

RELAZIONE SULLA RICERCA E L'INNOVAZIONE IN ITALIA

*ANALISI E DATI DI POLITICA
DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA*

*Terza Edizione
Novembre 2021*



Consiglio Nazionale delle Ricerche

2021

© Cnr Edizioni
P.le Aldo Moro, 7 - 00185 Roma
www.edizioni.cnr.it

RELAZIONE SULLA RICERCA E L'INNOVAZIONE IN ITALIA

**ANALISI E DATI DI POLITICA
DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA**

*Terza Edizione
Novembre 2021*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche
Roma, Novembre 2021*

CODICE ISBN versione digitale - 978-88-8080-225-9



INDICE



Indice

PRESENTAZIONE	10
LISTA AUTORI	13
RINGRAZIAMENTI	16
EXECUTIVE SUMMARY	18
CAPITOLO 1	25
LA RICERCA PUBBLICA COME MOTORE PER LA TRANSIZIONE VERDE E DIGITALE NEI PIANI NAZIONALI DI RIPRESA E RESILIENZA: UN CONFRONTO TRA ITALIA, FRANCIA, GERMANIA E SPAGNA	
SOMMARIO	26
1.1 - LA RICERCA PUBBLICA COME MOTORE PER LA RIPRESA SOCIO-ECONOMICA	27
1.2 - IL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA: UNA DESCRIZIONE GENERALE	31
1.3 - PROGETTI A SOSTEGNO DELLA RICERCA E SVILUPPO NEL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA	33
1.3.1 - INTERVENTI NELLA MISSIONE 4. "ISTRUZIONE, FORMAZIONE, RICERCA"	34
1.3.2 - RISORSE ADDIZIONALI DELLE ALTRE MISSIONI	38
1.3.3 - RIFORME	41
1.3.4 - QUADRO D'INSIEME	43
1.4 - UNA PRIMA COMPARAZIONE FRA I PIANI ITALIANO, TEDESCO, SPAGNOLO E FRANCESE	45

1.4.1 - FRANCIA: FRANCE RELANCE	47
1.4.2 - GERMANIA: DEUTSCHER AUFBAU- UND RESILIENZPLAN (DARP)	48
1.4.3 - SPAGNA: ESPANA PUEDE	49
1.5 - LA RICERCA NEI PIANI NAZIONALI DI RIPRESA E RESILIENZA	51
1.6 - UNO SGUARDO D'INSIEME	55
ALLEGATO I. DETTAGLIO PROGETTI	59
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	64
RINGRAZIAMENTI	64
CAPITOLO 2	65
PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZE STRUTTURALI DELLE RETI DI CONOSCENZA IN ITALIA: UNA ANALISI GEOGRAFICA DEI PROGETTI E DELLE PUBBLICAZIONI	
SOMMARIO	66
2.1 - INTRODUZIONE	67
2.2 - LA PARTECIPAZIONE ITALIANA AI PROGRAMMI QUADRO EUROPEI: UN AGGIORNAMENTO	69
2.3 - LE RETI DI PRODUZIONE E CONDIVISIONE DELLA CONOSCENZA	80
2.4 - LA GEOGRAFIA DELLA CONOSCENZA	83
2.5 - L'ETEROGENEITÀ NELLA DISTRIBUZIONE DEGLI HUB DI CONOSCENZA NELLE PROVINCE ITALIANE	91
2.6 - CONCLUSIONI	93

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	98
CAPITOLO 3	101
IL DOTTORATO DI RICERCA: UNA VALUTAZIONE	
SOMMARIO	102
3.1 - L'AUMENTO DEI RICERCATORI COME OBIETTIVO DI POLITICA DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA	103
3.2 - DOTTORANDI E DOTTORATI IN UNA PROSPETTIVA INTERNAZIONALE	107
3.2.1 - IL NUMERO DEI DOTTORI DI RICERCA: UN CONFRONTO INTERNAZIONALE	107
3.2.2 - FLUSSI INTERNAZIONALI NEI CORSI DI DOTTORATO	114
3.2.2.1 - GLI STUDENTI STRANIERI NEI CORSI DI DOTTORATO	114
3.2.2.2 - STUDENTI ITALIANI ALL'ESTERO	119
3.3 - IL DOTTORATO DI RICERCA IN ITALIA: NUMERO DEI POSTI, DISTRIBUZIONE DISCIPLINARE E DI GENERE	122
3.3.1 - C'È STATO UN CALO NEL NUMERO DI POSTI DI DOTTORATO IN ITALIA?	122
3.3.2 - LA DISTRIBUZIONE DISCIPLINARE DEI DOTTORI DI RICERCA	123
3.3.3 - LA QUESTIONE DI GENERE NELLA PARTECIPAZIONE AI DOTTORATI DI RICERCA	124
3.4 - L'INDAGINE ISTAT SULL'INSERIMENTO PROFESSIONALE DEI DOTTORI DI RICERCA	129
3.4.1 - DOPO IL DOTTORATO	129

3.4.2 - LE RETRIBUZIONI DEI DOTTORI DI RICERCA	135
3.4.3 - I DOTTORI DI RICERCA ITALIANI VERSO L'ESTERO	137
3.5 - QUAL È LA SPESA PER I DOTTORATI DI RICERCA?	139
3.6 - L'INVESTIMENTO IN DOTTORATO DI RICERCA COME STRUMENTO STRATEGICO	143
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	146
RINGRAZIAMENTI E ATTRIBUZIONI	151
CAPITOLO 4	153
I DOTTORATI INDUSTRIALI PROMOSSI DAL CNR	
SOMMARIO	154
4.1 - UN NUOVO STRUMENTO DI POLITICA EDUCATIVA FUNZIONALE ALL'INNOVAZIONE INDUSTRIALE	155
4.2 - IL DOTTORATO INDUSTRIALE	157
4.3 - IL DOTTORATO INDUSTRIALE E IL PNRR	160
4.4 - I DOTTORATI DI RICERCA PROMOSSI DAL CNR	162
4.5 CNR E CONFINDUSTRIA PER IL DOTTORATO INDUSTRIALE	163
4.6 LA PROCEDURA PER LA SELEZIONE DEI PROGETTI DI DOTTORATO INDUSTRIALE CNR-CONFINDUSTRIA	165
4.7 PRIMI RISULTATI	167
4.8 - PROSPETTIVE PER IL DOTTORATO INDUSTRIALE	173
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	175

CAPITOLO 5	177
GLI INDICATORI DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE: TABELLE E FIGURE	
GLOSSARIO	201
INDICE DELLE FIGURE	206
INDICE DELLE TABELLE	210
INDICE DEI BOX	212



INTRODUZIONE



Presentazione

La crisi del Covid-19 dalla quale stiamo auspicabilmente uscendo ha segnato la vita economica e sociale degli ultimi due anni e ha anche creato una nuova percezione della ricerca scientifica e del suo rapporto con la società. Da una parte, l'opinione pubblica, gli amministratori politici, le imprese hanno guardato alla comunità scientifica come quella che poteva e doveva dare una risposta ad un problema inedito, in primo luogo trovando una soluzione di lungo periodo raffigurata dai vaccini. Dall'altra, si sono affidati agli esperti per capire come affrontare la propria vita quotidiana. Gli amministratori hanno così preso decisioni, spesso impopolari, evocando i pareri degli esperti – ossia gli scienziati – e allo stesso tempo l'opinione pubblica ha preso parte con grande partecipazione anche emotiva al dibattito scientifico.

Non era forse mai successo che una specifica categoria di scienziati – nel nostro caso i virologi e gli epidemiologi – diventassero celebrità dei mezzi di comunicazione di massa. Uno dei pochi aspetti positivi del Covid-19 è forse rappresentato dal fatto che la comunità scientifica è stata costretta ad avere un rapporto quotidiano non solo con gli amministratori pubblici, ma anche con l'opinione pubblica, ed è stata così obbligata a rispondere tempestivamente alle richieste della società e ad esporre in linguaggio accessibile le risposte ai problemi correnti. C'è solo da auspicare che – finita la crisi sanitaria iniziata nel febbraio 2020 - il contributo della comunità scientifica non sia accantonato e che al contrario il rapporto tra scienza, politica ed opinione pubblica si sviluppi fecondamente.

L'emergenza sanitaria ha anche comportato una inattesa crisi economica dalla quale stiamo ora finalmente uscendo. Si è trattato di una crisi diversa da quelle del passato perché determinata da cause esogene e non endogene al sistema economico e sociale. Alla fine di ogni crisi, si aprono nuove opportunità che bisogna saper cogliere. Il nostro paese, in particolare, ha oggi la possibilità di costruire una solida ripresa economica e sociale trainata da investimenti innovativi. Il che richiede da un lato che essi si basino su conoscenze scientifiche e tecnologiche e dall'altro che contribuiscano ad un loro ulteriore sviluppo.

Questa Relazione sulla ricerca e l'innovazione offerta dal CNR contiene analisi e dati relativi agli impatti della politica della scienza e della tecnologia che contribuiscono ad informare gli amministratori pubblici e l'opinione pubblica. Essa, giunta alla sua terza edizione, offre spunti di riflessione in un momento in cui il paese deve ripartire per un nuovo sviluppo basato sulla competenza e sulla conoscenza. I dati statistici riportati confermano un quadro già noto: il nostro paese investe in Ricerca e Sviluppo (R&S) assai meno dei nostri principali partner economici, politici e culturali e meno della media dell'Unione Europea. La ricerca industriale stenta a decollare e questo crea spesso un vuoto per la ricerca pubblica svolta nelle Università e negli Enti Pubblici di Ricerca, che non riescono a trovare adeguati collaboratori nelle imprese. Ciò nonostante, emergono spesso sorprendenti vitalità anche in un contesto poco favorevole.

Abbiamo piena consapevolezza che il Piano Nazionale Ripresa e Resilienza (PNRR) costituisca un'unica e probabilmente irripetibile occasione non solo per riavviare lo sviluppo economico e sociale del paese. Specificatamente, esso consente di avviare numerosi progetti di sviluppo scientifico e tecnologico e nuove collaborazioni tra il mondo accademico, l'amministrazione pubblica, gli enti locali e l'industria. Per instaurare il circolo virtuoso che va dalla ricerca e innovazione allo sviluppo economico, le cui risorse possono a loro volta rifinanziare la ricerca e l'innovazione, occorre una fattiva collaborazione tra settore pubblico e settore privato e una nuova direzionalità della ricerca verso obiettivi di sviluppo sostenibile collegati alla soluzione delle grandi sfide della società.

Esistono oggi le condizioni affinché il sistema della ricerca e dell'innovazione dia un contributo decisivo alla ripresa economia, e tali condizioni devono essere mantenute assicurando adeguate risorse ordinarie anche quando le risorse straordinarie del PNRR avranno esaurito il proprio compito.

In questo processo, il CNR si potrà misurare nelle azioni previste nel PNRR. Il suo apporto è duplice: da una parte il CNR, con il proprio respiro multidisciplinare, può direttamente svolgere progetti di R&S. Dall'altro può, come attore delegato, almeno in parte, contribuire al disegno e alla gestione di strumenti di finanziamento adatti al sostegno di settori, strutture, territori e attività, mediando tra i diversi interessi del governo e le istanze provenienti dalla comunità dei ricercatori, dalle organizzazioni scientifiche e dalle imprese. Esistono e hanno un ruolo sempre più centrale nei principali

paesi dell'Europa occidentale istituzioni che sanno combinare il fare ricerca e l'azione di agenzia; ciò consente di offrire capacità operativa strategica e prospettica nell'elaborazione e gestione di interventi in linea con le esigenze di sviluppo economico, sociale e territoriale. Il CNR è a questa tipologia di istituzioni che deve tendere, recuperando a pieno titolo quel ruolo di agenzia già svolto in passato (basti pensare alla gestione dei Progetti Finalizzati), e che in parte già svolge, per esempio, nel coordinamento di molte infrastrutture di ricerca europee in ambiti strategici di ricerca.

Questo processo dovrà tuttavia essere accompagnato da una serie di interventi a contorno per rendere il sistema maggiormente efficace ed efficiente e tra questi, sicuramente quelli relativi alle risorse umane sono tra i più rilevanti. La necessità di prevedere nuove forme di reclutamento, ad esempio attraverso l'introduzione di contratti *tenure-track* allineerebbe il sistema italiano degli Enti Pubblici di Ricerca alle *best practices* nazionali ed europee, ripristinando una simmetria con il sistema universitario. Allo stesso tempo, anche sul tema dei dottorati di ricerca, ampiamente trattato in questa relazione, occorre avviare una seria riflessione. Su questo aspetto va evidenziato come il concetto di dottorato di ricerca si sia evoluto in un senso proprio, fuoriuscendo dalla logica del mero percorso di studi finalizzato alla carriera accademica, volgendo invece sempre di più verso l'autentica alta formazione attraverso la ricerca che trova poi una destinazione nel mondo del lavoro dove sono necessarie risorse umane con conoscenze e competenze elevate. Questa evoluzione non rende perciò più attuale la scelta di consentire solo alle Università di attivare corsi di dottorato di ricerca, perché anzi vi possono essere aree tematiche multidisciplinari in cui questo percorso può essere svolto con maggior profitto presso gli EPR. Prova ne sia il fatto che sono ormai numerosi i dottorati di ricerca svolti in convenzione fra EPR e Università. Sarebbe, dunque, auspicabile attribuire anche agli Enti Pubblici di Ricerca la possibilità di attivare corsi di dottorato di ricerca.

Il CNR, per la sua missione istituzionale, per le eccellenze scientifiche che lo caratterizzano e per la naturale apertura alla collaborazione con il mondo istituzionale e produttivo, si candida dunque ad essere il centro di una serie di attività fondamentali per la ripresa socio-economica del Paese, avvertendo non solo le grandi opportunità, ma anche la responsabilità che questa nuova fase rappresenta.

Maria Chiara Carrozza

LISTA AUTORI

Daniele Archibugi, dirigente tecnologo del CNR-IRPPS, Professore di Innovation, Governance and Public Policy all'Università di Londra, Birkbeck College e membro dell'Academic Council della Venice International University, si occupa di economia e politica della scienza, della tecnologia e dell'innovazione e delle dinamiche della globalizzazione.

Sara Berselli, tecnologo presso il CNR - Ufficio Programmazione e Grant Office, è membro del gruppo di lavoro per la programmazione e la gestione dei Dottorati del CNR. Si occupa di gestione di programmi di valutazione di progetti di R&S per la crescita sostenibile.

Stefano Brogi, tecnologo presso il CNR- Ufficio Programmazione e Grant Office, si occupa della gestione di programmi di valutazione di progetti di R&S ed è membro del g. di l. per la programmazione la gestione dei Dottorati del CNR. Docente presso Ingegneria Gestionale dell'Università Niccolò Cusano di Roma, si occupa di valutazione di progetti di innovazione circolare.

Marco Cellini, assegnista di ricerca presso il CNR-IRPPS, si occupa di scienza politica, teoria democratica e misurazione della qualità della democrazia, di populismo, *global governance*, politiche dell'Unione Europea e di studi di genere.

Ilaria Di Tullio, ricercatrice CNR-IRPPS e dottoressa di ricerca in Metodologia e Tecniche delle Ricerca Sociale, si occupa di politiche di genere per la promozione e la valorizzazione delle donne nel mondo della scienza.

Serena Fabrizio, assegnista di ricerca presso il CNR-IRCRES, si occupa di finanziamenti pubblici, infrastrutture e impatto della ricerca nelle scienze umane e sociali. Attualmente è impegnata nel coordinamento delle azioni di diffusione e valorizzazione dei risultati RISIS, Research Infrastructure for Science and Innovation Studies e coordina il lavoro di indagine qualitativa nell'ambito del progetto PRIN 2017 sugli effetti della valutazione sul lavoro accademico.

Andrea Filippetti, dirigente di ricerca del CNR-ISSIRFA e Professore di Managerial Economics all'Università Luiss, si occupa di economia e politica della scienza, geografia economica, decentramento e istituzioni.

Azzurra Malgieri, tecnologo CNR-IRPPS si occupa di comunicazione e divulgazione scientifica e afferisce all'area di ricerca Globalizzazione, ricerca e innovazione.

Vitantonio Mariella, assegnista di ricerca presso il CNR-IRPPS, lavora sui temi dello sviluppo economico e dell'innovazione e afferisce all'area di ricerca Globalizzazione, ricerca e innovazione.

Lucio Pisacane, ricercatore CNR-IRPPS dove lavora a studi e ricerche sui temi delle risorse umane per la scienza e delle politiche sull'*higher education*, con particolare attenzione alla prospettiva di genere. È referente del gruppo di ricerca "Società della Conoscenza" e del progetto MINDtheGEPs, coordina insieme a Sveva Avveduto il Gruppo di Lavoro per il Piano di Genere al CNR.

Marta Rapallini, primo tecnologo presso il CNR - Ufficio Programmazione e Grant Office, responsabile dei Dottorati del CNR, si occupa di politiche dell'alta formazione, della ricerca e dell'innovazione.

Emanuela Reale, è Direttore del CNR-IRCRES. Attualmente è principal investigator nel progetto sull'infrastruttura europea RISIS per gli studi su ricerca e innovazione, e coordinatore del progetto PRIN 2017 sugli effetti della valutazione sulla ricerca universitaria. È Presidente dell'European Forum for Studies of Policies for Research and Innovation-EU-SPRI e membro del Board del Consortium of Higher Education Researchers (CHER) e dell'European Network of Indicator designer (ENID).

Raffaele Spallone, assegnista post-dottorale presso l'Istituto di Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie del CNR, da aprile 2020 collabora con l'Ufficio di Gabinetto del Ministero dello Sviluppo economico. I suoi interessi di ricerca spaziano dalla politica industriale, con particolare riferimento alle politiche pubbliche della scienza e dell'innovazione, ai temi legati allo sviluppo territoriale e al divario regionale italiano.

Fabrizio Tuzi, dirigente tecnologo del CNR-ISSIRFA, si occupa di politica della scienza, della tecnologia e dell'innovazione, di finanza regionale e di sistemi di credito mutuali.

Antonio Zinilli, ricercatore presso il CNR-IRCRES. Si occupa di politiche della ricerca, modelli di diffusione della conoscenza e teoria delle reti. Coordinatore della IRCRES School in “Data Science: tools and methods for analysing complex Science, Technology and Innovation (STI) systems”.

Ringraziamenti

Numerosi colleghi hanno contribuito a questa iniziativa. Prima di tutto, desideriamo ringraziare la Presidente, Professoressa Maria Chiara Carrozza per aver sostenuto la pubblicazione di questa periodica Relazione. Nell'ambito del CNR, ha operato, presso il Dipartimento Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale (DSU), per iniziativa del Direttore f.f. del Dipartimento, Dott. Amedeo Cesta, uno specifico gruppo di lavoro dedicato all'elaborazione di questa Relazione e, più in generale, all'analisi delle politiche e delle strategie relative alla scienza e alla tecnologia.

Il gruppo di lavoro, per questa relazione, ha usufruito della partecipazione di colleghi di diversi Istituti del CNR: l'Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali (IRPPS), l'Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile (IRCRES), l'Istituto per gli Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie (ISSIRFA) e si è avvalso della collaborazione di alcuni colleghi esterni al CNR.

Hanno partecipato al gruppo di lavoro:

Archibugi Daniele, IRPPS-CNR
Cellini Marco, IRPPS-CNR
Cerulli Giovanni, IRCRES-CNR
Crisci Massimiliano, IRPPS-CNR
Di Tullio Ilaria, IRPPS-CNR
Evangelista Rinaldo, Università di Camerino
Fabrizio Serena, IRCRES-CNR
Filippetti Andrea, ISSIRFA-CNR
Mariella Vitantonio, IRPPS-CNR
Malgieri Azzurra, IRPPS-CNR
Morettini Lucio, IRCRES-CNR
Pisacane Lucio, IRPPS-CNR
Potì Bianca, IRCRES-CNR
Reale Emanuela, IRCRES-CNR
Spallone Raffaele, ISSIRFA-CNR
Spinello Andrea Orazio, IRCRES-CN
Tudisca Valentina, IRPPS-CNR
Tuzi Fabrizio, ISSIRFA-CNR

Valente Adriana, IRPPS-CNR
Vezzani Antonio, IRPPS-CNR
Zinilli Antonio, IRCRES-CNR

Un particolare ringraziamento ai colleghi Giovanni Abramo, IASI-CNR e Ciriaco Andrea D'Angelo, Università di Roma Tor Vergata, per aver elaborato e messo a disposizione i dati bibliometrici (Figure 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15). Ci siamo altresì avvalsi della collaborazione dei colleghi Marta Rapallini, Sara Berselli e Stefano Brogi del CNR per l'elaborazione e la stesura del Capitolo 4 riguardante l'analisi sui dottorati industriali promossi dal CNR. Un ringraziamento anche a Sebastian Gerstner stagista presso il MISE per il supporto alla stesura del Capitolo 1, con particolare riferimento all'analisi dei piani nazionali di ripresa e resilienza degli altri paesi. Desideriamo inoltre ringraziare Giulia Antonini (DSU) per il contributo prestato nella gestione amministrativa del Progetto e Azzurra Malgieri (IRPPS-CNR) e Lucio Morettini (IRCRES-CNR) per aver preparato il Glossario e gli indici.

Daniele Archibugi, Emanuela Reale e Fabrizio Tuzi (coordinatori).

Executive summary

L'obiettivo della Relazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, giunta alla sua terza edizione, è quello di fornire informazioni e dati sulla scienza, la tecnologia e l'innovazione, anche attraverso confronti internazionali, presentando specifici studi di caso e privilegiando analisi quantitative.

La Relazione vede la luce due anni dopo la presentazione della precedente edizione. La pandemia e l'emergenza sanitaria che ne è seguita hanno visto le istituzioni di ricerca del nostro paese - Consiglio Nazionale delle Ricerche incluso - fare la loro parte attivandosi immediatamente a supporto della gestione dell'epidemia e avviando progetti di ricerca riguardanti direttamente il contrasto a SARS-CoV-2 e Covid-19. Un'analisi approfondita su tale impegno sarà possibile quando gli indicatori della scienza, della tecnologia e dell'innovazione saranno in grado di evidenziare pienamente gli effetti della crisi pandemica sul settore della ricerca, sia pubblica sia privata, in termini di risorse e prestazioni.

In questa edizione si avvia una riflessione sul ruolo attribuito alla R&S dalle misure straordinarie di sostegno alle economie degli stati membri promosse in Europa dai governi e dalla Commissione Europea in risposta alla crisi pandemica. Il **capitolo 1**, a tale scopo, approfondisce il ruolo giocato dalla R&S all'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. La domanda di fondo è: sarà in grado il PNRR di far compiere all'Italia un salto quantico verso un modello economico sostenibile trainato dalla ricerca e dall'innovazione? Molto dipenderà dall'effettiva implementazione delle azioni programmate dal PNRR all'interno delle quali il compito assegnato alla ricerca pubblica è cruciale. Il PNRR, infatti, colloca la politica della ricerca all'interno di una più vasta trasformazione del sistema economico italiano, laddove prevede di integrare la spesa per ricerca pubblica in un più ampio contesto che include anche lo sviluppo sperimentale, il trasferimento tecnologico, la spesa privata in ricerca, innovazione e formazione. In questa logica la ricerca pubblica intende ricoprire il ruolo di moltiplicatore in grado di attivare investimenti in ricerca privata e innovazione finalizzati alla creazione di ecosistemi dove le idee si possano trasformare in nuovi prodotti, processi e servizi, al fine di creare posti di lavoro ad elevato valore aggiunto agganciando i settori produttivi più dinamici nei mercati internazionali. Gli

attori pubblici della ricerca devono quindi assumere un ruolo centrale nel disegno definito nel PNRR in quanto operando sulla frontiera della scienza sono in grado di aprire nuove traiettorie tecnologiche. Questi - e tra di essi il CNR è in prima fila in quanto maggiore ente pubblico di ricerca - dovranno dunque essere pronti ad affrontare la sfida attraverso l'ampio ventaglio di azioni, interventi e soluzioni previste all'interno del piano e fare in modo che gli investimenti previsti abbiano concrete ricadute sulla collettività e sul sistema socio-economico nazionale.

Il **capitolo 2** si focalizza sulle diverse reti di conoscenza, in particolare quelle generate dalle collaborazioni di ricerca offerte dalla Commissione Europea con Horizon 2020 e quelle collegate alle pubblicazioni in collaborazione internazionale. Vengono presentati alcuni indicatori sulla partecipazione italiana ai Programmi Quadro europei e un'analisi delle differenze territoriali esistenti nella produzione e condivisione di conoscenza scientifica. Dall'analisi emerge una non uniforme distribuzione della conoscenza nei diversi territori e un disallineamento tra centralità generate dai progetti e centralità generate dalle pubblicazioni scientifiche. Dall'osservazione della geografia del sistema di ricerca e innovazione italiano emergono alcuni suggerimenti per il decisore politico, che vanno oltre la fondamentale necessità di aumentare le risorse a disposizione del settore pubblico di ricerca - sia attraverso l'iniezione di nuovi finanziamenti per la ricerca sia attraverso l'avvio di un nuovo programma di reclutamento di giovani ricercatori - nonché di attivare specifiche misure per favorire la mobilità internazionale dei dottorandi e dei ricercatori post-dottorali. Tali bisogni trovano in parte risposta nelle previsioni del PNRR. In particolare, l'analisi suggerisce la messa a punto di un portafoglio nazionale di strumenti di finanziamento competitivo per ricerca e innovazione destinato in particolare a creare strade alternative per ricerca libera o per ricerca su temi strategici in collaborazione con le imprese che tenga conto anche delle differenze territoriali. Avere un portafoglio di strumenti significa avere interventi di policy combinati e coerenti rispetto al raggiungimento di specifici obiettivi di sviluppo, che consentano la partecipazione di più soggetti pubblici e privati e che siano tagliati per la creazione di ecosistemi di ricerca e innovazione anche in aree più marginali. Si tratta di definire e formalizzare una strategia nazionale di finanziamento della R&I, supportata da un consistente ammontare di risorse, che non riproduca pedissequamente meccanismi di selezione e obiettivi già presenti nei programmi quadro europei. Al contrario, occorre individuare le azioni necessarie a livello locale per consentire il rafforzamento della centralità

nei network di collaborazione internazionale di organizzazioni localizzate in territori dove esiste una buona centralità delle organizzazioni nella produzione di conoscenza in collaborazione internazionale, ma non sufficienti risorse e legami per entrare nei programmi quadro.

Il **capitolo 3** è dedicato ad una valutazione di un cruciale strumento di formazione quale il dottorato di ricerca. I dottori di ricerca sono, in Italia, assai meno che nei nostri partner economici, politici e culturali, sia in rapporto allo stock totale della forza lavoro che in termini di flusso annuale di diplomati. È quindi del tutto sensato aumentare il loro numero, anche se occorre contestualmente creare per loro adeguate opportunità professionali. Per quanto il tasso di occupazione di chi consegue il dottorato sia molto elevato, e superiore a quello dei laureati, si rileva che una parte consistente non ritiene di utilizzare le competenze acquisite nei corsi, e un'altra parte trova migliori opportunità professionali fuori d'Italia. Questa fuoriuscita è particolarmente alta per i dottori di ricerca nelle discipline STEM (Science, Technology, Engineering and Maths), il che pone un dilemma alla politica della ricerca: occorre aumentare il numero dei posti in queste materie pur sapendo che molti di loro non troveranno adeguate opportunità professionali nel paese? Quali sono, di conseguenza, le azioni di politica economica, industriale e sociale necessarie per poter poi inserire adeguatamente queste risorse umane nel mercato del lavoro nazionale?

Tenendo conto delle retribuzioni erogate in Italia e all'estero, non sorprende che molti dei nostri dottori di ricerca intendano lavorare fuori d'Italia. Se possiamo senz'altro rallegrarci perché nelle materie STEM i nostri Dipartimenti generano giovani ricercatori così competenti da essere appetibili anche all'estero, dobbiamo però prendere atto che essi non sono integralmente assorbiti nel mercato del lavoro italiano. Vista la sua specializzazione produttiva, insomma, l'Italia non sembra adatta ad assorbire dottori di ricerca. Non è sufficiente formare dottori di ricerca, anche se di buon livello, affinché le loro competenze risultino utili per lo sviluppo economico e sociale del paese e possano essere adeguatamente assorbiti nel mercato del lavoro interno. Una delle più semplici ed efficaci strategie per spingerli a restare in Italia potrebbe essere quella di offrire loro migliori condizioni contrattuali, sia in termini di stabilità che di retribuzioni. Si nota inoltre una preoccupante differenza salariale tra addottorati e addottrate in Italia, persistente in tutte le aree disciplinari. Allo stesso tempo, un ampio flusso di dottori di ricerca si riversa nel settore pubblico, mentre solo una piccola

parte trova lavoro nel settore delle imprese. È un risultato che fa riflettere e che induce ad interrogarsi sull'eventuale bisogno di riformare i *curricula studiorum* dei dottorati oppure modificare l'ambiente professionale che dovrebbe successivamente assorbirli. Sembra necessario fare tutte e due le cose congiuntamente, se non si intende sprecare l'investimento di tempo e denaro nella formazione avanzata. Un tentativo in questa direzione è rappresentato dai dottorati industriali, che discutiamo nel capitolo 4. Risulta essenziale che, in una visione sistemica, le maggiori risorse da destinare alla ricerca pubblica e ai corsi di dottorato siano accompagnate da strumenti specifici di politica industriale volti a rafforzare la capacità produttiva del nostro paese, attraendo imprese ad alta tecnologia e creandone di nuove. Senza modificare anche la specializzazione tecnologica italiana, un accresciuto numero di dottori di ricerca e di ricercatori potrebbe non generare i benefici auspicati.

Il **capitolo 4** è un focus su una specifica tipologia di dottorato di ricerca: quello industriale. Il dottorato di ricerca è un pre-requisito solo per la carriera accademica? Nei paesi con i sistemi formativi più avanzati non è così: una percentuale rilevante dei dottori di ricerca lavora nelle aziende. In Italia invece raramente si trovano dottori di ricerca nel settore industriale. Questa anomalia è insieme causa ed effetto della limitata innovazione del nostro sistema produttivo. Per superare questa criticità, negli ultimi anni è stata introdotta una nuova tipologia di dottorato, il Dottorato Industriale che ha proprio l'obiettivo di avvicinare i dottori di ricerca alle imprese. Infatti, il dottorando è guidato nel suo percorso formativo da tutor aziendali e accademici e svolge parte del suo percorso formativo in un'azienda.

Il Dottorato Industriale però è ancora poco diffuso e alcune indagini svolte hanno mostrato che una delle principali cause è la mancata integrazione strutturata tra aziende e università nella progettazione e gestione del Dottorato Industriale. Per promuovere il Dottorato Industriale, Confindustria e CNR hanno elaborato una procedura innovativa per definire progetti per borse di dottorato in cui ricerca e impresa siano protagonisti in tutte le fasi del processo. Le borse di questi dottorati vengono finanziate dal CNR e dalle aziende di volta in volta coinvolte. L'attivazione di un numero crescente di dottori di ricerca, direttamente collegati con i progetti delle imprese, richiede di valutare in che misura essi contribuiscono all'innescare di processi di innovazione industriale stabili, e quindi il loro assorbimento nel mercato del lavoro da parte dell'industria: sarà interessante monitorare i percorsi

professionali dei dottori di ricerca formati nel Dottorato Industriale. Ciò potrebbe aiutare ad evitare una sorta di “trappola del dottorato”, dove le opportunità professionali per chi consegue il titolo siano quella di trovare lavoro nel settore pubblico oppure di emigrare all'estero. Il Dottorato Industriale, invece, dovrebbe proprio aumentare gli sbocchi professionali presso le imprese. I dati sembrano fornire segnali incoraggianti, tanto che i Dottorati Industriali emergono non solo come uno strumento di politica educativa, ma anche di politica industriale. Possiamo quindi ottimisticamente sperare che essi costituiscano un contributo – finora ancora limitato, ma in prospettiva crescente – per la creazione di un'economia che fa un uso più intenso di conoscenze specialistiche qualificate.

Nel **capitolo 5**, come nella precedente relazione, sono stati raccolti e aggiornati alcuni degli indicatori che abbiamo ritenuto essere i più significativi per fornire un quadro quantitativo della situazione sulla scienza, la tecnologia e l'innovazione, sempre tenendo presente che tali dati sono di tipo strutturale, conseguentemente le variazioni degli indicatori, se considerate di anno in anno, sono modeste.

Per quanto riguarda la spesa per R&S in rapporto al PIL, gli ultimi anni mostrano che in Italia è in atto una lieve ripresa (Figura 5.1), che sembra essere anche legata all'arresto della riduzione degli stanziamenti pubblici in rapporto alla spesa pubblica totale (Figura 5.4). Anche l'andamento del personale addetto alla R&S (in rapporto a mille unità di forza lavoro) continua a crescere (Figura 5.6) soprattutto grazie all'incremento del personale che opera nelle imprese (Figura 5.9). Per quanto riguarda la produzione scientifica, misurata sulla base delle pubblicazioni, si conferma il quadro già segnalato nelle precedenti Relazioni, ossia di una comunità accademica che risponde coraggiosamente alle incertezze istituzionali, a cominciare da quelle relative ai finanziamenti statali, continuando a generare una quantità di pubblicazioni significativa sia come quota mondiale (Figura 5.11), sia per riconosciuta qualità (Figure 5.12 e 5.13), identificata tramite le citazioni ricevute. La produzione di innovazioni tecnologiche generate dalle imprese, approssimata dal numero di brevetti, continua ad essere al di sotto di Paesi come la Germania e la Francia, anche se il rapporto di brevetti depositati ogni 100.000 abitanti mostra negli ultimi anni un incoraggiante miglioramento (Tabella 5.7). Per quanto riguarda il grado di innovazione del sistema-paese (Figura 5.17), misurato dall'European Innovation Scoreboard (EIS), il quadro nel 2019 mostra una posizione dell'Italia abbastanza distante dai principali

partner europei, anche se tuttavia va segnalato un miglioramento degli indicatori rispetto alla rilevazione del 2012.

CAPITOLO

1

LA RICERCA PUBBLICA COME MOTORE PER
LA TRANSIZIONE VERDE E DIGITALE NEI
PIANI NAZIONALI DI RIPRESA E RESILIENZA:
UN CONFRONTO TRA ITALIA, FRANCIA,
GERMANIA E SPAGNA

Raffaele Spallone, Andrea Filippetti, Fabrizio Tuzi

SOMMARIO

Sin dalla comparsa in Europa dei primi casi di Covid-19, i governi e la Commissione Europea hanno avviato misure straordinarie di sostegno alle economie degli Stati membri. Il risultato finale di questo processo ha portato alla formulazione dei singoli Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza. Quello presentato dall'Italia prevede l'allocazione di 222,1 miliardi di euro. Il Piano si struttura intorno a tre assi orizzontali quali la digitalizzazione e l'innovazione, la transizione ecologica e l'inclusione sociale. Il 40 per cento delle risorse verrà destinata al Mezzogiorno per un totale di 82 miliardi ed è previsto un investimento significativo sui giovani e le donne.

La domanda di fondo è: sarà in grado il PNRR di far compiere all'Italia un salto quantico verso un modello economico sostenibile trainato dalla ricerca e dall'innovazione nella manifattura e nei servizi avanzati? Molto dipenderà dall'effettiva implementazione delle azioni programmate dal PNRR all'interno delle quali il compito assegnato alla ricerca pubblica è cruciale. Il PNRR, infatti, colloca la politica della ricerca all'interno di una più vasta trasformazione del sistema economico italiano, laddove prevede di integrare la spesa per ricerca pubblica in un più ampio contesto che include anche lo sviluppo sperimentale, il trasferimento tecnologico, la spesa privata in ricerca e innovazione e la formazione. In questa logica la ricerca pubblica gioca un ruolo fondamentale quale potenziale moltiplicatore in grado di attivare investimenti in ricerca privata e innovazione finalizzati alla creazione di ecosistemi innovativi dove la ricerca si trasforma in innovazione, crea posti di lavoro ad elevato valore aggiunto e aggancia i settori produttivi più dinamici nei mercati internazionali.

Gli attori pubblici della ricerca assumono, quindi, un ruolo centrale nel disegno definito nel Piano, in quanto operando sulla frontiera della scienza sono in grado di aprire nuove traiettorie tecnologiche.

Conseguentemente, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) può rappresentare una grande opportunità per il CNR che per la sua missione istituzionale, per le eccellenze scientifiche che lo caratterizzano e per la naturale apertura alla collaborazione con il mondo istituzionale e produttivo, potrà candidarsi ad essere il centro di una serie di attività correlate e connesse con gli investimenti previsti.

1.1 - La ricerca pubblica come motore per la ripresa socio-economica

Sin dalla comparsa in Europa dei primi casi di Covid-19, i governi e la Commissione Europea, anche su impulso della Presidente Von Der Leyen, hanno iniziato a concordare misure straordinarie di sostegno alle economie degli Stati membri in risposta alle conseguenze generate dai lockdown, più o meno severi, resisi necessari per evitare una diffusione incontrollata dei contagi.

A luglio 2020, il Consiglio dell'Unione Europea ha varato il programma "Next Generation – EU" (NGEU), la principale risposta europea per fronteggiare le conseguenze economiche negative della crisi da Covid-19 e favorire la ripresa economica e sociale dell'Unione. Tramite il NGEU, sono interamente finanziati il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (672,5 miliardi di euro) e il REACT-EU (312 miliardi di euro), mentre gli altri importi sono complementari ai programmi finanziati nell'ambito del Quadro finanziario pluriennale 2021-2027 (Horizon, InvestEU, Rural Development, Just Transition Fund e RescEU). Il nuovo bilancio settennale europeo (stabilito dal regolamento - UE, Euratom- 2020/2093) prevede risorse complessive pari a 1.085,3 miliardi di Euro.

Si tratta del più importante e significativo programma di sostegno e stimolo ai mercati dalla nascita della Comunità Europea, al punto che da taluni osservatori è stato visto come un deciso passo avanti verso la coesione fiscale (e non solo), anche e soprattutto in considerazione del fatto che le risorse andranno reperite tramite emissione di titoli di debito comunitari da rimborsare entro il 2058 (Buti e Messori, 2020).

Il perno del NGEU è il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (RRF), con una dotazione di 672.5 miliardi (di cui 360 miliardi erogati in forma di prestiti e 312.5 in forma di sovvenzioni) finalizzato a sostenere e accompagnare i processi di riforma e i piani di investimento necessari per favorire una robusta e stabile ripresa. Il Dispositivo, oltre a prevedere misure per la crescita e la resilienza, intende gettare le basi per un'Europa moderna e sostenibile. Per questo i Piani nazionali, come stabiliscono le linee guida adot-

tate dalla Commissione nel settembre 2020 (European Commission, 2020)¹, devono assumere una forte connotazione ambientale (con minimo il 37% delle risorse destinate al contrasto dei cambiamenti climatici e al rispetto dell'ambiente) e digitale (20% delle risorse riservate) ed avere fra le priorità la coesione (territoriale e di genere), l'inclusività, l'infanzia e la gioventù, la formazione e la cultura.

Da un punto di vista operativo, le linee guida stabiliscono che i Piani nazionali di ripresa e resilienza devono essere presentati in concomitanza con i Piani Nazionali di Riforma (auspicando la presentazione di un unico Piano) e rispondere sia alle raccomandazioni specifiche (Country specific recommendations 2019 e 2020) che alle sette aree definite prioritarie dalla Commissione europea (flagship)².

Sin da settembre 2020, la Commissione ha avviato un dialogo con gli stati membri per la puntuale definizione dei piani nazionali, che devono essere strutturati in insiemi omogenei di riforme e investimenti (component), cadenzati da specifici target intermedi (quantitativi), milestone (qualitative) e obiettivi finali, e rispettare il principio di non lesività dell'ambiente (*do not significant harm principle*).

In ambito nazionale, il Dipartimento per le politiche europee della Presidenza del Consiglio dei Ministri, prima, e una struttura creata ad hoc presso il Ministero dell'Economia e Finanze, dopo, hanno coordinato i lavori di predisposizione del Piano.

Dopo una prima versione del PNRR approvata dal Consiglio dei Ministri il 12 gennaio 2021, la versione finale del Piano è stata inviata alla Com-

1 *Guidance to member states Recovery and Resilience Plans, Commission Staff working document*, Commissione europea 17 settembre 2020.

2 L'art.3 della Com 408 definisce le sei priorità del RRF

- Transizione Verde (inclusa tutela biodiversità)
- Trasformazione Digitale
- Crescita sostenibile, intelligente e inclusiva in termini di coesione economica, occupazione, produttività, competitività, ricerca, sviluppo e innovazione con un mercato comune funzionante e PMI forti
- Coesione territoriale e sociale
- Salute e resilienze economica sociale e istituzionale per affrontare la crisi
- Politiche per le nuove generazioni, giovani e infanzia, istruzione e competenze.

missione Europea il 30 aprile 2020. La versione definitiva del Piano è stata approvata il 22 giugno 2021.

La Grande Recessione del 2008 e la crisi pandemica sono stati due eventi di natura straordinaria. Ma mentre nel primo caso l'Europa ha risposto con timore adottando politiche fiscali restrittive, nel secondo ha dato avvio ad un piano europeo di aiuti che ha come unico precedente il Piano Marshall del dopoguerra, che riuscì a far transitare l'Italia sul binario della industrializzazione, generando nuovi posti di lavoro, reddito, urbanizzazione e infrastrutture (DeLong e Eichengreen, 1991). La domanda attuale è: sarà in grado il PNRR di far compiere all'Italia un nuovo salto quantico verso un modello economico sostenibile trainato dalla ricerca e dall'innovazione nella manifattura e nei servizi avanzati? È questa, nei fatti, la sfida che si pone dinnanzi al PNRR. Una sfida che non può essere vinta presupponendo un aumento di spesa pubblica permanente, bensì attraverso a una iniezione straordinaria di risorse finanziarie una tantum, parte delle quali andranno, peraltro, restituite in futuro. Si tratta quindi di un progetto ambizioso che dovrebbe generare una trasformazione permanente della struttura produttiva italiana grazie a un programma di investimenti transitorio.

A tal fine, occorre azionare quelle leve in grado di aprire nuove traiettorie di sviluppo in grado di sostenersi autonomamente quando l'effetto delle risorse provenienti dall'Europa verrà meno. In questo contesto, gli investimenti in ricerca pubblica ricoprono un ruolo fondamentale. La ricerca è infatti il settore per eccellenza in grado di generare elevati moltiplicatori degli investimenti, in quanto ha la capacità intrinseca di fare da volano per gli investimenti in ricerca privata, trasferimento tecnologico e innovazione (si veda Salter e Martin, 2001; Archibugi e Filippetti, 2018). Questo avviene nel momento in cui la ricerca, operando sulla frontiera della scienza, apre nuove traiettorie tecnologiche. Idrogeno, batterie, chimico-farmaceutico, tecnologie mediche, tecnologie digitali e delle telecomunicazioni, sono alcuni settori in cui gli investimenti in ricerca pubblica possono attrarre il settore privato e dare vita a ecosistemi innovativi in cui la ricerca nella scienza di base diventa innovazione tecnologica. In questi settori si crea lavoro ad elevato valore aggiunto, si investe in capitale umano, e si agganciano quei segmenti dei mercati internazionali dove è minore la concorrenza dei paesi emergenti.

