), trascurando invece il ruolo cruciale del settore dei servizi nel processo innovativo, soprattutto in termini di qualificato utilizzatore di innovazioni prodotte dal settore industriale (Papacostantinou et al., 1996). Oltre a ciò, lo stesso schema viene ottenuto a seguito di alcuni accorpamenti della classificazione *ISIC-Revision 2 (Adjusted)* impiegata in sede OCSE ed è tutt'altro che raffinato, raggruppando settori dalle caratteristiche eterogenee. D'altra parte, lo stesso rappresenta la soluzione più soddisfacente del *'trade-off'* che si impone in studi settoriali multivariati di questo tipo nel tentativo, da un lato, di considerare un numero più elevato possibile di settori,

¹⁷ La terminologia seguita per identificare le configurazioni è in parte convenzionale: essa specifica infatti nozioni note al fine di sintetizzare le particolari combinazioni di circostanze a cui le configurazioni fanno riferimento.

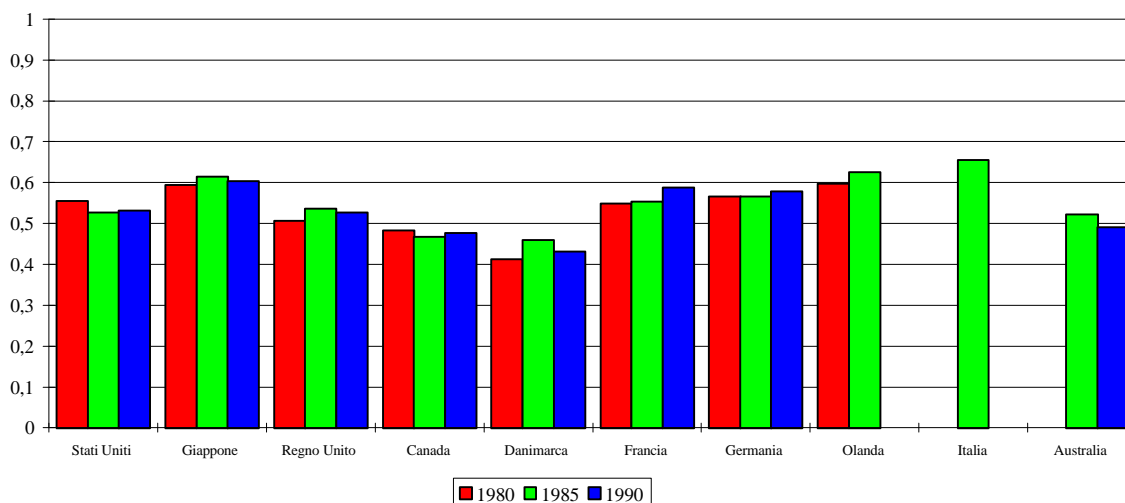
dall'altro, di impiegare dati omogenei relativamente a tutte le variabili impiegate, i paesi ed i periodi del campione.

Per quanto la composizione del campione sia la stessa a cui fanno riferimento altri studi sul tema (Leoncini e Montresor, 1997; 1998), così come gli stessi sono i *dataset* impiegati, la disaggregazione settoriale è invece differente, così come diversi sono gli indicatori utilizzati: data l'estrema sensibilità di metodologie sistemiche intersettoriali a questo tipo di aspetti, i rispettivi risultati, come si vedrà, sono solo parzialmente allineati.

4.1. Connettività dei flussi di R&S incorporati nella domanda finale

Una prima serie di osservazioni generali sulla caratterizzazione dei sistemi tecnologici (ST) rispetto ai flussi innovativi incorporati può essere compiuta sulla base della Figura 1, in cui vengono riportati i valori di m_2 calcolati secondo la (9).

Figura 1 – Varianza teorica delle distribuzioni PDIS
(flussi incorporati)



Per quanto i valori siano piuttosto concentrati, facendo riferimento alla media del dominio teorico dell'indicatore impiegato - compreso tra 0 ed 1 - è possibile distinguere due raggruppamenti. In un primo possono essere collocati Italia, Olanda, Giappone, Francia, Germania, Stati Uniti e Regno Unito, con valori di m_2 maggiori appunto di 0,5; nel secondo rientrano invece Canada, Danimarca, ed Australia, con valori di m_2 minori della stessa media¹⁸. Seguendo l'interpretazione fornita in precedenza emerge pertanto come gli scambi tecnologici incorporati meno intensi si localizzino in tre dei quattro 'piccoli' ST del campione, per i quali la presenza di una 'massa critica' innovativa meno sviluppata che nei 'grandi' sembra pertanto essere effettivamente rilevante (Nelson, 1993, pp.263-264). A questa interpretazione fa eccezione l'Olanda, la quale figura nel gruppo dei ST con scambi

¹⁸ A dire il vero, l'Australia risulta, nel periodo intermedio, sensibilmente superiore alla media.

più intensi. Per di più, inaspettatamente, l'Olanda domina quest'ultimo raggruppamento insieme all'Italia, di cui la letteratura sui sistemi nazionali di innovazione (SNI) evidenzia invece una scarsa coerenza sistemica (Malerba, 1993)¹⁹. Per certi versi attesa è invece la graduatoria dei rimanenti sistemi tecnologici: i valori più elevati si riscontrano nel caso del Giappone, primo esempio di SNI ad essere stato identificato (Freeman, 1987), mentre i ST anglosassoni (Regno Unito e Stati Uniti), caratterizzati dalla letteratura di tipo qualitativo come SNI 'miopici', appaiono effettivamente interessati da scambi tecnologici meno intensi di quelli renani (Germania e Francia), caratterizzati invece come SNI 'dinamici' (Patel e Pavitt, 1994)²⁰. Si osservi inoltre come i valori dell'indicatore relativo all'intensità degli scambi siano in generale stabili nei tre periodi considerati.

Come si è anticipato nella sezione metodologica, nell'interpretare i risultati ottenuti si rivela opportuno considerare il dettaglio degli indici settoriali di pervasività/dipendenza innovativa, ed in particolare le medie effettive delle relative distribuzioni (Tabelle 1-2-3)²¹: come si vedrà, ciò può essere di aiuto nella valutazione di alcuni risultati contro-intuitivi ottenuti.

Settori	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Olanda	Regno Unito	Stati Uniti
>>	13	1	13	13	13	3	1	13
1	-0,999	-0,983	-0,995	-0,998	-1,000	-0,996	-0,987	-0,999
3	-0,988	-0,947	-0,986	-0,990	-0,995	-0,992	-0,980	-0,998
14	-0,936	-0,938	-0,976	-0,982	-0,982	-0,983	-0,971	-0,974
16	-0,898	-0,937	-0,974	-0,965	-0,941	-0,964	-0,932	-0,930
3	-0,864	-0,834	-0,970	-0,955	-0,924	-0,922	-0,842	-0,916
2	-0,788	-0,617	-0,933	-0,944	-0,766	-0,916	-0,839	-0,904
11	-0,739	-0,532	-0,915	-0,849	-0,670	-0,774	-0,794	-0,760
4	-0,576	-0,403	-0,689	-0,710	-0,542	-0,774	-0,663	-0,705
7	-0,375	-0,228	-0,493	-0,613	-0,459	-0,701	-0,607	-0,559
8	-0,340	-0,133	-0,490	-0,463	-0,377	-0,700	-0,565	-0,270
15	-0,311	-0,128	-0,259	-0,228	0,132	-0,659	-0,388	-0,139
5	0,130	0,133	-0,066	-0,208	0,644	-0,434	-0,102	0,052
12	0,231	0,162	0,194	0,070	0,773	-0,337	-0,077	0,310
9	0,326	0,405	0,217	0,105	0,778	0,118	0,081	0,365
6	0,718	0,582	0,472	0,733	0,838	0,464	0,364	0,874
10	0,885	0,906	0,963	0,962	0,891	0,913	0,946	0,971
Media	-0,345	-0,281	-0,431	-0,440	-0,225	-0,541	-0,460	-0,349
Var	0,364	0,333	0,363	0,373	0,544	0,303	0,296	0,433
$\mu(2)$	0,483	0,412	0,549	0,566	0,594	0,596	0,507	0,555
$\mu(3)$	-0,265	-0,218	-0,366	-0,347	-0,195	-0,408	-0,323	-0,284
$1/\beta$	1,603	1,481	1,233	1,507	5,531	1,276	1,248	2,114

¹⁹ Nel caso dell'Olanda mancano addirittura, a conoscenza di chi scrive, evidenze 'ufficiali' sull'effettiva esistenza di un sistema nazionale di innovazione.

²⁰ La distinzione a cui fanno riferimento Patel e Pavitt ha prevalentemente a che vedere con il ruolo più o meno strategico, ed in particolare pervasivo, riconosciuto alle attività di investimento innovativo, rispetto a quelle ordinarie, nelle due diverse tipologie di SNI: il legame tra quest'ultimo aspetto, prevalentemente stabilito in modo qualitativo, e quello investigato nel presente lavoro non può che essere dedotto in via indiretta, ma appare quantomeno auspicabile.

²¹ Per facilitarne l'interpretazione, i valori degli indici settoriali sono stati riportati nelle tabelle in ordine crescente.

Tabella 2 - Indici PDIS - flussi incorporati (metà anni '80)

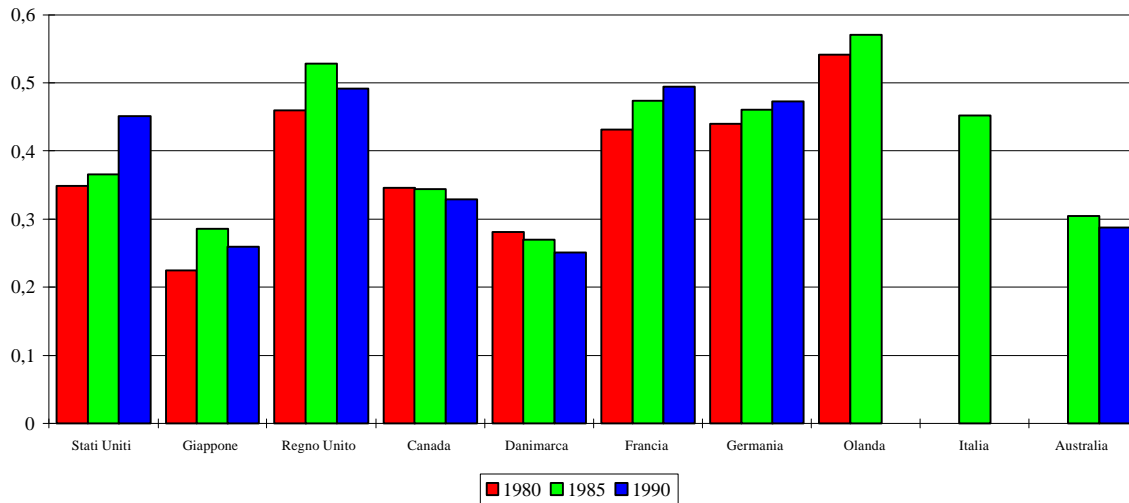
Settori	Australia	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Italia	Olanda	Regno Unito	Stati Uniti
>>	14 -0,983	13 -0,999	13 -0,979	16 -0,996	13 -0,999	13 -1,000	2 -0,998	13 -0,995	13 -0,994	1 -0,997
1	-0,976	1 -0,989	1 -0,975	13 -0,992	1 -0,974	14 -1,000	16 -0,997	3 -0,990	1 -0,992	13 -0,964
3	-0,961	14 -0,977	3 -0,975	14 -0,976	16 -0,971	1 -0,992	13 -0,996	1 -0,984	3 -0,987	2 -0,956
13	-0,944	3 -0,881	2 -0,968	1 -0,975	3 -0,942	2 -0,932	3 -0,990	2 -0,966	16 -0,983	3 -0,946
6	-0,878	16 -0,803	4 -0,873	3 -0,972	14 -0,941	11 -0,924	1 -0,982	14 -0,939	2 -0,963	16 -0,893
2	-0,834	2 -0,699	14 -0,853	2 -0,935	2 -0,925	16 -0,914	4 -0,939	11 -0,829	15 -0,937	14 -0,856
16	-0,602	11 -0,661	11 -0,659	11 -0,900	11 -0,814	3 -0,909	4 -0,939	11 -0,829	15 -0,729	4 -0,776
11	-0,558	4 -0,622	7 -0,298	4 -0,688	15 -0,764	15 -0,803	11 -0,904	8 -0,805	4 -0,600	11 -0,607
4	-0,515	7 -0,441	15 -0,209	15 -0,638	4 -0,713	12 -0,402	15 -0,859	16 -0,779	6 -0,597	15 -0,496
12	-0,329	15 -0,406	8 0,058	6 -0,501	6 -0,488	4 -0,221	8 -0,738	4 -0,777	7 -0,578	6 -0,323
15	-0,192	8 -0,326	16 0,104	12 -0,309	8 -0,293	7 0,093	12 -0,192	6 -0,497	11 -0,527	12 -0,301
7	0,137	9 0,223	9 0,131	9 -0,131	7 -0,204	6 0,319	6 0,103	9 -0,458	8 -0,450	7 -0,153
9	0,367	5 0,340	12 0,219	5 -0,022	9 -0,081	8 0,610	7 0,169	7 -0,454	9 -0,208	5 0,348
8	0,765	12 0,407	5 0,366	8 0,092	12 0,094	5 0,711	9 0,374	5 -0,191	5 -0,137	8 0,392
5	0,775	6 0,422	6 0,712	7 0,393	5 0,674	9 0,839	5 0,735	12 0,571	12 0,146	9 0,711
10	0,851	10 0,912	10 0,886	10 0,972	10 0,973	10 0,956	10 0,945	10 0,904	10 0,960	10 0,970
Media	-0,305	-0,344	-0,270	-0,474	-0,461	-0,286	-0,452	-0,570	-0,528	-0,365
Var	0,429	0,349	0,387	0,329	0,354	0,533	0,451	0,301	0,256	0,393
$\mu(2)$	0,522	0,467	0,460	0,554	0,566	0,614	0,655	0,626	0,536	0,526
$\mu(3)$	-0,241	-0,263	-0,262	-0,378	-0,348	-0,287	-0,443	-0,430	-0,355	-0,278
1/ β	2,446	1,473	1,420	1,188	1,497	2,806	1,431	1,325	1,222	1,883

