

**UNO STRUMENTO DI POLITICA PER L'INNOVAZIONE:
LA PROSPEZIONE TECNOLOGICA**

[AN INSTRUMENT OF INNOVATION POLICY:
THE TECHNOLOGY FORESIGHT]

Secondo Rolfo

Settembre 1996

Abstract

Questo paper costituisce un'analisi delle iniziative di prospezione tecnologica realizzate recentemente nei maggiori paesi europei. Dopo l'abbandono delle tecniche di previsione e le prime iniziative sperimentali in Giappone e Stati Uniti, la prospezione tecnologica è stata avviata anche in Europa. Tuttavia solo con gli anni '90 tali iniziative sotto la spinta di una politica pubblica più rigorosa, hanno acquisito un ruolo importante come strumento di selezione per le politiche per l'innovazione e quindi anche le metodologie si sono affinate.

[This paper represents a survey of the recent initiatives of technology foresight in Europe. After the decline of forecasting techniques and the first experiments in Japan and the United States, technology foresight has been adopted in several European countries. However only in the 90's, under the pressure of more rigorous public policies, these initiatives started to play a fundamental role as an instrument of selection for the innovation policies; as a consequence their methodologies are becoming more sophisticated.]

JEL CLASSIFICATION: O38

Indice

1. Tecnologie avanzate, tecnologie innovative, tecnologie critiche: oltre le definizioni
 2. Gli inizi della prospezione tecnologica
 3. Le iniziative recenti di prospezione tecnologica in Europa
 - Germania
 - Francia
 - Gran Bretagna
 4. I problemi relativi alla prospezione tecnologica
- Appendice
- Riferimenti bibliografici

1. Tecnologie avanzate, tecnologie innovative, tecnologie critiche: oltre le definizioni

La definizione delle tecnologie più innovative a partire dalla fine degli anni '80 è diventato uno dei problemi centrali delle politiche pubbliche di sostegno all'innovazione e delle strategie delle imprese operanti nei settori più direttamente interessati da processi innovativi di origine scientifica.

Questo cambiamento nasce sostanzialmente dall'evoluzione stessa delle attività di innovazione che nel corso degli anni sono state soggette ad una crescente dipendenza dalla ricerca scientifica. Questo ha provocato da un lato il proliferare di nuove discipline e dall'altro una crescente complessità in molti settori che hanno assunto caratteri marcatamente interdisciplinari¹. A questo si aggiunga un forte processo di interconnessione internazionale delle attività di ricerca reso possibile sia dalle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, sia dai cambiamenti intervenuti nei sistemi economici, sociali e politici e nelle stesse imprese². Rispetto a questo cambiamento di condizioni i governi e i responsabili nazionali della ricerca pubblica, da un lato, ed i dirigenti delle imprese e dei laboratori di ricerca privata, dall'altro, si sono trovati costretti ad affrontare il problema della impossibilità di finanziare tutte le potenziali iniziative di ricerca e quindi di dover operare delle scelte. Questo problema si è

¹ Rottura dei confini interni secondo l'interpretazione di Martin e Irvin (1989).

² Un esempio di questa evoluzione è la creazione di reti di laboratori di ricerca aziendali distribuiti in vari paesi con varie soluzioni organizzative e manageriali; v. Chiesa (1994).

aggravato negli anni con le spinte verso la riduzione dei bilanci pubblici, ormai presenti in tutti i paesi occidentali, e con la crescente necessità per i ricercatori di molti paesi e di molte imprese di dimostrare il c.d. *value-for-money*, cioè di provare la redditività dell'investimento finanziario realizzato dalla collettività (o dall'impresa) nel sostenere finanziariamente i singoli progetti.

Una prima conseguenza di questa evoluzione è che nella terminologia corrente si è cominciato a sostituire al termine di tecnologie avanzate o tecnologie innovative quello di tecnologie critiche. Si è cioè passati da una terminologia sostanzialmente generica e quindi poco soddisfacente ad una più oggettiva in quanto legata ad un concetto di criticità di volta in volta definibile in relazione ad esempio all'economia di un paese, alla sicurezza nazionale, ad un settore industriale o all'attività di un'impresa.

In realtà il concetto di tecnologie critiche è nato negli Stati Uniti in ambito militare nella prima metà degli anni '80 in relazione alla necessità di assicurare il controllo delle esportazioni. Infatti poiché le tradizionali liste di prodotti da sottoporre al controllo presentavano ormai una serie evidente di inconvenienti, una legge del 1979 spostò l'attenzione dai prodotti alle tecnologie e il controllo dal *Department of Commerce* a quello della Difesa. Una lista non classificata di tecnologie critiche militari fu pubblicata tuttavia solo nel 1984 e una definizione puntuale fu offerta da una legge del 1989 che ha definito come critiche "le tecnologie la cui messa a punto è necessaria per assicurare nel tempo la

superiorità qualitativa dei sistemi d'arma degli Stati Uniti"³. L'anno successivo, la pubblicazione della lista, prevista con cadenza annuale dalla stessa legge, fornì l'occasione per un ampliamento dei criteri da usare con l'esplicito riferimento alle tecnologie in grado di rafforzare la base industriale. In tal modo si apriva la strada per un allargamento dell'uso del concetto di tecnologie critiche all'interno delle politiche industriali e tecnologiche.

Il caso americano, nonostante le critiche di Branscomb (1994), è tuttavia interessante perché rileva come il concetto di criticità possa essere soggetto a forti mutamenti e come sia necessario definire con grande rigore i criteri da utilizzare per individuare le tecnologie critiche.

Il successo di questa nuova terminologia ha portato in questi anni ad una certa proliferazione di liste di tecnologie critiche realizzate da organismi e gruppi molto diversi utilizzando una grande varietà di metodologie. Questo ha consentito però di migliorare enormemente le tecniche di rilevazione e analisi per cui le liste di tecnologie critiche oggi non sono quasi più il risultato del lavoro di piccoli gruppi di studiosi ed esperti, ma sono al contrario uno dei risultati possibili di più importanti e complessi esercizi di prospezione tecnologica⁴.

³ Si tratta della legge che autorizzava i fondi alla Difesa per il 1990 (Public Law 100-456) citata da Branscomb (1994). La stessa legge prevedeva anche la creazione di un organismo apposito, il Critical Technologies Institute, che dopo varie traversie fu creato nel 1992 presso la National Science Foundation, ma con fondi del Department of Defense.

⁴ In inglese *technology foresight* e in francese *prospective technologique*.

2. Gli inizi della prospezione tecnologica

La prospezione tecnologica si è affermata negli anni '80 dopo l'abbandono delle tecniche di previsione tecnologica fino ad allora usate, ma soprattutto sull'onda dell'esperienza giapponese. Infatti l'Agenzia nipponica per la scienza e la tecnologia (STA) ha realizzato la sua prima indagine prospettica nel 1970 e da allora ogni 5 anni lancia una nuova iniziativa basata sul metodo Delphi. Inoltre altre istituzioni pubbliche, fra cui il Ministero dell'industria e del commercio (MITI) realizzano indagini settoriali ricorrendo anche ad altre metodologie⁵.

Negli Stati Uniti accanto ai primi esercizi di prospezione tecnologica realizzati dal *Department of Defence* (DoD) negli anni '80 in relazione alle iniziative cui si è accennato, sono da ricordare altri progetti lanciati dal *Departement of Commerce* (1990), dal *Council on Competitiveness* (1991) e dall'*Office of Science and Technology Policy*, ma anche da alcuni enti industriali operanti nell'elettronica e nell'aerospaziale⁶ a dimostrare la possibilità di utilizzare un ampio ventaglio di metodologie con obiettivi più limitati.

In Europa solo la Francia ha iniziato nella prima metà degli anni '80 ad occuparsi di questi temi con alcune iniziative di una certo peso⁷ i cui risultati sono stati utilizzati per individuare i temi prioritari sia all'interno di istituzioni pubbliche di ricerca come il Cnrs, sia nell'ambito dei programmi nazionali di

⁵ Il Giappone è sicuramente il paese nel quale gli aspetti metodologici della prospezione tecnologica sono stati maggiormente approfonditi: v. Cuhls e Kuwahara (1994).