Al contempo, il trasferimento tecnologico può fare da volano anche nei settori più tradizionali del *Made in Italy*. La trasversalità delle applicazioni tecnologiche di alcuni settori della scienza di base, come ad esempio i microprocessori, i nanomateriali, l'internet delle cose, la chimica, il digitale, consente di apportare innovazione tecnologica anche nei settori come l'arredamento, la meccanica di precisione, il turismo e i beni culturali, dove l'Italia ha un vantaggio di posizione dato da saperi sedimentati nel tempo e una reputazione di elevata qualità.

La partita è complessa perché l'Italia sconta un ritardo strutturale in termini di investimenti in ricerca, sia pubblica sia privata, nonché dall'assenza di grandi imprese che sono fondamentali nei settori *Science Based* e da una scarsa integrazione tra la ricerca pubblica e l'industria.

Gli investimenti in ricerca pubblica rappresentano un tassello fondamentale affinché l'intervento del PNRR ingeneri una transizione permanente del sistema economico, e non uno scostamento momentaneo, se tali investimenti saranno in grado di attivare meccanismi moltiplicativi che coinvolgono l'intero sistema economico. Ci sono due vie percorribili. Una è di pompare risorse nella ricerca pubblica ritenendo che queste, necessariamente, genereranno effetti moltiplicativi e permanenti nel tempo. Un'altra è mettere a sistema le risorse poste a disposizione dall'Unione Europea per indirizzarle verso alcuni nodi al fine di massimizzare l'effetto moltiplicativo atteso. In questo secondo caso, occorre pensare la politica della ricerca all'interno di una più ampia trasformazione del sistema economico italiano, con la stessa ambizione che aveva il Piano Marshall. Il PNRR, come mostriamo di seguito sembra essersi dato questa seconda impostazione (e non solo in Italia) integrando la spesa per ricerca pubblica in un più ampio contesto che include anche lo sviluppo sperimentale, il trasferimento tecnologico, la spesa privata in ricerca e innovazione e la formazione.

Il presente capitolo analizza le azioni destinate alla ricerca e all'innovazione presenti all'interno del PNRR e le risorse finanziarie destinate a tale fine, anche attraverso un confronto con le scelte effettuate da alcuni paesi europei (Francia, Germania e Spagna). In particolare, nel paragrafo 1.2 viene presentato il PNRR nel suo complesso mostrando le missioni in cui questo è articolato, la suddivisione delle risorse e le modalità organizzative. Nel paragrafo 1.3 sono illustrati i progetti di investimento presenti nella Missione "Istruzione e Ricerca" per poi completare il quadro con le linee di azione

presenti in tutte le altre Missioni del Piano che abbiamo attinenza con il tema della R&S e la descrizione dei due progetti di riforma relativi alla semplificazione e alla mobilità e al Piano Nazionale per la Proprietà Industriale. Il paragrafo 1.4 offre elementi di confronto riguardo la composizione dei piani presentati da Francia, Germania e Spagna e l'ammontare totale delle risorse disponibili, mentre il paragrafo successivo (1.5) evidenzia le scelte programmatiche dei paesi oggetto del confronto in termini di strutturazione e allocazione delle risorse per quanto riguarda il settore della ricerca e dell'innovazione. In ultimo (1.6) viene presentato un quadro d'insieme dal quale emerge la grande opportunità connessa al PNRR; tuttavia occorrerà prestare la massima attenzione all'effettiva implementazione delle azioni programmate. Il nostro paese dovrà, dunque, essere in grado di agire in maniera sistemica, facendo in modo che la pubblica amministrazione sia effettivamente funzionale alle esigenze del mondo produttivo e che le risorse ordinarie, sulle quali si può fare affidamento anche dopo il 2026, siano utilizzate in maniera sinergica con quelle straordinarie disponibili dal PNRR.

1.2 - Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza: una descrizione generale

Il PNRR presentato dall'Italia prevede l'allocazione di 191,5 miliardi di euro finanziati attraverso il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza, a cui si aggiungono 30,6 miliardi di euro del Fondo complementare a valere sullo scostamento pluriennale di bilancio. Il totale dei fondi previsti ammonta quindi a 222,1 miliardi di euro.

Il Piano si struttura intorno a tre assi orizzontali quali la digitalizzazione e innovazione, la transizione ecologica e l'inclusione sociale. Il 40 per cento delle risorse verrà destinata al Mezzogiorno per un totale di 82 miliardi ed è previsto un investimento significativo sui giovani e le donne.

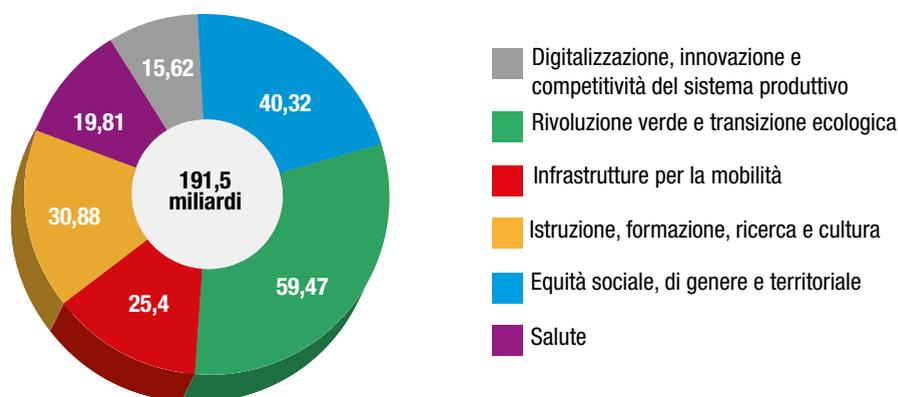
Dai tre assi sopra elencati si sviluppano sei missioni. La prima, "Digitalizzazione, Innovazione, Competitività e Cultura" stanziata nel complesso 49,2 miliardi di euro con lo scopo di promuovere la trasformazione digitale del paese, sostenere l'innovazione del sistema produttivo, e investire in turismo e cultura.

La seconda missione, “Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica”, prevede 68,6 miliardi di euro finalizzati a migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico assicurando una transizione ambientale equa e inclusiva.

La terza missione, “Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile”, stanziava 31,4 miliardi di euro con l'obiettivo di sviluppare un'infrastruttura di trasporto moderna, sostenibile ed estesa a tutte le aree del paese. “Istruzione e Ricerca” è la quarta missione per cui vengono erogati 31,9 miliardi di euro per rafforzare il sistema educativo, la ricerca e il trasferimento tecnologico e le competenze digitali e tecnico-scientifiche.

La quinta missione, “Inclusione e Coesione”, assegna 22,4 miliardi di euro per agevolare la partecipazione al mercato del lavoro attraverso la formazione, il rafforzamento delle politiche attive del lavoro e il sostegno all'inclusione sociale. Infine, “Salute”, dall'importo complessivo di 18,5 miliardi di euro, mira a modernizzare e digitalizzare il sistema sanitario, rafforzare la prevenzione e i servizi sanitari sul territorio e garantire equità di accesso alle cure.

Figura 1.1 - Ripartizione risorse per missione



Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

Da un punto di vista organizzativo, il decreto-legge del 31 maggio 2021, n. 77 ha definito la “governance” per il PNRR.

I compiti di indirizzo del Piano saranno svolti attraverso una Cabina di regia (art 2) che esercita poteri di indirizzo, impulso e coordinamento generale sull'attuazione degli interventi del PNRR. La cabina di regia si avvarrà di una Segreteria tecnica (art. 4) che assicurerà relazioni periodiche al Parlamento e alla Conferenza Unificata, e aggiornerà periodicamente il Consiglio dei Ministri. Le funzioni di monitoraggio e rendicontazione saranno affidate al Servizio centrale per il PNRR (istituito presso il MEF) che rappresenterà il punto di contatto nazionale con la Commissione Europea per l'attuazione del Piano. L' Ufficio dirigenziale presso la Ragioneria dello Stato svolgerà, invece, le funzioni di audit del piano.

Inoltre, l'Unità per la razionalizzazione e il miglioramento dell'efficacia della regolazione (art. 5), avrà l'obiettivo di superare gli ostacoli normativi, regolamentari e burocratici che possono rallentare l'attuazione del Piano.

Infine, il Tavolo permanente per il partenariato economico, sociale e territoriale (art. 3) svolgerà funzione consultiva nelle materie connesse all'attuazione del PNRR.

1.3 - Progetti a sostegno della ricerca e sviluppo nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il tema della ricerca e innovazione è trasversale a tutto il PNRR, rappresentando il perno su cui costruire la trasformazione ambientale e digitale del paese. Per tale ragione, pur essendoci una componente dedicata alla R&S (la componente 2 della Missione 4), le linee di azione che mirano ad incrementare gli investimenti pubblici e privati in R&S sono rintracciabili anche nella Missione 1 e nella Missione 2, nonché nella Missione 6, dedicata al rafforzamento del sistema sanitario.

Nei paragrafi che seguono illustreremo i progetti di investimento presenti nella Componente 2 della Missione 4 per poi completare il quadro con le linee di azione presenti in tutte le altre Missioni del Piano e la descrizione dei due progetti di riforma relativi alla semplificazione e alla mobilità e al Piano Nazionale per la Proprietà Industriale.

1.3.1 - Interventi nella Missione 4. "Istruzione, formazione, ricerca"

La missione 4 del PNRR, "Istruzione, formazione e ricerca", vuole indirizzare il deficit di competenze che limita il potenziale di crescita del nostro paese e la sua capacità di adattamento alle sfide tecnologiche e ambientali. La missione si divide in due componenti: i) Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido all'Università ii) Dalla ricerca all'impresa.

Nell'ambito della prima componente gli interventi previsti mirano essenzialmente a colmare o a ridurre in misura significativa le carenze strutturali del sistema educativo italiano, in particolare rafforzando le infrastrutture e gli strumenti tecnologici a disposizione della didattica, nonché sostenendo le competenze digitali del personale scolastico.

Naturalmente, le azioni previste nella prima componente, pur essendo complementari al sistema della ricerca e sviluppo italiano e fondamentali per rafforzare la capacità innovativa del paese (basti pensare alla centralità delle competenze *Science, Technology Engineering and Maths* (STEM), non rientrano nel perimetro di interesse di questa trattazione. Unica eccezione sono le misure volte a riformare la disciplina dei dottorati di ricerca, aprendo i percorsi al coinvolgimento di soggetti esterni all'università, e a finanziare l'ampliamento del numero delle borse per i dottorati di ricerca (430 milioni di euro).

Rientrano, invece, gli interventi previsti nella seconda componente, "Dalla ricerca all'impresa", che per natura e finalità rappresentano il focus principale di questa relazione. Il complesso degli investimenti e delle riforme previsti nella componente mirano, infatti, a:

- rafforzare la ricerca e favorire la diffusione di modelli innovativi per la ricerca di base e applicata condotta in sinergia tra università e imprese;
- sostenere i processi per l'innovazione e il trasferimento tecnologico;
- potenziare le infrastrutture di ricerca, il capitale e le competenze di supporto all'innovazione;
- incrementare gli investimenti privati in R&S anche attraverso una migliore interazione tra il mondo delle imprese e le istituzioni.

Le risorse destinate a tali finalità ammontano a circa 11,44 miliardi, a cui si sommano 1,5 miliardi di risorse provenienti dal Fondo Complementare.

La componente Dalla Ricerca all'impresa, si divide in tre assi:

- rafforzamento della ricerca pubblica e diffusione dei modelli innovativi per la ricerca di base e applicata condotta in sinergie tra imprese e università;
- sostegno ai processi di innovazione e trasferimento tecnologico;
- potenziamento delle condizioni di supporto alla ricerca e all'innovazione.

Il primo asse è rivolto, principalmente, al potenziamento della ricerca pubblica attraverso il rifinanziamento del Programma Nazionale per la Ricerca (fondo PNR) e dei nuovi Progetti di Ricerca di significativo Interesse Nazionale (PRIN). Sono previsti anche interventi per il finanziamento dei partenariati allargati per il finanziamento della ricerca di base tra università e centri di ricerca, il finanziamento dei progetti di ricerca per giovani ricercatori e la creazione dei campioni nazionali di R&S. Le risorse stanziare per questo asse ammontano a circa 5 miliardi e gli interventi sono gestiti principalmente dal Ministero dell'Università e della Ricerca.

Tabella 1.1 - Elenco dei progetti, le risorse, le amministrazioni competenti e l'orizzonte temporale degli interventi

RAFFORZAMENTO DELLA RICERCA PUBBLICA (...)	Risorse complessive (Mld di Euro)	Competenza	Timing
Fondo nazionale di ricerca (PNR) Nuovi progetti di ricerca di significativo interesse nazionale (PRIN)	1.8	MUR	2020-2024
Finanziamento a progetti di ricerca per giovani ricercatori	0.6	MUR	2022-2026
Partenariati allargati estesi a Università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca di base	1.6	MUR	2021-2026
Potenziamento strutture di ricerca e Creazione di alcuni campioni nazionali di R&S su alcune key enables technologies	1.6	MISE-MUR	2021-2026
Creazione e rafforzamento di ecosistemi dell'innovazione e creazione dei leader territoriali di R&S	1.3	MUR	2021-2026

Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

Di rilevante strategicità ed interesse risultano i campioni nazionali di R&S, centri/network creati in partenariato pubblico-privato ed operanti in rete, attivi in alcuni domini tecnologici di frontiera (tra gli altri, intelligenza artificiale, quantum computing, biopharma, energia, idrogeno, mercato finanziario in chiave digitale, agro-alimentare). La creazione, il finanziamento, nonché la governance dei Centri, sarà definita di concerto tra il Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Università e della Ricerca.

La misura mira a rafforzare e istituzionalizzare la cooperazione tra università, istituti di ricerca e imprese per la produzione di ricerca orientata all'innovazione, in ambiti tematici-tecnologici coerenti con le priorità del Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2021-2027 e con i pilastri di Horizon Europe, nonché con i contenuti del PNRR. Le selezioni dovrebbero avvenire con appositi bandi, il primo dei quali verrà emanato entro l'inizio del 2022. La scelta fra le proposte che parteciperanno ai bandi avverrà con modalità analoghe a quelle adottate dallo European Innovation Council.

Il secondo asse, Sostegno ai processi di innovazione e trasferimento tecnologico, mira a rafforzare il sistema della ricerca lungo le diverse fasi della maturità tecnologica e a innalzare il potenziale di crescita del sistema economico, favorendo gli investimenti privati in R&S. Inoltre, le misure e le azioni previste in questa linea di intervento mirano a rafforzare la rete del trasferimento tecnologico del Paese. Le risorse complessive destinate alla componente ammontano a circa 2 miliardi di euro a cui si aggiunge il miliardo di euro per finanziare gli Accordi di innovazione, progetti di natura negoziale, aventi ad oggetto investimenti in ricerca e sviluppo di rilevante impatto tecnologico.

Tabella 1.2 - Elenco dei progetti, le risorse, le amministrazioni competenti e l'orizzonte temporale degli interventi

SOSTEGNO AI PROCESSI DI INNOVAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO	Risorse Complessive (Mld di Euro)	Competenza	Timing
Partecipazione ai progetti Horizon Europe per imprese	0.2	MISE	2021-2026
IPCEI (Progetti di importante interesse strategico europeo)	1.5	MISE	2021-2026
Rifinanziamento ed estensione tematica dei centri di competenza e dei DIH's	0.35	MISE	2021-2026
Accordi di innovazione ³	1	MISE	2021-2025

Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

Come mostra la tabella precedente, l'impegno di spesa più rilevante è destinato ai Progetti di importante interesse strategico europeo (IPCEI). La misura è finalizzata al rafforzamento della dotazione finanziaria del "Fondo IPCEI" (art. 1 comma 232 della Legge di Bilancio per il 2020) per l'attuazione di progetti di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale finalizzati a sostenere e implementare la cooperazione tra imprese europee per la realizzazione di catene del valore europeo in settori ritenuti strategici dalla Commissione (Comunicazione della Commissione (2014/C 188/02)).

Per essere finanziabile il progetto deve: i) contribuire a obiettivi strategici dell'UE; ii) prevedere la partecipazione di diversi Stati membri; iii) prevedere finanziamenti privati da parte dei beneficiari; iv) avere una ricaduta positiva in tutta l'UE che limiti eventuali distorsioni della concorrenza e v) essere altamente innovativo ed estremamente ambizioso in termini di ricerca e innovazione.

L'Italia ha già partecipato e finanziato gli IPCEI Batterie I e II e Microelettronica I, mentre sono in fase di partenza gli IPCEI Idrogeno, Microelettronica II, Cloud e Health.

Le risorse stanziare nel Piano coprono solo in parte il fabbisogno finanziario stimato per favorire la partecipazione delle imprese italiane a tutti gli IPCEI sopraelencati che, con buona probabilità, partiranno nell'orizzonte

³ Misura su fondo complementare.

temporale 2021-2026. Fondi aggiuntivi dovrebbero essere stanziati attraverso altri canali finanziari.

Infine, il terzo asse mira al rafforzamento di quelle che vengono definite “condizioni abilitanti allo sviluppo delle attività di ricerca e innovazione”. In particolare, le misure previste puntano ad incrementare la dotazione infrastrutturale, a sviluppare competenze dedicate a specifiche esigenze delle imprese (dottorati industriali), ad incrementare la dotazione finanziaria del Fondo Nazionale Innovazione; quest'ultimo opera attraverso lo strumento operativo del Venture Capital, per investire in maniera diretta e indiretta in minoranze qualificate nel capitale di imprese innovative start-up.

Tabella 1.3 - Misure previste e allocazione delle risorse

POTENZIAMENTO DELLE CONDIZIONI DI SUPPORTO ALLA RICERCA E ALL'INNOVAZIONE	Risorse Complessive (Mld di Euro)	Competenza	Orizzonte temporale
Finanziamento del Fondo Nazionale innovazione	0.30	MISE Gestione CDP	2021-2026
Dottorati industriali	0.60	MUR	2021-2026
Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione	1.58	MUR	2021-2026

Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

Di particolare interesse risulta essere il finanziamento del Fondo per le infrastrutture di ricerca, misura implementata dal MUR volta a finanziare la creazione, su base competitiva, di infrastrutture di ricerca di rilevanza pan-europea e infrastrutture di innovazione dedicate, promuovendo la combinazione di investimenti pubblici e privati. In particolare, la misura finanzia fino a 30 progetti infrastrutturali (esistenti o di nuovo finanziamento) prevedendo un research manager per ogni infrastruttura.

1.3.2 - Risorse aggiuntive delle altre missioni

Come già sottolineato nell'introdurre questa sessione, strumenti di sostegno per la ricerca e l'innovazione sono presenti anche nelle altre missioni del Piano.

Nella Missione 1, componente 2, troviamo ad esempio, il nuovo Piano Transizione 4.0 che rappresenta uno dei punti cardini della strategia del PNRR per aumentare la produttività, la competitività e la sostenibilità delle imprese italiane, soprattutto quelle di piccole e media dimensione. Il nuovo piano, che vale circa 18 miliardi di euro, ha fra gli obiettivi principali quello di favorire la transizione digitale delle imprese anche attraverso nuovi investimenti in ricerca e sviluppo. Tra i crediti previsti dal Piano, infatti, assume particolare rilevanza il *Credito d'imposta per ricerca innovazione e design*, con un'allocazione finanziaria di circa 2.520 milioni di euro.

La misura può sicuramente contribuire, con la maggiorazione delle aliquote e un'anticipazione dei tempi di fruizione dei crediti (vedi Box 1.1), ad invertire il trend negativo fatto registrare dal Paese nel finanziamento pubblico diretto e indiretto alla R&S privata.

Box 1.1 - Credito di imposta per ricerca e sviluppo e innovazione

Le spese ammissibili sono:

Sono ammissibili all'incentivo diversi tipi di attività:

- Attività di ricerca e sviluppo
- Attività di innovazione tecnologica
- Attività di design e innovazione estetica.

Il nuovo credito d'imposta per investimenti in R&S&I prevede le seguenti aliquote e massimali di agevolazione fiscale:

- i) R&S: l'aliquota di agevolazione fiscale aumenta dal 12% al 20% con un tetto di 4 milioni di euro (in precedenza 3 milioni di euro) nel 2021 e nel 2022.
- ii) Innovazione tecnologica: aumento del tasso dal 6% al 10% con un tetto di 2 milioni (precedentemente 1,5 milioni) nel 2021 e nel 2022.
- iii) Innovazione green e digitale: tasso in aumento dal 10% al 15% con tetto a 2 milioni (precedentemente 1,5 milioni) nel 2021 e 2022.
- iv) Design e concezione estetica: aumento del tasso dal 6% al 10% con un tetto di 2 milioni (precedentemente 1,5 milioni) nel 2021 e nel 2022

Nella Missione 2, troviamo una serie di interventi volti a rafforzare la ricerca e lo sviluppo nelle principali filiere della transizione (sistemi fotovoltaici, turbine, idrolizzatori, batterie). In particolare, ai fini della nostra trattazione, occorre menzionare la misura **“Ricerca e sviluppo sull'idrogeno”**, un progetto volto ad incrementare lo stock di conoscenza sulle tec-

nologie legate all'idrogeno in tutte le fasi: produzione, stoccaggio e distribuzione. Nello specifico, la linea di intervento prevede lo sviluppo di quattro principali filoni di ricerca: i) produzione di idrogeno verde; ii) sviluppo di tecnologie per stoccaggio e trasporto idrogeno e per trasformazione in altri derivati e combustibili verdi; iii) sviluppo di celle a combustibile; iv) miglioramento della resilienza delle attuali infrastrutture in caso di maggiore diffusione dell'idrogeno. Il valore totale dell'investimento è di 160 milioni di euro.

Infine, anche nella Missione 6, **Salute**, esistono interventi volti ad incrementare gli investimenti, pubblici e privati, in Ricerca e innovazione. La pandemia, se da un lato ha palesato la fragilità del nostro sistema sanitario, dall'altro ha evidenziato l'importanza della ricerca, delle competenze e delle tecnologie avanzate per garantire la resilienza del sistema ad eventi avversi e imprevedibili. In particolare, la Componente 2 **Innovazione, ricerca e digitalizzazione del servizio sanitario nazionale** prevede investimenti per potenziare il sistema della ricerca biomedica, soprattutto nel campo delle patologie rare. Gli interventi previsti, che hanno una dotazione finanziaria complessiva di 520 milioni di euro, sono principalmente di tre tipologie: (i) progetti Proof of Concept (PoC), volti a ridurre il gap fra i risultati del settore della ricerca scientifica e quello dell'applicazione per scopi industriali; (ii) il finanziamento di programmi di ricerca o progetti nel campo delle malattie rare e dei tumori rari; (iii) il finanziamento per programmi di ricerca su malattie altamente invalidanti.

Infine, anche l'investimento **2.2: Sviluppo delle competenze tecniche, professionali, digitali e manageriali del personale del sistema sanitario** prevede l'incremento delle borse di studio in medicina generale, con risorse tali da garantire il completamento di tre cicli di apprendimento triennali.

La tabella sottostante fornisce il dettaglio delle misure proposte nella missione 1 *Digitalizzazione, innovazione e competitività* e nella missione 2 *Rivoluzione verde e transizione ecologica* e 6 *Salute*:

Tabella 1.4 - Misure e allocazione risorse per missione 1, 2 e 6

Misura	Risorse Complessive (Mld di Euro)	Competenza	Orizzonte temporale
Credito d'imposta Ricerca e Sviluppo	2.5	MISE	2021-2023
Progetti di ricerca filiera idrogeno	0.16	MITE	2021-2025
Progetti di ricerca in ambito sanitario	0.6	MINSAL	2021-2025
Iniziative di ricerca per tecnologie e percorsi innovativi in ambito sanitario ⁴	0.5	MUR	2021-2025

Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

1.3.3 - Riforme

Accanto ai progetti di investimento, il Ministero dell'Università e della Ricerca e il Ministero dello Sviluppo Economico hanno previsto dei progetti di riforma che possono contribuire a sciogliere alcuni nodi strutturali che frenano la ricerca e l'innovazione nel nostro Paese.

Riforma per le misure di sostegno alla R&S per promuovere la semplificazione e la mobilità. La riforma a supporto della ricerca e sviluppo insisterà su tre principali aspetti i) aumentare e sostenere la mobilità reciproca (attraverso incentivi) di figure di alto profilo (es. Ricercatori e manager) tra Università, Infrastrutture di ricerca e imprese ii) semplificare la gestione dei fondi destinati ai progetti finanziati; iii) creare un percorso di carriera unico che unificherà le attuali figure dei ricercatori temporanei di tipo A e B e consentirà un maggiore impegno nelle attività di ricerca e un percorso di carriera più chiaro.

La riforma sarà implementata dal MUR e dal MISE attraverso la creazione di una cabina di regia interministeriale e l'emanazione di due decreti ministeriali: uno in ambito mobilità, per aumentare e sostenere la mobilità reciproca (attraverso incentivi) di figure di alto profilo (es. ricercatori e manager) l'altro in ambito di gestione semplificata dei fondi, per facilitare la gestione delle risorse e velocizzare l'afflusso di risorse verso le università e i centri di ricerca. Va detto che la riforma in oggetto, più che prevedere delle

⁴ Misura su Fondo complementare.

specifiche linee di azione, traccia un quadro di riferimento entro il quale si muoveranno gli indirizzi programmatici dei due Ministeri.

Riforma sulla Proprietà intellettuale. Sulla base di quanto indicato nel Piano di azione della Commissione UE “*Sfruttare al meglio il potenziale innovativo dell’UE – Piano di azione sulla proprietà intellettuale per sostenere la ripresa e la resilienza dell’UE*”⁵, adottato il 25 novembre 2020, la riforma mira a delineare la strategia nazionale per rispondere alle cinque sfide individuate dalla Commissione stessa per rafforzare la protezione e l’applicazione della proprietà industriale: - migliorare il sistema di protezione della PI - incentivare l’uso e la diffusione della PI, in particolare da parte delle PMI - facilitare l’accesso ai beni immateriali e la loro condivisione, garantendo nel contempo un equo rendimento degli investimenti - garantire un rispetto più rigoroso della proprietà industriale - rafforzare il ruolo dell’Italia nei consessi europei ed internazionali sulla proprietà industriale.

Il Piano strategico nazionale per la proprietà industriale dovrebbe trovare un primo risultato concreto nella predisposizione di un disegno di legge di revisione del Codice della Proprietà Industriale (D.Lgs. 10 febbraio 2005, n. 30) che aggiorni la cornice normativa di riferimento. Alla riforma si affianca un insieme organico di azioni e misure di sostegno finalizzate anche a valorizzare i risultati della ricerca pubblica.

La Riforma della rete degli IRCCS è incardinata nella Missione 6, Componente 2, e riguarda la revisione e la riorganizzazione dell’assetto regolamentare e del regime giuridico degli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) e delle politiche di ricerca del Ministero della Salute. La revisione della *governance* degli IRCCS sarà conseguita attraverso un miglioramento della gestione strategica degli Istituti e una più efficace definizione delle loro aree di competenza. Gli IRCCS saranno differenziati a seconda delle loro attività ed integrati in una rete funzionale a facilitare lo scambio di competenze specialistiche fra gli IRCCS stessi e con le altre strutture del SSN. La riforma troverà attuazione con un decreto legislativo entro la fine del 2022.

5 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0760>

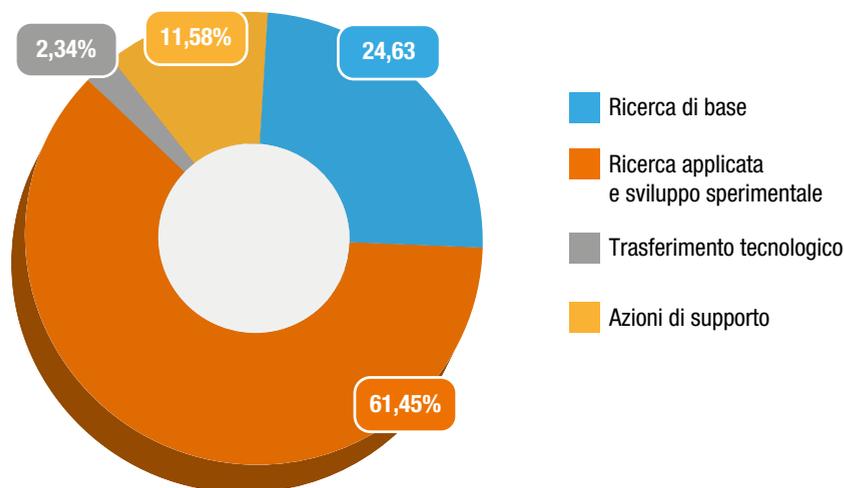
1.3.4 - Quadro d'insieme

Complessivamente le risorse destinate alla ricerca e sviluppo previste nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ammontano a circa 16,94 miliardi di euro, circa il 7,6% complessivo delle risorse totali stanziato dal PNRR e dal Fondo complementare.

La figura 1.2 illustra un nostro tentativo di suddivisione delle risorse fra i quattro ambiti che maggiormente interessano le azioni previste, vale a dire ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo sperimentale, trasferimento tecnologico e azioni trasversali di supporto al sistema della ricerca e sviluppo. Come si evince dalla figura 1.2, la maggior parte degli investimenti si concentrano sulla ricerca applicata e lo sviluppo sperimentale (circa 10 miliardi complessivi), segue il finanziamento della ricerca di base (con 4 miliardi), le azioni trasversali e di supporto (1,88 miliardi) ed infine il trasferimento tecnologico (380 milioni).

La necessità di classificare le misure previste dal Piano, anche ai fini della comparazione con i Piani di Francia, Germania e Spagna che si offrirà nei paragrafi successivi, incontra tuttavia un limite oggettivo nel fatto che alcune delle misure prevedono al contempo azioni volte al potenziamento di differenti ambiti. Un esempio fra tutti sono i Campioni nazionali di R&S la cui attività spazia dalla ricerca applicata fino al trasferimento tecnologico.

Figura 1.2 - Divisione delle risorse fra quattro ambiti di ricerca (valori in % sul totale)



Fonte: PNRR, nostre elaborazioni.

Infine, come ricordato nell'introduzione di questo capitolo, le linee guida della Commissione europea sulla definizione dei Piani nazionali impongono che i vari progetti, di investimento e di riforma, siano collegati a determinati target, intermedi e finali, raggiunti i quali gli Stati membri possono avanzare richiesta di pagamento alla Commissione europea (al massimo due volte l'anno).

L'analisi di tali target ci consente di sintetizzare di seguito gli impatti diretti, legati ai singoli progetti, clusterizzati sulla base dei beneficiari finali, vale a dire ricercatori, università e centri di ricerca e imprese.



Ricercatori

- 15.000 nuove borse per dottorati innovativi
- 15.000 nuovi dottorati industriali
- 120 borse di ricerca per giovani ricercatori
- 5350 progetti finanziati (PRIN-PNR)
- 1000 nuovi ricercatori assunti a tempo determinato (40% donne) grazie ai fondi PRIN e PNR e alle partnership tra le università e le imprese



Università e centri di ricerca

- 30 infrastrutture di ricerca finanziate
- 12 ecosistemi dell'innovazione territoriale
- 15 programmi di ricerca realizzati da partenariati allargati a università, centri di ricerca e imprese
- Almeno 5 Campioni nazionali di R&S e sviluppo creati



Imprese

- 42 nuovi centri di trasferimento tecnologico
- 650.000 euro di servizi di trasferimento tecnologico erogati
- 250 progetti presentati da imprese finanziati nell'ambito di horizon
- 20 imprese supportate per la partecipazione ai progetti IPCEI
- 250 start-up supportate
- 13.304 imprese beneficiarie del credito d'imposta R&S
- 1 miliardo di investimenti agevolati per progetti di R&S

1.4 - Una prima comparazione fra i Piani italiano, tedesco, spagnolo e francese

Al fine di confrontare gli investimenti nel campo della ricerca, sviluppo e innovazione, appare necessario approfondire la composizione dei diversi piani e l'ammontare totale delle risorse disponibili.

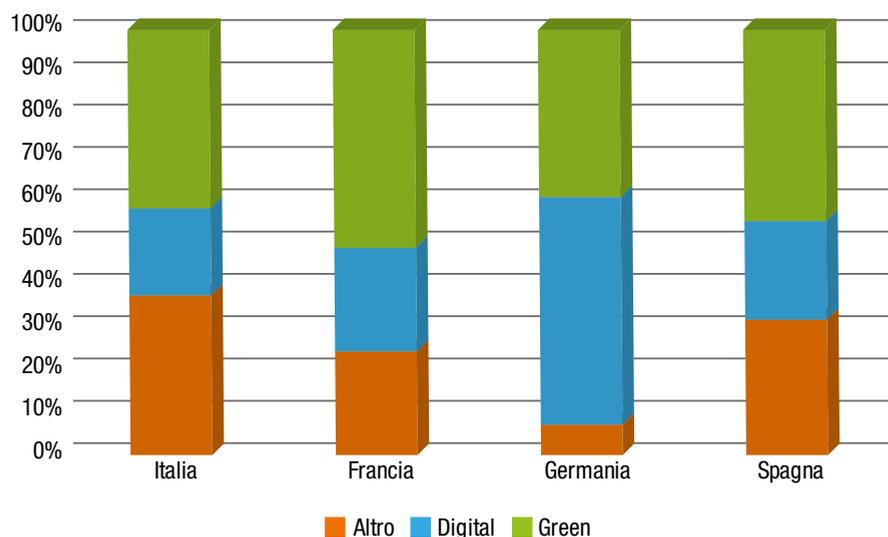
In primis, va sottolineato che il PNRR italiano ha una dotazione finanziaria molto maggiore (191 miliardi di euro = 69 miliardi di contributi +123 miliardi di prestiti) rispetto al piano spagnolo (69 miliardi) francese (40 miliardi) e tedesco (25 miliardi). Ciò è dovuto principalmente al fatto che solo il governo italiano ha scelto di attivare la componente dei prestiti della *Recovery and Resilience Facility*.⁶

⁶ Il Governo spagnolo si è riservato di attivare in futuro la componente prestiti.

Inoltre, va detto che i Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza hanno, anche in virtù delle condizioni di partenza degli Stati, strutture molto diverse, così come diverse sono le classificazioni delle priorità di spesa. Il Piano tedesco prevede, ad esempio, una concentrazione molto forte della spesa per le missioni e le componenti legate alla transizione verde e digitale, mentre i piani di Spagna e Italia sono molto più diversificati e prevedono una concentrazione di risorse più accentuata su priorità politiche-sociali come l'inclusione territoriale, di genere e generazionale.

La figura sottostante (Darvas e Tagliapietra, 2021) offre una ripartizione delle risorse fra i diversi obiettivi:

Figura 1.3 - Allocazione percentuale delle risorse dei Piani nazionali per obiettivo



Fonte: *Setting Europe's economic recovery in motion: a first look at national plans*, Bruegel Blog, 29 April.

Al fine di entrare nel dettaglio dei piani nazionali di ripresa e resilienza, le sezioni successive offrono un approfondimento ulteriore sull'articolazione dei Piani.

1.4.1 - Francia: France Relance

Il piano francese intitolato “France Relance” prevede una dotazione finanziaria di 100 miliardi di euro, pari a 4% del PIL francese, di cui 40 miliardi sono finanziati tramite la *Recovery e Resilience Facility, per la sola componente a fondo perduto*, mentre i restanti 60 miliardi dallo Stato francese.

France relance è strutturato su tre assi fondamentali: ecologia, competitività e coesione sociale e territoriale. A loro volta i tre pilastri sono declinati su nove componenti: (i) ristrutturazione energetica; (ii) ecologia e biodiversità, (iii) infrastrutture e mobilità verde, (iv) energia e tecnologie verdi, (v) finanziamenti ad imprese, (vi) sovranità tecnologica e resilienza, (vii) potenziamento digitale dello Stato, (viii) le regioni e le aziende e cultura, (ix) salvaguardia del lavoro, giovani, disabili, formazione professionale, (x) potenziamento della ricerca, del sistema sanitario e coesione territoriale.

Per la transizione ecologica, cui sono attribuiti 20,2 miliardi (pari a circa il 50% delle risorse somme allocate), le somme sono ripartite come segue: 7 miliardi per infrastrutture verdi e mobilità, 5,8 miliardi per la riconversione energetica (decarbonizzazione dell’industria, ristrutturazione degli impianti termici delle case, ecc), 5,3 miliardi per energie e tecnologie verdi, 2,1 miliardi per ambiente e biodiversità.

Alla coesione sociale e territoriale saranno destinati 15,2 miliardi, suddivisi in misura quasi uguale tra sostegno all’occupazione, soprattutto giovanile, e formazione professionale, da un lato, e potenziamento della ricerca, del sistema sanitario e coesione territoriale, dall’altro.

Al rafforzamento della competitività delle imprese sono invece destinati 5,6 miliardi, così ripartiti: 3,2 miliardi per la sovranità tecnologica e la resilienza, ovvero il supporto allo sviluppo di mercati digitali considerati rilevanti, 2,1 miliardi destinati all’aggiornamento digitale delle pubbliche amministrazioni e delle imprese e 0,3 miliardi per favorire il finanziamento delle aziende.

Tabella 1.5 - Ripartizione delle risorse per componenti

Missione	Risorse previste (Mld di Euro)	% distribuzione
Ristrutturazione energetica	5,8	14%
Ecologia e biodiversità	2,1	5%
Infrastrutture e mobilità verde	7	17%
Energia e tecnologie verdi	5,3	13%
Finanziamenti ad imprese	0,3	1%
Sovranità tecnologica e resilienza	3,2	8%
Potenziamento digitale dello Stato, delle regioni e delle imprese e cultura	2,1	5%
Salvaguardia del lavoro, giovani, disabili, formazioni professionale	7,5	18%
Ricerca, salute, dipendenza e coesione territoriale	7,7	19%
Totale	41	100%

Fonte: France Relance, nostre elaborazioni.

1.4.2 - Germania: Deutscher Aufbau- und Resilienzplan (DARP)

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza tedesco (DARP) ha una dotazione finanziaria di circa 25,5 miliardi, finanziati interamente con la componente di contributi a fondo perduto. Il pacchetto di investimenti integra il piano di sostegno alla congiuntura, dal valore di 50 miliardi, messo in campo dal Governo tedesco nel giugno del 2020 per rispondere alla crisi pandemica.

Il piano è suddiviso in sei “Pilastrì”: (i) clima e transizione energetica (ii) digitalizzazione dell’economia (iii) digitalizzazione dell’istruzione, (iv) inclusione sociale, (v) rafforzamento del sistema sanitario (vi) pubblica amministrazione/barriere agli investimenti. Questi sei pilastri si aprono in dieci componenti da cui derivano circa 40 progetti di investimento: decarbonizzazione e idrogeno, mobilità sostenibile, sostenibilità edilizia, dati, digitalizzazione economica, formazione, inclusione sociale, salute, PA, processi di investimento.

Tabella 1.6 - Ripartizione delle risorse per missione

Missione	Risorse (Mld di Euro)	% distribuzione
Politica ambientale e transizione energetica	11,26	40%
Digitalizzazione dell'economia e infrastrutture	5,9	21%
Digitalizzazione dell'istruzione	1,44	5%
Partecipazione sociale	1,26	5%
Salute	4,56	16%
Pubblica amministrazione	3,52	13%
Totale	27,95	100%

Fonte: DARP, nostre elaborazioni.

Come si evince dalla tabella 1.6, il Piano tedesco finanzia maggiormente l'ambiente e la transizione energetica, in secondo luogo la digitalizzazione dell'economia e le infrastrutture ed infine la salute. In merito alla distinzione tra investimenti per gli aspetti climatici o digitali, la maggior parte dei fondi viene allocata per la transizione digitale (52,5%), mentre il 40,3% per la transizione climatica.

Infine, il Piano si compone anche di un pacchetto di interventi di semplificazione, dallo snellimento di alcune procedure, alla previsione di un maggior coinvolgimento di una società di consulenza pubblica (Partnerschaft Deutschland), che sono finalizzati a facilitare l'attuazione degli investimenti. Le riforme previste si discostano dalle raccomandazioni contenute nella procedura del Semestre Europeo (a partire dalla riforma delle pensioni e del sistema fiscale) anche in virtù della dimensione relativamente contenuta del contributo ricevuto (0,74% del PIL) e di una condizione stabile della finanza pubblica.

1.4.3 - Spagna: *Espana Puede*

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza spagnolo (*Espana Puede*) ha una dotazione finanziaria di circa 69 miliardi di euro, finanziati interamente con la componente di contributi a fondo perduto. A differenza degli altri paesi sin qui esaminati, il Governo spagnolo ha deciso di utilizzare le risorse disponibili entro il 2023, al fine di dare un forte impulso alla fase post-pan-

demica e generare un impatto contro-ciclico importante, riservandosi di utilizzare le risorse a prestito della *Recovery and Resilience Facility* eventualmente dopo il 2023.

Il Piano si articola in quattro pilastri (i) transizione ecologica (ii) trasformazione digitale (iii) coesione sociale e territoriale e (iv) uguaglianza di genere. Su questi quattro pilastri si basano dieci missioni che a loro volta si aprono in 30 componenti. La tabella sottostante riporta la ripartizione delle risorse per missione:

Tabella 1.7 - Ripartizione delle risorse per missione

Missione	Risorse previste (Mld di euro)	% distribuzione
Agenda urbana e rurale lotta contro lo spopolamento e lo sviluppo dell'Agricoltura	14,38	20,7%
Infrastrutture ed ecosistemi resilienti.	10,42	15%
Transizione energetica giusta inclusiva e inclusiva	6,39	9,2%
Un'amministrazione per il secolo XXI	4,30	6,2%
Modernizzazione e digitalizzazione del tessuto industriale e della piccola e media impresa.	16	23,1%
Patto per la scienza e l'innovazione e rafforzamento della capacità del sistema nazionale di salute	4,9	7,1%
Educazione e conoscenza formazione continua e sviluppo di capacità	7,2	10,5%
Nuova economia dei cittadini e politiche per l'occupazione	4,8	7%
Impulso all'industria culturale e dello sport	0,8	1,2%
Nuovo modello del sistema fiscale per una crescita inclusiva è sostenibile	/	/
	69	100%

Fonte: *Espana Puede*, nostre elaborazioni.

Il Piano destina circa il 39 % alla transizione green e il 29% alla transizione digitale.

