

REGIONE TOSCANA
Direzione Generale Sviluppo Economico

Incarico di consulenza e studio
Decreto dirigenziale n. 4928 del 2 ottobre 2007

Punto (b)

DEFINIZIONE DI UNA METODOLOGIA
PER LA INDIVIDUAZIONE DI UN SISTEMA UNITARIO DI VALUTAZIONE
DEI PROGRAMMI DI INVESTIMENTO DELLE IMPRESE
IN RICERCA INDUSTRIALE, RICERCA SPERIMENTALE, INNOVAZIONE

RAPPORTO FINALE

Prof. Andrea Bonaccorsi, Università di Pisa

Maggio 2008

Indice del Rapporto

Capitolo 1

La valutazione della ricerca industriale

1. La valutazione delle politiche pubbliche di finanziamento della ricerca industriale: problemi teorici e metodologici
2. L'impatto degli incentivi pubblici alla ricerca industriale sulle performance delle imprese: teoria ed evidenze empiriche

Capitolo 2

Esperienze internazionali di valutazione di impatto della ricerca

1. Il modello di flussi e relazioni del sistema canadese
2. La valutazione di impatto in altre esperienze internazionali
3. Aspetti metodologici della valutazione di impatto della ricerca industriale
4. Impatto economico
5. Impatto sociale

Capitolo 3

Sviluppo degli indicatori

Referenze bibliografiche

Capitolo 1

La valutazione della ricerca industriale

1. La valutazione delle politiche pubbliche di finanziamento della ricerca industriale: problemi teorici e metodologici

Il sistema di valutazione della ricerca industriale, e dell'incentivo pubblico allo svolgimento della ricerca industriale privata, si colloca come uno snodo cruciale delle politiche pubbliche, per diverse ragioni.

In primo luogo perché la ricerca industriale rappresenta il driver fondamentale della crescita della produttività nel lungo termine, e quindi delle prospettive di sviluppo economico. Valutare correttamente e monitorare gli effetti della ricerca industriale è uno degli elementi di intelligenza strategica dei governi, sia a livello nazionale che regionale.

In secondo luogo, tuttavia, come si cercherà di dimostrare, la ricerca industriale è soggetta a forme peculiari e severe di distorsione degli incentivi, tali da diminuire gravemente l'impatto delle risorse pubbliche. Pertanto occorre dotare i governi di strumentazioni particolarmente qualificate e metodologicamente attente, allo scopo di minimizzare gli effetti distorsivi.

Infine la ricerca industriale si caratterizza come lo snodo di un sistema regionale di innovazione, del quale fanno parte altri soggetti, che può avere, sotto certe condizioni, proprietà cumulative e autopropulsive a lungo termine. Si tratta quindi di valutare se e in che modo la componente industriale si colloca all'interno del sistema regionale come attivatore di flussi e di relazioni.

2. L'impatto degli incentivi pubblici alla ricerca industriale sulle performance delle imprese: teoria ed evidenze empiriche

Negli ultimi anni l'incremento dell'intensità generale dell'attività innovativa, ed in particolare degli investimenti privati in R&S, è stato riconosciuto quale componente chiave delle politiche di innovazione da molti governi europei (Commissione europea, 2004).

Com'è noto, l'argomento principe a favore dell'intervento pubblico è la discrepanza sistematica tra il *tasso di rendimento privato e quello pubblico* degli investimenti in R&S (Nelson, 1959; Arrow, 1962). Il meccanismo di mercato non soddisfa l'equilibrio tra la domanda e l'offerta di nuova conoscenza, poiché essa non è appropriabile e non rivale nel consumo. In queste condizioni, gli incentivi privati all'investimento in R&S sono più bassi del livello sociale ottimale. Un secondo argomento giustifica l'intervento pubblico in base all'esistenza di *imperfezioni nei mercati finanziari*. Gli investimenti in R&S sono soggetti a forti asimmetrie di informazione tra inventori o innovatori e finanziatori esterni (Hall, 2002). I mercati finanziari possono essere riluttanti a fornire capitale di rischio o di debito, e alzano il costo dei finanziamenti esterni riducendo in maniera significativa il valore netto attuale dei progetti di ricerca. Erogando contributi alle attività di R&S, i governi mirano ad aumentare il numero di progetti intrapresi (Hall and Van Reenen, 2000). La *dimensione delle imprese* ha un ruolo importante nel determinare gli incentivi ad intraprendere progetti di R&S. Il valore attuale degli investimenti in R&S, infatti, dipende dalla possibilità per l'impresa di escludere i concorrenti dallo sfruttamento dei risultati innovativi della ricerca. Mentre la possibilità di escludere dipende anche da fattori legali e di regolamentazione, un fattore fondamentale è il potere di mercato delle imprese. Le imprese piccole spesso mancano di assets complementari e di potere di mercato nei mercati finali, pertanto sono spesso incapaci di internalizzare i benefici che derivano dalle attività di ricerca e scoraggiate ad intraprendere investimenti in R&S (Cohen e Klepper, 1996). Allo stesso tempo, le imprese di piccole dimensioni possono essere soggette a limitazioni finanziarie più severe (Cooley e Quadrini, 2001; Carpenter e Petersen, 2002). È interessante notare come negli ultimi vent'anni la maggior parte dei governi e delle organizzazioni internazionali abbia sviluppato, accanto ad argomenti completamente fondati sull'ipotesi del fallimento dei mercati, anche argomenti di natura politica e nuovi fondamenti logici *de facto*. Tra questi nuovi fondamenti possiamo individuare i seguenti.

In primo luogo, dopo le profonde crisi industriali dei tardi anni '70 e dei primi anni '80, l'obiettivo della *creazione di occupazione* ha assunto crescente rilevanza e motivato l'intervento dei governi attraverso una pluralità di strumenti, comprese le politiche dell'innovazione. L'obiettivo occupazionale è tuttora visibile negli obiettivi dichiarati dei governi per le politiche di R&S e di innovazione (Commissione Europea, 2004). In secondo luogo, negli anni '90 la nozione di *competitività* delle imprese ha guadagnato una

importanza primaria nella riflessione economica (Fagerberg, Guerrieri, Verspagen, 1999). L'enfasi sulla competitività è stata istituzionalizzata attraverso organismi quali il *Competitiveness Council* negli Stati Uniti ed è entrato nell'agenda europea con il summit di Lisbona nel 2000. Il lascito di Lisbona ha portato una nuova enfasi su temi legati alla formazione e l'uso produttivo della conoscenza e l'accumulo di capitale umano, noti come *economia della conoscenza*. Il concetto che l'uso produttivo della conoscenza possa condurre a rendimenti crescenti e a effetti permanenti di crescita della produttività affonda le radici sia nella teoria della crescita endogena che in quella evolutiva. In base alla prima, la conoscenza è l'unico fattore produttivo il cui valore non diminuisce con l'uso, anzi aumenta, producendo *spillover* ed esternalità positive e dando origine ad opportunità di crescita prolungata (Romer, 1990; Aghion e Howitt, 1992). In particolare, questa prospettiva ha enfatizzato il ruolo della produttività nella crescita di lungo termine, riaprendo un ampio dibattito sul ruolo della produttività del lavoro e della produttività totale dei fattori. Il punto fondamentale è quindi l'apprendimento, o l'abilità di assorbire, sviluppare e impiegare la conoscenza in maniera produttiva. Questo non può avvenire attraverso imprese isolate, ma solo con imprese inserite in complessi sistemi di innovazione, formati da una pluralità di istituzioni sia private che pubbliche (Freeman, 1987; Nelson, 1990; Edquist, 1997; Carlsson *et al.*, 2002). In questa prospettiva l'intervento pubblico va ad aggiungersi all'apprendimento collettivo e istituzionalizzato di sistemi di innovazione. Mentre la competitività *per se* può implicare un certo numero di politiche infrastrutturali, del mercato del lavoro, del mercato finanziario ovvero fiscali, l'attenzione alla conoscenza e all'apprendimento porta a concentrare gli obiettivi delle politiche sugli individui.

Non è sempre facile collegare i benefici attesi dei contributi pubblici ed i loro obiettivi a grandezze economiche osservabili. In primo luogo, i governi che credono che i contributi per R&S possano essere un aiuto nella lotta alla disoccupazione si aspettano che i contributi pubblici generino *nuova occupazione*. In secondo luogo, l'accento sulla competitività può assumere diverse forme in termini di specifici obiettivi delle politiche. Un di queste possibili forme è supporre che i contributi per R&S producano non solo un incremento di fattori produttivi innovativi, ma anche un incremento di risultati tecnologici, per esempio in termini di *numero di brevetti*. Un'altra forma è quella di aspettarsi che una migliore competitività si traduca in un incremento di *fatturato*. In terzo luogo, l'accento

sulla conoscenza può portare ad aspettarsi che l'intervento pubblico favorisca la creazione di capitale umano. Ciò può tradursi in un incremento di impiego di *personale qualificato*, in particolare nelle attività di R&S o comunque connesse all'innovazione, e di *produttività del lavoro*. Tutte queste variabili sono ragionevoli traduzioni in termini operativi dell'ampio obiettivo delle politiche per la competitività.

Che il sostegno pubblico alle attività private di R&S raggiunga effettivamente uno o più dei suoi obiettivi dichiarati è una domanda a cui è possibile rispondere soltanto attraverso un'indagine empirica *ex-post*.

Come in molti altri casi nel mondo reale, i desideri dei governi non si materializzano facilmente. Questo è dovuto in parte a una cattiva progettazione e attuazione delle politiche, in parte a problemi strutturali. Questi ultimi sono stati identificati con chiarezza nella letteratura esistente: è probabile che i contributi pubblici spiazzino gli investimenti privati (David *et al.*, 2000; Jaffe, 2002). Questo effetto può avere origini diverse. In primo luogo, se l'offerta di fattori produttivi per la ricerca, in particolare scienziati e ingegneri, non è elastico nel breve periodo, assegnare fattori produttivi a progetti beneficiati da contributi pubblici implica ridurre le attività su altri progetti (Goolsbee, 1998). In secondo luogo, le agenzie governative possono essere inclini a selezionare progetti ad alto tasso di successo, allo scopo di dimostrare l'efficacia delle politiche pubbliche. Questi progetti in genere hanno un profilo di rischio più basso, e sarebbero probabilmente avviati dalle imprese anche in assenza di contributi. Tale effetto è contrario all'obiettivo degli incentivi pubblici, che è quello di generare una spesa aggiuntiva per R&S. In terzo luogo, esistono asimmetrie informative tra le agenzie governative incaricate del processo di selezione dei progetti e le imprese proponenti. Può avvenire che i contributi pubblici siano assegnati a *cattive* imprese, che usano tali contributi per obiettivi diversi dalla ricerca, e che ciò nonostante evitano le sanzioni.