⁶ Si tratta della Aerospace Industries Association (1987) e di un consorzio di imprese riunite attorno al Computer Systems Policy Project (1990).

ricerca. Nella seconda metà del decennio scorso tuttavia l'interesse francese per la prospezione tecnologica è diminuito o almeno non si è più concretizzato in iniziative di ampio respiro restando confinato ad analisi più limitate condotte da *panel* di esperti.

In Gran Bretagna, nella seconda metà degli anni '80, sono stati realizzati vari studi a carattere sperimentale (Martin, 1993). In particolare il *Department of Trade and Industry* (DTI) ha sviluppato nel 1987 un modello a matrice che è stato seguito anche dal *Science and Technology Assessment Office*, mentre l'*Advisory Council on Science and Technology*⁸ ha privilegiato un approccio per settori (ACOST 1994). Nessuno di questi tentativi (e degli altri compiuti da vari ministeri ed enti) è tuttavia arrivato a concretizzarsi in analisi su scala generale e nazionale, mentre sul piano metodologico sono state evidenziate numerose carenze che, di fatto, hanno bloccato per alcuni anni ogni iniziativa in proposito.

Negli altri paesi europei l'interesse per la prospezione è arrivato più tardi, quando molti governi si resero conto che le loro politiche scientifiche e tecnologiche non potevano essere vincolate dalle scelte americane o giapponesi. Di conseguenza, oltre alla Germania, anche piccoli paesi come l'Olanda, la Svezia e la Norvegia hanno intrapreso negli ultimi anni varie iniziative pur con approcci e metodi diversi.

⁷ Un'analisi dettagliata di queste iniziative è contenuta in Martin e Irvin (1989).

⁸ Nel 1988 fu costituito al suo interno un *Committee on Emerging Technologies* trasformato nel 1992 in *Working Group on Emerging and Generic Technologies* che ha analizzato le prospettive tecnologiche relative a biotecnologie, catalisi, telecomunicazioni.

Purtroppo, in Europa, l'Italia resta l'unico grande paese che non ha alcuna esperienza pubblica rilevante in questo campo. Infatti l'unica iniziativa importante è stata attivata nel 1995 dall'AIRI attraverso la costituzione di commissioni di esperti tra i propri associati che ha portato alla identificazione di 94 tecnologie prioritarie per l'industria italiana, appartenenti a 10 settori (v. fig. A.6).

3. Le iniziative recenti di prospezione tecnologica in Europa

La crescita del Giappone non solo come grande concorrente industriale e commerciale, ma anche come sistema nazionale di innovazione, ha indotto molti in occidente a studiare con attenzione le scelte compiute dalle autorità nipponiche e a tentare di replicarle in Europa. Nel campo della prospezione tecnologica l'esperienza accumulata dalla STA con le sue inchieste a cadenza quinquennale ha indotto tedeschi e francesi a cercare di realizzare iniziative analoghe sempre con il metodo Delphi, anche se non sono mancati studi condotti con metodologie diverse. La stessa Commissione Europea, sensibile al problema, si è mossa con la creazione dell'*Institute for Prospective Technological Studies* il cui obiettivo primario è la costituzione di una rete (*European Science and Technology Observatory*) insieme a 50 istituzioni scientifiche europee per il supporto alle scelte europee di politica scientifica e tecnologica (IPTS 1996).

Germania

In Germania il Ministero per la Ricerca e la Tecnologia (BMFT) ha iniziato ad occuparsi di questi temi nel 1992 con la creazione di una commissione che attraverso i classici *panel* di esperti è arrivata a delineare 14 settori prioritari di ricerca. Successivamente lo stesso Ministero ha incaricato un istituto della *Fraunhofer Gesellschaft*, l'ISI di Karlsruhe, di realizzare uno studio più complesso (Grupp, 1995) che è arrivato ad individuare 86 tecnologie con una forte utilità economica e sociale (v. fig. A.3). Questo studio condotto con la partecipazione dei direttori dei maggiori programmi di ricerca ha utilizzato la tecnica dell'albero di pertinenza per consentire di valutare in particolare le interdipendenze fra le varie tecnologie e la loro evoluzione temporale.

Infine lo stesso ISI ha realizzato con la collaborazione dell'Istituto giapponese di politica scientifica e tecnologica (Nistep) un'indagine Delphi utilizzando gli stessi 1.150 temi (raggruppati in 16 aree) proposti in Giappone in occasione della quinta indagine⁹. Pur essendo il campione di esperti numericamente uguale (circa 3.000) il tasso di partecipazione in Germania è stato inferiore (30%) a quello riscontrato in Giappone anche se si è registrata una larga convergenza su molti temi e sull'orizzonte temporale previsto per la realizzazione degli obiettivi specifici. Per contro notevoli differenze sono emerse nell'importanza attribuita alle singole tecnologie e agli ostacoli esistenti. In questi

⁹ Un confronto dettagliato per singola tecnologia fra le due indagini è contenuto in Cuhls e Kuwahara (1994).

casi sono evidenti le influenze esercitate dai singoli sistemi nazionali di innovazione sia nell'orientare le risposte verso le tecnologie maggiormente rappresentate a livello paese, sia nella stessa copertura di alcuni temi di ricerca¹⁰.

I risultati di questa attività hanno innescato in Germania un grande interesse per gli studi di prospezione tecnologica tanto da provocare da un lato un ampio processo di discussione dei risultati finora ottenuti e di verifica della loro applicabilità a livello locale (*Laender*) o settoriale e dall'altro il lancio di piccoli studi autonomi di taglio settoriale o aziendale e di una nuova indagine Delphi. Questa chiamata comunemente mini-Delphi per il minor numero di temi esaminati è stata condotta in comune dall'ISI e dal NISTEP giapponese nei due paesi tra il 1994 e l'inizio del '95.

Rispetto alle altre indagini Delphi, quest'ultima iniziativa presenta alcuni vantaggi derivanti dalla riduzione delle distorsioni nazionali, ma soprattutto alcune novità molto importanti: l'analisi è stata approfondita in termini di valutazione dell'impatto sulla società e sull'economia; è stato richiesto agli esperti di aggiungere altri temi, il che ha consentito di ampliare il campo di indagine e di tener conto delle osservazioni della comunità scientifica; proprio queste osservazioni sono state sollecitate in maniera estesa in modo da poter cogliere quegli aspetti qualitativi ed operativi che possono sfuggire all'interno di un questionario strutturato (Kuwahara, 1996).

Fig. 1 - Parametri della mini-indagine Delphi in Germania e Giappone

¹⁰ Per la Germania ad esempio è stato fatto notare (Grupp, 1996) il numero esiguo di esperti nelle biotecnologie che ha lasciato scoperte alcune tematiche.

Esperienza personale

Importanza attribuita

Per il progresso della scienza e della tecnologia

Per l'economia

Per l'ambiente

Per i paesi in via di sviluppo

Per la società

Data di realizzazione prevista

Valutazione delle condizioni necessarie alla realizzazione

Possibilità di risolvere i problemi scientifici e ampliare
la domanda del mercato futuro

Competitività dei prezzi sul mercato futuro

Valutazione del contesto

Partecipazione degli ambienti d'affari

Ampiezza delle regolamentazioni pubbliche

Sostegno pubblico

Cooperazione internazionale

Comprensione della tecnologia da parte del pubblico

Infrastrutture di R&S

Disponibilità e livello del personale formato

Condizioni preliminari dell'innovazione (capitale-rischio, ecc.)

Livello della R&S nazionale

Fonte: Kuwahara (1996).