1.5 - La ricerca nei Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza

Come si evince dall'analisi precedente, le scelte programmatiche dei paesi oggetto del confronto si differenziano, sia in termini di strutturazione dei piani che di allocazione delle risorse.

Dal punto di vista dell'architettura complessiva, la Germania è l'unico Paese che non ha una missione o una componente dedicata al tema della ricerca e dell'innovazione, che assume, però, un ruolo di "abilitatore trasversale" per la transizione digitale e green del Paese ed è dunque presente in quasi tutte le missioni del piano.

La Spagna concentra, con una logica quasi opposta rispetto al piano tedesco, tutte le progettualità dedicate al tema della ricerca e innovazione in un'unica missione (VI) indipendentemente dall'ambito nel quale il progetto di investimento o di riforma si inserisce (energia e ambiente, pubblica amministrazione, salute).

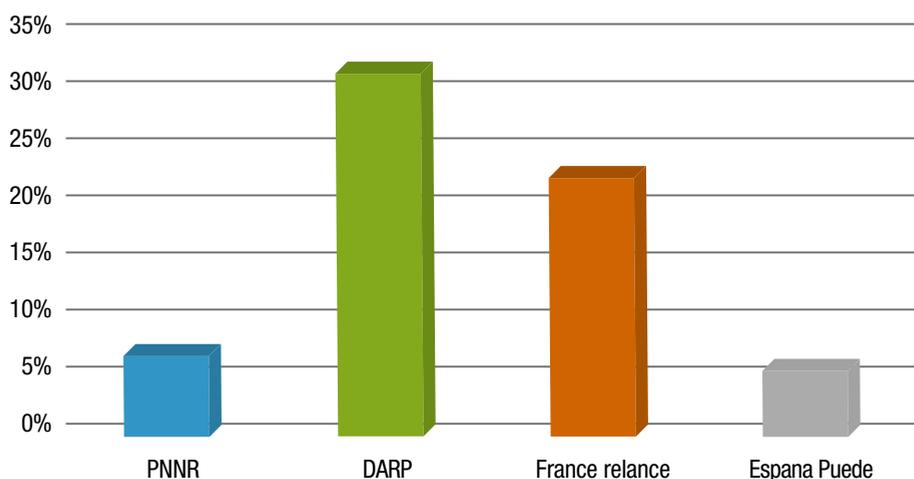
La missione si divide poi in una componente esclusivamente dedicata al rafforzamento del sistema di ricerca, sviluppo e innovazione (*Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación*) ed una dedicata al rafforzamento del sistema sanitario, che però non include significativi investimenti in ricerca e sviluppo.

In Italia, come si è avuto modo di analizzare, la maggior parte degli investimenti dedicati al rafforzamento del sistema della ricerca, sviluppo e innovazione si concentrano nella componente 2 (Dalla ricerca all'impresa) della missione 4, mentre altri interventi, con un carattere settoriale o tematico, si trovano anche nelle missioni 1, 2 e 6.

Infine, *France relance* inserisce il tema della ricerca in una componente che include anche il tema della salute e della coesione territoriale. Gli interventi previsti a sostegno del sistema nazionale di ricerca, sviluppo e innovazione sono però inseriti anche nelle componenti dedicate alla sovranità tecnologica, alla transizione verde e nella componente dedicata alla digitalizzazione della pubblica amministrazione.

In termini di risorse, la figura sottostante mostra il peso percentuale che gli investimenti in ricerca, sviluppo e innovazione hanno sul totale delle dotazioni finanziarie disponibili.

Figura 1.4 - Peso percentuale degli investimenti in ricerca sul totale delle risorse previste dal Piano

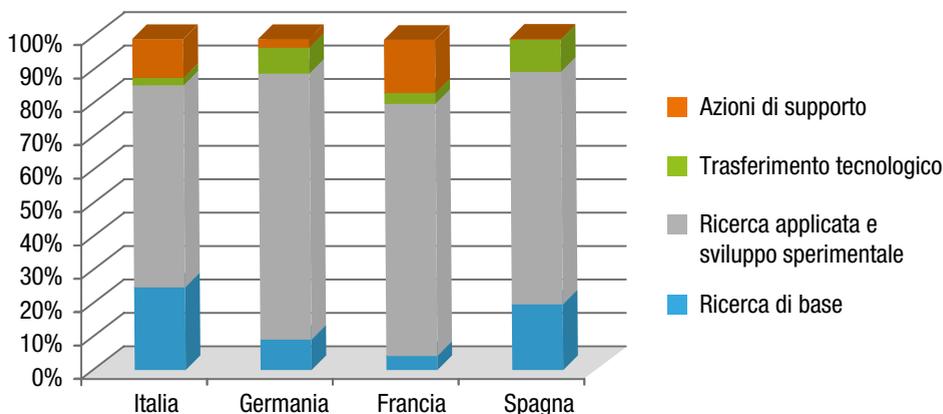


Fonte: nostre elaborazioni su fonti nazionali.

Come si evince dalla figura, la R&S ricopre all'interno del DARP un ruolo fondamentale e ad essa vengono destinate circa un terzo delle risorse complessive, pari a circa 9 miliardi di euro. Il Piano francese destina alla ricerca sviluppo e innovazione circa il 22% delle risorse (9,3 miliardi di euro), mentre il PNRR fa registrare l'investimento più alto in termini assoluti (16,5 miliardi), che equivale al 7,5% del totale delle risorse disponibili. Infine, la Spagna, con una dotazione complessiva di 4 miliardi, alloca la percentuale di risorse più bassa (5,5%) tra i quattro paesi presi in esame.

Utilizzando la classificazione introdotta nel paragrafo 1.3.4 la figura successiva illustra le scelte allocative dei 4 paesi tra ricerca di base, ricerca applicata & sviluppo sperimentale, trasferimento tecnologico e azioni trasversali di supporto al sistema della ricerca e sviluppo.

Figura 1.5 - Scelte allocative dei paesi per ambito di ricerca



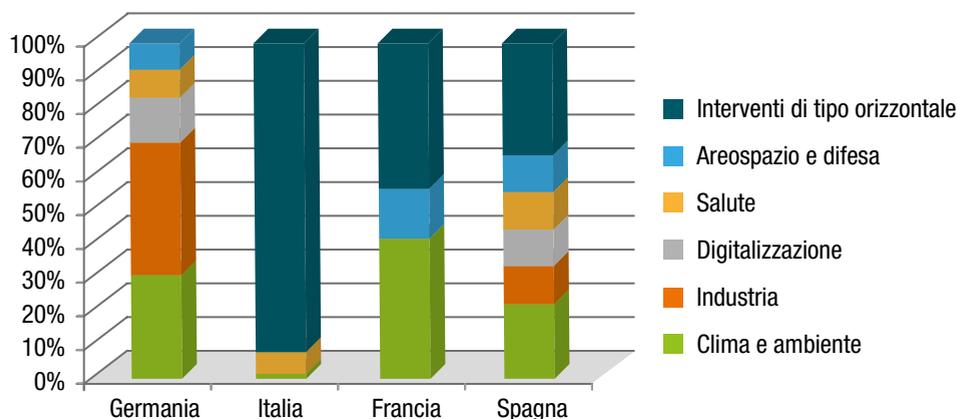
Fonte: nostre elaborazioni su fonti nazionali.

In tutti e quattro i piani, l'ambito che assorbe la maggiore quota di investimenti è la ricerca applicata. L'Italia è il Paese che investe di più nel rafforzamento della ricerca di base (4 miliardi pari circa al 25% del totale delle risorse stanziare in R&S) e nelle azioni di supporto al sistema della ricerca e sviluppo, mentre è, insieme alla Francia, il Paese che investe di meno nel rafforzamento del trasferimento tecnologico.

Inoltre, anche all'interno dei diversi ambiti di intervento esistono ampie differenze in termini di scelte d'investimento. La figura sottostante (1.6) mostra gli stanziamenti complessivi per obiettivi socio-economici nell'ambito degli interventi destinati a finanziare la ricerca applicata e lo sviluppo sperimentale. In Italia, come sottolineato in precedenza, la quasi totalità delle risorse programmate è destinata ad interventi di carattere orizzontale e non settoriale. Si pensi, ad esempio, al credito d'imposta ricerca e sviluppo e agli accordi di innovazione che sono destinati a tutte le imprese, indipendentemente dal settore di appartenenza.

In Germania, invece, le risorse destinate alla ricerca applicata sono concentrate per la maggior parte a sostegno della transizione verde e alla decarbonizzazione dei processi industriali (clima e ambiente) e sul calcolo ad alte prestazioni (categoria digitalizzazione).

Figura 1.6 - Allocazione percentuale delle risorse destinate alla ricerca applicata e sviluppo sperimentale per obiettivi socio-economici⁷



Fonte: nostre elaborazioni su fonti nazionali.

L'allegato I fornisce il dettaglio dei singoli progetti, dai quali è possibile analizzare in maniera capillare le differenti strategie di investimento dei paesi oggetto dell'indagine.

Tra le differenze più interessanti, preme sottolineare, l'impegno di spesa del DARP sugli *Important Project of Common European Interest* (IPCEI). Questi ultimi assorbono circa 3,75 miliardi di euro (1,5 miliardi destinati a idrogeno, 1,5 a microelettronica e 750 milioni al Cloud) che corrispondono a circa il 40% delle risorse complessive stanziare per sostenere la R&S nel Paese, ciò a testimonianza dell'enorme interesse che il governo tedesco pone nel posizionamento strategico delle imprese tedesche nelle catene europee del valore in settori strategici.

Infine, da un punto di vista delle riforme, la Spagna è il Paese che maggiormente rispetta le indicazioni della Commissione europea riguardo al pieno equilibrio tra i piani di investimento e di riforma. Espana Puede, infatti, prevede nella missione VI tre riforme esplicitamente dedicate al rafforzamento del sistema nazionale di *scienza, tecnologia e innovazione*: i) La riforma del diritto della scienza, della tecnologia e dell'innovazione ii) la Strategia spa-

⁷ Alla data di stesura del presente capitolo, l'allocazione delle risorse per singolo progetto non è disponibile per la Spagna. La tabella riporta pertanto delle elaborazioni degli autori.

gnola per la scienza, la tecnologia e l'innovazione 2021-2027 (EECTI) e lo sviluppo avanzato del Sistema scientifico, tecnologico e dell'innovazione (SICTI) e iii) la Riorganizzazione degli organismi pubblici di ricerca (OPI). Tale attivismo normativo non è riscontrabile negli altri piani.

1.6 - Uno sguardo d'insieme

In termini assoluti, l'Italia intende destinare la somma più alta a sostegno della spesa in ricerca, sviluppo e innovazione. In termini percentuali rispetto al totale delle risorse disponibili è, invece, la Germania a destinare la quota più alta; va evidenziato che comunque la somma complessiva del Piano tedesco è sensibilmente inferiore a quella del piano italiano. Un'altra differenza di rilievo, in termini di strategia, si ravvede nella tendenza della Germania e della Francia a destinare le risorse verso specifiche filiere industriali, mentre nel caso dell'Italia vi è una quota relativamente più elevata che va a sostegno di misure orizzontali che non prevedono, ex ante, un settore industriale di destinazione privilegiato.

Questo è tuttavia coerente con una struttura industriale diversa, caratterizzata, nel caso della Francia e della Germania, dalla presenza di grandi imprese nei settori più avanzati. Viceversa, nel caso italiano, emerge una strategia influenzata dalla necessità di intervenire sui ritardi dell'intero tessuto industriale in termini di spesa in ricerca. Nel caso italiano traspare un disegno, rispetto alle spese per la ricerca, imperniato da un lato sul rafforzamento della ricerca di base, e dall'altro sul tentativo di un rafforzamento generalizzato della capacità di fare ricerca del settore privato, anche in collaborazione con il settore pubblico.

Mentre i singoli Piani nazionali, adottando le linee guida della Commissione, si basano su precise linee strategiche che vanno dal contrasto dei cambiamenti climatici e al rispetto dell'ambiente, al digitale, dalla coesione sia territoriale sia di genere, all'inclusività, dalla formazione alla cultura, ciascuno stato ha nei fatti operato in piena autonomia su come avanzare nei diversi settori; questo modo di procedere se da un lato favorisce la capacità di adattare le diverse misure sui bisogni effettivi dei differenti tessuti industriali dall'altro denota una scarsa attitudine dell'Unione Europea a mettere

a punto strategie comuni in grado di favorire la nascita di *player* europei in grado di confrontarsi e competere con i giganti americani e asiatici (Archibugi e Mariella, 2021).

Per l'Italia, occorrerà prestare la massima attenzione all'effettiva implementazione delle azioni programmate per fare in modo che con il PNRR si riesca a fare il salto verso una diversa specializzazione produttiva e tecnologica e non sprecare un'occasione unica per dare vita a ecosistemi innovativi dove la ricerca riesca a trasformarsi in innovazione tecnologica, creando nuovi posti di lavoro ad elevato valore aggiunto e agganciarsi a nuovi segmenti dei mercati internazionali.

La ricerca pubblica in questa logica gioca un ruolo fondamentale quale potenziale moltiplicatore in grado di attivare gli investimenti in ricerca privata, trasferimento tecnologico e innovazione. Gli attori pubblici della ricerca assumono, quindi, un ruolo centrale nel disegno definito nel Piano in quanto operando sulla frontiera della scienza sono in grado di aprire nuove traiettorie tecnologiche (Tuzi, 2005). Il che richiede di essere capaci, per il nostro paese, di agire a sistema, rendendo la pubblica amministrazione funzionale alle esigenze del mondo produttivo e integrando le risorse straordinarie disponibili dal PNRR con quelle ordinarie e su cui si può fare affidamento anche dopo il 2026.

Conseguentemente, il PNRR, attraverso l'ampio ventaglio di azioni, interventi e soluzioni differenti, può rappresentare una grande opportunità per il CNR che per la sua missione istituzionale, per le eccellenze scientifiche che lo caratterizzano e per la naturale apertura alla collaborazione con il mondo istituzionale e produttivo, potrà candidarsi ad essere il centro di una serie di attività correlate e connesse con gli investimenti previsti.

Oltre alle azioni previste nel Piano che ricadono nell'attivazione di progetti di R&S, di rilevante strategicità ed interesse per il CNR risultano, ad esempio, i Campioni nazionali di R&S, centri/network creati in partenariato pubblico-privato ed operanti in rete, attivi in alcuni domini tecnologici di frontiera (tra gli altri, intelligenza artificiale, *quantum computing*, *biopharma*, energia, idrogeno, mercato finanziario in chiave digitale, agro-alimentare). La creazione, il finanziamento, nonché la *governance* dei Centri, sarà definita di concerto tra il MUR e il MISE ma sicuramente il CNR potrà beneficiare dei

fondi disponibili candidandosi a diventare uno dei nodi principali delle reti che saranno create.

Il CNR è, inoltre, già a tutti gli effetti un attore centrale nel sistema del trasferimento tecnologico italiano. La linea di intervento gestita dal MISE, volta a potenziare i Centri di Competenza e finanziare nuovi *Digital innovation hub*, potrà estendere la presenza dell'Ente nel sistema del trasferimento tecnologico italiano, favorendo l'uso sistemico dei risultati della ricerca da parte del tessuto produttivo.

La sfida che l'Europa ha dinanzi a sé impegna tutti i livelli di governo, europeo, nazionale e territoriale: i livelli di governo statali avranno la responsabilità della programmazione e del coordinamento delle politiche pubbliche. A tale riguardo, preme sottolineare come alle risorse del PNRR andranno sommate anche quelle provenienti dalla programmazione comunitaria (i.e. politiche di coesione). Conseguentemente, le autonomie territoriali dovranno concorrere alla ricerca delle priorità di intervento nella fase di programmazione, in una prospettiva sinergica di lungo periodo, e assicurare nella fase esecutiva che le risorse disponibili siano concretamente utilizzate per lo sviluppo dei rispettivi territori. Ritorna dunque centrale il tema della capacità di spesa delle risorse europee, che impegna gli Stati membri a un rinnovato impegno in termini di *governance*.

Negli stati europei regionalizzati, gran parte degli obiettivi fissati a livello europeo richiedono il concorso delle autonomie territoriali con le amministrazioni statali. Nel caso italiano, il contributo regionale sarà certamente rilevante per assicurare il rispetto dei tempi fissati a livello europeo; ma sarà dirimente a livello strategico, sia per favorire l'effetto utile degli investimenti mediante la sinergia tra territori limitrofi, sia per favorire la percezione da parte dei cittadini dei benefici dell'integrazione europea.

Grazie alla sua presenza radicata sul territorio, il CNR può giocare un ruolo di primo piano anche nel rapporto con le amministrazioni regionali favorendo la creazione di consorzi locali tra ricerca, università e industria, in molti dei settori strategici verso i quali verranno indirizzate le risorse del PNRR.

Allegato I. Dettaglio progetti

Germania				
Progetti	Descrizione	Missione	Componente	Investimento
IPCEI idrogeno	I progetti mirano a sviluppare la capacità di elettrolisi su larga scala per la produzione di idrogeno verde, a stabilire un'infrastruttura tedesca ed europea di trasporto e stoccaggio dell'idrogeno e a decarbonizzare i processi industriali ad alta intensità di emissioni utilizzando l'idrogeno e i suoi derivati.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.1 Decarbonizzazione	1.500 milioni €
Programma di finanziamento per la ricerca e lo sviluppo di processi di decarbonizzazione dell'industria	L'obiettivo del progetto è il finanziamento di progetti di ricerca la riduzione delle emissioni nei processi industriali, la promozione del lancio sul mercato di tecnologie neutrali per il clima, lo sviluppo di processi industriali sostenibili anche per il trasferimento tecnologico e di nuovi mercati globali di esportazione.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.1 Decarbonizzazione	449,29 milioni €
Ricerca sulla tutela climatica	I fondi sono destinati ad incentivare la ricerca delle PMI per assicurare la loro competitività sui mercati globali e mirano nel dettaglio alla realizzazione dei processi necessari all'adattamento al cambiamento climatico.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.1 Decarbonizzazione	60 milioni €
Progetti innovativi nel contesto della Strategia nazionale sull'idrogeno	Tre progetti avranno lo scopo di incentivare la ricerca e lo sviluppo sperimentale nell'ambito della produzione di massa di elettrolizzatori d'acqua per la produzione di idrogeno in mare.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.1 Decarbonizzazione	700 milioni €
Incentivi al settore automotive per progetti di ricerca e sviluppo sperimentale per l'utilizzo di idrogeno e pile a combustione	Sostegno dei progetti di sviluppo sperimentale per l'idrogeno e le tecnologie delle celle a combustibile, nel settore automotive, incluso il Centro di tecnologia e innovazione sull'idrogeno.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.2 Mobilità sostenibile	545,9 milioni €
Ricerca e sviluppo sperimentale per l'utilizzo di legname nelle costruzioni	L'obiettivo della misura è di accelerare lo sviluppo, l'introduzione e la diffusione di tecnologie, processi, prodotti e servizi innovativi per un maggiore utilizzo del legno come materiale da costruzione.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.3 Costruzioni e ristrutturazioni sostenibili	20 milioni €
Laboratori comunali della transizione energetica	L'obiettivo della misura è quello di creare soluzioni trasferibili per la decarbonizzazione dei quartieri urbani con l'obiettivo a lungo termine di raggiungere la neutralità dei gas serra entro il 2050. A tal proposito verranno realizzati laboratori come progetti di collaborazione nel campo della ricerca e dello sviluppo per un totale di almeno 10 quartieri.	1 Politica climatica e transizione energetica	1.3 Costruzioni e ristrutturazioni sostenibili	57 milioni €
Calcolo ad elevate prestazioni	Progetti volti a favorire un significativo aumento delle prestazioni di calcolo, migliorare la scalabilità delle applicazioni e l'adattabilità a nuove architetture di computer.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	25 milioni €

Germania				
Progetti	Descrizione	Missione	Componente	Investimento
Amministrazione dei dati	Il finanziamento è rivolto a progetti pilota, casi d'uso, e laboratori per testare e monitorare scientificamente i modelli di gestione dei dati.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	54 milioni €
Rete di ricerca depersonalizzazione	I living labs sperimenteranno la depersonalizzazione in specifici domini applicativi quali la sanità, il settore automobilistico e la vendita al dettaglio e la produzione.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	45 milioni €
Programma di incentivi alla data privacy	L'oggetto del finanziamento sono la ricerca e la sperimentazione di tecnologie per l'anonimato dei dati, anche finanziando living lab che rafforzino lo scambio di competenze.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	30 milioni €
Struttura nazionale di ricerca di dati	La struttura istituisce laboratori che agiranno come centri di competenza per la scienza dei dati, consigliando gli scienziati di varie discipline e contribuendo alla costruzione di competenze.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	60 milioni €
Programma per ricercatori della scienza dei dati	Il programma è destinato a sostenere giovani ricercatori nell'acquisizione di competenze attraverso l'uso innovativo di metodi legati ai dati per sostenere lo sviluppo di competenze nelle discipline di riferimento.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	6,5 milioni €
Competenza dei dati nella pubblica amministrazione	L'obiettivo è quello di creare un laboratorio di dati, in particolare per sostenere una politica di istruzione, ricerca e innovazione. Il laboratorio di dati deve essere istituito come un organismo separato, professionalmente indipendente e un centro di eccellenza che riunisce le capacità di raccolta e analisi dei dati, nonché le competenze per la valutazione sistematica delle misure di innovazione politica.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	239 milioni €
IPCEI microelettronica e tecnologie di comunicazione	Lo scopo del progetto è di rafforzare la presenza industriale europea nel settore dei semiconduttori lungo tutta la catena del valore.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	1,500 milioni €
IPCEI cloud	L'obiettivo è quello di gettare le basi per un'infrastruttura cloud sovrana e altamente scalabile in Europa costruita su strutture altamente innovative.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.1 Dati come risorse del futuro	750 milioni €
Programma di investimento per l'industria automobilistica	L'obiettivo principale è quello di aumentare la competitività dell'industria automobilistica rafforzando la forza innovativa e la cooperazione delle aziende del settore attraverso il sostegno finanziario ai progetti di ricerca e sviluppo sperimentale e la digitalizzazione della produzione dell'industria automobilistica.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.2 Digitalizzazione dell'economia	1,495 milioni €
Centro per la ricerca della digitalizzazione e tecnologia dell'esercito	Lo scopo è di collegare la ricerca universitaria e la ricerca nel campo della difesa nei settori della digitalizzazione, delle KETs.	2 Digitalizzazione dell'economia e delle infrastrutture	2.2 Digitalizzazione dell'economia	700 milioni €

Germania				
Progetti	Descrizione	Missione	Componente	Investimento
Programma speciale di ricerca e sviluppo di vaccini contro il SARS-COV-2	Gli obiettivi primari sono l'espansione delle capacità di sviluppo e di produzione in Germania attraverso un miglioramento dell'efficiamento dei processi di sperimentazione clinica.	5 Rafforzamento di un sistema sanitario resiliente alle pandemie	5.1 Rafforzamento di un sistema sanitario resiliente alle pandemie	750 milioni €

Francia				
Progetti	Descrizione	Missione	Investimento	
Transizione ecologica e rinnovamento energetico delle PMI	La finalità del progetto è sostenere lo sviluppo di nuove conoscenze e nuove metodologie attraverso un sostegno finanziario ai progetti di ricerca delle PMI.	1 Rinnovamento energetico	105 milioni €	
Sviluppo di idrogeno	Gli obiettivi del progetto sono molteplici e mirano a creare un'industria competitiva e sovrana, ridurre le emissioni di CO2, decarbonizzare la mobilità "pesante", fare della Francia una nazione tecnologica d'avanguardia sostenendo ricerca e innovazione dell'idrogeno e sviluppare l'indipendenza energetica della Francia.	4 Energia e tecnologie verdi	1,925 milioni €	
Piano di sostegno al settore dell'aeronautica	Le risorse finanziarie a disposizione sono concentrate sulla ricerca e lo sviluppo, la modernizzazione delle catene di produzione, la diversificazione, la digitalizzazione e la trasformazione ambientale.	4 Energia e tecnologie verdi	1,370 milioni €	
Innovazioni per la transizione ecologica	Lo scopo del progetto è il finanziamento di tecnologie verdi tramite programmi di ricerca e sostegno alle start-up.	4 Energia e tecnologie verdi	1,800 milioni €	
Mantenimento dell'occupazione nella R&S privata	Questa misura mira a mantenere e rilanciare la R&S nelle imprese attraverso azioni volte a preservare i posti di lavoro e a rafforzare le competenze in materia di R&S, mobilitando gli operatori della ricerca e dell'innovazione.	6 Sovranità tecnologica e resilienza	300 milioni €	
Innovazioni per la resilienza di nuovi modelli economici	Il quarto programma d'investimento per il futuro (PIA 4) sosterrà a lungo termine l'innovazione in tutte le sue forme, in modo che la Francia possa rafforzare la sua posizione nei settori del futuro che sono strategici per la sua sovranità e competitività: capacità industriali, tecnologie digitali, tecnologie, salute, educazione, cultura, ecc..	6 Sovranità tecnologica e resilienza	1,800 milioni €	
Sostegno alle imprese innovative	Il quarto programma d'investimento per il futuro (PIA 4) finanzia progetti di R&S rischiosi e promuoverà le sinergie tra il mondo della ricerca e quello delle imprese.	6 Sovranità tecnologica e resilienza	750 milioni €	
Digitalizzazione delle amministrazioni centrali e periferiche	L'obiettivo è quello di cofinanziare gli investimenti nell'innovazione e di contribuire alla trasformazione digitale dell'amministrazione.	7 Digitalizzazione delle amministrazioni centrali e periferiche	25 milioni €	

Francia			
Progetti	Descrizione	Missione	Investimento
Sostegno alla filiera culturale e alla ristrutturazione del patrimonio	Processi di ricerca e innovazione, trasferimento di tecnologia e la cooperazione tra imprese con un focus sull'economia a basse emissioni di carbonio, la resilienza e l'adattamento al cambiamento climatico.	7 Aggiornamento digitale dello Stato, dei territori e delle imprese, Cultura	16 milioni €
Strategia di rilancio della ricerca e lo sviluppo – Agenzia nazionale della ricerca	Lo scopo della strategia è di accelerare la crescita della ricerca competitiva in Francia.	9 Ricerca, salute e dipendenza, coesione territoriale	428 milioni €
Sviluppo di ecosistemi di istruzione, R&S e innovazione	L'obiettivo è quello di sostenere la trasformazione del sistema educativo (dall'asilo all'università) così come quello delle organizzazioni di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico.	9 Ricerca, salute e dipendenza, coesione territoriale	750 milioni €

Spagna		
Progetti	Descrizione	Componente
Idrogeno rinnovabile e integrazione settoriale	L'obiettivo è quello di incentivare progetti di ricerca e sviluppo per creare un ambiente favorevole per lo sviluppo e la diffusione dell'idrogeno rinnovabile come un vettore energetico chiave per il futuro.	C9.I1 Idrogeno rinnovabile e integrazione settoriale
Digitalizzazione e innovazione	La misura include programmi di sovvenzione per le PMI per i costi di adozione di soluzioni digitali e di trasformazione digitale, sostegno ai progetti di digitalizzazione nella catena del valore dei diversi settori industriali (cluster riconosciuti come Innovative Business Groupings) e sostegno ai Digital Innovation Hubs.	C13.I4 Promozione delle PMI
Strategia nazionale intelligenza artificiale	L'obiettivo di questa componente è quello di posizionare la Spagna come un paese leader nell'intelligenza artificiale, guidando, a livello mondiale, l'uso della lingua spagnola nell'intelligenza artificiale; promuovendo la creazione di posti di lavoro qualificati, sia stimolando il talento spagnolo che attirando talenti dall'estero.	16 Strategia nazionale intelligenza artificiale
Piani complementari con regioni autonome	Collaborazioni tra le Comunità Autonome e l'Amministrazione Generale dello Stato per azioni di R&S&I, allineando le priorità e stabilendo sinergie in aree strategiche.	C17.I1 Piani complementari con regioni autonome
Rafforzare le capacità, le infrastrutture e le attrezzature a disposizione del Sistema statale di scienza tecnologia e innovazione (SECTI)	Bandi volti al rafforzamento delle capacità, delle infrastrutture e delle attrezzature a disposizione del Sistema statale di scienza tecnologia e innovazione (SECTI).	C17.I2 Rafforzare le capacità, le infrastrutture e le attrezzature degli agenti SECTI
Nuovi progetti interdisciplinari pubblico-privati di R&S&I	La comunità della ricerca e dell'innovazione in Spagna sarà mobilitata per intensificare la sua attività e aumentare il trasferimento dei risultati della ricerca alla società, con particolare attenzione alla collaborazione con le imprese. A tal fine, i fondi dedicati alla ricerca saranno aumentati con una nuova generazione di bandi concentrati su alcune linee strategiche.	C17.I3 Nuovi progetti interdisciplinari pubblico-privati di R&S&I

Spagna		
Progetti	Descrizione	Componente
Nuova carriera scientifica	L'obiettivo è quello di sostenere il talento e la sua connessione con il settore privato, attraverso la figura del tenure track, con lo scopo di fornire stabilità al personale di ricerca.	C17.I4 Nuova carriera scientifica
Trasferimento di conoscenze	L'obiettivo di questo investimento è quello di dare un impulso decisivo al trasferimento di conoscenze.	C17.I5 Trasferimento di conoscenze
Salute	Un progetto faro sulla salute di precisione personalizzata sarà lanciato con l'obiettivo di migliorare la salute della popolazione spagnola, utilizzando la conoscenza scientifica e l'innovazione come vettore.	C17.I6 Salute
Ambiente, cambiamento climatico ed energia	I progetti di ricerca si concentreranno sulla plastica sostenibile, l'impatto del cambiamento climatico sulle riserve idriche, le energie rinnovabili, l'integrazione di componenti high-tech nel ciclo energetico e l'identificazione di aree favorevoli per lo sfruttamento sostenibile delle materie prime minerali critiche per la transizione energetica.	C17.I7 Ambiente, cambiamento climatico ed energia
R&S&I nell'automazione sostenibile (PTAS)	Investimento focalizzato esclusivamente nel campo dell'auto sostenibile. Sostegno a progetti aziendali di R&S&I in tecnologie da applicare nel settore automobilistico per aumentare la capacità tecnologica del settore.	C17.I8 R&S&I nell'automazione sostenibile (PTAS)
Settore aerospaziale	Progetti a sostegno della ricerca e sviluppo per la generazione di capacità industriali legate ai futuri aerei a basse e zero emissioni le cui attività di R&S sono coperte dal piano tecnologico aeronautico.	C17.I9 Settore aerospaziale

Riferimenti Bibliografici

Archibugi, D. e Filippetti, A. 2018. The retreat of public research and its adverse consequences on innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 127(1) 97–111.

Archibugi, D. e Mariella, V., 2021. Is a European recovery possible without high-tech public corporations?. *Intereconomics*, 56(3), pp.160-166.

Buti, M. e Messori, M. 2020. *Come finalizzare il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dell'Italia*. Luiss SEP Policy Brief 39/2020 15 novembre.

Darvas, Z. e Tagliapietra, S. 2021. *Setting Europe's economic recovery in motion: a first look at national plans*. Bruegel Blog, 29 April.

DeLong *Plan: History's most successful structural adjustment program*, Cambridge, Mass., Nber Wo, J.B. e Eichengreen, B., 1991. *The Marshall rking Papers Series No.* 3899.

Commissione europea 2020. *Guidance to member states Recovery and Resilience Plans, Commission Staff working document*, Commissione europea 17 settembre 2020.

Salter, A.J. e Martin, B.R. 2001. The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. *Research Policy*, 30(3) 509–532.

Tuzi F. 2005. Useful science is good science: empirical evidence from the Italian National Research Council. *Technovation*, 25(5) 505-512.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il dott. Sebastian Gerstner per il prezioso aiuto fornito nella stesura del capitolo.

CAPITOLO

2

PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZE STRUTTURALI
DELLE RETI DI CONOSCENZA IN ITALIA: UNA
ANALISI GEOGRAFICA DEI PROGETTI
E DELLE PUBBLICAZIONI

Emanuela Reale, Antonio Zinilli, Serena Fabrizio

SOMMARIO

Questo Capitolo si focalizza sulle diverse reti di conoscenza, in particolare quelle generate dalle collaborazioni di ricerca in Horizon 2020 e quelle collegate alle pubblicazioni in collaborazione internazionale. Vengono presentati alcuni indicatori sulla partecipazione italiana ai Programmi Quadro europei e un'analisi delle differenze territoriali esistenti nella produzione e condivisione di conoscenza scientifica. La conoscenza condivisa e creata a livello provinciale si riferisce al posizionamento nella rete dei progetti e pubblicazioni considerando finanziamenti ricevuti e numero di collaborazioni misurate attraverso la Social Network Analysis (SNA).

Sulla base di diversi indicatori di produttività (tra cui le pubblicazioni scientifiche), la ricerca italiana è risultata sempre fra le prime al mondo, nonostante abbia una posizione decisamente inferiore per quel che riguarda i finanziamenti ordinari in R&S e numero di ricercatori. Osservando la geografia interna, invece, i risultati rivelano notevoli differenze tra le reti di conoscenza nelle province italiane. Esiste una non uniforme distribuzione della conoscenza nei diversi territori e un disallineamento tra centralità generate dai progetti e centralità generate dalle pubblicazioni scientifiche. Inoltre, troviamo effetti significativi delle condizioni economiche generali delle province sulla performance delle organizzazioni in Horizon 2020.

Le conclusioni presentano alcuni suggerimenti per il decisore politico che derivano dall'analisi svolta.

2.1 - Introduzione

Questo Capitolo presenta alcune riflessioni sulla distribuzione geografica delle attività di ricerca italiane facendo riferimento alla ricerca svolta in ambito europeo, come segmento caratterizzato da una maggiore internazionalizzazione delle attività svolte e dei temi trattati. Pertanto, il Capitolo presenta: 1) una serie di indicatori sulla partecipazione italiana ai Programmi quadro europei; 2) una illustrazione delle differenze territoriali esistenti nella produzione e condivisione di conoscenza scientifica in Italia attraverso l'osservazione delle collaborazioni delle università italiane nelle pubblicazioni e nella partecipazione ai Programmi Quadro Europei.

La prima parte riprende e aggiorna i dati relativi alla partecipazione e finanziamento italiano nel programma europeo Horizon 2020 presentati nella Relazione del CNR 2019 (Reale e Zinilli, 2019), cercando di evidenziare i principali problemi che persistono per l'Italia. In particolare, evidenzia lo scarso ritorno della partecipazione italiana in termini finanziari rispetto al contributo che il nostro Paese fornisce all'Unione Europea per partecipare ai Programmi Quadro, nonché la distribuzione diseguale della partecipazione dal punto di vista territoriale.

Nella seconda parte viene svolta invece un'analisi sulla struttura delle reti di collaborazione che caratterizzano la creazione e la condivisione di nuova conoscenza scientifica. Le principali domande alle quali il contributo è indirizzato sono: 1) Come sono configurate a livello territoriale le reti di condivisione e creazione di nuova conoscenza nelle province italiane? 2) L'Italia presenta una maggiore concentrazione e rafforzamento delle aree territoriali già avanzate in termini economici o va verso un modello diffuso di condivisione e produzione della conoscenza?

Il Capitolo mostrerà come l'attività di ricerca sia distribuita in modo non uniforme nello spazio geografico e come le disparità nella produzione degli output e nella collaborazione internazionale riflettano la diversificazione socioeconomica delle province, mettendo in evidenza gli aspetti che costituiscono punti di forza e debolezze strutturali del sistema scientifico nazionale. D'altra parte, le regioni, le province e le aree metropolitane sono diventate un grande motore della crescita economica grazie al potere delle economie di agglomerazione, della diffusione della conoscenza e delle reti.

L'analisi si basa sull'uso combinato di tre dataset presenti all'interno dell'infrastruttura europea RISIS¹ per gli studi sulle politiche di ricerca e innovazione: EUPRO, CWTS Publication e RISIS-ETER, che costituiscono uno strumento di indagine unico sia per i progetti che per le reti di pubblicazioni. Il database EUPRO² include informazioni sistematiche e standardizzate sui progetti di R&S e sui partecipanti a tutti i progetti UE finanziati alle Università europee a partire dal 1°PQ fino a H2020. Il database CWTS Publication³ è una copia completa di Web of Science (WoS) dedicata alle analisi bibliometriche. Il database RISIS-ETER⁴ contiene le informazioni sulle Istituzioni Europee dell'Higher Education, comprese le coordinate geografiche dell'organizzazione.

Il nostro campione comprende tutte le pubblicazioni presenti in Web of Science con almeno un autore da una università italiana e la totalità dei progetti finanziati in Horizon 2020 nel periodo considerato (2014-2017) nei quali ci sia almeno un partner italiano. I dati sono divisi per i tre macro-settori disciplinari dell'European Research Council (ERC): Scienze Sociali e Umane (SSH), Scienze Fisiche e Ingegneristiche (PE) e Scienze della Vita (LS).

I dati e gli indicatori consentono di formulare alcune indicazioni utili per il disegno e l'implementazione di politiche della ricerca e sviluppo, che sono inserite nelle conclusioni del Capitolo.

1 RISIS2 - European Research Infrastructure for Science, Technology and Innovation policy studies. Per maggiori informazioni visitare il sito: <https://www.risis2.eu>

2 Per maggiori informazioni: <https://rcf.risis2.eu/dataset/4/metadata>

3 Per maggiori informazioni: <https://rcf.risis2.eu/dataset/3/metadata>

4 Per maggiori informazioni: <https://rcf.risis2.eu/dataset/10/metadata>

2.2 - La partecipazione italiana ai Programmi quadro europei: un aggiornamento

I dati presentati in questo paragrafo fanno riferimento a due fonti principali:

- l'ultimo Rapporto APRE⁵ (aggiornamento 3 Marzo 2020) realizzato sulla base di un'analisi di 812 call dei progetti Horizon 2020 con riferimento alle proposte selezionate per il finanziamento (*retained for funding*);
- l'Horizon 2020 Dashboard (dati su partecipazioni e progetti rilasciati a marzo 2021), una piattaforma realizzata dalla Commissione Europea per accedere, analizzare e condividere i principali risultati del programma Horizon 2020⁶.

La Tabella 2.1 mostra che l'Italia, pur essendo tra i paesi che hanno partecipato al maggior numero di proposte insieme a Regno Unito e alla Spagna (vedi Tabella 2.1), ha il tasso di successo più basso tra gli otto paesi più attivi in H2020 (13,10%), inferiore di quasi 3 punti rispetto alla Svezia, penultima del gruppo, ma superiore al tasso medio UE.

Il tasso di successo finanziario italiano è invece inferiore al tasso medio UE e conferma l'ultima posizione dell'Italia rispetto ai paesi selezionati.

La Tabella 2.1 evidenzia che, con circa 85.900 partecipazioni in proposte H2020, l'Italia è seconda solo alla Spagna (+17,3% partecipazioni rispetto al dato rilevato dal Rapporto APRE 2019⁷) ed ha superato Regno Unito e Germania. Si registra anche un aumento del numero di progetti vincenti (+1.984, ovvero +21,4% rispetto al dato rilevato dal Rapporto APRE 2019⁸) anche se come già detto il tasso di successo è il più basso tra tutti i Paesi considerati, pari al 13,1%. In sostanza il miglioramento è visibile, i ricercatori nel nostro paese sono fortemente impegnati nella partecipazione ai

5 APRE (2020) Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020. European Innovation Scoreboard disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard> (apre.it)

6 Horizon 2020 Dashboard disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>

7 APRE, Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020, pag. 5

8 Ibidem

programmi quadro, ma le distanze rispetto ad altri paesi europei non si riducono in modo sostanziale in particolare specie sotto il profilo del contributo finanziario ricevuto.

Tabella 2.1 - Partecipazioni e contributo finanziario totale Horizon 2020 di alcuni paesi

Paese	# Partecipazioni				€ Contributo finanziario			
	Finanziabili	Finanziati	Tasso di successo	% progetti (sul totale di H2020)	Finanziabili	Finanziati	Tasso di successo finanziario	% di budget (sul totale H2020)
DE	85.373	14.746	17,30%	11,90%	44.229.770.338	7.931.384.103	17,90%	15,50%
UK	85.786	13.298	15,50%	10,80%	45.083.796.045	6.339.264.355	14,10%	12,40%
FR	61.249	11.067	18,10%	8,90%	32.386.048.707	5.659.140.436	17,50%	11,00%
ES	86.155	12.566	14,60%	10,20%	36.193.420.620	4.613.927.131	12,70%	9,00%
IT	85.900	11.251	13,10%	9,10%	36.689.565.771	4.073.602.408	11,10%	7,90%
NL	43.998	7.758	17,60%	6,30%	22.758.558.511	4.011.427.069	17,60%	7,80%
BE	30.826	5.935	19,30%	4,80%	13.187.301.655	2.426.224.428	18,40%	4,70%
SE	23.261	3.687	15,90%	3,00%	13.245.188.175	1.730.708.275	13,10%	3,40%
TOT UE	211.729	25.548	12,10%	90,10%	166.612.387.366	19.777.698.669	11,90%	88,90%

Fonte: APRE *Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020* (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: [panoramica_h2020_edizione2020.pdf](https://www.apre.it/panoramica_h2020_edizione2020.pdf) (apre.it).

Le variazioni nelle partecipazioni e nel contributo finanziario dal 2014 al 2019 sono riportate dalla Tabella 2.2. L'Italia ha un tasso di successo in termini di partecipazioni in crescita rispetto agli altri Paesi considerati, mentre le variazioni del contributo finanziario sono più ridotte, pur rimanendo di segno positivo e costanti tra gli anni di riferimento degli ultimi due Rapporti APRE.

Tabella 2.2 - Partecipazioni e contributo finanziario totale Horizon 2020 di alcuni paesi 2014-2019 (Variazioni percentuali del Tasso di Successo-TdS)

PAESE	# Partecipazioni				€ Contributo finanziario			
	TdS 2014 - 2016	TdS 014 - 2017	TdS 2014 - 2018	TdS 2014 - 2019	TdS 2014 - 2016	TdS 2014 - 2017	TdS 2014 - 2018	TdS 2014 - 2019
Germania	16,4%	16,3%	16,9%	17,3%	18,1%	17,7%	18,1%	17,9%
Regno Unito	15,3%	14,9%	15,2%	15,5%	13,8%	13,9%	14,2%	14,1%
Francia	17,5%	17,0%	17,7%	18,1%	16,3%	16,1%	17,2%	17,5%
Spagna	13,9%	13,8%	14,3%	14,6%	12,5%	12,6%	12,8%	12,7%
Italia	11,9%	12,2%	12,8%	13,1%	10,1%	10,5%	11,1%	11,1%
Paesi Bassi	16,9%	16,5%	17,1%	17,6%	16,3%	16,1%	17,5%	17,6%
Belgio	18,1%	17,7%	18,8%	19,3%	17,2%	17,4%	18,4%	18,4%
Svezia	15,9%	15,6%	15,7%	15,9%	13,8%	13,5%	13,6%	13,1%
TOT UE	14,7%	14,6%	15,3%	15,6%	13,7%	13,7%	14,3%	14,3%

Fonte: APRE Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020 (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: [panoramica_h2020_edizione2020.pdf](#) (apre.it).