In quanto effetto di molti fattori, l'impatto netto dei contributi pubblici sulle spese per la ricerca è una questione che è possibile affrontare solo attraverso un'analisi empirica *ex-post*. La letteratura esistente trova risultati eterogenei su questo tema. Una serie di studi ha esaminato la questione della complementarità, contrapposta alla sostituzione, tra la spesa pubblica in R&S e quella privata. David *et al.* (2000), dopo un'attenta rassegna della letteratura esistente, traggono la conclusione che l'evidenza empirica sembra "essere a favore della complementarità degli investimenti pubblici e privati". Tuttavia una meta-analisi più recente conclude che i risultati dipendono dal livello di aggregazione a cui

l'analisi è svolta (Garcia-Quevedo, 2004). Ad esempio, Wallsten (2000) ritiene che i contributi pubblici all'interno del programma statunitense *Small Business Innovation Research* (SBIR) spiazzino completamente l'investimento privato. Al contrario, Branstetter e Sakakibara (2002) traggono la conclusione che i contributi pubblici ai consorzi di ricerca in Giappone hanno prodotto un incremento della spesa per la ricerca delle imprese coinvolte, una conclusione condivisa da Lach (2002) per le imprese israeliane.

Risultati ancora più ambigui si riscontrano negli studi che non mirano ad esaminare l'impatto degli incentivi pubblici sulla spesa (un *input* del processo di innovazione), bensì sulla produzione e sugli *output* del processo di innovazione stesso. In effetti, prevedere l'impatto del finanziamento pubblico per la R&S sulla performance tecnologica ed economica delle imprese richiede l'attenta valutazione di una serie di fattori che operano a livello industriale, di impresa e delle caratteristiche dei singoli progetti di R&S.

La relazione causale tra input ed output dei processi di innovazione delle imprese è oggetto di un ampio filone di letteratura empirica che pone l'accento sul rischio e l'incertezza insiti nel processo di R&S, e indaga l'impatto delle attività di R&S sulla produttività tecnologica delle imprese (cfr. Crépon *et al.*, 1998 per un modello formale). In aggiunta all'incertezza strutturale sui risultati delle attività di R&S, la valutazione empirica dell'impatto degli incentivi pubblici sull'attività di innovazione delle imprese è complicata anche dalle differenze nel *time-to-market* dei risultati della R&S dovute, ad esempio, alle caratteristiche delle dinamiche di innovazione industriale (Utterback, 1994) o agli specifici aspetti del progetto di R&S posto in essere. Cooper e Kleinschmidt (1994) trovano, su un campione di imprese di ingegneria chimica, che l'organizzazione del progetto, le attività di pre-sviluppo e quelle di marketing hanno un impatto significativo sui tempi di immissione sul mercato delle scoperte tecnologiche. I tempi di commercializzazione delle innovazioni di prodotto o della messa in atto delle innovazioni di processo influenzano la capacità delle imprese di produrre, attraverso le loro attività di R&S ed innovazione, effetti considerevoli sulla performance di mercato, misurabili in base alle vendite o alla redditività (Powell e Moris, 2004). Infine, anche se il finanziamento pubblico alla R&S si traduce in un livello maggiore di spesa per R&S e in un aumento dell'attività di innovazione delle imprese, il suo effetto finale sull'occupazione è lungi dall'essere chiaro. Il processo di innovazione può indurre sia la creazione che la distruzione di posti di lavoro a causa di variazioni nella domanda dei fattori, come pure cambiamenti nella struttura della manodopera qualificata dell'impresa. Benché sia possibile un impatto positivo dell'innovazione sull'impiego di

capitale umano, Piva *et al.* (2002) mostrano, in un campione di imprese manifatturiere italiane, che i processi di *skill upgrading* sono funzione delle strategie di riorganizzazione delle imprese, più che un effetto diretto del cambiamento tecnologico *per se*. Chennels e Van Reenen (2002) offrono una rassegna delle evidenze microeconomiche sull'effetto del cambiamento tecnico sulla struttura dell'occupazione e dei salari.

Poiché l'effetto, sia in termini di segno che di orizzonte temporale, dei finanziamenti pubblici alla R&S può differire a seconda dell'aspetto della performance delle imprese che si voglia prendere in esame, e poiché i risultati sono spesso soggetti a *trade-offs* (per esempio, è difficile raggiungere simultaneamente gli obiettivi di crescita dell'occupazione e della produttività del lavoro), è opportuno che la valutazione empirica di tali effetti comprenda un insieme di variabili più ampio rispetto alle sole attività di R&S dell'impresa.

La letteratura empirica che ha valutato l'impatto dei programmi pubblici di R&S su misure di performance diverse dalla spesa in R&S delle imprese è relativamente scarsa e i risultati non sono univoci. Hujer e Radic (2005) hanno osservato 2714 stabilimenti nella Germania occidentale e orientale che hanno ricevuto sostegno pubblico alla R&S privata nel 1997 e nel 1998 e non hanno trovato alcun effetto sulle attività di innovazione, misurate dall'introduzione di nuovi prodotti o servizi durante il 1999 e il 2000. Irwin e Klenow (1996) valutano il programma SEMATECH, un grande consorzio di ricerca istituito negli Stati Uniti nel 1987. Esaminando i dati delle imprese nel periodo 1970-1993, traggono la conclusione che le imprese consorziate hanno una crescita maggiore di quelle non consorziate in termini di redditività, ma non significativamente diversa in termini di investimenti e di produttività del lavoro. Esaminando le imprese che hanno ricevuto sostegno pubblico tramite il programma SBIR nel periodo 1983-1985, Lerner (1999) trova che, in un periodo piuttosto prolungato successivo all'incentivo (1985-1995), esse sono cresciute più del campione di controllo in termini di fatturato e di occupazione. Al contrario, Wallsten (2000) dimostra che, una volta tenuto conto del problema dell'endogeneità delle assegnazioni degli incentivi pubblici, l'effetto nel breve periodo del programma SBIR sull'occupazione è trascurabile. Recentemente, Hyytinen e Toivanen (2005) hanno trovato che in un campione di 519 imprese finlandesi analizzate nel 2001, quelle che ricevono sostegno pubblico per R&S mostrano investimenti più alti in R&S e maggiori prospettive di crescita, specialmente se operano in industrie in media molto dipendenti dal finanziamento esterno.

Capitolo 2

Esperienze internazionali di valutazione di impatto

1. Il modello di flussi e relazioni del sistema canadese

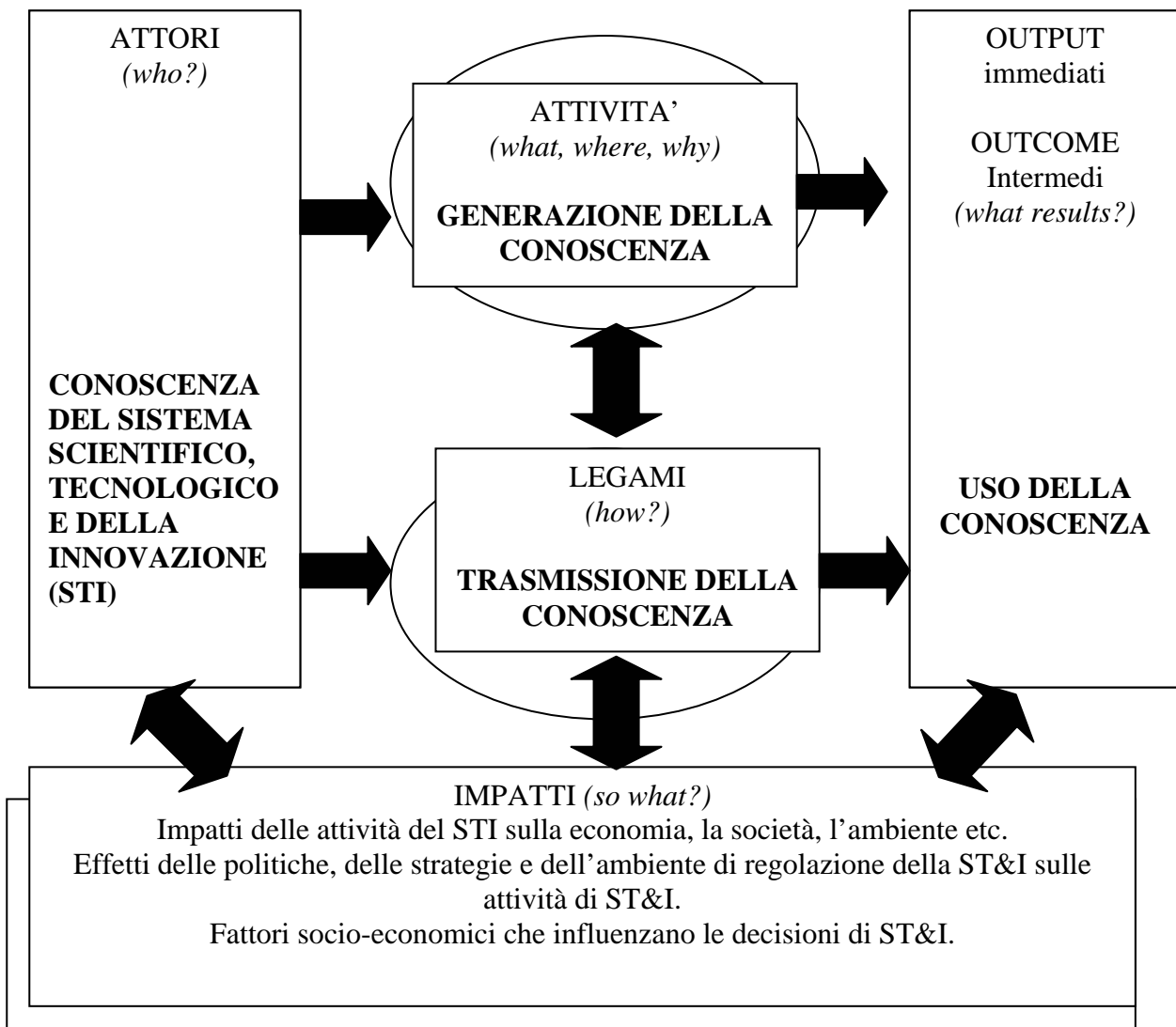
Negli anni più recenti si sono sviluppati sistemi sempre più comprensivi e sistemici per la valutazione di impatto della spesa pubblica in ricerca.

