



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2020/2021

Sessione di Laurea Ottobre 2021

Dual use: analisi del fenomeno e risvolti nella società

Come la R&S militare assume un ruolo strategico per l'Economia ed i Governi

Relatore: Prof.ssa Alessandra Colombelli

Candidato: Elia Moser

Abstract

Questo lavoro di tesi si concentra sull'analisi del fenomeno dual use. L'obiettivo è quello di analizzare come prodotti, servizi e tecnologie possono rispondere alle esigenze sia del settore della difesa, sia del settore civile.

Si sono analizzate quindi le esternalità positive derivanti dal dual use e, nel particolare, si è approfondito su come la R&S militare influenzi l'innovazione, il benessere sociale e la R&S civile.

Inoltre, si è preso in esame il ruolo dei Governi e il loro livello di spesa militare, in base ai dati disponibili ci si è concentrati su tre economie dell'OCSE che mostrano le quote più alte di R&S legata alla difesa nei loro bilanci pubblici di R&S: Stati Uniti, Francia e Gran Bretagna.

In conclusione, l'analisi si è spostata su due aziende, Thales e BAE Systems, che nel corso degli anni hanno impiegato i loro sforzi per la definizione di tecnologie dual use.

Indice

Introduzione

7

Dual use nel settore della difesa e nel settore civile

11

1.1. Dual use

11

1.2. L'applicazione delle invenzioni militari nel settore civile

13

1.3. L'applicazione delle invenzioni civili nel settore militare

21

1.4. Fattori che influenzano il dual use

33

Esternalità positive del dual use e della R&S militare

37

2.1. Come la dualità tecnologica influenza la crescita delle aziende

37

2.1.1. Approccio empirico

38

2.1.2. Risultati

40

2.1.3. Conclusioni

44

2.2. Come la R&S militare influenza l'innovazione

46

2.2.1. R&S militare: l'esempio degli Stati Uniti

48

2.3. Il settore della difesa e il benessere sociale

49

2.4. Come la R&S militare influenza la R&S civile

51

La posizione adottata dai Governi e casi studio	57
3.1. Strategie efficaci di spesa per la difesa	57
3.2. Il livello di spesa dei paesi OCSE	60
3.2.1. Stati Uniti	62
3.2.1. Francia e Gran Bretagna	65
3.3. Analisi casi studio	68
3.3.1. Thales	68
3.3.2. BAE System	71
 Conclusioni	 75
 Bibliografia e sitografia	 77

Introduzione

Il seguente elaborato nasce con lo scopo di far luce sulla questione “dual-use”, ovvero su quei prodotti, servizi e tecnologie che possono rispondere allo stesso tempo alle esigenze del settore militare e del settore civile, per misurare e definire le strategie che le aziende e i governi dovrebbero attuare in questo campo per perseguire vantaggi di tipo micro e macroeconomico.

Nel primo capitolo si è andati quindi a dare una definizione del fenomeno e si sono analizzate le applicazioni da un lato di invenzioni militari nel settore civile e dall’altro di invenzioni civili nel settore militare.

Per un’analisi più chiara si sono definiti i fattori che influenzano gli spin off di conoscenza; per quanto riguarda le aziende questi si delineano nelle caratteristiche o competenze tecnologiche, mentre per quanto riguarda i fattori macroeconomici il quadro giuridico, la struttura produttiva e la tradizione industriale dei Paesi hanno un forte impatto sulle tecnologie duali.

Nel secondo capitolo si è poi definito se e in che modo queste tecnologie possano creare delle esternalità positive che si riversano sull’intera economia, in particolar modo si è analizzato come la dualità influenzi la crescita delle aziende.

Successivamente, poiché la difesa nazionale costituisce un bene pubblico e le tecnologie che servono a fornire questo bene assumono un ruolo strategico per gli Stati, ci si è focalizzati su come la R&S militare influenzi l’innovazione, il benessere sociale e la R&S civile.

Nel corso del terzo capitolo, infine, è stata delineata la posizione adottata dai Governi, definendo innanzitutto le strategie efficaci di spesa per la difesa e poi analizzando il livello di spesa dei Paesi OCSE.

In conclusione, si è approfondita la questione con l'analisi di due casi studio, le due aziende in esame sono state Thales e BAE Systems, che in maniera differente hanno fatto delle capacità duali civili/militari uno dei loro principali punti di forza.

1. Dual use nel settore della difesa e nel settore civile

1.1. Dual use

Con il termine “dual use” si intendono prodotti, servizi e tecnologie che possono rispondere alle esigenze del settore della difesa e del settore civile.

Materiali avanzati, nanoelettronica, tecnologie dell’informazione e della comunicazione (TIC), sistemi a pilotaggio remoto, automazione o fotonica, sono solo alcuni esempi di settori in cui le attività di ricerca, sviluppo tecnologico e produzione possono essere utilizzate per molteplici applicazioni.

Il trasferimento di tecnologie a duplice uso si configura con la capacità di adattare una tecnologia sviluppata in un settore per essere utilizzata in un altro (da civile a militare e viceversa).¹

Nella letteratura troviamo diverse definizioni del termine “dual use”.

Secondo Cowan e Foray (1995), le “doppie tecnologie” sono quelle sviluppate e utilizzate sia dal settore militare che da quello civile. Molas-Gallart (1997) ha sottolineato alcuni dei problemi con l'uso comune del termine tecnologia a duplice uso e ha sottolineato che attualmente il duplice uso è generalmente visto, da una prospettiva industriale, come un'opportunità per un più ampio sfruttamento degli sforzi di ricerca e produzione al di là dei loro obiettivi iniziali, siano questi militari o civili. Per contro, gli "spin-off" si riferiscono specificamente a un flusso di conoscenza tecnologica da un lato (militare) all'altro (civile), ad es. prodotti che, essendo stati utilizzati inizialmente nell'ambito militare, hanno trovato la loro strada nelle applicazioni civili.

¹ *Eu funding for Dual Use. A practical guide to accessing EU funds for European Regional Authorities and SMEs.* European Commission Report. October 2014.

È importante sottolineare che ad oggi la definizione di dual use si avvicina sempre di più al fenomeno dello spin-off.

Alice *et al.* (1992) hanno suggerito che questo concetto potrebbe anche essere esteso per includere capacità tecnologica, conoscenza e know-how.

Cowan e Foray hanno scoperto che la doppia relazione è importante in almeno due casi diversi. In primo luogo, all'inizio della vita di una tecnologia si possono ottenere grandi vantaggi dall'estensione e dalla diversità dei diversi approcci all'apprendimento di tale tecnologia.

In secondo luogo, quando la tecnologia è una tecnologia di processo, i benefici possono verificarsi più avanti nel ciclo di vita, quando l'apprendimento sfocia nella sua razionalizzazione, a condizione che gli standard o le esigenze militari e civili siano sufficientemente simili.²

Ciò che è importante non è identificare le tecnologie, ma misurare il potenziale del dual use e organizzare il processo di innovazione in modo tale che la sfera civile e quella della difesa possano sfruttarlo.

Infatti, i vantaggi perseguibili attraverso il dual use possono essere sia di tipo micro che macroeconomico.

Il duplice uso da parte delle aziende consente loro di incrementare il volume d'affari attraverso la diversificazione o l'estensione dell'offerta. Inoltre, diversificando le loro attività, le società risultano meno esposte ai tagli economici sulle loro attività civili o militari.

In aggiunta, è possibile beneficiare di potenziali vantaggi derivanti dal supporto di società spin-off o dalla concessione in licenza di proprietà intellettuale, know-how e tecnologie di altre aziende.

² M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, (2010). *Potential dual use of military technology: does citing patents shed light on this process?*. Pages 335-349.

Dall'altra le società pubbliche, attraverso il dual use possono ottimizzare gli investimenti in progetti di ricerca e sviluppo, migliorare specializzazioni di nicchia o semplicemente contribuire alla diversificazione settoriale allo scopo di sostenerne l'attività o creare posti di lavoro.

Una strategia a duplice uso può risultare vantaggiosa anche per i ministeri della difesa.

Aumentando il bacino di aziende con capacità a duplice uso, essi supportano la generazione di innovazione e mantengono standard elevati, anche in seguito alla riduzione del budget destinato agli investimenti.

I ministeri della difesa possono fare in modo che la spesa futura destinata ai progetti di ricerca e sviluppo faccia leva sugli sviluppi commerciali ed eviti il moltiplicarsi degli investimenti civili.³

Nei paragrafi successivi analizzeremo le ricadute di conoscenza sia nella prospettiva da militare a civile (MC), sia da civile a militare (CM).

1.2. L'applicazione delle invenzioni militari nel settore civile

La Commissione europea considera la difesa e la sicurezza interna una delle principali dimensioni attraverso cui l'Unione Europea può favorire la cooperazione e la corrispondenza tra gli Stati membri. Sebbene la spesa dell'UE28 per la difesa e la sicurezza sia meno della metà del valore di quella degli USA - che ammonta a circa 600 miliardi di euro - essa rappresenta un'area di investimento non trascurabile. Nel 2016, le stime indicano un valore di 227 miliardi di euro per l'UE, con il 20% destinato a “Attrezzature e R&S”.

³ *Eu funding for Dual Use. A practical guide to accessing EU funds for European Regional Authorities and SMEs.* European Commission Report. October 2014.

Le industrie della difesa e della sicurezza includono complesse tecnologie che comportano cambiamenti significativi che possono rivoluzionare il settore e guidare il vantaggio tecnologico nel settore civile.

Di conseguenza, il duplice uso fornisce l'opportunità di migliorare la comprensione dei meccanismi di diffusione dell'innovazione militare e della capacità dell'UE di sviluppare nuove tecnologie.

Negli anni si sta assistendo a un declino del ruolo del settore della difesa nel suo significato tradizionale. Il cambiamento in corso riguarda la visione della sicurezza da un approccio statocentrico verso una visione più ampia che comprende la vulnerabilità della società e del sistema industriale (ad esempio il fallimento di infrastrutture critiche, pandemie, cambiamenti ambientali).

In futuro la crescente importanza delle tecnologie a duplice uso ridurrà probabilmente il ruolo delle tradizionali aziende della difesa come sviluppatori e utilizzatori principali di tecnologie avanzate.

Da uno studio della Commissione Europea intitolato “*Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies*” viene mostrata una tendenza crescente a brevettare invenzioni che coprono un'ampia gamma di settori tecnologici.

Le invenzioni a doppio uso sono identificate ogni volta che un'innovazione nel campo della difesa trova una successiva applicazione civile, vale a dire quando un brevetto della difesa è citato da almeno un'invenzione non militare.

La proporzione di invenzioni a doppio uso nell'intero set di dati dello studio è del 41%: il valore mostra eterogeneità nel tempo, nei settori tecnologici e nelle aree geografiche.

Infatti, il numero di famiglie di brevetti per anno nel campione delle innovazioni nel settore della difesa è aumentato del 25,3% negli anni tra il 2002 e il 2012; la maggior parte della crescita (23,0%) è avvenuta tra il 2006 e il 2010, come si può notare dalla figura 1.

È interessante notare che la tendenza alla crescita delle famiglie di brevetti durante questi 5 anni sembra essere guidata relativamente di più dal campione di invenzioni militari catturate attraverso il criterio di ingresso basato sul nome dell'azienda (32,0%), mentre il numero di famiglie di brevetti depositate per anno e identificate attraverso i codici IPC (15,8%) e le parole chiave sono più stabili nel tempo (16,0%).

Questo risultato sembra suggerire che le imprese del settore della difesa sono in continua e crescente innovazione, soprattutto in settori tecnologici che non sono strettamente identificati con specifici codici IPC o parole chiave legate al settore militare.

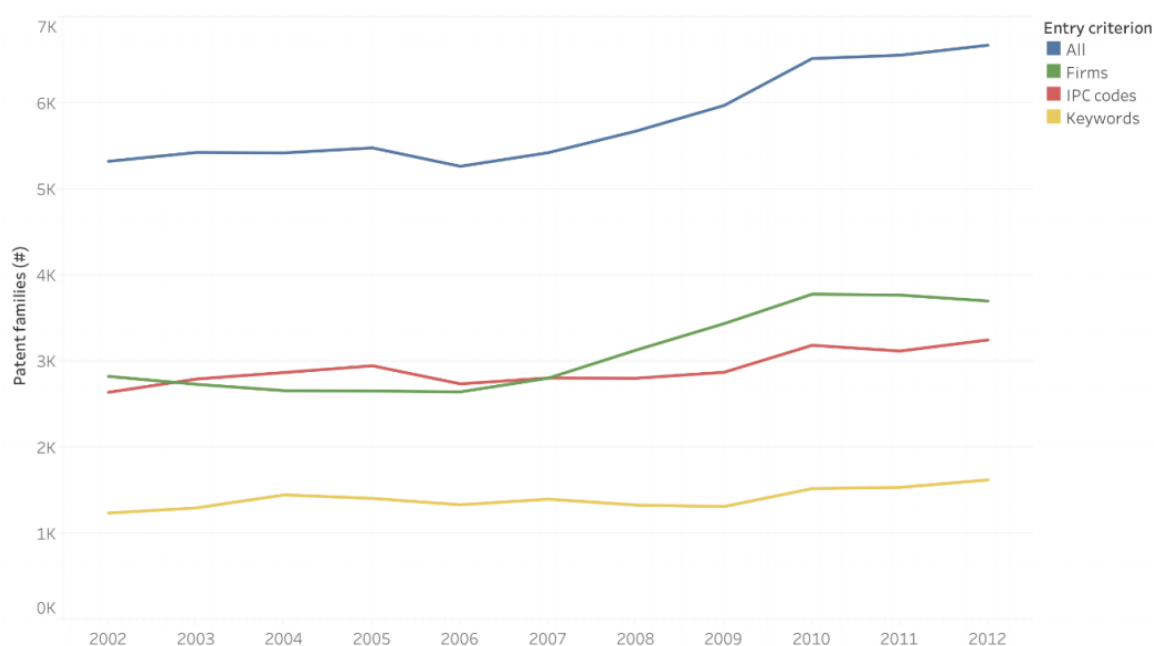


Figura 1- European Commission Report: "Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies"

Per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, il settore delle armi e delle munizioni ha meno probabilità di essere presente come applicazioni dual use (25,5%) rispetto agli altri settori tecnologici, come mostrato nella tabella 1.

Tutti gli altri campi infatti mostrano una proporzione di invenzioni a doppio uso superiore alla media.

In generale, i campi legati all' "Ingegneria elettrica" mostrano le quote più alte di invenzioni a doppio uso (tra il 56,6% e il 64,1%).

Il settore con la più alta proporzione di applicazioni a doppio uso è la "Tecnologia medica" in cui 2 brevetti su 3 trovano una successiva applicazione civile.

Sector	Field description	Defence families	Dual use fam.	Dual use fam. (% on tot. field)	H/L
Full sample		63,714	26,208	41.1%	
Electrical engineering	Electrical machinery, apparatus, energ	3,228	1,828	56.6%	↑
	Audio-visual technology	2,767	1,576	57.0%	↑
	Telecommunications	5,387	3,306	61.4%	↑
	Digital communication	2,740	1,594	58.2%	↑
	Basic communication processes	1,443	875	60.6%	↑
	Computer technology	5,779	3,630	62.8%	↑
	IT methods for management	495	294	59.4%	↑
Instruments	Semiconductors	1,573	1,009	64.1%	↑
	Optics	3,232	1,749	54.1%	↑
	Measurement	9,674	5,275	54.5%	↑
	Analysis of biological materials	385	200	51.9%	↑
	Control	3,209	1,835	57.2%	↑
Chemistry	Medical technology	757	504	66.6%	↑
	Organic fine chemistry	422	191	45.3%	↑
	Biotechnology	476	239	50.2%	↑
	Pharmaceuticals	375	161	42.9%	↑
	Macromolecular chemistry, polymers	415	216	52.0%	↑
	Food chemistry	46	16	34.8%	↓
	Basic materials chemistry	1,508	536	35.5%	↓
	Materials, metallurgy	1,087	542	49.9%	↑
	Surface technology, coating	2,051	1,150	56.1%	↑
	Micro-structural and nano-technology	365	212	58.1%	↑
Mechanical engineering	Chemical engineering	1,214	658	54.2%	↑
	Environmental technology	892	468	52.5%	↑
	Handling	1,250	680	54.4%	↑
	Machine tools	2,061	973	47.2%	↑
	Engines, pumps, turbines	1,530	719	47.0%	↑
	Textile and paper machines	770	424	55.1%	↑
	Other special machines (incl. Weapons and Ammunition)	27,390	6,983	25.5%	↓
	Thermal processes and apparatus	659	377	57.2%	↑
Other fields	Mechanical elements	1,799	885	49.2%	↑
	Transport	7,849	3,478	44.3%	↑
	Furniture, games	443	263	59.4%	↑
	Other consumer goods	1,848	1,100	59.5%	↑
	Civil engineering	2,620	1,254	47.9%	↑

Tabella 1 - European Commission Report: "Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies"

I dati rivelano anche la presenza di differenze significative tra i paesi di origine delle innovazioni nel campo della difesa: gli Stati Uniti riportano la quota più alta di casi di dual use (63,9%) mentre gli altri paesi oscillano tra il 45,3% e il 4,9%.