Francia

I buoni risultati ottenuti in Germania utilizzando il metodo Delphi ed il questionario giapponese, hanno indotto il Ministero della Ricerca a ripetere nel 1994 questa iniziativa anche in Francia. Gestita direttamente dalla *Direction Générale de la Recherche et de la Technologie*¹¹, l'indagine ha interrogato 3.400 esperti francesi che hanno collaborato positivamente con un tasso di risposta del

38 % al primo questionario e del 33 % al secondo (Quévreur, 1996). I temi trattati erano gli stessi del questionario tedesco, così come le domande, con la sola aggiunta di una domanda sul posizionamento della Francia rispetto ai concorrenti e con l'eliminazione della parte riguardante il sistema socio-culturale. Nonostante il carattere sperimentale di questa indagine, essa ha avuto un buon successo ed i risultati ottenuti hanno consentito sia di mettere in luce le differenze e le convergenze di opinione degli esperti francesi rispetto a quelli tedeschi e giapponesi¹², sia soprattutto di poter trarre indicazioni valide in termini di politica scientifica e tecnologica quali ad esempio i temi di scarso interesse e per contro i legami interdisciplinari che possono portare a nuovi raggruppamenti di tecnologie.

¹¹ Un forte ruolo di consulenza è stato tuttavia giocato dal Beta di Strasburgo, unità di ricerca universitaria da tempo impegnata sia nella valutazione della ricerca, sia nella prospezione tecnologica.

¹² Un esempio di queste differenze è riportato dalla "Lettre Enseignement Supérieur et Recherche", n. 118, aprile 1995.

Fig. 2 - Censimento degli esperti per disciplina in Francia

	<i>Disciplina</i>	<i>Numero iniziale</i>	<i>Risposte fase 1</i>	<i>Risposte fase 2</i>
1	Tecnologie di processo - Materiali	686	191	163
2	Elettronica e Tecnologie dell'informazione	395	124	115
3	Scienze della vita	439	163	143
4	Particelle elementari	89	30	27
5	Scienze del mare e geo-scienze	158	74	65
6	Materie prime e acqua	70	25	21
7	Energie	158	62	53
8	Scienze e tecnologie dell'ambiente	264	114	103
9	Agricoltura, silvicoltura, pesca	124	71	65
10	Attività produttive	206	76	60
11	Urbanesimo, architettura, costruzione	60	18	17
12	Tecnologie della comunicazione	133	40	33
13	Spazio	104	39	30
14	Trasporti	202	67	60
15	Medicina	300	179	167
TOTALE		3388	1273	1122
TASSO DI RITORNO			38%	33%

Fonte: Quévreur (1996).

Accanto a questa indagine Delphi, in Francia sono attualmente usate le tecniche basate su *panel* di esperti, come è accaduto recentemente per lo studio promosso dal Ministero dell'Industria (1996) con il coinvolgimento di 200 esperti appartenenti all'industria e al mondo della ricerca pubblica. Fra le analisi a livello

settoriale va inoltre citata quella curata nel 1993 dal *Commissariat Général du Plan* sulle industrie militari che presenta un certo interesse metodologico poiché ha messo in relazione le tecnologie critiche per la difesa (tre livelli di priorità) con il grado di dualità, cioè di doppio uso civile-militare (5 livelli).

Gran Bretagna

Le iniziative inglesi più recenti nel campo della prospezione risalgono anch'esse al 1993 quando fu creato presso l'*Office of Science and Technology* un gruppo di coordinamento (*Steering Group*) incaricato di gestire il programma di prospezione tecnologica previsto dal *White Paper on Science and Technology*. Sulla base di uno studio preparatorio (Martin, 1993) e di un viaggio in Giappone, il gruppo ritenne utile cercare di riproporre non la sola indagine Delphi, ma l'intero modello nipponico basato su una pluralità di strumenti, di metodi e di attori. La scelta si è quindi rivolta verso un processo abbastanza complesso (schematizzato nelle fig. 3 e 4) che è partito dal sistema tradizionale dei gruppi di esperti. Con il 1994 sono state create 15 commissioni ripartite non per campi tecnologici, ma per settori economici compresi i servizi tradizionali (v. fig. 5). Queste commissioni sono state abbastanza libere di adottare le metodologie più opportune per la realizzazione di studi sulle tendenze generali, economiche e tecnologiche, di ogni settore. Nella prima fase preparatoria le commissioni hanno avuto numerosi contatti con il mondo scientifico e produttivo a livello locale.