Tabella 3 - Indici PDIS - flussi incorporati (primi anni '90)

Settori	Australia	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Regno Unito	Stati Uniti
>>	13 -0,999	13 -1,000	13 -0,987	13 -0,993	13 -0,999	13 -1,000	13 -0,995	13 -0,999
14	-0,977	1 -0,993	1 -0,984	16 -0,989	1 -0,981	14 -1,000	3 -0,988	1 -0,997
3	-0,971	14 -0,959	3 -0,983	3 -0,981	16 -0,974	1 -0,990	1 -0,982	3 -0,976
1	-0,969	16 -0,849	2 -0,946	14 -0,975	3 -0,953	16 -0,932	2 -0,981	16 -0,946
2	-0,923	3 -0,777	14 -0,830	1 -0,967	14 -0,933	2 -0,919	16 -0,869	2 -0,942
6	-0,764	2 -0,731	4 -0,573	2 -0,953	2 -0,932	11 -0,908	14 -0,834	14 -0,930
11	-0,623	11 -0,659	11 -0,563	11 -0,909	11 -0,826	3 -0,892	15 -0,813	4 -0,704
16	-0,417	4 -0,630	7 -0,308	15 -0,846	4 -0,732	15 -0,716	4 -0,706	6 -0,653
12	-0,342	7 -0,571	8 -0,157	4 -0,721	15 -0,689	12 -0,359	11 -0,596	11 -0,645
4	-0,190	8 -0,411	15 -0,148	6 -0,595	6 -0,638	4 -0,142	7 -0,544	15 -0,586
15	-0,150	15 -0,163	16 -0,121	12 -0,270	8 -0,309	7 0,244	8 -0,402	12 -0,283
7	0,079	9 0,231	12 0,137	5 -0,122	7 -0,211	6 0,416	6 -0,398	7 -0,133
9	0,503	12 0,375	9 0,483	9 -0,052	9 -0,124	8 0,489	9 0,011	8 0,097
8	0,532	6 0,390	6 0,517	8 0,030	12 0,056	5 0,681	12 0,072	9 0,104
5	0,792	5 0,589	5 0,599	7 0,471	5 0,705	9 0,922	5 0,225	5 0,390
10	0,816	10 0,902	10 0,847	10 0,970	10 0,974	10 0,954	10 0,943	10 0,984
Media	-0,288	-0,329	-0,251	-0,494	-0,473	-0,260	-0,491	-0,451
Var	0,407	0,369	0,368	0,343	0,355	0,537	0,285	0,328
$\mu(2)$	0,490	0,476	0,431	0,587	0,579	0,604	0,526	0,532
$\mu(3)$	-0,252	-0,254	-0,226	-0,408	-0,354	-0,266	-0,351	-0,345
1/ β	1,854	1,675	1,567	1,212	1,549	3,116	1,182	1,268

A quest'ultimo proposito, si noti come in tutti i ST, ed in tutti i periodi del campione, il quadro dei settori dipendenti domina quello dei settori pervasivi, mostrando come il settore rappresentativo di ciascuno di essi, nonché la media delle stesse distribuzioni, sia un settore 'teorico' le cui acquisizioni sono più rilevanti delle relative diffusioni. L'osservazione dei valori medi, rappresentati in valore assoluto nella Figura 2, rivela tuttavia differenze apprezzabili tra i ST a quest'ultimo riguardo.

Figura 2 - Valore medio (assoluto) delle distribuzioni PDIS
(flussi incorporati)

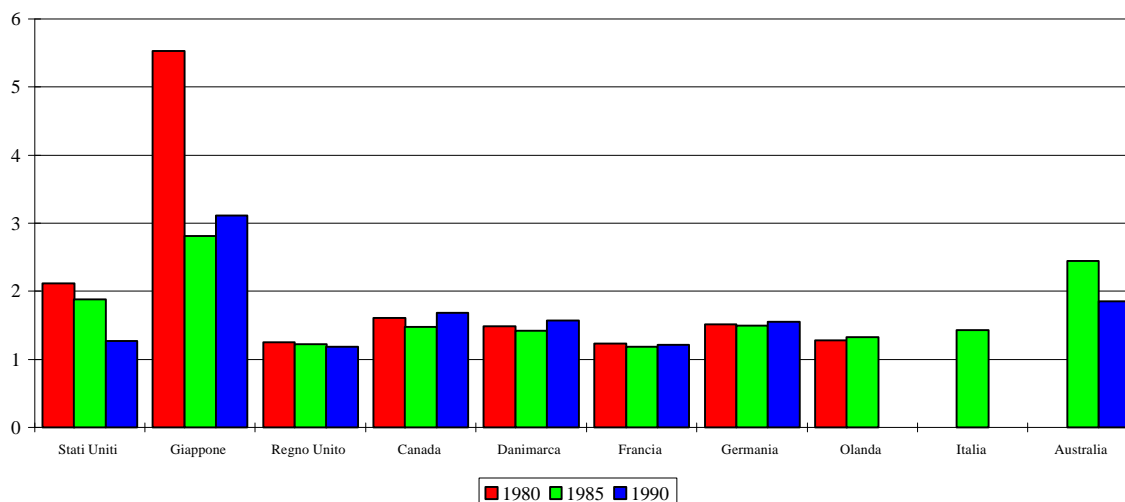


Olanda, Regno Unito ed Italia, insieme a Francia e Germania, presentano valori medi notevolmente più elevati (in valore assoluto) dei rimanenti, e lo stesso vale per gli Stati Uniti limitatamente all'ultimo periodo dell'analisi. Ciò rivela come in questi casi vi sia una maggiore concentrazione intorno a valori negativi dell'indice $PDIS_k$, suggerendo scambi che coinvolgono un numero ristretto di settori pervasivi²². Volendo considerare congiuntamente i due aspetti può essere pertanto opportuno fare riferimento all'indicatore \mathbf{b} (di cui alla (11)), il quale 'corregge' l'intensità degli scambi tecnologici tenendo conto del loro carattere diffuso. Il quadro dei risultati appare decisamente più diversificato rispetto a quello della varianza (Figura 3)²³.

²² L'analisi del dettaglio settoriale (Tabelle 1-2-3) conferma largamente questa interpretazione. L'Olanda, per esempio, presenta non più di tre settori pervasivi e ciò rende il relativo ST chiaramente diverso da quello giapponese, con una varianza minore, ma in cui i settori pervasivi sono circa la metà del totale.

²³ Ricordando come, per costruzione, valori minori di \mathbf{b} indichino, a parità di intensità, scambi più 'simmetrici' (ovvero più diffusi), per convenienza nella Figura 3 ne vengono rappresentati i reciproci.

Figura 3 - Indice b delle distribuzioni PDIS (reciproci)
(flussi incorporati)



A seguito della considerazione congiunta dei due aspetti, il Giappone assume ora valori relativamente molto più elevati dei rimanenti ST, mentre all'estremo opposto sono distinguibili le posizioni relativamente più ridotte di Regno Unito, Olanda, Francia ed Italia. Da ultimo, nell'ambito delle posizioni intermedie, Stati Uniti ed Australia rivelano valori mediamente più elevati di Germania, Canada e Danimarca. Volendo pertanto applicare la tassonomia proposta nel capitolo precedente, sembra giustificato considerare il Giappone come il caso più rappresentativo di una caratterizzazione di sistema tecno-economico, mentre i rimanenti ST si prestano maggiormente ad essere caratterizzati come delle traiettorie tecno-economiche.

La singolare caratterizzazione relativa al ST giapponese è il primo risultato di una certa rilevanza di questo studio. Esso trova innanzitutto diretto riscontro nella struttura delle distribuzioni settoriali osservate (Tabelle 1-2-3): il Giappone rappresenta infatti il caso più vicino ad una distribuzione bi-polarizzata, mostrando, da un lato, il rapporto numerico più equilibrato tra settori pervasivi e dipendenti²⁴, dall'altro, una singolare contrapposizione tra settori molto dipendenti ed un numero di settori a pervasività medio-alta maggiore che negli altri contesti. Al di là della struttura bi-polarizzata degli indici $PDIS_k$, lo stesso risultato sembra confermare, al pari di altre applicazioni precedenti (Leoncini e Montresor, 1997; 1998), il carattere idiosincratico di un paese, con riferimento al quale la letteratura di matrice istituzionalista ha inizialmente concepito la nozione di sistema (nazionale) di innovazione (Freeman, 1987; 1988). Analoghe considerazioni valgono per la consistente diminuzione del reciproco dell'indicatore b nel passaggio dal primo al secondo periodo (Figura 3). La variazione trova infatti innanzitutto diretto riscontro nel consistente aumento di asimmetria 'negativa' provocato, a parità di intensità di scambi, dalle variazioni di tre settori particolarmente cruciali per il sistema stesso (Settori 6, 8 ed 11), in quanto collegati alla sua scarsa dotazione di risorse. Più in generale, la stessa variazione è in linea con l'interpretazione secondo la quale l'ingresso nella cosiddetta fase di globalizzazione avrebbe comportato una perdita di 'coerenza sistemica' per il

²⁴ Eccetto che nel secondo periodo, in cui lo è maggiormente solo in Danimarca.

Giappone ed una maggiore omogeneità rispetto ad altri contesti divenuti, nell'ambito della fase stessa, più interagenti (Fransman, 1995).

Per quanto riguarda i rimanenti ST del campione, un primo gruppo di osservazioni può essere formulato relativamente a quelli persistentemente collocati nelle posizioni di coda della graduatoria di cui alla Figura 3. A quest'ultimo proposito, l'analisi del dettaglio settoriale (Tabelle 1-2-3) suggerisce di distinguere, perlomeno nei primi due periodi, tra le situazioni di Regno Unito ed Olanda, da un lato, e quelle di Francia ed Italia, dall'altro. Nei primi due casi, infatti, il valore relativamente elevato (in valore assoluto) dell'indice di asimmetria è dovuto a distribuzioni concentrate numericamente intorno a settori dipendenti più che nel terzo e nel quarto caso: nel primo periodo (e, per il Regno Unito, anche nel terzo), oltre ai due settori che per la natura degli scambi considerati sono generalmente tra i più pervasivi - ovvero prodotti in metallo (Settore 10) e settore chimico (Settore 15) - l'unico altro settore pervasivo è il settore elettrico ed elettronico (Settore 12); nel secondo periodo, il gruppo dei settori pervasivi si restringe ulteriormente, divenendo il settore chimico (Settore 5), eccezionalmente rispetto agli altri contesti, dipendente. Per converso, i valori anche più elevati (sempre in valore assoluto) dell'indice di asimmetria di Francia ed Italia (rispetto al Regno Unito) sono dovuti a scarti negativi più grandi di quelli positivi, anche se numericamente più 'bilanciati': seguendo l'interpretazione del capitolo precedente, e quindi guardando simultaneamente al carattere diffuso ed intenso degli scambi, le situazioni di Regno Unito ed Olanda appaiono dunque più rispondenti alla natura locale della caratterizzazione identificata come traiettoria tecno-economica di quanto non siano Francia ed Italia. Diversa la situazione nel terzo periodo, in cui il carattere più marcato di traiettoria tecno-economica della Francia rispetto al Regno Unito appare invece essere conforme all'indicazione fornita dall'indicatore di cui alla (11): ad una situazione più negativamente asimmetrica nel primo caso rispetto al secondo si accompagna infatti una intensità di scambi non molto dissimile.