La tabella 2 riporta la distribuzione dei brevetti di difesa e delle tecnologie a duplice uso nei diversi uffici brevetti considerati nell'analisi.

Gli uffici brevetti (Patents Office, in seguito PO) sono ordinati in base al numero di invenzioni a doppio uso. Il PO più grande è l'United States Patent and Trademark Office con più di 18 mila famiglie di brevetti, che rappresentano circa il 69% del totale delle invenzioni a doppio uso identificate nel campione. Il secondo PO è quello della Francia con meno di un decimo delle famiglie a doppio uso (6,5%) rispetto all'USPTO.

Priority office	Number of defence fam. (%)	Number of dual use fam. (%)	Perc. of dual use fam. on Office defence fam.
USA	28,347 (44.5%)	18,107 (69.1%)	63.9%
FRANCE	5,283 (8.3%)	1,715 (6.5%)	32.5%
SOUTH KOREA, REPUBLIC OF	7,053 (11.1%)	1,483 (5.7%)	21.0%
GERMANY	4,368 (6.9%)	1,051 (4.0%)	24.1%
UK	2,573 (4.0%)	915 (3.5%)	35.6%
JAPAN	2,862 (4.5%)	810 (3.1%)	28.3%
EPO	1,348 (2.1%)	610 (2.3%)	45.3%
RUSSIAN FED.	6,147 (9.6%)	304 (1.2%)	4.9%
ISRAEL	893 (1.4%)	276 (1.1%)	30.9%
PCT - WIPO	714 (1.1%)	232 (0.9%)	32.5%
Others	4,126 (6.5%)	705 (2.7%)	17.1%
Total	63,714 (100%)	26,208 (100%)	41.1%

Tabella 2 - European Commission Report: "Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies"

È interessante confrontare la quota relativa di casi a doppio uso rispetto alla media globale (41,1%).

Inoltre, i PO nel settore della difesa nel periodo 2002-12 possono essere classificati in base alla proporzione di famiglie di brevetti a doppio uso:

- Più alta della media globale: USPTO (64%); Taiwan (46%); EPO e Australia (45%);
- Tra il 25 e il 40%: Cina (39%); Regno Unito (36%); Francia e Paesi Bassi (33%); Israele (31%); Giappone (28%);
- Tra il 10 e il 25%: Germania e Norvegia (24%); Sudafrica e Svezia (22%); Svizzera (23%); Italia, Austria e Repubblica di Corea del Sud (21%); Canada (20%); Finlandia (15%); India (13%).
- Sotto il 10%: Spagna (8%); Grecia (7%); Federazione Russa (5%); Bulgaria e Repubblica Ceca (4%); Turchia (3%); Romania (1%); Polonia (0,4%); Slovacchia (meno dello 0,1%).

Infine, lo studio mira a valutare l'entità della quota relativa di spillover all'interno e tra i paesi analizzando la rete di citazione dei brevetti. I risultati suggeriscono la presenza di una significativa eterogeneità nella quota di flussi di conoscenza interna. In particolare, le innovazioni della difesa generate nell'area europea sono significativamente citate dalle invenzioni sviluppate negli Stati Uniti. Il modello è simile se si considerano i casi duali e non duali, ma è interessante notare che la quota di ricadute transfrontaliere è più alta per le invenzioni dual use che per quelle non duali.

La figura 2 descrive i flussi citazionali per i PO più rilevanti.

La conoscenza interna di alcuni paesi è la più grande base di conoscenza per i successivi sviluppi tecnici (per esempio gli Stati Uniti, la Corea del Sud o la Federazione Russa).

Al contrario, le innovazioni della difesa sviluppate in paesi come l'Australia, il Canada o l'Italia costituiscono la base di conoscenza per le successive invenzioni che vengono inventate altrove, nella maggior parte dei casi negli Stati Uniti. A titolo di esempio, le innovazioni svedesi nel settore della difesa sono citate da invenzioni originate in Svezia nel 9% dei casi e negli Stati Uniti nell'80% dei casi.

Le innovazioni sviluppate in Europa (UE28) sono principalmente la base per altre invenzioni di difesa sviluppate nella stessa area (40%) o negli USA (45%). Nel resto del mondo, i paesi asiatici sono le principali aree che sfruttano la base di conoscenza europea.

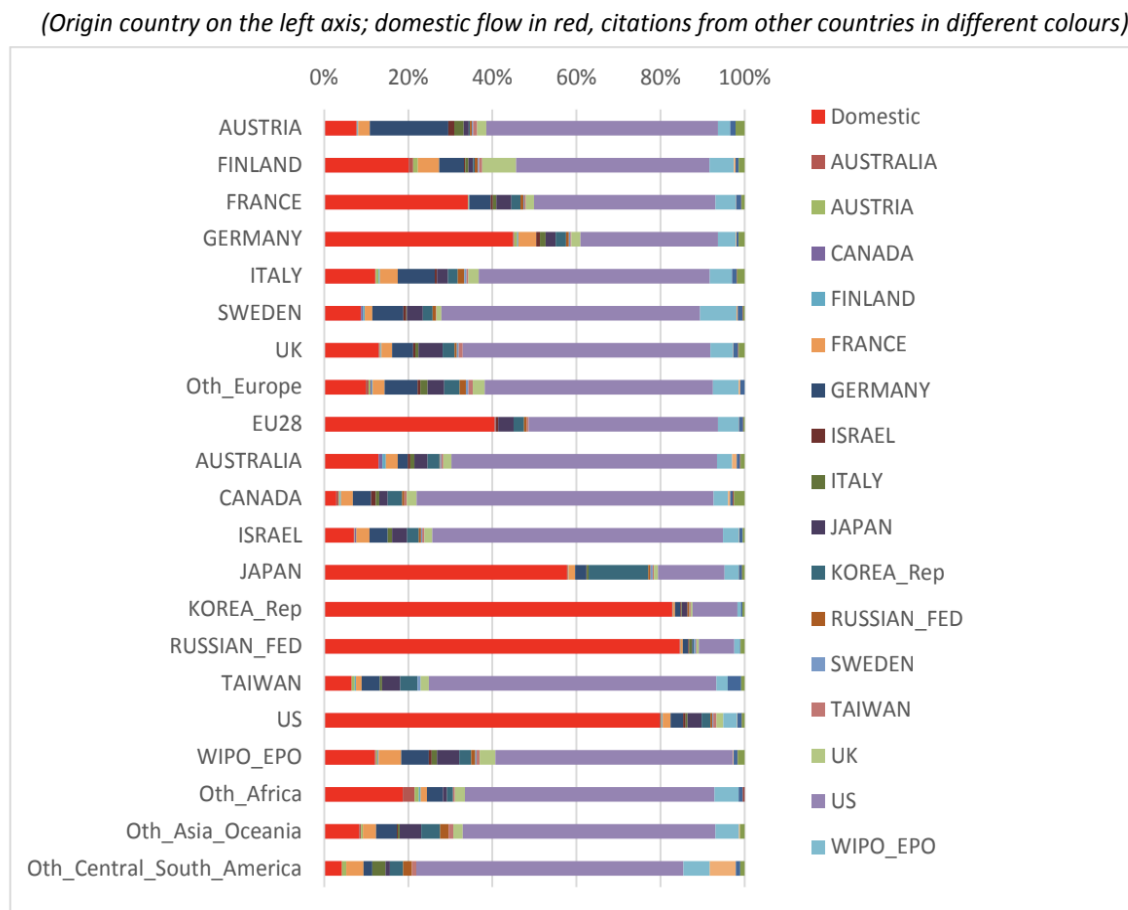


Figura 2 - European Commission Report: "Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies"

La stessa analisi effettuata sul sottocampione delle innovazioni a duplice uso e delle citazioni civili mostra alcune differenze. La figura 3 mostra la rilevanza relativa dei flussi nazionali e transfrontalieri per il sotto campione di casi a duplice uso.

Considerando le innovazioni a duplice uso generate nell'area UE28, una quota relativamente bassa di queste innovazioni viene utilizzata come base per lo sviluppo di successive invenzioni europee. I

flussi all'interno dell'UE28 rappresentano circa il 25% dei flussi citazionali totali. Le invenzioni successive originate nell'area EU28 sono particolarmente elevate negli Stati Uniti. Infatti, circa il 53% delle citazioni dei brevetti a doppio uso dell'UE28 provengono dagli Stati Uniti. Al contrario, circa il 76% dei brevetti a duplice uso sviluppati negli Stati Uniti alimentano future invenzioni nazionali.⁴

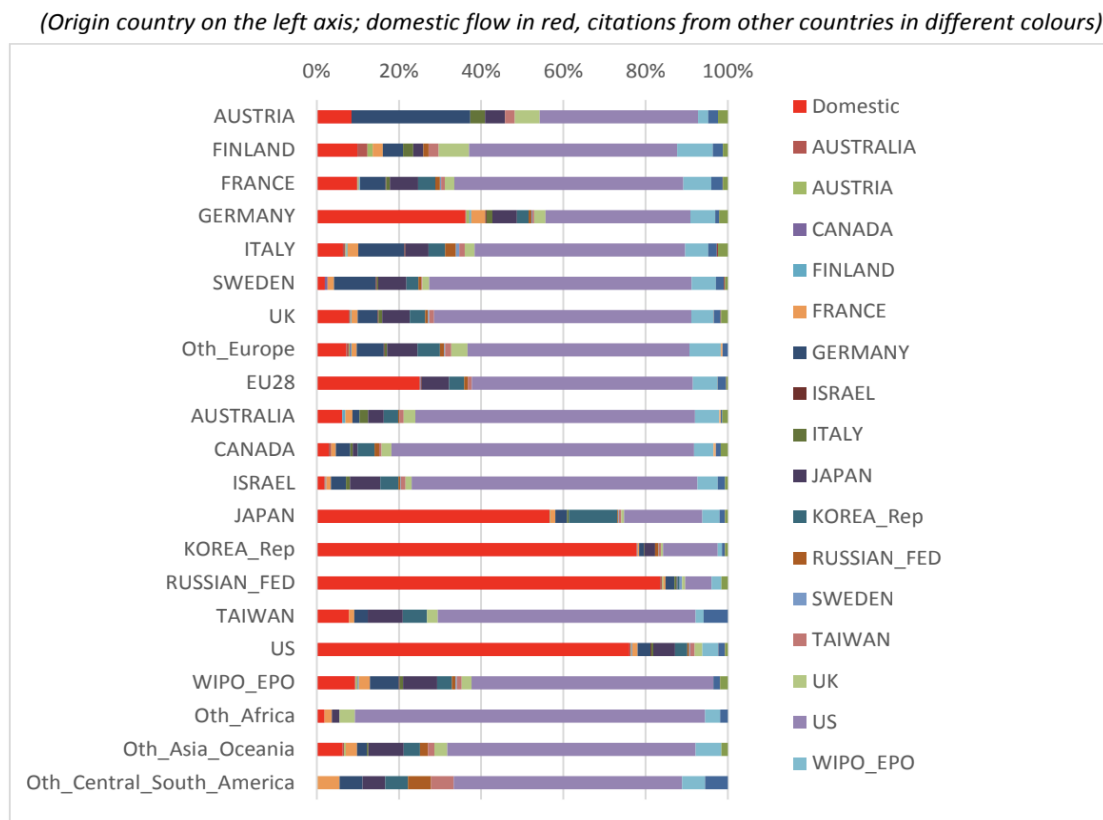


Figura 3 - European Commission Report: "Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies"

Lo studio analizzato ha quindi definito il fenomeno del dual use dal punto di vista del passaggio di conoscenza dal settore militare a quello civile.

La più grande fonte geografica di innovazioni sono gli Stati Uniti e concentrandosi sulle venti regioni più grandi in termini di brevetti di difesa troviamo tra queste anche l'Europa.

La proporzione di invenzioni a doppio uso sull'intero set di dati è del 41%, ma il valore mostra eterogeneità tra i campi tecnologici e le diverse aree geografiche.

⁴ F. Caviggioli, A. De Marco, G. Scellato. *Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies*. European Commission Report. 2018

Infatti vi sono differenze significative tra i paesi sia per quanto riguarda l'origine delle innovazioni nel campo della difesa, dove gli Stati Uniti riportano la quota più alta di casi di uso duale (63,9%), sia per quanto riguarda la presenza e la forza delle ricadute di conoscenza all'interno e tra i paesi.

È interessante notare che la quota di innovazioni applicate in un paese diverso da quello che ha sviluppato la tecnologia è più alta quando questa è duale piuttosto che non duale: questo suggerisce che le invenzioni a doppio uso hanno maggiori probabilità di diffondersi oltre confini nazionali.

Nel paragrafo successivo si analizzerà il fenomeno duale dal punto di vista opposto, ovvero del passaggio di conoscenza dal settore civile a quello militare.

1.3. L'applicazione delle invenzioni civili nel settore militare

L'analisi dei meccanismi di governance utilizzati dalle agenzie di difesa nazionali fornisce alcune prove sul quadro mutato delle attività di innovazione e sul crescente dominio tecnologico civile.

Le fonti di cambiamento sono comunemente identificate nel sistema di innovazione nazionale e nel sistema di innovazione settoriale.

Tuttavia, poiché le conoscenze e le capacità sono più distribuite e i nuovi sviluppi richiedono una ricombinazione sempre maggiore da diverse aree tecniche, gli attori pubblici e privati devono collaborare. Ad esempio, concentrandoci sul Ministero della Difesa britannico (MoD) si può riscontrare un graduale cambiamento negli obiettivi delle attività perseguite. Inizialmente, le iniziative del Ministero della Difesa erano progettate per sfruttare i progetti militari e sottoporre i loro risultati alla società. Successivamente, il Ministero della Difesa ha promosso collaborazioni civili-militari e relative forme organizzative e istituzionali, seguendo un approccio di spin-in al fine di ampliare la base di ricerca e sviluppo del settore militare. La politica adottata consisteva nel

sensibilizzare le imprese civili, in particolare le PMI, ai programmi di difesa come potenziale sbocco per le loro innovazioni.

Da uno studio della Commissione Europea intitolato *“Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence”* si forniscono approfondimenti sull'intensità delle ricadute di conoscenza dal settore civile a quello militare, con una prospettiva comparativa tra i diversi paesi.

Per quanto riguarda le innovazioni militari, la distribuzione geografica e la composizione tecnologica nei settori WIPO (World Intellectual Property Organization) sono coerenti con i risultati dello studio analizzato nel paragrafo precedente *“Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies”*.

Infatti, come si può notare nella tabella 3, gli USA sono la principale fonte di innovazioni brevettate nel campo della difesa e da soli rappresentano una quota pari alla somma di Corea del Sud, Federazione Russa, Francia, Germania, Giappone e Regno Unito (circa il 43%).

La quota combinata dei maggiori paesi europei per numero di innovazioni nel campo della difesa, ovvero Francia, Germania, Regno Unito, Italia, Polonia, Spagna, Svezia, Austria e Finlandia, ammonta al 20% di tutte le invenzioni militari.

Rank	Priority country	Families	Perc.on total defence sample
1	USA	37,434	43.3%
2	South Korea	10,688	12.3%
3	Russian Federation	8,394	9.7%
4	France	7,102	8.2%
5	Germany	5,465	6.3%
6	Japan	3,410	3.9%
7	United Kingdom	3,311	3.8%
8	EPO	1,953	2.3%
9	Israel	1,099	1.3%
10	PCT filing (WIPO)	1,019	1.2%
11	Italy	982	1.1%
12	Poland	624	0.7%
13	Spain	402	0.5%
14	Sweden	392	0.5%
15	Canada	295	0.3%
16	Australia	249	0.3%
17	Austria	208	0.2%
18	Finland	207	0.2%
19	Taiwan	143	0.2%
20	Turkey	141	0.2%
	OTHERS	1,516	1.8%

Tabella 3 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

La definizione utilizzata in questo studio identifica un duplice uso ogni qualvolta un'invenzione civile viene citata da una successiva innovazione militare. La tabella 4 mostra l'incidenza dei casi di duplice uso con pool di riferimento diversi: l'intero campione di invenzioni civili, di invenzioni ibride e il

gruppo combinato che le contiene entrambe. Le invenzioni ibride fanno riferimento a brevetti appartenenti ad aziende con vendite di armi inferiori al 50% dei ricavi totali.