Questi sistemi vanno molto oltre un modello di valutazione di attività (che cosa è stato fatto) o di output (indicatori di output, come brevetti o nuovi prodotti) e si estendono alla valutazione di outcome (risultati della ricerca) e di impatto (effetti diretti e indiretti sulla società e sulla economia).

Tra gli uffici statistici nazionali che hanno sperimentato con maggiore intensità nuovi indicatori di impatto vi è senz'altro quello canadese¹. Nella seconda metà degli anni '90 Statistics Canada ha sviluppato in proprio (indipendentemente dall'OCSE) e poi lanciato su larga scala una serie di rilevazioni che hanno superato il tradizionale schema input-output.

¹ Questa sezione è basata su Ertl et al. (2006) e Canada Biotechnology Secretariat (2006).

Figura 1 Modello del sistema della ricerca e della innovazione



Fonte: nostro adattamento da Ertl et al. (2006)

In particolare, l'ufficio canadese ha sviluppato un modello che non solo recupera la distinzione esplicita tra output, outcome e impact, ma introduce anche la misurazione delle interazioni o linkage tra gli attori del sistema. Il superamento del modello input-output non potrebbe essere più drastico. La Figura sintetizza gli aspetti essenziali del modello concettuale, indicando anche le semplificazioni giornalistiche con le quali i concetti vengono comunicati (who, what, where, why, how, which results? so what?).

In riferimento alle categorie illustrate nel modello vengono sviluppate le batterie di indicatori:

- indicatori di attività (*who, what, where, why?*): innovazione, diritti di proprietà intellettuale (IP) e loro commercializzazione, ricerca e sviluppo, adozione e diffusione di tecnologie;
- indicatori di legame (*how?*): risorse, infrastrutture, fonti di finanziamento, fonti di informazione, collaborazioni;
- indicatori di prodotto, di risultato e di impatto (*so what?*):
 - output diretti
 - risultati intermedi, costi e benefici
 - implicazioni a lungo termine per l'economia e la società

La misurazione dell'impatto è soggetta ad una serie di problemi metodologici molto seri:

- non esistono metodologie consolidate o schemi condivisi;
- l'impatto è per sua natura multidimensionale;
- l'orizzonte temporale entro cui si manifestano le varie dimensioni di impatto è differenziato e incerto (quanto tempo si deve attendere prima di osservare l'impatto?);
- i nessi di causazione sono ambigui (come stabilire quali fattori hanno contribuito a ciascuna dimensione di impatto?);
- la separazione dei vari effetti causali può essere impossibile (supponiamo che vari fattori contribuiscano ciascuno a varie dimensioni di impatto: come tracciare all'indietro gli impatti verso le rispettive origini?);
- la misurazione è controversa (è possibile misurare gli impatti nello stesso modo delle attività?).

Per affrontare queste difficoltà l'approccio di Statistics Canada è basato sulla integrazione di diversi strumenti e metodi di rilevazione (indagini, fonti amministrative, costruzione di indicatori compositi, casi di studio, conduzione di ricerche ad hoc per la interpretazione dei dati). In particolare le valutazioni di impatto risultano dalla integrazione di diverse fonti statistiche, ciascuna indipendente quanto a impianto e obiettivi principali, ma concepite in modo unitario al fine di far emergere le dimensioni desiderate:

- (a) Indagine sulla innovazione presso le imprese; Indagine sulla commercializzazione e i diritti di proprietà intellettuale;
- (b) Indagine sulla ricerca e sviluppo;
- (c) Indagini sulla adozione e diffusione di tecnologie avanzate in tre campi: manufacturing, biotecnologie, ICT.

L'indagine sulla innovazione si basa sul Manuale di Oslo e sulla Community Innovation Survey, integrata da domande specifiche inserite dall'ufficio di statistica canadese. Essa consente di produrre indicatori sui seguenti aspetti:

- innovazione nelle imprese: attività, performance, caratteristiche dei processi innovativi;
- legami e flussi;
- fattori di successo per le imprese; ostacoli;
- impatti della innovazione;
- competenze e conoscenze;
- catene di fornitura (suppli chain) e outsourcing di attività;
- commercializzazione e gestione della proprietà intellettuale (IP);
- strutture organizzative;
- pratiche manageriali.

A questa indagine sulle imprese si affianca una Indagine sulla commercializzazione della proprietà intellettuale nel settore pubblico (a partire dal 1998), che copre l'istruzione superiore e il governo federale, e consente di esaminare i benefici derivanti dal trasferimento alla società della IP prodotta dal settore pubblico.

La classica Indagine sulla Ricerca e Sviluppo, svolta presso le imprese e la pubblica amministrazione, include le variabili di Frascati e Oslo:

- personale e spese di R&S;
- obiettivi socio-economici della R&S;
- applicazioni della R&S;
- legami tra finanziatori e attuatori di R&S.

Tuttavia, all'interno della strategia di analisi di impatto illustrata sopra, da alcuni anni Statistics Canada inserisce nelle indagine anche alcune variabili finalizzate a catturare le ricadute, in particolare:

- misura del legame esistente tra spesa di R&S e risultati (outcome);
- attività di commercializzazione.

Ulteriori contributi provengono dalle indagini sulla adozione di tecnologie.

La Indagine sulle tecnologie avanzate di produzione (Advanced Manufacturing Technology, AMT) hanno incluso nel 2006 una sezione sui risultati, misurati attraverso una valutazione dei rispondenti circa gli effetti delle AMT su:

- produttività
- prestazioni di mercato
- miglioramento dei prodotti
- efficienza organizzative delle business unit
- ambiente.

Un ulteriore indicatore di impatto è ricavabile mettendo in relazione le risposte alla Indagine sulle tecnologie di produzione (adozione di AMT) con la Indagine sulla produzione industriale (performance produttive delle imprese, misurate con vari indicatori operativi).

Una novità assoluta nel panorama statistico è rappresentata dalla Indagine sull'uso e lo sviluppo delle biotecnologie (Biotechnology Use and Development Survey). In questa indagine si rileva con domande dirette l'impatto della adozione delle biotecnologie su:

- ricavi e fonti di finanziamento;
- occupazione, selezione del personale, contratti di lavoro e di collaborazione;
- prodotti introdotti sul mercato;
- spese di R&S;
- pratiche gestionali;
- gestione della proprietà intellettuale;
- incentivi fiscali e adempimenti regolatori.

Altri indicatori di impatto delle biotecnologie sono ricavabili dalle indagini sui consumi (tassi di utilizzo di prodotti modificati geneticamente; valore delle vendite; impatto della regolazione sulle attività legate ai cibi funzionali e ai prodotti nutrizionali).

Su un piano concettuale Statistics Canada osserva che l'impatto delle biotecnologie non può essere limitato alla occupazione e al valore aggiunto prodotto nell'industria delle biotecnologie, che conta solo per lo 0,15% dei ricavi operativi del settore industriale e lo 0,07% della popolazione attiva. Gli impatti quindi vanno esaminati nell'insieme dell'economia, con una ottica sia macroeconomica (aumenti di produttività indotti da nuovi

prodotti e processi, crescita economica, cambiamenti indotti nella struttura industriale, nella struttura degli scambi esteri, nel mercato del lavoro) che microeconomica (creazione di nuove imprese, mortalità, crescita, fusioni e cambi di attività; cambiamenti nei prezzi e nelle strutture di costo; impatto sulla competitività; cambiamenti nelle condizioni di competitività e struttura di mercato; sostituzione di input).

Un altro ricco filone di indicatori di impatto è ricavabile dalle numerose indagini sulla ICT, risultato della esplosione di interesse statistico (spinto anche dall'OCSE in sede internazionale), quali la Canadian Internet Use SURvey (2005), la Survey of Electronic Commerci and Technology (2005), la General Social Survey (allocazione del budget di tempo, 2005), la ICTs in Schools Survey, e altre ancora.

Dall'insieme di queste indagini sono ricavabili vari indicatori quali:

- l'ampiezza ed evoluzione del digital divide;
- la relazione tra competenze di alfabetizzazione e l'adozione di ICT;
- l'impatto di Internet sulla allocazione del tempo delle persone;
- la relazione tra investimento in ICT e la produttività.

Dal punto di vista metodologico Statistics Canada suggerisce di usare in modo integrato numerose fonti e di lanciare progetti di ricerca sperimentali, anche con tecniche avanzate come microdati, modellizzazione econometria, micro-simulazione.

2. La valutazione di impatto in altre esperienze internazionali

2.1 Oltre la dimensione economica

All'enfasi delle politiche pubbliche, negli ultimi 15-20 anni, sull'impatto economico della ricerca pubblica ha fatto seguito, come per controbilanciarne gli effetti, una letteratura critica che ha messo in guardia contro il rischio di economicizzazione delle politiche. Dopo alcuni anni di dibattito questi contributi hanno iniziato a produrre risultati concreti, come vedremo, con il lancio di alcune rilevazioni su base statistica che hanno incorporato esplicitamente dimensioni non economiche.

Il paper che ha riassunto e rilanciato il dibattito è Godin e Doré (2004), nel quale si effettua una sintesi della ampia letteratura e allo stesso tempo si sviluppa una amplissima serie di indicatori non convenzionali. Il primo autore è uno storico della statistica, che ha dato contributi importanti alla ricostruzione del modo in cui i paesi dell'area OCSE hanno sviluppato i sistemi statistici nazionali della scienza e della tecnologia, traendone numerose implicazioni critiche (Godin, 2005).