Anche quest'ultimo gruppo di risultati appare estremamente significativo quando se ne consideri l'allineamento ad altri di tipo qualitativo. Innanzitutto, come è noto, l'organizzazione del processo innovativo olandese non si estende di fatto, concordemente alle spiccate caratteristiche di traiettoria tecno-economica riscontrate, in maniera apprezzabile al di là di alcuni settori *high-tech* - in particolare elettrico ed elettronico e chimico-petroliero (OECD, 1997). Nel caso del Regno Unito, invece, il carattere 'locale' delle interazioni innovative di tipo incorporato è in linea con la prevalenza di progetti e strategie innovative di tipo mirato, piuttosto che di tipo diffuso (ovvero '*mission oriented*', piuttosto che '*diffusion oriented*' (Ergas, 1987)). Per quanto concerne l'Italia, la caratterizzazione di traiettoria tecno-economica è conforme al noto dualismo tra un '*core*' oligopolistico di grandi imprese, operanti in settori *high-tech*, ed un *network* di imprese medio-piccole, attive in settori di tipo tradizionale, dualismo che ne ostacola una completa coerenza sistemica (Malerba, 1993). D'altra parte, la maggiore articolazione del secondo sub-sistema, in cui il processo innovativo è soprattutto alimentato da scambi di conoscenza tacita, incorporati in beni intermedi e in capitale umano e fisico, giustifica la maggiore connettività riscontrata rispetto alle altre posizioni di coda, oltre che la maggiore intensità di scambi appunto di tipo incorporato. Non

altrettanto allineato appare il risultato relativo al caso francese, in cui scambi molto intensi risultano, specie nell'ultimo periodo, piuttosto polarizzati. Facendo prevalentemente riferimento al *set-up* istituzionale, il SNI francese viene generalmente descritto come molto articolato e strutturato, sia per quanto concerne i settori a 'tecnologia materiale' che, più di recente, a tecnologia immateriale (Chesnais, 1993). Il riferimento ad aspetti tecno-economici implicito nell'approccio dei ST sembra suggerire invece risultati diversi.

Per quel che riguarda i ST collocati tra i due raggruppamenti 'estremi' analizzati sopra, la ridotta intensità degli scambi (Figura 1) risulta cruciale nel collocare Danimarca e Canada, nelle graduatorie dei primi due periodi, in posizioni inferiori a quella degli Stati Uniti (Figura 3), le cui distribuzioni sono per converso meno simmetriche (Tabelle 1 e 2). Le questioni di 'asimmetria' divengono invece più rilevanti nell'ultimo periodo, in cui gli Stati Uniti, con una distribuzione più asimmetrica (Tabella 3), vengono effettivamente a collocarsi in una posizione inferiore a quella di Canada e Danimarca (Figura 3). Al maggiore 'sbilanciamento' tra il numero di settori pervasivi e dipendenti si aggiunge poi, nello stesso periodo, un'ulteriore riduzione nell'intensità degli scambi, determinando la seconda variazione rilevante, dopo quella relativa al Giappone, nel tipo di caratterizzazioni che si stanno esaminando. Considerazioni diverse si pongono nell'interpretazione delle posizioni di Canada e Danimarca rispetto all'Australia, in cui si registrano scambi sia più intensi che più diffusi, con la significativa presenza tra i settori più pervasivi di settori '*resource intensive*' (Settori 7, 8 e 9). L'apprezzabile calo dell'indicatore (o meglio del suo reciproco) nel passaggio dal secondo al terzo periodo, riconducibile più ad una diminuzione nell'intensità degli scambi (Figura 1) che ad un sensibile incremento di asimmetria, costituisce la terza variazione temporale apprezzabile delle caratterizzazioni tecno-economiche esaminate.

Meno nitide sono infine le relazioni tra le distribuzioni settoriali relative al ST tedesco e quelle di Canada e Danimarca, in cui i due aspetti dell'intensità e dell'asimmetria si combinano in modo apparentemente indistinguibile (Tabelle 1-2-3). Nel primo periodo, il ST tedesco si colloca solo dinanzi alla Danimarca; nel periodo intermedio, invece, guadagni di intensità più incisivi della perdita di simmetria lo portano intorno a posizioni relativamente più elevate; nell'ultimo periodo, infine, la situazione si capovolge e l'andamento favorevole in quanto ad intensità degli scambi viene dominato dal notevole guadagno di simmetria delle distribuzioni canadese e danese.

Estendendo l'interpretazione dei risultati oltre l'analisi settoriale emergono nuovamente interessanti parallelismi. Gli Stati Uniti, innanzitutto, agli inizi degli anni '80 e, sia pure in misura minore, alla metà degli anni '80, presentano un'intensità ed un'estensione di scambi tecnologici tali da identificare effettivamente 'l'altro' sistema (nazionale) di innovazione dopo quello giapponese (Nelson, 1988). D'altra parte, però, il carattere 'miopico' della sua organizzazione istituzionale (Patel e Pavitt, 1994) appare avere esercitato un certo 'attrito' sulla realizzazione di scambi tecno-economici tanto diffusi quanto nel SNI giapponese. Nell'ultimo periodo dell'analisi, invece, lo stesso ST si allinea a quelli meno connessi, in concomitanza di una tendenza generale alla riconversione nelle tecnologie belliche, celebrato punto di forza del SNI statunitense (Nelson, 1988), e confermando le intuizioni di altri studi sulle cause 'sistemiche' della perdita di competitività

internazionale registrata nello stesso periodo (Cohen e Zysman, 1987; Dertouzos *et al.*, 1989). Anche la posizione ‘intermedia’ del ST danese trova conferma nella configurazione di un SNI ‘dominato’ da settori verticalmente integrati, di tipo tradizionale e ‘*resource intensive*’, ma in grado di stimolare legami virtuosi con altri settori a maggiore intensità tecnologica (Edquist e Lundvall, 1993). Nel caso del Canada, l’interscambio innovativo incorporato non più che mediamente intenso e diffuso trova riscontro in un quadro di istituzioni e di ‘*capabilities*’ innovative autoctone non ancora pienamente sviluppato, ed in un buona misura dipendente dall’apporto di capitale estero, soprattutto statunitense (McFetridge, 1993). Rilevante sembra poi anche un certo orientamento verso settori collegati alle risorse del territorio (Nelson, 1993, p.93), e lo stesso dicasi per l’Australia, il cui vantaggio in quanto ad intensità e a carattere diffuso degli scambi non trova immediato riscontro nella letteratura sui SNI (Gregory, 1993). Da ultimo, tutt’altro che evidente è la rinomata ‘coerenza sistemica’ dei SNI ‘dinamici’ renani (Patel e Pavitt, 1994), i quali, pur con una considerevole intensità di scambi, presentano situazioni di polarizzazione molto incidenti sull’indicatore impiegato. In contrapposizione agli allineamenti riscontrati sopra, quest’ultimo costituisce forse il risultato meno atteso di questo studio, rispetto al quale la considerazione di un approccio sistemico più allargato di quello dei sistemi di innovazione, e al tempo stesso con una prospettiva diversa, appare estremamente rilevante²⁵.

4.2. Connettività dei flussi diretti di R&S

Come è stato anticipato, nel caso dei flussi diretti la matrice di ponderazione degli sforzi innovativi è unica per tutti i ST ed i periodi considerati, e pari alla matrice dei coefficienti indicata in precedenza con $R^{d(EPO1)}$. La connettività dei flussi diretti è pertanto strettamente dipendente dal ‘*matching*’ che si realizza in ciascun ST tra il sistema di R&S e la struttura dei coefficienti di input diretti. Un esame preliminare di quest’ultima si rivela pertanto opportuno (Tabella 4).

²⁵ Il quadro dei risultati riportati fa riferimento ad una particolare tipologia di flussi incorporati, in cui ad essere rilevanti sono gli scambi intersettoriali di beni intermedi attivati direttamente ed indirettamente dalla domanda finale. Per un’analisi dei risultati di altre varianti sul tema si veda Montresor (1998).

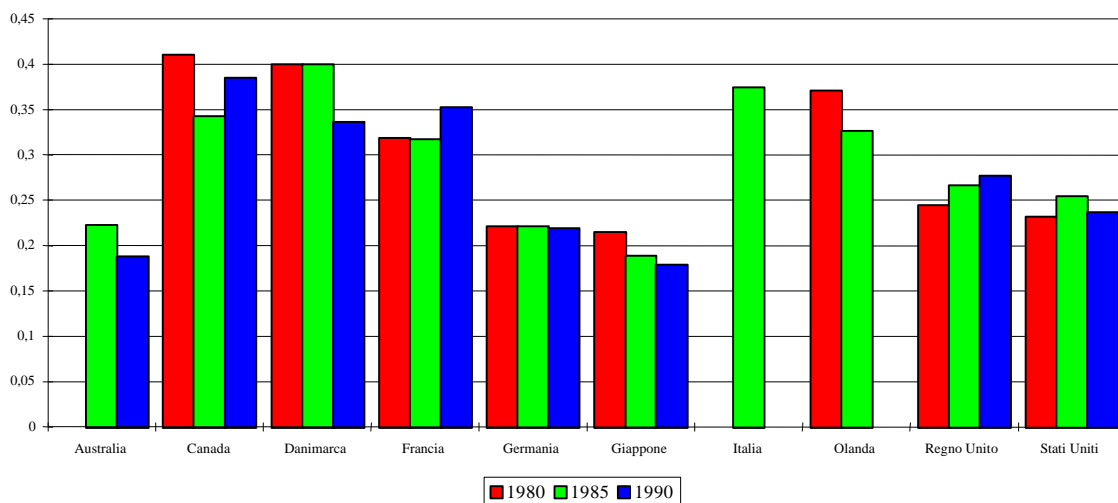
Settori	
5 Prodotti chimici	-0,792
11 Macchinari	-0,685
12 Attrezzature elettriche ed elettroniche	-0,559
15 Strumenti di precisione	-0,341
10 Prodotti in metallo	-0,318
14 Altri mezzi di trasporto	-0,265
4 Carta, stampa ed editoria	0,214
16 Altri settori manifatturieri	0,262
2 Tessili, abbigliamento e cuoio	0,322
9 Metalli ferrosi e non ferrosi	0,368
8 Minerali non metallici	0,451
1 Alimentari, bevande e tabacco	0,776
7 Prodotti in gomma e plastica	0,834
3 Prodotti in legno e mobilio	0,867
6 Prodotti petroliferi e carboniferi	0,900
13 Cantieristica e riparazioni	0,957
Media	0,187
Var	0,342
$m(2): Var(0)$	0,377

A questo riguardo, si osservi innanzitutto come i settori con più elevata pervasività ‘unitaria’ siano settori dalla natura diversa: ad un settore di tipo ‘*scale intensive*’ (Pavitt, 1984), quale quello della cantieristica (Settore 13), si affiancano infatti due settori ‘*resource intensive*’, quali il settore dei prodotti energetici e della gomma (Settori 6 e 7), e due settori tradizionali, quali il settore del legno e quello alimentare (Settori 3 ed 1). Per contro, settori di tipo ‘*science based*’, quali il chimico (Settore 5), l’elettrico-elettronico (Settore 12) e quello dei macchinari (Settore 11), in cui rientrano, si ricordi, gli elaboratori e le macchine per ufficio, sono i settori più dipendenti in quanto a flussi di conoscenza pura. Il quadro della matrice di riferimento fornisce pertanto dei risultati sostanzialmente diversi da quelli ottenuti sulla base dei flussi incorporati, il che legittima ulteriormente la considerazione di entrambi nella configurazione dei confini funzionali.

La seconda osservazione riguarda quello che può essere considerato il grado di connettività di riferimento, in quanto ad intensità degli scambi, ottenuto applicando l’indicatore di variabilità m_2 (di cui alla (9)) direttamente alla matrice $R^d(EPO1)$. A questo proposito si osservi come il valore corrispondente non superi la media del relativo dominio teorico (pari, come si è detto, a 0,5): il quadro delle ipotesi adottate impone pertanto ai ST del campione una comune caratterizzazione di base di traiettoria di conoscenza tecnologica, con chiari effetti sulla caratterizzazione effettiva dei ST.

Di fatto, la Figura 4 mostra come in nessun ST del campione analizzato la combinazione tra il relativo sistema di R&S e la struttura dei coefficienti di ‘*spillover*’ diretti sia in grado di amplificare il grado di connettività di riferimento fino al punto di oltrepassarne lo stesso valore notevole, cosicché tutti i ST presentano, sempre avendo riguardo per l’intensità degli ‘*spillover*’, una caratterizzazione di traiettoria di conoscenza tecnologica. Al di là di questa comune conclusione emergono tuttavia rilevanti differenze.

Figura 4 – Varianza teorica delle distribuzioni PDIS
(flussi diretti)



Prescindendo dagli andamenti irregolari mostrati nel passaggio da un periodo all'altro, è possibile individuare due raggruppamenti: un primo, con *'spillover'* relativamente più consistenti, si compone di Canada, Danimarca, Olanda, Francia ed Italia; un secondo, con flussi diretti meno intensi, è individuato da Australia, Germania e Giappone; nello stesso, sia pure con valori dell'indicatore più elevati, possono essere inclusi anche Regno Unito e Stati Uniti. Significativamente dunque, i ST in cui il quadro delle esternalità unitarie viene sfruttato più intensamente sono in prevalenza i ST *'piccoli'* del campione, quelli che la letteratura sui SNI descrive come meno articolati. D'altra parte, gli *'spillover'* meno intensi si localizzano invece in due ST quali la Germania ed il Giappone, della cui proverbiale coerenza sistemica *'istituzionale'* si è più volte detto in precedenza. Il mancato allineamento con questo tipo di letteratura conferma quanto osservato nella fase di costruzione di queste matrici. Pur non essendovi completamente slegata, se non altro data l'influenza esercitata dall'articolazione del sistema di R&S, la connettività che si sta investigando concerne un aspetto più strettamente tecnologico che istituzionale, ovvero la dimensione conoscitiva (*'knowledge'*), in contrapposizione a quella degli *'artifacts'* (ricollegabile invece ai flussi incorporati) della tecnologia stessa.