Nota: la tabella presentata nell'ultimo Rapporto APRE è costruita sulla base dei dati APRE elaborati negli ultimi due Rapporti sul programma Horizon 2020 (2019, 2020).

Si conferma la debolezza del nostro paese anche in merito al coordinamento di progetti europei finanziati da Horizon 2020 (Tabella 2.3), con un tasso di successo pari all'8,6% sensibilmente più basso rispetto a tutti i paesi considerati, come pure ridotto è il tasso di successo finanziario, molto distante rispetto a quello di Germania, Regno Unito e Francia.

Tabella 2.3 - Coordinamento proposte e contributo finanziario totale Horizon 2020 in alcuni paesi (tasso di successo sul totale)

COORDINAMENTI						
	Proposte presentate	Proposte finanziate	Tasso di successo	% progetti (sul totale di H2020)	Tasso di successo finanziario	% di budget (sul totale H2020)
Germania	20.745	3.031	14,6%	10,7%	16,8%	15,2%
Regno Unito	31.990	4.592	14,4%	16,2%	12,5%	14,8%
Francia	19.073	2.686	14,1%	9,5%	14,0%	11,0%
Paesi Bassi	12.358	1.924	15,6%	6,8%	16,5%	8,8%
Spagna	30.274	3.498	11,6%	12,3%	10,1%	8,7%
Italia	28.396	2.452	8,6%	8,6%	7,5%	6,3%
Belgio	6.716	1.054	15,7%	3,7%	17,1%	4,3%
Svezia	7.583	836	11,0%	2,9%	9,4%	3,2%
TOT UE	211.729	25.548	12,1%	90,1%	11,9%	88,9%

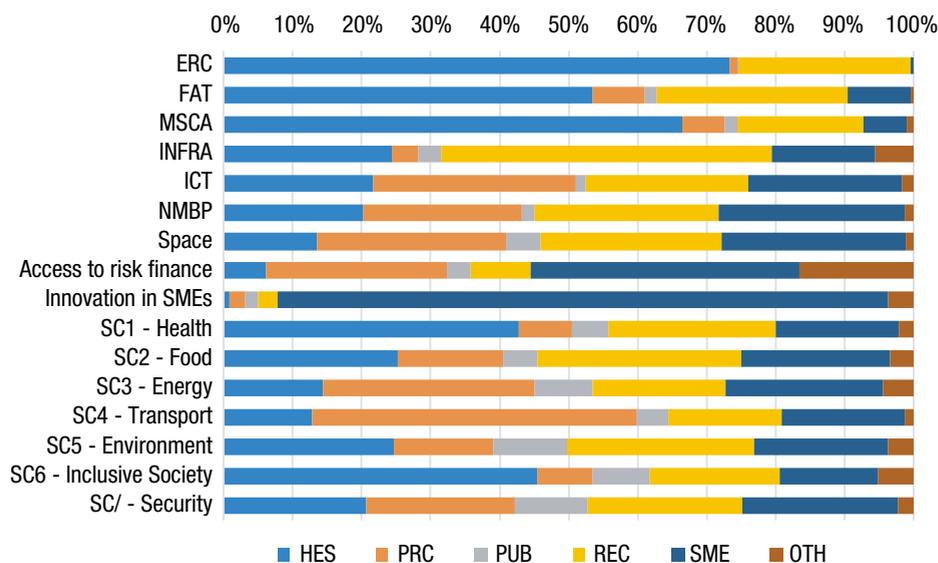
Fonte: APRE Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020 (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: [panoramica_h2020_edizione2020.pdf \(apre.it\)](#).

Nella partecipazione complessiva degli enti al programma Horizon 2020 (Figura 2.1) si evince la predominanza delle università a livello di contributo finanziario accordato (37,4%). Segue il settore privato (SME + PRC) con quasi il 33% di budget assegnato. Le organizzazioni di ricerca non universitarie ricevono oltre il 24% del budget in Horizon 2020 (APRE, 2020).

Entrando nel dettaglio delle singole categorie di enti, la Figura 2.1. riporta il contributo finanziario ricevuto nelle varie tematiche di Horizon 2020. ERC e MSCA sono dominate dalla partecipazione delle istituzioni di istruzione superiore, in particolare le università. Gli enti accademici, comunque, rivestono un ruolo importante in tutto il programma Horizon 2020, con particolare evidenza nei settori Salute e ICT (Information and Communications Technology). Gli enti for profit invece (PRC), tendono a posizionarsi prevalentemente nei temi Trasporti e ICT, mantenendo comunque una presenza in tutte le sfide sociali, in particolare Energia e NMBP (Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology, and Advanced Manufacturing and Processing). Interessante la forte partecipazione delle imprese in tutti i temi collegati alla soluzione delle Grand Challenges, ossia ai problemi di carat-

tere globale legati allo sviluppo sostenibile, nonché il ruolo delle organizzazioni di ricerca nelle azioni collegate alle infrastrutture.

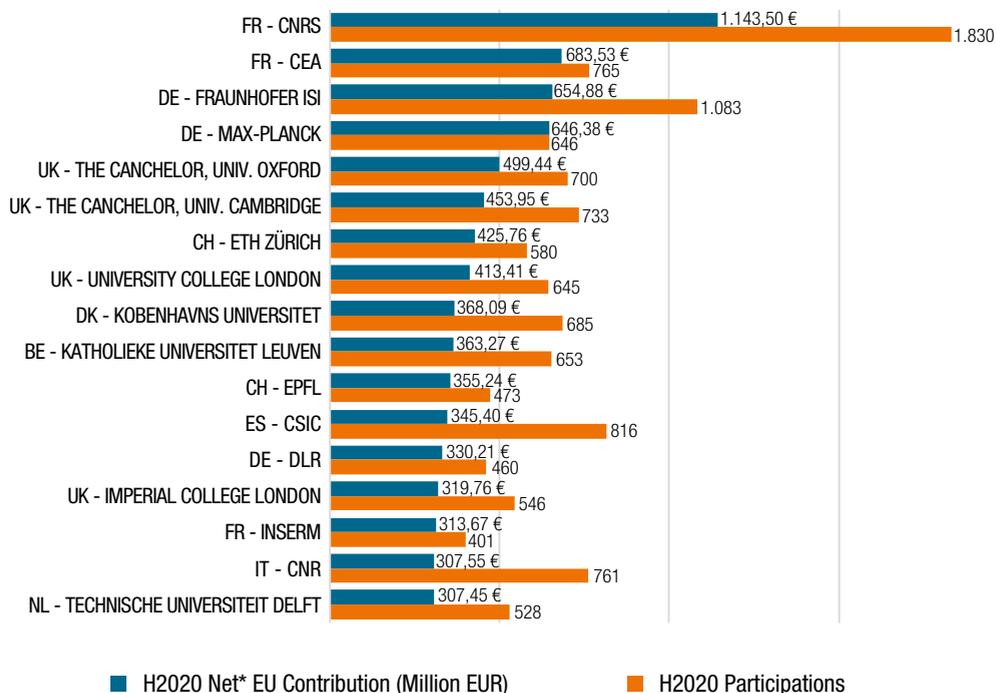
Figura 2.1 - Composizione percentuale del contributo finanziario in H2020 per tema e tipologia di enti beneficiari



Fonte: APRE Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020 (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: [panoramica_h2020_edizione2020.pdf](https://www.apre.it/panoramica_h2020_edizione2020.pdf) (apre.it).
 Categorie Enti beneficiari: Public Bodies (PUB), Research Organisations (REC), for-Profit Entities (PRC), Higher or Secondary Education Establishments (HES), Small and Medium Enterprises (SME), Others (OTH).

Dal punto di vista delle organizzazioni che hanno il più alto livello di contributi dal programma Horizon 2020 (Figura 2.2), l'aggiornamento dei dati non riserva particolari sorprese. Si confermano le posizioni di forza già rilevante negli anni precedenti, le quali sono naturalmente collegate alla dimensione delle organizzazioni.

Figura 2.2 - Le prime 20 organizzazioni in Europa per contributi H2020



Fonte: Elaborazione CNR- IRCRES su dati Dashboard Horizon2020 (dati estratti a Maggio 2021) disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>

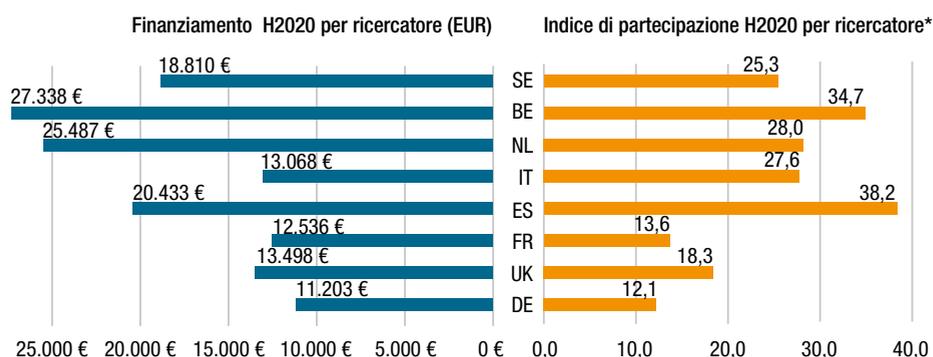
La Figura 2.3 mostra il finanziamento per ricercatore (ETP- equivalenti tempo pieno) e l'indice di partecipazione per ricercatore di alcuni paesi in Horizon 2020; il primo grafico presenta il numero di partecipazioni ogni 100 ricercatori, mentre il secondo mostra il contributo mediamente richiesto da un singolo ricercatore.

Nel caso dell'Italia, in termini di finanziamento ottenuto la media per i ricercatori italiani è di circa €13.068, mentre per numero di partecipazioni l'Italia si posiziona a metà classifica, con una media di 28 partecipazioni per ricercatore nei programmi H2020. Se colleghiamo questo dato a quelli presentati nelle tabelle 2.1 e 2.2 l'evidenza che abbiamo è che lo sforzo di partecipazione pur essendo intenso e comunque in crescita, interessa un numero relativamente limitato di ricercatori. Pertanto, i margini di miglioramento del nostro paese nella partecipazione ai programmi quadro sono sensibili.

Per concludere questa prima parte comparativa della partecipazione italiana ai programmi quadro, conviene richiamare una recente analisi sviluppata sul Programma Horizon 2020, dal suo inizio fino al maggio 2017 (Fish, 2019), che mostra il posizionamento di ciascun paese europeo in termini di comparazione diretta, espressa in valori assoluti, delle risorse finanziarie in entrata e in uscita.

Con riferimento ai paesi considerati nel nostro Capitolo, il lavoro evidenzia l'elevato 'surplus' del Regno Unito (+1,1 miliardi di euro) seguito dai Paesi Bassi (+600 milioni di Euro). Al contrario, Germania e Francia mostrano un 'deficit' di circa 1 miliardo di euro ciascuna, seguite dall'Italia con un deficit pari a 670 milioni di euro (Fish, 2019).

Figura 2.3 - Finanziamento e indice di partecipazione ai programmi H2020 per ricercatore (ETP) in alcuni paesi europei



Fonte: Elaborazione CNR- IRCRES su dati APRE Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020 (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: panoramica_h2020_edizione2020.pdf (apre.it); *nr partecipazioni ogni 100 ricercatori.

Lo stesso autore calcola anche la posizione dei vari paesi in termini di ritorno assoluto di fondi europei per ogni euro speso sul programma quadro. Per questo indicatore, si evidenzia un ritorno inferiore all'euro per Germania, Italia e Francia, e un guadagno superiore all'euro per Svezia, Spagna, Belgio e UK. I Paesi Bassi hanno la posizione più favorevole con un ritorno di €1,50 per ogni euro investito. Infine, se si considera il guadagno netto pro capite in ciascuno dei paesi considerati, i Paesi Bassi confermano un dato positivo dell'effetto redistributivo del programma quadro, seguiti da UK e Spagna. Al

contrario l'effetto redistributivo è decisamente negativo per Francia, Germania e Italia, con una perdita pro capite maggiore di €10.

I dati sembrano suggerire che, per i paesi considerati in questo Capitolo, la partecipazione ai programmi quadro non sempre produca un vantaggio diretto di tipo finanziario. Sappiamo che i vantaggi della partecipazione ai programmi quadro nei paesi dell'Europa occidentale sono unanimemente riconosciuti non solo in termini finanziari, ma soprattutto in quanto rappresentano volano imprescindibile per l'internazionalizzazione delle attività di ricerca, la collaborazione interdisciplinare su temi strategici, e la capacità di partecipare ed eventualmente assumere la leadership di reti di ricerca eccellenti (Di Cagno et al., 2014; Ciffolilli e al., 2016). Inoltre, l'analisi dei ritorni finanziari diretti è molto influenzata dalla dimensione dei paesi studiati con un vantaggio per i paesi piccoli. Tuttavia, la presenza di due paesi di grande dimensione (UK e Spagna) che hanno anche un ritorno positivo in termini finanziari è certamente un indicatore interessante dell'attenzione verso la ricerca finanziata dai programmi quadro, e suggerisce la presenza di strategie nazionali volte nel primo caso a mantenere la leadership della ricerca europea, e nel secondo a recuperare il ritardo rispetto ai maggiori paesi dell'Europa occidentale.

La Tabella 2.4 e le Figure 2.4 e 2.5 presentano uno sguardo interno alla partecipazione italiana.

La tabella confronta il contributo totale assegnato dall'UE nelle varie tematiche, il contributo dei partecipanti italiani in termini assoluti e come percentuale sul totale, e la variazione, positiva o negativa dell'ultimo anno del contributo ai partecipanti italiani. Si può notare la variazione positiva in tutte le azioni del Pilastro 1, uno nei quali il nostro Paese era più debole, ma la capacità ancora scarsa di inserirsi nelle azioni Marie Skłodowska Curie, particolarmente importanti per la circolazione di giovani ricercatori. Gli altri due pilastri invece mostrano una variazione negativa nell'ultimo anno anche se restano i temi dove la percentuale di contributo finanziario ricevuto dall'Italia è il più alto.

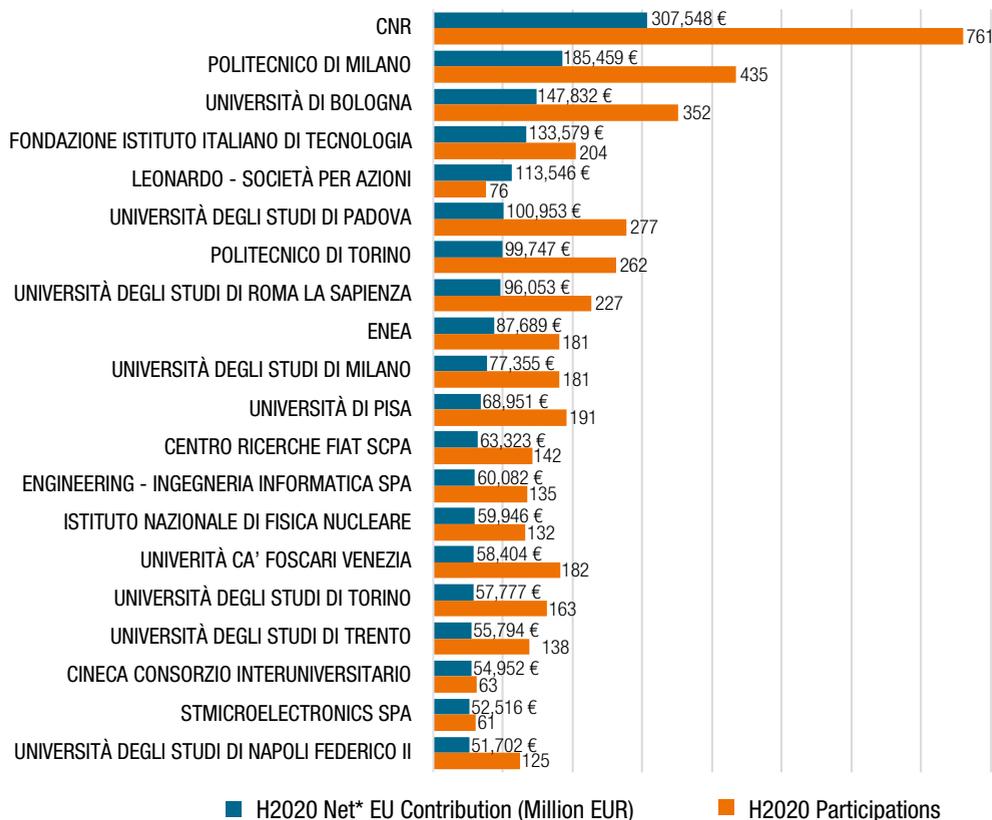
Tabella 2.4 - Confronto tra il budget assegnato da H2020 nei vari temi e il budget assegnato ai partecipanti italiani

TEMATICA		CONTRIBUTO UE ASSEGNATO	CONTRIBUTO UE AI PARTECIPANTI ITALIANI	% CONTRIBUTO SUL TOT	VARIAZIONE 2018-2019*
PILASTRO I - EXCELLENCE SCIENCE	ERC	9.423.188.046 €	422.356.551 €	4,50%	0,20%
	FET	2.093.792.554 €	205.811.922 €	9,80%	0,15%
	MSCA	4.799.033.331 €	324.262.099 €	6,80%	0,04%
	INFRA	1.802.008.177 €	159.653.552 €	8,90%	0,21%
TOT EXCELLENCE SCIENCE		18.118.022.108 €	1.112.084.124 €	6,10%	0,19%
PILASTRO II - INDUSTRIAL LEADERSHIP	ICT	5.841.572.557 €	494.312.242 €	8,50%	-0,09%
	NMBP	3.117.144.705 €	339.964.149 €	10,90%	-0,25%
	Space	701.137.998 €	90.697.412 €	12,90%	-0,43%
	Access to risk finance	9.980.033 €	1.038.913 €	10,40%	-1,07%
	Innovation in SMEs	1.424.126.172 €	78.016.223 €	5,50%	-1,19%
	Cross-theme	2.046.903 €	256.000 €	12,50%	0,00%
TOT INDUSTRIAL LEADERSHIP		11.096.008.366 €	1.004.284.938 €	9,10%	-0,40%
PILASTRO III - SOCIETAL CHALLENGES	Health	4.579.577.342 €	351.787.577 €	7,70%	0,10%
	Food	2.715.970.543 €	257.056.300 €	9,50%	-0,36%
	Energy	3.650.709.930 €	320.622.961 €	8,8%	-0,43%
	Transport	4.583.853.183 €	532.311.679 €	11,6%	0,15%
	Environment	2.259.921.059 €	199.191.855 €	8,8%	-0,50%
	Inclusive Society	752.167.496 €	73.889.059 €	9,80%	-0,16%
	Security	1.269.402.660 €	127.977.585 €	10,10%	0,06%
TOT SOCIETAL CHALLENGE		19.811.742.213 €	1.862.837.015 €	9,40%	-0,14%

Fonte: APRE Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2020 (aggiornamento dati 3 Marzo 2020) disponibile all'indirizzo: [panoramica_h2020_edizione2020.pdf](#) (apre.it).
 *= Variazione percentuale rispetto al dato rilevato nel precedente rapporto APRE (2019).

La Figura 2.4 indica le prime 20 organizzazioni italiane per contributi ricevuti da Horizon 2020. Interessante notare le organizzazioni che si collocano nelle prime dieci posizioni restano anch'esse quasi del tutto invariate, indice anche questo di come le posizioni di forza all'interno dei programmi quadro siano difficilmente modificabili con un forte effetto auto-rafforzante che tende a dominare la partecipazione (Enger, 2018).

Figura 2.4 - Le prime 20 organizzazioni in Italia per contributi H2020. Finanziamento netto (Milioni di Euro) per numero di partecipazioni



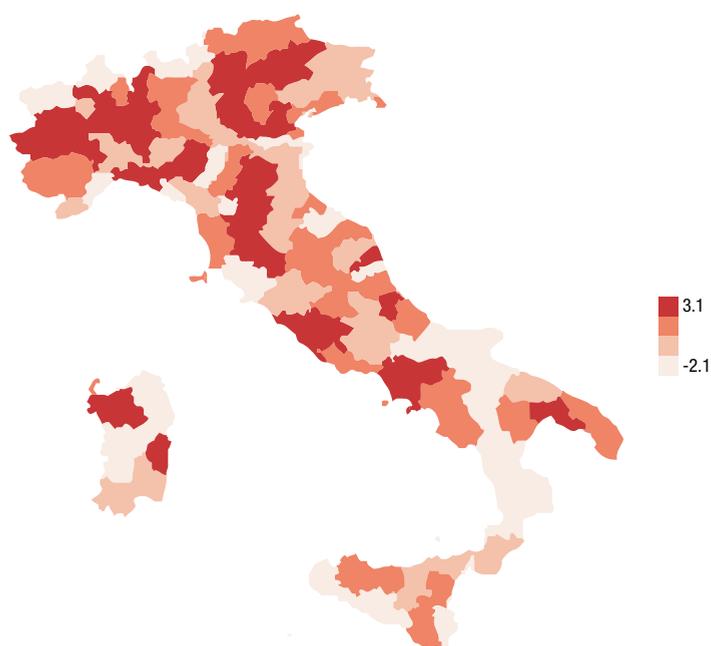
Fonte: Elaborazione CNR- IRCRES su dati Dashboard Horizon2020 (dati estratti a Maggio 2021) disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>

La Figura 2.5 presenta la distribuzione del finanziamento di Horizon 2020 per numero di partecipazioni disaggregate a livello provinciale, con la possibilità quindi di conoscere in modo più preciso rispetto al dato regionale dove si concentrano le maggiori capacità di collaborazione alla ricerca internazionale in Italia. La debolezza della circoscrizione geografica meridionale si conferma, con maggiore evidenza in Molise, nelle province settentrionali della Puglia, in Calabria, Sicilia e buona parte della Sardegna, dove in molte province né le università o centri di ricerca, né le imprese sono attori rilevanti nei programmi quadro. Il resto del territorio nazionale mostra inten-

sità diverse di partecipazione con zone di concentrazione più numerose nel Nord rispetto al Centro.

Da notare che il dato della provincia di Roma è influenzato dal fatto che il CNR viene considerato dal punto di vista geografico come concentrato tutto nella provincia dove si trova la sede legale, influenzando quindi in modo positivo il valore provinciale.

Figura 2.5 - Mappa del finanziamento H2020 per numero di partecipazioni in Italia per provincia (livello di disaggregazione territoriale NUTS3)



Fonte: Elaborazione CNR- IRCRES su dati Dashboard Horizon2020 (dati estratti a Maggio 2021) disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>

Nota: Il regolamento NUTS (Nomenclatura delle unità territoriali statistiche) (EUROSTAT) definisce soglie di popolazione minime e massime per le dimensioni delle regioni NUTS. Il livello NUTS3 fa riferimento a territori con una densità di popolazione che varia tra i 150.000 e gli 800.000 abitanti. Per l'Italia corrisponde ai territori delle Province⁹. La legenda indica il rapporto standardizzato tra il contributo erogato alle organizzazioni italiane e la partecipazione ai progetti per l'intero periodo H2020.

9 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/principles-and-characteristics>

In sostanza, la partecipazione italiana è caratterizzata da un tasso di successo inferiore rispetto a quello di altri grandi paesi europei e da un ritorno finanziario anch'esso limitato. I dati di partecipazione e di finanziamento per ricercatore evidenziano però una situazione migliore rispetto al dato generale, suggerendo la possibilità di allargare la base di ricercatori che possano inserirsi nei programmi quadro, contribuendo in questo modo ad accrescere la collaborazione internazionale della comunità scientifica.

Si conferma la presenza quasi esclusiva di università del nord e del centro fra le 20 organizzazioni che hanno il maggior numero di partecipazioni e finanziamento. La stessa cosa vale per i soggetti privati. Del resto, anche la disaggregazione della partecipazione per province conferma il forte squilibrio esistente nel nostro paese, che è strettamente correlato alla condizione socioeconomica di contesto.

Migliora il tasso di successo dell'Italia nel Pilastro 'Excellence Science' in particolare grazie alla partecipazione ai bandi ERC e alle iniziative sulle Infrastrutture. Resta molto limitata invece la nostra partecipazione alle azioni Marie Skłodowska Curie, così importanti per la circolazione di giovani ricercatori particolarmente promettenti.

2.3 - Le reti di produzione e condivisione della conoscenza

In questa sezione viene presentata un'analisi delle caratteristiche delle reti di produzione e di condivisione della conoscenza nelle università italiane. Le prime sono rappresentate attraverso i risultati nei quali la conoscenza scientifica è incorporata, quindi le pubblicazioni internazionali delle università e le collaborazioni che esse sviluppano. Gli aspetti connessi alla condivisione della conoscenza sono rappresentati dalla partecipazione delle università a progetti finanziati nei Programmi Quadro (Horizon 2020) e dalle relative collaborazioni.

Gli effetti positivi derivanti della collocazione italiana in posizione di centralità come nodi di rete europea della ricerca sono ben conosciuti (Enger, 2018). Tali effetti positivi si dispiegano nella capacità delle organizzazioni

che hanno una posizione centrale nelle reti di dominare la partecipazione ai programmi quadro; la centralità delle organizzazioni è collegata alla presenza di un elevato numero di ricercatori nelle organizzazioni stesse (indice di una elevata capacità di ricerca), e alla presenza di una elevata produttività scientifica in riviste internazionali indicizzate (indice di reputazione e qualità scientifica). Inoltre, più in generale, il successo in termini di possibilità di essere finanziati dipende sia dalla dimensione della organizzazione, sia dalla capacità dell'organizzazione stessa di sottomettere un elevato numero di proposte (Piro e al. 2020).

Le osservazioni che seguono prenderanno in considerazione due aspetti:

- a) come si distribuiscono nel territorio nazionale le organizzazioni 'forti', quelle cioè che hanno una maggiore capacità di essere centri di aggregazione di molti soggetti attraverso progetti H2020 congiunti, e attraverso pubblicazioni internazionali in collaborazione (i cd. Hub di conoscenza). Questo aspetto, che corrisponde a una capacità essenziale per la costruzione di un ambiente innovativo, sarà analizzato attraverso l'indicatore di 'Degree centrality' (cfr. BOX 2.1 - Nota metodologica);
- b) quanto le concentrazioni presenti a livello territoriale sono eterogenee, coinvolgendo una sola organizzazione tra quelle che partecipano a Horizon 2020 o che sono coinvolte in pubblicazioni internazionali in co-authorship, o un numero elevato di organizzazioni. Per progetti Horizon 2020 congiunti e pubblicazioni internazionali in collaborazione intendiamo progetti e pubblicazioni che abbiano almeno un'affiliazione localizzata in Italia nella lista degli "indirizzi" associati rispettivamente ai partner e agli autori. Questo aspetto sarà analizzato attraverso l'indicatore di eterogeneità "Hirschman-Herfindahl (HHI)" (cfr. BOX 2.1 - Nota metodologica).

Dalle analisi descritte sarebbe legittimo attendersi dati fortemente correlati, dunque le organizzazioni con un posizionamento centrale nelle reti di diffusione della conoscenza dovrebbero anche avere una rete di collaborazione nella produzione scientifica molto marcata. Pertanto, la distribuzione geografica dei due fattori dovrebbe essere fortemente convergente. I dati, tuttavia, non indicano una loro perfetta correlazione se analizzati a livello territoriale.

Box 2.1 - Nota Metodologica

I dati utilizzati sono tratti come detto nell'introduzione da tre dataset consultabili attraverso l'infrastruttura RISIS: EUPRO (informazione sui progetti europei), CWTS Publication (pubblicazioni presenti in Web of Science) e RISIS-ETER (Registro Europeo dell'Istruzione Terziaria). I dataset consentono di rappresentare i dati sulle collaborazioni delle organizzazioni (pubbliche e private) rispettivamente per progetti finanziati in Horizon 2020 (H2020) e per pubblicazioni scientifiche. Ai fini del nostro lavoro per le disaggregazioni disciplinari sono stati tuttavia utilizzati i dati relativi a pubblicazioni e progetti dove sia presente la partecipazione di almeno una università italiana nel periodo tra il 2014 e il 2017. Questa restrizione del campo di analisi è determinata dalla necessità di avere un campione il più possibile omogeneo delle organizzazioni osservate che potessero essere identificate come soggetti con la stessa propensione a produrre conoscenza scientifica attraverso pubblicazioni e partecipare a progetti internazionali. I dati a livello di organizzazione sono stati aggregati al fine di osservare la distribuzione a livello di provincia italiana (seguendo quindi la classificazione NUTS3).

Sia i progetti che le pubblicazioni sono stati classificati in base ai macrosettori ERC, assegnando ad ogni progetto/publicazione il macrosettore delle Scienze sociali e umane (SSH), o delle Scienze fisiche e Ingegneristiche (PE), o delle Scienze della Vita (LS). Ogni progetto è stato assegnato ad un particolare settore sulla base delle parole chiave e sulla base degli abstract rispettivamente dei progetti e delle pubblicazioni. Un numero molto limitato di progetti è stato escluso dall'analisi poiché esplicitamente descritto come multidisciplinare, ovvero senza una chiara attribuzione ad un dominio di ricerca. Abbiamo escluso i progetti ERC e Marie Skłodowska Curie data la loro natura prevalentemente non collaborativa. Poiché i modi di produzione e diffusione della conoscenza sono diversi in ogni settore disciplinare o macro-raggruppamento disciplinare, non sono presentate comparazioni tra discipline.

Nei dati EUPRO e CWTS c'è la possibilità che un'organizzazione collabori a più progetti e più pubblicazioni nello stesso anno, per questo motivo nel nostro caso entrambe le matrici di adiacenza (relazionali) non sono in forma binaria, ma piuttosto matrici basate sull'intensità della relazione. Questo vuol dire che nelle nostre analisi abbiamo tenuto conto dell'intensità della collaborazione tra le organizzazioni. Inoltre, le matrici di adiacenza di cui ci occupiamo sono indirette, ovvero le connessioni tra organizzazioni sono simmetriche (Zinilli, 2016; Zinilli e Cerulli, 2015).

Gli indicatori utilizzati nell'analisi seguente sono due: A) Degree Centrality, è una misura di Social Network Analysis (SNA) e indica il numero di connessioni dei nodi della rete; nel nostro contesto i nodi sono solo le università ad eccezione della Figura 2.1a dove sono incluse tutte le organizzazioni partecipanti. Questa misura permette di identificare le organizzazioni che svolgono il ruolo di "knowledge Hub" (per maggiori dettagli si rinvia al Capitolo 1 nella Relazione 2019); B) l'indice Hirschman-Herfindahl (HHI). Questo indice è stato normalizzato (valori da 0 a 1) e può essere interpretato come una misura di eterogeneità (diversificazione). L'indice HHI assume valore zero, nel caso di minima eterogeneità, ovvero una sola tipologia di organizzazione partecipa ad un progetto H2020 finanziato o ad una pubblicazione scientifica (es. università), e valore 1 se tutte le tipologie di organizzazioni partecipano ad un progetto H2020 finanziato o ad una pubblicazione scientifica (es. università, industria, agenzie di consulenza, organizzazioni governative, organizzazioni non profit). Sia l'indice HHI che il Degree sono stati aggregati a livello di NUTS 3, che nel caso italiano identifica le province.

2.4 - La geografia della conoscenza

In questo paragrafo viene mostrata la distribuzione geografica del Degree nelle province italiane, facendo prevalentemente riferimento alle università italiane. La Figura 2.6 riporta la distribuzione del Degree aggregato per le province italiane (2014-2017) considerando tutte le tipologie di organizzazioni (Figura 2.6a - sinistra) e solo le università (Figura 2.6b - destra). Come specificato nel paragrafo precedente, il Degree è stato calcolato a livello di organizzazione e poi aggregato a livello di provincia.

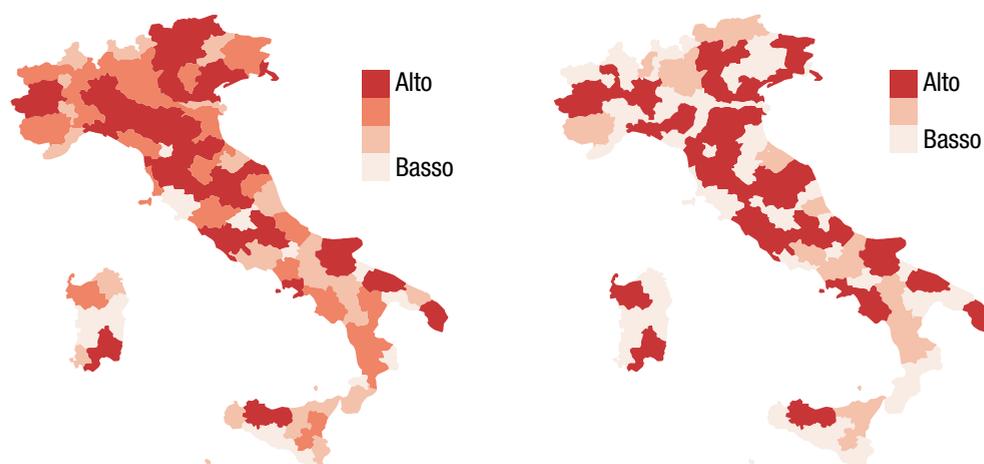
Al Degree Centrality sono legati i concetti di Hub, autorità e attrazione, che forniscono indicatori sul grado di connettività di un nodo. Gli Hub sono attori con un numero alto di collegamenti e giocano un ruolo importante per la loro capacità di connessione con tutti gli altri attori della rete. Le autorità, invece, sono nodi con un alto numero di collegamenti e rappresentano attori a cui gli altri attori presenti nella rete riconoscono un ruolo di rilievo e prestigio.

Se ci concentriamo sulla prima mappa (Figura 2.6a - sinistra), notiamo che le province del nord presentano una gradazione di colore molto più intensa. Tranne in alcuni casi isolati (Provincia di Napoli in Campania, Provincia di Foggia, Bari e Lecce in Puglia, provincia di Palermo in Sicilia e Provincia di Cagliari in Sardegna), le province meridionali hanno un basso Degree. Questo vuol dire che la maggior parte delle organizzazioni finanziate in H2020 non solo sono localizzate maggiormente nel nord Italia ma sono anche le più attive sul piano della collaborazione internazionale. Il centro Italia vede la provincia di Roma tra gli “Hub di conoscenza” insieme ad alcune aree interne delle Marche (provincia di Ancona e Perugia) dell’Abruzzo (provincia dell’Aquila e di Chieti) e dell’alta Toscana (provincia di Firenze, Siena, Prato e Pistoia).

Osservando la seconda mappa (Figura 2.6b - destra), si nota chiaramente una differenziazione più netta tra le province del nord Italia; le province con il Degree più alto sono quelle che hanno gli Atenei con una più alta collaborazione scientifica. Nel centro e sud Italia si osserva invece una concentrazione simile alla mappa precedente (che comprende tutte le organizzazioni).

Il centro e il sud Italia non presentano significative differenziazioni nelle due mappe, il che denota la predominanza delle università come poli di forte attrazione in H2020. Dall'altro lato, la differenziazione delle due mappe evidenzia il ruolo importante delle organizzazioni non accademiche nei progetti H2020 tra il 2014 e 2017, prevalentemente le imprese e localizzate nel nord Italia.

Figura 2.6 - Degree Centrality per progetti H2020 di tutte le organizzazioni (Figura 2.6a- sinistra) e solo università (Figura 2.6b - destra)



Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO, CWTS e ETER (dati estratti a Maggio 2019).
 Legenda: l'intensità dei colori è data dalla distribuzione del Degree normalizzata per dimensione di ateneo (approssimata attraverso il numero studenti).

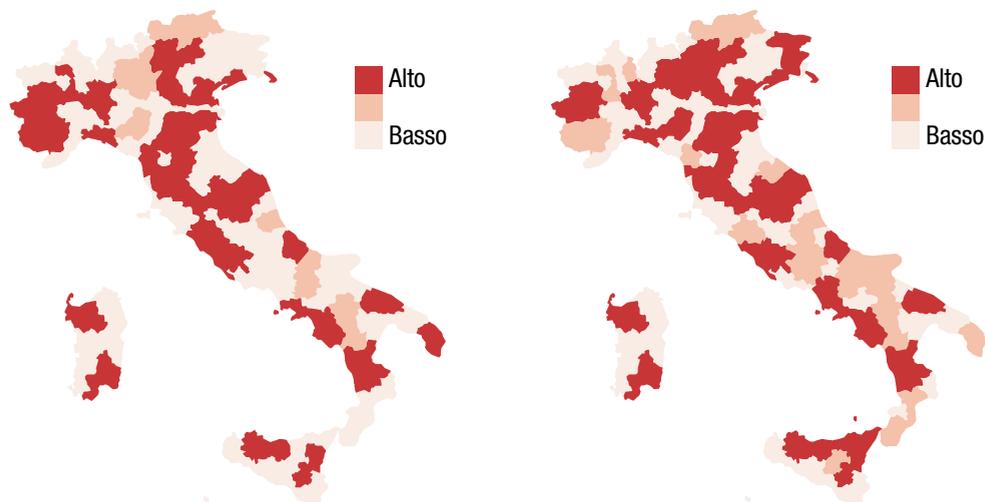
Inoltre, nel nord e centro Italia appare una maggiore contiguità spaziale delle province nella distribuzione del Degree. Tali aggregazioni inducono a pensare ad azioni di filiera e di rete tra organizzazioni pubbliche e private, che si riflettono anche nella maggiore partecipazione a progetti H2020.

Fissando l'attenzione sulle università, osserviamo che la distribuzione del Degree per macrosettore ERC per il periodo 2014–2017 evidenzia la specializzazione e la posizione centrale o periferica delle università nelle diverse province italiane.

La Figura 2.7 presenta la distribuzione geografica delle università in base alla loro capacità di attrazione (Degree) per quanto riguarda i progetti (Figura 2.7a - sinistra) e le pubblicazioni congiunte (Figura 2.7b - destra) nel macrosettore SSH. La posizione delle province nello spazio della conoscenza per quanto riguarda i progetti finanziati in H2020 nel settore SSH rivela una significativa disparità tra nord, centro e sud Italia.

Per quel che riguarda le pubblicazioni in SSH osserviamo una distribuzione differente a quella dei progetti. Il Degree nelle pubblicazioni anche con intensità alta è infatti più diffuso nelle province italiane rispetto a quello dei progetti, indicando una capacità di sviluppare collaborazioni nella produzione di conoscenza maggiore rispetto alla capacità di inserirsi Horizon 2020. Il dato è particolarmente marcato nel sud d'Italia e potrebbe indicare un parziale disallineamento tra i temi di ricerca della programmazione europea e quelli in atto presso le università, contrariamente a quanto invece avviene per le università del Centro e del Nord dove la somiglianza fra progetti e pubblicazioni è molto più forte. Inoltre, l'intensità del Degree non sempre è uguale nelle due analisi presentate. Alcune università con una centralità molto elevata nella partecipazione a progetti H2020 non mostrano la stessa intensità nelle pubblicazioni (ad esempio la provincia di Cuneo, di Viterbo e di Lecce). In altre si riscontra la situazione opposta (ad esempio la provincia di Udine, Caserta e Messina).

Figura 2.7 - Degree delle Università nei settori delle scienze sociali e umane (SSH) per progetti (Figura 2.7a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.7b - destra)

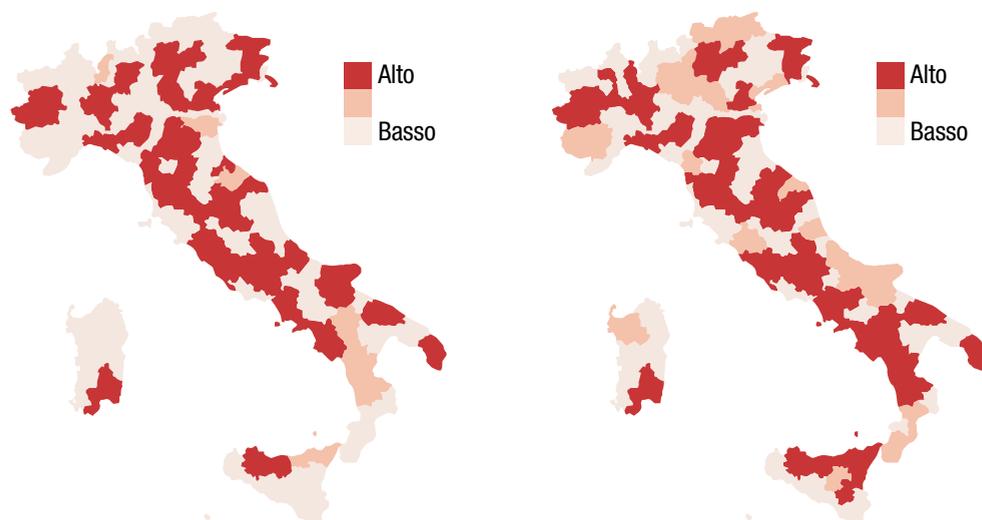


Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO, CWTS e ETER (dati estratti a Maggio 2019).
 Legenda: l'intensità dei colori è data dalla distribuzione del Degree nel settore SSH normalizzata per dimensione di ateneo (approssimata attraverso il numero studenti).

La Figura 2.8 mostra la distribuzione spaziale degli Hub di conoscenza per quanto riguarda i progetti (Figura 2.8a - sinistra) e le pubblicazioni congiunte (Figura 2.8b - destra) delle università nel macrosettore PE. In questo settore la distribuzione dei progetti finanziati tra il 2014 e il 2017 mostra una minore varianza del Degree nel territorio nazionale rispetto a SSH. La minore varianza è seguita dalla maggiore concentrazione di questa misura verso specifiche aree provinciali (valore "Alto" nella legenda).

Per quel che riguarda le pubblicazioni scientifiche, interessante notare nel sud Italia il ruolo centrale della provincia di Caserta, Salerno, Potenza, Cosenza e di Catania. In generale, in PE la distribuzione territoriale del Degree per le pubblicazioni mostra sempre disparità provinciale, ma meno evidente rispetto ai progetti.