Il punto di partenza è la sproporzione tra la disponibilità, sia pure largamente imperfetta, di indicatori relativi all'impatto economico della ricerca, e la quasi totale assenza di indicatori e di studi quantitativi conseguenti, circa l'impatto non economico: "We still have, forty years after the first demands for impact indicators, to rely on case studies to quantify, very imperfectly, dimensions other than the economic one" (Godin e Doré, 2004, p. 1).

Gli autori osservano che la dimensione economica dell'impatto è quella maggiormente esaminata, per una serie di ragioni:

- il sistema statistico nazionale e internazionale è stato storicamente progettato e influenzato da un gruppo di economisti a partire dagli anni '60;
- le grandi istituzioni internazionali (OCSE, Commissione Europea) hanno tradizionalmente utilizzato come consulenti gli economisti;
- la dimensione economica, per quanto complessa, è più facile da misurare.

Nella ricostruzione degli autori la letteratura più recente ha articolato e complessificato la valutazione dell'impatto economico, introducendo effetti indiretti (Pavitt, 1991; Salter e Martin, 2001), ma mantenendosi all'interno di una definizione restrittiva di impatto.

Un esempio è la ormai classica lista delle categorie di impatto identificate da Salter e Martin (2001): in aggiunta al risultato diretto della ricerca (pubblicazione, brevetto, know how) e dell'insegnamento (formazione, placement) si introducono risultati indiretti, che mettono a disposizione del sistema socio-economico competenze generali, tecniche, attrezzature, reti di contatti e abilità nel risolvere problemi complessi.

Nonostante si determini in questo modo un importante allargamento delle dimensioni di analisi, osservano Godin e Doré, si resta nell'ambito della dimensione economica.

Tabella 1 Dimensioni di impatto della ricerca pubblica

Categorie di benefici derivanti dalla ricerca finanziata pubblicamente
<ul style="list-style-type: none">▪ Incremento dello stock di conoscenza utile▪ Formazione di laureati competenti; training di scienziati e ingegneri▪ Creazione di nuove strumentazioni scientifiche e nuove metodologie▪ Formazione di network e stimolo alle interazioni sociali▪ Aumento della capacità di risolvere problemi scientifici e tecnologici▪ Prestigio e visibilità acquisiti dall'ambiente locale per la presenza di poli di ricerca▪ Creazione di nuove imprese

Fonte: Salter e Martin (2001)

2.2 Operazionalizzare le dimensioni non economiche

Una volta affermata la critica alla monodimensionalità della valutazione di impatto economico, resta aperta la questione di quali modelli e quali indicatori utilizzare.

In questa direzione si capitalizza sui recenti contributi che hanno contribuito ad allargare il perimetro della valutazione:

- (a) la letteratura sulla valutazione di impatto delle università e degli enti pubblici di ricerca (Van Caulil, Mombers e van den Beemt, 1996; van der Meulen e Rip, 2000; Hemlin, 1998; Garrett-Jones, 2000; Molas-Gallart, Tang e Morrow, 2000);
- (b) gli studi sulla valutazione di impatto della spesa in ricerca finanziata dal governo federale negli Stati Uniti, in un regime di stretta accountability verso il Congresso (Congressional Research Office, 1993; Kostoff, 1994; Roessner, 2000; Cozzens, 2002a; 2002b);

(c) alcuni filoni specialistici, volti a quantificare il risultato finale (outcome) della spesa in ricerca (Comroe e Dripps, 1976; Clancy e Elsenberg, 1998; Grant, 1999, per la ricerca biomedica; Evenson, Waggoner e Ruttan, 1979, per la ricerca in agricoltura).

Sulla base di queste esperienze e della letteratura specialistica gli autori propongono una amplissima gamma di indicatori, sviluppati ad un livello primitivo ma tuttavia utili come base di partenza (Tabella 2).

Essi vengono riportati, nella nostra traduzione, al fine di valutarne l'interesse per il sistema di ricerca toscano. Sono riportati inoltre in tabelle successive le proposte di operazionalizzazione di ciascuna dimensione.

Lo schema proposto non si presta ad una immediata traduzione statistica, ma offre un percorso critico per lo sviluppo, a medio termine, di sistemi innovativi di rilevazione e di valutazione. Vi sono alcune condizioni concettuali perché questo avvenga.

(a) distinzione tra output e impatto

L'output è il risultato diretto o il prodotto immediato della scienza, come le pubblicazioni scientifiche o i brevetti, le innovazioni di prodotto o i laureati. L'impatto è invece l'effetto indiretto o ultimo della scienza sulla società. Mentre l'output è immediatamente riconducibile alla attività di ricerca, l'impatto dipende tipicamente dalla compresenza di altri fattori, per cui si presenta in forme meno evidenti e riconoscibili.

(b) meccanismi di trasferimento

Un secondo aspetto critico è la necessità di inserire nei sistemi statistici i meccanismi specifici di trasferimento degli effetti della ricerca sulla economia e la società.

I sistemi di rilevazione esistenti sono stati sviluppati all'interno di un quadro concettuale dominato dal modello lineare, che assumeva un flusso unidirezionale, inevitabile e sostanzialmente deterministico, tra lo svolgimento della ricerca di base o fondamentale, la ricerca applicata o finalizzata, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione, assumendo l'impatto positivo di quest'ultima sulla produttività e la crescita. A sua volta, il modello lineare veniva

legittimato dall'adozione a fini statistici di uno schema input-output, nel quale gli indicatori vengono definiti all'interno di una relazione di flusso. Tra gli input si misurano le risorse umane (FTE) e la spesa, tra gli output i brevetti, le pubblicazioni, i flussi di import ed export di prodotti ad alta tecnologia, la bilancia dei pagamenti tecnologica, più raramente il count delle innovazioni di prodotto e di processo.

Ora è ben noto che il modello lineare è andato soggetto a critiche devastanti nella letteratura sulla innovazione, a favore di un modello sistemico e istituzionale. L'esistenza di effetti a valle dell'investimento pubblico in scienza non può essere predetto a priori sulla base di un modello lineare, ma deve essere problematizzata. In particolare, gli effetti a valle dipendono da effetti sistemici (e quindi hanno una estrema variabilità, nei casi positivi a causa di effetti di rinforzo e complementarità, nei casi negativi di carenze di coordinamento e varie forme di *system failure*) e dalle caratteristiche, invarianti nel periodo breve, dei sistemi istituzionali nazionali.

Il problema è che alla maturazione della consapevolezza teorica circa i limiti del modello lineare e dello schema input-output non ha fatto riscontro un autonomo sviluppo di indicatori in grado di supportare una visione sistemico-istituzionale.

In questo quadro sono del tutto scoperti gli indicatori delle relazioni, delle interazioni e dei nessi tra diversi attori del sistema di innovazione.

Tabella 2

Dimensioni dell'impatto della ricerca pubblica

Dimensione	Elementi	Definizione
Scienza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoscenza ▪ Attività di ricerca ▪ Formazione 	I risultati di ricerca hanno un effetto sullo sviluppo successivo della conoscenza (teorie, metodologie, modelli e fatti), sulla formazione e lo sviluppo di specialità e discipline, sulla natura della ricerca (interdisciplinarietà, intersettorialità, internazionalizzazione)
Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prodotti e processi ▪ Servizi ▪ Know how 	Effetto della ricerca su nuovi prodotti e processi, sulla innovazione nei servizi e sulla creazione di know how
Sistema economico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produzione ▪ Finanza ▪ Investimenti ▪ Commercializzazione ▪ Budget 	Effetto della ricerca sui bilanci delle imprese, le fonti di finanziamento, gli investimenti, le attività di produzione e lo sviluppo dei mercati
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoscenza ▪ Know how ▪ Attitudini ▪ Valori 	<p><i>Public understanding of science</i></p> <p>Dimensioni della conoscenza: <i>know what, know why, know how, know who</i></p> <p>Competenze intellettuali e pratiche. Attitudini e interessi. Valori e credenze</p>
Società	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welfare ▪ Discorsi e azioni dei gruppi 	<p>Impatto della conoscenza sul welfare, e su comportamenti, pratiche e attività delle persone e dei gruppi.</p> <p>Per le persone, l'impatto sociale riguarda il benessere e la qualità della vita, le abitudini di vita.</p> <p>Per i gruppi, la nuova conoscenza può contribuire a cambiare i discorsi e le concezioni della società, o aiutare la modernizzazione</p>

Politica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Policy makers ▪ Cittadini ▪ Programmi pubblici ▪ Sicurezza nazionale 	Influenza sui policy-makers e sulle politiche; interessi e attitudini di politici, amministratori e cittadini rispetto a questioni di interesse pubblico che coinvolgono scienza e tecnologia, all'azione pubblica e alla partecipazione dei cittadini
Organizzazione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pianificazione ▪ Organizzazione del lavoro ▪ Amministrazione ▪ Risorse umane 	Impatto sulle attività di istituzioni e organizzazioni in riferimento a pianificazione, organizzazione del lavoro, amministrazione e risorse umane
Salute	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salute pubblica ▪ Sistema sanitario 	Impatto sulla salute pubblica (aspettativa di vita, prevenzione e prevalenza della malattia) e sul sistema sanitario (costi del sistema sanitario, professionisti sanitari, infrastruttura medica e apparecchiature medicali, prodotti per il trattamento e la cura)
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestione delle risorse naturali e dell'ambiente ▪ Clima e meteorologia 	Impatto della ricerca sulla gestione dell'ambiente (conservazione e piani per la biodiversità) e sull'inquinamento (strumenti di sorveglianza dell'inquinamento e delle fonti di inquinamento). Impatto della ricerca sul clima e sulla meteorologia (metodi di sorveglianza climatica e di previsione climatica e meteorologica)
Simbolica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Legittimazione/ credibilità/ visibilità ▪ Notorietà 	Impatto positivo sulle imprese o altri soggetti derivante dalla collaborazione con le università e dalla credibilità/ legittimazione della ricerca pubblica

Educa zione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Curricula ▪ Strumenti pedagogici ▪ Titoli ▪ Laureati ▪ Inserimento nel mercato del lavoro ▪ Qualità del lavoro e della formazione ▪ Carriera ▪ Uso della conoscenza acquisita 	<p>Impatto della ricerca sullo sviluppo di programmi formativi nuovi, strumenti pedagogici (es. manuali per l'insegnamento), qualifiche (competenze per la ricerca), ingresso nella forza lavoro, appropriatezza tra formazione e lavoro, percorsi di carriera e utilizzo della conoscenza a fini di lavoro</p>
----------------	--	---

Fonte: nostra traduzione da Godin e Dorè (2004).