Per quanto concerne il carattere diffuso, oltre che intenso, degli *'spillover'* che si stanno considerando, utili indicazioni emergono dall'esame delle distribuzioni settoriali degli indici PDIS (Tabelle 5-6-7).

Tabella 5 - Indici PDIS - flussi diretti (primi anni '80)

Settori	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Olanda	Regno Unito	Stati Uniti
>>	13 -0,892	14 -0,851	4 -0,794	16 -0,897	10 -0,685	15 -0,860	10 -0,783	10 -0,804
	15 -0,840	5 -0,770	10 -0,781	4 -0,743	15 -0,501	3 -0,806	15 -0,698	2 -0,667
	5 -0,807	10 -0,642	15 -0,769	10 -0,681	4 -0,481	8 -0,698	4 -0,580	5 -0,577
	10 -0,769	9 -0,575	3 -0,491	15 -0,666	5 -0,383	10 -0,684	3 -0,383	8 -0,501
	8 -0,676	2 -0,486	16 -0,480	8 -0,471	16 -0,266	11 -0,637	5 -0,378	4 -0,484
	16 -0,578	4 -0,481	11 -0,469	2 -0,427	11 -0,201	2 -0,511	8 -0,377	16 -0,416
	11 -0,415	11 -0,173	13 -0,433	1 -0,106	2 -0,134	16 -0,473	11 -0,286	11 -0,245
	2 -0,043	12 -0,169	2 -0,387	11 -0,094	8 0,093	4 -0,465	16 -0,277	15 -0,157
	7 0,248	15 -0,079	5 -0,370	13 -0,044	3 0,148	5 -0,030	7 -0,188	3 -0,014
	12 0,256	8 0,303	8 -0,304	6 -0,015	12 0,277	9 0,060	2 -0,017	13 0,002
	4 0,339	3 0,492	12 0,245	3 0,032	13 0,297	14 0,404	9 0,074	12 0,045
	3 0,558	16 0,722	9 0,267	5 0,131	1 0,567	7 0,500	12 0,417	7 0,083
	9 0,580	1 0,723	1 0,405	9 0,153	9 0,607	13 0,704	13 0,454	9 0,120
	1 0,649	7 0,826	7 0,547	7 0,293	14 0,619	12 0,709	6 0,624	1 0,237
	14 0,782	13 0,936	6 0,835	12 0,396	7 0,682	6 0,717	1 0,651	14 0,852
	6 0,973	6 0,937	14 0,842	14 0,749	6 0,693	1 0,750	14 0,802	6 0,859
Media	-0,040	0,045	-0,134	-0,149	0,083	-0,083	-0,059	-0,104
Var	0,437	0,425	0,320	0,212	0,222	0,389	0,257	0,236
m(2): Var(0)	0,411	0,400	0,318	0,221	0,215	0,371	0,244	0,232

Tabella 6 - Indici PDIS - flussi diretti (metà anni '80)

Settori	Australia	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Italia	Olanda	Regno Unito	Stati Uniti
>>	10 -0,546	13 -0,915	4 -0,853	16 -0,861	16 -0,855	10 -0,676	16 -0,968	15 -0,867	10 -0,800	10 -0,815
	5 -0,538	10 -0,754	14 -0,840	10 -0,811	4 -0,800	15 -0,481	4 -0,950	8 -0,759	15 -0,780	16 -0,663
	16 -0,468	15 -0,713	5 -0,825	4 -0,745	15 -0,710	16 -0,431	15 -0,819	3 -0,648	4 -0,622	4 -0,605
	4 -0,377	5 -0,677	2 -0,677	15 -0,737	10 -0,550	5 -0,403	2 -0,792	10 -0,647	16 -0,620	5 -0,590
	15 -0,345	8 -0,591	10 -0,295	3 -0,480	2 -0,475	4 -0,386	8 -0,767	4 -0,600	3 -0,449	2 -0,584
	2 -0,313	16 -0,376	11 -0,244	11 -0,404	8 -0,424	11 -0,145	10 -0,502	11 -0,568	8 -0,427	8 -0,444
	11 -0,159	11 -0,265	9 -0,210	8 -0,368	13 -0,191	2 -0,118	3 -0,496	16 -0,474	5 -0,311	3 -0,214
	8 0,054	2 0,041	12 -0,073	5 -0,317	11 -0,147	3 -0,114	5 -0,228	2 -0,435	2 -0,311	11 -0,200
	12 0,226	7 0,126	15 0,038	2 -0,300	1 -0,069	13 0,102	11 -0,172	5 -0,072	13 -0,248	9 -0,189
	3 0,388	4 0,260	8 0,256	13 -0,234	9 -0,065	8 0,156	1 0,031	9 0,013	7 -0,239	7 -0,185
	6 0,405	9 0,390	3 0,311	9 0,215	6 0,046	12 0,370	9 0,195	13 0,163	11 -0,191	15 -0,183
	13 0,557	12 0,497	16 0,721	12 0,290	5 0,069	1 0,485	12 0,221	7 0,304	9 -0,102	12 0,028
	7 0,580	1 0,589	1 0,772	1 0,339	3 0,197	6 0,542	7 0,543	14 0,476	12 0,491	13 0,133
	14 0,606	3 0,598	7 0,785	7 0,419	7 0,319	9 0,550	6 0,597	6 0,694	6 0,541	1 0,261
	9 0,665	14 0,724	13 0,926	6 0,817	12 0,363	14 0,617	13 0,622	1 0,744	1 0,548	6 0,830
	1 0,742	6 0,917	6 0,938	14 0,848	14 0,778	7 0,639	14 0,749	12 0,762	14 0,816	14 0,863
Media	0,092	-0,009	0,046	-0,146	-0,157	0,044	-0,171	-0,120	-0,169	-0,160
Var	0,229	0,366	0,424	0,316	0,209	0,200	0,368	0,333	0,254	0,244
m(2): Var(0)	0,223	0,343	0,400	0,317	0,221	0,189	0,374	0,327	0,267	0,254

Tabella 7 - Indici PDIS - flussi diretti (primi anni '90)

Settori	Australia	Canada	Danimarca	Francia	Germania	Giappone	Regno Unito	Stati Uniti
>>	5 -0,580	13 -0,987	5 -0,845	10 -0,813	16 -0,867	10 -0,739	10 -0,830	10 -0,812
	2 -0,424	10 -0,789	14 -0,645	15 -0,808	4 -0,814	16 -0,468	15 -0,789	16 -0,644
	15 -0,330	5 -0,714	10 -0,589	4 -0,774	15 -0,695	15 -0,458	2 -0,617	8 -0,592
	10 -0,322	15 -0,698	2 -0,586	16 -0,774	10 -0,495	5 -0,425	4 -0,572	2 -0,575
	11 -0,307	8 -0,653	4 -0,486	3 -0,549	2 -0,489	4 -0,363	8 -0,528	5 -0,539
	16 -0,197	16 -0,508	12 -0,076	2 -0,489	8 -0,457	2 -0,199	3 -0,496	4 -0,368
	13 0,021	11 -0,300	11 -0,053	13 -0,472	13 -0,214	13 -0,067	16 -0,446	9 -0,249
	8 0,028	7 -0,122	9 0,015	11 -0,450	11 -0,168	11 0,001	13 -0,322	11 -0,172
	4 0,094	2 0,012	15 0,074	8 -0,427	9 -0,134	3 0,016	5 -0,232	12 -0,090
	12 0,194	4 0,227	8 0,117	5 -0,305	1 -0,131	8 0,033	11 -0,148	15 -0,067
	3 0,232	12 0,473	3 0,320	9 0,213	6 -0,020	12 0,299	7 -0,092	3 -0,023
	6 0,442	9 0,506	16 0,650	12 0,314	5 0,061	1 0,448	9 -0,066	7 0,046
	7 0,626	1 0,534	7 0,722	7 0,399	3 0,064	9 0,480	12 0,413	1 0,264
	14 0,627	3 0,723	1 0,736	1 0,502	7 0,225	6 0,484	1 0,515	13 0,312
	9 0,686	14 0,769	13 0,922	6 0,767	12 0,319	14 0,619	6 0,629	6 0,788
	1 0,773	6 0,923	6 0,932	14 0,862	14 0,803	7 0,628	14 0,815	14 0,842
Media	0,098	-0,038	0,075	-0,175	-0,188	0,018	-0,173	-0,117
Var	0,191	0,410	0,353	0,343	0,196	0,191	0,264	0,237
m(2): Var(0)	0,188	0,385	0,337	0,352	0,219	0,179	0,277	0,236

L'osservazione dei valori medi - molto più prossimi a zero e molto meno differenziati che nel caso dei flussi incorporati - oltre che delle contrapposizioni tra valori negativi e positivi - in questo caso più 'bilanciate' - suggerisce come in via generale i flussi di conoscenza pura abbiano un carattere più diffuso. I valori dell'indice di asimmetria m_3 (di cui alla (10)) risultano concordemente in generale molto bassi, così come quelli dell'indicatore composito b (di cui alla (11)), che finisce pertanto con l'appiattare differenze rilevanti. In questo caso, quindi, si preferisce conservare il riferimento alle graduatorie emerse sulla base dell'indicatore m_2 , riservandosi di integrarle con l'ispezione diretta delle stesse distribuzioni.

La Figura 4 mostra come Canada e Danimarca, eccetto che, rispettivamente, nel secondo e nel terzo periodo, siano i ST più prossimi ad una caratterizzazione di sistema di conoscenza tecnologica, avendo convenzionalmente riguardo per la media del dominio teorico della stessa varianza (sempre 0,5). Ripensando alla struttura della matrice $R^{d(EPO1)}$, questo risultato sembrerebbe sufficientemente prevedibile. I ST di Canada e Danimarca sono infatti notoriamente 'attivi' (o meglio, specializzati) in più di uno dei settori pervasivi in termini unitari: il settore dei prodotti energetici (Settore 6) beneficia infatti in entrambi delle corrispondenti risorse del territorio; il settore del legname (Settore 3), da un lato, e quelli cantieristico (Settore 13) ed alimentare (Settore 1), dall'altro, costituiscono notoriamente alcuni dei maggiori punti di forza, rispettivamente, del ST canadese e danese. L'analisi del dettaglio settoriale (ovvero degli indici $PDIS$) conferma ampiamente questa ipotesi. In tutti e tre i periodi i due ST rivelano infatti un bilanciamento (in termini numerici) totale o quasi totale tra settori molto dipendenti, ma con un grado di dipendenza comunque allineato a quello di altri ST, e settori la cui pervasività è più elevata che nei rimanenti: il settore dei prodotti energetici (Settore 6) è infatti in tutti e tre i periodi eccezionalmente molto pervasivo. Oltre a ciò, il Canada rivela una pervasività relativamente maggiore nel settore della lavorazione del legno (Settore 3), mentre la Danimarca presenta pervasività elevate negli altri settori a pervasività unitaria: cantieristica (Settore 13), gomma-plastica (Settore 7) ed alimentari (Settore 1). Detti profili settoriali sono peraltro sufficientemente stabili, essendo le notevoli variazioni nella varianza nei tre periodi osservati in generale riconducibili alla riduzione dell'ampiezza degli scarti in altri settori.

Sul versante opposto, ovvero dei ST meno connessi in quanto a flussi diretti, il dettaglio settoriale rivela come il Giappone, pur essendo, come nel caso dei flussi incorporati, il ST con il maggiore bilanciamento numerico pervasività-dipendenza, non sia, a dispetto di quello, simultaneamente caratterizzato da scambi altrettanto intensi: l'unico settore con un grado di dipendenza apprezzabile, e comunque non elevato, è il settore dei prodotti in metallo (Settore 10), a cui si contrappongono con persistenza solo due settori con una pervasività rilevante, ovvero il settore della gomma e della plastica (Settore 7) - settore dalla pervasività unitaria - ed il settore dei mezzi di trasporto (con incluso l'automobilistico (Settore 14)) - settore dipendente in termini unitari, la cui natura viene singolarmente rovesciata, in conformità al suo ruolo cruciale nel ST giapponese. Un discorso analogo vale per la Germania, in cui l'intensità degli 'spillover' è sensibilmente più elevata: la pervasività rivelata agli estremi dal solo settore dei mezzi di trasporto (Settore 14), anche qui significativamente, e come atteso, 'rovesciato' rispetto alla sua natura unitaria, e la dipendenza

estrema dei settori residuale (Settore 16) e della carta-stampa (Settore 4), sono di fatto più elevate che le omologhe del caso giapponese. Da ultimo, la distribuzione settoriale del ST australiano, pur non risultando, così come quelle di Canada e Danimarca, eccessivamente sbilanciata verso i settori pervasivi, non presenta, a differenza di questi ultimi, degli scambi molto intensi: il settore dei prodotti in metallo (Settore 10) e, come atteso, il settore alimentare (Settore 1), identificano situazioni, rispettivamente, di massima dipendenza e di massima pervasività dai valori non molto più che mediamente elevati.