Fig. 3 - Pre-foresight stage: June 1993 - March 1994

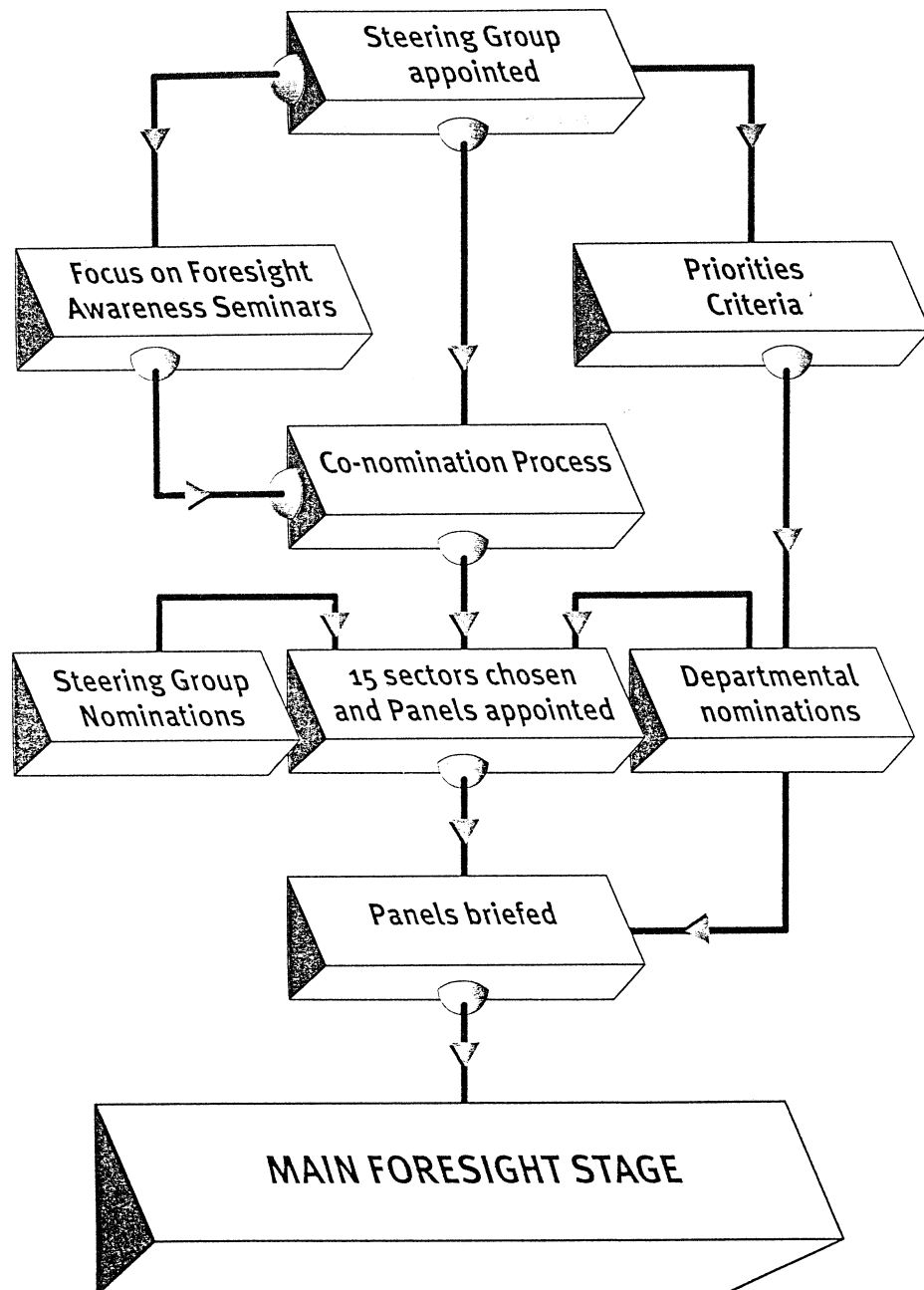


Fig. 4 - Main foresight stage: March 1994 - March 1995

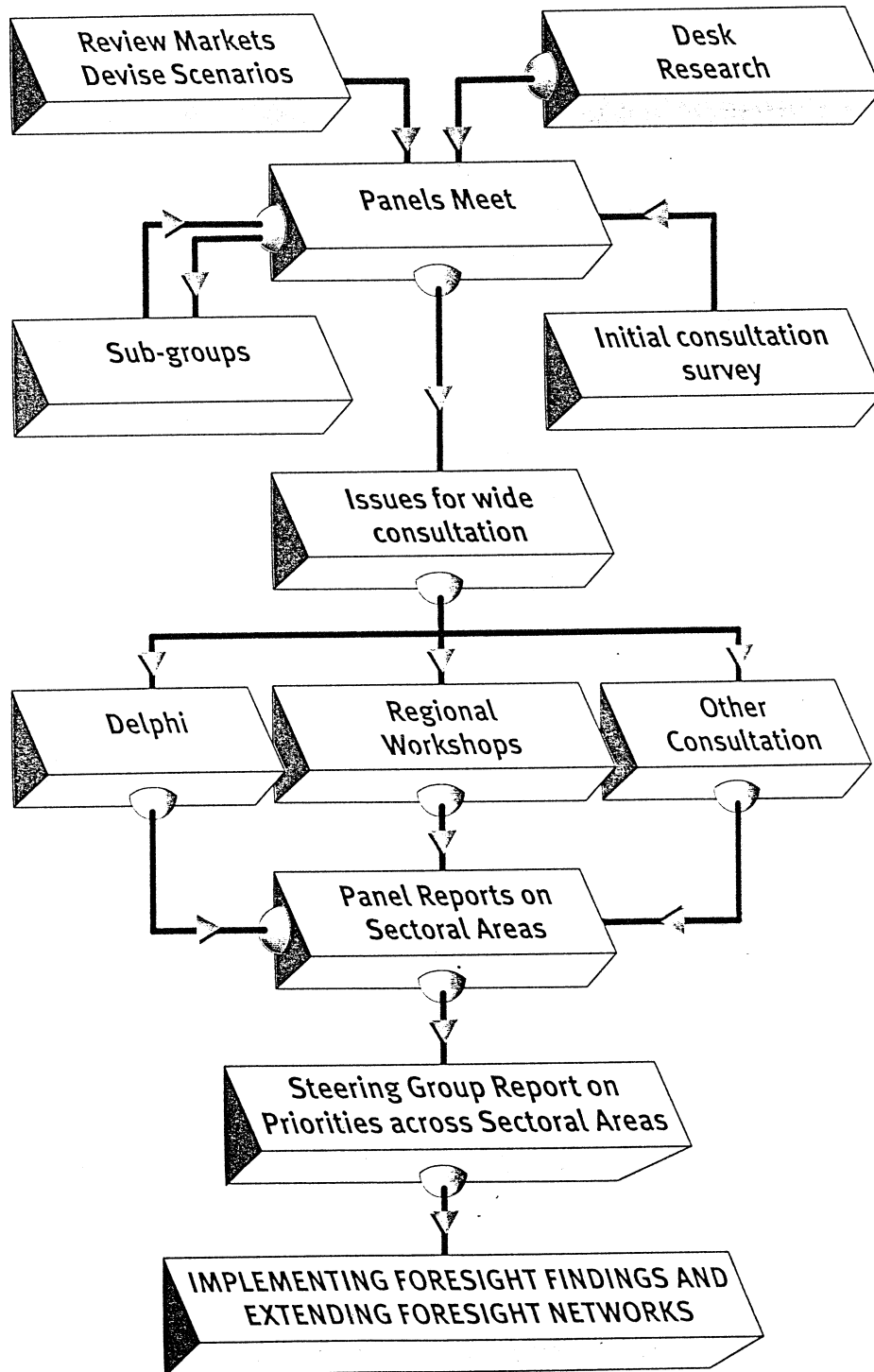


Fig. 5 - Commissioni settoriali create in Gran Bretagna per il programma di prospezione tecnologica

Agricoltura, risorse naturali e ambiente
Prodotti chimici
Comunicazioni
Costruzioni
Difesa e Spazio
Energia
Servizi finanziari
Prodotti alimentari e bevande
Salute e Scienze della vita
Tecnologie dell'informazione e elettronica
Tempo libero e acquisizione delle conoscenze
Metodi di produzione e di gestione
Materiali
Vendita al dettaglio e distribuzione
Trasporti

Fonte: OST (1995a), Walshe (1996).

Successivamente si è passati alla realizzazione di un'indagine Delphi cui hanno partecipato 2.960 esperti e a dei seminari regionali di discussione dei risultati. Questo lavoro ha consentito al gruppo centrale di indicare 27 tecnologie generiche suddivise secondo tre livelli: altamente prioritarie, intermedie, nuove (v. fig. A.5). Inoltre sono stati identificati 18 temi prioritari nel campo delle infrastrutture. In tal modo lo studio di prospezione presentato nel maggio 1995 (OST 1995a) ha assunto una valenza strettamente operativa ed ha consentito di

fatto già nello stesso anno al governo inglese di tener conto di queste indicazioni nelle decisioni di finanziamento dei programmi pubblici (Walshe, 1996). Inoltre altri organismi, quali ministeri, *Research Councils*¹³, associazioni professionali e imprenditoriali, hanno analizzato e utilizzato i risultati del *Technology Foresight* e spesso hanno impostato studi di prospezione più mirati al proprio specifico campo di attività. Questo complesso di attività rappresenta la seconda fase dell'esercizio di prospezione che nell'impostazione britannica arriva a saldarsi con una reimpostazione dell'intera politica per l'innovazione. Per questo motivo i comitati settoriali sono stati ristrutturati e sono aumentati i collegamenti con i vari attori pubblici o privati implicati nel processo innovativo (OST 1996).

4. I problemi relativi alla prospezione tecnologica

Il numero crescente di studi di prospezione tecnologica sembra indicare una necessità di conoscenza fortemente sentita sia a livello degli organi nazionali incaricati di fare le grandi scelte di politica scientifica e tecnologica, sia a livelli minori, settoriali o regionali o aziendali. Va tuttavia sottolineato che ad eccezione del Giappone nessun altro paese può vantare un'esperienza consolidata in questo campo e che gran parte degli studi finora fatti in Europa ha un carattere sperimentale. Del resto non ci si deve aspettare da questi lavori delle previsioni

¹³ In Gran Bretagna il finanziamento della ricerca pubblica è gestito da sette organismi settoriali che si occupano della distribuzione dei fondi fra le varie università e centri di ricerca sulla base dei programmi presentati. Le loro reazioni al rapporto finale sono contenute in un documento dell'OST (1995b).

assolute con alte probabilità di realizzazione poiché il loro compito principale è di fornire un supporto alle decisioni.

La stessa varietà di metodologie adottate sembrerebbe testimoniare la presenza di numerosi problemi che devono essere risolti o comunque tenuti in debita considerazione. Nonostante il successo ottenuto dalle indagini fatte con il metodo Delphi non si può affermare che esse siano in assoluto migliori di quelle realizzate con altre metodologie. Il metodo Delphi presenta infatti notevoli vantaggi legati soprattutto alle ampie possibilità di riflessione, di verifica e di ritorno sulle proprie opinioni, ma richiede la partecipazione di almeno un migliaio di esperti e quindi non è indicato per i paesi di piccole dimensioni. In ogni caso giova ricordare come le esperienze nazionali più importanti siano tutte basate su di una strumentazione di prospezione tecnologica articolata su più livelli di analisi e su una molteplicità di strumenti.

Benché questo aspetto possa significare anche una pluralità di soggetti come committenti è tuttavia necessaria la presenza di un organismo che a livello nazionale sia in grado di coordinare e gestire, se non tutte, le più importanti iniziative di prospezione a carattere generale e nazionale e soprattutto di assicurare quei livelli di qualità della rilevazione ed indipendenza che sono necessari per un uso adeguato di questi studi. Tali organismi possono essere governativi come l'OST inglese che fa parte del DTI, o indipendenti come l'ISI che è un istituto di ricerca facente capo alla *Fraunhofer Gesellschaft*. In ogni

caso devono godere di una forte autorevolezza all'interno della comunità scientifica nazionale.