Tabella 3 Impatto sul sistema scientifico

Impatto sulla scienza	
Sottodimensione Conoscenza	
Elementi della sottodimensione	Indicatori
Specialità e discipline	1a) Emergenza di un nuovo programma di formazione 1b) numero di iscritti al nuovo programma 1c) Numero di nuove riviste scientifiche e di articoli pubblicati
Teorie	2a) Creazione di una nuova teoria 2b) Uso di questa teoria (citazioni)
Metodologie	3a) Creazione di una nuova metodologia 3b) Uso di questa metodologia (citazioni)
Fatti	4a) Scoperta di un nuovo fatto 4b) Uso di questo fatto (citazioni)
Modelli	5a) Costruzione di un nuovo modello 5b) Uso di questo modello (citazioni)
Dimensione Attività di ricerca	
Contributi alla ricerca	6a) Numero di nuove pubblicazioni
Tipo di ricerca	7a) Intensificazione o diversificazione del tipo di ricerca svolta (fondamentale/ applicata/ strategica)
Interdisciplinarietà	8a) Sviluppo del numero di pubblicazioni in collaborazioni interdisciplinari e citazioni tra discipline
Intersettorialità	9a) Crescita nel numero di pubblicazioni in collaborazioni intersettoriali
Internazionalizzazione	10a) Crescita nel numero di pubblicazioni in collaborazioni internazionali

Dimensione
Formazione dei ricercatori

Competenza di ricerca	11a) Presenza di competenze di ricerca: definizione di un problema di ricerca, organizzazione di un progetto, strategie nella raccolta dei dati, metodi di analisi
Competenze collegate	12b) Presenza di competenze collegate: scrittura, comunicazione, calcolo, management

Tabella 4 Impatto sulla tecnologia

Impatto sulla tecnologia	
Elementi	Indicatori
Prodotti e processi	13a) Realizzazione o miglioramento di un prodotto o processo 13b) Vendite totali 13c) Numero di brevetti (richiesti o ottenuti) 13d) Numero di licenze emesse 13e) Numero di utilizzatori e frequenza di uso 13f) Citazioni alla letteratura scientifica nei brevetti
Servizi	14a) Sviluppo di nuovi servizi 14b) Quote di mercato
Know how	15a) Numero di individui e organizzazioni che hanno acquisito nuovo know how

Tabella 5 Impatto sul sistema economico

Impatto sul sistema economico Sottodimensione Situazione economica	
Costi operativi	16a) Riduzione dei costi operativi (grazia alla introduzione di nuovi prodotti o processi)
Ricavi	17a) Livello dei ricavi
Profitti	18a) Livello dei profitti
Prezzo di vendita dei Prodotti	19a) Evoluzione del livello dei prezzi
Sottodimensione Finanza	
Capitale sociale	20a) Livello di finanziamento attraverso capitale sociale
Capitale di rischio	21a) Livello di finanziamento attraverso capitale di rischio
Contratti	22a) Valore dei contratti
Sottodimensione Investimenti	
Capitale umano	23a) Tipo di posizioni di lavoro e competenze nell'organizzazione (diploma, laurea, tipi di discipline) 23b) Livello di investimento in formazione del personale
Capitale fisico	24a) Tipo di immobilizzazioni fisse e materiali 24b) Livello di investimento in capitale fisico
Espansione	25a) Numero di nuove imprese create 25b) Numero di spinoff (da studenti, laureati, ricercatori, professori)

Sottodimensione Produzione	
Beni	26a) Tipo di beni prodotti 26b) Valore dei beni prodotti
Servizi	27a) Tipo di servizi prodotti 27b) Valore dei servizi prodotti
Sottodimensione Mercato	
Sviluppo del mercato	28a) Diversificazione del mercato 28b) Valore dei mercati (fatturato totale) 28c) Volume di export 28d) Valore dell'import/export di alta tecnologia

Tabella 6 Impatto sulla dimensione cultura

Impatto sulla cultura	
Sottodimensione Conoscenza	
<p>Conoscenza e comprensione delle idee e della realtà da parte degli individui (acquisita attraverso meccanismi formali o informali)</p>	<p>29a) Tassi di acquisizione di laurea in facoltà tecniche e scientifiche 29b) Risultati accademici nelle discipline scientifiche 29c) Livello di comprensione dei concetti scientifici</p>
Sottodimensione Know how	
<p>Competenze intellettuali</p>	<p>30a) Sviluppo di nuove competenze: creatività, critica, analisi e sintesi 30b) Livello di padroneggiamento delle nuove competenze, es. (a) capacità di applicare competenze matematiche di base; (b) livello di autonomia per gestire transazioni economiche di base come la gestione del risparmio o la preparazione di un budget; (c) capacità di scrivere un documento complesso.</p>
<p>Competenze pratiche</p>	<p>31a) Abilità nell'identificare e risolvere problemi di natura tecnica e meccanica sul posto di lavoro o a casa 31b) Presenza di nuove tecnologie sul posto di lavoro o a casa 31c) Frequenza e durata di uso di nuove tecnologie sul posto di lavoro o a casa</p>

Sottodimensione Attitudini e interessi	
Elementi validi per la scienza in generale, le istituzioni scientifiche, le controversie in materia di S&T informazione scientifica e cultura in generale	32a) Partecipazione in attività scientifiche 32b) Numero di ore dedicate all'ascolto o alla visione di programmi scientifici alla radio o alla TV, e ad attività di intrattenimento scientifico (lettura, club scientifici etc.) 32c) Numero di ore dedicate alla lettura di quotidiani e riviste su scienza e tecnologia 32d) Livello di copertura dei temi scientifici sui media 32e) Livello di accettazione e innovazione in materia di S&T (es. OGM, clonazione etc.) 32f) Numero di visitatori a musei di scienza e tecnologia
Sottodimensione Visione del mondo	
Valori e credenze	33a) Valori (moralì, intellettuali e professionali) e credenze (religiose, spirituali, sulla famiglia)

Tabella 7 Impatto sulla dimensione sociale

Impatto sulla società Sottodimensione Individui	
Benessere e qualità della vita	34a) Miglioramento delle condizioni sociali degli individui 34b) Miglioramento delle condizioni economiche degli individui 34c) Reddito degli individui
Implicazioni sociali	35a) Coinvolgimento in associazioni che lavorano su questioni scientifiche
Pratiche	36a) Numero di individui che hanno modificato una o più abitudini o stili di vita (cibo, sessualità, attività)
Sottodimensione Organizzazione	
Discorsi, interventi, azioni	37a) Comparsa di nuovi discorsi su scienza e tecnologia 37b) Comparsa di nuovi stili di intervento o soluzione di problemi sociali

Tabella 8 Impatto sulla dimensione politica

Impatto sulla politica Sottodimensione Decisori	
Prontezza, interessi, attitudini	38a) Nuovi interessi o attitudini rispetto a problemi di pubblico interesse che coinvolgono scienza e tecnologia
Sottodimensione Azione pubblica	
Legislazione/ giurisprudenza/ etica	39a) Comparsa di nuova giurisprudenza
Politiche	40a) Nuova legislazione o nuove politiche 40b) Ampiezza della legislazione (numero di individui coinvolti, sanzioni)
Programmi/ regolazione/ norme	41a) Nuovi programmi, regolazioni, norme 41b) Ampiezza dei nuovi programmi, regolazioni, norme
Standard	42a) Uno o più nuovi standard
Sottodimensione Cittadini	
Implicazioni politiche	43a) Presentazione di documenti a commissioni pubbliche o a commissioni parlamentari sulla scienza e la tecnologia 43b) Partecipazione alle assemblee pubbliche o alle riunioni del consiglio comunale o regionale
Responsabilità civica (leggi, obblighi, responsabilità)	n.a.

Tabella 9 Impatto sulle organizzazioni

Impatto sulle organizzazioni	
Sottodimensione Pianificazione	
Obiettivi	44a) Nuovi orientamenti strategici, missioni o obiettivi
Organizzazione amministrativa	45a) Ristrutturazione organizzativa (cambiamento organizzativo) 45b) Numero di imprese coinvolte nella ristrutturazione
Sottodimensione Organizzazione del lavoro	
Compiti (distribuzione e qualità)	46a) Allocazione del personale (divisione dei compiti) 46b) Grado di specializzazione del lavoro
Automazione	47a) Acquisizione di tecniche di produzione avanzate
Elaborazione dati	48a) Architettura della rete di computer 48b) Numero di posizioni di lavoro legate ai computer nella organizzazione 48c) Valore degli acquisti di computer e di attrezzature collegate
Sottodimensione Amministrazione	
Management	49a) Livello di qualificazione e anni di esperienza del personale di management
Marketing Distribuzione Acquisti Contabilità	50a) Adozione di nuovi metodi

Sottodimensione Risorse umane	
Forza lavoro	51a) Numero di nuovi addetti alla ricerca e sviluppo
Qualificazione del personale	52a) Livello di qualificazione della forza lavoro (laurea) 52b) Discipline e specializzazioni disponibili 52c) Esperienza ed expertise dei dipendenti
Condizioni di lavoro	53) Implementazione di nuove norme o nuove attrezzature relative a salute e sicurezza 53b) Prospettive di lavoro 53c) Tasso di soddisfazione dei dipendenti circa le condizioni generali di lavoro offerte dalla organizzazione 53d) Ammontare investito in formazione 53e) Stipendi