Italia ed Olanda, con distribuzioni numericamente tanto bilanciate quanto quelle di Danimarca e Canada, ‘sfruttano’ in maniera leggermente inferiore rispetto a questi ultimi il quadro degli ‘*spillover*’ unitari della matrice di riferimento. Gli scambi corrispondenti sono infatti sensibilmente meno intensi. Anche nel caso olandese la specializzazione del ST sembra giocare un ruolo molto rilevante, dacché tra i settori più pervasivi figurano, con valori appunto abbastanza elevati, quello alimentare (Settore 1) e quello dei prodotti petroliferi (e carboniferi, Settore 6); significativamente, poi, il settore elettrico ed elettronico (Settore 12), in cui anche è da rivedersi una certa specializzazione, capovolge nel periodo intermedio, in maniera più sostanziale che in altri contesti (anche più che in Germania), la sua natura unitaria di settore dipendente (con riferimento alla $R^{d(EPO1)}$). Analoghe considerazioni possono suggerirsi nel caso dell’Italia, in cui è il polo dei mezzi di trasporto (Settori 14 e 13) a contrapporre una notevole pervasività ad un quadro di dipendenze ancor più elevate. Mezzi di trasporto e prodotti energetici sono anche i settori più pervasivi del ST francese, contrapposti a settori altrettanto dipendenti (tra cui in particolare il settore dei prodotti in metallo (Settore 10) e della carta (Settore 3)) ma in modo sia pure sensibilmente più ‘sbilanciato’. Da ultimo, Regno Unito e Stati Uniti, in cui gli unici settori con una apprezzabile pervasività e dipendenza sono, rispettivamente, quello dei mezzi di trasporto (Settore 14) e dei prodotti in metallo (Settore 10), rivelano intensità sensibilmente più elevate nei settori ‘intermedi’ (ovvero tra i settori agli estremi delle distribuzioni), collocandosi intorno a posizioni che, sia pure non tra le più elevate, sono superiori a quelle di Giappone, Germania ed Australia.

In conclusione, pur essendo il quadro degli allineamenti ad altre comparazioni aventi ad oggetto il carattere sistemico dei paesi investigati tutt’altro che atteso, data appunto la specificità dell’aspetto investigato, significativamente è possibile osservare come l’indicatore proposto in questo lavoro collochi i ST del campione in corrispondenza di caratterizzazioni più o meno connesse, anche se pur sempre nell’ambito della caratterizzazione di traiettoria di conoscenza tecnologica, a seconda del maggiore o minore grado di ‘*overlapping*’ tra i corrispondenti modelli di specializzazione e lo schema di riferimento degli ‘*spillover*’ unitari su cui è costruito.

4.3. Configurazione dei confini funzionali dei sistemi tecnologici

Venendo alla configurazione dei confini funzionali, ottenibile considerando congiuntamente le suddette caratterizzazioni, una prima osservazione emerge confrontando la dispersione (sempre

rispetto alla media teorica - ovvero 0) delle distribuzioni degli indici settoriali *PDIS* relativi ai due tipi di flussi analizzati, incorporati e diretti. In ciascuno dei periodi considerati (Figure 8-9-10), tutti i punti corrispondenti alle combinazioni dei valori di m_2 si collocano sotto la bisettrice del piano, indicando come per tutti i ST del campione l'intensità degli scambi tecnologici incorporati tra i settori sia maggiore di quella dei flussi diretti. L'informazione non è del tutto priva di rilevanza e conferma l'ipotesi secondo la quale la diffusione della dimensione immateriale della tecnologia - ovvero la 'conoscenza' - alla quale possono essere ricondotti i flussi di tipo diretto, sia meno legata (quando lo è) ad una logica produttore-utilizzatore della dimensione materiale - ovvero degli 'artefatti' - ai cui possono essere ricondotti invece i flussi incorporati.

Figura 8 - Configurazione dei confini funzionali (primi anni '80 - varianze)

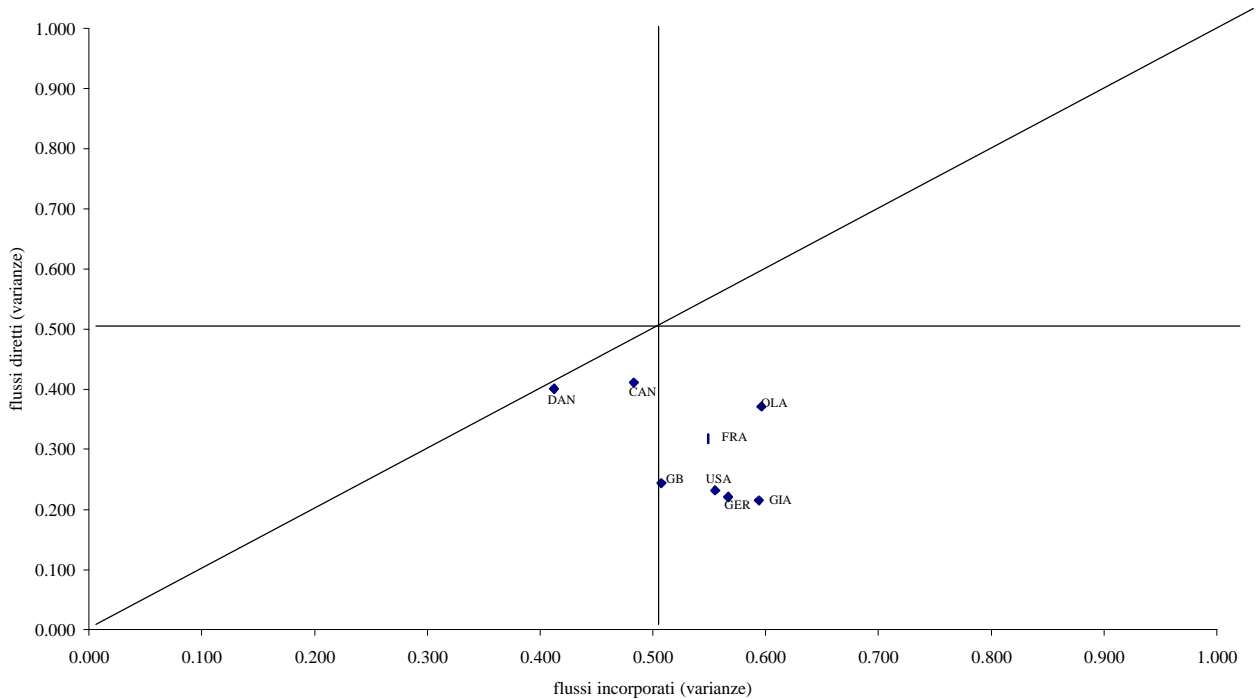


Figura 9 - Configurazione dei confini funzionali (metà degli anni '80 - varianze)

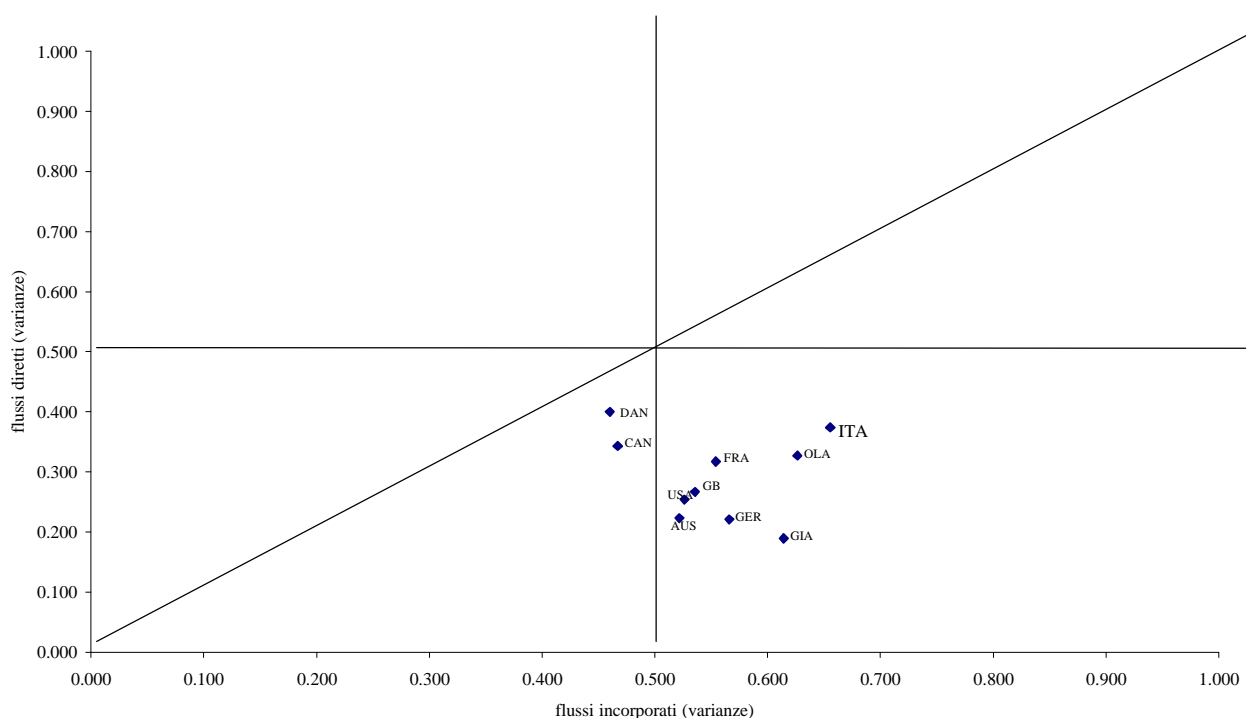
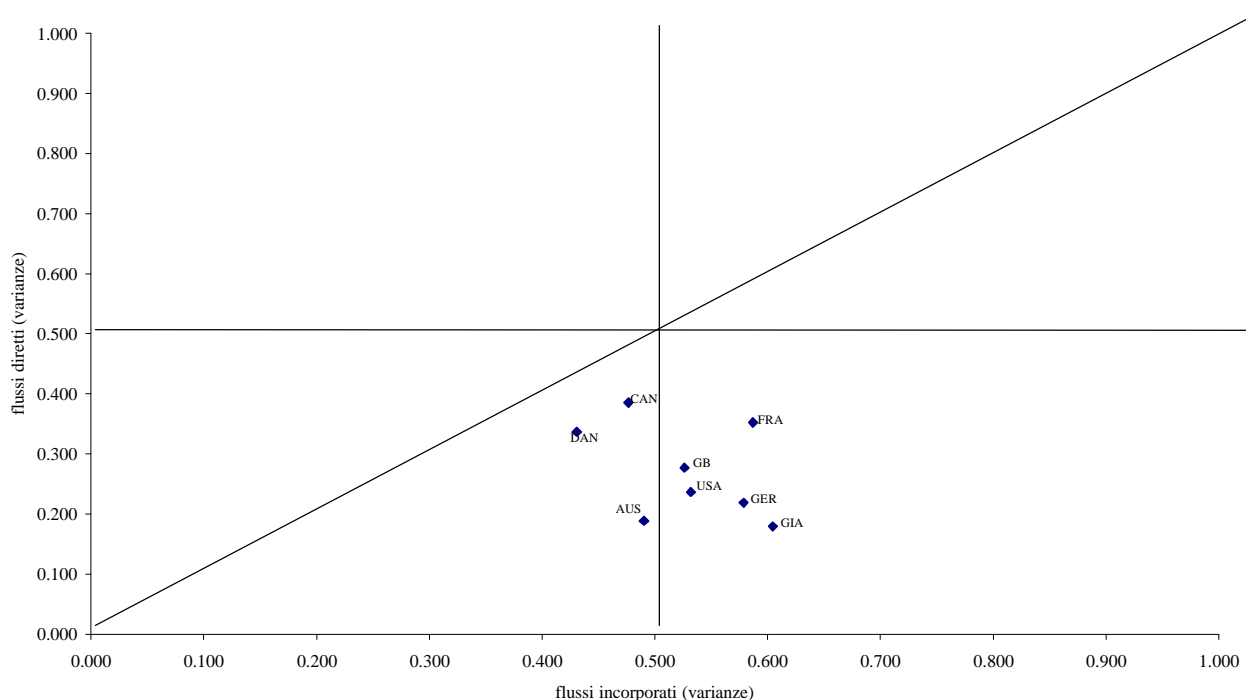


Figura 10 - Configurazione dei confini funzionali (primi anni '90 - varianze)



In secondo luogo, si osservi come gli stessi valori di m_2 calcolati rispetto ai due tipi di flussi rivelino una correlazione lineare (apprezzabile solo nel primo periodo) di segno negativo (i coefficienti di correlazione per i tre periodi sono, rispettivamente, pari a $-0,56$, $-0,16$, e $-0,42$) suggerendo un singolare rapporto di sostituibilità tra l'intensità dei due tipi di scambi tecnologici: concordemente, ST meno intensamente coinvolti in scambi di tipo incorporato beneficiano maggiormente di 'spillover' di tipo diretto (e viceversa).