Figura 2.8 - Degree delle Università nei settori PE per progetti (Figura 2.8a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.8b - destra)



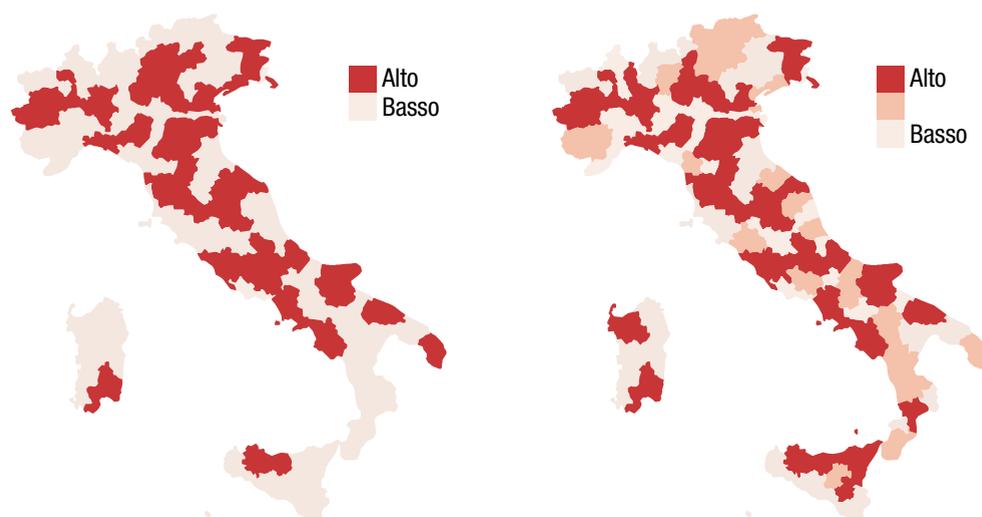
Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO, CWTS e ETER (dati estratti a Maggio 2019).
 Legenda: l'intensità dei colori è data dalla distribuzione del Degree nel settore PE normalizzata per dimensione di ateneo (approssimata attraverso il numero studenti).

Infine, la Figura 2.9 riporta la distribuzione geografica del Degree per quanto riguarda i progetti (Figura 2.9a - sinistra) e le pubblicazioni congiunte (Figura 2.9b - destra) delle università nel macrosettore “Scienze della Vita” (LS). Per i progetti emerge una forte polarizzazione di Degree elevato principalmente nelle province del centro nord, questo evidenzia l’alta disparità provinciale un settore estremamente innovativo e attrattivo per gli investimenti privati (nazionali e internazionali), hi-tech e non. Esempio in questo senso il caso delle province della Calabria che occupano nel meridione la periferia dello spazio della conoscenza, implicando la scarsa capacità delle università di reperire finanziamenti di ricerca europei nel settore LS.

Per quanto riguarda le pubblicazioni, i risultati mostrano una distribuzione più bilanciata tra le varie aree geografiche. Università localizzate in molte province prevalentemente meridionali mostrano livelli di centralità elevati per le pubblicazioni mentre giocano un ruolo poco importante nei

progetti finanziati in H2020 (ad esempio la provincia di Messina e Catania). Viceversa, organizzazioni con una centralità non troppo elevata nelle pubblicazioni mostrano una performance positiva per quanto riguarda i progetti (ad esempio la provincia autonoma di Trento e la provincia di Lecce).

Figura 2.9 - Degree delle Università nei settori della Scienze della Vita (LS) per progetti (Figura 2.9a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.9b - destra)



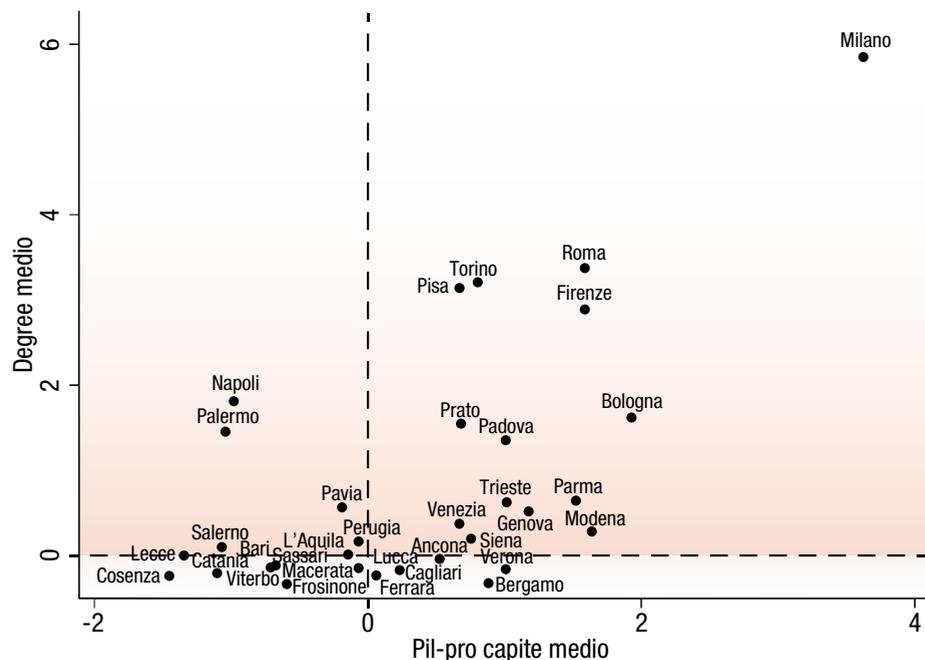
Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO, CWTS e ETER (dati estratti a Maggio 2019).
 Legenda: l'intensità dei colori è data dalla distribuzione del Degree nel settore LS normalizzata per dimensione di ateneo (proxy utilizzata numero di studenti).

La centralità delle università nella partecipazione a Horizon 2020 risente di differenze collegate ai macro-settori ERC, generando una distribuzione diversa tra province. Non tutte le province italiane mostrano una elevata presenza di organizzazioni in posizione di centralità sia nella partecipazione ai programmi quadro sia nella produzione scientifica internazionale. Questo risultato emerge in tutti i macro-settori, e caratterizza in particolar modo alcune città delle regioni meridionali, le cui università sono quindi escluse dalle reti di collaborazione internazionale anche nei casi in cui siano in posizione di centralità nella produzione scientifica del settore.

La Figura 2.10 mostra invece come si posizionano le province italiane rispetto al Degree Centrality totale delle Università per le tre aree ERC e il Pil pro-capite. Per motivi di leggibilità sono state riportate solo le province con il Degree Centrality superiore al 75° percentile.

L'asse x corrisponde al Pil pro-capite medio standardizzato tra il 2014 al 2017, l'asse y al Degree medio standardizzato tra il 2014 e il 2017. Il quadrante in alto a destra, il quale contiene i valori positivi dell'asse x e dell'asse y, identifica le province che hanno avuto un Pil pro-capite alto e che hanno giocato un ruolo importante come Hub di conoscenza negli anni considerati. Il quadrante in alto a sinistra mostra le province che hanno registrato un Degree alto ma con un Pil pro-capite basso. Il quadrante in basso a sinistra mostra le province con un basso Degree e un basso Pil pro-capite tra il 2014 e il 2017. Infine, l'ultimo quadrante in basso a destra mostra le province che hanno avuto un basso Degree ed un alto Pil pro-capite. L'analisi congiunta della distribuzione delle due misure sul territorio nazionale può aiutare a individuare le principali aree di produzione della conoscenza per provincia italiana.

Figura 2.10 - Pil-pro capite e Degree Centrality delle Università aggregato per provincia



Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO e ISTAT (dati estratti a Luglio 2021).

Come è evidente dalla figura le province con un Degree Centrality alto sono anche quelle che hanno un Pil pro-capite più alto, quest'ultimo considerato un indicatore del livello di ricchezza individuale. La provincia di Milano è la più ricca in termini economici ed è al primo posto come Hub di conoscenza, a seguire Bologna, Roma e Firenze. Le province del Mezzogiorno presentano livelli del Pil pro-capite nettamente inferiori rispetto a quelli del Centro-Nord e questo si riversa anche nel ruolo giocato nello spazio della conoscenza. Uniche eccezioni del Mezzogiorno sono le province di Napoli e Palermo, dove la presenza di grandi università generaliste consente di mantenere sul territorio organizzazioni in grado di svolgere un ruolo importante nella condivisione e produzione della conoscenza nonostante condizioni di contesto meno favorevoli.

2.5 - L'eterogeneità nella distribuzione degli Hub di conoscenza nelle province italiane

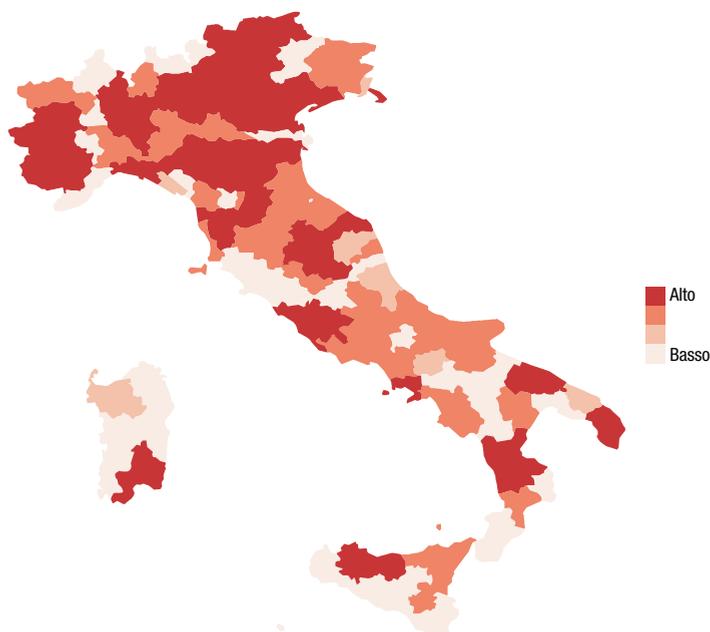
Infine, vengono esaminati i dati spaziali relativi agli anni 2014-2017 e riferiti all'indice HHI. La Figura 2.11 riporta l'indice HHI dei progetti finanziati in H2020 distribuito tra le province italiane, ovvero la numerosità delle differenti tipologie di organizzazioni (università enti di ricerca, imprese, organizzazioni non profit, ecc.) che hanno ricevuto un finanziamento Horizon 2020 negli anni considerati. La legenda riporta l'intensità di colore secondo i quartili della distribuzione dell'indice HHI.

Possiamo osservare dalla distribuzione geografica che la misura HHI non è omogenea nel territorio italiano a causa della diversa varietà delle organizzazioni di ricerca esistenti a livello locale.

Si rileva infatti una concentrazione territoriale dell'eterogeneità maggiore nelle province del Nord Italia, che contribuisce alla migliore performance di queste regioni. L'ampiezza nella gamma delle diverse organizzazioni (pubbliche e private) che hanno ricevuto un finanziamento H2020 tra il 2014 e il 2017 mostra uno squilibrio territoriale abbastanza netto tra province del nord e province del sud Italia.

I fenomeni di concentrazione ed agglomerazione di organizzazioni diverse impegnate in ricerca nelle province più avanzate risultano dunque essere importanti anche nella partecipazione e nel finanziamento di progetti H2020 rappresentando un ulteriore elemento di ricchezza del contesto territoriale.

Figura 2.11 – Indice di eterogeneità (HHI) delle organizzazioni partecipanti ai progetti H2020 per provincia



Fonte: elaborazione CNR-IRCRES su dati RISIS EUPRO, CWTS e ETER (dati estratti a Maggio 2019).
 Legenda: l'intensità dei colori è data dai quartili dalla distribuzione dell'indice HHI.

La produzione e la condivisione di conoscenza sono entrambe dimensioni sempre più critiche del vantaggio competitivo. Le analisi mostrano una geografia fortemente sbilanciata che crea quindi condizioni diverse nei territori nazionali, considerando anche i fattori di vicinanza delle imprese con alto interesse a investire in R&I, che operano in mercati altamente concorrenziali, alle università che ulteriormente rafforzano la possibilità di partecipazione ai programmi quadro.

Ciò che risulta dall'analisi è pertanto l'esistenza di differenze nella geografia della conoscenza, per cui solo alcune province italiane sono caratterizzate da organizzazioni di atenei generalmente di grande dimensione che godono di elevata produttività e reputazione scientifica, che riescono ad essere centrali sia nella produzione che nella diffusione di conoscenza. Si conferma la forte correlazione fra condizioni di contesto (esemplificate attraverso la ricchezza pro-capite), e organizzazioni di ricerca che abbiano

detto carattere di centralità la cui presenza contemporanea genera ecosistemi di ricerca in grado di affrontare la competizione internazionale.

In altri termini, la produzione e la condivisione della conoscenza generate dalle università non sono solo il risultato di uno sforzo autonomo del ricercatore o dell'istituzione singola, ma derivano dalla combinazione di competenze complementari e di diffusi processi di tipo interattivo, nei quali sono coinvolti molti attori, generando uno spazio di condivisione che favorisce la creazione e la diffusione della conoscenza.

L'interazione a sistema di tutti gli attori della conoscenza locale, pubblici e privati, oltre alla loro prossimità geografica, rappresenta una preconditione indispensabile per favorire la produzione della conoscenza, la quale quindi deriva dall'interazione dialogica di tutti gli attori presenti nel territorio.

2.6 - Conclusioni

In questo Capitolo sono stati presentati nella prima parte una serie di dati sulla partecipazione e sul finanziamento italiano nei programmi quadro europei, nella seconda alcune analisi di network con lo scopo di descrivere la geografia delle organizzazioni di ricerca italiane che presentano una particolare capacità di essere catalizzatori della partecipazione ad Horizon 2020, controllando come detta capacità sia collegata alla capacità di produrre nuova conoscenza.

Osservare a livello territoriale il successo delle università italiane in Horizon 2020 rappresenta un indicatore di rilievo per definire il posizionamento delle diverse aree nel sistema-paese e soprattutto per caratterizzare i punti deboli su cui intervenire per stimolare la crescita, in termini di qualità e quantità, della partecipazione delle organizzazioni italiane ai bandi di finanziamento della ricerca europei (anche in vista di Horizon Europe 2030). Osservare la distribuzione geografica delle pubblicazioni scientifiche vuol dire cogliere le tendenze a formare reti nella produzione di nuova conoscenza nei diversi campi scientifici e territori nazionali.

I risultati di questa analisi mostrano:

- Una partecipazione ai programmi quadro inferiore rispetto al livello atteso per il nostro paese soprattutto per quanto riguarda il coordinamento dei progetti e il successo nel pillar di Excellence Science (ERC e soprattutto Marie Skłodowska Curie).
- Gli effetti della suddetta limitata partecipazione sul ritorno dell'investimento nazionale nei programmi quadro che risulta largamente inferiore alle sue potenzialità, soprattutto nel confronto con i paesi europei.
- Una produzione e condivisione di conoscenza, in particolare nelle discipline sperimentali e mediche, che evidenzia una situazione geograficamente sbilanciata del sistema di ricerca nazionale, con aree a fortissima concentrazione in pubblicazioni e programmi e aree in cui, pur essendo presente una buona centralità nella produzione scientifica, le organizzazioni non riescono a entrare nelle reti di collaborazione europea.
- La difficoltà delle città, che restano al margine della collaborazione internazionale, ad avvicinarsi ai nodi centrali delle reti scientifiche, con fenomeni di auto-rafforzamento che creano anche in Italia quelli che sono stati definiti 'circoli chiusi', i quali comprendono pochi atenei localizzati in poche città italiane. Tale fenomeno è anche rafforzato dalla ricchezza del territorio nel quale detti atenei sono collocati.

Pertanto, la centralità nella partecipazione ai programmi quadro e nella produzione scientifica internazionali sono elementi generalmente correlati. Tuttavia, l'analisi spaziale delle reti mostra con evidenza la differente distribuzione geografica delle due attitudini e soprattutto i settori e i territori dove la capacità di essere parte di una rete internazionale nella produzione di conoscenza non coincide con la capacità di inserirsi nelle reti dei programmi europei. Questa diversa lettura consente di superare la mera contrapposizione tra macro-regioni (sud e centro-nord), per comprendere più in profondità le caratteristiche strutturali dei luoghi della conoscenza esistenti nel nostro Paese.

Dunque, date queste condizioni strutturali quali indicazioni di *policy* possono derivare dai dati descritti?

Nella Relazione 2019 indicavamo tre elementi importanti per l'azione pubblica:

- Aumento delle risorse a disposizione del settore pubblico di ricerca, università ed enti di ricerca, sia attraverso l'iniezione di nuovi finanziamenti per la ricerca sia attraverso l'avvio di un nuovo programma di reclutamento di giovani ricercatori.
- Attivazione delle misure specifiche a livello nazionale e locale per favorire la mobilità internazionale dei dottorandi e dei ricercatori post-doc. La mobilità dei giovani ricercatori resta infatti un fattore chiave per la creazione di relazioni internazionali a livello locale.
- Avvio di strumenti di sostegno finanziario per giovani ricercatori che intendano partecipare a Bandi ERC e Marie Skłodowska Curie, come già avviene in molte università. A questo si aggiunge la possibilità di ripristinare uno strumento già utilizzato in passato che consentiva di sostenere economicamente i progetti ERC sottomessi da giovani ricercatori che, pur avendo ottenuto una valutazione altissima, non fossero però stati finanziati.

Questi suggerimenti restano senz'altro validi e in parte trovano risposta nelle previsioni del PNRR relative all'investimento in ricerca e innovazione.

Tuttavia, l'analisi della geografia del sistema di ricerca e innovazione italiano, considerato nella sua parte collegata alla collaborazione e competizione internazionale, suggerisce anche altri elementi da tenere in considerazione.

Se la competizione per l'acquisizione di fondi a livello internazionale produce inevitabilmente 'circoli chiusi' è difficile che le organizzazioni di ricerca italiane riescano a superare questa barriera in entrata sulla base delle proprie risorse e capacità. Una concentrazione della qualità in un numero di province troppo limitato, non favorisce la possibilità del sistema di R&I italiano di essere competitivo.

I dati mostrano che anche organizzazioni centrali nella produzione di conoscenza in vari settori disciplinari, e in particolare nelle scienze della vita, non sono in grado di raggiungere risultati ottimali nella partecipazione ai programmi quadro. Non sarà possibile in altre parole modificare il po-

sizionamento dell'Italia rispetto ad altri paesi se puntiamo solo su pochi 'campioni'.

Pertanto, una possibile soluzione è l'avvio di un *portafoglio nazionale di strumenti di finanziamento competitivo per ricerca e innovazione* destinato in particolare a creare strade alternative per ricerca libera o per ricerca su temi strategici in collaborazione con le imprese che tenga conto anche delle differenze territoriali. Avere un portafoglio di strumenti significa avere interventi di *policy* combinati e coerenti rispetto al raggiungimento di specifici obiettivi di sviluppo, che consentano la partecipazione di più soggetti pubblici e privati e che siano tagliati per la creazione di ecosistemi di ricerca e innovazione anche in aree più marginali.

Si tratta di definire e formalizzare una *strategia nazionale di finanziamento della R&I*, supportata da un consistente ammontare di risorse, che non riproduca pedissequamente meccanismi di selezione e obiettivi già presenti nei programmi quadro europei, ma individui le azioni necessarie a livello locale per consentire il rafforzamento della centralità nei network di collaborazione internazionale di organizzazioni localizzate in territori dove esiste una buona centralità delle organizzazioni nella produzione di conoscenza in collaborazione internazionale, ma non sufficienti risorse e legami per entrare nei programmi quadro.

Il PNRR in questo senso offre delle possibilità uniche, ma deve essere attuato attraverso un disegno di policy che valorizzi le potenzialità enormi della ricerca pubblica, in particolare università ed enti di ricerca, perché come mostrano i dati sulla partecipazione ai programmi quadro e le elaborazioni sulla centralità nella produzione di conoscenza, la ricerca pubblica è una risorsa imprescindibile del sistema nazionale per affrontare la competizione scientifica internazionale.

Vale infine la pena ricordare quanto già sottolineato nella Relazione CNR del 2018 (capitolo 8): il governo della ricerca in Italia manca di organismi autonomi cui sia delegato, almeno in parte, il disegno e la gestione di strumenti di finanziamento adatti al sostegno di settori, strutture, territori e attività, mediando tra i diversi interessi del governo e le istanze provenienti dalla comunità dei ricercatori, dalle organizzazioni scientifiche e dalle imprese. Questo tipo di agenzie, esistono e hanno un ruolo sempre più centrale nei principali paesi dell'Europa occidentale, consentono capacità operativa

strategica e prospettica nell'elaborazione e gestione di interventi in linea con le esigenze di sviluppo economico e sociale. Forse potrebbe essere utile avviare un dibattito su questo aspetto anche considerando le esperienze di altri paesi europei.

Riferimenti bibliografici

- APRE 2020. Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 - Edizione 2020. Disponibile all'indirizzo https://apre.it/wp-content/uploads/2021/04/panoramica_h2020_edizione2020.pdf
- APRE 2019. Una panoramica sulla partecipazione italiana a Horizon 2020 – Edizione 2019. Disponibile all'indirizzo https://apre.it/wp-content/uploads/2020/06/Panoramica_H2020_Edizione2019.pdf
- Ciffolilli, A., Colombelli, A., Primeri, E., Reale, E., Scellato, G. Bannò, M., Caviggioli, F., Condello, S., De Marco, A.M., Spinello, A.O., Ughetto, E., Scherngell, T., Heller-Schuh B. e Wolleb, E. 2016. *An analysis of the role and engagement of universities with regard to participation in the Framework Programme, Final Report*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Di Cagno, D., Fabrizi, A., e Meliciani, V. 2014. The Impact of Participation in European Joint Research Projects on Knowledge Creation and Economic Growth, *Journal of Technology Transfer*, 39(6): 836–58.
- Enger, S. G. 2018. Closed Clubs: Network centrality and participation in Horizon 2020. *Science and Public Policy*, 45(6): 884-896.
- Fish, P. 2017. Monetary distribution effects of Horizon 2020-An updated analysis. THINK Pieces 2/2017. Disponibile all'indirizzo <https://www.peter-fisch.eu/european-research-policy/think-pieces/2-2017-distribution-2017/>
- Makkonen, T., Mitze, T. 2016. Scientific Collaboration Between ‘old’ and ‘new’ Member States: did Joining the European Union Make a Difference? *Scientometrics*, 106: 1193-1215.
- OECD 2021. *Science Technology and Innovation Outlook 2021. Times of crises and opportunity*. OECD, Paris.
- Piro, F.N., Boring, P., Scordato, L., Aksens, D.W. 2020. University characteristics and probabilities for funding of proposals in the European Framework Programs. *Science and Public Policy*, 47(4): 581-593.

Reale, E. 2019. Valutazione dell'Università e valorizzazione del contesto territoriale. *RIV-Rassegna Italiana di Valutazione*, 74: 77-96.

Reale, E., Zinilli, A. 2019. La partecipazione italiana ai Programmi Quadro europei: la struttura delle reti di collaborazione. *Relazione sullo stato della ricerca e dell'innovazione in Italia. Seconda Edizione*, CNR Edizioni, 19-48.

Zinilli, A. 2016. Competitive project funding and dynamic complex networks: evidence from Projects of National Interest (PRIN). *Scientometrics*, 108: 633-652. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1976-4>

Zinilli, A., Cerulli, G., 2015. "DATANET: Stata module to facilitate dataset organization for network analysis purposes", *Statistical Software Components S458033*, Boston College. Department of Economics.

CAPITOLO

3

IL DOTTORATO DI RICERCA:
UNA VALUTAZIONE

*Daniele Archibugi, Marco Cellini, Ilaria Di Tullio, Azzurra Malgieri,
Vitantonio Mariella, Lucio Pisacane*

SOMMARIO

I dottori di ricerca sono, in Italia, assai meno che nei nostri partner economici, politici e culturali, sia in rapporto allo stock totale della forza lavoro che in termini di flusso annuale di diplomati. È quindi del tutto sensato aumentare il loro numero, anche se occorre contestualmente creare per loro adeguate opportunità professionali. I dottorandi sono ugualmente divisi per genere, con una lieve maggioranza femminile in Italia (52 e 48 per cento), ma si riscontra ancora una preponderanza di uomini nelle materie *Science, Technology, Engineering and Maths* (STEM). I corsi di dottorato ospitano anche un 15 per cento di studenti stranieri, assai meno di quanto accade in paesi con sistemi di formazione avanzata più attrattivi del nostro. Accogliamo studenti provenienti prevalentemente da paesi emergenti, mentre quelli che provengono da altri paesi europei sono una minoranza. C'è un numero consistente di studenti italiani che svolge il proprio dottorato presso Università straniere e le mete preferite sono il Nord Europa e il Nord America.

Per quanto il tasso di occupazione di chi consegue il dottorato sia molto elevato, e superiore a quello dei laureati, una parte consistente non ritiene di utilizzare le competenze acquisite; un'altra parte trova migliori opportunità professionali fuori dall'Italia. La scelta di lavorare all'estero riguarda in modo particolare i dottori di ricerca nelle STEM, il che pone un dilemma alla politica della ricerca: occorre aumentare il numero dei posti in queste materie pur sapendo che molti di loro non troveranno adeguate opportunità professionali nel Paese? Quali sono, di conseguenza, le azioni di politica scientifica, economica e industriale necessarie per poter poi assorbire adeguatamente queste risorse umane nel mercato del lavoro nazionale? È anche da segnalare che le retribuzioni dei dottori di ricerca all'estero sono significativamente più elevate di quelle percepite in Italia. Si nota inoltre una preoccupante differenza salariale tra dottori e dottoresse di ricerca in Italia, persistente in tutte le aree disciplinari.

3.1 - L'aumento dei ricercatori come obiettivo di politica della scienza e della tecnologia

Il Presidente dell'Accademia dei Lincei, Giorgio Parisi, di recente insignito del prestigioso premio Nobel per la Fisica, e altri tredici eminenti studiosi italiani – tra i quali gli ex-Presidenti del Consiglio Nazionale delle Ricerche Luciano Maiani e Massimo Inguscio - hanno scritto al Presidente del Consiglio nel febbraio 2021 ricordando che l'Italia investe troppo poco in ricerca pubblica e che è necessario aumentare drasticamente il numero dei ricercatori fino a raggiungere il numero di 100 mila unità (Parisi et al., 2021). L'appello faceva presente che questo investimento sarebbe necessario per colmare il divario esistente tra l'Italia e i suoi principali partner commerciali. A differenza di altre iniziative simili, che si sono ripetute nel corso dei decenni, l'obiettivo indicato dall'appello faceva riferimento alla sola componente dei ricercatori del settore pubblico e non anche alla componente dei ricercatori del settore privato. La differenza è ovviamente notevole, giacché il governo può incrementare il numero di ricercatori pubblici (docenti universitari, studiosi negli Enti Pubblici di Ricerca e nell'Amministrazione Pubblica) tramite un proprio programma di assunzioni, mentre ha un controllo solamente e esterno sul numero di ricercatori industriali e può indurre il settore delle imprese ad aumentare il proprio numero solo con strumenti indiretti quali incentivi e agevolazioni.

Nelle economie avanzate, il settore pubblico agisce come datore di lavoro di una parte rilevante di ricercatori, ma svolge anche un'altra cruciale funzione: quella di formatore delle competenze individuali che, nel mercato del lavoro, sono assorbite sia dal settore pubblico che da quello delle imprese. La formazione di ricercatori è un processo lungo e laborioso: affinché siano disponibili professionalità adeguate a svolgere con profitto i compiti di un ricercatore, occorre investire tempo e denaro per molti anni. Sia il settore pubblico che quello privato hanno bisogno di attingere da un serbatoio di competenze su cui è necessario investire con una visione di lungo periodo. E questo serbatoio varia non solo nel tempo, ma anche per settori disciplinari, che evolvono in conseguenza del progresso scientifico e tecnologico.

Come evidenziato da un'ampia letteratura, un efficace ed efficiente sistema scientifico e tecnologico nazionale si fonda su una continua interazione tra governo, università e settore delle imprese (Etzkowicz e Leydesdorff, 2000;

David et al., 2000). Un paese con una elevata innovazione industriale ha necessità di usare come fonti le idee, le invenzioni e le sperimentazioni effettuate nelle università e nel settore pubblico, ed è noto che le imprese leader nella competizione tecnologica attingono dalle università e dagli enti di ricerca governativi le proprie conoscenze. Allo stesso modo, un elevato investimento pubblico in formazione avanzata deve trovare riscontro anche in una specializzazione produttiva che valorizzi i settori ad alta tecnologia, altrimenti si rischierebbe di formare personale altamente qualificato, sostenendone il costo sociale, che poi non trova impiego adeguato alle proprie competenze e può essere addirittura indotto ad emigrare per trovare opportunità professionali in paesi concorrenti. Un problema che, in riferimento a tutto il personale laureato, è stato spesso denunciato come *fuga dei cervelli*, che in Italia è ripreso più vigoroso che mai dopo la crisi finanziaria del 2008 (Gagliardi, 2017) e che è stato recentemente segnalato anche dalla Corte dei Conti (2021).

Lo strumento principale per la formazione specialistica dei giovani ricercatori è il dottorato di ricerca. Introdotto in Italia, anche se tardivamente, nel lontano 1983, ha generato grandi speranze come strumento idoneo per rafforzare le competenze scientifiche, e ha contribuito a formare un alto numero di ricercatori (Cesaratto et al., 1994).

Chi consegue il dottorato di ricerca può accedere a diverse professioni, e le principali sono, come indica il nome stesso, attinenti alla ricerca scientifica, sia quella accademica che quella svolta nelle imprese. Ciò può innescare un circolo virtuoso in cui i paesi che dispongono di un elevato numero di dottori di ricerca riescono poi ad avere un elevato numero di ricercatori, e viceversa. Ma il circolo può essere ugualmente vizioso se, ad esempio, le imprese non riescono a reperire nel proprio paese di origine sufficiente personale qualificato, inducendole così ad effettuare investimenti diretti in alta tecnologia nei paesi in cui ce n'è in abbondanza. Purtroppo il circolo può essere ugualmente vizioso quando (come nel nostro paese) si determina un surplus di personale altamente specializzato che trova impieghi demansionati nel proprio paese, oppure che è costretto a emigrare per seguire opportunità professionali corrispondenti alle proprie competenze.

I corsi di dottorato di ricerca coprono tutto lo spettro delle materie universitarie. Ma non tutte offrono la medesima possibilità di ingresso nel mondo della ricerca scientifica e dell'innovazione industriale. Per quanto ci siano

spesso sorprendenti salti disciplinari – quali, ad esempio, quelli dei linguisti che trovano collocazione professionale in informatica (tanto da generare nuovi settori disciplinari come le *digital humanities*) - occorre valutare quali sono i corsi di dottorato più facilmente spendibili nell’ambito della ricerca industriale e quelli, invece, che sono più propedeutici alla vita accademica o all’amministrazione pubblica. Da questo punto di vista, la differenza tra aree disciplinari, ed in particolare tra le STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) e le altre materie, continua ad essere rilevante soprattutto per associare la programmazione dei corsi di dottorato al fabbisogno del mercato del lavoro. Nulla impedisce poi che ci sia spazio per corsi di dottorato collegati a nuove opportunità scientifiche e tecnologiche per le quali non sono individuabili corrispondenti sbocchi professionali, o semplicemente perché connessi ad attività culturalmente rilevanti. Ma dedicare una parte dei corsi di dottorato a queste aree diventerebbe ancora più valido qualora si identificassero contestualmente le aree che invece possono essere associate al mercato del lavoro.

È in questo contesto che bisogna valutare la proposta della Ministra dell’Università e della Ricerca, Maria Cristina Messa, che, nel maggio 2021, ha addirittura dichiarato di voler raddoppiare il numero dei dottorati in Italia (Sideri, 2021). Un obiettivo molto ambizioso, che andrebbe nella direzione indicata dall’appello, lanciato da Giorgio Parisi e dai suoi colleghi, di aumentare in maniera corrispondente il numero dei ricercatori pubblici. L’investimento necessario a raddoppiare il numero dei dottorati di ricerca si giustificerebbe solo se fosse il primo passo di un processo assai più complesso che dovrebbe portare il sistema Italia verso un uso più intensivo della conoscenza con un conseguente aumento della specializzazione produttiva. Ciò richiederebbe che il datore di lavoro di ultima istanza dei dottori di ricerca non sia solo del settore pubblico, ma anche di quello privato (Herrera e Nieto, 2015).

Questo capitolo intende esaminare se, come strumento di politica della scienza e della tecnologia, il dottorato in Italia si sia sviluppato adeguatamente per sostenere il sistema nazionale, e quali interventi siano necessari per renderlo adeguato alle esigenze della nostra economia e società. Nel secondo paragrafo riportiamo alcune statistiche relative al numero dei dottorati nell’area OCSE e nell’Unione Europea. Abbiamo preso in considerazione anche i dottorandi stranieri che frequentano i corsi in Italia e, di rimando, gli studenti italiani che frequentano corsi di dottorato all’estero.

Nel terzo paragrafo approfondiamo le tendenze del dottorato in Italia. A seguito della denuncia di una forte riduzione dei posti di dottorato negli scorsi anni, abbiamo diviso i posti messi a bando con borsa da quelli senza borsa. Ciò consente di mostrare che, nonostante vi sia stata una complessiva diminuzione dei posti banditi, quelli con borsa mostrano un calo meno che proporzionale, al pari del numero di studenti che effettivamente consegue il titolo di dottorato. Riportiamo nello stesso paragrafo anche la suddivisione dei dottorati di ricerca per aree disciplinari. Prendiamo poi in considerazione le differenze di genere all'interno dei corsi di dottorato. È certamente una buona notizia che gli studenti di dottorato italiani siano oramai equamente suddivisi tra uomini e donne, anche se continua a sussistere una marcata specializzazione, con le studentesse che sono più numerose nelle materie non-STEM, e gli studenti nelle materie STEM.

Nel quarto paragrafo, analizziamo l'Indagine condotta dai colleghi dell'I-STAT relativa all'inserimento professionale dei dottori di ricerca, la quale risulta ancora più preziosa nel momento in cui si è aperto un salutare dibattito di politica della scienza sull'opportunità di aumentare il numero di dottori di ricerca. Quanti di loro trovano impiego? E soprattutto, in che misura il loro lavoro trae beneficio delle competenze acquisite durante gli studi per il dottorato? Questa indagine dà anche delle indicazioni su quanti siano gli studenti che, una volta conseguito il dottorato nelle università italiane, decidono di abbandonare l'Italia per lavorare all'estero.

Il quinto paragrafo riporta una stima dell'entità della spesa sostenuta per i corsi di dottorato. Ancorché il dato sia approssimativo, è probabilmente utile tenerlo a mente nel momento in cui gli amministratori pubblici stanno discutendo se aumentare il numero dei dottori di ricerca.

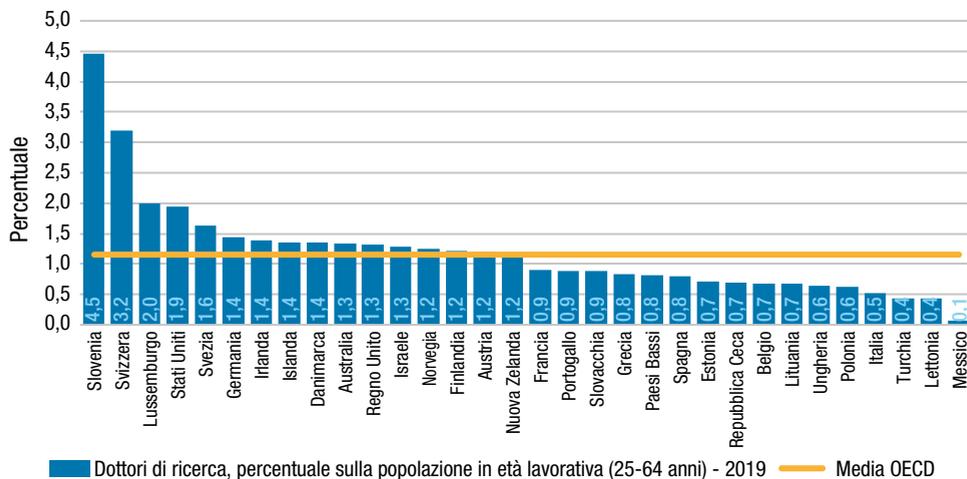
Il sesto e ultimo paragrafo si interroga sulle implicazioni per la politica della scienza della tecnologia e, più complessivamente, per il sistema nazionale di innovazione dei corsi di dottorato. Ad esso è anche collegato un Box che riassume alcune delle proposte avanzate dagli *stakeholder*.

3.2 - Dottorandi e Dottorati in una prospettiva internazionale

3.2.1 - Il numero dei dottori di ricerca: un confronto internazionale

Il titolo di dottore di ricerca rappresenta il livello massimo di qualifica formativa terziaria. La presenza di un numero elevato di dottori di ricerca rende un sistema economico e sociale più ricco di competenze qualificate. La Figura 3.1 riporta, per i paesi dell'OCSE, la percentuale di dottori di ricerca sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) per il 2019. Il nominatore è relativo al personale con il titolo di dottore di ricerca di tutte le generazioni. Con la sola eccezione della Slovenia, che presenta un valore molto alto associato alla natura del proprio sistema educativo, troviamo che il ranking dei paesi è conforme alle attese. I paesi con il numero più elevato di dottorati sono Svizzera, Lussemburgo, Stati Uniti, Svezia e Germania.

Figura 3.1 - Percentuale dottori di ricerca sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2019



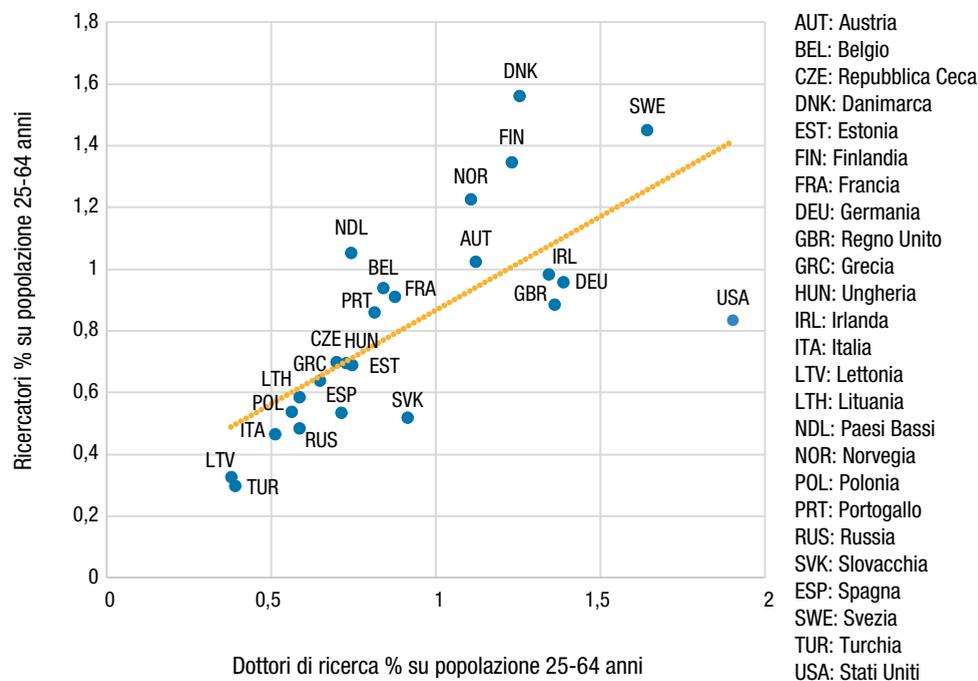
Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational attainment and labour-force status - Educational attainment of 25-64-year-olds*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

È noto che l'Italia, a confronto con i suoi principali partner economici, politici e culturali, ha una minore intensità di R&S. Questo si riflette anche nel numero totale di dottori di ricerca sulla popolazione in età lavorativa. La Figura 3.1 mostra, infatti, che l'Italia ha un numero di dottori di ricerca che è pari a solo lo 0,5 per cento della popolazione in età lavorativa (25-64 anni), e nell'ambito dei paesi dell'OCSE, percentuali più basse si ritrovano solo in Turchia, Lettonia e Messico.

Il ridotto numero di dottorati potrebbe essere spiegato dalla tardiva creazione dei corsi di dottorato. Anche dopo il suo inizio nel 1983, per molti anni il numero dei posti banditi e, di conseguenza, dei titoli conseguiti, è stato limitato: ancora nel 1998, il flusso annuale di diplomati con il dottorato di ricerca era di solo tremila unità l'anno, e solo nel 2007 ha raggiunto la quota di circa diecimila. Eppure, il divario con i paesi a noi più prossimi nello stock di dottori di ricerca rispetto alla popolazione in età lavorativa resta comunque molto alto.

La Figura 3.2 indica i paesi per numero di ricercatori (asse verticale) e i dottori di ricerca (asse orizzontale) in percentuale alla popolazione in età lavorativa. Per quanto non tutti i ricercatori siano dottori di ricerca e non tutti i dottori di ricerca diventino ricercatori, la correlazione a livello di nazione è molto alta: tolti gli *outliers*, paesi con valori particolarmente estremi quali Lussemburgo e Slovenia, la correlazione è pari a 0,82. I paesi con più dottori di ricerca sono anche quelli con più ricercatori. Eppure, è istruttivo osservare quali paesi sono al di sopra e quali sono al di sotto della retta di correlazione. I primi hanno una intensità di ricercatori superiore rispetto ai dottorati, e i secondi una intensità di dottorati superiore a quella dei ricercatori.

Figura 3.2 - Percentuale dottori di ricerca e dei ricercatori sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2019



Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational attainment and labour-force status - Educational attainment of 25-64-year-olds*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

Gli Stati Uniti hanno una intensità di dottori di ricerca significativamente superiore a quella dei propri ricercatori. Così come Germania e Regno Unito hanno una intensità di dottori di ricerca superiore a quella dei ricercatori. I paesi nordici, invece, sono tutti sopra la retta: Svezia, Finlandia, Danimarca, Norvegia hanno una intensità di ricercatori addirittura superiore a quella dei dottori di ricerca. Una correlazione non è ovviamente sufficiente per guidare le politiche pubbliche, ma si può suggerire che i paesi sotto la linea hanno già potenzialmente le risorse umane per espandere il numero dei ricercatori, mentre se i paesi sopra la linea volessero aumentare il numero dei propri ricercatori dovrebbero prima aumentare l'offerta di istruzione qualificata.