I valori per il campione limitati alle innovazioni civili mostrano che l'uso civile è del 57,9% e il doppio uso è dell'1,4%. Concentrandosi solo sul sottocampione di invenzioni ibride, la quota di duplice uso è più elevata (3,4%).

I dati sul gruppo combinato di invenzioni civili e ibride che ricevono almeno una citazione in un brevetto militare rappresentano l'1,5%. Poiché il numero di brevetti ibridi è molto piccolo rispetto al numero totale di brevetti civili, le analisi successive si concentrano sul gruppo combinato.

Reference sample	Category	% in ref. sample
Civilian patents	no citation received	40.6%
	At least one citation, no citation received by a military patent	57.9%
	At least one citation received by a military patent (PURE DUAL USE)	1.4%
	Total	100.0%
Hybrid patents	no citation received	31.4%
	At least one citation, no citation received by a military patent	65.2%
	At least one citation received by a military patent	3.4%
	Total	100.0%
Civilian and Hybrid Patents	no citation received	40.2%
	At least one citation, no citation received by a military patent	58.3%
	At least one citation received by a military patent (EXTENSIVE DUAL USE)	1.5%
	Total	100.0%

Tabella 4 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

Le analisi suggeriscono la presenza di una tendenza leggermente decrescente nel doppio uso CM (dall'1,6% nel 2002 all'1,3% nel 2009), come mostrato in figura 4.

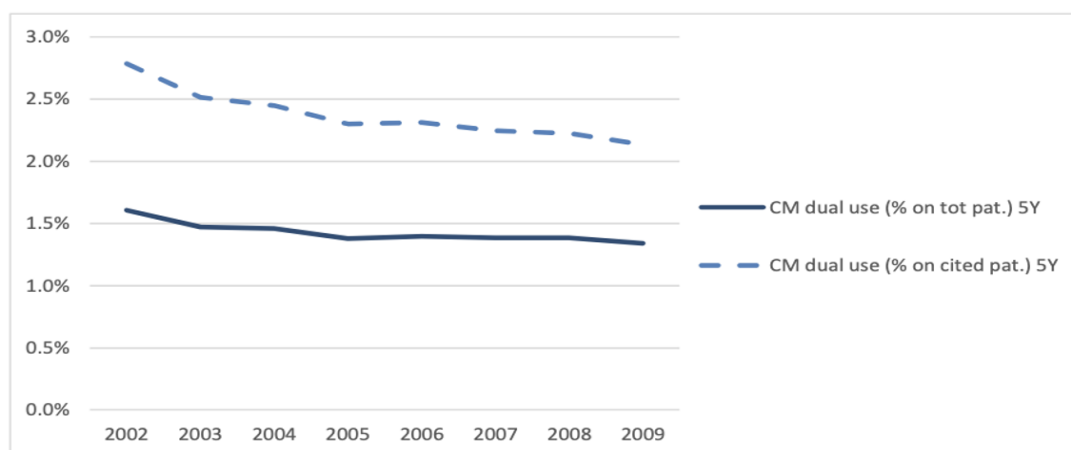


Figura 4 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

Vengono avanzati alcuni potenziali driver per spiegare il risultato:

- Le aziende della difesa hanno assorbito tecnologie e competenze civili;
- A livello aggregato i due domini, “civile” e “militare” sono sempre meno permeabili;
- Ci vuole più tempo per identificare uno spillover dal settore civile a quello militare a causa della complessità tecnologica o della specializzazione.

Il confronto tra le due direzioni dei casi dual use, ovvero da civile a militare (CM) e da militare a civile (MC) fornisce risultati interessanti. In numeri assoluti, le invenzioni CM sono quattro volte i MC, come mostrato in figura 5.

La comparazione è abbastanza stabile con una leggera variazione negli ultimi anni a favore dei casi MC. Le potenziali ragioni di questa variazione sono:

- Sebbene il numero di invenzioni civili sia abbastanza costante nel tempo, i brevetti militari stanno aumentando.

- Le citazioni da invenzioni civili a brevetti per la difesa sono in media più veloci di quelle da brevetti militari a brevetti civili.

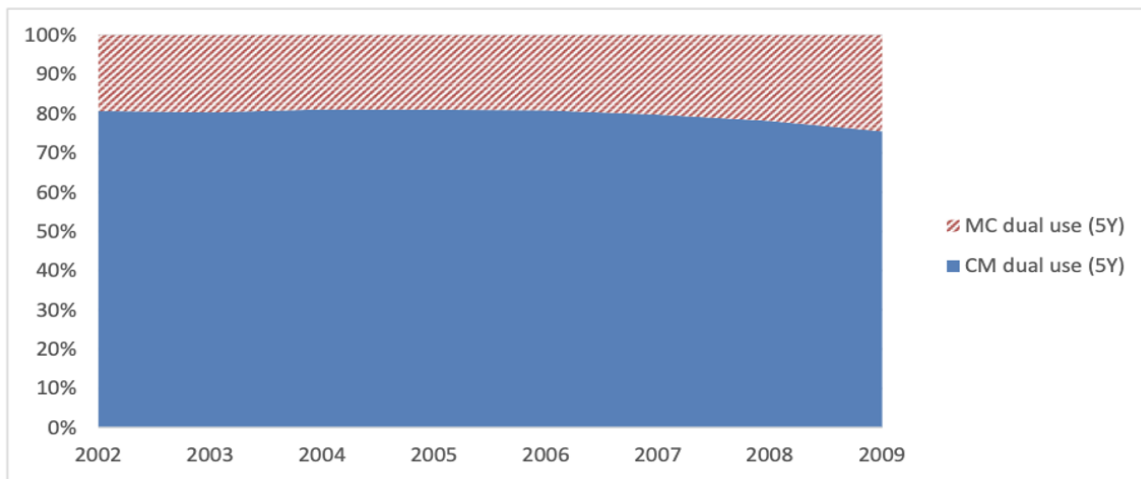


Figura 5 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

La quota di CM dual use nel campione civile è dell'1,5% mentre la quota di MC dual use del corrispondente campione militare è di circa il 50%. Questa enorme differenza sembra essere guidata dalla differenza tra le dimensioni dei campioni civili e militari.

Infatti, quando si pesa il numero di potenziali citazioni di brevetti, la presenza relativa di CM dual use è 3,6 volte superiore a MC.

La tabella 5 inoltre mostra i campi tecnologici in cui il dual use CM sembra essere più presente.

Sector	Field number	Field description	Civil pat. fam.	CM dual use pat. fam.	CM dual use [% in the field]	CM dual use > sample avg	Change of CM dual use %
Electrical engineering	01	Electrical machinery, apparatus, energy	1,024,776	18,169	1.8%	▶	-0.05%
	02	Audio-visual technology	809,693	18,195	2.2%	▶	0.07%
	03	Telecommunications	586,200	21,086	3.6%	▶	-0.49%
	04	Digital communication	532,585	17,782	3.3%	▶	-1.28%
	05	Basic communication processes	157,198	5,719	3.6%	▶	-0.76%
	06	Computer technology	1,178,955	33,102	2.8%	▶	-0.28%
	07	IT methods for management	281,855	4,547	1.6%	▶	-0.25%
	08	Semiconductors	680,031	11,886	1.7%	▶	-0.26%
Instruments	09	Optics	686,537	12,877	1.9%	▶	-0.18%
	10	Measurement	677,947	24,808	3.7%	▶	-0.38%
	11	Analysis of biological materials	110,180	2,145	1.9%	▶	-0.65%
	12	Control	360,792	13,024	3.6%	▶	-0.09%
	13	Medical technology	507,252	8,404	1.7%	▶	-0.42%
Chemistry	14	Organic fine chemistry	274,545	2,329	0.8%		-0.16%
	15	Biotechnology	216,360	2,708	1.3%		-0.22%
	16	Pharmaceuticals	274,123	2,322	0.8%		-0.31%
	17	Macromolecular chemistry, polymers	243,512	2,686	1.1%		-0.19%
	18	Food chemistry	205,789	524	0.3%		-0.06%
	19	Basic materials chemistry	326,559	4,197	1.3%		-0.26%
	20	Materials, metallurgy	287,851	5,149	1.8%	▶	-0.25%
	21	Surface technology, coating	356,089	8,180	2.3%	▶	-0.03%
	22	Micro-structural and nano-technology	47,916	2,565	5.4%	▶	-2.25%
	23	Chemical engineering	366,212	5,881	1.6%	▶	-0.37%
Mechanical engineering	24	Environmental technology	254,174	3,232	1.3%		-0.20%
	25	Handling	433,025	4,940	1.1%		0.06%
	26	Machine tools	363,844	5,698	1.6%	▶	0.19%
	27	Engines, pumps, turbines	402,695	7,235	1.8%	▶	0.25%
	28	Textile and paper machines	317,377	3,027	1.0%		-0.03%
	29	Other special machines	471,334	7,014	1.5%		0.00%
	30	Thermal processes and apparatus	272,518	3,172	1.2%		0.06%
	31	Mechanical elements	477,088	7,372	1.5%	▶	0.15%
	32	Transport	725,601	18,180	2.5%	▶	0.19%
	33	Furniture, games	490,618	4,557	0.9%		0.02%
Other fields	34	Other consumer goods	345,961	5,787	1.7%	▶	-0.05%
	35	Civil engineering	552,037	7,740	1.4%		0.03%

Tabella 5 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

Va notato che il campo più piccolo per numero di invenzioni sviluppate "Micro-strutturale e nanotecnologia" mostra la più alta incidenza di applicazioni duali a partire da invenzioni civili (5,4%), ma mostra anche la diminuzione più elevata nel periodo in esame (-2,25%).

L'intera area dell'"Elettrotecnica" sembra favorire l'emergere di ricadute dai domini civili a militari e viceversa come identificato nel precedente studio sulle applicazioni civili delle invenzioni di difesa (Caviggioli et al., 2018).

Dal punto di vista geografico le regioni con la più alta percentuale di casi di doppio uso CM sono molto simili a quelle trovate per i casi di MC (Caviggioli et al., 2018) e sono mostrate nella tabella 6:

Priority office	Number of civil fam.	% on tot civ.	Number of dual use fam.	% on tot.dual	Perc. of dual use fam. on Office civil fam.
US	1,873,279	18.9%	88,407	58.7%	4.7%
Japan	3,845,213	38.9%	22,907	15.2%	0.6%
South Korea	1,731,299	17.5%	9,089	6.0%	0.5%
Germany	588,996	6.0%	7,162	4.8%	1.2%
EPO	211,448	2.1%	3,795	2.5%	1.8%
United Kingdom	236,180	2.4%	3,565	2.4%	1.5%
France	174,958	1.8%	3,358	2.2%	1.9%
PCT Filing - WIPO	147,284	1.5%	2,990	2.0%	2.0%
Russian Federation	339,006	3.4%	1,046	0.7%	0.3%
Italy	114,989	1.2%	567	0.4%	0.4%
Others	624,715	6.3%	7,768	5.2%	1.2%
Total	9,887,367	100%	150,654	100%	1.5%

Tabella 6 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

L'evidenza suggerisce che le invenzioni sviluppate in specifiche aree geografiche hanno in media una natura duplice più frequentemente che in altre regioni.

Il Patent Office più grande è l'USPTO con oltre 80mila famiglie di brevetti che rappresentano il 58,7% del totale delle invenzioni a duplice uso identificate nel campione; la quota di CM dual use sul totale delle invenzioni civili è del 4,7% negli USA.

L'analisi della rete di citazione dei brevetti ha portato alla generazione di una matrice di flussi di conoscenza allo scopo di evidenziare la presenza e la relativa quota di spillover all'interno e tra i paesi. I risultati suggeriscono una significativa eterogeneità nella quota dei flussi di conoscenza interni. Il confronto tra l'incidenza del flusso interno di casi duali e non duali consente di evidenziare il fatto che lo spillover domestico per il duplice uso è inferiore a quello per il non duale nella maggior

parte dei paesi. Questa scoperta suggerisce che un'applicazione militare di un'innovazione civile è relativamente più frequente al di fuori dei confini di un paese.

È stato calcolato un indice per consentire il confronto tra paesi (tabella 7), che tiene conto della presenza relativa del duplice uso e combina la quota di casi di duplice uso domestico CM in ciascuna regione con la presenza locale di casi di duplice uso.

Origin Office	Civil-to-civil flows: share of domestic (%) (1)	Dual use flows, share of domestic (%) (2)	Presence of dual use (%) (3)	Local spillover of civil-to-military (2) * (3)
Austria	15.5%	5.3%	1.0%	0.05
France	26.7%	30.5%	1.9%	0.59
Germany	45.5%	26.8%	1.2%	0.33
Italy	17.5%	6.2%	0.5%	0.03
Spain	20.4%	9.1%	0.4%	0.03
Sweden	12.3%	3.0%	1.6%	0.05
UK	15.0%	13.0%	1.5%	0.20
Oth. European countries	14.3%	5.0%	0.7%	0.03
EU28	42.2%	36.1%	1.2%	0.43
Australia	6.8%	2.1%	4.8%	0.10
Canada	4.8%	0.4%	1.9%	0.01
China	55.5%	3.2%	1.2%	0.04
Israel	4.6%	3.1%	2.7%	0.08
Japan	61.2%	8.4%	0.6%	0.05
Korea Rep	50.5%	49.1%	0.5%	0.26
Russian Fed	64.9%	66.7%	0.3%	0.21
Taiwan	18.2%	2.0%	1.8%	0.04
US	69.2%	77.4%	4.7%	3.65
WIPO - EPO	20.7%	7.6%	1.9%	0.14
Oth. Africa	7.6%	0.0%	2.5%	0.00
Oth. Asia / Oceania	10.1%	1.2%	1.1%	0.01
Oth. Central / South America	8.4%	1.6%	1.7%	0.03
Total, excluding US	48.8%	17.9%	0.8%	0.14
Total	58.1%	55.7%	1.5%	0.85

Tabella 7 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

Piuttosto che il valore effettivo del moltiplicatore, è interessante evidenziare l'eterogeneità tra i paesi. Gli Stati Uniti rappresentano un valore anomalo, essendo i più propensi a trasformare i risultati della ricerca civile in successive applicazioni militari nazionali.

Se si considera l'area geografica dell'UE28, il moltiplicatore mostra una presenza relativamente elevata di innovazioni civili locali che diventano duali all'interno dei confini dell'UE28. Questo risultato è solo in parte guidato dal fenomeno intranazionale (come per Francia e Germania). I valori per gli altri paesi membri più grandi (Austria, Italia, Spagna e Svezia) sono inferiori al valore dell'aggregato EU28: ciò suggerisce la presenza di un effetto transfrontaliero, ovvero un'invenzione civile sviluppata in uno degli stati membri viene utilizzata da un altro paese membro in un'applicazione militare.

Le aziende con il maggior numero di invenzioni civili con una successiva applicazione militare (tabella 8) sono IBM, Samsung e Microsoft con un doppio utilizzo di CM compreso tra l'1,5 e il 5,5% dei loro portafogli.

Motorola (10,5%) e Boeing (9,6%) mostrano una quota relativamente più elevata nel loro portafoglio di brevetti, essendo quest'ultima una delle aziende definite ibride, con ricavi da vendita di armi al di sotto della soglia del 50%.