Tabella 10 Impatto sulla salute

Impatto sulla salute	
Sottodimensione Salute pubblica	
Salute	54a) Durata della ospedalizzazione 54b) Disponibilità di diversi tipi di trattamento e di medicazione 54c) Tasso di soddisfazione degli utenti
Speranza di vita e fertilità	55a) Speranza di vita alla nascita e dopo i 65 anni di età 55b) Tasso di fertilità
Prevenzione e prevalenza delle malattie	56a) Nuovi programmi di prevenzione (consapevolezza e immunizzazione) 56b) Numero di individui beneficiari di Nuovi programmi di prevenzione (consapevolezza e immunizzazione) 56c) Tasso di occorrenza di malattie contagiose (STD, epatite etc☺) 56d) Tasso di occorrenza di malattie croniche (artrite, diabete etc.) 56e) Prevalenza di fumo, alcolismo e tossicodipendenza 56f) Prevalenza di cancro e malattie cardio-vascolari 56g) Prevalenza di altre malattie
Sottodimensione Sistema sanitario	
Spesa sanitaria	57a) Spesa sanitaria (in riferimento al PIL, alla spesa pubblica o per abitante)
Forza lavoro	58a) Formazione ed expertise del personale
Infrastrutture e apparecchiature medicali	59a) Apparecchiature medicali (diagnostiche, terapeutiche) 59b) Valore degli investimenti in infrastrutture e apparecchiature medicali 59c) Età media delle apparecchiature medicali
Prodotti (farmaci, trattamenti e diagnostica)	60a) Approvazioni di trattamenti 60b) Numero di nuovi protocolli medici

Tabella 11 Impatto sull'ambiente

Impatto sull'ambiente	
Sottodimensione Gestione dell'ambiente	
Risorse naturali	61a) Piano per la conservazione, la protezione ed il ripristino di specie e dell'ecosistema 61b) Piano per la bio-diversità 61c) Piano per lo sviluppo di risorse in un contesto di sviluppo sostenibile
Ambiente (inquinamento)	62a) Strumenti di sorveglianza per l'inquinamento e le sue cause 62b) Metodi di identificazione, riduzione o eliminazione di minacce relative a inquinanti 62c) Sviluppo di norme anti-inquinamento
Sottodimensione Impatto sull'ambiente (acqua, aria, suolo, foreste, fauna e flora, rifiuti)	
Clima e meteorologia	63a) Metodi di sorveglianza climatica e meteorologica 63b) Metodi di previsione climatica e meteorologica

Tabella 12 Impatto sulla dimensione simbolica

Impatto sul simbolismo	
Legittimazione/ credibilità/ visibilità	64a) Inviti a guidare o partecipare a forum di vario tipo 64b) Livello di conoscenza di X da parte di Y 64c) Livello di apprezzamento di X da parte di Y
Notorietà/ riconoscimento	65a) Premio, titolo, promozione o nomina 65b) Quota di mercato

Tabella 13 Impatto sulla formazione

Impatto sulla formazione	
Curricula	66a) Programmi di formazione
Strumenti pedagogici	67a) Manuali per l'insegnamento
Qualifiche	68a) Competenza acquisita
Inserimento in forza lavoro	69a) Durata del periodo tra la fine degli studi e l'inizio del lavoro
Carriera	70a) Percorso di carriera 70b) Stipendi
Uso della conoscenza Acquisita	71a) Uso della conoscenza sul lavoro e nella vita quotidiana

6. Aspetti metodologici della valutazione di impatto della ricerca industriale

La valutazione della ricerca si fonda sulla combinazione tra metodi quantitativi (bibliometria, scientometria) e *peer review* qualitativa. Essa ha acquisito nel tempo un notevole spessore metodologico e viene praticata a vari livelli istituzionali in tutti i paesi avanzati.

L'oggetto più comune di osservazione della valutazione è la *produzione* scientifica, misurata con indicatori riferiti a specifici prodotti (pubblicazioni scientifiche, brevetti, risultati industriali). Obiettivi fondamentali sono la valutazione di elementi della ricerca quali:

- quantità
- qualità e/o rilevanza
- produttività.

I criteri adottati hanno come riferimento concettuale la comunità scientifica o tecnologica, sono cioè criteri prevalentemente *interni*.

La valutazione dell'impatto della ricerca ha invece per oggetto le *ricadute* sui soggetti esterni, con particolare riferimento a:

- sistema economico (imprese, lavoratori)
- sistema politico e amministrativo (governo, pubblica amministrazione)
- società (cittadini, gruppi di pressione, associazioni, non profit).

Nonostante la valutazione di impatto sia, in linea di principio, parte integrante della valutazione *tout court*, l'esperienza mostra che è assai meno praticata e gode di uno statuto metodologico problematico. Solo recentemente si sono lanciati esperimenti su larga scala volti a costruire indicatori di impatto con valore statistico.

Rispetto al sistema toscano, la valutazione della ricerca è di fatto una innovazione istituzionale, che richiede un approccio sistematico e graduale.

In questa prospettiva la valutazione di impatto non potrà inizialmente essere basata su indicatori sviluppati a fini statistici e separatamente dagli attori della ricerca. Al contrario, sarà necessaria una fase di apprendimento istituzionale, da realizzare congiuntamente tra gli attori della ricerca e il governo regionale, allo scopo di giungere progressivamente alla

costruzione di un sistema di indicatori condiviso e motivante. La valutazione di impatto, in altre parole, è un processo sociale complesso, che coinvolge soggetti valutati, valutatori e stakeholders entro orizzonti medio-lunghi.

Se il sistema toscano riuscisse, a regime, a creare un insieme di procedure condivise, basate su modelli logici avanzati e internazionalmente riconosciuti, in grado di produrre indicatori con valore statistico, si posizionerebbe per ciò stesso sulla frontiera.

Suggerisco di partire da un modello esistente, eventualmente da modificare, recentemente proposto da uno degli enti statistici con maggiore esperienza a livello internazionale negli indicatori di scienza e tecnologia (S&T), Statistics Canada. Nel corso della Conferenze Blue Sky organizzata dall'OCSE (Ottawa, Settembre 2006), l'ufficio ha presentato il modello a cui si ispirano le indagini recenti finalizzate a valutare con nuovi indicatori l'impatto della ricerca.

Il modello illustrato in Figura 1 introduce, rispetto ai modelli comunemente adottati dagli uffici di statistica nazionali, sulla base delle metodologie OCSE, diverse novità interessanti:

- la esplicita considerazione dei legami (*linkage, interaction, flow*), cioè delle interazioni tra gli attori del sistema della ricerca e dell'innovazione, nonché dei meccanismi specifici attraverso i quali la conoscenza prodotta nel sistema di ricerca viene fatta circolare, e quindi assimilata e assorbita;
- la distinzione netta tra output della ricerca (prodotti immediati incorporati in oggetti osservabili: es. pubblicazioni, brevetti), outcome (risultati intermedi derivanti dalla ricerca: es. licenza di brevetti, creazione di imprese dalla ricerca) e impatto (effetti e ricadute a medio-lungo termine: es. aumento dell'occupazione qualificata).

La misurazione dell'impatto è soggetta ad una serie di problemi teorici e metodologici molto seri:

- non esistono metodologie consolidate o schemi condivisi;
- l'impatto è per sua natura multidimensionale;

- l'orizzonte temporale entro cui si manifestano le varie dimensioni di impatto è differenziato e incerto (quanto tempo si deve attendere prima di osservare l'impatto?);
- i nessi di causazione sono ambigui (come stabilire quali fattori hanno contribuito a ciascuna dimensione di impatto?);
- la separazione dei vari effetti causali può essere impossibile (supponiamo che vari fattori contribuiscano ciascuno a varie dimensioni di impatto: come tracciare all'indietro gli impatti verso le rispettive origini?);
- la misurazione è controversa (è possibile misurare gli impatti nello stesso modo delle attività?).

La presenza di questi problemi suggerisce l'opportunità di un approccio graduale, nel quale la costruzione di indicatori sia il risultato di un processo di chiarificazione concettuale e di condivisione tra attori della ricerca e valutatori.

Impone inoltre l'uso di una molteplicità di strumenti di indagine e di tecniche di analisi.

Nel seguito si inizia a impostare dal punto di vista metodologico il lavoro, suggerendo per ogni dimensione di impatto:

- una prima batteria di indicatori
- possibili strumenti di rilevazione
- il processo collettivo entro il quale svolgere la valutazione.

In prima approssimazione la distinzione tra outcome e impact sarà mantenuta mobile, anche in funzione della disponibilità dei dati.

Parte seconda

Una proposta operativa per la Regione Toscana

1. Introduzione

La parte seconda del Rapporto articola i temi svolti nella parte prima (teoria, concetti, sviluppi nella valutazione di impatto) con riferimento alla situazione della Regione Toscana nella valutazione della ricerca industriale.

Essa contiene essenzialmente una proposta di impianto istituzionale e una progettazione di massima delle soluzioni.

Non svolge in dettaglio il tema degli strumenti operativi (modello di valutazione, valutazione di impatto, indicatori etc.), che saranno eventualmente oggetto di collaborazioni future.

2. Disegno istituzionale

Il disegno che viene proposto si basa sui seguenti principi:

- (a) distinzione tra selezione dei progetti e valutazione
- (b) indipendenza e terzietà
- (c) valutazione controfattuale
- (d) valutazione di impatto
- (e) chiusura del ciclo di policy.

2.1 Distinzione tra selezione dei progetti e valutazione

Si tratta di un principio di sana gestione presente da tempo nei sistemi di ricerca e innovazione più evoluti.

Esso richiede che la selezione dei progetti di ricerca industriale sia svolta da persone diverse e da organi diversi rispetto alla valutazione ex ante, in itinere ed ex post.

Nel concreto si propone la creazione di due organi permanenti:

- A. Comitato tecnico scientifico (CTS)
- B. Comitato regionale per la valutazione delle politiche di ricerca e innovazione (CRV)

Le competenze del Comitato tecnico scientifico sono:

- contatti sistematici con la Amministrazione regionale (o con la sua Agenzia, se del caso) ai fini del controllo di ammissibilità dei progetti e della regolarità amministrativa;
- svolgimento di audizioni dei proponenti (se necessario)
- nomina di esperti esterni per la peer review (se necessario)
- delibera di ammissione al finanziamento dei progetti di ricerca e sviluppo precompetitivo
- monitoraggio dell'avanzamento del progetto sotto il profilo della spesa e della regolarità amministrativa.

Il CTS è incardinato presso la Regione, o preferibilmente presso la Agenzia regionale.

Ha durata triennale rinnovabile solo una volta.

È nominato dalla Giunta Regionale su proposta dell' Assessore allo Sviluppo Economico.