L'Italia si ritrova in fondo in entrambi i casi: c'è piena congruenza tra scarsità di ricercatori e di dottori di ricerca. Il nostro paese si trova semmai ad avere un piccolo surplus di dottori di ricerca. Per raggiungere quindi un

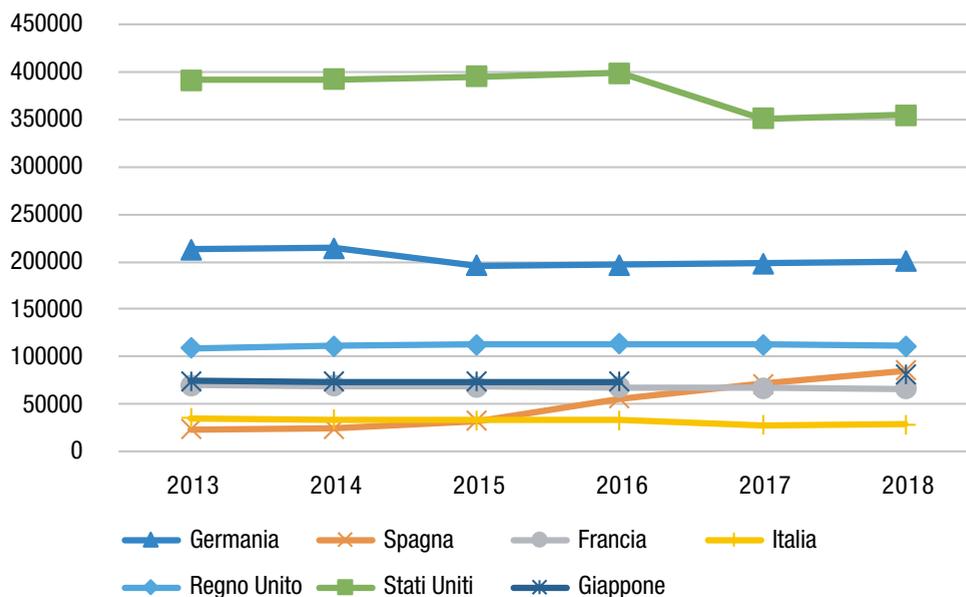
livello più elevato di competenze, è necessario prendere misure capaci di offrire opportunità professionali adeguate a coloro che conseguono il titolo e contestualmente aumentare il personale qualificato.

I dati sui dottori di ricerca riportati nelle Figure 3.1 e 3.2 presentano tre specificità classificatorie. In primo luogo, gli individui con il dottorato sono raggruppati sulla base del paese di residenza (e di lavoro) anziché per il paese in cui è stato conseguito il titolo, per cui un italiano che ha conseguito il dottorato in Italia ma che lavora in Francia è incluso nella popolazione attiva della Francia e non dell'Italia. Vista la ben nota mobilità degli studiosi (Flanagan, 2015), è facile comprendere che gli individui con il dottorato si rechino nei paesi che offrono migliori opportunità professionali. In secondo luogo, non necessariamente il conseguimento del titolo di dottore di ricerca comporta che chi l'ha ottenuto si occupi perennemente di ricerca. In molti casi, si verifica anche una mobilità professionale all'interno del mondo del lavoro, che fa sì che i dipendenti con un dottorato siano chiamati ad assumere posizioni di responsabilità all'interno delle imprese, specie nei settori ad alta tecnologia, e quindi ad abbandonare i laboratori per assumere responsabilità dirigenziali (Baruch, 2004; Auriol et al., 2013). Senza trascurare, poi, che i dottori di ricerca nelle materie giuridiche, economiche o sociali, possono indirizzarsi verso lavori estremamente qualificati anche nell'amministrazione pubblica. In terzo luogo, considerare il numero totale dei dottori di ricerca nella popolazione può riflettere una struttura accumulata nel passato: a parità di flussi annuali, un paese che avesse introdotto il dottorato di ricerca più recentemente degli altri, si troverebbe ad avere uno stock di dottorati nel mercato del lavoro inferiore rispetto ad un altro paese che lo abbia introdotto da molti anni.

Abbiamo pertanto preso in considerazione anche il flusso di dottori di ricerca. In questo caso, i dati si riferiscono ai corsi di dottorato – studenti iscritti per tutti gli anni di corso oppure coloro che conseguono il diploma di dottorato in uno specifico anno – che si svolgono all'interno di ciascun paese. La Figura 3.3 riporta il numero degli iscritti ai corsi di dottorato nel periodo 2013-2018. Stati Uniti e Germania hanno un numero molto elevato di studenti di dottorato, anche a causa del fatto che i corsi in questi due paesi sono generalmente più lunghi che altrove. L'Italia si trova molto al di sotto del Regno Unito, paese che è tradizionalmente un'attiva fabbrica di dottorati. È da segnalare la prestazione della Spagna che, per quanto con un andamento non lineare, ha aumentato costantemente il numero dei dotto-

randi, tanto da superare in un solo quinquennio non solo l'Italia, ma anche la Francia.

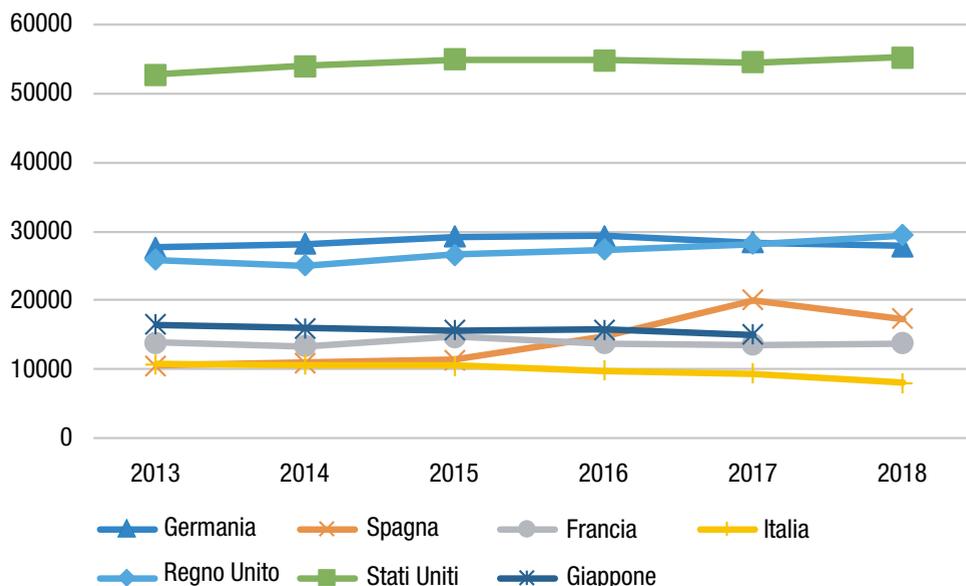
Figura 3.3 - Studenti iscritti ai corsi di dottorato di ricerca in Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna e Stati Uniti - 2013 - 2018



Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational enrolment*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

Risultati analoghi si riscontrano per quanto riguarda i titoli di dottore di ricerca conseguiti, riportati nella Figura 3.4.

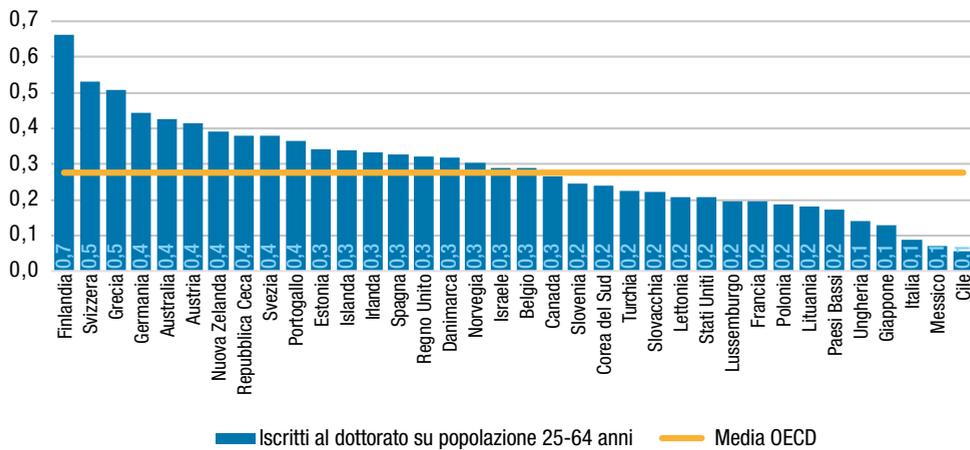
Figura 3.4 - Titoli di dottorato di ricerca conseguiti in Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna e Stati Uniti - 2013 - 2018



Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational enrolment*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

La Figura 3.5 riporta gli iscritti ai corsi di dottorato sulla popolazione in età lavorativa, lo stesso denominatore usato nella Figura 3.1. La posizione dell'Italia non cambia, e risulta essere il paese con il numero più basso di studenti frequentanti corsi di dottorato dell'area OCSE, con la sola eccezione di Messico e Cile. Ciò conferma che senza un adeguato incremento dei dottorati di ricerca non sarà certamente agevole aumentare in Italia il numero dei ricercatori.

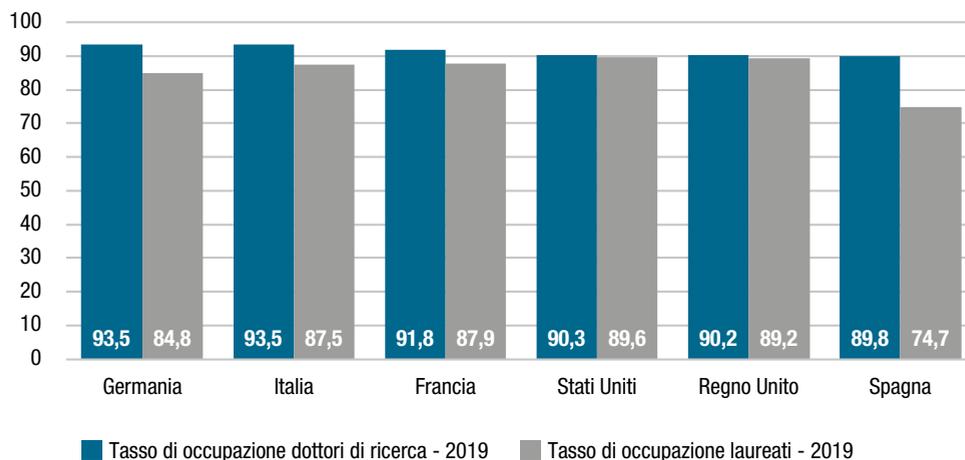
Figura 3.5 - Percentuale iscritti a dottorato di ricerca sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2018



Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational enrolment and labour-force status - Educational enrolment of 25-64 year-olds*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

I dati essenziali che abbiamo riportato indicano, insomma, che sia dal punto di vista dello stock che del flusso dei dottori di ricerca l'Italia è assai distante dai suoi partner. Eppure, documentata questa distanza, ci dobbiamo anche chiedere se vi è un fabbisogno economico di dottori di ricerca. In particolare, il mercato del lavoro assorbe personale con tale livello di qualificazione? Il problema è stato a lungo dibattuto, ed è comunemente sottolineato che ciò dipende dal tipo di mercato del lavoro esistente in ciascun paese e, soprattutto, dal modello di sviluppo economico e sociale al quale si mira. La Figura 3.6 mostra che il tasso di occupazione dei dottori di ricerca è elevato, ed è comprensibilmente addirittura superiore a quello dei laureati. Anche in Italia il tasso di occupazione è alto, addirittura sei punti percentuali superiore a quello dei laureati. Occorre però verificare in che misura i dottori di ricerca, non meno dei laureati, svolgono funzioni professionali per le quali sono richieste le competenze specifiche acquisite durante il dottorato. Tale questione verrà affrontata nel paragrafo 3.4 grazie ai dati provenienti dall'indagine ISTAT sull'inserimento professionale dei dottori di ricerca.

Figura 3.6 - Tasso di occupazione dei dottori di ricerca nei paesi OCSE, anno 2019



Fonte: OECD, *Education at Glance, Educational attainment and labour-force status - Employment, unemployment and inactivity rate of 25-64 year-olds, by educational attainment*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

3.2.2 - Flussi internazionali nei corsi di dottorato

3.2.2.1 - Gli studenti stranieri nei corsi di dottorato

I corsi di dottorato non sono riservati solo ai residenti. Al contrario, vi è uno sforzo deliberato per far sì che le classi di dottorato includano studenti provenienti da paesi e da esperienze disciplinari diverse. La circolazione dei cervelli aiuta la diffusione internazionale delle conoscenze, e le università hanno strategie apposite affinché i loro corsi di dottorato includano talenti provenienti da distinte aree geografiche (Archibugi e Filippetti, 2015; Kerr, 2018).

Si pone tuttavia un problema relativo sia ai flussi in entrata che in uscita dei corsi di dottorato. In entrata, è certamente un vantaggio per un paese poter attrarre giovani studiosi provenienti da molti paesi. Ma ciò dipende anche da quale sia la destinazione professionale degli studenti una volta che abbiano terminato il proprio dottorato di ricerca. Intenderanno lavo-

rare presso il paese che li ha accolti e formati oppure ritornare nel paese di origine? Quali sono le implicazioni da una parte per i paesi che hanno “pre-stato” i propri studenti, per giunta se si tratta di quelli più promettenti, ad un paese straniero, e dall'altra per i paesi che li accolgono?

Il problema è ben presente ai responsabili delle politiche della ricerca e dell'innovazione, soprattutto negli Stati Uniti. È conveniente per una nazione formare studenti che poi potrebbero tornare nel proprio paese di origine e fornire competenze specifiche alle imprese concorrenti, soprattutto nei settori dove il legame tra dottorato e imprese ad alta tecnologia è più prossimo? Il tema della competizione per i talenti ha infatti da molti anni dominato il dibattito sulla politica migratoria (Michaels et al., 2001). Per rispondere a queste preoccupazioni, la National Science Foundation americana monitora periodicamente i progetti professionali degli studenti stranieri iscritti ai propri corsi di dottorato. Nel 1964, delle poche centinaia di studenti stranieri di dottorato negli Stati Uniti (647 per l'esattezza), ben 641 intendevano ritornare nel paese di origine, dimostrando che questa ristretta élite che si perfezionava negli Stati Uniti aveva come riferimento professionale il paese natìo. La situazione è totalmente cambiata nel 2015, quando degli 11.508 studenti stranieri frequentanti i dottorati americani, solo 3.885 (un terzo del totale), intendevano ritornare a casa (National Science Foundation, 2019).

Due elementi devono essere presi in considerazione nel valutare i flussi internazionali di studenti di dottorato. Il primo è relativo alla qualità di chi fa domanda: un paese che genera un elevato numero di studenti ammessi ai corsi di dottorato all'estero dimostra di avere un sistema di formazione universitario che, tramite laurea triennale, magistrale e corsi di master, genera laureati competitivi. Il secondo è relativo all'attrattività dei corsi di dottorato offerti: un paese che riceve un elevato numero di domande di potenziali dottorandi dimostra di offrire condizioni allettanti. Queste condizioni riguardano prima di tutto l'offerta didattica, ma includono anche le posizioni proposte agli studenti in termini di borse di studio, infrastrutture, accoglienza e, in prospettiva, opportunità nella carriera professionale.

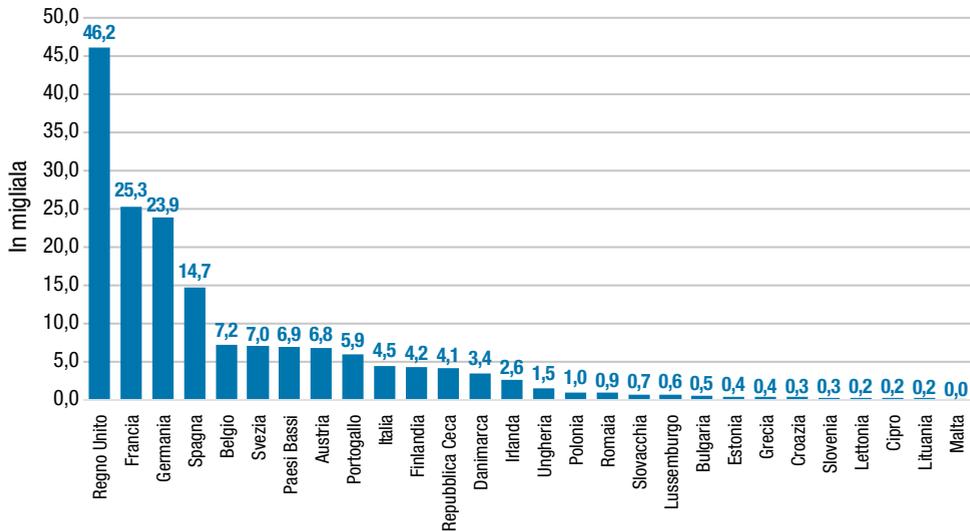
La Figura 3.7 riporta il numero di studenti stranieri frequentanti i corsi di dottorato nei vari paesi europei. Il numero maggiore si reca nel Regno Unito, la principale fucina di dottorati in Europa. Seguono ad una certa distanza Francia e Germania. Al quarto posto si trova ora la Spagna. Dopo l'uscita

del Regno Unito dall'Unione Europea, è forse lecito attendersi che ci siano delle modifiche nei flussi, anche alla luce del fatto che, dall'anno accademico 2021-22, gli studenti dell'Unione Europea non pagheranno più tasse di iscrizione analoghe agli studenti inglesi, ma quelle addebitate agli stranieri, e che saranno mediamente doppie rispetto a quelle degli anni passati (si veda Conlon et al., 2021).

Riusciranno i paesi dell'Unione Europea ad aumentare quantità e qualità della propria offerta formativa tanto da intercettare un numero maggiore di studenti stranieri, e in particolare di quelli provenienti dalla stessa Unione Europea? Il Programma Next Generation EU mette a disposizione risorse tanto per i corsi di dottorato che per l'assunzione di ricercatori (sia nel settore pubblico che privato) e ciò rappresenta senz'altro una opportunità importante da cogliere, quantomeno per mantenere nell'Unione Europea post-Brexit un flusso adeguato di personale altamente qualificato.

Per quanto riguarda i corsi di dottorato offerti dall'Italia, il paese non è molto attraente per gli studenti stranieri. Siamo in una posizione molto defilata e riceviamo meno studenti stranieri di paesi di piccole e medie dimensioni quali Belgio, Svezia, Paesi Bassi, Austria e Portogallo. Il nostro Paese ospitava nel 2018 solamente 4.572 studenti stranieri tra gli studenti nelle scuole di dottorato.

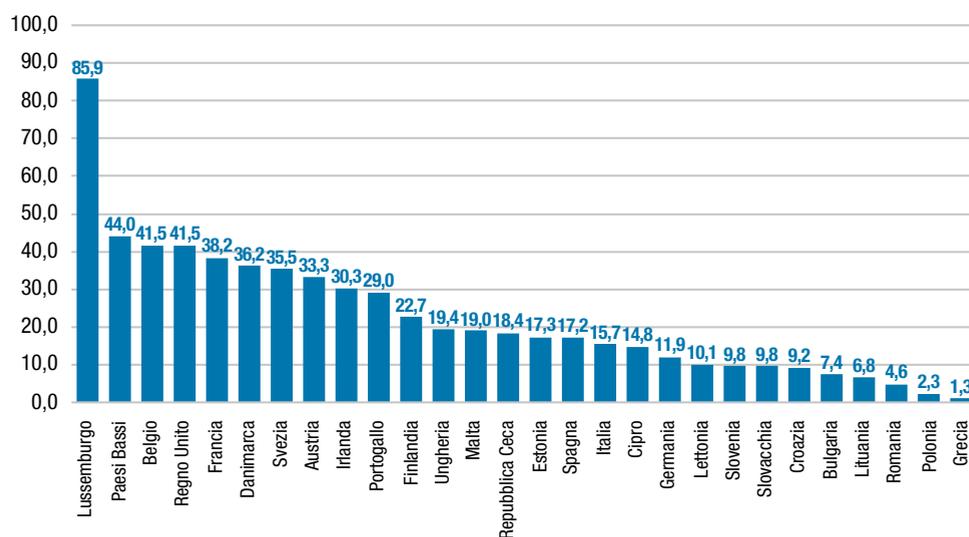
Figura 3.7 - Studenti di dottorato stranieri nei paesi europei, anno 2018, in migliaia



Fonte: EUROSTAT, *Mobile students from abroad enrolled by education level, sex and country of origin (educ_uoe_mobs02)*. Disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>

Anche in percentuale sul numero totale degli iscritti, il dottorato italiano presenta una quota di stranieri più bassa che in altri paesi. La Figura 3.8 mostra che gli studenti stranieri sono solamente il 15,7 per cento di tutti quelli che frequentano i corsi in Italia. In paesi di piccola e media dimensione, come i Paesi Bassi e il Belgio, la percentuale supera il 40 per cento, e anche i due grandi ex-imperi europei, Regno Unito e Francia, hanno quote molto elevate. La Germania, nonostante il grande numero di studenti di dottorato, ha una percentuale addirittura inferiore all'Italia, con una quota di stranieri al di sotto del 12 per cento degli iscritti totali.

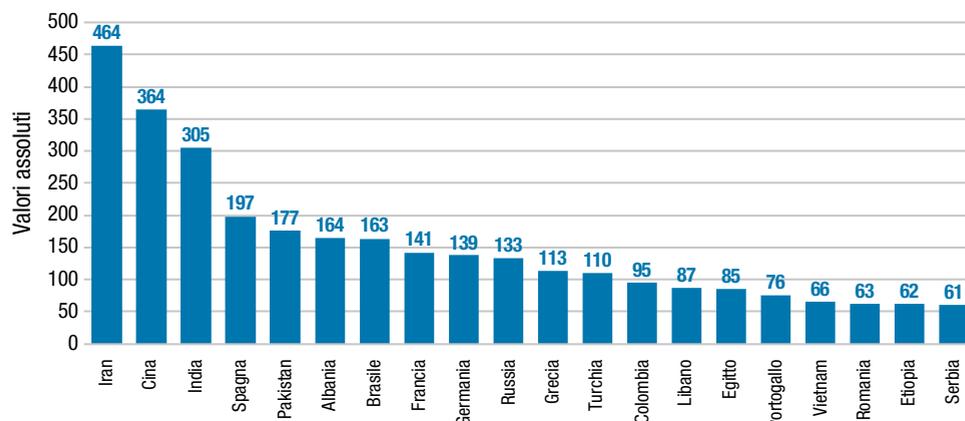
Figura 3.8 - Percentuale studenti di dottorato stranieri sul totale degli studenti di dottorato nei paesi europei, anno 2018



Fonte: EUROSTAT, *Mobile students from abroad enrolled by education level, sex and country of origin (educ_uoe_mobs02)*. Disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>

È anche rilevante sapere da quali aree geografiche provengono gli studenti che frequentano i nostri corsi di dottorato. La Figura 3.9 mostra la provenienza dei 4.451 dottorandi stranieri: gli studenti di paesi emergenti quali Iran, Cina ed India sono i più numerosi. Tra i paesi europei, gli studenti più numerosi provengono dalla Spagna, seguiti ad una certa distanza da quelli provenienti da Francia e Germania. Il fatto che né gli Stati Uniti né il Regno Unito compaiano tra i primi 20 paesi indica che i nostri corsi di dottorato non sono ancora ritenuti competitivi per offerta formativa con quelli svolti nelle nazioni con più lunga tradizione di didattica specialistica. Il fatto che la maggior parte dei vincitori dei posti di dottorato ricevano anche una borsa di studio da parte del ministero (mentre in altri paesi quali ad esempio il Regno Unito gli studenti ammessi debbano poi autonomamente ricercare le proprie fonti di finanziamento) non è evidentemente sufficiente a renderlo appetibile. In sintesi, i flussi di dottorato mostrano che l'Italia ospita studenti provenienti dal Sud del mondo mentre spedisce una parte rilevante dei suoi studenti verso il Nord Europa e il Nord America.

Figura 3.9 - Studenti di dottorato stranieri in Italia per paese di provenienza, primi 20 paesi, anno 2018, valori assoluti



Fonte: EUROSTAT, *Mobile students from abroad enrolled by education level, sex and country of origin* (educ_uoe_mobs02). Disponibile all'indirizzo <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>

3.2.2.2 - Studenti italiani all'estero

Il tema della fuga dei cervelli domina da diversi anni il dibattito politico italiano (Saint-Blancat, 2017), tanto da essere ripreso periodicamente da stampa, programmi televisivi e film. Che cosa sia questa fuga è ovviamente controverso, ma testimonia una persistente tendenza della società italiana a far emigrare personale qualificato più di quanto riesca a farne immigrare (Pugliese, 2018). Il tema non è certo nuovo, ed ha accompagnato la storia intellettuale della penisola sin dal Rinascimento, quando l'Italia iniziò ad esportare talenti e a ricevere in cambio le visite degli aristocratici nei loro *Grand tours* di formazione (per la storia degli intellettuali italiani fuori dall'Italia, si veda Venturi, 1973. Per la tradizione del *Grand tour* in Italia, si veda Brilli, 2008).

Nella categoria dei cosiddetti cervelli in fuga, e che potremmo in modo più asettico definire, usando i termini dell'Unione Europea, mobilità delle conoscenze, rientrano i cittadini che decidono di cercar fortuna fuori dall'Italia in diversi momenti della propria carriera:

1. Giovani che si recano all'estero per frequentare corsi di laurea triennale e magistrale;
2. Giovani che si recano all'estero per frequentare corsi di dottorato;
3. Coloro che, dopo aver conseguito il titolo di dottore di ricerca in Italia, lasciano il paese per ragioni professionali;
4. Personale incardinato nelle strutture di ricerca o in professioni con alte abilità che abbandona il paese per lavorare all'estero.

L'investimento in formazione sostenuto dal paese per ognuna di queste categorie professionali è diverso, così come sono diversi i vantaggi che l'Italia può ricavare dalla collaborazione con una così qualificata diaspora (Beltrame, 2017). Per avere un quadro completo che possa fornire indicazioni alla politica nazionale della scienza e della tecnologia, è opportuno sapere quanti siano gli studenti italiani che frequentano corsi di dottorato all'estero e quali siano le mete preferite. Questi dati, purtroppo, non sono facilmente reperibili perché non tutti gli studenti italiani all'estero si iscrivono all' Anagrafe Italiani Residenti all'Estero (AIRE) e perché non tutti i paesi forniscono dati sul paese di origine dei loro studenti stranieri. Ci possiamo per ora affidare solo ad indagini campionarie che, per quanto significative per la loro dimensione qualitativa, non forniscono un quadro complessivo (si veda Tomei, 2017).

Abbiamo cercato di raccogliere i dati per alcuni individui e la nostra ricognizione, assai parziale, mostra che solamente in sei paesi – Austria, Francia, Spagna, Regno Unito, Stati Uniti e Svizzera – sono iscritti circa dodicimila studenti italiani (Tabella 3.1). Un così rilevante flusso in uscita sarebbe fisiologico se fosse compensato da un analogo contro-flusso in entrata, non solo di turisti (i degni discendenti nella società di massa degli aristocratici che attraversavano le Alpi nei secoli XVIII e XIX per il proprio *Grand tour* di formazione), ma anche di giovani studiosi. Abbiamo però visto che nessuno dei paesi che figurano tra le mete più ambite dai nostri laureati è tra le prime nazioni che forniscono studenti di dottorato in entrata nelle Università italiane. Sarebbe inoltre vantaggioso per il nostro paese se almeno un numero consistente di individui che conseguono il dottorato all'estero ritornasse in Italia portando con loro le competenze acquisite all'estero ma, purtroppo, non abbiamo dati sistematici in materia.

Il problema è certamente noto agli amministratori pubblici italiani, tanto che a più riprese sono stati varati schemi per il reclutamento diversi e pa-

ralleli per il ritorno dei cervelli, che vanno dai bandi per concorsi riservati agli incentivi fiscali (Boffo e Gagliardi, 2017; Brandi et al., 2019). Per quanto riguarda i concorsi, il fatto che siano necessari bandi riservati agli studiosi che lavorano all'estero (i cosiddetti bandi per il rientro dei cervelli) è una esplicita ammissione del fatto che i canali ordinari di reclutamento tendono a favorire i candidati interni, anche se con meno titoli di quelli provenienti dall'estero.

Solo sei paesi (anche se probabilmente i più rilevanti, cui bisognerebbe aggiungere la Germania, per cui i dati non sono reperibili), assorbono un numero di dottorandi italiani pari a circa la metà di coloro che svolgono il dottorato in Italia. Vi è pertanto una grande quantità di laureati disposti ad incrementare la propria formazione, ma che non trova piena valorizzazione all'interno del paese. A sua volta, ciò dimostra che il sistema universitario italiano riesce a fornire risorse umane sufficientemente qualificate da essere attraenti per paesi dove l'investimento in R&S e in educazione universitaria è più elevato che da noi.

Tabella 3.1 - Studenti italiani iscritti ai corsi di dottorato in Austria, Francia, Regno Unito, Spagna, Stati Uniti e Svizzera, anni 2013-2018, valori assoluti

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Austria	570	538	574	580	599	577
Francia	1.469	1.562	1.987	2.053	2.028	1.938
Spagna	248	n.d.	n.d.	761	1.195	1.351
Svizzera	1.153	1.244	1.328	1.404	1.442	1.541
Regno Unito	2.029	2.341	2.561	2.736	2.823	2.757
Stati Uniti	2.683	2.685	2.706	2.732	2.405	2.427
Totale paesi	9.389	9.672	10.591	11.812	12.082	12.252

Fonte: nostre elaborazioni su dati nazionali.

3.3 - Il Dottorato di ricerca in Italia: numero dei posti, distribuzione disciplinare e di genere

3.3.1 – C'è stato un calo nel numero di posti di dottorato in Italia?

Si è spesso parlato negli ultimi anni delle tendenze sui posti di dottorato, e c'è chi ha denunciato una drastica riduzione dei posti disponibili (ADI, 2019b)¹. C'è stato qualche equivoco che è opportuno chiarire distinguendo tra dati complementari:

- Posti banditi, ossia posti messi a disposizione dal MIUR (ora MUR), da dividere tra quelli coperti da borsa e quelli non coperti da borsa;
- Studenti iscritti ai corsi di dottorato, a loro volta da dividere tra quelli che usufruiscono della borsa e quelli che invece non usufruiscono della borsa.

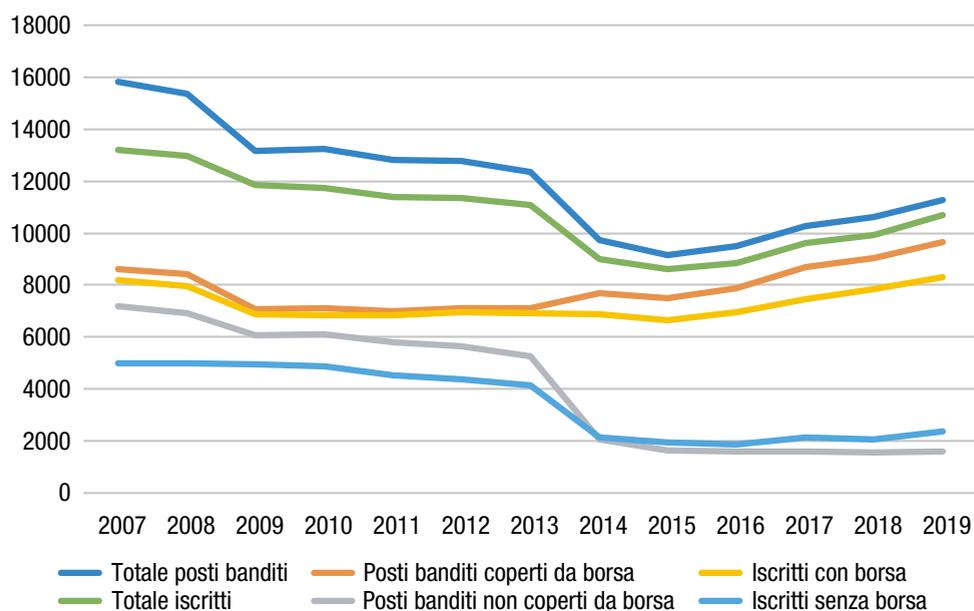
I dati sono riportati nella Figura 3.10. Complessivamente, si osserva in effetti una drastica riduzione dei posti banditi. Nel 2007, la differenza tra numero di posti banditi e studenti iscritti era particolarmente rilevante: vi erano addirittura 2.867 posti banditi non coperti da studenti iscritti e che quindi rimanevano inutilizzati, in gran parte perché sprovvisti di borse finanziate dal Ministero. Nel 2019, i posti banditi e non coperti da borsa si sono drasticamente ridotti a 590 unità. I posti coperti da borse di studio, dopo una flessione nel 2010, sono invece leggermente aumentati. Come si evince dalla Figura 3.10, si è in altre parole giunti ad un progressivo avvicinamento tra posti banditi e studenti iscritti. Vi è anche una quota di dottorandi che non percepisce la borsa ministeriale, tra i quali ci sono i dipendenti pubblici che conservano lo stipendio erogato dalla propria amministrazione di competenza. I cambiamenti più rilevanti che hanno avuto luogo nel periodo considerato sembrano dunque essere stati due:

- a) la riduzione dei posti banditi non coperti da borsa;
- b) il minor numero, specie a partire dal 2014, degli studenti che frequentano corsi di dottorato con risorse proprie.

¹ Alfano et al., 2017 esaminano l'evoluzione della formazione dottorale in Italia dopo gli interventi normativi connessi alla riforma Gelmini. Tuttavia, l'analisi degli autori si concentra sul numero di corsi di dottorato e sui posti banditi totali, senza distinguere tra quelli con e senza borsa.

Alla luce di queste considerazioni, si può concludere che il flusso degli studenti iscritti e, soprattutto, degli studenti che hanno conseguito il titolo ha avuto una flessione nel 2009 che è stata successivamente riassorbita.

Figura 3.10 - Posti di dottorato banditi e iscritti ai corsi di dottorato con e senza borsa, anni 2007-2019, valori assoluti



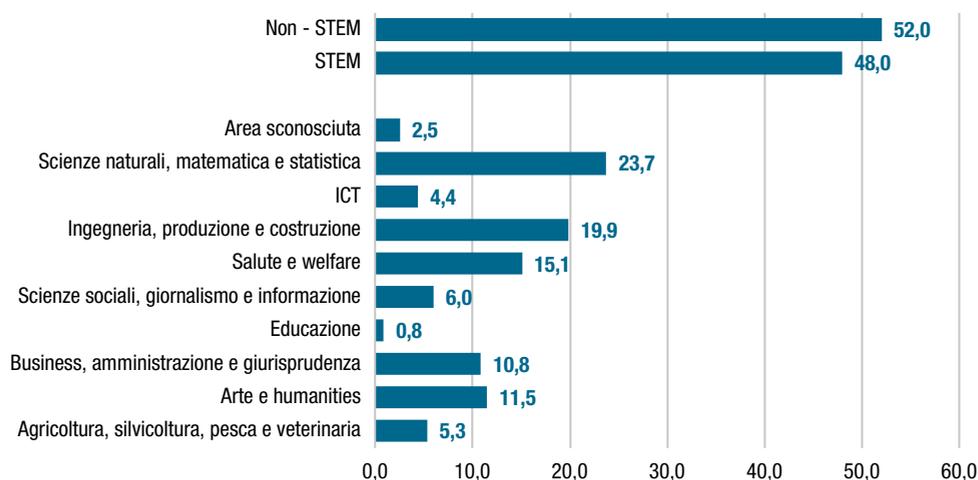
Fonte: Elaborazioni su dati CINECA, anagrafe nazionale degli studenti.

3.3.2 – La distribuzione disciplinare dei dottori di ricerca

Abbiamo già accennato al fatto che non tutti i dottorati hanno la medesima rilevanza per quanto riguarda la ricerca scientifica e tecnologica da una parte e l'innovazione industriale dall'altra. Per quanto si giunga sempre più spesso ad una fusione tra aree scientifiche e tecnologiche da una parte e quelle umanistiche dall'altra, le STEM hanno una rilevanza diretta mentre le altre discipline, per quanto generino competenze altamente qualificate, confluiscono solo indirettamente nelle professioni classificate come R&S.

La Figura 3.11 riporta la suddivisione tra dottorati nelle discipline STEM e le altre. Gli studenti delle STEM rappresentano più della metà dei dottori di ricerca. Bisogna verificare non solo se il sistema paese abbia bisogno di un aumento nel numero di dottori di ricerca, ma anche quali siano le aree scientifiche che danno opportunità professionali e che consentano effettivamente ai dottori di ricerca di utilizzare nel lavoro le competenze specialistiche acquisite. Torneremo su questo problema nel quarto paragrafo.

Figura 3.11 - Dottori di ricerca che hanno conseguito il titolo nei diversi settori disciplinari e nei settori Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) e non-STEM, valori percentuali, aggregazione anni 2015-2019



Fonte: OECD, *Education at Glance, students access to education and participation, graduates by field*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

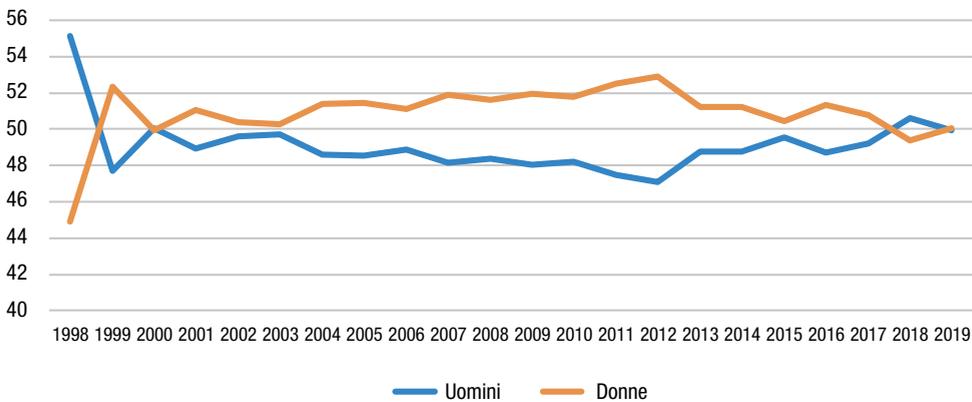
Nota: La categoria delle STEM, nella nostra aggregazione dei dati OECD, comprende: Scienze naturali, matematica e statistica; ICT; e Ingegneria, produzione e costruzione.

3.3.3 - La questione di genere nella partecipazione ai dottorati di ricerca

Tra i dottori di ricerca italiani si osserva un sostanziale equilibrio di genere, e la partecipazione delle ragazze all'educazione terziaria rappresenta uno

dei più rilevanti traguardi in tutti i sistemi di ricerca. Come mostra la Figura 3.12, la distribuzione percentuale dei dottori e delle dottoresse di ricerca italiani/e che hanno conseguito il titolo dal 1998 al 2019, presenta ormai una costante presenza maggioritaria delle ragazze. Infatti, fatta eccezione per il dato del 1998 (dove le ragazze sono il 44 per cento e in un'epoca in cui i dottori di ricerca, come visto sopra, erano molto meno numerosi), la percentuale femminile è rimasta costantemente intorno al 52 per cento per circa un ventennio.

Figura 3.12 - Dottori di ricerca italiani per genere, valori percentuali

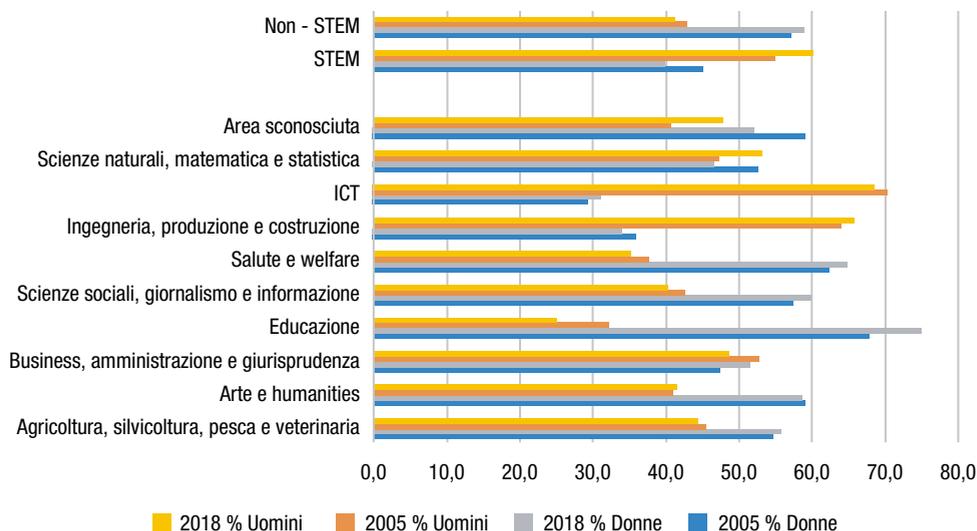


Fonte: Elaborazioni su dati MIUR-CINECA, anagrafe nazionale degli studenti.

Nonostante le statistiche sulla presenza femminile mostrino dati incoraggianti, a livello disciplinare c'è una persistente polarizzazione. In particolare, continua a perpetrarsi un disequilibrio nella partecipazione ai dottorati nelle discipline cosiddette STEM, caratterizzate da una predominanza maschile e quindi, di conseguenza, una predominanza femminile nelle discipline non STEM.

La Figura 3.13 mostra la percentuale di dottori e dottoresse di ricerca italiani che hanno conseguito il titolo nel 2005 e nel 2018 per campo disciplinare. I dati mostrano che permane una tendenza stabile fra le "ragazze" a prediligere le Scienze umane e sociali mentre, di converso, i ragazzi si orientano verso le Scienze matematiche, informatiche e ingegneristiche.

Figura 3.13 - Dottori di ricerca italiani per genere e campo disciplinare, anni 2005 e 2018, dati percentuali



Fonte: OECD, *Education at Glance, students access to education and participation, graduates by field*. Disponibile all'indirizzo <https://stats.oecd.org/#>

La letteratura di riferimento ha rivolto particolare attenzione al tema delle STEM interrogandosi soprattutto sul ruolo esercitato dalla cultura dominante nel determinare i percorsi professionalizzanti per genere. Il divario di genere inizia a manifestarsi già al momento della scelta del corso universitario, spingendoci a riflettere sul ruolo cruciale assunto dai percorsi formativi (Boffo et al., 2003). Evidenti distorsioni legate al genere continuano ad influenzare negativamente la scelta delle donne di intraprendere determinati percorsi di carriera scientifici. Parallelamente, si strutturano percorsi, spesso inconsci, che orientano i ragazzi verso alcune materie piuttosto che altre (Sallee, 2011). Questi meccanismi selettivi strutturati vivono nella logica accademica tradizionale e attuano uno svantaggio cumulativo duraturo nel tempo (Blickerstaff, 2005). Tra gli studiosi che si sono occupati della questione, Blickenstaff (2005) ha esaminato la letteratura accademica dei paesi anglosassoni (Stati Uniti, Regno Unito e Australia) tra il 1984 ed il 2003. Dalla sua analisi è emerso che un ruolo fondamentale viene svolto dall'influenza negativa esercitata dall'atteggiamento esplicitamente o implicitamente "male-oriented" dell'insegnamento delle materie scientifiche, nelle scuole come nelle università. Tuttavia, l'autore mostra che le cause

sono anche di natura sociale. Per questo, le modifiche sul versante dell'insegnamento delle materie scientifiche dovrebbero essere integrate con cambiamenti del contesto economico e sociale di riferimento, che agisce sull'individuo sin dall'infanzia (Di Tullio, 2019; Barone, 2011).