Rank	Assignee	Country	Portfolio (tot fam.)	Dual use fam. (#)	Dual use fam. (%)	Type of comp.
1	IBM CORP	US	58438	2036	3.5%	Civil
2	SAMSUNG ELECTRONICS	KR	110746	1643	1.5%	Civil
3	MICROSOFT CORP	US	22415	1238	5.5%	Civil
4	SONY CORP	JP	51741	885	1.7%	Civil
5	THE BOEING CO	US	8104	778	9.6%	Hybrid
6	HITACHI LTD	JP	48079	724	1.5%	Civil
7	INTEL CORP	US	14885	713	4.8%	Civil
8	FUJITSU LTD	JP	42347	688	1.6%	Civil
9	TOYOTA MOTOR CORP	JP	93044	632	0.7%	Civil
10	NOKIA CORP	FI	7411	534	7.2%	Civil
11	ROBERT BOSCH GMBH	DE	44278	531	1.2%	Civil
12	CANON INC	JP	102556	529	0.5%	Civil
13	ELECT & TELECOM RES INST (ETRI)	KR	16613	492	3.0%	Civil
14	HONDA MOTOR CO	JP	38137	472	1.2%	Civil
15	HEWLETT PACKARD	US	18845	461	2.4%	Hybrid
16	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO	JP	60584	450	0.7%	Civil
17	QUALCOMM INC	US	8522	429	5.0%	Civil
18	MOTOROLA INC	US	4052	425	10.5%	Civil
19	DENSO CORP	JP	47088	417	0.9%	Civil
20	LG ELECTRONICS INC.	KR	73117	407	0.6%	Civil

Tabella 8 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

Le maggiori 20 società militari che applicano brevetti civili sono mostrate nella tabella 9, includono due società di agenzie governative ibride statunitensi e una sudcoreana. La società responsabile della maggior parte dei casi di duplice uso è Raytheon (6,8% del campione totale di casi di duplice uso). Per quanto riguarda la quota di brevetti responsabili del doppio uso sul portafoglio totale, Exelis (92%), Bell Helicopter Textron (84%) e Harris (81%) mostrano i valori più alti. Al contrario, un gruppo di assegnatari che include le agenzie per la difesa degli Stati Uniti e della Corea del Sud riporta una quota di portafoglio di circa il 50% o inferiore (ad esempio BAE, Northrop Grumman e Qinetiq).⁵

⁵ F. Caviggioli, A. De Marco, G. Scellato. *Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence*. European Commission Report. 2020

Rank	Assignee	Ctry	Number of military fam. citing a previous civil fam. (#)	Perc on tot. portfolio	Type of comp.
1	RAYTHEON	US	10,852	7.2%	Military
2	THALES	FR	8,141	5.4%	Military
3	LOCKHEED MARTIN	US	7,476	5.0%	Military
4	HARRIS	US	5,338	3.5%	Military
5	US NAVY	US	4,263	2.8%	Military
6	BAE	GB	4,208	2.8%	Military
7	NORTHROP GRUMMAN	US	3,605	2.4%	Military
8	AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT	KR	2,754	1.8%	Military
9	SAMSUNG TECHWIN	KR	2,196	1.5%	Hybrid
10	AIRBUS DEFENCE & SPACE	EU	1,817	1.2%	Military
11	US ARMY	US	1,706	1.1%	Military
12	SANDIA	US	1,673	1.1%	Military
13	SAGEM DEFENSE SECURITE	FR	1,433	1.0%	Military
14	BELL HELICOPTER TEXTRON	US	1,199	0.8%	Military
15	SAAB AB	SE	1,142	0.8%	Military
16	SIKORSKY AIRCRAFT	US	1,116	0.7%	Military
17	EADS	EU	1,036	0.7%	Hybrid
18	EXELIS	US	965	0.6%	Military
19	QINETIQ	UK	965	0.6%	Military
20	HANWHA TECHWIN	KR	861	0.6%	Military

Tabella 9 - European Commission Report: "Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence"

In conclusione, lo studio ha evidenziato una coerenza con i risultati dello studio precedente per quanto riguarda le innovazioni militari, la distribuzione geografica e la composizione tecnologica.

Dal confronto tra le due direzioni dei casi dual use risulta che, in numeri assoluti, le invenzioni CM sono quattro volte i MC, mentre quando si pesa il numero di potenziali citazioni, la presenza relativa di CM dual use è 3,6 volte superiore a MC.

Dal punto di vista geografico le regioni con la più alta percentuale di casi di doppio uso CM sono molto simili a quelle trovate per i casi di MC, dove il Patent Office più grande è l'USPTO.

Si identifica inoltre una significativa eterogeneità nella quota dei flussi di conoscenza interni e le analisi individuano che l'applicazione militare di un'innovazione civile è relativamente più frequente al di fuori dei confini di un paese.

Ma quali sono i fattori che influenzano queste ricadute di conoscenza tra i diversi fattori? Nel paragrafo successivo si analizzeranno le componenti micro e macroeconomiche che determinano il duplice uso della tecnologia.

1.4. Fattori che influenzano il dual use

Dal punto di vista economico, l'analisi dei flussi di conoscenza tra settore militare e settore civile è rilevante per almeno tre ragioni.

In primo luogo, le conoscenze tecnologiche militari possono estendersi al settore civile; di conseguenza, un'impresa può ottenere benefici da questo stock di conoscenza generato da un'altra impresa per generare una nuova invenzione civile o per migliorare le innovazioni attuali. Ciò è particolarmente rilevante per lo sviluppo tecnologico in generale.

In secondo luogo, alcuni studi di econometria hanno dimostrato l'impatto della ricerca e dello sviluppo militare (R&S) sulla crescita economica.

In terzo luogo, da un punto di vista politico, è conveniente sapere, se ci sono ritorni aggiuntivi dall'investimento in tecnologia o conoscenza di tipo militare (ad esempio se l'industria militare

fornisce un supporto tecnologico ad altre industrie), poiché questo diventa un fattore strategicamente importante in quei paesi caratterizzati da un'importante industria di armi.

Per quanto concerne i fattori che influenzano l'applicazione dual use dei brevetti, da uno studio di Acosta et al. 2012 ricaviamo che:

1. La diffusione delle conoscenze militari insite nei brevetti militari è maggiore quando il brevetto militare può avere diverse applicazioni ed è progressivamente meno specifico in termini di armi e munizioni. Mentre i brevetti sulle armi hanno maggiori probabilità di essere citati nei brevetti con scopi militari, i brevetti a uso misto hanno maggiori probabilità di essere citati nei brevetti con scopi civili.
2. Le domande di brevetto depositate da società britanniche, francesi, statunitensi, giapponesi e tedesche sono, in quest'ordine, più soggette ad avere un numero maggiore di citazioni nei brevetti civili rispetto a quelli militari. In questo senso, la tecnologia militare di questi Paesi è più “diffusa” di quella di altri.
3. Il Giappone è il paese che cita i brevetti militari in un numero maggiore di brevetti civili rispetto a quelli militari, mentre Germania e Francia citano i brevetti militari nei brevetti misti. Inoltre, insieme alla Gran Bretagna, citano i brevetti militari nei brevetti civili in misura minore rispetto al resto dei paesi.
4. Per quanto riguarda il tipo di attore titolare del brevetto originario, la citazione dei brevetti misti è maggiore in brevetti di proprietà istituzionale, mentre la citazione di brevetti militari è maggiore se il titolare del brevetto è una società privata.

Al contrario, per quanto riguarda gli attori che citano i brevetti militari, le aziende private citano i brevetti militari per scopi misti, mentre le istituzioni pubbliche inseriscono le tecnologie militari in un numero maggiore di brevetti militari.

5. La capacità tecnologica della società citante incide anche sul tipo di diffusione della tecnologia militare. Maggiore è la sua capacità tecnologica, maggiore è la diffusione nelle invenzioni civili.⁶

Quindi, alla luce di questi fattori, promuovere brevetti o società/istituzioni brevettanti in paesi come Gran Bretagna, Francia o Stati Uniti porterebbe a risultati migliori in termini di diffusione tecnologica rispetto ad altri paesi, mentre incoraggiando gli attori che catturano la conoscenza militare si avrebbe più successo in Giappone che in qualsiasi altra parte del mondo.

Inoltre, nel promuovere la diffusione della tecnologia militare nei settori civili, sappiamo che non importa se questa avviene nelle istituzioni pubbliche o nelle aziende private. Tuttavia, la precedente esperienza tecnologica di un'azienda che cita un brevetto è effettivamente un fattore determinante per garantire una maggiore diffusione delle conoscenze militari alle tecnologie civili.

Queste analisi sottolineano che fattori sia micro che macro economici determinano il duplice uso della tecnologia. Da un punto di vista commerciale, le caratteristiche tecnologiche delle aziende o le loro competenze tecnologiche influenzeranno il processo. Da un punto di vista macroeconomico, il paese influenza anche l'esistenza della doppia tecnologia, poiché il suo quadro giuridico, la struttura produttiva e la tradizione industriale sono tutti fattori che dovrebbero essere presi in considerazione.⁷

Dopo aver definito quindi i fattori micro e macroeconomici che influenzano l'attuarsi o meno del fenomeno dual use, nel capitolo successivo si analizzerà invece come il dual use crei delle esternalità positive che si riversano sull'intera economia.

⁶ M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, P. Prats. (2013). *Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition*. Scientometrics, 94, 1-22.

⁷ M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, (2010). *Potential dual use of military technology: does citing patents shed light on this process?*. Pages 335-349.

2. Esternalità positive del dual use e della R&S militare

2.1. Come la dualità tecnologica influenza la crescita delle aziende

A partire dagli anni '50 le imprese coinvolte nella difesa hanno potuto bilanciare la spesa della R&S ed esplorare nuovi mercati e, viceversa, beneficiare del dinamismo tecnologico legato alla domanda civile nei periodi in cui il budget per il settore militare era ridotto.

Al di là di questa convergenza industriale tra sfera civile e militare, il dualismo è oggi presentato principalmente come una strategia per massimizzare la spesa pubblica.

L'idea è che, se un'innovazione duale incorpora in sé la capacità di creare una tecnologia con un'applicazione potenziale nell'una o nell'altra sfera, un avvicinamento tra la R&S della difesa e quella civile sarebbe possibile e persino auspicabile.

In effetti, questo permette di mettere in comune le risorse (materiali e immateriali) durante il processo di innovazione, e quindi di ridurre i costi.

Sfruttare la dualità permette all'impresa con un'attività di difesa il vantaggio di ridurre la sua specificità, le sue caratteristiche uniche, al fine di sfruttare al meglio il suo ambiente economico e tecnologico e in questo modo realizzare guadagni di efficienza.

Tuttavia, gestire la dualità non è una cosa facile per l'impresa e beneficiare dei trasferimenti di tecnologia e di conoscenza legati a un processo duale di innovazione non significa, di fatto, che le imprese con un'attività di difesa riescano a migliorare la loro performance economica. Questa necessità di convergenza ha inevitabilmente un costo. Diventa quindi fondamentale capire se tale costo ne valga la pena e per rispondere a questa domanda analizzeremo il lavoro svolto da F. Meunier e C. Zyla in "Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas".

L'analisi si è concentrata sullo studio della dualità come un caso speciale di centralità, che è a sua volta definita dalla natura generale (flussi in uscita) e originale (flussi in entrata) di un'innovazione. La prima ipotesi (H1) è che il carattere generale dell'innovazione favorisce la crescita delle grandi imprese innovative. Qui ci si riferisce al concetto di General Purpose Technologies (GPT). Le tecnologie così denominate sono caratterizzate dal loro dinamismo tecnologico, da un lato, e dalla loro ubiquità, dall'altro. Questa ubiquità deve essere intesa nella misura in cui queste tecnologie possono essere utilizzate come input in una vasta gamma di settori a valle. L'idea di fondo è che la circolazione delle GPT in tutta l'economia porta a diffusi aumenti di produttività e fornisce ampi sbocchi alle imprese che le stanno sviluppando, diventando così fonti di reddito.

La seconda ipotesi (H2) è che la natura originale dell'innovazione danneggia la crescita delle grandi imprese innovative nel breve termine.

Infatti, un'innovazione “originale” è caratterizzata dall'ampio spettro tecnologico che ha dovuto essere mobilitato per “rivelarla”. Richiede maggiori capacità di assorbimento perché la conoscenza da padroneggiare per il suo emergere è ampia. Questo produce un costo di acquisizione per queste capacità, un costo aggiuntivo che rallenta momentaneamente la crescita dell'azienda “gravandola”.

2.1.1. Approccio empirico

Nell'analisi sono state utilizzate le informazioni legate ai brevetti depositati per misurare l'intensità innovativa di un'impresa contando semplicemente il numero di brevetti che questa possiede; quindi, vengono utilizzate le citazioni dei brevetti per misurare i flussi di conoscenza e rivelare i legami che esistono tra le diverse classi tecnologiche (di conoscenza).

Per quanto riguarda la crescita, è generalmente accettato che il fatturato sia un buon indicatore dell'attività di un'azienda, in particolare perché fornisce informazioni sulle sue dimensioni. Le variazioni di questo valore forniscono quindi informazioni sulla sua crescita o la sua decrescita.

L'approccio dello studio è stato quello di mettere le imprese in relazione tra loro, lasciando da parte il valore assoluto del fatturato, includendo invece solo la posizione relativa delle imprese studiate (su una classifica basata sul fatturato). Quindi, statisticamente, si ottengono informazioni sulla loro posizione in una categoria di “pesi massimi”, economicamente parlando, e, dinamicamente, informazioni su come si è evoluta la loro posizione in questa categoria, che si rivela essere una buona proxy della crescita.

L'analisi si è concentrata sugli Stati Uniti alla fine del XX secolo, poiché tale paese è definito come un importante campo di indagine sulla dualità. Infatti, attraverso il suo forte coinvolgimento nella storia politica internazionale, così come attraverso le strategie economiche impegnate dei diversi governi che si sono succeduti, lo studio di questo paese è un terreno di gioco attraente per gli economisti, che percepiscono in esso un possibile “esempio” da analizzare.

Si sono quindi definiti due campioni: il primo composto da aziende “civili” e il secondo da aziende “di difesa”.

Per il primo campione civile, la prima fase si è basata sul conteggio del numero di brevetti depositati per azienda negli Stati Uniti. Per ogni anno, sono state selezionate le prime dieci aziende che hanno depositato il maggior numero di brevetti, il che, alla fine del periodo, assicura una selezione di ventotto aziende distinte.

Per il secondo campione, composto invece da imprese con attività di difesa, vengono utilizzate informazioni più dettagliate dalla classificazione internazionale dei brevetti, che definisce due classi tecnologiche di codice F41 (armi) e F42 (munizioni). L'idea è che la produzione militare, anche minima, sia sufficiente a caratterizzare un'impresa come impresa di difesa, perché ciò presuppone una particolare organizzazione produttiva legata alle forti specificità di questo settore.

Si sono quindi selezionate le imprese che depositano più brevetti nelle categorie tecnologiche F41 e/o F42 (sapendo che depositano anche brevetti in altre categorie tecnologiche). In questo modo sono state selezionate tredici aziende su circa trent'anni di studio.

Poi si sono misurate la generalità e l'originalità dei brevetti delle aziende del campione, con l'aiuto di due indicatori costruiti simmetricamente dal numero di citazioni di questi brevetti.

$$\text{Generality: } G = 1 - \sum_i^{n_i} S_{ij}^2$$

Dove S_{ij} rappresenta la percentuale di citazioni ricevute dal brevetto i che appartiene alla classe del brevetto j , su tutte le classi di brevetti n_i (indice di concentrazione di Herfindahl).

$$\text{Originality: } O = 1 - \sum_i^{n_i} T_{ij}^2$$

Dove T_{ij} rappresenta la percentuale di citazioni fatte dal brevetto i che appartiene alla classe di brevetto j , su tutte le classi di brevetti n_i (indice di concentrazione Herfindahl).

Da questi dati sono state costruite due variabili per tutte le aziende: la generalità e l'originalità media per anno dei brevetti depositati da ogni azienda, che permettono di valutare la rilevanza dell'impresa della difesa e quindi studiarne il suo potenziale duale.

2.1.2. Risultati

Lo studio è stato condotto su un periodo che va dal 1983 al 2006, ovvero su quasi un quarto di secolo. Tecnicamente, si è tenuto conto di una differenza di quattro anni (in seguito $t-4$) tra la pubblicazione di un brevetto e la sua generalità, e quindi il suo impatto sull'impresa, perché questo corrisponde al periodo da 4 a 5 anni, dopo il deposito del brevetto, che è necessario per la diffusione della tecnologia; è in questo momento infatti che la natura generale di un brevetto si esprime pienamente e che il suo impatto sull'azienda può essere percepito.

Al contrario, non si è presa in considerazione una differenza per l'originalità, perché è durante l'anno in corso che lo sforzo legato alle capacità di assorbimento incide sulla crescita dell'impresa.

Per il primo campione, composto da aziende civili, la variabile dipendente è la crescita dell'azienda da t-1 a t e si è misurata differenziando la posizione, basata sul fatturato dell'aziende tra l'anno t-1 e t.

La crescita della sua innovazione da t-4 a t-3 “INNOV” corrisponde alla differenza tra la posizione dell'azienda nella classifica di chi deposita brevetti tra l'anno t-4 e t-3. La generalità dell'innovazione t-4 “G” corrisponde all'indice Herfindahl che misura il livello di deflusso del brevetto attraverso le citazioni all'interno di altre classi tecnologiche, cioè la diffusione del brevetto.

Un indice alto indica un'ampia diffusione in tutte le classi tecnologiche, e viceversa. L'originalità dell'innovazione t-1 “O” misura il livello di afflusso del brevetto attraverso le citazioni, cioè l'utilizzo da parte di questo brevetto di conoscenze provenienti da altre classi tecnologiche. Un indice alto indica una base tecnologica che assorbe diverse classi tecnologiche e viceversa.

Per il secondo campione, composto da imprese di difesa, la variabile dipendente rimane la crescita dell'impresa da t-1 a t e qui si analizzano le variabili "INNOV", "O" e "G" in maniera differente.