Inoltre se lo scopo finale di questa attività è il supporto alle scelte pubbliche di politica per l'innovazione, è importante da un lato percepire gli interessi nazionali, ma dall'altro è ugualmente fondamentale eliminare o ridurre gli effetti distorsivi derivanti dal fatto che i soggetti coinvolti hanno interessi rilevanti nei campi che saranno oggetto degli interventi pubblici. Poiché questo rischio è sempre presente¹⁴, è evidente la necessità di ridurlo anche attraverso la realizzazione di analisi di prospezione tecnologica su scala internazionale.

In ogni caso è fondamentale per la correttezza delle scelte che gli esperti che fanno parte dei *panel* o sono soggetti all'indagine Delphi siano veramente rappresentativi della comunità scientifica nelle sue varie articolazioni disciplinari e organizzative (università, centri pubblici di ricerca, industria). Dagli studi finora realizzati emerge infatti chiaramente la tendenza degli esperti coinvolti a sopravvalutare i temi di ricerca nei quali sono coinvolti e, soprattutto nelle indagini Delphi, in cui la partecipazione è anonima e libera, è evidente il rischio di distorsioni nei risultati derivanti da una eccessiva rappresentazione di talune discipline o taluni temi a discapito di altri.

Tali distorsioni possono essere in parte corrette dall'intervento del gruppo che gestisce l'intero studio attraverso l'individuazione di nuovi esperti, il cambiamento delle aree disciplinari di appartenenza, ma tutto questo richiede

tempo, risorse e spesso è possibile solo nella misura in cui gli esperti coinvolti sono essi stessi in grado di individuare i problemi e suggerire i rimedi. Per ovviare a questi inconvenienti in Gran Bretagna si è fatto ricorso alla *co-nomination*. È questa una tecnica già utilizzata in altre occasioni¹⁵, in grado di creare attraverso un questionario preparatorio la base degli esperti da coinvolgere nelle fasi operative degli studi di prospezione. In pratica da una rosa iniziale di esperti si arriva, attraverso la richiesta di indicare altri esperti, alla creazione di *data-base* abbastanza ampi e dettagliati poiché a ciascuno viene richiesto di specificare il proprio campo di attività e di *expertise*, non solo scientifica, ma anche tecnologica e di mercato. Una corretta analisi dei dati consente inoltre di poter ricostruire sia le relazioni esistenti all'interno della comunità scientifica, sia le aree di collaborazione interdisciplinare.

In conclusione appare evidente che, attraverso l'esperienza maturata in vari paesi, gli studi di prospezione tecnologica stanno perdendo il carattere di improvvisazione che avevano agli inizi per assumere connotazioni più rigorose sul piano metodologico e scientifico. Questo consente ovviamente di attribuire ai risultati di questi studi una maggiore rilevanza e quindi di poterli utilizzare sia per le grandi scelte di politica scientifica e tecnologica, sia come supporto alle decisioni di vari organismi, dagli enti di ricerca ai governi locali, fino alle imprese e alle loro associazioni.

¹⁴ Si vedano ancora recentemente sul caso inglese le conclusioni di Elliot (1996).

¹⁵ Per un'analisi dettagliata v. Nedeva, Gheorghiu, Loveridge, Cameron (1996).

APPENDICE

Fig. A.1: Elenco delle tecnologie critiche per gli Stati Uniti

Materiali

- Sintesi e trattamento dei materiali
- Materiali elettronici e fotonici
- Ceramici
- Compositi
- Metalli e leghe ad alta prestazione

Produzione industriale

- Produzione computerizzata flessibile e (CIM)
- Apparati produttivi intelligenti
- Micro e nanofabbricazione
- Tecnologie per il controllo dei sistemi

Informazione e comunicazioni

- Software
- Microelettronica e optoelettronica
- Tecniche avanzate di calcolo e interconnessione in rete
- Treatmento immagini e sistemi di visualizzazione ad alta definizione
- Sensori e trattamento del segnale
- Memorie e periferiche
- Simulazione e modelli numerici

Biotecnologie e scienze biomediche

- Biologia molecolare applicata
- Tecnologie mediche

Aeronautica e trasporti di superficie

- Aeronautica
- Tecnologie per i trasporti di superficie

Energia e ambiente

- Tecnologie in campo energetico
- Riduzione dell'inquinamento, bonifiche e riciclaggio delle scorie.

Fonte: Office of Science and Technology Policy (1991), (traduzione it. "Technology Review", 1992.)

Fig. A.2: Elenco delle tecnologie critiche per il Giappone

<i>Aree Tecnologiche</i>	<i>Settori Specifici</i>	<i>Prodotti</i>
TECNOLOGIE DI BASE MOLTO AVANZATE		
Informatica ed elettronica	MICROELETTRONICA	Memorie ad altissima densità (terabit) Dispositivi a superconduttori Microcircuiti intelligenti Microcircuiti ad autoapprendimento
	OPTOELETTRONICA	Memorie ottiche ad altissima densità (terabit) Dispositivi ottici per trasmissioni Dispositivi ottici per elaborazioni
	BIOELETTRONICA	Bio-sensori Bio-calcolatori
	ARCHITETTURE HARDWARE	CPU a elevato parallelismo Calcolatori neurali
	SOFTWARE	Comprensione del linguaggio naturale Sistemi a immagini virtuali Data base intelligenti
Nuovi materiali	CERAMICI	Superconduttori Materiali per turbine a gas Materiali ceramici ottici non lineari
	SEMICONDUTTORI	Materiali semiconduttori ottici non lineari Superlattici
	METALLICI	Leghe amorfe Leghe con aspirazione di idrogeno Materiali magnetici
	MATERIALI ORGANICI	Materiali organici ottici non lineari Materiali fotochimici per memorie ottiche Materiali molecolari Materiali per applicazioni strutturali
	ALTRI MATERIALI	CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) Compositi metallici ad alte prestazioni Compositi ceramici ad alte prestazioni Compositi carbonio/carbonio ad alte prestazioni

Life Science	NUOVE MEDICINE	Prevenzione/Trattamento cancro Prevenzione/Trattamento virus Prevenzione/Trattamento malattie mentali Autoimmunità, Allergologia
	LIVING BODY	Banca del midollo Bio-energia
	BIO-METIX	Intestino artificiale Enzimi e tessuti artificiali

TECNOLOGIE DI SUPPORTO ALLA PRODUZIONE

Energia	GENERAZIONE ENERGIA	Celle a combustione Energia solare Reattori nucleari modulari a sicurezza intrinseca Reattori a fusione nucleare Reattori veloci autofertilizzanti
	RISPARMIO ENERGETICO	Pompe di calore ad alto rendimento Accumulatori di elettricità a superconduttori
Automazione industriale	ROBOTICA	Robot intelligenti Micro-macchine
	MACCHINE UTENSILI	CNC/Intelligenza artificiale Fabbrica del futuro Macchine per fabbricazioni di altissima precisione
	CAD/CAM	CAD intelligente Modellizzazione prodotti
	CIM/HIM	Automazione ad alto livello di integrazione

TECNOLOGIE DI BASE PER SISTEMI A LARGA DIFFUSIONE

Comunicazioni	COMUNICAZIONI VIA SATELLITE	Comunicazioni personali VSAT (Very Small Aperture Terminals) reti satellitari
	BROADCASTING	HDTV (High Definition Television) TV via cavo, TV via satellite
	COMUNICAZIONI MULTIMEDIALI	Video-conferenza Video-telefono
	RETI DI TELECOMUNICAZIONE	ISDN (Integrated Service Digital Network) su larga scala geografica Trasmissioni in fibra ottica LAN (Local Area Network) in fibra ottica