C'è quindi da chiedersi: se ci fosse una uguale distribuzione per genere sia nelle discipline STEM che in quelle non STEM si otterrebbero risultati migliori, sia dal punto di vista dei traguardi scientifici e professionali che della soddisfazione individuale? La questione solleva la ben vecchia questione: in che misura la prevalenza di uomini nelle STEM e delle donne nelle non-STEM dipende da un processo di selezione discriminatorio, da vocazioni individuali oppure da stereotipi di genere inconsciamente assorbiti? Il paragrafo 3.4 fornirà una indicazione importante e che è relativa alle retribuzioni conseguite dai dottori di ricerca che, come vedremo, variano significativamente non solo per area disciplinare, ma anche per genere.

Nonostante siano numerose le iniziative politiche, sia europee che nazionali (Tagliacozzo e Di Tullio, 2021) introdotte in questi ultimi decenni, i dati europei mostrano come, già dalla scelta universitaria, solo il 37 per cento delle ragazze si orienta verso le discipline STEM; tra queste, solo il 25 per cento sceglie Ingegneria e solo il 19 per cento le Scienze informatiche (European Commission, 2018) anche se oramai sono spesso più della metà della popolazione degli studenti universitari. In linea con il dato europeo, i dati nazionali mostrano un'evidente sottorappresentazione femminile nelle discipline delle cosiddette scienze dure, come l'Ingegneria o l'Informatica, mentre gli ambiti disciplinari più tipicamente femminili rimangono le Scienze umane e sociali, e della formazione. Alla base della sottorappresentazione femminile in termini orizzontali (poche donne nelle STEM) e in termini verticali (poche donne progrediscono nella carriera) vi è un "filtro di selezione" basato sul genere che agisce da freno inibitore ostacolando il sesso femminile sia all'accesso che nelle progressioni di carriera (Di Tullio, 2019).

La Commissione Europea da oltre un ventennio sostiene e incoraggia i sistemi di ricerca dei paesi membri a combattere il disequilibrio nella formazione terziaria nei settori STEM, promuovendo azioni culturali che combattano gli stereotipi e i pregiudizi, creando al contempo ambienti accademici più supportivi per la formazione delle giovani ricercatrici.

Contrastare la segregazione non è l'unico problema che i sistemi di ricerca europei si trovano ad affrontare. Analisi multidimensionali della segregazione nella formazione dottorale hanno incluso non solo le discipline di studio dei programmi di dottorato ma anche il loro prestigio. Uno studio relativo agli Stati Uniti ha mostrato che c'è una prevalenza maschile sia nelle istituzioni universitarie più prestigiose che in quelle meno prestigiose, mentre c'è una prevalenza femminile in quelle intermedie (Weeden et al., 2017), suggerendo che i dottorati evidentemente non sono tutti uguali. La segregazione disciplinare e quella di prestigio rappresentano due forme qualitativamente diverse di disuguaglianza di genere nell'istruzione superiore. La segregazione di prestigio è intrinsecamente verticale, mentre quella disciplinare, al contrario, è orizzontale. Frequentare un corso di dottorato presso un'università di maggior prestigio si traduce anche in maggiori possibilità di carriera nel futuro, riproducendo quindi le disuguaglianze in ingresso anche nella composizione dei profili professionali futuri.

Sarebbe interessante verificare se, oltre alla polarizzazione disciplinare per genere, ve ne sia in Italia anche una per università. I dati attualmente disponibili presso il CINECA per i dottorati italiani permettono un'analisi sulla segregazione disciplinare ma non per il prestigio dei corsi di dottorato. Tale analisi potrebbe essere effettuata incrociando i dati relativi agli iscritti con i ranking degli atenei.

3.4 - L'indagine ISTAT sull'inserimento professionale dei dottori di ricerca

Box 3.1 – La metodologia dell'Indagine ISTAT sull'Inserimento professionale dei dottori di ricerca

Tra febbraio e maggio 2018 l'Istituto Nazionale di Statistica ha svolto la terza edizione dell'indagine sull'inserimento professionale dei dottori di ricerca, intervistando quanti avevano conseguito il dottorato nel 2012 e nel 2014, con l'obiettivo di rilevarne la condizione occupazionale a sei e quattro anni di distanza dal conseguimento del titolo. L'universo di riferimento dell'indagine è costituito complessivamente da 22.098 dottori di ricerca: 11.459 del 2012 e 10.639 del 2014, ossia tutti coloro che hanno conseguito il titolo nell'anno solare. La rilevazione è stata svolta utilizzando un questionario online che il dottore di ricerca compila in modo autonomo, accedendo con codici personali e riservati. La partecipazione dei dottori alla rilevazione è risultata molto elevata: sono state realizzate 16.057 interviste valide su una popolazione di 22.098 dottori, corrispondente ad un tasso di risposta pari al 72,7 per cento. Nel dettaglio, sono state raccolte 8.172 interviste per i 11.459 dottori del 2012 e 7.885 per i 10.639 dottori del 2014. La risposta è stata più elevata per la coorte 2014 (ha risposto il 74,1 per cento dei dottori 2014, e il 71,3 per cento di quelli 2012). L'indagine è di tipo totale, in quanto ha l'obiettivo di rilevare tutte le unità della popolazione oggetto di indagine; tuttavia, nel corso della fase di raccolta delle informazioni, come accade per tutte le indagini statistiche, alcune delle unità si trovano nell'impossibilità di partecipare. Di conseguenza, i dati raccolti sono affetti da un tipo di errore non campionario da mancata risposta, di cui si deve tenere conto, nella fase di calcolo, delle statistiche relative alle variabili di interesse. Se i non rispondenti differiscono sistematicamente dai rispondenti relativamente alle variabili di interesse per le indagini, le stime sono affette da distorsione. Pertanto, sono state applicate alcune correzioni per tenerne conto (ISTAT, 2018). Si ringrazia la Dottoressa Francesca Gallo dell'ISTAT, responsabile dell'Indagine, per averci fornito i dati e chiarimenti sulla loro interpretazione.

3.4.1 - Dopo il dottorato

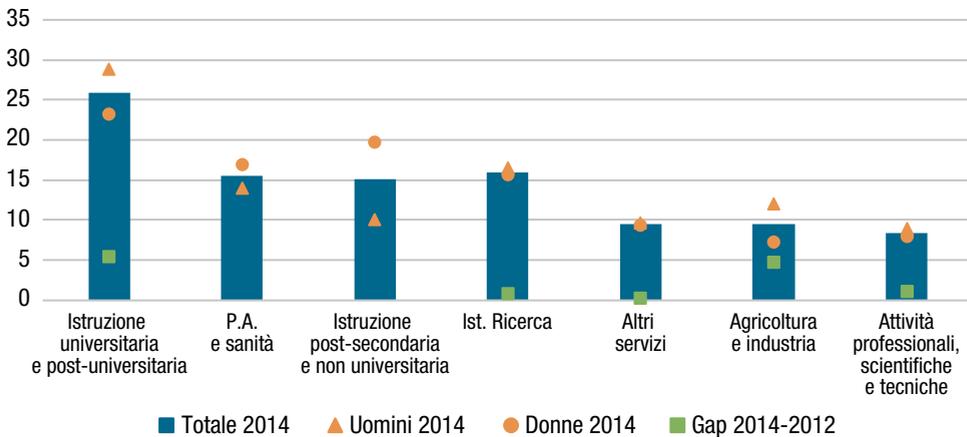
L'ISTAT ha condotto alcune indagini sull'inserimento professionale dei dottori di ricerca, nell'ambito della più ampia valutazione sul sistema integrato di indagini sulla transizione istruzione-lavoro. Il questionario si articola in cinque sezioni. La prima sezione è dedicata al curriculum degli studi e alle attività di qualificazione, la seconda al lavoro, la terza alla ricerca del lavoro, la quarta alla mobilità territoriale (con particolare riferimento a quella verso altri paesi) e nella quinta si raccolgono notizie relative alla famiglia. Rielaboriamo quindi le principali informazioni contenute in alcune sezioni per fornire gli aspetti salienti che riguardano l'indagine. Per i nostri fini, tale indagine fornisce preziose informazioni per le strategie da intrapren-

dere perché, al di là del numero di studenti che frequentano e ottengono il dottorato, è necessario sapere quali siano le loro prospettive professionali.

La Figura 3.14 riporta i dottori di ricerca che, a sei anni dal conseguimento del titolo, hanno trovato occupazione, suddivisi per settore di impegno e confrontati con i diplomati che hanno conseguito il titolo nel 2012. Il settore di occupazione principale è rappresentato dall'Università, che assorbe addirittura il 25,9 per cento dei diplomati nel 2014. Il secondo settore di sbocco è rappresentato dalla Sanità e dalla Pubblica Amministrazione (P.A.), con una percentuale del 15,5 per cento e calante rispetto ai diplomati della coorte del 2012. Il terzo sbocco è rappresentato dall'Istruzione secondaria, ossia le scuole superiori, con una percentuale del 15,1 per cento, con un calo vistoso rispetto a chi aveva conseguito il titolo nel 2012. Il principale sbocco professionale è costituito quindi dal settore pubblico. Gli Istituti di ricerca, che includono tanto gli Enti Pubblici di Ricerca (EPR) quanto quelli privati, registrano un lieve aumento rispetto ai diplomati del 2012, con un valore che si attesta al 16,0 per cento tra i diplomati che hanno conseguito il titolo nel 2014.

Il numero degli occupati nei settori dell'Agricoltura e dell'Industria, delle Attività professionali, scientifiche e tecniche e nella sezione residuale degli Altri servizi è inferiore, e dimostra che il settore privato non riesce ad assorbire un numero di dottori di ricerca consistente.

Figura 3.14 - Dottori di ricerca per settore di impiego e genere (per 100 persone con le stesse caratteristiche)

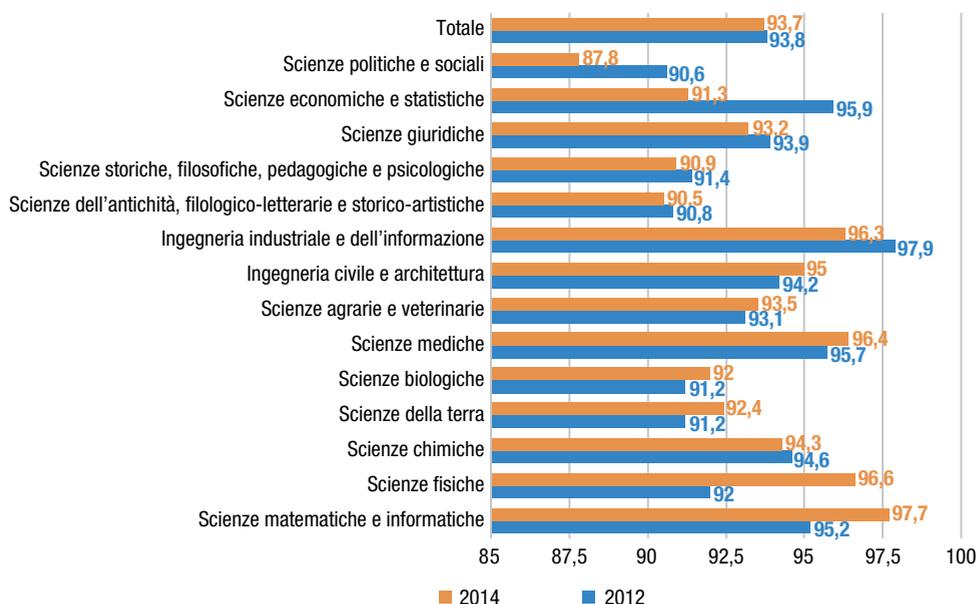


Fonte: ISTAT, Indagine sui dottori di ricerca 2018.

Nota: dottori di ricerca occupati, per 100 persone con le stesse caratteristiche (anno 2018, titolo conseguito nel 2012 e nel 2014), per settore di impiego.

Per quanto riguarda la distribuzione di genere, il maggior divario si registra nel settore dell'Istruzione post-secondaria non universitaria, dove trovano impiego il 19,7 per cento delle donne e solo il 10,1 per cento degli uomini con un titolo conseguito nel 2014: le scuole superiori continuano ad assorbire più donne che uomini. Allo stesso modo, si osserva una maggiore percentuale di donne nel settore della Pubblica Amministrazione e sanità. Per contro, viene registrata una maggiore rappresentanza maschile nel settore dell'Istruzione universitaria e nella Ricerca, dove il possesso del titolo parrebbe maggiormente necessario ad esercitare la professione. Infine, un divario di genere rilevante si ritrova anche nei settori dell'Agricoltura e industria. Tali differenze di genere sembrano rispecchiare la maggiore presenza maschile nei settori STEM e, di conseguenza, la maggiore rappresentanza femminile nei settori non-STEM.

Figura 3.15 - Dottori di ricerca che nel 2018 lavorano per area disciplinare (per 100 persone con le stesse caratteristiche)



Fonte: ISTAT, Indagine sui dottori di ricerca 2018.

Nota: dottori di ricerca per condizione professionale, per 100 persone con le stesse caratteristiche (anno 2018, titolo conseguito nel 2012 e nel 2014), per area disciplinare.

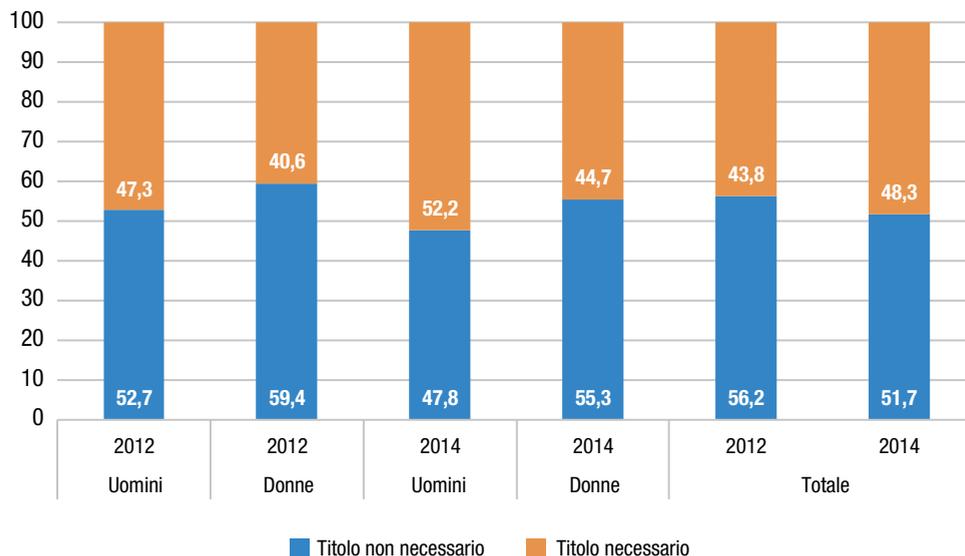
In Figura 3.15 viene riportato il tasso di occupazione dei dottori di ricerca che hanno conseguito il titolo di dottorato nel 2012 e nel 2014, quindi a sei e a quattro anni dal conseguimento del titolo e suddivisi per settore disciplinare. In totale, rispettivamente, più del 93,8 e 93,7 per cento dei dottori di ricerca è impiegato, con un tasso di disoccupazione di poco superiore al 6 per cento, e quindi leggermente al di sopra di quello frizionale. Per quanto il tasso di occupazione sia alto, è certamente rilevante constatare che anche tra questi lavoratori altamente qualificati, e potenzialmente impiegabili nell'industria, nelle istituzioni pubbliche e nel mondo accademico, vi siano ancora persone in cerca di occupazione.

Le differenze tra aree disciplinari sono conformi alle aspettative: il tasso di occupazione è più alto nelle materie STEM, raggiungendo un livello massimo pari al 97,9 per cento per i dottori in Ingegneria industriale e un minimo pari a 90,6 per cento nelle Scienze politiche e sociali. Per i dottori in

Scienze politiche e sociali che hanno conseguito il titolo nel 2014, si registra addirittura un tasso di disoccupazione pari al 12,8 per cento, e i dati rimangono di poco al di sotto del 10 per cento per quanto riguarda il complesso delle Scienze umanistiche. Si registra inoltre un leggero calo degli occupati tra coloro i quali hanno conseguito il titolo nel 2012 e nel 2014, che è comprensibile considerato il maggior tempo per cercare lavoro avuto a disposizione dai dottori che hanno conseguito il titolo nel 2012.

Ma in che misura esiste effettivamente la necessità del possesso del titolo di dottore di ricerca per svolgere il lavoro per cui si è impiegati? La Figura 3.16 tenta di fornire una risposta che aiuta a comprendere quale sia l'effettiva domanda di dottori di ricerca all'interno del tessuto economico e sociale italiano. Solo il 43,8 per cento e il 48,3 per cento dei dottori di ricerca della classe, rispettivamente, 2012 e 2014 svolge un lavoro per cui risulta fondamentale il possesso del titolo. Pertanto, più della metà dei dottori di ricerca avrebbe potuto svolgere la stessa attività lavorativa per cui risultano occupati senza il requisito del dottorato di ricerca. Sembra, tuttavia, esserci un miglioramento tra il 2012 ed il 2014, sia per gli uomini che per le donne. Circa il 5 per cento in più dei dottori di ricerca occupati della coorte 2014, infatti, dichiara di svolgere un'attività lavorativa per cui il possesso del titolo è necessario. E risulta che la differenza di genere è marcata, con la quota di donne che non usa le competenze professionali del dottorato assai più elevata di quella degli uomini in entrambe le coorti.

Figura 3.16 - Coerenza tra attività lavorativa e dottorato per genere. Anno 2018, valori percentuali



Fonte: dati ISTAT, indagine sui dottori di ricerca 2018.

Nota: percentuale dei dottori di ricerca che lavorano dopo quattro e sei anni dal conseguimento del titolo (anno 2018, conseguimento del titolo 2012 e 2014) per cui il titolo è necessario a svolgere l'attività lavorativa, per sesso. Il totale della colonna blu e grigia per ogni anno e sesso ammonta al totale dei dottori di ricerca che lavorano.

Un'analisi maggiormente dettagliata che metta a confronto il numero dei posti banditi come assegnisti di ricerca (posizioni post-doc) in università ed EPR, il numero delle cosiddette *vacancies* nelle imprese, o posizioni aperte che esplicitamente richiedono il possesso di un dottorato di ricerca per svolgere l'attività lavorativa fornirebbe una risposta più specifica sulla reale domanda di dottorati da parte del sistema produttivo italiano. Una prima approssimativa speculazione sembra suggerire l'esistenza di un eccesso di offerta di dottori di ricerca sfornata annualmente dal sistema d'istruzione italiano, per la quale non sembra esservi una corrispondente domanda di lavoro.

Esiste quindi il pericolo che la fabbrica dei dottorati produca disoccupati intellettuali o, ancor di più, occupati sovra-qualificati? Pericoli del genere sono stati da anni paventati, specie negli Stati Uniti, tanto che si mormorava che alcuni dottori di ricerca, pur di trovare lavoro, omettessero di indicare il

conseguimento del titolo dal proprio Curriculum Vitae (Thurow e Del Boca, 1982, pag. xiii). Preoccupazioni analoghe sono comuni anche in Italia, tanto da diventare il soggetto di film di grande successo quali *Tutta la vita davanti* e *Smetto quando voglio*. Complessivamente, tuttavia, il tasso di occupazione dei dottori di ricerca è molto alto in tutti i paesi dell'OCSE, come già mostrato sopra nella Figura 3.6. Il rischio paventato di una disoccupazione intellettuale di alto profilo non sembra quindi confermato. Occorrerebbe riflettere invece sui rischi di una sovra-qualificazione. Tale questione pone di fronte ad una scelta abbastanza drastica: i) modificare i *curricula studiorum* dei corsi di dottorato italiani per avvicinarli al mondo del lavoro (un tema che sarà ripreso nell'appendice dedicata al dottorato industriale); ii) creare opportunità adeguate a chi consegue il dottorato di ricerca, oppure iii) accettare mestamente che una parte importante dell'investimento educativo sostenuto dal paese vada sprecato.

3.4.2 – Le retribuzioni dei dottori di ricerca

Dal punto di vista individuale, la scelta di investire il proprio tempo in un corso di dottorato è associata alle prospettive che questi offrono in termini di congenialità delle offerte professionali, ma anche di retribuzioni. La Tabella 3.2 riporta il reddito mensile netto per area disciplinare dei lavoratori con un titolo di dottorato di ricerca a sei anni dal conseguimento del titolo. Il primo dato che emerge è che gli studenti che conseguono il dottorato in Italia riescono a percepire un reddito medio assai superiore all'estero che in Italia, e ciò vale sia per gli uomini che per le donne. Per quest'ultime, tuttavia, il reddito percepito all'estero è quasi 1,7 volte superiore a quello percepito in Italia, mentre raggiunge una proporzione pari a quasi 1,5 per gli uomini. I settori disciplinari dove si osservano redditi maggiori sono Scienze mediche, Scienze fisiche e Ingegneria industriale e dell'informazione. Immediatamente al di sotto troviamo Scienze giuridiche e Scienze economiche e statistiche, mentre come fanalino di coda si collocano le Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche e le Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche: si conferma nuovamente che gli studi umanistici sono quelli meno profittevoli.

A livello aggregato, c'è un divario preoccupante tra le retribuzioni medie conseguite da uomini e donne: anche dopo solo pochi anni dal conseguimento del titolo, inizia ad esserci una inquietante polarizzazione di genere,

con le donne che guadagnano in media 373 euro in meno degli uomini. Ancora più inquietante è il fatto che tale divario non sia solo associato ad una caratteristica disciplinare: esso si manifesta, in modo più o meno vasto, in tutte le aree disciplinari. Il maggior *gap* salariale tra uomini e donne si registra nelle Scienze mediche, con una inaccettabile differenza di reddito pari addirittura a 704 euro. A seguire troviamo Scienze matematiche e informatiche, Ingegneria industriale e dell'informazione e Scienze giuridiche, che registrano una differenza reddituale rispettivamente di 325, 312 e 312 euro. Il divario è più contenuto nelle Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche e nelle Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche, i due settori in cui vi è una preponderanza di donne e dove le retribuzioni sono più basse.

Tabella 3.2 – Reddito mensile netto dei dottorati di ricerca per area disciplinare, luogo di residenza e genere

Luogo di residenza	Reddito mensile netto (Maschi)	Reddito mensile netto (Femmine)	Reddito mensile netto (totale)	Gap salariale di genere
Italia	1.883	1.571	1.679	312
Estero	2.786	2.577	2.700	209
Area disciplinare				
Scienze matematiche e informatiche	1.950	1.625	1.925	325
Scienze fisiche	2.048	1.918	2.003	130
Scienze chimiche	1.896	1.600	1.679	296
Scienze della terra	1.750	1.517	1.625	233
Scienze biologiche	1.842	1.549	1.625	293
Scienze mediche	2.708	2.004	2.400	704
Scienze agrarie e veterinarie	1.803	1.517	1.600	286
Ingegneria civile e architettura	1.803	1.500	1.610	303
Ingegneria industriale e dell'informazione	2.100	1.788	2.003	312
Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche	1.539	1.517	1.517	22
Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche	1.615	1.517	1.530	98
Scienze giuridiche	2.100	1.788	1.950	312
Scienze economiche e statistiche	2.058	1.950	1.996	108
Scienze politiche e sociali	1.803	1.517	1.625	286
Totale	1.983	1.610	1.789	373

Fonte: dati ISTAT, indagine sui dottorati di ricerca 2018.

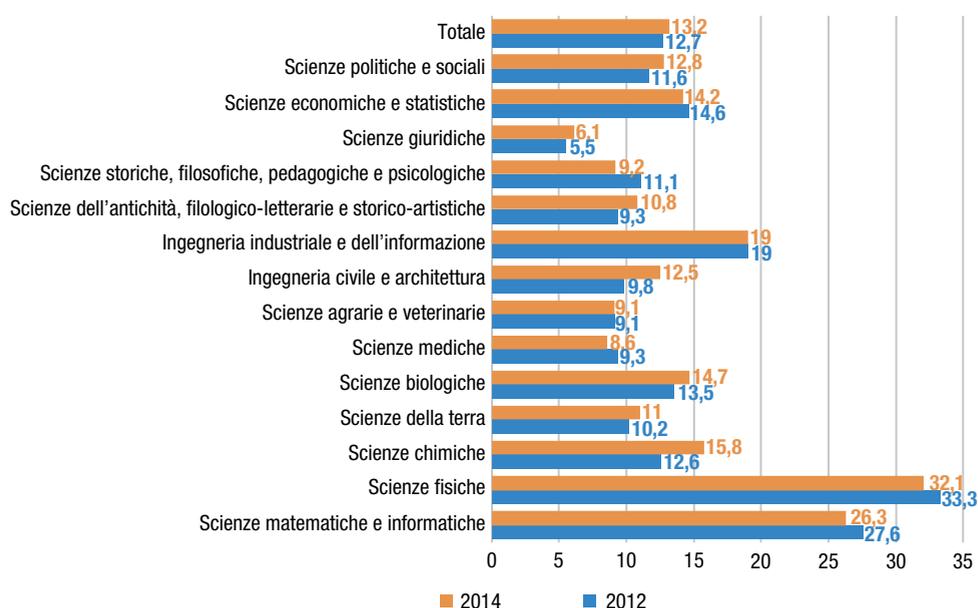
Note: reddito mensile netto complessivo a sei anni dal conseguimento del dottorato (anno 2018, titolo conseguito nel 2012).

3.4.3 – I dottorati di ricerca italiani verso l'estero

In virtù di questo *gap* salariale esistente tra Italia e estero, l'incentivo a cercare lavoro al di fuori dei confini nazionali aumenta. La Figura 3.17 mostra che il 13,2 per cento dei dottorati di ricerca che hanno conseguito il titolo nel 2014 e il 12,7 per cento di quelli del 2012 risiede stabilmente all'estero.

Abbiamo già constatato che c'è una fuga importante di laureati italiani che decidono di frequentare il dottorato all'estero. Qui segnaliamo la seconda fuga, quella dei dottori di ricerca formati nell'accademia italiana che emigrano all'estero. Una fuga, dal punto di vista della nazione, ancora più onerosa della prima, visto che il paese ha già investito un numero ingente di risorse nella formazione di questi dottori di ricerca.

Figura 3.17 - Dottori di ricerca italiani del 2012 e 2014 che nel 2018 sono residenti all'estero, per area disciplinare (per 100 persone con le stesse caratteristiche)



Fonte: dati ISTAT, indagine sui dottori di ricerca 2018.

Nota: dottori di ricerca che sono residenti all'estero a sei anni dal conseguimento del titolo (indagine svolta nel 2018, i dati si riferiscono ai dottori di ricerca che hanno conseguito il titolo nel 2012 e nel 2014) per area disciplinare.

In Figura 3.17 riportiamo anche la distribuzione per area disciplinare. Scienze matematiche e informatiche, Scienze fisiche, Ingegneria industriale e dell'informazione e Scienze chimiche sono i settori dove si registra la più elevata fuga verso l'estero, confermando ulteriormente quanto per questi giovani studiosi nelle STEM sia difficile trovare una adeguata qualificazione professionale nella nazione. Dati che non sorprendono, perché sono di fatto

allineati alla specializzazione tecnologica dell'Italia. Questi dati pongono anche un dilemma alle politiche pubbliche: occorre investire per aumentare i dottorati di ricerca in queste materie, sapendo che una percentuale compresa tra un quarto e un terzo è destinata a lasciare il paese per lavorare all'estero? E sapendo che, aumentando il numero dei dottorati, la quota totale di esuberi potrebbe addirittura aumentare? Oppure bisogna contestualmente operare per creare opportunità professionali non solo nel settore pubblico, ma anche in quello delle imprese?

Per contro, i dottori di ricerca impegnati in materie cosiddette umanistiche hanno, in proporzione, una maggior propensione a rimanere in Italia. La quota più bassa di uscite verso l'estero proviene dalle Scienze giuridiche, dove si attesta su valori compresi tra il 5 e il 6 per cento.

3.5 - Qual è la spesa per i dottorati di ricerca?

Nel momento in cui si dibatte se sia necessario aumentare il numero di dottorati di ricerca, può essere utile avere una stima, per quanto approssimativa, di quanto sia l'ammontare di spesa pubblica affrontata per sostenerli.

Il Ministero dell'Università e della Ricerca contribuisce annualmente al finanziamento dei dottorati attivati dalle Università nei limiti delle disponibilità finanziarie del Fondo di Finanziamento Ordinario (FFO). I fondi in questione vengono ripartiti attraverso un decreto del Ministro, sentita l'ANVUR, secondo i seguenti criteri:

1. Qualità della ricerca svolta dai membri del collegio dei docenti;
2. Grado di internazionalizzazione del dottorato;
3. Grado di collaborazione con il sistema delle imprese e ricadute del dottorato sul sistema socioeconomico;
4. Attrattività del dottorato;
5. Dotazione di servizi, risorse infrastrutturali e risorse finanziarie a disposizione del dottorato e dei dottorandi, anche a seguito di processi di fusione o di federazione tra atenei;
6. Sbocchi professionali dei dottori di ricerca.

Stimare quanto lo stato spenda per la formazione dei dottori di ricerca non è un compito semplice. La spesa per i corsi di dottorato, infatti, comprende costi fissi e comunque difficilmente imputabili (ad esempio, l'utilizzo degli immobili), altre risorse spesso indivisibili (ad esempio, il tempo dedicato dai docenti all'insegnamento e alla supervisione dei dottorati), insieme a spese chiaramente identificabili (ad esempio, l'ammontare delle borse di studio erogate).

Le parziali informazioni devono essere cercate e reperite attraverso la consultazione di diverse fonti, nazionali ed internazionali. Per questa ragione, abbiamo tentato di fornire una stima della spesa che lo stato sostiene per i dottorati basata sulle informazioni disponibili. Come ogni stima, pertanto, la valutazione approssimativa del costo unitario e totale che lo Stato sostiene può essere effettuata soltanto avanzando alcune ipotesi.

Prendendo in considerazione il totale degli assegnatari di borsa nell'anno accademico 2019/2020, pari a 8.312, e il numero dei dottorandi che non percepisce una borsa di dottorato, pari a 2.365, si contano un totale di 10.677 iscritti al primo anno di corso di dottorato. Il costo imputabile ad ognuno di essi non è facilmente ricavabile dai bilanci degli atenei, e può variare tra dipartimenti a seconda di una maggiore o minore incidenza sul carico dell'insegnamento, del personale di segreteria, degli spazi e delle aule messe a disposizione nonché del rispettivo consumo di materiale didattico e di utenze. Una prima assunzione, pertanto, potrebbe essere quella di considerare i costi fissi per un dottorando analoghi a quelli degli iscritti ad un corso di laurea, equiparando di fatto i costi sostenuti per dottorandi e laureandi. Una stima del costo unitario imputabile ad ogni singolo studente viene fornita dall'OCSE, il quale lo imputa, per il nostro paese, a 6.664 euro l'anno², esclusi i costi sostenuti per R&S (OECD, 2019). A questa cifra va aggiunta la spesa lorda annua della borsa di dottorato, pari ad euro 15.343. Abbiamo moltiplicato questa cifra per il numero di percettori di borse, considerando invece solo il costo generico stimato dall'OCSE da imputare ai dottorandi non assegnatari di borsa di dottorato.³

2 Il costo unitario riportato è pari a 8.132 dollari. Si è adoperata la conversione in euro utilizzando il tasso di cambio corrente al momento del calcolo.

3 Non viene qui considerata la spesa delle borse sostenuta dalle amministrazioni statali, le quali erogano lo stipendio (anziché la borsa) ai propri dipendenti frequentanti il dottorando, che sono conteggiati come assegnatari senza borsa. In molti casi i dipendenti pubblici continuano a prestare, almeno in parte, la propria prestazione professionale presso l'amministrazione di provenienza.

Infine, consideriamo la maggiorazione della borsa prevista in caso di mobilità all'estero dello studente di dottorato della quale, secondo i dati dell'I-STAT, ne beneficia circa il 50 per cento degli assegnatari di borsa. In questi casi, occorre computare la maggiorazione della borsa pari al 50 per cento dell'importo mensile netto, che abbiamo ritenuto essere in media di circa sei mesi nel corso del triennio del dottorato, e quindi di due mesi l'anno. Pertanto, la somma annuale totale spesa dallo stato per il totale dei dottorandi iscritti all'anno accademico 2019-2020 risulta pari a circa 203 milioni di euro per gli iscritti di ciascun un anno. Considerato infine che i corsi di dottorato durano mediamente tre anni, moltiplicando per i tre anni si arriva ad una spesa sostenuta complessiva di circa 609 milioni di euro da parte dello Stato. A risultati sostanzialmente analoghi è arrivata anche l'ADI (2018).

Sulla base di tale stima, si può anche calcolare quale dovrebbe essere l'investimento associato ad un aumento del numero dei dottorati. Raddoppiare il numero dei dottorati di ricerca implicherebbe un investimento in educazione specialistica pari a 609 milioni, che di per sé sarebbe sostenibile. Ma per avere le desiderate ricadute economiche e sociali, avrebbe bisogno di essere sostenuto da modifiche profonde nelle modalità in cui sono organizzati i corsi di dottorato, generando più estese collaborazioni, specie nelle materie STEM, con il mondo industriale e, più complessivamente, richiederebbe una radicale riforma del sistema scientifico e tecnologico nazionale.

Box 3.2 – I suggerimenti degli stakeholders per una riforma del Dottorato di Ricerca

Le associazioni dei Dottorati di Ricerca hanno avanzato varie proposte per valorizzare il titolo. Segnaliamo qui tre proposte che vale la pena considerare e discutere, cui ne aggiungiamo una ispirata dai risultati conseguiti in questo capitolo.

Adeguamento delle borse di studio. - È stato richiesto dall'Associazione dottorandi e dottori di ricerca italiani (ADI) l'adeguamento dell'importo minimo della borsa di dottorato al minimale contributivo INPS (ADI, 2018). Nonostante il lieve aumento dell'importo della borsa stabilito con DM 40 del 25 Gennaio 2018, pari ad euro 127, e che permette di raggiungere una quota netta mensile pari ad euro 1.133, tale aggiustamento risulta però essere insufficiente a raggiungere il minimale contributivo INPS. Infatti, mentre il compenso annuale lordo percepito da ogni dottorando con borsa raggiunge una quota pari a 15.343 euro, tale ammontare minimo imponibile risulta ad oggi pari ad euro 15.710. La differenza, pertanto, risulta essere di euro 367 l'anno, la quale, se moltiplicata per il numero dei dottorandi potenzialmente beneficiari (circa 9000, in linea con gli anni passati), e per il singolo ciclo di dottorato (di durata triennale), comporterebbe un costo di circa 10 milioni di

euro che lo stato dovrebbe sostenere per adeguare la borsa al minimale contributivo INPS. In tal modo, si permetterebbe di garantire a tutti i dottorandi una anzianità contributiva corrispondente al periodo effettivo di formazione, nonché di equiparare il dottorando ad un lavoratore e riconoscerne il profilo professionale nella sua attività di ricerca e di supporto alla docenza.

Riconoscimento del titolo di Dottorato nelle amministrazioni pubbliche. - Da molto tempo viene richiesto un pieno riconoscimento del dottorato all'interno delle pubbliche amministrazioni tramite l'implementazione di politiche volte alla sua valorizzazione. Con la legge n. 12 del 5 marzo 2020, per la prima volta la valutazione del dottorato tra i titoli rilevanti in sede concorsuale è diventata "prioritaria" laddove pertinente. Sulla valorizzazione del dottorato nella pubblica amministrazione, l'ADI ha avanzato altre proposte per una più effettiva valorizzazione del titolo, richiedendo il riconoscimento del dottorato come esperienza lavorativa, la reintroduzione del diritto al congedo per dottorato di ricerca, e la valorizzazione del dottorato di ricerca ai fini delle progressioni economiche (ADI, 2019a). La P.A., tuttavia, assorbe dottori di ricerca in alcune materie (giurisprudenza, economia, scienze politiche, sociologia) più che in altre. Una valorizzazione del titolo nella P.A. dovrebbe trovare analoghi corrispettivi anche per i dottori di ricerca in altre materie ed in particolare nelle STEM, specie in considerazione dell'auspicio che un numero maggiore di essi trovino impiego nelle imprese.

Valorizzazione del Dottorato nella scuola. - La Società Italiana del Dottorato di Ricerca (SIDRI), lo scorso 21 marzo, con una lettera al Ministro dell'Istruzione e ai Presidenti della VII Commissione di Senato e Camera dei Deputati, ha richiesto la valorizzazione del dottorato nella scuola (SIDRI, 2021). La proposta mira alla valorizzazione delle competenze dei dottori di ricerca e alla regolamentazione del loro accesso nella scuola per un effettivo riconoscimento del dottorato come titolo abilitante per l'insegnamento. L'ingresso dei dottori di ricerca nel corpo docente della scuola secondaria di primo e di secondo grado costituirebbe di fatto uno stimolo a migliorare la formazione e l'aggiornamento dei docenti, garantendo un vantaggio soprattutto per gli studenti. Anche l'ADI ha avanzato delle proposte per l'ingresso dei dottori di ricerca nella scuola chiedendo che venga attribuito un punteggio rilevante al dottorato di ricerca nel concorso per la scuola secondaria e che in fase concorsuale la didattica universitaria certificata venga valutata adeguatamente. L'ADI chiede inoltre che si istituisca una tabella di conversione tra il settore scientifico disciplinare (SSD) dei dottorati e classi di concorso (CdC) e che i dottori di ricerca vengano esonerati dalla prima prova scritta di carattere disciplinare per l'accesso al concorso.

Incentivare l'assunzione dei dottori di ricerca nell'industria. - Le tre proposte avanzate dalle associazioni dei dottori di ricerca sono fortemente indirizzate al settore pubblico ed è senz'altro utile prenderle in considerazione. Eppure, in tutta Europa i dottorati hanno sempre più un percorso professionale che li porta sempre più a trovare opportunità nel settore delle imprese, anche tra coloro che hanno conseguito il titolo nelle scienze sociali e umane (Morettini et al., 2016). I risultati emersi in questo capitolo segnalano che uno dei problemi del dottorato in Italia è dovuto al fatto che un numero troppo piccolo dei diplomati trova adeguato impiego nel settore privato e che molti dei nostri dottori di ricerca, specie nelle STEM, emigrano all'estero per trovare adeguate prospettive professionali. Se non si intende finalizzare il dottorato di ricerca all'occupazione solo nel settore pubblico, diventa indispensabile trovare incentivi anche per impiegare adeguatamente i dottori di ricerca nelle imprese, specie nelle industrie ad alta tecnologia. Il Capitolo 4 di questa Relazione (Rapallini et al., 2021) si sofferma sull'esperienza promossa dal CNR dei dottorati industriali. Oltre ad espandere ulteriormente questa iniziativa, volta a creare sin dall'inizio progetti di ricerca di interesse per le imprese, è necessario introdurre anche incentivi per le imprese disposte ad assumere dottori di ricerca. Tali incentivi potrebbero consistere in agevolazioni fiscali per i primi anni di assunzione, oppure di co-investimento per le attrezzature necessarie a rendere i dottorandi operativi.

3.6 - L'investimento in dottorato di ricerca come strumento strategico

La nostra disamina dei corsi di dottorato ha mostrato che, a confronto dei nostri partner economici, politici e culturali, l'Italia si ritrova in una posizione arretrata e che è del tutto congruente con il complessivo ritardo per quanto riguarda le risorse destinate alla scienza e alla tecnologia. In particolare, è del tutto coerente con lo scarso numero di ricercatori che trovano impiego nella economia e nella società italiana. Tale ritardo non è più imputabile al fatto che da noi i dottorati di ricerca sono stati istituiti molto tempo dopo rispetto a paesi quali gli Stati Uniti, la Germania e il Regno Unito: introdotti oramai nel 1983, abbiamo dimostrato che la posizione italiana si riscontra tanto nello stock di dottori di ricerca esistenti in rapporto alla forza lavoro che nel flusso annuale di dottorandi che si affacciano sul mercato del lavoro.

Abbiamo anche preso in considerazione il numero dei dottorandi stranieri in Italia. Il nostro paese attrae un numero limitato di studenti dall'estero, e la maggior parte di questi provengono da nazioni emergenti piuttosto che da quelle con il più elevato investimento in R&S. Ciò testimonia che i nostri dottorati non sono ancora ritenuti sufficientemente competitivi a livello internazionale. Se è probabile che la concorrenza tra nazioni si svilupperà sempre di più anche nell'acquisizione di talenti, l'Italia, non diversamente dagli altri paesi dell'Unione Europea, avrà bisogno di acquisire personale con competenze qualificate provenienti sia dai paesi emergenti che da quelli in via di sviluppo (come già stato segnalato dalla Commissione Europea sin dal 2008, Cfr. European Commission, Archibugi, 2008). I dottori di ricerca provenienti da altri paesi possono dunque rappresentare una fondamentale risorsa – se adeguatamente formati – per sostenere le attività a più elevate qualificazioni professionali da introdurre nel sistema economico e sociale del nostro paese. Ciò richiede di rivedere le strategie di integrazione internazionale applicate nei nostri corsi di dottorato.

Abbiamo segnalato che c'è un flusso costante di studenti di dottorato italiani in uscita verso altri paesi, il quale non è compensato da un analogo contro-flusso in entrata. Per quanto i dati in nostro possesso siano solo parziali e si riferiscano solo a sei importanti paesi (Stati Uniti, Regno Unito, Francia, Spagna, Austria e Svizzera), emerge che ogni due studenti italiani

iscritti ai dottorati del paese c'è almeno uno studente italiano che frequenta un corso all'estero.

Ci siamo chiesti se esista effettivamente il fabbisogno di un numero maggiore di dottori di ricerca nel sistema produttivo italiano. È certamente una buona notizia che la maggior parte di coloro che conseguono il titolo si inserisca nel mercato del lavoro, e che la quota dei non occupati sia solo di poco superiore al tasso di disoccupazione frizionale. Ma ci sono due elementi che fanno riflettere.

Il primo riguarda il fatto che la stragrande maggioranza dei dottori di ricerca trova lavoro presso le Università, la Pubblica Amministrazione e l'Istruzione non universitaria. In altre parole, un ampio flusso di dottori di ricerca si riversa nel settore pubblico, mentre solo una piccola parte trova lavoro nel settore delle imprese. A confronto con quanto accade negli Stati Uniti, in Germania, in Svezia e in Svizzera, il dato italiano è anomalo e testimonia ancora una volta che l'Italia è in ritardo nella ricerca industriale e nelle produzioni che si basano su di essa.