La generalità dei brevetti di difesa t-4 “GD” corrisponde all'indice G, ma calcolato solo sulla base dei brevetti aziendali depositati nelle classi tecnologiche F41 e F42. Questo corrisponde ai brevetti che hanno un'applicazione nel campo della difesa e quindi fornisce informazioni sulla diffusione delle tecnologie militari e, quindi, sulla dualità. Infatti, più la variabile “GD” è alta, più significa che il brevetto ha un deflusso in altre classi tecnologiche e, riferendosi la variabile ai flussi in uscita dalle classi F41 e F42, esprime un'alta dualità.

L'originalità dei brevetti di difesa t-1 “OD” corrisponde all'indice O, ma calcolato solo sulla base dei brevetti aziendali depositati nelle classi tecnologiche F41 e F42. Ciò corrisponde ai brevetti che hanno un'applicazione nel campo della difesa e quindi come la variabile “GD” fornisce informazioni

sull'origine delle tecnologie militari e, quindi, sulla dualità. La tabella 10 presenta alcune statistiche descrittive sulle variabili dei modelli.

	Sample 1 [civil]	Sample 2 [defence]
Explanatory variable 1 (INNOV): growth in its innovation from t-4 to t-3		
Observation	511	265
Average	1.702544	-1.339623
Standard deviation	30.55233	42.73967
Explanatory variable 2 (G): generality of its t-4 innovation		
Observation	558	279
Average	0.567673	0.5656723
Standard deviation	0.0588319	0.0648682
Explanatory variable 3 (O): originality of its t-1 innovation		
Observation	567	270
Average	0.5191151	0.5146756
Standard deviation	0.0789767	0.0712177
Explanatory variable 4 (GD): generality of its t-4 military innovation		
Observation	–	189
Average	–	3.798129
Standard deviation	–	31.67371
Explanatory variable 5 (OD): originality of its t-1 military innovation		
Observation	–	168
Average	–	0.5923604
Standard deviation	–	0.2230737

Tabella 10 - Dans Journal of Innovation Economics & Management: “Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas”

Nella tabella 11 invece sono riportati i risultati dell'impatto della generalità e originalità dell'innovazione sulla crescita delle imprese civili e militari:

	Civilian sample			Defence sample				
	[c1]	[c2]	[c3]	[d1]	[d2]	[d3]	[d4]	[d5]
INNO	-0.0312 [-0.76]	-0.0306 [-0.75]	-0.0504 [-1.23]	0.105** [1.97]	0.0964* [1.79]	0.0918* [1.70]	0.286*** [3.00]	0.324*** [3.09]
G		93.13** [2.19]	72.61* [1.70]		85.22 [1.50]	84.07 [1.48]	89.69 [1.18]	106.1 [1.13]
O			-100.1** [-2.97]			-35.05 [-0.97]	-26.95 [-0.58]	-11.24 [-0.21]
GD							-0.217** [-2.52]	-0.219** [-2.38]
OD								26.45* [1.77]
Constant	-1.009 [-0.58]	-53.89** [-2.22]	9.539 [0.30]	-1.722 [-0.36]	-50.25 [-1.53]	-31.63 [-0.81]	-36.31 [-0.70]	-72.95 [-1.16]
N	442	442	442	200	199	199	128	100
Chi2	0.575	5.352*	14.31***	3.885**	6.160**	7.119*	11.34**	13.52**
p	0,448	0,0689	0,00251	0,0487	0,0460	0,0682	0,0230	0,0190

t statistics in parentheses

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

Tabella 11 - Dans Journal of Innovation Economics & Management: "Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas"

Per il campione civile, solo il modello c1 - che comprende solo la variabile INNOV - non è significativo. Il modello c2, che comprende anche la variabile G, è significativo al 5% e il modello più significativo è c3 che comprende tutte le variabili compatibili con il campione civile; questo è significativo all'1%. Per il campione della difesa, tutti i modelli sono significativi al 5%, tranne d3, che comprende solo le variabili INNOV, O e G, che è significativo solo al 10%.

Anche in questo campione il modello più completo, d5, è quello più significativo.

Anche se i modelli sembrano essere rilevanti per spiegare la crescita relativa delle imprese, il significato delle variabili esplicative è totalmente diverso da un campione all'altro.

Infatti, le precedenti ipotesi teoriche indicano che la natura generale dell'innovazione favorisce la crescita delle grandi imprese innovative (H1) e che la natura originale di questa danneggia la crescita di queste stesse imprese nel breve termine (H2).

Ma vengono identificati due risultati principali che si contrappongono nel campione civile e in quello della difesa:

- Per il campione civile, vengono testate le due ipotesi teoriche, sia passando dal modello c2 (dove solo H2 è testato) o c3 (dove le due ipotesi sono presenti contemporaneamente).
- Per il campione della difesa, i modelli d2 e d3 non testano statisticamente le ipotesi teoriche. E se i modelli d4 e d5, applicando specificamente H1 e H2 ai brevetti della difesa (variabile “GD” e “OD”), non li testano, l'originalità e la generalità dei brevetti di difesa hanno un'influenza che è contraria a quella prevista dalla teoria.

Il primo campione civile conferma quindi le due ipotesi. Il grado di generalità in t-4 e il grado di originalità in t-1 contribuiscono rispettivamente in modo positivo e negativo alla crescita relativa delle imprese civili da t-1 a t come previsto.

Anche per il campione "difesa" dalla teoria prevediamo che la generalità in t-4 e l'originalità in t-1 dei brevetti depositati nelle categorie F41 e F42 influenzino rispettivamente in modo positivo e negativo la crescita relativa delle imprese, ma nei test statistici osserviamo il contrario.

2.1.3. Conclusioni

In altre parole, più l'innovazione della difesa è originale e meno è diffusa, più questo ha un impatto positivo sulla crescita dell'impresa.

Infatti, contrariamente alle imprese civili, le imprese della difesa non subiscono alcun effetto negativo sulla loro crescita a causa dell'originalità della loro innovazione, tutt'altro.

Ciò potrebbe essere spiegato dal livello di sovvenzioni pubbliche che ricevono per le loro attività di R&S, che sono ampiamente superiori al livello di sovvenzioni ricevute da altre imprese, in particolare negli Stati Uniti (dal 1990, la quota delle spese di R&S del governo federale americano destinate alla difesa è sempre stata compresa tra il 50% e il 65% delle spese totali di R&S del governo).

In effetti, ciò permette una riduzione significativa dei costi finanziari delle attività di R&S e queste imprese possono quindi richiedere un ampio spettro tecnologico ad un costo inferiore e la spesa in R&S è quindi meno gravosa per le attività che generano direttamente reddito per l'azienda.

Allo stesso modo, sembra che se le imprese civili riescono ad attrarre le entrate legate alla diffusione delle loro tecnologie (generalità), per le imprese della difesa, al contrario, questo non si verifica. Qui, la natura particolare del prodotto difesa e il ruolo dello Stato in questo campo possono spiegare questa differenza. In effetti, la difesa nazionale costituisce un bene pubblico e le tecnologie che servono a fornire questo bene assumono un ruolo strategico (in particolare negli Stati Uniti, dove la superiorità militare si basa in particolare sul progresso tecnologico).

Anche se esiste un potenziale di diffusione di una tecnologia, (cioè identificata da un alto grado di generalità nei brevetti), diventa difficile per l'azienda sfruttare economicamente i risultati dell'innovazione oltre l'ambito concesso dal governo.

Tuttavia, notiamo che la crescita dell'innovazione, identificata attraverso i brevetti depositati, contribuisce positivamente e molto significativamente (1%) alla crescita relativa delle imprese che hanno un'attività di difesa.

Tuttavia, dato che la cultura della segretezza è ancora molto diffusa in questo settore, possiamo dire che un aumento dell'attività di innovazione presentata come brevetto permette di guadagnare in termini di crescita per un'impresa rispetto ad un'altra.

Sembra quindi che per un'impresa che svolge attività militare, formalizzare maggiormente la sua innovazione con l'aiuto dei brevetti le permette di crescere più rapidamente di un'altra.

In conclusione, possiamo affermare quindi che le imprese civili, grazie al fatto di avere tecnologie fortemente generalizzate (riutilizzate in altri brevetti) ottengono un vero e proprio plus in termini di crescita, mentre il fatto di avere tecnologie originali (utilizzando brevetti di provenienza diversa) sembra rappresentare, almeno nel breve periodo, un freno a questa crescita.

Tuttavia, le aziende militari non seguono lo stesso schema. Infatti, per queste ultime, più l'innovazione militare mostra originalità incorporando tecnologie diverse e variegate, meno ha le capacità di diffondersi, e migliore è lo sviluppo del posizionamento dell'azienda nelle classifiche globali in termini di fatturato.

Ciò può essere compreso intuitivamente nella misura in cui questa appropriazione di combinazioni tecnologiche distinte si rivela complessa e richiede un know-how specifico in diverse aree di competenza. Questo aspetto, difficile da riprodurre, complica la diffusione e conferisce quindi un certo vantaggio competitivo, permettendo all'impresa di fare profitti.⁸

Poiché, come abbiamo precedentemente detto, la difesa nazionale costituisce un bene pubblico e le risorse che servono a fornire questo bene assumono un ruolo strategico per gli Stati, è interessante capire come la R&S militare può influenzare l'economia e le scelte dei singoli Paesi.

2.2. Come la R&S militare influenza l'innovazione

L'insolito contesto istituzionale in cui si svolge la R&S militare rende difficile tracciare gli effetti economici delle ricadute di conoscenza che si associano tipicamente ai programmi pubblici di R&S su larga scala.

⁸ F. Meunier, C. Zyla. *Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas*, Dans Journal of Innovation Economics & Management 2016/2 (n°20). Pages 89-108.

La R&S militare e le relative transazioni implicano una concorrenza limitata tra un piccolo numero di aziende (spesso molto grandi) che vendono ad un singolo cliente. Il funzionamento delle forze competitive all'interno di questa arena è gestito dall' acquirente.

I prodotti venduti agli acquirenti sono raramente impiegati in forma non modificata nell'economia civile, e quindi non contribuiscono direttamente ai miglioramenti dell'efficienza produttiva dell'economia, anche se le grandi somme spese in R&S e attività correlate sostengono sicuramente reddito e occupazione.

Gran parte dell'impatto innovativo civile della R&S militare dipende dalla portata dei benefici indiretti che sono associati con l'applicazione agli usi civili della conoscenza o delle tecnologie originariamente sviluppate con tali fondi.

La portata di questi benefici indiretti rimane controversa, poiché sono difficili da misurare e la loro entità dipende dalle politiche seguite dalle agenzie militari che gestiscono i programmi di R&S e di approvvigionamento.

Il quadro concettuale delineato di seguito per considerare gli effetti della R&S militare sull'innovazione si basa quindi principalmente sull'ampia evidenza storica e sui casi di studio sviluppati durante il periodo postbellico.

Un meccanismo attraverso il quale gli investimenti in R&S legati alla difesa possono aiutare l'innovazione è il **finanziamento militare di nuove conoscenze scientifiche o ingegneristiche** che sostengono l'innovazione sia nelle applicazioni legate alla difesa che in quelle civili. Tali investimenti possono anche sostenere importanti componenti istituzionali dei sistemi nazionali di innovazione, come le università, che forniscono sia ricerca che scienziati e ingegneri preparati.

Un secondo importante canale attraverso il quale gli investimenti in R&S per la difesa influenzano le prestazioni innovative civili sono i classici “**spinoff**”, in cui i programmi di R&S per la difesa producono tecnologie con applicazioni sia per usi civili che per la difesa.

Un terzo importante canale attraverso il quale la spesa per le nuove tecnologie legate alla difesa può far progredire le applicazioni civili è **l'approvvigionamento (procurement)**. Gli investimenti in R&S per la difesa sono spesso integrati da sostanziali acquisti di nuove tecnologie. Il procurement può influenzare direttamente la spesa in R&S delle imprese della difesa per sviluppo di nuove tecnologie. Questi ordini di approvvigionamento permettono ai fornitori di prodotti di ridurre i prezzi e di migliorare l'affidabilità e la funzionalità dei loro prodotti. L'approvvigionamento governativo ha storicamente permesso agli innovatori di beneficiare dell'apprendimento aumentando la scala di produzione.

2.2.1. R&S militare: l'esempio degli Stati Uniti

Come precedentemente visto quindi gli effetti della R&S militare sull'innovazione si basano principalmente su casi di studio, molti dei quali si sono concentrati sull'esperienza statunitense.

Negli Stati Uniti, gli investimenti in R&S legati alla difesa hanno rappresentato una quota significativa della R&S finanziata a livello federale in campi come l'informatica o l'ingegneria.

La spesa per la ricerca legata alla difesa ha permesso la ristrutturazione del sistema di innovazione nazionale statunitense aumentando la scala e l'importanza della ricerca universitaria, che è stata un'importante fonte di scienziati e ingegneri formati, innovazioni civili e ha permesso la nascita di nuove imprese.

Ci sono inoltre numerosi esempi di spin-off tecnologici, tra cui il motore a reazione e la cellula ad ala larga che hanno trasformato l'industria aeronautica commerciale statunitense del dopoguerra. Anche i grandi progressi nelle tecnologie di rete e di memoria dei computer, che hanno trovato rapide applicazioni in programmi civili e militari, traggono le loro origini da programmi di R&S sostenuti dalla difesa.

Inoltre, l'approvvigionamento legato alla difesa è stato particolarmente importante nell'industria informatica statunitense.

Gli spin-off e il procurement sono più significativi quando i requisiti della difesa e quelli civili per le nuove tecnologie si sovrappongono in modo significativo e/o quando la domanda legata alla difesa rappresenta un'ampia quota della domanda totale di una nuova tecnologia.

Di conseguenza, l'influenza della R&S e dell'approvvigionamento spesso diminuisce con la maturazione della tecnologia e/o dell'industria fornitrice.⁹

2.3. Il settore della difesa e il benessere sociale

Il settore della difesa produce effetti diretti e indiretti, positivi e negativi, anche sulla ricchezza e sul benessere sociale.

Gli effetti positivi includono la fornitura di sicurezza che, a sua volta, favorisce il commercio e gli investimenti. Gli effetti indiretti sono legati alla creazione di infrastrutture e di capitale umano che può essere impiegato anche in altri settori dell'economia.

Il dual use può essere sfruttato in diversi modi. I risultati della ricerca possono essere l'input per nuove vie di ricerca, ispirare nuovi progetti o trovare nuove applicazioni per altre aziende e settori economici. I prodotti e i processi possono essere studiati dai concorrenti svelando la conoscenza immagazzinata su di essi, al fine di imitarli e migliorarli in seguito.

Quindi, l'assorbimento e lo sfruttamento della conoscenza proveniente da altre imprese migliorerà la produttività della ricerca delle imprese.

⁹ D. C. Mowery. Military R&D and Innovation, Handbook of the Economics of Innovation. Pages 1219-1256.

Come afferma Griliches (1998) il progresso dipende non solo dagli sforzi di ricerca delle aziende, ma anche dal pool di conoscenza generale accessibile alle aziende.

Lo sfruttamento della conoscenza amplia la varietà di beni intermedi o finali disponibili; aumenta la qualità e le prestazioni dei prodotti o migliora l'efficienza dei metodi di sviluppo e produzione usando meno input.

I benefici si materializzano in una maggiore domanda e in una maggiore produzione. Tuttavia, la disponibilità di nuove conoscenze è una condizione necessaria, ma non sufficiente, per ottenere ricadute. L'industria avrà bisogno di tempo e risorse per ottenere, imparare e capire questa conoscenza (compresi i suoi elementi taciti), valutare la sua utilità, stimare le opportunità di mercato e la domanda effettiva, e adattare con successo il prodotto, la tecnologia o il processo al nuovo ambiente. Questa capacità è legata alla vicinanza tecnologica tra le aziende, così come le spese di R&S dell'azienda ricevente. Più complessa è la tecnologia, più grande sarà la R&S richiesta per il suo assorbimento.

Le ricadute appaiono naturalmente quando un settore economico produce più conoscenza di altri. Questo è il caso della difesa, dove le esigenze di sicurezza inducono grandi investimenti in R&S.

La conoscenza genera prodotti, tecnologie e processi, con un migliore rapporto performance-prezzo, di interesse per altri settori. In tal caso, si dice che essi mostrano una natura duale.

Questo, ad esempio, è il caso delle tecnologie ICT, dove la velocità di elaborazione, la capacità di memorizzazione dei dati e gli strumenti di sviluppo del software sono un bisogno comune per entrambe le parti, militare e civile.

Cowan e Foray (1995) affermano che la R&S militare, incoraggiando la sperimentazione e la diversità, può giocare un ruolo importante nell'accumulo di conoscenza sulle tecnologie emergenti. Questa conoscenza, essendo pubblica, sarà preziosa negli sviluppi futuri poiché diminuisce l'incertezza degli altri agenti e permette la fertilizzazione incrociata.