Trasporti	FERROVIARI	Motori lineari a superconduttori Motori lineari a superconduttori di futura generazione Treni a levitazione magnetica ATCS (Advanced Train Control System) Sistemi di trasporto bimodali
	STRADALI	Veicoli di futura generazione Comunicazione via satellite per veicoli Veicoli a combustibili alternativi Tecnologie innovative per la fabbricazione
	NAVALI	Nave del futuro Trasporti navali ad alta velocità Navi intelligenti Robot marini
	AEREI	Aeroplani a grandissima capacità HTS (Hiperersonic Transport) Piccoli elicotteri V/STOL (Vertical and Short Take-Off and Landing) Jet
Utilizzo ambienti naturali	SPAZIO	Realizzazione di stazioni sotterranee a microgravità Stazioni lunari Motori lineari magnetici per lanci spaziali
	TERRA	Grattacieli innovativi Cupole di grande dimensione Demolizione grattacieli
	SOTTOSUOLO	Reti di trasporto metropolitano Ferrovie sotterranee Sfruttamento calore sottosuolo
	MARE	Isole artificiali Stazioni galleggianti Marine stock farm Marine leasure land

TECNOLOGIE PER LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE

Ambiente reazioni	RIDUZIONE EFFETTO	Riduzione	emissioni	CO2	da
impianti	SERRA	termiche	Riduzione	emissioni	CO2 da
					treatmento CO2
	PROTEZIONE STRATO DI OZONO	Gas alternativi al freon	Recupero e trattamento	freon	
	TRATTAMENTO RIFIUTI	Plastiche biodegradabili	Trattamento rifiuti solidi	Trattamento rifiuti liquidi	

Fonte: Economic Planning Agency (1991), (trad. it. "Technology Review, 1991).

Fig. A.3: Lista delle tecnologie critiche alle soglie del XXI secolo in Germania

MATERIALI DI PUNTA

Ceramici ad alte prestazioni
Polimeri ad alte prestazioni
Metalli ad alte prestazioni
Materiali gradienti
Materiali per la conversione dell'energia
Materiali magnetici organici
Materiali elettrici organici
Tecnologia delle superfici e dei films
Materiali di superficie
Strati e films di diamante
Superfici molecolari
Chimica non classica
Mesopolimeri
Sistemi molecolari organizzati
Cluster
Elettronica adattativa
Materiali multifunzioni
Costruzioni leggere
Materiali compositi
Aerogel (schiume solide)
Fullereni
Sintesi dei materiali in forme tipo
Materiali di impianto
Fabbricazione dei materiali

NANOTECNOLOGIE

Nanoelettronica
Scatola quantica (chiusa ad elettroni)
Nanomateriali
Fabbricazione di micro e nanomateriali

MICROELETTRONICA

Stoccaggio dell'informazione
Trattamento del segnale
Materiali micro-elettronici
Elettronica ultra rapida
Tecnologia del plasma
Superconduttività
Elettronica ad alta temperatura

FOTONICA

Opto-elettronica
Materiali fotonici

Tecnologia dei laser
Tecnologia dei visualizzatori piatti
Silici luminosi
Telecomunicazioni
Comunicazioni in larga banda
Tecnologie optonumeriche
Radiodiffusione di tipo avanzato (TVHD, DAB)
Informatica ottica

TECNOLOGIA DEI MICROSISTEMI

Tecnologia dei micro-azionatori
Trattamento del segnale nei micro-sistemi
Tecnologia dei micro-sensori
Tecniche di montaggio e di connessione

SOFTWARE E SIMULAZIONE

Software
Modellizzazione e simulazione
Modellizzazione di molecole
Bio-informatica
Simulazione di materiali
Dinamica non lineare
Simulazione dei processi di fabbricazione
Sistemi Cognitivi (IA)
Logica non definita
Sicurezza delle reti per dati

ELETTRONICA MOLECOLARE

Bio-elettronica
Tecnologia dei bio-sensori
Neuro-biologia
Informatica neuronale

BIOTECNOLOGIA CELLULARE

Biotecnologia molecolare
Medicina scientifica
Catalisi e biocatalisi
Sistemi di produzioni biologiche
Bionica
Materiali biomimetici
Prodotti biologici d'idrogeno
Risorse rinnovabili (Biomasse e agenti)
Biotecnologia dell'ambiente
Selezione vegetale

TECNOLOGIE DI PRODUZIONE E DI GESTIONE

Tecniche di gestione

Modellizzazione dei processi di fabbricazione
Tecnologia dei posti di comando
Logistica della produzione
Produzione in economia di risorse
Biologia del comportamento
Etica nella scienza e nella tecnologia

Fonte: Grupp (1995).

Fig. A.4: Aree tematiche considerate nella mini-indagine Delphi in Germania e Giappone

Attrezzature e trasformazione

Pila solare
Superconduttività

Informazione ed elettronica

Intelligenza artificiale e sistemi cognitivi
Nano-tecnologie e micro-sistemi

Scienze della vita e medicina

Ricerche sul cancro e trattamento
Ricerche sul cervello

Ambiente

Trattamento e riciclaggio dei residui
Ricerche sul clima e tecnologie climatiche

Fonte: Kuwahara (1996).

Fig. A.5: Priorità generiche nella scienza e nella tecnologia in Gran Bretagna. Valutazione relativa ai vantaggi e alla fattibilità

Settori altamente prioritari

Bioinformatica
Comunicazione attraverso le macchine
Ingegneria genetica e biomolecolare
Salute e modo di vita
Tecnologia ottica
Tecnologie della sicurezza e della protezione della vita privata
Sensori e trattamento dell'informazione attraverso sensori
Genio logico
Telepresenze/multimedia

Settori intermedi

Catalisi
Sintesi chimica e biologica
Concezione e integrazione dei sistemi
Tecnologie ecologicamente compatibili
Gestione dell'informazione
Metodi di gestione e di riconfigurazione delle aziende
Modellizzazione e simulazione
Valutazione e gestione dei rischi
Luogo di lavoro e domicilio

Settori nuovi

Automazione
Biomateriali
Tecnologie di trasformazione non inquinanti
Cambiamento demografico
Tecnologie energetiche
Materiali
Tecnologie di trattamento dei materiali
Studio e controllo dei metodi
Analisi dei prodotti e del ciclo di vita

Fonte: Walshe (1996).

Fig. A.6: Repertorio delle tecnologie prioritarie per l'industria italiana

1. INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI

- Software per la realizzazione di interfacce utente avanzate
- Nuove generazioni di software per la costruzione di sistemi distribuiti
- Nuove generazioni di software per le telecomunicazioni
- Ambienti avanzati per lo sviluppo di applicazioni e per il trattamento dell'informazione multimediale
- Nuove tecnologie hardware (HW) e software (SW) per la stampa
- Architetture di sistema avanzate
- Nuove architetture di sistemi di comunicazioni a larga banda
- Tecnologie hardware (HW) e software (SW) per soft-computing
- Nuove generazioni di software per l'automazione dei processi intra-aziendali e interaziendali

2. MICROELETTRONICA

- Memorie NV (Non Volatili) ad altissima densità
- Integrazione di sistemi elettronici (system on chip)
- Dispositivi attuatori di potenza e sensori intelligenti
- Dispositivi integrati ad altissima frequenza per comunicazioni *wireless*, TV satellitare e interfacce per reti a larga banda
- Componenti fotonici per sistemi di comunicazione a larga banda

3. MACROELETTRONICA

- Elettronica di potenza per reti elettriche
- Elettronica di potenza per veicoli elettrici stradali
- Impianti propulsivi elettrici navali
- Sistemi di accumulo magnetico superconduttivo per potenza elettrica
- Servosistemi elettronici di potenza per applicazioni non convenzionali
- Supercapacitors ed elettronica per la loro utilizzazione su veicoli elettrici
- Elettronica di potenza per i trasporti su rotaia

4. ENERGIA

- Avvolgimenti elettrici superconduttivi ceramici per dispositivi di accumulo energetico
- Tecnologie avanzate di produzione di energia elettrica: pile a combustione ad alta temperatura a carbonati fusi e ad ossidi solidi
- Produzione, trasporto ed utilizzo di idrogeno quale vettore energetico alternativo
- Tecnologie avanzate di produzione di energia elettrica: cicli innovativi di gassificazione di combustibili solidi
- Tecnologie avanzate di produzione di energia elettrica: cicli combinati a combustione esterna
- Tecnologie avanzate di produzione di energia elettrica: cicli a vapore ultrasupercritici