Considerando, tramite la varianza ‘teorica’, il solo carattere intensivo degli scambi intersettoriali, i ST del campione si concentrano intorno ad una configurazione dei confini funzionali prima sintetizzata come ST economico-produttivo, combinazione di una caratterizzazione di sistema tecno-economico, per i flussi incorporati, e di una di traiettoria di conoscenza tecnologica, per i flussi diretti. Fanno eccezione i ST di Canada e Danimarca e, nell’ultimo periodo, dell’Australia, che rivelano una configurazione più prossima a quella definita traiettoria tecnologica (TT) in senso allargato, combinazione di una caratterizzazione di traiettoria tecno-economica, per i flussi incorporati, e di una traiettoria di conoscenza tecnologica, per i flussi diretti. A differenza dell’Australia, Canada e Danimarca rivelano però al contempo ‘*spillover*’ intersettoriali di conoscenza tra i più consistenti.

Nel configurare i confini funzionali va però anche ricordato come le distribuzioni settoriali degli indici *PDIS* relativi ai flussi incorporati, oltre a fornire tracce di una maggiore intensità, siano anche caratterizzati da ‘asimmetrie’ che inducono a ritenerli meno diffusi di quelli diretti, ovvero più polarizzati intorno ad un numero ristretto di settori pervasivi o acquirenti (nel caso in parola, come si è detto, pervasivi). Ciò che più importa, questa asimmetria negli scambi incorporati è notevolmente diversificata tra i ST del campione, cosicché nell’approssimarne la connettività si è rivelato opportuno caratterizzare gli stessi anche rispetto a questo elemento, appunto attraverso l’indicatore composito **b** di cui alla (11). Tenendo conto anche di quest’ultimo aspetto (Figure 11-12-13), al fine di identificare le diverse configurazioni *relative* dei ST osservati, visto che in termini assoluti il campione appare molto omogeneo, si rivela utile considerare come valori di soglia indicativi le medie degli indicatori corrispondenti.

Figura 11 - Configurazione dei confini funzionali (primi anni '80)

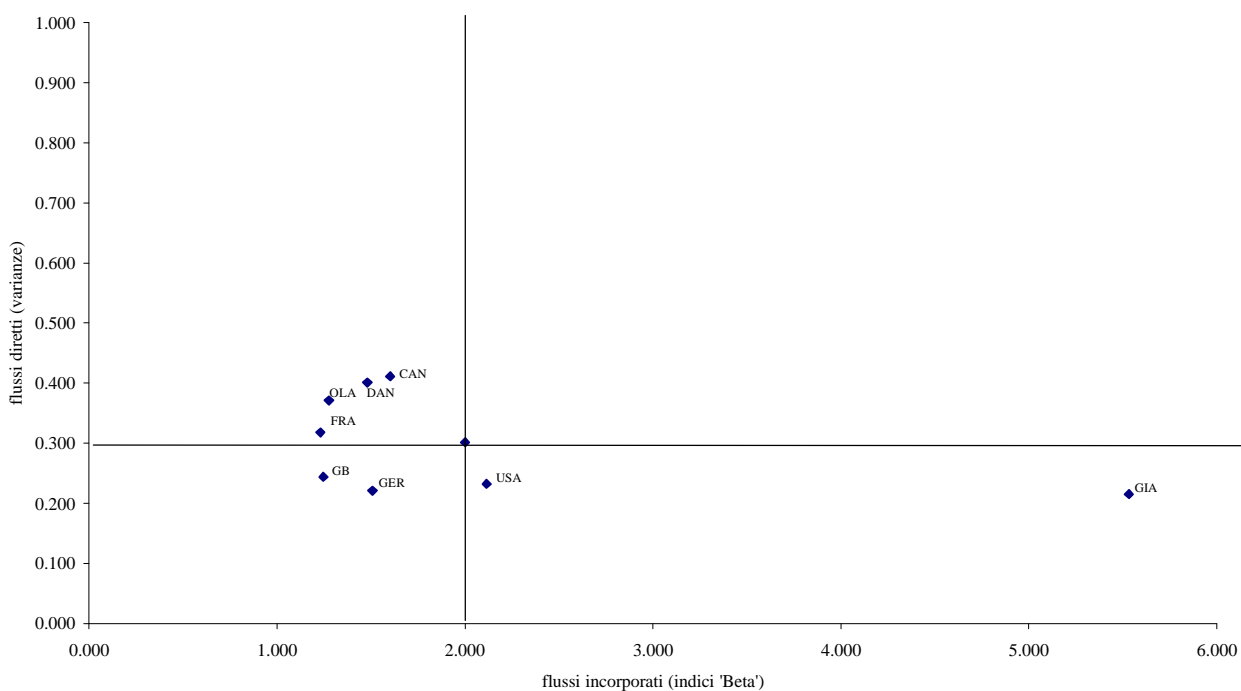


Figura 12 - Configurazione dei confini funzionali (metà anni '80)

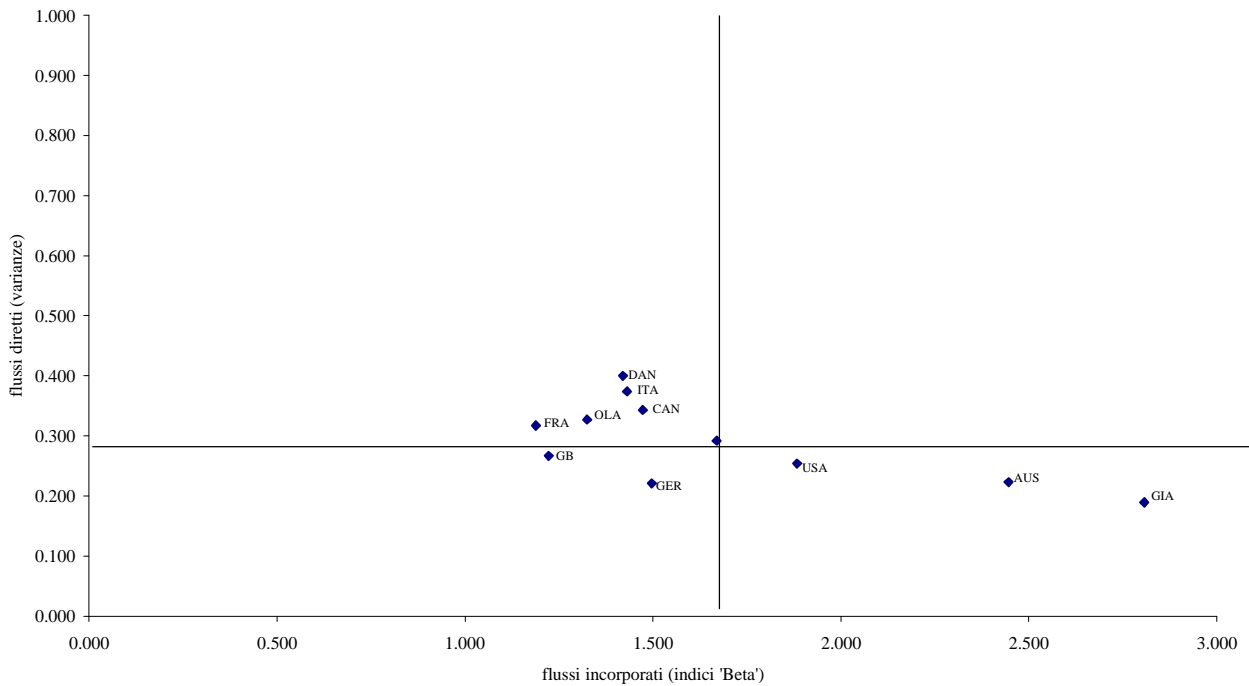
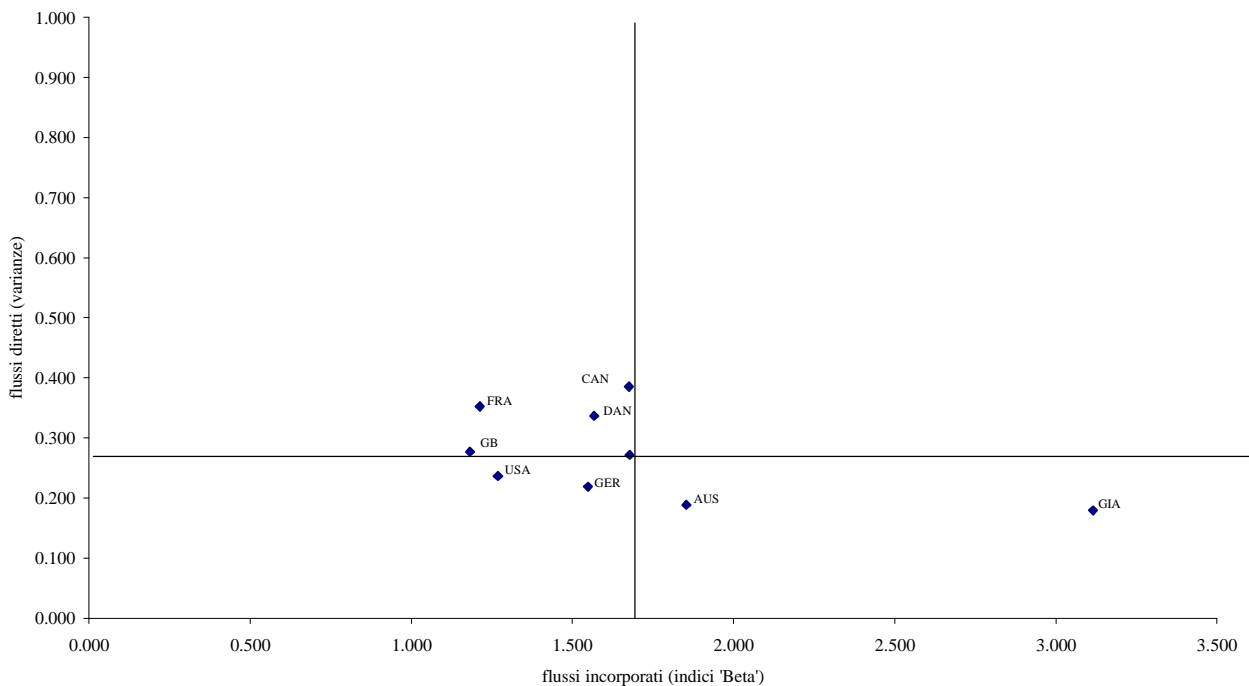


Figura 13 - Configurazione dei confini funzionali (primi anni '90)



In primo luogo si osservi come nessuno dei ST investigati possa essere configurato come un *ST puro*, nel senso di presentare caratterizzazioni effettivamente sistemiche rispetto ad entrambi i tipi di flussi considerati. Il risultato è di notevole interesse, in quanto rivela come tale configurazione costituisca una condizione per così dire eccezionale per i ST (perlomeno per i 10 del campione), nei

quali interrelazioni innovative di entità apprezzabile appaiono piuttosto realizzabili solo rispetto a determinate tipologie di flussi, in questo caso quella dei flussi considerati.

L'unico ST in cui, sia pure limitatamente ai flussi incorporati, si osserva un persistente maggiore grado di articolazione degli scambi innovativi - in quanto ad intensità e a carattere diffuso - è quello giapponese, la cui configurazione di ST economico-produttivo appare pertanto più calzante che nei rimanenti casi. Da un lato, come si è già detto, questo risultato fornisce una prima conferma di tipo quantitativo del carattere idiosincratico e del singolare grado di coesione rilevato da studi di tipo qualitativo relativamente al SNI giapponese. Dall'altro, però, lo stesso aggiunge un ulteriore elemento di valutazione su di un aspetto non altrettanto evidenziato dalla letteratura specialistica, ovvero quello dell'intrinseca pervasività della conoscenza innovativa prodotta dallo stesso ST: quest'ultima si rivela infatti inferiore a quella indiretta, nonché indotta da una struttura economico-produttiva ed istituzionale che appare come si è detto eccezionalmente integrata. In questo caso, dunque, le due caratterizzazioni non si rivelano 'complementari'.

Il *gap* tra la configurazione giapponese e quelle relative agli altri ST risulta, perlomeno in quanto a flussi incorporati, ragguardevole. Il riferimento ai valori medi delle caratterizzazioni identifica però due ST relativamente meno discosti. Il primo, con particolare riferimento al secondo periodo, è il ST australiano. Il risultato è, come si è detto, prevalentemente dovuto alla presenza di scambi relativamente molto diffusi, mentre l'intensità degli stessi scambi di natura incorporata è d'altra parte nettamente inferiore a quella del caso giapponese. Per quanto questo impedisca la sua piena assimilazione ad un ST economico-produttivo tanto connesso quanto il primo, l'apprezzabile posizionamento relativo del ST australiano costituisce, si ribadisce, un risultato difficilmente riconciliabile con la scarsa articolazione riconosciuta al relativo quadro istituzionale dalla letteratura sui SNI. D'altra parte, l'approccio più ampio implicito nella nozione di ST impiegata in questo lavoro, in cui anche settori come quelli collegati alle risorse naturali e primarie, cruciali per il ST australiano, assumono un ruolo rilevante, sembra poter fornire una chiave per risolvere questa discrepanza. Singolarmente, come nel caso del Giappone, anche in Australia la maggiore connessione dei flussi incorporati non trova riscontro sul fronte dei flussi diretti.