In sintesi, permettendo ai futuri adottanti di prendere decisioni più informate e guidando i diversi approcci alla tecnologia nella sua fase iniziale. In questo modo, la sovvenzione militare alla R&S eviterà il fallimento del mercato della carenza di beni pubblici (cioè la conoscenza tecnologica) finché i bisogni e gli obiettivi tecnici dei loro programmi saranno simili ai mercati civili.

Il settore militare può anche sostenere lo sviluppo e la padronanza delle infratecnologie necessarie per eseguire la ricerca applicata e il progresso in una tecnologia con potenziale doppio uso, come ad esempio lo sviluppo di metodi di ricerca, tecniche sperimentali, misure di sicurezza, strumentazione e strumenti di misura.

Le ricadute di conoscenza diventano quindi d'interesse per i politici e i manager delle imprese, poiché le informazioni su di esse possono valutare le potenziali strategie riguardanti la R&S della difesa e guidare le decisioni di investimento.¹⁰

2.4. Come la R&S militare influenza la R&S civile

Come visto in precedenza, i finanziamenti governativi per l'innovazione legata agli usi militari rappresentano un canale chiave attraverso il quale i governi di tutto il mondo danno forma all'innovazione.

La R&S legata alla difesa è motivata da obiettivi che non sono principalmente economici, ma è spesso la più importante politica industriale de facto usata dai governi centrali per influenzare la velocità e la direzione dell'innovazione nell'economia.

La quantità di denaro pubblico che confluisce nella R&S per la difesa supera di gran lunga quella spesa per altri importanti strumenti di politica dell'innovazione negli Stati Uniti. Per esempio, il budget totale della National Science Foundation o il valore complessivo del credito d'imposta federale

¹⁰ C.M. Sempere. *What Is Known About Defence Research And Development Spill-Overs?*. Pages 225-246. (2016)

per la R&S privata in un anno tipico sono meno di un decimo delle spese federali per la R&S legata alla difesa.

La R&S per la difesa è la componente più importante della R&S finanziata dal governo anche nel Regno Unito e in Francia, e una componente importante della R&S sponsorizzata dal governo in molte altre economie sviluppate.

I sostenitori dei benefici della R&S della difesa indicano il successo commerciale di importanti innovazioni come i motori a reazione, i computer, il radar, l'energia nucleare, i semiconduttori, il GPS e Internet come prova che la R&S militare è stata una fonte cruciale di sviluppo tecnologico con applicazioni civili.

In un recente articolo di Moretti *et al.* del 2019 viene studiato l'effetto della R&S finanziata dal governo sulla R&S privata - cioè la R&S condotta e finanziata dalle imprese private.

Viene usato un unico set di dati sulla R&S finanziata dal governo e sulla R&S privata in più settori in ogni paese OCSE per 23 anni. I dati sono stati integrati con un campione di tutte le imprese che svolgono attività di R&S in Francia e ai loro sussidi alla R&S - suddivisi per la difesa e gli altri ministeri. Questi dati longitudinali hanno permesso di confrontare la stessa impresa prima e dopo la sovvenzione pubblica di R&S.

L'effetto della R&S finanziata dal governo sulla R&S finanziata dai privati potrebbe essere positivo o negativo, a seconda che ci sia un crowding out (spiazzamento) o un crowding in (affollamento). L'affollamento può verificarsi se la fornitura di input al processo di R&S (per esempio di ingegneri specializzati) è scarsa in un'industria e in un paese. In questo caso, l'unico effetto di un aumento della R&S finanziata dal governo è quello di rimpiazzare la R&S privata senza alcun guadagno netto per la R&S totale.

D'altra parte, l'affollamento può verificarsi se:

- L'attività di R&S comporta grandi costi fissi e, coprendo alcuni dei costi fissi, la R&S finanziata dal governo rende redditizi alcuni progetti marginali del settore privato;
- La R&S finanziata dal governo in un settore genera ricadute tecnologiche che beneficiano altre imprese private nello stesso settore;
- Le imprese devono affrontare vincoli di credito.

Empiricamente, troviamo una forte evidenza di crowding in entrambi i set di dati dell'OCSE e della Francia. Gli aumenti della R&S finanziata dal governo generati dalla variazione della R&S prevista per la difesa si traducono in aumenti significativi delle spese di R&S finanziate dai privati.

Per illustrare questo, si è considerato il seguente caso di studio. Come si può vedere nella figura 6, gli attacchi terroristici dell'11 settembre hanno indotto l'amministrazione Bush ad aumentare improvvisamente la spesa militare in R&S negli Stati Uniti.

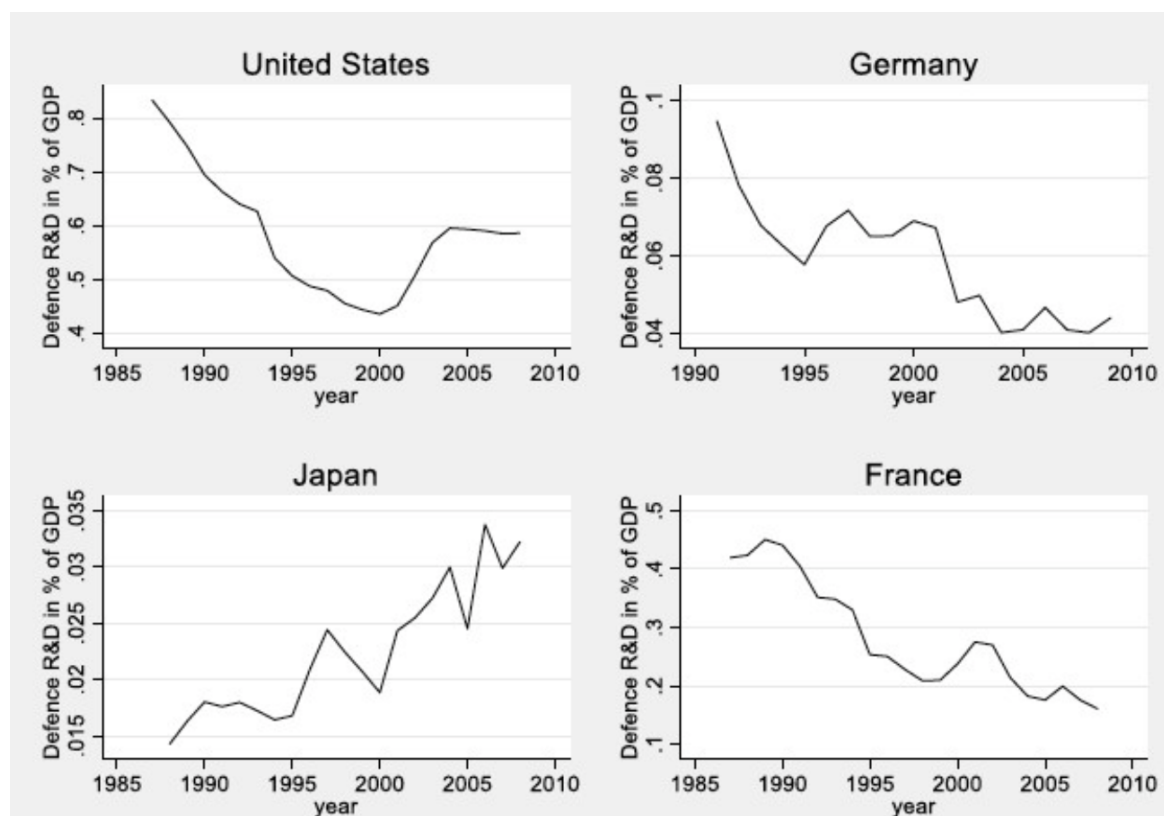


Figura 6 – “The intellectual spoils of war: How government spending on defence research benefits the private sector”

La figura 7 mostra il cambiamento differenziale nell'intensità della R&S privata sperimentato da due industrie “sensibili alla difesa” - aerospaziale e ICT - rispetto al cambiamento sperimentato dalle industrie che sono meno dipendenti dalla R&S per la difesa.

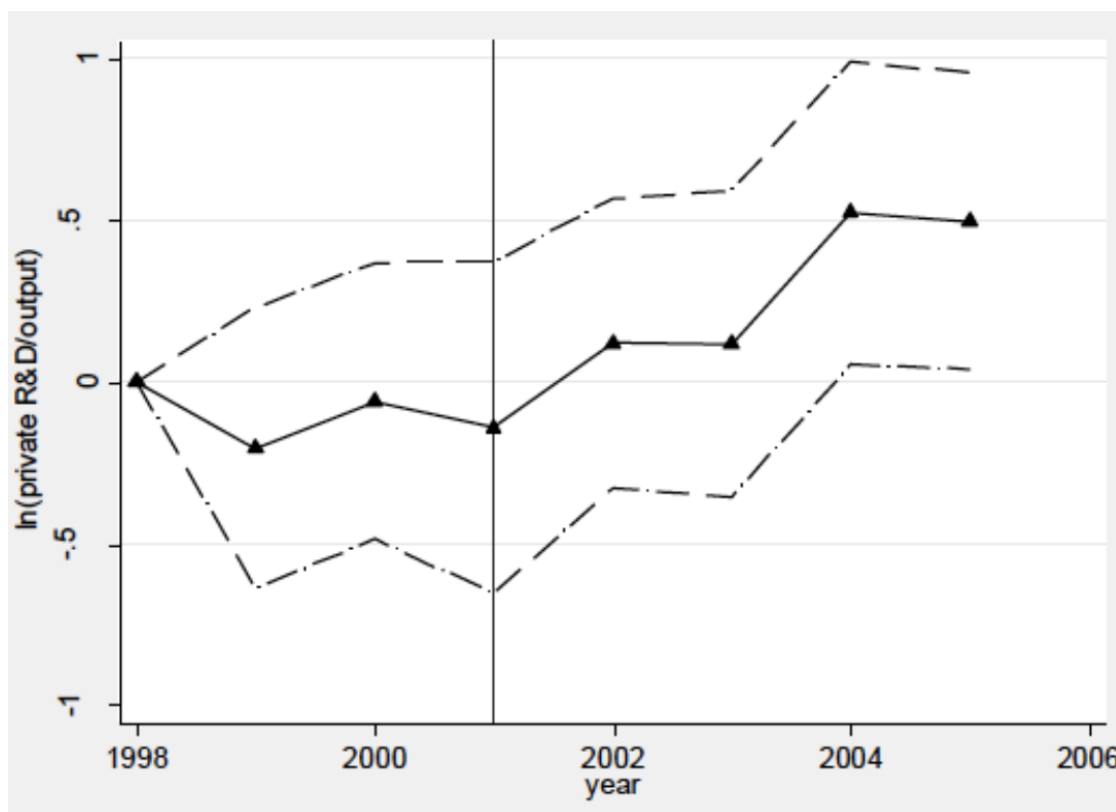


Figura 7 – “The intellectual spoils of war: How government spending on defence research benefits the private sector”

Prima dell'11 settembre, non c'è una tendenza differenziale evidente nell'intensità di R&S privata. Tuttavia, dopo l'11 settembre, la figura mostra un rapido aumento dell'intensità di R&S privata nel settore sensibile alla difesa rispetto ad altri settori. L'effetto dell'11 settembre appare sia statisticamente significativo che economicamente considerevole.

Dall'analisi sistematica su tutti i paesi dell'OCSE, le stime indicano che un aumento del 10% della R&S per la difesa si traduce in un aumento del 4% della R&S privata.

Ciò implica che la R&S legata alla difesa è responsabile di una parte importante degli investimenti privati in R&S in alcune industrie.

Lo studio indica anche che le differenze tra paesi nella R&S per la difesa potrebbero giocare un ruolo importante nel determinare le differenze tra paesi negli investimenti complessivi in R&S del settore privato. Per esempio, viene stimato che se la Francia aumentasse la sua R&S nel settore della difesa come frazione del suo PIL al livello degli Stati Uniti, la R&S privata in Francia aumenterebbe dell'8,7%.

Inoltre, sono state trovate prove di spillover tra i paesi. Nei dati dell'OCSE, gli aumenti della R&S finanziata dal governo in un paese sembrano aumentare la spesa privata di R&S nella stessa industria in altri paesi. Per esempio, un aumento della R&S finanziata dal governo nell'industria chimica statunitense, indotto da un aumento della spesa della difesa statunitense nell'industria chimica, fa aumentare la R&S privata dell'industria negli Stati Uniti, ma fa aumentare anche la R&S privata nell'industria chimica tedesca. Questo tipo di spillover transfrontaliero è coerente con la presenza di esternalità tecnologiche o di capitale umano a livello industriale.¹¹

¹¹ E. Moretti, C. Steinwender, J. Van Reenen. *The intellectual spoils of war: How government spending on defence research benefits the private sector* (2019)

3. La posizione adottata dai Governi e casi studio

3.1. Strategie efficaci di spesa per la difesa

La spesa per la difesa da parte dei governi è volta a garantire la forza dell'economia e la sicurezza nazionale. La spesa per la difesa proviene dalle finanze nazionali che ricevono entrate attraverso la redistribuzione dei redditi delle famiglie. Pertanto, l'entità della spesa per la difesa è limitata dalle condizioni della finanza nazionale. In generale, se le finanze nazionali sono in buone condizioni, l'entità della spesa per la difesa è potenzialmente maggiore.

Come analizzato nel capitolo precedente la spesa per la difesa comporta numerosi vantaggi in termini di innovazioni e favorisce la ricchezza e il benessere sociale. DeGrasse (1993) ha dimostrato che la spesa per la difesa fornisce e crea opportunità di lavoro, aumenta il potere d'acquisto dei lavoratori, introduce una maggiore domanda e stimola la crescita economica. Benoit (1978) ha sostenuto che l'aumento della spesa militare può promuovere la crescita economica e migliorare la qualità del capitale umano attraverso l'istruzione.

Lo sfondo spazio-temporale e le caratteristiche (risorse e posizione geografica) di un paese, il livello di minacce esterne e il livello di stabilità politica interna influenzano la spesa per la difesa e la crescita economica.

Pertanto, l'impatto della spesa per la difesa sulla produttività economica e le questioni strategiche che vi stanno dietro sono una questione importante per diversi settori.

L'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) è stata fondata per aiutare i paesi membri a mantenere i propri vantaggi nell'economia, nell'educazione e nella società.

L'OCSE promuove lo sviluppo dei paesi sviluppati e in via di sviluppo, sottolinea la creazione di sistemi economici solidi, migliora i meccanismi di libero scambio nel mercato e fornisce ai paesi

membri un think tank per la definizione delle politiche e una piattaforma per lo scambio di informazioni (ad esempio, conferenze dei ministri e forum professionali).

Dallo studio “*The impact of defense expenditure on economic productivity in OECD countries*”, che indaga l'impatto della difesa nazionale sull'economia prendendo i paesi membri dell'OCSE come unità di ricerca, ricaviamo che attraverso la collaborazione con l'industria della difesa, un paese può fornire e creare opportunità di lavoro, aumentare il potere d'acquisto dei lavoratori e stimolare la crescita economica aumentando la domanda.

Inoltre, attraverso l'istruzione, un paese può migliorare la qualità del capitale umano, le infrastrutture (autostrade, aeroporti, porti e tecnologie dell'informazione) possono essere sviluppate, le imprese militari e private possono completarsi a vicenda e ottenere un effetto combinato, e l'industria civile può essere migliorata attraverso lo sviluppo dell'industria della difesa.

Per esempio, la tecnologia della difesa può essere privatizzata, convertendo gli investimenti in prodotti e creando benefici economici. L'industria civile può essere assistita per aggiornare le tecnologie attraverso il trasferimento tecnologico, e i settori privati possono essere incoraggiati a partecipare alla costruzione della difesa. Questo migliora il progresso della tecnologia, sposta la frontiera dell'efficienza in avanti e, in definitiva, aumenta la crescita della produttività economica nazionale.

Le strategie efficaci di spesa per la difesa impiegate per migliorare la produttività economica possono essere riassunte come segue.

In primo luogo, attuando la politica di “**privatizzazione delle risorse della difesa**”, volta a migliorare la tecnologia della base industriale della difesa e la prosperità economica, l'intera società ne beneficia e le risorse della difesa possono essere intraprese direttamente o indirettamente dai produttori nazionali di armi.

Organizzando le risorse dei settori pubblico e privato, il governo può raggiungere l'autonomia del settore militare, migliorare la tecnologia della difesa nazionale, stimolare l'economia e creare posti di lavoro. Inoltre, i settori privati sono incoraggiati a servire e investire nel campo della sicurezza nazionale per sfruttare le sinergie che possono risultare dall'integrazione degli elementi di ricerca e sviluppo, produzione e manutenzione delle armi e delle attrezzature e delle attività di fornitura generale su base militare.