5. CHIMICA E PETROLCHIMICA

- Conversione del gas naturale
- Riformulazione di carburanti
- Lubrificazione innovativa per autotrazione e industria
- Processi chimici a basso impatto ambientale
- Sviluppo di reattori innovativi per processi industriali
- Progettazione di sistemi catalitici (catalyst design)

6. FARMACEUTICA

- Metodiche di previsione e analisi delle transizioni di stato
- Processi di produzione biotecnologica
- Metodiche per la coltivazione di cellule staminali e/o mature per autotrapianti
- Sintesi di nuove molecole di interesse farmacologico attraverso biocatalizzatori enzimatici stereoselettivi
- Metodiche innovative in reumatologia
- Nuove metodiche per la valutazione di farmaci attivi in patologie neurodegenerative
- Metodi innovativi in farmacocinetica

7. MATERIALI AVANZATI

- Prototipazione rapida
- Tecnologie di trasformazione net-shape
- Compositi
- Componenti in materiali ceramici ad alte prestazioni
- Prodotti siderurgici innovativi
- Tecnologie avanzate di giunzione
- Rivestimenti superficiali e film da fase vapore, termospruzzatura e laser
- Materiali elettronici avanzati

8. TRASPORTI

- Tecniche virtuali per la progettazione dei mezzi di trasporto
- Metodologie e tecnologie per il miglioramento del comfort acustico e vibrazionale
- Microsistemi
- Tecnologie tomografiche e di analisi automatica d'immagini per applicazioni industriali

A. TRASPORTI IN GENERE

- Tecniche virtuali per la progettazione dei mezzi di trasporto
- Metodologie e tecnologie per comfort acustico e vibrazionale
- Tecniche sperimentali e modellistiche dell'interazione veicolo/occupante
- Tecniche di progettazione strutturale basate sull'analisi dinamica
- Metodologie di modellazione idrodinamica per progettazione di carene e propulsori
- Modellazione del processo di combustione di motori di grandi dimensioni
- Sviluppo di un sistema di trasporto urbano a guida vincolata a basso impatto ambientale
- Sviluppo di un veicolo leggero destinato alla trazione pesante
- Sistemi energy saving per veicoli a consumo ultrabasso
- Motore ad iniezione diretta di benzina in camera di combustione

- Alimentazione a gas naturale di motori a combustione interna
- Trazione elettrica per veicoli stradali
- Microsistemi
- Tecnologie tomografiche e di analisi automatica d'immagini per applicazioni industriali
- Componentistica per sistemi di sicurezza preventiva su veicolo
- Centraline elettroniche ad alte prestazioni e basso costo per funzioni di controllo del veicolo
- Diagnostica per motori diesel di grandi dimensioni
- Sistemi evolutivi di controllo e supervisione del veicolo/treno
- Sistemi avanzati di controllo e supervisione del traffico ferroviario e urbano
- Sistemi di supporto alla manutenzione, diagnostica e addestramento di tipo multimediale
- Sviluppo di metodologie per la valutazione formale della sicurezza
- Stazioni intelligenti

B. TRASPORTI SU STRADA

- Tecniche sperimentali e modellistiche di rappresentazione dell'interazione veicolo/occupante
- Sistemi energy saving per veicoli a consumo ultrabasso
- Motore ad iniezione diretta di benzina in camera di combustione
- Alimentazione a gas naturale di motori a combustione interna
- Trazione elettrica per veicoli stradali
- Componentistica per sistemi di sicurezza preventiva su veicolo
- Centraline elettroniche ad alte prestazioni e basso costo per funzioni di controllo del veicolo

C. TRASPORTI A GUIDA VINCOLATA

- Sviluppo di un sistema di trasporto urbano a guida vincolata a basso impatto ambientale
- Sviluppo di un veicolo leggero destinato alla trazione pesante
- Sistemi evolutivi di controllo e supervisione del veicolo/treno
- Sistemi avanzati di controllo e supervisione del traffico ferroviario ed urbano
- Sistemi di supporto alla manutenzione, diagnostica e addestramento di tipo multimediale
- Stazioni intelligenti

D. TRASPORTI NAVALI

- Metodologie avanzate di modellazione idrodinamica per la progettazione di carene e propulsori
- Tecniche di progettazione strutturale basate sull'analisi dinamica
- Sviluppo di metodologie per la valutazione formale della sicurezza
- Modellazione del processo di combustione di motori di grandi dimensioni
- Diagnostica per motori diesel di grandi dimensioni

9. SPAZIO

- Apparati a microonde per impiego su satelliti artificiali
- Simulazioni innovative per una strategia progettuale di sistemi termomeccanici sotto il profilo microdinamico e vibroacustico
- Circuiti ibridi
- Montaggio superficiale (SMT)

- Sistemistica dei sistemi tetherizzati, includente sviluppo di meccanismi e sistemi di controllo dedicati e relativo software di simulazione
- Tecniche "gyroless" di controllo d'assetto basate sull'uso di soli sensori stellari
- Aerodinamica e sistemistica di veicoli ipersonici e di rientro
- Progettazione avanzata (elettrica e meccanica) e tecnologie di nuovi materiali per antenne a bordo di satelliti
- Strutture in materiali avanzati per incremento di prestazioni funzionali e riduzione di massa
- Ottimizzazione dei radiatori per satelliti
- Propellenti compositi per lanciatori
- Protezioni termiche ablative
- Filament winding
- Sistemi propulsivi per satelliti
- Sistemi di guida inerziale

10. PROCESSI INDUSTRIALI IN CONTINUO PER LA PRODUZIONE DI MATERIALI STRUTTURALI (ACCIAIO E CEMENTO)

- Cicli siderurgici continui per la fabbricazione di nastri a caldo
- Nuovi processi ed impianti per il trattamento in continuo, termico e superficiale, di nastri di acciaio
- Produzione clinker di cemento in forno a letto fluido
- Tecniche innovative di modellazione e di ragionamento automatico per l'automazione di processo

Fonte: Airi (1995).

LEGENDA

ACOST	Advisory Council on Science and Technology - Gran Bretagna
AIRI	Associazione Italiana di Ricerca Industriale - Italia
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie - Germania
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique - Francia
DTI	Department of Trade and Industry - Gran Bretagna
ESTO	European Science and Technology Observatory - U.E.
IPTS	Institute for Prospective Technological Studies - U.E.
ISI	Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung - Germania
MITI	Ministry of International Trade and Industry - Giappone
NISTEP	National Institute of Science and Technology Policy - Giappone
OST	Office of Science and Technology - Gran Bretagna
STA	Science and Technology Agency - Giappone

Riferimenti bibliografici

- ACOST (1994), Technology Foresight, London, HMSO.
- Aerospace Industries Association (1987), Key Technologies for the 1990s: An Overview, Washington DC, novembre.
- AIRI (1995), Repertorio delle tecnologie prioritarie per l'industria, Roma, novembre.
- L.M.Branscomb (1994), Le choix des technologies critiques à promouvoir, in "STI Revue", n. 14.
- V.Chiesa (1994), International Technology Development Organisation: A Framework, in La globalizzazione delle attività di ricerca e sviluppo, a cura di U.Bertelè e V.Chiesa, Quaderni Mip-Politecnico di Milano, n. 3, ottobre.
- Computer Systems Policy Project (1990), Perspectives: Success Factors in Critical Technologies, Washington DC, luglio.
- Commissariat Général du Plan (1993), L'avenir des industries liées à la défense, Paris, La Documentation Française.
- Council on Competitiveness (1991), Gaining New Ground: Technology Priorities for America's Future, Washington DC, marzo.
- K.Cuhls e T.Kuwahara (1994), Outlook for Japanese and German future Technology. Comparing Technology Forecast Surveys, Heidelberg, Physica-Verlag.
- Department of Commerce (1990), Emerging Technologies: A Survey of Technical and Economic Opportunities, Washington DC.
- D. Elliot (1996), Technology Foresight: An Interim Review of the UK Exercise, in "Technology Analysis & Strategic Management", n. 2, giugno.
- H.Grupp (1995), Technologie am Beginn des 21.Jahrhunderts, (2.a edizione), Heidelberg, Physica-Verlag.
- H.Grupp (1996), La prospective scientifique et technologique en Allemagne: méthodologies et activités récentes, in "STI Revue", n. 17.
- Institute for Prospective Technological Studies (1996), Annual Report 1995, Luxemburg.