Il Comitato per la valutazione delle politiche di ricerca e innovazione ha le seguenti competenze:

- svolgimento di analisi quantitative e qualitative circa gli effetti delle politiche pubbliche per le imprese nel campo della ricerca e della innovazione, anche con lo svolgimento di indagini, visite, sopralluoghi, audit e altri metodi ritenuti idonei
- aggiornamento metodologico circa le procedure più avanzate di valutazione della ricerca e dell'impatto della ricerca
- studio e implementazione di un modello regionale di valutazione di impatto
- produzione di pareri e opinioni su richiesta della Regione Toscana
- pubblicazione di un Rapporto triennale sulle politiche della ricerca e della innovazione.

Il CVR è incardinato esclusivamente presso la Regione Toscana.

Ha durata triennale rinnovabile solo una volta.

È nominato dalla Giunta Regionale, su proposta congiunta dell'Assessore allo Sviluppo Economico e dell'Assessore alla Ricerca, previo parere favorevole del Consiglio Regionale.

2.2 Indipendenza e terzietà

Allo scopo di attribuire autorevolezza agli organi su indicati si suggeriscono le seguenti soluzioni.

A. Comitato tecnico scientifico

Si suggerisce una composizione orientata prevalentemente su figure professionali provenienti dal mondo delle imprese:

- dirigenti in pensione
- esperti di tecnologie industriali
- esperti di valutazione di progetti.

A queste figure potrebbero essere affiancati 1-2 accademici di area tecnologica.

Tutti questi soggetti dovrebbero risiedere ed essere affiliati a organizzazioni localizzate al di fuori della Toscana, salvo eccezioni motivate.

Il CTS potrebbe avere una composizione ristretta (es. 5 membri, tra cui scegliere il Presidente) ed un compenso annuale incentivante.

Per particolari esigenze il CTS dovrebbe avere a disposizione un budget per affidare valutazioni specialistiche a esperti individuali, identificati come segue:

- lista dei valutatori del Ministero della Università e Ricerca (D.Lgs 297) e del Ministero dello Sviluppo Economico (L. 46/82)
- lista esperti di valutazione della DG Ricerca (ove disponibile)
- lista di esperti derivante da una apposita chiamata su bando.

Un apposito Regolamento dovrebbe disciplinare le procedure interne, incluse le regole (cruciali) di definizione del conflitto di interessi e di trasparenza.

B. Comitato per la valutazione delle politiche di ricerca e innovazione

Si suggerisce una composizione orientata prevalentemente a figure di esperti provenienti dall'ambito scientifico-tecnologico e accademico, in particolare:

- esperti di area tecnologica e delle aree scientifiche maggiormente rilevanti per le politiche regionali (es. life science, IT)
- esperti di economia della innovazione e delle politiche pubbliche per la ricerca e l'innovazione
- esperti di area gestionale

- esperti di area umanistica (laddove si ritenga di orientare le politiche di incentivo alla ricerca industriale anche a settori terziari, di beni culturali, turismo, informatica per i beni culturali etc.).

Anche in questo caso si suggerisce una composizione ristretta, di 5 membri tra cui scegliere il Presidente.

I membri designati non sono residenti e non appartengono a organizzazioni localizzate in Toscana, senza eccezioni.

Il CVR può affidare all'esterno studi e ricerche per particolari esigenze conoscitive, su risorse messe a disposizione dall'Assessorato allo Sviluppo Economico e dall'Assessorato alla Ricerca. A tale scopo approva ogni anno un Piano annuale di ricerche valutative. Le ricerche sono assegnate all'esterno con procedure ad evidenza pubblica.

2.3 Valutazione controfattuale

Una buona valutazione ex ante, in itinere ed ex post è una condizione di successo delle politiche. Si veda il Rapporto del Consiglio Italiano delle Scienze Sociali (*La valutazione della ricerca*, a cura di A.Zuliani, Marsilio 2006) per lo stato dell'arte sul tema.

Tuttavia una prassi corrente in Italia identifica la valutazione con la semplice registrazione in forma ordinate delle attività svolte.

Raccontare come sono stati spesi i soldi e dare un giudizio qualitativo e impressionistico dell'attuazione delle politiche costituisce il massimo livello di aspirazione in molti contesti delle politiche pubbliche.

L'esperienza internazionale di messa a regime di sistemi organizzati di valutazione mostra invece che una buona valutazione ha sempre una struttura logica *controfattuale*: cosa sarebbe successo se le politiche non fossero state poste in essere, e quindi le risorse fossero state assegnate a scopi alternativi? È possibile confrontare "cosa è successo" con "quello che sarebbe potuto succedere" senza le politiche?

Naturalmente ragionare in questa forma è assai più difficile, perché il controfattuale non esiste nella realtà ma va costruito.

Per fortuna negli ultimi anni sono state sviluppate tecniche molto sofisticate per "costruire il controfattuale", ovvero per identificare criteri statistici con i quali definire opportuni

campioni di controllo. Queste tecniche iniziano ad essere usate anche in Italia (es. sulla L. 488, sul D Lgs 297, sui finanziamenti alle start up ad alta tecnologia) ma in forma ancora ridotta e prevalentemente in ambito accademico.² Si tratta di farle diventare una prassi amministrativa corrente.

Ciò richieda la ricerca sistematica di dati quantitativi a conforto delle valutazioni espresse.

A questo scopo è essenziale:

(a) disegnare la modulistica dei bandi con lo scopo di raccogliere ex ante le informazioni sulla base delle quali sia possibile costruire il campione di controllo (tipicamente: dimensione secondo vari parametri come addetti, fatturato, totale attivo; settore industriale a 4 cifre; localizzazione; spesa in R&S secondo la definizione ISTAT) e un gruppo ristretto di variabili di performance (es. valore aggiunto, fatturato, investimenti, personale di R&S, nuovi prodotti, brevetti);

(b) porre come condizione per la erogazione dei finanziamenti l'aggiornamento delle variabili per tutti gli anni della erogazione;

(c) misurare le variabili di performance sopra definite per tutti gli anni di progetto e per almeno 3 anni successivi.

Sulla base dell'archivio delle informazioni sarà possibile costruire uno o più campioni di controllo, secondo le metodologie di *matching pairs* e di calcolo del *propensity score*.

Il CVR ricercherà opportune collaborazioni con istituti di ricerca attivi nel campo della valutazione controfattuale.

2.4 Valutazione di impatto

Alcuni paesi e regioni, sia in Europa che all'estero (es. Canada) hanno iniziato da alcuni anni a verificare non solo la qualità della ricerca e l'effetto sulla performance delle imprese, ma anche l'impatto più ampio sulla economia e sulla società. La prima parte di questo Rapporto contiene alcuni capitoli che riportano esperienze in corso.

² Si veda ad esempio sul D Lgs 297 M.Merito, A.Bonaccorsi, S.Giannangeli (2008) The impact of public incentives to industrial research on the performance of firms. Evidence from Italy, *International Journal of Technology Transfer*, April. Una versione in italiano è in corso di pubblicazione presso Il Mulino, a cura di F.Lotti.

La proposta è che la Regione Toscana sviluppi un proprio originale Modello di valutazione di impatto della ricerca, affidando uno studio di fattibilità ad un istituto di ricerca o università.

Tale modello deve definire:

- il rapporto tra obiettivi delle politiche regionali, come desunti dai documenti di programmazione, dagli atti amministrativi e dai bandi, e indicatori di impatto
- il contesto regionale di riferimento
- le dimensioni di impatto (si veda la Prima parte del presente Rapporto)
- gli indicatori
- le fonti statistiche e non statistiche
- le variabili
- i pesi da assegnare a variabili e indicatori rispetto alla valutazione sintetica
- il nesso tra indicatori quantitativi e indicatori qualitativi.

Lo studio dovrebbe anche contenere una prima applicazione, con riferimento ad uno o più bandi di finanziamento della ricerca industriale svolti nel periodo 2000-2006.

L'adozione di un modello di impatto porrebbe la Regione Toscana all'avanguardia a livello nazionale, e tra le prime regioni anche a livello europeo.

Non vanno trascurate inoltre le implicazioni politiche, in quanto la dimostrazione dell'impatto complessivo della spesa in ricerca contribuisce al consenso intorno a valori socio-culturali ed etici, come la crescita della democrazia, il ruolo della ricerca nel favorire la partecipazione, l'impatto ambientale, la formazione delle nuove generazioni.

2.5 Chiusura del ciclo di policy

La valutazione costituisce un elemento essenziale del ciclo di policy, ma sovente essa non ha un impatto riconoscibile.

Le valutazioni rese obbligatorie dalle procedure (es. Fondi Strutturali, FAS) sono svolte inoltre con modalità prevalentemente descrittive, che non abilitano l'apprendimento delle politiche.

Si tratta di affermare l'idea che le politiche della ricerca e della innovazione sono soggette continuamente ad apprendimento, a verifiche circa l'effettiva implementazione e esecuzione. Si tratta di politiche estremamente complesse, soggette a eterogenesi dei fini, a comportamenti strategici degli attori coinvolti, a severe asimmetrie informative. Occorre che l'apprendimento sia innanzitutto un orientamento dei policy makers.

Nessuna politica è "proprietà" di qualcuno, né a livello politico né a livello amministrativo. L'apprendimento continuo obbliga a mettere sempre in discussione, con l'obiettivo di migliorare dalla esperienza.

Non si tratta quindi di giudicare gli operatori (politici o amministrativi) delle politiche, ma di abilitarli ad un continuo adattamento ai contesti.

Occorre quindi progettare con cura le sedi, le procedure formali e i documenti con i quali si fa tesoro dell'insieme delle valutazioni (studi puntuali, ricerche) e del Rapporto triennale del CVR, al fine di migliorare le politiche.

3. Procedure

Il disegno istituzionale sopra esposto richiede la messa in cantiere di alcune procedure, che richiederanno un tempo di preparazione.

3.1. Regolamenti

Si tratta di scrivere due brevi Regolamenti del CTS e del CVR, emendabili sulla base di una esperienza iniziale, da adottare con provvedimento del Direttore Generale dell'Assessorato allo Sviluppo Economico, di concerto con il pari grado dell'Assessorato alla Ricerca nel caso del CVR.

I Regolamenti disciplinano le procedure di selezione (nel caso del CTS) e di valutazione (CVR).

3.2 Creazione degli organi

La creazione del CTS e del CVR può avvenire con provvedimento di Giunta.