Per espandere la privatizzazione interna e migliorare lo sviluppo economico nei settori privati, il governo dovrebbe considerare tre principi per la futura produzione della difesa: 1) ridurre i programmi finanziati in proprio, 2) ridurre gli acquisti all'estero e 3) aumentare il budget per la privatizzazione.

In secondo luogo, intraprendendo progetti di “**cooperazione industriale**”, il governo può imporre l'obbligo a un fornitore straniero nell'ambito di un progetto di approvvigionamento governativo di eseguire determinate attività industriali o commerciali come investimenti locali, appalti locali, trasferimento di tecnologia, ecc.

Tale obbligo è particolarmente indicato nei progetti di procurement riguardanti la difesa nazionale, i trasporti e la produzione di energia. Questo approccio mira a promuovere i miglioramenti industriali nazionali e a rivitalizzare la prosperità economica a lungo termine.

In terzo luogo, le tendenze recenti e l'intensa concorrenza internazionale richiedono che i paesi riformino rapidamente la struttura industriale, collaborino tra loro, integrino i reciproci vantaggi tecnologici e produttivi, e allentino o rivedano le politiche di protezione tecnologica, di esportazione e di investimento in R&S.¹²

¹² T. Wang, S. Shyu, H.Chou. *The impact of defense expenditure on economic productivity in OECD countries*. (2012)

3.2. Il livello di spesa dei paesi OCSE

La difesa nazionale rappresenta una quota significativa dei bilanci di R&S della maggior parte dei governi dell'OCSE.

I programmi di R&S legati alla difesa che hanno dominato la politica per la maggior parte degli ultimi 60 anni sono stati progettati per affrontare una serie più diversificata di attività, che vanno dalla scienza fondamentale al test di prototipi di armi, rispetto a quelle dei primi decenni del XX secolo.

Anche se la spesa in R&S per la difesa rimane dominata dallo sviluppo, la diversità dei programmi e degli obiettivi si è notevolmente ampliata durante il periodo della guerra fredda.

La natura delle istituzioni coinvolte in questi diversi tipi di programmi è molto diversa, così come lo è l'estensione delle ricadute basate sulla conoscenza.

Ad esempio, le nuove sfide che la R&S militare cerca di affrontare riguardano il cambiamento climatico o la salute pubblica. Queste “missioni” di R&S richiedono programmi a lungo termine di investimenti nella ricerca fondamentale, nello sviluppo tecnologico e nella dimostrazione tecnologica.

In contrasto con la R&S legata alla difesa, quindi, questi altri tipi di programmi "Grand Challenges" richiederanno un sostegno più ampio per l'adozione della tecnologia.

La figura 8 mostra i dati del database “*Main Science and Technology Indicators*” dell'OCSE, che descrivono la quota di R&S legata alla difesa in un campione di grandi governi dell'OCSE nel periodo 1981-2009. Anche se la figura soffre di dati mancanti per diverse economie (in particolare, la Svezia), diverse caratteristiche dei dati nella figura spiccano.

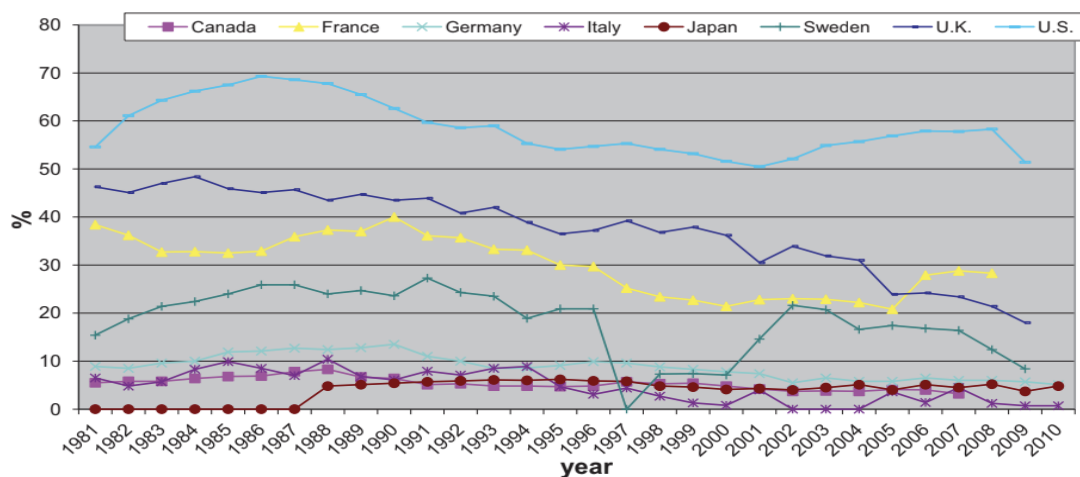


Figura 8 – “Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies”

La prima è la loro scarsa qualità, rivelata dal numero sostanziale di anni per i quali i dati mancano o sono riportati in modo impreciso (come sembra probabile per la Svezia).

La seconda caratteristica sorprendente dei dati è la stabilità relazionale nella classifica delle nazioni. Sebbene la quota di R&S legata alla difesa sia diminuita durante questo quarto di secolo nella maggior parte delle nazioni, la classifica delle nazioni in base alla quota legata alla difesa della spesa pubblica totale in R&S è cambiata minimamente, e queste quote mostrano poche fluttuazioni durante questo periodo.

Stati Uniti, Gran Bretagna, Francia e Svezia (non membro della NATO) hanno speso una quota significativamente maggiore dei loro bilanci di R&S per la difesa durante il periodo rispetto ad altre grandi nazioni come il Giappone, la Germania o il Canada.

Sebbene suggeriscano alcuni interessanti contrasti nel ruolo della spesa per la difesa all'interno dei bilanci pubblici di R&S di queste nazioni, i dati mancano di dettagli sulle quote dei bilanci nazionali di R&S per la difesa assegnate alle attività di base, applicate e di sviluppo, o sulla quota di R&S per la difesa svolta da diverse istituzioni in ciascuna di queste economie.

Alcuni dati più dettagliati sono disponibili, tuttavia, per le tre economie dell'OCSE che mostrano le quote più alte di R&S legata alla difesa nei loro bilanci pubblici di R&S (Stati Uniti, Francia e Gran Bretagna).

3.2.1. Stati Uniti

Il Dipartimento della Difesa statunitense (in seguito DoD) ha rappresentato una quota sostanziale della spesa federale e complessiva degli Stati Uniti in R&S per gran parte del dopoguerra.

La spesa per la R&S legata alla difesa ha rappresentato più dell'80% della spesa totale di R&S federale per gran parte degli anni '50, e raramente è scesa sotto il 50% della spesa federale di R&S durante l'intero periodo 1949-2005.

Poiché la spesa federale di R&S ha rappresentato più del 50% della spesa totale nazionale di R&S durante il 1953-1978, ed è scesa a meno del 40% solo nel 1991, l'importanza degli investimenti di R&S legati alla difesa del governo federale è evidente - in alcuni anni del dopoguerra (ad esempio, la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60), gli investimenti di R&S legati alla difesa federale hanno rappresentato quasi la metà della spesa totale di R&S degli Stati Uniti.

Come mostrato nella figura 9, per la maggior parte degli ultimi cinquant'anni, l'industria ha sostenuto il 60-70% della R&S del Dipartimento della Difesa, i laboratori governativi hanno sostenuto il 20-30% e le università statunitensi (compresi i loro “centri di R&S finanziati a livello federale”) il 3-5%.

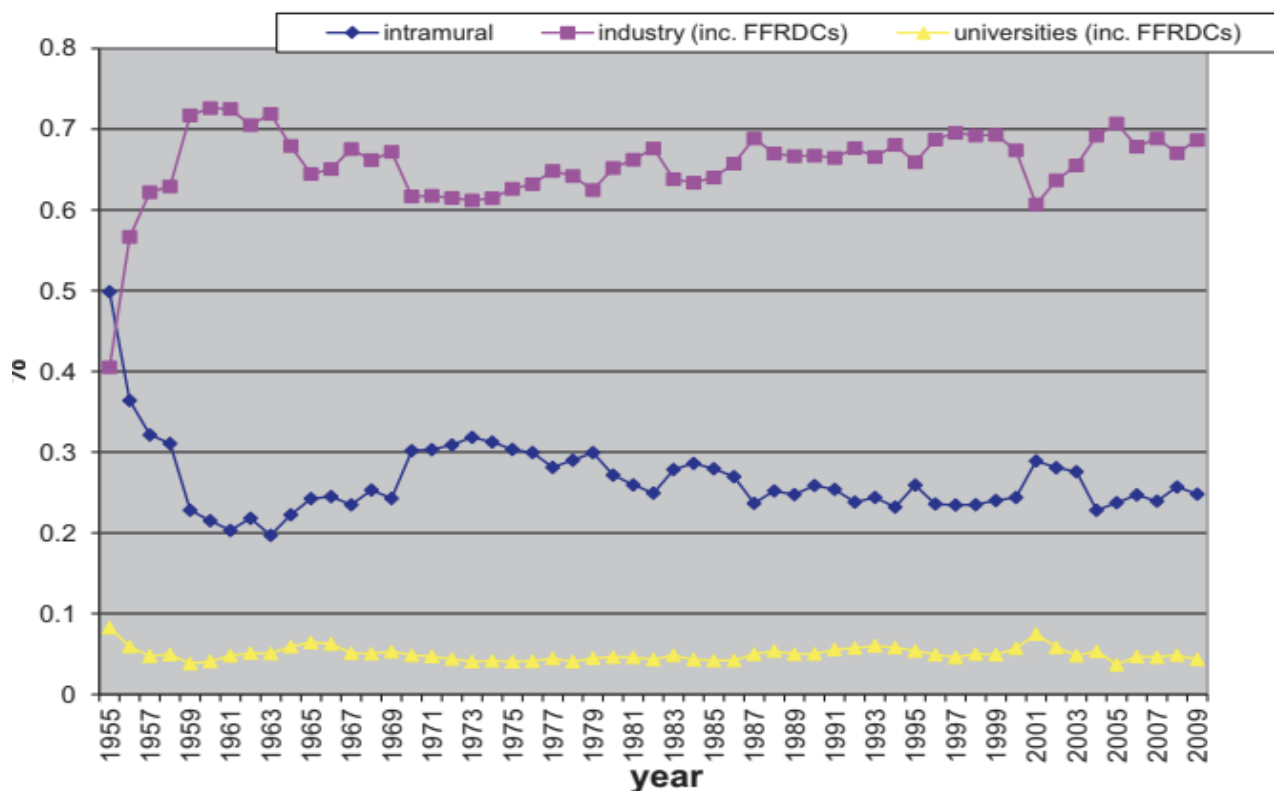


Figura 9 – “Defense-related R&D as a model for "Grand Challenges" technology policies”

I dati sul finanziamento del DoD della R&S eseguita da aziende private sottostimano la grandezza di questa R&S e la quota di R&S totale del DoD eseguita all'interno dell'industria statunitense, a causa del programma di “R&S Indipendente” (IR&D) gestito dal DoD per decenni.

Il programma IR&D permette agli operatori della difesa degli Stati Uniti di ricevere fondi per la R&S.

Questi fondi per la R&S sono inclusi nelle spese di approvvigionamento del DoD (piuttosto che nella R&S) e sono riportati dagli imprenditori della difesa come parte della loro R&S autofinanziata.

Secondo Lichtenberg (1987), l'IR&D, finanziata dal governo federale, rappresenta quasi il 10% del totale delle attività di R&S finanziate dall'industria riportate nelle statistiche annuali della National Science Foundation.

La spesa R&S per la difesa degli Stati Uniti è stata dominata dalle spese di sviluppo per tutto il dopoguerra.

Le spese per lo sviluppo hanno raramente rappresentato meno dell'80% della spesa R&S del DoD nel periodo 1956-2005, mentre la “ricerca di base” ha costituito meno del 5% della spesa R&S del DoD.

Sebbene siano disponibili dati disaggregati in modo comparabile per poche altre economie, è probabile che rivelino un ruolo altrettanto dominante per la spesa per lo sviluppo.

Le spese per lo sviluppo che si concentrano su sistemi di armi speciali quasi certamente producono meno ricadute di conoscenza in applicazioni civili rispetto a quelle che potrebbero derivare da spese comparabili sulla ricerca di base o applicata. I programmi di sviluppo nella R&S legata alla difesa degli Stati Uniti sono anche in gran parte finanziati attraverso contratti, piuttosto che sovvenzioni di ricerca, riflettendo la loro attenzione su obiettivi ben definiti.

I dati inoltre suggeriscono un aumento della quota di spesa per lo sviluppo dopo gli attacchi terroristici dell'11 settembre. Parte di questo recente aumento della quota di spesa per lo sviluppo all'interno del bilancio complessivo della R&S del DoD riflette gli effetti sulla spesa di R&S del DoD dei vasti dispiegamenti all'estero delle truppe americane in Afghanistan e in Iraq.

Infine, la distribuzione interindustriale della R&S statunitense legata alla difesa è altamente concentrata. I dati della National Science Foundation indicano che gli aerei e le apparecchiature elettriche rappresentano da soli più del 75% della R&S legata alla difesa finanziata da fonti federali nel periodo 1971-2001. Una concentrazione simile in un insieme relativamente ristretto di industrie quasi certamente apparirebbe in dati simili di R&S legata alla difesa per altre economie dell'OCSE, se tali dati fossero disponibili.

3.2.1. Francia e Gran Bretagna

I dati francesi e britannici sulle prestazioni di R&S legate alla difesa in ciascuna economia coprono all'incirca il periodo successivo alla guerra fredda.

La figura 10 mostra le tendenze nel periodo 1992-2003 per la R&S legata alla difesa francese e la figura 11 mostra dati simili per il periodo 1989-2003 per la R&S legata alla difesa del Regno Unito.

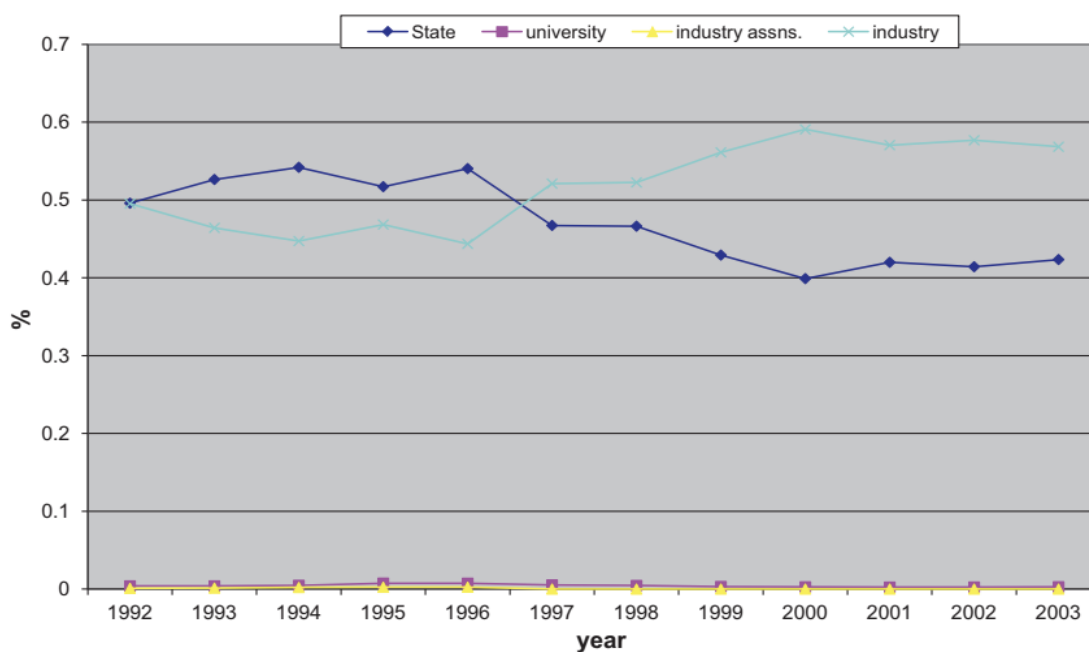


Figura 10 - "Defense-related R&D as a model for "Grand Challenges" technology policies"