- T.Kuwahara (1996), La prospective technologique au Japon: une conception nouvelle de la méthodologie et de l'analyse, in "STI revue", n. 17.
- B.R.Martin e J.Irvin (1989), Research Foresight. Priority Setting in Science, London, Pinter.
- B.R.Martin (1993), Research Foresight and the Exploitation of the Science Base, London, HMSO, marzo.
- B.R.Martin (1996), La prospective technologique: un tour d'horizon des enquêtes récentes des gouvernements, in "STI Revue", n. 17.
- Ministère de l'Industrie (1996), Les 100 technologies clés pour l'industrie française à l'horizon 2000, Paris.
- M.E.Mogee (1992), Technology Policy and Critical Technologies. A summary of Recent Reports, The Manufacturing Forum, Discussion Paper n. 3, Washington, National Academy Press.
- M.Nedeva, L.Georghiou, D.Loveridge e H.Cameron (1996), The use of co-nomination to identify expert participants for Technology Foresight, in "R&D Management", n. 2, aprile.
- OST (1995a), Progress through Partnership. Report from the Steering Group of the Technology Foresight, London HMSO, maggio.
- OST (1995b), The Research Councils' Response to the Recommendations of the Technology Foresight Initiative, mimeo, giugno.
- OST (1996), Foresight, First Progress Report 1996, mimeo.
- A.Quévreux (1996), Les dynamiques technologiques pour l'an 2010 en France (L'approche par enquête Delphi), in "STI Revue", n. 17.
- U.S. National Critical Technologies Panel (1991), Report of the National Critical Technologies Panel, Washington DC, U.S. Government Printing Office, marzo.
- G.Walsche (1996), La prospective technologique au Royaume-Uni, in "STI Revue", n. 17.
- Delphi, un an après, in "Lettre Enseignement Supérieur et Recherche", n. 118, aprile 1995.

WORKING PAPER SERIES (1996-1993)

1996

- 1/96 *Aspetti e misure della produttività. Un'analisi statistica su tre aziende elettriche europee*, by Donatella Cangialosi, February
- 2/96 *L'analisi e la valutazione della soddisfazione degli utenti interni: un'applicazione nell'ambito dei servizi sanitari*, by Maria Teresa Morana, February
- 3/96 *La funzione di costo nel servizio idrico. Un contributo al dibattito sul metodo normalizzato per la determinazione della tariffa del servizio idrico integrato*, by Giovanni Fraquelli and Paola Fabbri, February
- 4/96 *Coerenza d'impresa e diversificazione settoriale: un'applicazione alle società leaders nell'industria manifatturiera europea*, by Marco Orecchia, February
- 5/96 *Privatizzazioni: meccanismi di collocamento e assetti proprietari. Il caso STET*, by Paola Fabbri, February
- 6/96 *I nuovi scenari competitivi nell'industria delle telecomunicazioni: le principali esperienze internazionali*, by Paola Fabbri, February
- 7/96 *Accordi, joint-venture e investimenti diretti dell'industria italiana nella CSI: Un'analisi qualitativa*, by Chiara Monti and Giampaolo Vitali, February
- 8/96 *Verso la riconversione di settori utilizzatori di amianto. Risultati di un'indagine sul campo*, by Marisa Gerbi Sethi, Salvatore Marino and Maria Zittino, February
- 9/96 *Innovazione tecnologica e competitività internazionale: quale futuro per i distretti e le economie locali*, by Secondo Rolfo, March
- 10/96 *Dati disaggregati e analisi della struttura industriale: la matrice europea delle quote di mercato*, by Laura Rondi, March
- 11/96 *Le decisioni di entrata e di uscita: evidenze empiriche sui maggiori gruppi italiani*, by Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, April
- 12/96 *Le direttrici della diversificazione nella grande industria italiana*, by Davide Vannoni, April
- 13/96 *R&S cooperativa e non-cooperativa in un duopolio misto con spillovers*, by Marco Orecchia, May
- 14/96 *Unità di studio sulle strategie di crescita esterna delle imprese italiane*, by Giampaolo Vitali and Maria Zittino, July. **Not available**
- 15/96 *Uno strumento di politica per l'innovazione: la prospezione tecnologica*, by Secondo Rolfo, September
- 16/96 *L'introduzione della Qualità Totale in aziende ospedaliere: aspettative ed opinioni del middle management*, by Gian Franco Corio, September
- 17/96 *Shareholders' voting power and block transaction premia: an empirical analysis of Italian listed companies*, by Giovanna Nicodano and Alessandro Sembenelli, November
- 18/96 *La valutazione dell'impatto delle politiche tecnologiche: un'analisi classificatoria e una rassegna di alcune esperienze europee*, by Domiziano Boschi, November
- 19/96 *L'industria orafa italiana: lo sviluppo del settore punta sulle esportazioni*, by Anna Maria Gaibisso and Elena Ragazzi, November
- 20/96 *La centralità dell'innovazione nell'intervento pubblico nazionale e regionale in Germania*, by Secondo Rolfo, December
- 21/96 *Ricerca, innovazione e mercato: la nuova politica del Regno Unito*, by Secondo Rolfo, December
- 22/96 *Politiche per l'innovazione in Francia*, by Elena Ragazzi, December
- 23/96 *La relazione tra struttura finanziaria e decisioni reali delle imprese: una rassegna critica dell'evidenza empirica*, by Anna Bottasso, December

1995

- 1/95 *Form of ownership and financial constraints: panel data evidence on leverage and investment choices by Italian firms*, by Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, March
- 2/95 *Regulation of the electric supply industry in Italy*, by Giovanni Fraquelli and Elena Ragazzi, March
- 3/95 *Restructuring product development and production networks: Fiat Auto*, by Giuseppe Calabrese, September
- 4/95 *Explaining corporate structure: the MD matrix, product differentiation and size of market*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, November
- 5/95 *Regulation and total productivity performance in electricity: a comparison between Italy, Germany and France*, by Giovanni Fraquelli and Davide Vannoni, December
- 6/95 *Strategie di crescita esterna nel sistema bancario italiano: un'analisi empirica 1987-1994*, by Stefano Olivero and Giampaolo Vitali, December
- 7/95 *Panel Ceris su dati di impresa: aspetti metodologici e istruzioni per l'uso*, by Diego Margon, Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, December

1994

- 1/94 *Una politica industriale per gli investimenti esteri in Italia: alcune riflessioni*, by Giampaolo Vitali, May
2/94 *Scelte cooperative in attività di ricerca e sviluppo*, by Marco Orecchia, May
3/94 *Perché le matrici intersettoriali per misurare l'integrazione verticale?*, by Davide Vannoni, July
4/94 *Fiat Auto: A simultaneous engineering experience*, by Giuseppe Calabrese, August

1993

- 1/93 *Spanish machine tool industry*, by Giuseppe Calabrese, November
2/93 *The machine tool industry in Japan*, by Giampaolo Vitali, November
3/93 *The UK machine tool industry*, by Alessandro Sembenelli and Paul Simpson, November
4/93 *The Italian machine tool industry*, by Secondo Rolfo, November
5/93 *Firms' financial and real responses to business cycle shocks and monetary tightening: evidence for large and small Italian companies*, by Laura Rondi, Brian Sack, Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, December

Free copies are distributed on request to Universities, Research Institutes, researchers, students, etc.

Please, write to:

MARIA ZITTINO

Working Papers Coordinator

CERIS-CNR

Via Real Collegio, 30; 10024 Moncalieri (Torino), Italy

Tel. +39 011 6824.914; Fax +39 011 6824.966; m.zittino@ceris.cnr.it; <http://www.ceris.cnr.it>