La istruttoria tecnica richiede lo studio del contesto giuridico degli organi consultivi della Regione nel quadro dell'autonomia di governo e delle procedure interne.

3.3 Nomina degli organi

Si tratta di aprire una istruttoria per la stesura di liste di potenziali candidati, all'interno dei quali scegliere i componenti dei due organi.

3.4 Bandi per studi e ricerche

Sarebbe utile costruire in anticipo il quadro giuridico all'interno del quale il CVR può assegnare specifici studi di valutazione, come pure lo studio di fattibilità sul modello di impatto.

BIBLIOGRAFIA

A. RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO ECONOMICO

- ABADIE, A. e IMBENS, G. W. (2002). Simple and bias-corrected matching estimators. *Mimeo*, Department of Economics, UC Berkeley.
- ABADIE, A., DRUKKER, D., HERR LEBER J. e IMBENS, G. W. (2001). Implementing matching estimators for average treatment effects in *Stata*. *The Stata Journal*, 1, 1-18.
- ACS, Z.J. e AUDRETSCH, D.B. (1988). Innovation in large and small firms: an empirical analysis. *American Economic Review*, 78, 678–690.
- AGHION, P. e HOWITT, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60, 323-351.
- ALMUS, M. e CZARNITZKI, D. (2003). The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany. *Journal of Business & Economic Statistics*, 21, 226-236.
- ARROW K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. in R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton: Princeton University Press.
- ARUNDEL, A. e KABLA, I. (1998). What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms. *Research Policy*, 27, .127–141.
- BLANES, J. V. e BUSOM, I. (2004). Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 33, 1459-1476.
- BOTTAZZI, G., CEFIS, E., DOSI, G., e SECCHI, A. (2006). Invariances and diversities in the evolution of Italian manufacturing industry. *Small Business Economics*, forthcoming.
- BRANSTETTER, L. G. e SAKAKIBARA, M. (2002). When do research consortia work well and why? Evidence from Japanese panel data. *American Economic Review*, 92, 143-159.
- BUSOM, I. (2000). An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Economics of Innovation and New Technology*, 9, 111–148.
- CARLSSON B., JACOBSSON, S., HOLMEN, M. e RICKNE, A. (2002). Innovation systems : Analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31, pp. 233-245.
- CARPENTER, R.E. e PETERSEN, B.C. (2002). Is the growth of small firms constrained by internal finance? *The Review of Economics and Statistics*, 84, 298-309.
- CHENNELS, L. e VAN REENEN, J. (2002). Technical change and earnings in British establishments. *Economica*, 64, 587-604.
- COHEN, W.M., e KLEPPER, S. (1996). A reprise of size and R&D. *Economic Journal*. 106, 925–951
- COLOMBO, M. e GRILLI, L. (2006). Supporting high-tech start-ups: lessons from Italian technology policy. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2, 189-209.
- COOLEY, T. e QUADRINI, V. (2001). Financial markets and firm dynamics. *American Economic Review*, 91, 1286-1310.

- COOPER, R.G. e KLEINSCHMIDT, E.J. (1994). Determinants of timeliness in product development. *Journal of Product Innovation Management*, 11, 381–396.
- CREPON, B., DUGUET, E. e MAIRESSE, J. (1998). Research, innovation and productivity : an econometric analysis at the firm level, NBER Working Paper 6696.
- DAVID, P. A., HALL, B. H., e TOOLE, A. A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research Policy*, 29, 497-529.
- DEL MONTE, A. e SCALERA, D. (2001). The life duration of small firms born within a start-up programme: evidence from Italy. *Regional Studies*, 35, 13-24.
- EDQUIST, C. (a cura di) (1997). Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations. London: Pinter.
- EUROPEAN COMMISSION (2004). Innovation Policy in Europe 2004. DG Enterprise and Industry, Bruxelles.
- FAGERBERG, J., GUERRIERI, P. e VESPAGEN, B. (a cura di) (1999). The economic challenge for Europe. Cheltenham: Edward Elgar, 1999.
- FREEMAN, C. (1987). Technology policy and economic performance. Lessons from Japan. London: Pinter.
- GARCIA-QUEVEDO, J. (2004). Do public subsidies complement business R&D? A meta-analysis of the econometric evidence, *KYKLOS*, 57, 87-102.
- GOOLSBEE, A. (1998). Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers? *American Economic Review*, 88, 298-302.
- GÖRG, H. e STOBL, E. (2006). The Effect of R&D Subsidies on Private R&D. *Economica*, forthcoming.
- HALL, B. (2002). The financing of research and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 35–51.
- ____ e VAN REENEN, J. (2000). How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. *Research Policy*, 29, 449–469.
- HUJER, R. e RADIC, D. (2005). Evaluating the impacts of subsidies on innovation activities in Germany. *Scottish Journal of Political Economy*, 52, 565-586.
- HUSSINGER, K. (2003). Crowding out or stimulus? The effect of public R&D subsidies on firms' R&D expenditure. *Mimeo*, ZEW.
- HYTTINEN, A. e TOIVANEN, O. (2005). Do financial constraints hold back innovation and growth? Evidence on the role of public policy. *Research Policy*, 34, 1385-1403.
- IRWIN, D.A. e KLENOW, P. J. (1996). High-tech R&D subsidies: estimating the effects of Sematech. *Journal of International Economics*, 40, 323-344.
- JAFFE, A. B. (2002). Building program evaluation into the design of public research support program. *Oxford Review of Economic Policy*, 29, 471-495.
- LACH, S. (2002). Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel. *The Journal of Industrial Economics*, L(4), 369-390.
- LERNER, J. (1999). The government as venture capitalist: the long-run impact of the SBIR program. *Journal of Business*, 72, 285-318.

- LICHTENBERG, F. (1984). The relationship between federal contract R&D and company R&D. *American Economic Review*, 74(2), 73-78.
- NELSON, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.
- ____ (1990). Capitalism as an engine of progress. *Research Policy*, 19, 193-214.
- PIVA, M., SANTARELLI, E. e VIVARELLI, M. (2005). The skill bias effect of technological and organisational change: Evidence and policy implications. *Research Policy*, 34, 141-157.
- POWELL, J. e MORIS F. (2004). Different timelines for different technologies. *Journal of Technology Transfer*, 29, 125–152.
- ROMER P.M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 5, S71-S102.
- ROSENBAUM, R. R. e RUBIN, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70,1-55.
- SANTARELLI, E. e VIVARELLI, M. (2002). Is subsidizing entry an optimal policy? *Industrial and Corporate Change*, 11, 39-52.
- UTTERBACK, J.M. (1994). Mastering the dynamics of innovation: how companies can seize opportunities in the face of technological change. Boston: Harvard Business School.
- WALLSTEN, S. J. (2000). The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of Small Business Innovation Research program. *RAND Journal of Economics*, 31 (1), 82-100.

B. VALUTAZIONE DELLA RICERCA

- Airaghi A. et al, 1999, Options and limits for assessing the socio-economic impact of European RTD programmes, Report to the European Commission DG XII Evaluation Unit.
- Boekholt P. et al.,2001, An international review of methods to measure relative effectiveness of technology policy instruments, Min. EZ , The Hague.
- CIVR, 2003, *Relazione annuale 2000-2001*.
- CIVR, 2003, *Linee guida per la valutazione della ricerca*.
- CNVSU, 2001, *Modalità di ripartizione degli incentivi della ricerca*
- CRUI, 2002a, La valutazione della ricerca in Italia: repertorio delle fonti web.
- CRUI, 2002b, *La ricerca scientifica nelle università italiane. Una prima analisi delle citazioni della banca dati ISI*
- <http://www.repubblica.it/speciale/2002/censis/metodologia.html> *Evaluating Federal Research Programs*, National Academy Press 1999.
- Georghiou L., 1998, Issues in the evaluation of innovation and technology policy, in *Evaluation*, vol.4
- Grupp H. (ed.), 1992, *Dynamics of science based innovation*, Springer
- Kodama F., 1995, *Emerging patterns of Innovation. Source of Japan's Technological Edge*, Boston (Harvard Business School Press).
- IPTS-Joanneum Research, 2002, *EPUB RTD Evaluation Toolbox*.

- Kuhlmann S. et al., 1999, Improving distributing intelligence in complex innovation systems, http://www.isi.fhg.de/abtIlg/ti/pb_html/final.pdf.
- Kuhlmann S., 2001, Management of Innovation System: the role of distributed intelligence, Alpeleoon/Antwerpen (Maklu ed.).
- Kuhlmann S., 2003, Evaluation of research and innovation policies: a discussion of trends with examples from Germany, *Int. J. Technology Management*, vol.26 N.2/3/4
- MAP, 2002, Relazione sugli interventi di sostegno alle attività economiche e produttive – Indagine sugli incentivi alla ricerca e sviluppo, Giugno 2002.
- MIUR, 2002, Relazione finale della Commissione della Valutazione dei programmi di ricerca per l'Università (PRIN-COFIN), Anno 2002.
- MIUR, 2002, Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del governo.
- OECD (ed), 1997, Policy Evaluation in Innovation and Technology Towards Best Practices, RAE 2001: <http://www.hero.ac.uk/rae>.
- Savini L. e Silvani A., 1997, La valutazione della ricerca come strumento di politica scientifica: un'analisi comparata della realtà europea ed alcuni commenti e suggerimenti sul caso italiano, in *Rassegna Italiana di Valutazione*.
- Silvani A., 2000, La valutazione della ricerca in Italia: scienza, burocrazia, arte o mestiere?, in: *Valutazione 2000-Esperienze e riflessioni*, a cura di M. Palumbo, Franco Angeli, Milano 2000.
- Silvani A. e Sirilli G., 1995, R&D Evaluation in Italy: a science and technology policy view, in *Research Evaluation* n.5.
- Sirilli G., 2003, La valutazione della ricerca: metodologie ed esperienze, Convegno di Torino 01/03/2003.
- Etzkowitz, H, Laydesdorff, L., 2000. The dynamics of innovation: from national system and "Mode 2" to a triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 25, 109-123
- OECD, 1992, *Reviews of national science and technology policy-Italy*, Paris
- Chiri S., Pellegrini G., Sappino C., 1998, L'attuazione dell'intervento per lo sviluppo degli investimenti nelle aree depresse, *Rassegna Economica*, Banco di Napoli, anno LXII, n. 1.