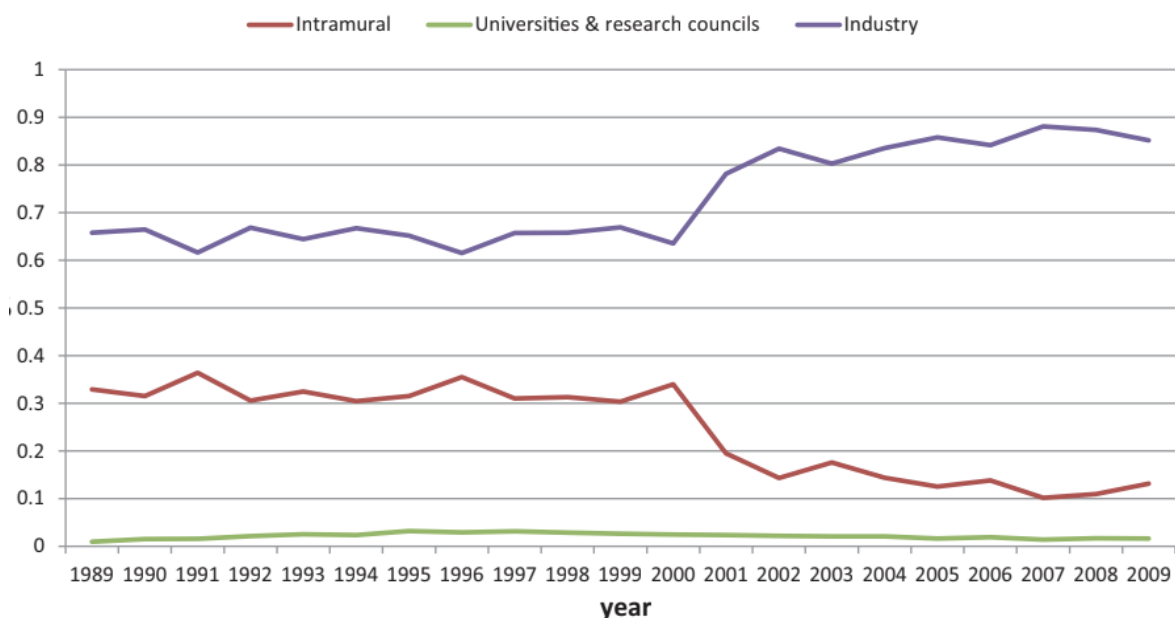


Figura 11 – “Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies”

Per la Francia, la R&S legata alla difesa realizzata dall'industria è cresciuta da circa il 50% del totale della R&S legata alla difesa nel 1992 a quasi il 57% nel 2003, mentre i laboratori governativi sono diminuiti dal 50% nel 1992 al 42% nel 2003. Le prestazioni delle università nella R&S legata alla difesa francese non si sono mai avvicinate nemmeno all'1% del totale durante questo periodo e nel 2000-2003 le università hanno effettuato meno dello 0,3% della spesa in R&S legata alla difesa. Nel periodo 1989-2003 l'industria rappresenta una quota maggiore delle prestazioni della R&S legata alla difesa britannica (oltre il 60%) rispetto alla Francia, mentre la quota di R&S legata alla difesa britannica svolta dalle università britanniche (tra l'1% e circa il 3%) sembra superare quella delle università francesi.

L'aumento della R&S legata alla difesa realizzata dall'industria in Gran Bretagna nel periodo 2000-2003 può essere il risultato di un cambiamento nella definizione o nella raccolta delle statistiche pubbliche sulla R&S legata alla difesa britannica, o della privatizzazione dei grandi istituti di ricerca, un tempo di proprietà statale, come il Royal Aircraft Establishment.

Come per la spesa R&S legata alla difesa degli Stati Uniti, la R&S della difesa britannica è dominata dalle attività di sviluppo. Secondo Schofield e Gummett (1991), circa l'80% della spesa di R&S legata alla difesa del governo britannico è dedicata allo sviluppo.

I bilanci per la difesa di Stati Uniti, Regno Unito e Francia mostrano alcuni contrasti nell'importanza relativa dei diversi attori istituzionali. Rispetto alla Francia, i laboratori governativi e le strutture di ricerca britanniche svolgono una quota minore di R&S legata alla difesa per tutto il periodo successivo alla guerra fredda. Le università britanniche (che dopo il 1994 includono i fondi per la R&S legata alla difesa assegnati ai Research Councils che sostengono la ricerca biomedica e affine) rappresentano anch'esse una quota maggiore di prestazioni nella R&S legata alla difesa per tutto il periodo 1989-2003 rispetto alla Francia. Questa quota non è mai inferiore all'1% della spesa complessiva riferita per la R&S legata alla difesa, e durante la metà degli anni '90 aumenta fino a quasi il 3%, più di 10 volte la quota riferita per la Francia. Le università statunitensi svolgono una quota maggiore di R&S finanziata dalla difesa rispetto alle università britanniche o francesi.

In tutte e tre le nazioni, l'industria ha rappresentato la maggior parte della R&S alla fine degli anni '90. Per gli Stati Uniti, il predominio dell'industria nella performance della R&S legata alla difesa ha caratterizzato la maggior parte degli ultimi 50 anni.

Anche se l'equilibrio tra l'industria e le attività di R&S svolte dal governo nel settore della difesa varia un po' tra questi tre principali membri della NATO, le priorità di R&S e di approvvigionamento di tutti gli investimenti relativi alla difesa di queste nazioni sono influenzate dalle potenti circoscrizioni politiche che sono cresciute intorno a tutti questi investimenti pubblici.¹³

¹³ D. C. Mowery. *Defense-related R&D as a model for "Grand Challenges" technology policies*. Research Policy. Pages 1703-1715 (2012)

3.3. Analisi casi studio

3.3.1. Thales

Per molto tempo, il progresso nel settore dell'avionica è stato oggetto esclusivo della ricerca militare, infatti per tutto il XX secolo, gli aerei militari e i loro equipaggi sono stati i principali beneficiari della R&S e dell'innovazione più dirompente.

Nell'avionica militare, l'innovazione consiste nel dare agli utenti un vantaggio decisivo in ambienti ostili, sviluppando tecnologie che soddisfano la necessità di operazioni in rete e affrontano le sfide fisiologiche dei piloti militari.

Nell'avionica civile, l'innovazione invece serve a ridurre i costi, aumentare la sicurezza, ottimizzare le rotte di volo nello spazio aereo sempre più congestionato di oggi e ridurre l'impatto ambientale dell'industria del trasporto aereo. Ma nonostante il suo diverso focus, l'innovazione dell'avionica civile può anche avere un impatto significativo sul settore della difesa.

Quest'epoca è in parte finita e si sta assistendo al processo inverso: al giorno d'oggi, le innovazioni dell'avionica provengono almeno altrettanto spesso dal militare che dal civile, sfumando gradualmente i confini tra i due universi.

L'obiettivo finale è quello di sfruttare il meglio di entrambi i mondi e massimizzare le sinergie, pur soddisfacendo le esigenze specifiche di ciascuno. Le tecnologie sviluppate per l'avionica militare influenzano il settore civile a vari livelli. I sistemi progettati per dare ai piloti militari un migliore controllo del loro ambiente di volo, per esempio, hanno contribuito a migliorare la sicurezza dei voli civili, a rendere il lavoro dei piloti meno stressante e ad aumentare le prestazioni dei sistemi di bordo.

Originariamente destinate agli utenti militari, importanti innovazioni come il GPS, gli UAV, i display head-up e i controlli fly-by-wire hanno trovato la loro strada negli aerei commerciali e nelle applicazioni civili. Il GPS è un classico esempio di come le tecnologie militari abbiano un impatto

sul mondo civile. La geolocalizzazione ha raggiunto ben oltre l'avionica civile, rivoluzionando il trasporto terrestre e altre industrie di servizi, e diventando una caratteristica standard su ogni smartphone e tablet di consumo.

In primo luogo, la definizione di tecnologie dual use nel settore dell'avionica è avvenuta per ragioni di bilancio: lo sviluppo di soluzioni avioniche è molto costoso e il raddoppio dei costi (da un lato avionica civile, dall'altro avionica militare) è sempre più insostenibile. In secondo luogo, per ragioni di esperienza dell'utente: le esigenze dei piloti civili e militari sono spesso molto simili e le soluzioni proposte possono quindi essere in gran parte comuni.

In Thales si è tenuto pienamente conto di questa evoluzione. Thales è un leader globale dell'alta tecnologia che investe in innovazioni digitali e “deep tech” - connettività, big data, intelligenza artificiale, cybersecurity e tecnologia quantistica.

L'azienda fornisce soluzioni, servizi e prodotti che aiutano i suoi clienti - aziende, organizzazioni e stati - nei mercati della difesa, dell'aeronautica, dello spazio, dei trasporti e dell'identità e sicurezza digitale a compiere le loro missioni critiche, mettendo l'uomo al centro del processo decisionale.

Primi nel settore a farlo, hanno adottato un approccio duale fin dalla fase iniziale di progettazione. Le soluzioni avioniche sono sincronicamente civili e militari.

Tra le principali soluzioni adottate da Thales troviamo:

- **Flight Management System (FMS)** è stata prima installata sugli elicotteri civili Sikorsky, e poi implementata sugli elicotteri Blackhawk dell'esercito americano. Il risultato è una massiccia semplificazione dell'esperienza per i piloti militari, che ora possono utilizzare lo stesso sistema di gestione del volo quando volano in ambito civile o in modalità di combattimento.
- **Head-up display (HUD)** è un importante contributo alla consapevolezza della situazione. Permette una maggiore visibilità durante tutte le fasi del volo, e soprattutto durante il decollo

e l'atterraggio. Fornisce ai piloti informazioni essenziali, intuitive e immediate sulla traiettoria attraverso simboli presentati sopra la vista esterna del pilota.

Thales ha fatto delle capacità duali civili/militari uno dei suoi principali punti di forza e di vendita, ma non solo.

Infatti, con la crescente domanda di tecnologia da parte dei consumatori, la dualità tra applicazioni militari e civili sta gradualmente acquisendo una terza dimensione. Le innovazioni inizialmente sviluppate per l'avionica sono ora utilizzate in applicazioni di consumo. I display head-up sono un esempio. Inizialmente progettata per gli aerei da combattimento, la tecnologia HUD è ora utilizzata nelle automobili, proiettando dati all'interno del parabrezza in modo che i conducenti possano tenere gli occhi sulla strada e rimanere al sicuro.

Gli UAV erano inizialmente destinati all'osservazione militare e alle missioni di combattimento, ma oggi i droni sono usati dalle agenzie di sicurezza civile per rilevare gli incendi boschivi o monitorare le rotte di navigazione.

Nuove applicazioni, dall'agricoltura al cinema, appaiono continuamente.

L'effetto trickle-down funziona in entrambi i sensi. Thales tiene d'occhio le applicazioni di consumo per vedere quali innovazioni potrebbero essere utilmente applicate dall'avionica. La tecnologia touchscreen, per esempio, è ora una caratteristica dei cockpit degli aerei. Secondo Thales in un mondo in cui le tecnologie si evolvono più velocemente che mai, è di vitale importanza monitorare gli sviluppi nell'elettronica di consumo e nei mercati professionali, è la chiave per mantenere la leadership e portare ai clienti le soluzioni innovative.¹⁴

¹⁴ Available at: <https://onboard.thalesgroup.com>

3.3.2. BAE Systems

La BAE Systems (BAE) è una società inglese del settore aerospaziale e della difesa con sede centrale a Farnborough ed è attiva a livello mondiale.

BAE è la terza più grande impresa di difesa del mondo ed è la più grande in Europa, con una lunga storia di innovazione di successo. Da oltre quarant'anni aiuta a difendere le più grandi nazioni contro le minacce avanzate.

La natura di queste minacce negli ultimi anni sta cambiando e ci si è estesi al cyber-spazio. Le minacce informatiche provengono da gruppi criminali organizzati che cercano di rubare informazioni e capitali.

Inoltre, i criminali stanno approfittando delle moderne comunicazioni e tecniche informatiche per pianificare e condurre i loro crimini. Le tecniche e gli strumenti che permettono al business e alle forze dell'ordine di rilevare, prevenire e indagare il crimine - sia nel mondo fisico che in quello informatico - sono in fase di rapido adattamento.

BAE non solo opera come impresa di difesa, ma definisce anche delle soluzioni per le più grandi aziende del mondo. I sistemi di difesa definiti per i governi vengono infatti anche applicati al mondo bancario e assicurativo, per dare forma a un approccio completamente nuovo all'analisi per il settore assicurativo commerciale.

Un esempio di ciò è la partnership tra BAE e Zurich, compagnia assicurativa svizzera con sede centrale a Zurigo e operante in tutto il mondo.

Dalla partnership è nata una piattaforma NetReveal che applica una tecnologia di analisi dei social network leader di mercato per individuare le reti di frode.

La piattaforma è progettata per essere adattabile alla natura in evoluzione ed eterogenea del settore dei servizi finanziari; per fornire potenza e flessibilità nell'analisi, nell'indagine, nell'integrazione, nella sicurezza e nella riduzione del costo totale di proprietà per i clienti.

L'analisi avanzata dei dati la principale caratteristica della piattaforma. I motori di analisi forniscono un rilevamento efficace dei comportamenti anomali e sono tra i più efficaci nel rilevamento positivo/negativo e nella riduzione dei falsi positivi sul mercato.

In poco più di un anno, Zurich ha visto un impatto positivo sul rilevamento delle frodi con 5 milioni di sterline di nuove frodi identificate e in totale, sono stati identificati e indagati oltre 500 sinistri.

La portata della soluzione ha permesso all'intero team antifrode di Zurich di prendere l'iniziativa in nuove ed entusiasmanti aree. La soluzione ha fatto luce sul comportamento dei legali e degli assicuratori e ha contribuito a guidare la strategia di Zurich per la gestione dei sinistri e degli assicuratori professionali.

Le indagini sono diventate anche più incentrate sul cliente e vengono identificati quali clienti sono più a rischio e richiedono maggiore protezione e supporto.¹⁵

¹⁵ Available at: <https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>

Conclusioni

In conclusione, possiamo affermare che la dualità tra sfera militare e civile e l'ottimizzazione della spesa in R&S militare comportano numerosi vantaggi in termini di innovazioni e favoriscono la ricchezza e il benessere sociale.

Lo sfruttamento della conoscenza amplia la varietà di beni intermedi o finali disponibili; aumenta la qualità e le prestazioni dei prodotti o migliora l'efficienza dei metodi di sviluppo e produzione usando meno input.

Come si è visto infatti, la dualità tecnologica influenza positivamente l'innovazione delle aziende. Innanzitutto, ciò permette una riduzione significativa dei costi finanziari delle attività di R&S e queste imprese possono quindi richiedere un ampio spettro tecnologico ad un costo inferiore.

In secondo luogo, la dualità permette alle aziende di ottenere un vero e proprio plus in termini di crescita: per le aziende civili grazie al fatto di avere tecnologie fortemente generalizzate (che vengono riutilizzate in altri brevetti), mentre per le aziende della difesa grazie all'incorporazione di tecnologie diverse e variegate nelle innovazioni militari.

Ma la sinergia tra queste due sfere non si ottiene solo dalla definizione di prodotti, servizi e tecnologie duali, ma soprattutto dal legame tra R&S militare e R&S civile.

Infatti, come visto dall'analisi sistematica su tutti i paesi dell'OCSE, un aumento del 10% della R&S per la difesa si traduce in un aumento del 4% della R&S privata, questo fa sì che la R&S legata alla difesa sia responsabile di una parte degli investimenti della sfera civile.

La R&S e le ricadute di conoscenza diventano quindi d'interesse per i politici e i manager delle imprese.

Bibliografia e sitografia

- C. M. Sempere. *What Is Known About Defence Research And Development Spill-Overs?*. Pages 225-246. (2016)
- D. C. Mowery. *Defense-related R&D as a model for "Grand Challenges" technology policies*. Research Policy. Pages 1703-1715 (2012)
- D. C. Mowery. Military R&D and Innovation, Handbook of the Economics of Innovation. Pages 1219-1256
- E. Moretti, C. Steinwender, J. Van Reenen. *The intellectual spoils of war: How government spending on defence research benefits the private sector* (2019)
- *Eu funding for Dual Use. A practical guide to accessing EU funds for European Regional Authorities and SMEs*. European Commission Report. October 2014
- F. Caviggioli, A. De Marco, G. Scellato. *Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies*. European Commission Report 2018
- F. Caviggioli, A. De Marco, G. Scellato. *Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-à-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence*. European Commission Report. 2020
- F. Meunier, C. Zyla. *Firm growth and knowledge flows: comparative analysis between defence and civil areas*, Dans Journal of Innovation Economics & Management 2016/2 (n°20). Pages 89-108
- M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, (2010). *Potential dual use of military technology: does citing patents shed light on this process?*. Pages 335-349

- M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, P. Prats. (2013). *Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition*. Scientometrics, 94, 1-22
- T. Wang, S. Shyu, H.Chou. *The impact of defense expenditure on economic productivity in OECD countries*. (2012)
- <https://onboard.thalesgroup.com>
- <https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>