Il secondo ST a collocarsi, ad eccezione del terzo periodo, nella stessa 'partizione' del ST giapponese è quello statunitense, in cui gli scambi tecnologici incorporati sono, a differenza del caso australiano, non molto meno intensi, ma non altrettanto diffusi. A dispetto del caso australiano, quest'ultimo posizionamento appare meno sorprendente. Come evidenziato dai primi contributi sui SNI (Dosi *et al.*, 1988), Giappone e Stati Uniti costituiscono SNI con una 'massa' innovativa ed un livello di articolazione superiore, con una certa discontinuità, rispetto agli altri: a questo proposito, il risultato relativo all'intensità degli scambi appare comprovante. D'altra parte, anche il fatto che l'organizzazione del ST statunitense non sia in grado di 'condurre' interrelazioni tanto pervasive quanto quello giapponese trova conferma nel differente grado di estensione degli scambi riscontrato in questo studio: con riferimento a questo aspetto, infatti, il ST statunitense rivela un apprezzabile distacco da quello giapponese. Alla luce di quest'ultima considerazione, anche il ST statunitense, come quello australiano, ma per motivi diversi, può essere considerato una sorta di 'quasi-ST'

economico-produttivo, in cui di nuovo la connettività dei flussi incorporati non rivela relazioni di ‘complementarità’ con quella dei flussi diretti, anche in questo caso tra i meno intensi.

Se i ST del campione con una configurazione di ST economico-produttivo, più o meno ‘effettiva’, sono in numero limitato, lo stesso non si può dire per le configurazioni riconducibili, con una certa approssimazione, all’interpretazione dei ST di conoscenza. Essendo quest’ultima la combinazione di una caratterizzazione di sistema di conoscenza tecnologica, in quanto a flussi diretti, e di una traiettoria tecno-economica, in quanto a flussi incorporati, la sua attivazione è a rigore esclusa in questa analisi, in cui, come si è detto, i flussi diretti non rivelano mai un’intensità superiore ai flussi incorporati. D’altra parte, il riferimento ai valori medi identifica una pseudo configurazione che vi può essere ricondotta più delle altre, in cui la connettività dei flussi incorporati e dei flussi diretti è, rispettivamente, minore e maggiore della media. In quest’ultimo raggruppamento rientrano Canada, Danimarca, Francia e, per i periodi in cui si rendono osservabili, Italia ed Olanda.

All’interno dello stesso appare poi applicabile una distinzione tra Danimarca e Canada, da un lato, e Francia ed Olanda (nei primi due periodi), dall’altro. Nei primi due ST, infatti, lo scostamento rispetto al valore medio dell’indicatore di connettività dei flussi incorporati è minore che negli altri, mentre, all’opposto, i flussi diretti appaiono essere più intensi, sia pure con differenze meno consistenti. Quest’ultima distinzione assume una notevole rilevanza quando si considerino le specificazioni che essa introduce rispetto a tre dei ‘piccoli’ ST del campione, specificazioni che risultano in linea con altri risultati di tipo qualitativo. Da un lato, Canada e Danimarca, pur con un’intensità di scambi incorporati inferiore a quella dell’Olanda, beneficiano di SNI più articolati della stessa, fatto che presumibilmente ne agevola, più che compensando il primo aspetto, il carattere esteso, ovvero meno polarizzato; dall’altro lato, il quadro delle specializzazioni dei ST canadese e danese sembra rivelarsi più coerente con le tipologie settoriali dalle maggiori opportunità di ‘*spillover*’ di conoscenza pura. Non altrettanto atteso è il ‘segno’ della contrapposizione tra gli stessi ST canadese e danese, da un lato, e quello francese, dall’altro, quest’ultimo auspicabilmente molto più articolato dei primi due. Per quanto concerne i flussi incorporati, si è detto come ad essere rilevante sia il carattere relativamente molto più polarizzato degli scambi all’interno del ST francese. Per quanto concerne i flussi diretti, il ‘*matching*’ con lo schema dei flussi diretti unitari risulta in Francia di fatto meno completo, eccetto che per il primo periodo, che negli altri due ST. Il quadro dei ‘quasi’ ST di conoscenza è poi completato dall’Italia, in una posizione intermedia tra quelle di Canada e Danimarca, e con una connettività dei flussi diretti ed incorporati relativamente apprezzabile. Come si è detto nella corrispondente fase di caratterizzazione, la particolare natura dei flussi considerati sembra far emergere l’effettiva ‘sistematicità’ di un *network* di imprese (e di altre istituzioni) che costituisce uno dei due ‘sub-sistemi’ nazionali di innovazione italiani (Malerba, 1993), mentre la sua dicotomia rispetto all’altro ‘sub-sistema’ (il ‘*core*’ innovativo) non risulta apprezzabile adottando la prospettiva seguita in questo studio.

L’ultimo gruppo di considerazioni riguarda i rimanenti ST, per i quali entrambi i flussi rivelano un carattere meno intenso e diffuso della media, e per questo più chiaramente riconducibili, in termini relativi, ad una caratterizzazione di TT allargata. Innanzitutto si osservi come, in modo del tutto

inatteso, l'unico ST a rientrare persistentemente in questo raggruppamento sia quello tedesco. Per quanto il livello di connettività - in quanto ad intensità e carattere esteso - dei flussi incorporati non sia tra i più ridotti, rivelando per altro nel tempo un progressivo avvicinamento al valore medio del corrispondente indicatore, il risultato non appare coerente con i contributi che evidenziano la complessità del relativo SNI, e la fitta rete di relazioni istituzionali ed anche economico-produttive che vi fanno capo (Keck, 1993). Nuovamente, ma solo per quanto concerne i flussi incorporati, ad incidere su questo risultato è la polarizzazione di scambi che presentano d'altra parte una intensità ragguardevole. Sostanzialmente persistente, e con flussi incorporati comunque tra i meno intensi e diffusi, è poi la configurazione di TT allargata del Regno Unito, il quale rivela un sensibile guadagno di posizioni relative in quanto a flussi diretti nell'ultimo periodo: come si è già avuto modo di osservare, il risultato è abbastanza significativo in quanto sembra suggerire l'influsso, anche a questo livello, di una strategia di comportamenti innovativi e di una architettura istituzionale che favoriscono progetti innovativi molto 'orientati', e quindi presumibilmente anche di carattere settorialmente locale (Ergas, 1987; Walker, 1993). Sia pure per un solo periodo, l'ultimo dell'analisi, nel raggruppamento in parola finiscono anche gli Stati Uniti, a seguito di una notevole riduzione nell'indicatore composito di connettività relativo ai flussi incorporati, mentre la caratterizzazione corrispondente ai flussi diretti appare relativamente stabile intorno a posizioni tra le meno connesse.

Come si è anticipato nella corrispondente fase di caratterizzazione, la variazione osservabile nel caso degli Stati Uniti costituisce quella relativamente più rilevante. Anche solo avendo riguardo per un valore di soglia arbitrario quale la media degli indicatori, esso costituisce l'unico caso in cui appare osservabile un vero e proprio 'salto' di configurazione. Significativamente, la consistente riduzione nel grado di connettività delle relazioni supportate da qualificati schemi di interfaccia produttore-utilizzatore si verifica, come si è detto, in un periodo in cui il cambiamento dello scenario internazionale fa registrare una notevole perdita di competitività, le cui cause vengono identificate nell'assenza di un'adeguata 'coerenza sistemica' anche ad un livello più ampio di quello considerato. Non qualificabile come un 'salto' di configurazione è la variazione che si osserva nel passaggio dal secondo al terzo periodo nel caso del Regno Unito, sia in virtù della natura di 'quasi' configurazione della partizione riconducibile all'idea di ST di conoscenza, che per la sensibile entità della variazione stessa. Più rilevanti appaiono semmai alcune variazioni all'interno delle partizioni individuate, prima fra tutte la consistente riduzione del *gap* tra il ST economico-produttivo giapponese e le altre TT allargate nel passaggio dal primo al secondo periodo: *gap* solo marginalmente riaperto nell'ultimo periodo. Come anche si è già detto, il fatto è estremamente significativo e testimonia, da un lato, il costituirsi intorno alla metà degli anni '80 di sistemi di innovazione articolati anche al di fuori del polo Giappone-Stati Uniti (Freeman, 1995), dall'altro, l'effetto esercitato sulla stessa connettività del ST giapponese da un contesto internazionale più globalizzato (Fransman, 1995). Sempre lungo l'asse orizzontale dello schema di configurazione (relativo ai flussi incorporati), considerevole è la riduzione nel grado di connettività del ST australiano nel passaggio dal secondo al terzo periodo.

Il quadro delle variazioni nelle posizioni osservabili lungo l'asse verticale (relativo ai flussi diretti) appare per converso molto meno apprezzabile. L'unica considerazione di rilievo concerne infatti la

perdita ed il successivo guadagno di connettività dei flussi diretti osservabile per il ST canadese rispetto a quello danese. Significativamente, quest'ultima variazione si accompagna, nell'ultimo periodo, ad un guadagno di posizioni relative in quanto a flussi incorporati che porta il Canada in prossimità del valore medio dell'indicatore corrispondente.

5. Conclusioni

In questo paper sono state presentate alcune integrazioni e varianti metodologiche di un approccio ai sistemi tecnologici in cui le interrelazioni interne vengono approssimate misurando opportuni flussi innovativi intersettoriali (Leoncini e Montresor, 1997; 1998).

In primo luogo, si è cercato di specificare le configurazioni ottenibili per i sistemi tecnologici attraverso questo tipo di approccio, integrando l'analisi di connettività dei flussi incorporati - veicolati da paralleli scambi economico-produttivi - con quella dei flussi tecnologici diretti - determinati dalle caratteristiche di bene-pubblico della conoscenza. In questo modo, è stato possibile considerare la dimensione immateriale, oltre che materiale, della tecnologia e distinguere diversi tipi di configurazione: configurazioni in cui entrambe le componenti (caratterizzazioni) hanno una connettività molto elevata o molto ridotta - definibili, rispettivamente, sistemi tecnologici 'puri' e traiettorie tecnologiche 'allargate' - e configurazioni in cui la connettività risulta elevata con riferimento alla sola componente materiale - sistemi tecnologici 'economico-produttivi' - o, invece, alla sola componente immateriale - sistemi tecnologici 'di conoscenza'. In secondo luogo, nel misurare la connettività dei due tipi di flussi sono stati proposti nuovi indicatori che, ricorrendo all'idea di 'pervasività' e 'dipendenza' innovativa, consentono di integrare i risultati delle configurazioni con opportune analisi settoriali.

L'applicazione di questo approccio ad un campione di 10 paesi dell'area OCSE, per tre periodi dell'ultimo decennio (primi anni '80, metà anni '80, primi anni '90), ha mostrato risultati di indubbio interesse. Il sistema tecnologico giapponese risulta essere l'unico con un'effettiva configurazione sistemica, ma solo con riferimento ai flussi incorporati, identificandosi pertanto come un sistema tecnologico 'economico-produttivo'. Per tutti gli altri paesi del campione, la configurazione di traiettoria tecnologica 'allargata' risulta più adeguata, sebbene con ulteriori differenziazioni. Australia e Stati Uniti (questi ultimi ad eccezione dell'ultimo periodo) costituiscono i casi più prossimi ad una configurazione sistemica di natura economico-produttiva ('quasi' sistemi tecnologici 'economico-produttivi'); d'altra parte, Canada, Danimarca, Francia, Italia ed Olanda presentano invece configurazioni in cui è la componente tecnologica immateriale (conoscenza) ad essere relativamente più connessa ('quasi' sistemi tecnologici di conoscenza). Da ultimo, Regno Unito e Germania, insieme agli Stati Uniti nell'ultimo periodo dell'analisi, rivelano una configurazione di traiettoria tecnologica 'allargata' più accentuata che negli altri casi dello stesso raggruppamento. Da un punto di vista temporale, l'analisi rivela configurazioni piuttosto stabili, con due sole consistenti variazioni: la prima, identificata dal consistente calo di connettività, rispetto ai flussi incorporati, del

Giappone nel passaggio dai primi anni '80 alla metà degli anni '80; la seconda, costituita dal 'salto di configurazione' degli Stati Uniti, in corrispondenza dello stesso tipo di variazione, nel passaggio dalla metà degli anni '80 ai primi anni '90.

L'allineamento dei risultati ottenuti alle stilizzazioni dell'analisi dei sistemi nazionali di innovazione, oltre che ai risultati di altre applicazioni dell'approccio in parola, è solo parziale. Da un lato, trova conferma il carattere idiosincratico del sistema giapponese, in cui gli scambi tecnologici incorporati, su cui il contesto istituzionale incide maggiormente, presentano un'intensità ed un carattere diffuso maggiore che negli altri contesti. In una certa misura atteso è il minore distacco relativo rispetto al sistema giapponese rivelato, sempre in termini di flussi incorporati, dal sistema statunitense, con scambi di intensità simile ma molto più polarizzati. Anche le variazioni temporali identificate nelle configurazioni giapponese e statunitense trovano riscontro, rispettivamente, in una maggiore omogeneizzazione tra i sistemi indotta dal processo di globalizzazione a partire dalla metà degli anni '80, e in un calo di competitività ascrivibile ad una perdita di coerenza sistemica nel contesto socio-economico agli inizi degli anni '90. Da ultimo, la presenza del Regno Unito tra le traiettorie tecnologiche 'allargate' più spiccate è coerente con le evidenze di un sistema nazionale di innovazione 'miopico', in cui il processo innovativo viene gestito in modo tutt'altro che diffuso. Al quadro degli 'allineamenti' si oppone d'altra parte un numero considerevole di risultati inattesi. Per questi ultimi, il riferimento ad una nozione concettualmente più ampia di quella di sistema nazionale di innovazione, quale quella di sistema tecnologico, in cui ad essere rilevanti non sono solo i settori a più elevata intensità tecnologica, risulta determinante. Rispetto alle altre applicazioni dell'approccio che si è utilizzato (Leoncini e Montresor, 1997; 1998), ad essere cruciale è invece, oltre alla diversa tipologia di indicatori, anche il diverso livello di disaggregazione impiegato.

In chiusura, un'ultima considerazione è d'obbligo con riferimento alla particolare natura delle configurazioni ottenute in questo lavoro, relative esclusivamente alle interrelazioni interne ai sistemi tecnologici. Ovviamente, la loro completa configurazione richiede anche l'analisi delle relazioni che gli stessi scambiano con l'ambiente 'esterno'. Solo con riferimento a questi ultimi, infatti, è possibile determinare in modo endogeno il relativo grado di apertura, ovvero la configurazione dei confini geografici (oltre che dei confini funzionali) di sistemi tecnologici effettivamente nazionali piuttosto che sovra-nazionali²⁶. A questo proposito, nella formulazione originaria dell'approccio intersettoriale in parola (Leoncini e Montresor, 1997; 1998), si è mostrata la possibilità di giungere ad un primo tipo di configurazione considerando i modelli di specializzazione internazionale rivelati dai sistemi tecnologici con riferimento alle loro esportazioni settoriali. Anche a questo proposito, tuttavia, l'approccio è suscettibile di ulteriori integrazioni e varianti, realizzabili, in primo luogo, estendendo la tipologia di flussi settoriali internazionali di riferimento: la considerazione degli investimenti esteri diretti, veicolo di scambio tecnologico di fondamentale importanza nel presente contesto di internazionalizzazione, costituisce un primo passo verso la distinzione di sistemi tecnologici sovranazionali di diverso tipo - internazionali, transnazionali o perfino globali (Montresor, 1998).

²⁶ L'identificazione di sistemi tecnologici sub-nazionali non si rivela invece possibile all'interno del presente approccio intersettoriale.

Riferimenti bibliografici

- Andersen, E.S. (1991), Techno-economic paradigms as typical interfaces between producers and users, *Journal of Evolutionary Economics*, vol.1, pp.119-144.
- Antonelli, G. (1997), Broad production factors and technological systems, in Antonelli, G. e De Liso, N. (a cura di), *Economics of Structural and Technological Change*, Londra, Routledge, pp.86-106.
- Archibugi, D. (1988), Alla ricerca di una misurazione utile dell'innovazione tecnologica, *L'Industria*, n.2, pp.231-264.
- Brown, M. e Conrad, A.M. (1967), The influence of research and education on CES production relations, in Brown, M. (a cura di) *The Theory and Empirical Analysis of Production*, Columbia University Press, pp.341-372.
- Carlsson, B. e Stankiewicz, R. (1991), On the nature, function, and composition of technological systems, *Journal of Evolutionary Economics*, vol.1, pp. 93-118.
- Chesnais, F., (1993), The French national system of innovation, in Nelson, R.R. (a cura di) (1993), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp.192-229.
- Cohen, S. e Zysman, J. (1987), *Manufacturing Matters: The Myth of the Post-Industrial Economy*, New York, Basic Books.
- DeBresson, C., Sirilli, G., Hu, X., e Luk, F.K. (1994), Structure and location of innovative activity in the Italian economy: 1981-1985, *Economic System Research*, vol.6, pp.135-158.
- DeBresson, C. (1996), *Economic Interdependence and Innovative Activity. An Input-Output Analysis*, Cheltenham, Edward Elgar.
- De Liso, N. e Metcalfe, S. (1996), On technological systems and technological paradigms: some recent developments in the understanding of technological change, in Helmstädter, E. e Perlman, M. (a cura di), *Behavioral Norms, Technological Progress and Economic Dynamics: Studies in Schumpeterian Economics*, Ann Arbor, University of Michigan Press, pp.71-95.
- De Liso, N. e Metcalfe, S. (1997), Progresso tecnico e sistemi tecnologici, *Economia Politica*, n.1, pp.85-119.
- Dertouzos, M.L., Lester, R.K., e Solow, R.M. (a cura di) (1989), *Made in America: Regaining the Productivity Edge. Findings of the MIT Commission on US Industrial Productivity*, Cambridge Mass., MIT Press.
- Dosi, G. (1982), Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants of technological change, *Research Policy*, vol.11, pp. 147-162.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. e Soete, L. (a cura di) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londra, Pinter Publishers.
- Edquist, C. (a cura di) (1997), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organisations*, Londra, Pinter Publishers.
- Edquist, C. (1997a), Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics, in Edquist, C. (a cura di), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organisations*, Londra, Pinter Publishers, pp.1-35.
- Edquist, C. e Lundvall, B.A. (1993), Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation, in Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp. 265-298.
- Ergas, H. (1987), The importance of technology policy, in Dasgupta, P. e Stoneman, P. (a cura di), *Economic Policy and Technological Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 51-96.

- Evenson, R. e Puttnam, J. (1988), The Yale-Canada patent flow concordance, Yale University, Economic Growth Centre Working Paper.
- Fransman, M. (1995), Is national technology policy obsolete in a globalised world? The Japanese response, *Cambridge Journal of Economics*, vol.19, pp.95-119.
- Freeman, C. (1987), *Technical Change and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londra, Frances Pinter.
- Freeman, C. (1988), Japan: a new national system of innovation?, in Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter Publishers, pp. 330-348.
- Freeman, C. (1995), The 'National System of Innovation' in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, pp. 5-24.
- Gregory, R. (1993) The Australian innovation system, in Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp.324-352.
- Griliches, Z. (1979), Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, *The Bell Journal of Economics*, vol.10, pp.92-116.
- Hughes, T.P. (1989), The evolution of large technological systems, in Bijker, W., Hughes, T. e Pinch, T. (a cura di), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MA, MIT Press, pp.51-82.
- Keck, O. (1993), The national system for technical innovation in Germany, in Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp.115-157.
- Leoncini, R. (1996), Progresso tecnico incrementale e radicale e la nozione di sistema tecnologico, *Economia e Politica Industriale*, n.89, pp.87-117.
- Leoncini, R., Maggioni, M. e Montresor, S. (1996), Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany, *Research Policy*, n.25, pp.415-430.
- Leoncini, R. e Montresor, S. (1997), Una nozione allargata di sistema tecnologico: aspetti teorici e metodologici per un'applicazione empirica comparata, *Economia e Lavoro*, vol.3-4, pp.225-242.
- Leoncini, R. e Montresor, S. (1998), Technological performance and competitiveness: an empirical taxonomy of technological system's configuration, mimeo, IDSE-CNR, Milano.
- Los, B. (1997), The empirical performance of a new interindustry technology spillover measure, paper presentato alla Conferenza EAEPE 'Institutions, Economic Integration and Restructuring.', Atene, 6-9 novembre 1997.
- Los, B. e Verspagen, B. (1996), R&D spillovers and productivity: evidence from US manufacturing microdata, *MERIT Research Memorandum 96-007*, Università di Limburg, Maastricht.
- Lundvall, B.A. (a cura di), (1992), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londra, Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A. (1992a), National systems of innovation: introduction, in Lundvall, B.A. (a cura di), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londra, Pinter Publishers, p. 1-19.
- Malerba, F. (1993), The national system of innovation: Italy, in Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp.230-259.
- Marengo, L. e Sterlacchini, A. (1990), Intersectoral technology flows. Methodological aspects and empirical applications, *Metroeconomica*, vol.41, pp. 19-39.
- McFetridge, D. (1993), The Canadian system of industrial innovation, Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp.299-323.
- Momigliano, F. e Siniscalco, D. (1982), The growth of service employment: a reappraisal, *BNL Quarterly Review*, n.142, pp.296-306.
- Montresor, S. (1994), Un'analisi input-output dei sistemi nazionali di innovazione italiano e tedesco, *L'Industria*, Aprile-Giugno, pp.457-502.

- Montresor (1996), Flussi innovativi e flussi produttivi intersettoriali: i sistemi nazionali di innovazione in un'ottica input-output, *Economia politica*, n.2, pp.171-208.
- Montresor, S. (1998), Un'analisi intersettoriale dei sistemi tecnologici: evidenze empiriche su di un campione di paesi OCSE nel decennio 1980-1990, *Tesi di Dottorato*, Università degli Studi di Bologna.
- Nelson, R.R. (1988), Institutions supporting technical change in the United States, in Dosi, G. *et al.* (a cura di), *Technical Change and Economic Theory*, Londra, Pinter Publishers, pp. 312-329.
- Nelson, R.R. (a cura di) (1993), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- OECD (1992), *Technology and the Economy. The Key Relationships*, Parigi, OECD.
- OECD (1997), *Industrial Competitiveness. Benchmarking Business Environments in the Global Economy*, Parigi, OECD.
- Papaconstantinou, G., Sakurai, N. e Wyckoff, A. (1996), Embodied technological diffusion: an empirical analysis for 10 OECD countries, STI Working Papers 1996/1, Parigi, OECD.
- Patel, P. e Pavitt, K. (1994), The nature and economic importance of national innovation systems, *STI Review*, n.14, pp.7-32.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, vol.13, pp.343-373.
- Putnam, J. e Evenson, R.E. (1994), Inter-sectoral technology flows: estimates from a patent concordance with an application to Italy, *mimeo*, Yale University.
- Robson, M., Townsend, J. e Pavitt, K. (1988), Sectoral patterns of production and use of innovations, *Research Policy*, vol.17, pp.1-14.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1994), *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Scherer, F.M. (1982), Inter-industry technology flows and productivity measurement, *Review of Economics and Statistics*, vol.64, pp.627-634.
- Scherer, F.M. (1984), Using linked patent and R&D data to measure interindustry technology flows', in Griliches, Z. (a cura di), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago University Press.
- Terleckyj, N. (1974), Effects of R&D on the productivity growth of industries: an exploratory study, National Planning Association, Washington D.C.
- Vajani, L. (1980), *Elementi di Statistica*, Padova, Cedam.
- van Meijl, H. (1994), Endogenous Technological Change: the Case of Information Technology, PhD dissertation, Università di Limburg, Maastricht.
- Verspagen, B. (1995), Measuring inter-sectoral technology spillovers: estimates from the European and US Patent Office Databases, Research Memorandum 2/95-007, MERIT, Maastricht, in corso di pubblicazione in *Economic Systems Research*, 1997.
- Verspagen, B. (1997) Estimating international technology spillovers using technology flow matrices, *MERIT Research Memorandum 1/97-004*, Maastricht.
- Verspagen, B., van Moergastel e M. Slabbers (1994), MERIT concordance table: IPC - ISIC (rev.2), *MERIT Research Memorandum 2/94-004*, Maastricht.
- Verspagen, B. e De Loo, I. (1998), Technology spillovers between sectors and over time, paper per la 12esima Conferenza Internazionale sulle Tecniche Input-Output, New York, maggio 1998.
- von Bertalanffy, L. (1968), *General System Theory. Foundations, Development, Application*, Londra, Allen Lane.
- Walker, W. (1993), National innovation systems: Britain, in Nelson, R.R. (a cura di), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, pp. 158-191.
- WIPO (1989), *International Patent Classification. Fifth Edition (1989), Volume 9 Guide, Survey of Classes and Summary of Main Groups*, Monaco, WIPO.

Wolff, E.N. e Nadiri, M.I. (1993), Spillover effects, linkage structure and research and development, Structural Change and Economic Dynamics, vol.4, pp.315-331.

Appendici

Appendice 1 - Scansioni temporali del campione e anni corrispondenti			
	primi anni '80	metà anni '80	primi anni '90
Australia	X	1986	1989
Canada	1981	1986	1990
Danimarca	1980	1985	1990
Francia	1980	1985	1990
Germania	1978*	1988	1990
Italia	X	1985*	X
Giappone	1980	1985	1990
Paesi Bassi	1981	1986	X
Regno Unito	1979*	1984	1990
Stati Uniti	1982	1985	1990

Fonte: OECD, DSTI (STAN/IO), 1994
 X tavole non disponibili
 * Classificati diversamente nello schema originario

Appendice 2 - Schema settoriale di riferimento		
	Settori	ISIC Rev.2
1	Alimentari, bevande e tabacco	31
2	Tessili, abbigliamento e cuoio	32
3	Prodotti in legno e mobilio	33
4	Carta, stampa ed editoria	34
5	Prodotti chimici	351+352
6	Prodotti petroliferi e carboniferi	353+354
7	Prodotti in gomma e plastica	355+356
8	Minerali non metallici	36
9	Metalli ferrosi e non ferrosi	371+372
10	Prodotti in metallo	381
11	Macchinari	382
12	Attrezzature elettriche ed elettroniche	383
13	Cantieristica e riparazioni	3841
14	Altri mezzi di trasporto	3842+'43+'44+'45+'49
15	Strumenti di precisione	385
16	Altri settori manifatturieri	39