Il secondo riguarda la quota di addottorati che, dopo aver conseguito il titolo in Italia, abbandona il paese per lavorare all'estero. Tale quota è particolarmente alta per le Scienze fisiche, Matematica e informatica e Ingegneria industriale e dell'informazione. Controllate le retribuzioni erogate in Italia e all'estero, non sorprende che molti dei nostri dottori di ricerca intendano lavorare fuori d'Italia. Se possiamo senz'altro rallegrarci perché nelle materie STEM i nostri Dipartimenti generano giovani ricercatori così competenti da essere appetibili anche all'estero, dobbiamo però prendere atto che essi non sono assorbiti nel mercato del lavoro italiano. Vista la sua specializzazione produttiva, insomma, l'Italia non sembra adatta ad assorbire dottori di ricerca nelle materie scientifiche e ingegneristiche. Non è sufficiente formare dottori di ricerca, anche se di buon livello, affinché le loro competenze risultino utili per lo sviluppo economico e sociale del paese e possano essere adeguatamente assorbiti nel mercato del lavoro interno. Una delle più semplici ed efficaci strategie per spingerli a restare in Italia potrebbe essere quella di offrire loro migliori condizioni contrattuali, sia in termini di stabilità che di retribuzioni. Sappiamo invece che per gli aspiranti ricercatori, l'acquisizione di una posizione stabile avviene solo in età molto avanzata (Crisci et al., 2019).

Per quanto riguarda la congruenza delle mansioni effettivamente svolte dai dottori di ricerca, una parte molto rilevante, e complessivamente superiore alla metà, ritiene di non usare le competenze acquisite nel mercato del lavoro. È un risultato che fa riflettere e che induce ad interrogarsi se sia necessario da una parte rivedere i *curricula studiorum* dei dottorati e dall'altra elevare l'ambiente professionale che assorbe i dottorati. Sembra necessario fare tutte e due le cose congiuntamente, se non si intende sprecare l'investimento di tempo e denaro affrontato dal paese per questa formazione avanzata. Un tentativo in questa direzione è rappresentato dai dottorati industriali, che discutiamo nel prossimo capitolo (Rapallini et al., 2021).

Abbiamo preso le mosse da due indicazioni di politica della scienza. La prima proviene dal Presidente dell'Accademia dei Lincei e dai suoi colleghi, i quali hanno suggerito di aumentare drasticamente il numero di ricercatori pubblici. La seconda è una indicazione della Ministra dell'Università e della Ricerca; la quale ha ritenuto auspicabile nientedimeno che raddoppiare il numero dei dottori di ricerca. Entrambi gli obiettivi sono senz'altro condivisibili, ma rischiano di non portare reali benefici economici e sociali al paese se non sono integrati in una più ampia visione di ricostruzione dell'economia italiana e del suo sistema scientifico, tecnologico e dell'innovazione. Risulta essenziale che, in una visione sistemica, le maggiori risorse da destinare alla ricerca pubblica e ai corsi di dottorato siano accompagnate da strumenti specifici di politica industriale volti a rafforzare la capacità produttiva del nostro paese, attraendo imprese ad alta tecnologia e creandone di nuove. Senza modificare anche la specializzazione tecnologica italiana, un accresciuto numero di dottori di ricerca e di ricercatori potrebbe non generare i benefici auspicati.

Riferimenti bibliografici

- ADI, Associazione dottorandi e dottori di ricerca in Italia. 2018. *Per la riforma del dottorato di ricerca in Italia. Proposte legislative di ADI*. Roma. Disponibile all'indirizzo: <https://dottorato.it/sites/default/files/riforma-dottorato-2018.pdf>
- ADI, Associazione dottorandi e dottori di ricerca in Italia. 2019a. *Valorizzazione del titolo di Dottore di Ricerca nella Pubblica Amministrazione: le proposte di ADI*. Roma. Disponibile all'indirizzo: <https://dottorato.it/sites/default/files/documents/valorizzazione-dottorato-settore-pubblico.pdf>
- ADI, Associazione dottorandi e dottori di ricerca in Italia. 2019b. *Dottorato di Ricerca: niente di nuovo sul fronte occidentale. VIII Indagine ADI su Dottorato e Post-Doc*. Roma, 8 maggio. Disponibile all'indirizzo: <https://dottorato.it/content/indagini-adi-2019>
- Alfano, V., Gaeta, G. L., Pinto, M., Rotondo, F. e Vecchione, G. 2021. Ph.D. courses in Italy after the Gelmini Reform. Munich, *MPRA paper No. 108144*, 31 maggio. Disponibile all'indirizzo: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/108144/>
- Archibugi, D. (Chair) et al., 2008. *Opening to the World: International Cooperation in Science and Technology*. Report of the ERA Expert Group for the European Commission. Brussels, European Commission. DOI: <http://dx.doi.org/10.2777/15346>
- Archibugi, D. e Filippetti, A. (a cura di) 2015. *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*. Oxford, Wiley.
- Auriol, L., Misu, M. e Freeman, R.A. 2013. Careers of doctorate holders: analysis of labour market and mobility indicators. Paris, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 4. DOI: <https://doi.org/10.1787/5k43nxgs289w-en>
- Barone, C. 2011. Some things never Change: Gender segregation in Higher Education across eight Nations and three decades. *Sociology of Education*, 84(2): 157-176. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F0038040711402099>
- Baruch, Y. 2004. Transforming careers: From linear to multidirectional career paths. Organizational and individual perspectives. *Career Development international*, 9(1): 58-73. DOI: <https://doi.org/10.1108/13620430410518147>

- Beltrame, L. 2007. Realtà e retorica del brain drain in Italia. Stime statistiche, definizioni pubbliche e interventi politici. Trento, *Quaderni del Dipartimento di Sociologia e Ricerca Sociale*, 35. Disponibile all'indirizzo: <http://eprints.biblio.unitn.it/4335/1/quad35.pdf>
- Blickenstaff, J.C. 2005. Women and science careers: Leakypipelineorgenderfilter?. *Gender and Education*, 17(4) 369-386. DOI: <https://doi.org/10.1080/09540250500145072>
- Boffo, S., Gagliardi, F. e La Mendola, S. 2003. La luce che non c'è. Indicatori di genere in campo formativo, pp. 189-221 in F. Bimbi (a cura di), *Differenze e disuguaglianze. Prospettive per gli studi di genere in Italia*, Bologna, Il Mulino.
- Boffo, S. e Gagliardi, F. 2017. "I costi della nuova mobilità internazionale dei giovani laureati italiani: un tentativo di stima". In C. Bonifazi (a cura di), *Migrazioni e integrazioni nell'Italia di oggi*. Roma, IRPPS Monografie, 87-100.
- Brandi, M.C., Antonucci, M.C. e Crescimbene, C. 2019. "La mobilità e la migrazione degli high skilled". In S. Avveduto (a cura di), *Ricerca Femminile e Plurale, Rapporto GETA – Genere e Talenti*. Roma, CNR Edizioni.
- Brilli, A. 2008. *Il viaggio in Italia. Storia di una grande tradizione culturale*. Bologna, Il Mulino.
- Cesaratto, S., Avveduto, S., Brandi, M.C. e Stirati, A. 1994. *Il brutto anatroccolo. Il dottorato di ricerca in Italia fra università, ricerca e mercato del lavoro*. Milano, Franco Angeli.
- CNR, 2019. *Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*. Seconda Edizione. Roma, CNR Edizioni.
- Conlon, G., Lader, R., Halterbeck, M. e Hedges, S. 2021. EU Exit: Estimating the Impact on UK Higher Education. London, Department of Education. Disponibile all'indirizzo: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/958998/EU_exit_estimating_the_impact_on_UK_higher_education.pdf
- Corte dei Conti, 2021. *Referto sul Sistema Universitario*. Sezioni Riunite in Sede di Controllo, maggio. Disponibile all'indirizzo: <https://www.corteconti.it/Download?id=5078c35f-a683-482b-821c-33e05f1ac3e5>

- Crisci, M., Morettini, L. e Archibugi, D. 2019. “La struttura demografica dei ricercatori italiani: come procede il ricambio generazionale?” pp. 81-122 in D. Archibugi e F. Tuzi (a cura di), *Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*. Roma, CNR Edizioni.
- David, P., Hall, B. e Toole, A. 2000. Is public R&D a complement or a substitute for private R&D? A review of the economic evidence. *Research Policy*, 29(4-5): 497–529. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00087-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00087-6)
- Di Tullio, I. 2019. Female researchers in STEM: The influence of cultural factors on the construction of role identity. *Sociologia Italiana*, 13: 87-104. DOI: https://doi.org/10.1485/AIS_2019/13_3439244
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. 2000. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2) 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4).
- European Commission. 2018. *She Figures Report*. Bruxelles, European Commission, disponibile all’indirizzo: https://ec.europa.eu/info/publications/she-figures-2018_en
- EUROSTAT, 2021. European Statistical Recovery Database [Mobile students from abroad enrolled by education level, sex and country of origin (educ_uoe_mobs02)]. Disponibile all’indirizzo <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
- Flanagan, K. 2015. “International mobility of scientists”. In D. Archibugi e A. Filippetti (a cura di), *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, Oxford, Wiley, 364-381. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118739044>
- Gagliardi, F. 2017. Vado via. L'emigrazione all'estero dei giovani laureati italiani. *Rivista delle Politiche Sociali*, 13(4): 139-153.
- Herrera, L. e Nieto, M. 2015. The determinants of firms' PhD recruitment to undertake R&D activities. *European Management Journal*, 33(2), pp.132-142.
- ISTAT, 2018. *L'inserimento professionale dei dottori di ricerca*. Roma, 26 novembre. Disponibile all’indirizzo: <https://www.istat.it/it/archivio/224302>

- Kerr, W.R. 2018. *The Gift of Global Talent. How Migration Shapes Business, Economy & Society*. Stanford, Stanford University Press.
- Michaels, E., Handfield-Jones, H. e Axelrod, B. 2001. *The War for Talent*. Cambridge, Mass., Harvard Business Press.
- Morettini, L., Primeri, E., Reale, E. e Zinilli, A. 2016. "Career trajectories of PhD graduates in the social sciences and humanities: drivers for career moves". In Sarrico, C. et al. (a cura di), *Global Challenges, National Initiatives, and Institutional Responses*, Rotterdam, Sense Publishers, 203-236.
- National Science Foundation, 2019. *Doctorate Recipients from U.S. Universities*. Washington. Disponibile all'indirizzo: <https://www.nsf.gov/statistics/doctorates/>
- OECD. 2019. *Education at a Glance*, OECD indicators. Paris, 10 Settembre. Disponibile all'indirizzo: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en
- OECD. 2021. OECD Statistics [Education at glance]. Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico. Disponibile all'indirizzo: <https://stats.oecd.org>
- Parisi, G. et al., 2021. *Appello a Draghi: "Investiamo nella ricerca pubblica per rilanciare l'economia"*. Lettera di quattordici scienziati al Presidente del Consiglio, Roma, La Repubblica, 22 Febbraio. Disponibile all'indirizzo: https://www.repubblica.it/commenti/2021/02/22/news/ricerca_pubblica_italiana_lettera_degli_scienti_al_premier_mario_draghi-288599878/
- Pugliese, E. 2018. *Quelli che se ne vanno: la nuova emigrazione italiana*. Bologna, Il Mulino.
- Rapallini, M., Berselli, S. e Brogi, S. 2021. I Dottorati Industriali promossi dal CNR, in CNR, *Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia. Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia*, Roma, CNR Edizioni, ottobre.
- Saint-Blancat, C. (a cura di) 2017. *Ricercare altrove. Fuga dei cervelli, circolazione dei talenti, opportunità*. Bologna, Il Mulino.

- Sallee, M.W. 2011. Performing masculinity: Considering gender in Doctoral student socialization. *Journal of Higher Education*, 82(2): 187-216. DOI: <https://doi.org/10.1080/00221546.2011.11779091>
- Sideri, M. 2021. *Intervista alla ministra dell'Università e della ricerca, Cristina Messa: "Attiviamo la mobilità dei talenti"*. Video, 11 maggio. Disponibile all'indirizzo: <https://video.corriere.it/corriere-innovazione/intervista-ministra-dell-universita-ricerca-cristina-messa-attiviamo-mobilita-talenti/a11b035e-b251-11eb-ad37-20fbbce36b88>
- SIDRI, Società Italiana del Dottorato di Ricerca. 2021. *Lettera aperta al Ministro dell'Istruzione e ai Presidenti della VII Commissione di Senato e Camera dei Deputati*. 21 Marzo. Disponibile all'indirizzo: <https://www.sidri.it/valorizzazione-del-dottorato-nella-scuola/>
- Tagliacozzo, S. e Di Tullio, I. 2021. Gender Equality Plans (GEPs) as a framework to devise gender equality measures for disaster research. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60 (102294). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102294>
- Thurow, L.C. e Del Boca, A. 1982. *Alle origini dell'ineguaglianza: i meccanismi della distribuzione del reddito nell'economia statunitense*. Milano, Vita e Pensiero.
- Tomei, G. (a cura di), 2017. *Cervelli in circolo: trasformazioni sociali e nuove migrazioni qualificate: una indagine pilota sui laureati espatriati dell'Università di Pisa*. Milano, Franco Angeli.
- Venturi, F. 1973. L'Italia fuori d'Italia. In R. Romano e C. Vivianti (a cura di), *Storia d'Italia Einaudi*. Torino, Einaudi.
- Weeden, K. A., Thébaud, S. e Gelbgiser, D. 2017. Degrees of difference: Gender segregation of U.S. Doctorates by field and program prestige. *Sociological Science* 4: 123-15. DOI: <https://doi.org/10.15195/v4.a6>

Ringraziamenti e attribuzioni

Desideriamo ringraziare Ferruccio Trofino del CINECA per i dati che ci ha messo a disposizione, Francesca Gallo per averci aiutato a districarci nell'Indagine ISTAT sull'inserimento professionale dei dottorati e Stefano Boffo e Mario Paolucci per i commenti.

Sebbene frutto di un lavoro congiunto, Cellini ha reperito, organizzato, interpretato, elaborato i dati dei paragrafi 3.2., 3.3.1 e 3.3.2 e commentato i risultati, Mariella ha elaborato e commentato i dati dell'Indagine ISTAT riportata nel paragrafo 3.4, Di Tullio e Pisacane hanno scritto il paragrafo 3.3.3, Cellini e Mariella hanno effettuato le stime del paragrafo 3.5, Malgieri e Mariella si sono occupati degli aspetti di politica universitaria e delle proposte riportate nel Box 3.2, e Archibugi ha scritto i paragrafi 3.1, 3.2, 3.3.1, 3.3.2 e 3.6.

CAPITOLO

4

I DOTTORATI INDUSTRIALI
PROMOSI DAL CNR

Marta Rapallini, Sara Berselli, Stefano Brogi

SOMMARIO

Il dottorato di ricerca è un pre-requisito solo per la carriera accademica? Nei paesi con i sistemi formativi più avanzati non è così: una percentuale rilevante dei dottori di ricerca lavora nelle aziende. In Italia invece raramente si trovano dottori di ricerca nel settore industriale. Questa anomalia è insieme causa ed effetto della limitata innovazione del nostro sistema produttivo. Per superare questa criticità, negli ultimi anni è stata introdotta una nuova tipologia di dottorato, il Dottorato Industriale che ha proprio l'obiettivo di avvicinare i dottori di ricerca alle imprese. Infatti il dottorando è guidato nel suo percorso formativo da tutor aziendali e accademici e svolge parte del suo percorso formativo in un'azienda.

Il Dottorato Industriale però è ancora poco diffuso e alcune indagini svolte hanno mostrato che una delle principali cause è la mancata integrazione strutturata tra aziende e università nella progettazione e gestione del Dottorato Industriale. Confindustria e CNR per promuovere il Dottorato Industriale hanno elaborato una procedura innovativa per definire progetti per borse di dottorato in cui ricerca e impresa siano protagonisti in tutte le fasi del processo. Le borse di questi dottorati vengono finanziate dal CNR e dalle aziende di volta in volta coinvolte. Vengono presentati i primi risultati relativi ai primi quattro cicli di Dottorato Industriale CNR-Confindustria, mostrando che la procedura innovativa messa a punto permette di superare molte delle criticità tipiche del Dottorato Industriale.

4.1 - Un nuovo strumento di politica educativa funzionale all'innovazione industriale

Il Capitolo 3 di questa Relazione (Archibugi et al., 2021) ha mostrato non solo che l'Italia ha una intensità di dottori di ricerca, sia come stock che come flusso, molto inferiore a quella dei nostri principali partner economici e culturali, ma anche che solamente una parte abbastanza limitata di essi riesce a trovare impiego nel settore delle imprese. Ciò vale anche per i dottori di ricerca nelle materie Science, Technology, Engineering and Maths (le STEM), che idealmente dovrebbero consentire non solo uno sbocco in accademia, ma anche al mondo industriale, come avviene regolarmente in altri paesi.

Dall'indagine ISTAT sull'inserimento dei dottorati, poi, emerge un altro dato significativo: circa il 13 per cento dei dottori di ricerca in Italia, dopo qualche anno dal conseguimento del titolo, si stabilisce all'estero, anche per le più vantaggiose condizioni che riescono ad ottenere sul mercato del lavoro (un bonus salariale all'estero che è in media di 1.000 euro superiore a quello italiano). Osservando poi i dati per aree disciplinari, emerge che quelle dove l'esodo di dottori di ricerca è più cospicuo sono soprattutto le discipline con più diretto contatto con il mondo industriale, quali Scienze fisiche, Scienze matematiche e informatiche e Ingegneria industriale.

Tale quadro genera riflessioni contrastanti. Da una parte, ci possiamo compiacere che le nostre università producano - anche nelle STEM - dottori di ricerca di qualità tale da essere appetibili anche per i sistemi scientifici e innovativi di altri paesi avanzati. Dall'altra, c'è da notare che né il settore pubblico e tantomeno il settore delle imprese italiani riescono ad assorbire questa forza lavoro altamente qualificata.

Possiamo quindi parlare di un matrimonio dottorati - industria che si è realizzato, almeno nel nostro paese, assai meno frequentemente di quanto auspicabile. E ciò pone inevitabilmente qualche problema per il mediatore, in questo caso rappresentato dagli amministratori pubblici, che a più riprese hanno espresso il desiderio di usare i corsi di dottorato, specie nelle materie STEM, anche come strumento di politica industriale. L'obiettivo più volte enunciato, infatti, è stato quello di fornire competenze tecniche ed ingegneristiche alle imprese per aumentare la loro capacità di innovare e di com-

petere non solo nei settori tradizionali del Made in Italy, ma anche in quelli con maggiori opportunità scientifiche e tecnologiche.

Se il connubio dottorati – industria ha finora dato in Italia risultati minori di quelli attesi, è probabilmente il caso di ripensare se le due parti abbiano fatto quanto necessario per rendersi vicendevolmente attraenti, e quali possano essere le azioni pubbliche da intraprendere. Per essere più espliciti: siamo sicuri che i corsi di dottorato di ricerca, anche nelle materie più attinenti all'innovazione industriale, tengano debitamente in conto le esigenze delle imprese? E di rimando, che cosa rende le imprese italiane nel loro complesso così poco propense ad investire in R&S e innovazione? In che misura l'acquisizione di dottori di ricerca con altre competenze potrebbe consentire di fare un salto verso prodotti, processi e servizi con maggiore contenuto di conoscenza?

C'è chi sostiene che “un matrimonio felice richiede la buona volontà di tutti e due. E spesso di tutti e tre”. In questo contesto, il terzo è rappresentato dalle istituzioni pubbliche e da enti di ricerca come il CNR. Sono questi infatti che, in più modi, possono stimolare le università a rendere alcuni dei propri corsi di dottorato più vicini alle esigenze delle imprese e, d'altro lato, a stimolare l'assunzione e la valorizzazione di dottori di ricerca da parte delle imprese.

Questo capitolo è dedicato ad una sperimentazione, che coinvolge Confindustria, il CNR e alcuni atenei, per la promozione dei Dottorati Industriali. Per quanto i numeri siano assai limitati, si tratta di un esperimento che potenzialmente potrebbe avere un impatto notevole. I Dottorati saranno capaci a generare quell'auspicato salto verso produzioni con un più elevato contenuto tecnologico? Il prossimo paragrafo descrive il Dottorato Industriale, il paragrafo 4.3 in che misura il Piano Nazionale della Ricerca ha inteso sostenere i Dottorati Innovativi e come il CNR ha tentato di rispondere a questa sfida. Il paragrafo 4.4 descrive i Dottorati Industriali attivati dal CNR e il paragrafo 4.5 la collaborazione intrapresa dal CNR con Confindustria. Il paragrafo 4.6 descrive la procedura di selezione dei progetti di Dottorato Industriale. Infine il paragrafo 4.7 presenta i risultati finora conseguiti e nel paragrafo 4.8 sono formulate alcune considerazioni per l'azione pubblica.

4.2 - Il Dottorato Industriale

Il Dottorato di Ricerca, istituito in Italia dalla L. 28 del 21 febbraio 1980, nasceva con un unico obiettivo: rilasciare il più alto titolo di studio per la carriera accademica, tanto da recitare che “il dottorato di ricerca è titolo accademico valutabile soltanto nell’ambito della ricerca scientifica”. Questo dettato non recepiva la realtà effettiva del dottorato in altri paesi quali gli Stati Uniti, la Germania, la Gran Bretagna e la Francia, dove il dottorato, specie nelle materie STEM, era destinato non solo a formare studiosi per l’accademia, ma anche per sostenere i programmi scientifici e tecnologici delle imprese.

Solo successivamente sono nate “contaminazioni” tra i dottorati di ricerca e le imprese. È stato il D.M. 224/1999 a sancire formalmente la possibilità che il Dottorato si possa attivare sulla base “di convenzioni o intese con piccole e medie imprese, imprese artigiane, altre imprese”. Successivamente il D.M. 45/2013 ha normato per la prima volta i Dottorati Industriali e ha allargato lo sbocco dei dottorandi a contesti non solo accademici. Infatti nell’art. 1 si legge: “Il dottorato di ricerca fornisce le competenze necessarie per esercitare attività di ricerca di alta qualificazione presso soggetti pubblici e privati, nonché qualificanti anche nell’esercizio delle libere professioni, contribuendo alla realizzazione dello Spazio Europeo dell’Alta Formazione e dello Spazio Europeo della Ricerca”. All’art. 11 vengono definite le possibili tipologie di dottorato in collaborazione con le imprese riassunte nella tabella seguente:

Tabella 4.1 - Forme di Dottorato in collaborazione con l'impresa attualmente attivabili

Denominazione	Riferimento normativo	Caratteristiche salienti	Requisiti /adempimenti
Dottorato a borsa industriale	DM 224/1999	Rivolto a laureati magistrali o vecchio ordinamento. Occupazione a tempo pieno. Borsa di Dottorato equivalente a quelle ministeriali dello stesso ciclo, finanziata però dall'impresa che stabilisce la tematica.	Convenzione con L'Ateneo sede del Corso. Versamento anticipato dell'intero ammontare della borsa o fideiussione.
Dottorato industriale in convenzione con l'impresa	DM 45/2013	Rivolto a laureati magistrali o vecchio ordinamento. Occupazione a tempo pieno. Dottorato finanziato dall'impresa che partecipa alla definizione della tematica e del progetto formativo, anche fornendo docenza avanzata.	Convenzione con L'Ateneo sede del Corso. Rappresentanti dell'Impresa entrano a far parte del Collegio dei Docenti (ivi compresi iter di accreditamento/ valutazione). L'Impresa deve avere al proprio interno una struttura dedicata alla ricerca.
Dottorato Industriale Executive	DM 45/2013	Rivolto a dipendenti di impresa che siano in possesso di laurea magistrale ovvero di laurea vecchio ordinamento. Il Dottorando mantiene il proprio inquadramento e gestisce il proprio tempo tra Accademia e Impresa sulla base di un progetto formativo ad hoc redatto in Collaborazione. Attivabile in tre distinte finestre temporali durante l'a.a.	Convenzione con L'Ateneo sede del Corso. Versamento di un contributo per il funzionamento del Corso. L'Impresa deve avere al proprio interno una struttura dedicata alla ricerca.
Dottorato Industriale in Alto Apprendistato	DM 45/2013	La formazione di dottorato con contratti di apprendistato per percorsi di alta formazione segue modalità analoghe a quanto illustrato per l'Executive PhD, per candidati con età inferiore ai 30 anni.	Convenzione con L'Ateneo sede del Corso. Versamento di un contributo per il funzionamento del Corso. Si applicano gli sgravi fiscali vigenti per contratti in Alto Apprendistato. L'Impresa deve avere al proprio interno una struttura dedicata alla ricerca.

Fonte: Fondazione CRUI, 2019, pag. 10.

Il Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2015-2020 ha previsto numerose misure a sostegno delle risorse umane, tra queste i Dottorati "Innovativi". Proprio il PNR ha introdotto l'idea che per formare migliori ricercatori occorra investire sui percorsi di dottorato esistenti potenziandoli in tre aspetti:

- Internazionalizzazione;
- Intersettorialità;
- Interdisciplinarietà.

I cosiddetti Dottorati Innovativi devono dare risposta ad almeno uno di questi tre obiettivi. Le linee guida per l'accreditamento dei dottorati emanate dal MIUR nel 2017, in considerazione, fra l'altro, dei risultati della VQR 2011-2014, aggiornati nel 2019, ridefiniscono in termini di indicatori e parametri, i requisiti generali per l'accreditamento e la conseguente attivazione dei corsi di dottorato definendo anche i requisiti dei Dottorati Innovativi. Questi ultimi sono, coerentemente, di tre diverse tipologie: internazionale, intersettoriale (compreso il Dottorato Industriale) e interdisciplinare.

Con l'introduzione dei Dottorati Innovativi il Ministero ha consolidato una svolta importante di apertura del dottorato di ricerca che nel nostro paese è sempre stato considerato solo un prerequisito per la carriera accademica e non il più alto titolo di formazione da utilizzare in tutti i contesti professionali, a partire dalle imprese, ma anche nella scuola e nella pubblica amministrazione.

Ma ancora oggi il Dottorato Industriale è ancora molto poco diffuso. Per comprendere le ragioni della scarsa diffusione di uno strumento che sembrerebbe molto efficace, sia per la crescita di una "migliore" occupazione dei giovani, sia per favorire l'innovazione delle imprese italiane mediante il trasferimento tecnologico, l'Osservatorio Università-Imprese della Fondazione CRUI (2016) ha effettuato nel 2016 una indagine mirata tra gli Atenei italiani. Le principali criticità emerse, dal lato delle Università, hanno riguardato la complessa burocrazia per l'attivazione e l'accreditamento di questi dottorati, la valutazione non coerente con l'apertura all'esterno dell'accademia di questi dottorati e il gravoso investimento da parte delle imprese. Riguardo a questo ultimo aspetto, si vedrà nel paragrafo successivo, l'investimento delle imprese diventa per loro più sostenibile se il progetto di ricerca alla base della borsa di dottorato risponde pienamente alla domanda dell'impresa stessa. È stata quindi svolta una parallela indagine, rivolta ad un selezionato campione di imprese (partecipanti al Premio Imprese per Innovazione indetto da Confindustria), per sondare il punto di vista delle imprese rispetto al Dottorato Industriale. Anche le imprese hanno lamentato l'eccessiva e complessa burocrazia, al pari delle Università, ma hanno evidenziato anche criticità in merito alla proprietà intellettuale e alla mancanza di coordinamento nella definizione del progetto di ricerca. In sostanza è emerso un rapporto Università-Imprese poco strutturato e limitato essenzialmente al finanziamento o cofinanziamento delle borse.

Queste osservazioni sono state alla base della riflessione da parte di Confindustria e CNR che ha portato ad un nuovo approccio tra ricerca e impresa nell'ambito dei Dottorati Industriali che verrà trattato nel paragrafo 4.5.

4.3 - Il Dottorato Industriale e il PNRR

Il Dottorato Industriale, oltre alle proprietà tipiche del 3° ciclo della formazione superiore (obiettivo di preparazione alla metodologia per la ricerca scientifica avanzata con stage all'estero e frequenza di laboratori di ricerca, accesso condizionato al possesso di una laurea magistrale e al superamento di un concorso, durata di almeno tre anni, elaborazione da parte del dottorando di una tesi originale di ricerca) presenta caratteristiche distintive che, nelle loro potenzialità, lo connotano come un agile strumento per il trasferimento tecnologico, fattore fondamentale per l'attivazione di processi innovativi.

In questa veste, le qualità proprie del Dottorato Industriale che, attraverso la condivisione di un percorso pluriennale di ricerca industriale, promuove la stretta collaborazione tra imprese e mondo della ricerca configurano questo strumento come un importante elemento che va nella direzione della creazione di modelli aperti d'innovazione dove protagonisti sono reti locali di attori provenienti principalmente dal mondo imprenditoriale, da quello della ricerca e nell'universo educazione/formazione (oltre che da finanza, settore pubblico e dai consumatori stessi). Tali modelli rappresentano gli ecosistemi per l'innovazione sui quali si fondano le future sfide per i processi di sviluppo territoriale. In questo senso, i dottorandi e la loro ricerca rappresentano i veicoli mediante i quali la conoscenza circola con mutuo beneficio tra i diversi laboratori caratterizzati da approcci evidentemente diversi (da una parte, quello del CNR e degli atenei, più orientati alla ricerca scientifica e pubblicazione dei risultati, e dall'altra quello delle imprese più orientate all'applicazione in nuovi processi e/o prodotti).

Inoltre il Dottorato Industriale può essere considerato come proxy di domanda di conoscenza da parte delle imprese su tematiche di sviluppo proprie dei futuri business aziendali. Tali processi potrebbero sostanzarsi in dati di input per policy istituzionali per la ricerca scientifica (programmi

strategici) e/o per il sostegno alle imprese (bandi di finanziamento su settori specifici di specializzazione).

Non meno importante, coadiuvata anche attraverso la funzione di rappresentanza, orientamento e raccordo di terze parti come Confindustria, è l'azione di connettere in maniera strutturata l'esigenza di conoscenza da parte di piccole realtà industriali (micro e piccole imprese) con chi la conoscenza la produce (Università ed Enti Pubblici di Ricerca - EPR) attraverso un approccio di stabile condivisione pluriennale di nuova conoscenza. In questo senso, il Dottorato Industriale favorisce l'incontro non episodico delle potenzialità innovative che caratterizzano i piccoli imprenditori con i laboratori di ricerca al fine di colmare i gap di conoscenza per dare seguito allo sviluppo di prodotti e/o processi innovativi.

In questa veste, lo strumento del Dottorato Industriale richiamerebbe auspicabili politiche pubbliche di supporto indirizzate alle Piccole e Medie Imprese (PMI) per sostenerle in ordine a questo tipo di investimento (fondi di garanzia, crediti agevolati, defiscalizzazioni, ecc.).

Preme segnalare la possibilità per le imprese coinvolte nei Dottorati Industriali, di poter assumere, alla fine del percorso di dottorato, una giovane risorsa, capace già di occuparsi delle tematiche di ricerca di interesse aziendale a partire da quella caratterizzante il programma formativo di dottorato. A rafforzare tale potenzialità è quanto mai desiderabile poter affiancare incentivi pubblici.

Tali elementi che caratterizzano il Dottorato Industriale come un efficace e agile strumento di congiunzione del mondo della ricerca scientifica e quello imprenditoriale-industriale trovano riscontro nel recente PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) che, per la missione 4 "Istruzione e Ricerca" - sezione c2: "Dalla Ricerca all'Impresa", lo identifica come elemento dell'Investimento 1.5: "Creazione e rafforzamento di ecosistemi dell'innovazione, costruzione di leader territoriali di R&S". Il che, auspicabilmente, potrebbe condurre a reperire le risorse finanziarie per un consistente incremento dei Dottorati Industriali. Il Piano prevede anche l'aggiornamento della disciplina del dottorato, per rendere più semplici le procedure per il coinvolgimento delle imprese e degli organismi di ricerca e per potenziare la realizzazione di percorsi di dottorato non finalizzati alla carriera accademica.

4.4 - I Dottorati di Ricerca promossi dal CNR

Il CNR, che è il maggior Ente non universitario coinvolto nei dottorati di ricerca degli atenei italiani, con un significativo investimento di proprie risorse, nel 2017 ha proposto una precisa articolazione per i programmi di Dottorati Innovativi promossi e finanziati dal CNR, anche in collaborazione con le imprese, affinché fossero coerenti con le strategie scientifiche dell'Ente. Nel passato analoghe risorse venivano investite per finanziare borse di dottorato presso gli atenei, senza una visione strategica d'insieme, e soprattutto senza un chiaro coinvolgimento dei ricercatori e dei laboratori dell'Ente.

A seguito di questo nuovo indirizzo, la strategia del CNR è finalizzata allo sviluppo di percorsi di Dottorati Innovativi di altissimo profilo scientifico, che abbiano particolari requisiti di qualità, di innovazione tecnologica, di internazionalizzazione e di rapporto con le imprese e nei quali siano direttamente coinvolti i ricercatori e i laboratori del CNR.

Secondo la strategia del CNR, sono previste tre tipologie di programmi di Dottorato:

a) Programmi di dottorato CNR collegati ai grandi progetti di ricerca strategica a dimensione nazionale e/o internazionale.

Si tratta di dottorati a carattere fortemente interdisciplinare e intersettoriale e che prevedono il coinvolgimento contemporaneo di numerosi atenei e istituti di ricerca nel paese e in Europa nell'ambito di progetti o Istituzioni europee o internazionali (Flagship, Infrastrutture Europee ESFRI anche ERIC coordinati dal CNR, Organizzazioni Intergovernative o analoghi). Attualmente in questo ambito sono stati attivati:

- Il dottorato di ricerca congiunto in **Data Science** insieme all'Università di Pisa, alla Scuola Normale Superiore, alla Scuola Sant'Anna e alla Scuola IMT Alti Studi di Lucca. Il programma di dottorato nasce in collegamento alla Infrastruttura di Ricerca "Social Mining & Big Data Ecosystem" (So Big Data);
- Il dottorato di ricerca congiunto in **Quantum Technologies** insieme all'Università di Napoli Federico II e all'Università di Came-

rino. Il Programma nasce nell'ambito della "Quantum Technologies Flagship";

- Il dottorato di ricerca in **Patrimoni archeologici, storici, architettonici e paesaggistici mediterranei: sistemi integrati di conoscenza, progettazione, tutela e valorizzazione** insieme all'Università di Bari e al Politecnico di Bari in collegamento con l'Infrastruttura di Ricerca "European Research Infrastructure for Heritage Science" (E-RIHS).

b) Programmi di dottorato CNR in collaborazione con le imprese.

Confindustria e CNR hanno siglato nel 2018 un accordo per promuovere e attivare insieme circa 30 borse all'anno per Dottorati Innovativi Industriali cofinanziati da CNR e imprese, nell'ambito del Dottorato Industriale (si veda il Paragrafo 4.5).

c) Programmi di dottorato CNR su tematiche coerenti con le strategie scientifiche dell'Ente.

Si tratta di progetti di dottorato coerenti con le aree strategiche di ricerca del CNR; anch'essi dovranno prevedere nella definizione dei percorsi e dei profili dei dottorandi un coinvolgimento dei ricercatori e delle infrastrutture di ricerca del CNR. Questi programmi di dottorato devono soddisfare i criteri di rilevanza scientifica per l'Ente, eccellenza scientifica, originalità.

In quanto segue ci focalizzeremo sul Dottorato Industriale e sulla sua realizzazione attraverso i programmi di dottorato CNR in collaborazione con le imprese.

4.5 CNR e Confindustria per il Dottorato Industriale

Come anticipato nel paragrafo 4.3, CNR e Confindustria hanno iniziato una collaborazione al fine di promuovere il dottorato industriale a partire dal XXXIV° ciclo.

Tale collaborazione ha come obiettivo principale quello di favorire l'attivazione dei Dottorati Industriali superando alcune difficoltà nel rapporto tra atenei e imprese, già discusse in precedenza. Attivare borse di Dottorato

Industriale è spesso complicato: da una parte c'è la difficoltà per l'impresa di comprendere il potenziale di innovazione che un Dottorato Industriale può offrire; dall'altra c'è la difficoltà di calare nelle norme ministeriali e nei regolamenti di ateneo un progetto dottorale adeguato nel contenuto, nei modi e nei tempi alle reali esigenze dell'impresa. Il CNR, per la sua naturale vocazione al trasferimento tecnologico e la sua consuetudine al dialogo sia con gli atenei che con le imprese, può essere uno snodo fondamentale per superare questi ostacoli.

L'obiettivo di questo programma è stato quello di creare un vero e proprio ecosistema dell'innovazione in cui impresa e ricerca insieme identificano e progettano un percorso di dottorato coerente con le reali esigenze dell'impresa, fin dalla definizione delle esigenze di ricerca e innovazione delle imprese. In questo modo si favorisce anche l'inserimento dei dottori di ricerca nelle aziende aumentando il potenziale di innovazione delle imprese direttamente coinvolte nel progetto.

A questo scopo è stata attivata una procedura in più fasi che consente alle imprese di esprimere la domanda di ricerca e innovazione e al CNR di contribuire alla definizione del progetto di ricerca più adatto a rispondere a quella domanda. In questo processo gli atenei coinvolti, che condividono il progetto, accolgono le borse nell'ambito dei propri corsi di dottorato e definiscono, insieme a CNR e imprese, il progetto formativo.

L'efficacia dell'iniziativa è misurabile dall'aumento del numero dei Dottorati Industriali attivati ogni anno: abbiamo iniziato riuscendo a finanziare solo 14 borse nel XXXIV° ciclo, mentre nel XXXVII° ciclo saranno almeno 38 le borse che CNR e imprese finanzieranno.

I progetti che risultano finanziabili ogni anno sono selezionati da una commissione mista CNR-Confindustria che valuta i progetti sia dal punto di vista scientifico, sia dal punto di vista della coerenza tra l'obiettivo e il profilo del ricercatore proponente, sia dal punto di vista dell'interesse dell'azienda.

I requisiti minimi richiesti per questa tipologia di dottorato sono:

- a) che siano progetti finalizzati ad una o più delle 12 aree tematiche individuate dalla Strategia Nazionale di Specializzazione Inteligente (SNSI) sulla base del PNR (2015-2020). Questo requisito

- dovrà essere adattato al nuovo PNR (2021-2027) che prevede una diversa classificazione in aree e ambiti di ricerca;
- b) che Confindustria coinvolga le imprese interessate a partecipare al progetto;
 - c) che il CNR partecipi con i suoi istituti più idonei in relazione al progetto e individui gli atenei disponibili;
 - d) che sia il CNR, che le imprese interessate al dottorato collaborino con l'ateneo o gli atenei individuati per la definizione del tema e dei contenuti del dottorato, per l'individuazione e la selezione dei candidati e per la gestione del corso di dottorato;
 - e) che i dottorandi siano affiancati da due tutors, uno nel contesto della ricerca (Università o CNR) e uno nell'impresa;
 - f) che i dottorandi svolgano parte della loro attività nell'impresa e parte in un laboratorio del CNR.

4.6 La procedura per la selezione dei progetti di Dottorato Industriale CNR-Confindustria

Il processo si basa su progetti per borse di Dottorato Industriale presentate dai ricercatori dell'Ente in risposta ad un avviso annuale da parte del Presidente. Sono stati emessi quattro Avvisi del Presidente del CNR per i cicli dal XXXIV° al XXXVII°.

Per il XXXIV° ciclo l'Avviso rivolto ai ricercatori ha preceduto la fase di identificazione delle aziende potenzialmente interessate. Successivamente Confindustria, sulla base dei progetti di dottorato selezionati, ha identificato le imprese da coinvolgere.

Questa procedura non è risultata ottimale a causa dell'identificazione a posteriori delle imprese: i progetti dei ricercatori non si basavano su reali esigenze delle imprese e le imprese si trovavano a dover accogliere una proposta non tagliata sulle loro specifiche esigenze di innovazione. Per questo motivo, dal XXXV° ciclo è stata adottata una procedura differente, informatizzata, che inizia dalla raccolta delle manifestazioni di interesse da parte delle imprese, cui seguono le proposte dei ricercatori.

La procedura si articola in 4 fasi.

Prima fase. Avviso per manifestazione di interesse da parte delle imprese.

Un primo avviso viene rivolto alle imprese (settembre-ottobre). Le imprese si candidano proponendo un progetto per cofinanziare una borsa di Dottorato Industriale indicando anche la Regione di preferenza in cui svolgere il progetto.

Seconda fase. Avviso rivolto ai ricercatori del CNR. Il Presidente del CNR, in ottobre - novembre, promuove un avviso interno finalizzato a raccogliere le proposte per attivare borse o corsi di Dottorato Industriali, formulate dai ricercatori del CNR.

I ricercatori hanno due opzioni per presentare il loro progetto:

1. Possono scegliere uno dei progetti presentati dalle imprese che hanno risposto alla manifestazione di interesse; in questo caso possono intervenire sul progetto modificando o integrando gli obiettivi formativi indicati dalle imprese.
2. Possono presentare un nuovo progetto suggerendo anche il nome di una impresa disposta a cofinanziare la borsa (anche se non ha risposto all'avviso per manifestazione di interesse di cui sopra).

I progetti, corredati anche di un eventuale co-finanziamento da parte dell'Istituto proponente, che determina un aumento del numero totale di borse finanziate, vengono quindi sottoposti alla valutazione.

Terza Fase. Valutazione scientifica delle proposte. Le domande ricevute vengono suddivise tra i Dipartimenti del CNR, e ciascun Direttore valuta, secondo i criteri del bando, le domande assegnate, stilando una graduatoria di merito. Quindi la commissione CNR-Confindustria ripartisce le 30 borse tra i 7 Dipartimenti, in modo proporzionale al numero delle domande ricevute da ciascun di essi, determinando in questo modo i progetti vincitori del finanziamento.

Quarta Fase. Stipula delle Convenzioni. Una volta definiti i progetti da finanziare nell'ambito di un ciclo, il CNR promuove incontri tra le imprese finanziatrici e gli atenei potenzialmente coinvolti per definire le convenzioni delle borse di dottorato, facilitando il superamento delle criticità ti-

piche di questo processo ed emerse nell'indagine della Fondazione CRUI del 2016. L'obiettivo è stipulare la convenzione prima della scadenza dell'accreditamento ANVUR dei dottorati, e comunque prima delle pubblicazioni dei bandi di dottorato da parte degli atenei.

4.7 Primi risultati

Il progetto di Dottorato Industriale CNR-Confindustria è operativo da 4 cicli ed è quindi possibile una prima analisi dei risultati, dei punti di forza e debolezza del progetto per continuare a rafforzare l'iniziativa.

Nella Tabella 4.2 mostriamo l'evoluzione del numero delle imprese coinvolte, del numero delle borse proposte e finanziate e il corrispondente budget. Si evidenzia come l'investimento di imprese e CNR sia notevolmente aumentato nei primi quattro anni del progetto.

Osserviamo inoltre che (non considerando il ciclo XXXIV° per il quale la procedura è stata diversa come già riportato) solo il 27% dei progetti proposti viene effettivamente finanziato con il budget investito dal CNR. Esiste quindi una importante domanda da parte delle imprese disposte a cofinanziare Dottorati Industriali che rende possibile una crescita ulteriore del progetto potendo beneficiare di ulteriori risorse, ad esempio quelle previste nel PNRR.

Tabella 4.2 - Quadro sinottico del progetto di Dottorato Industriale
 CNR-Confindustria

Imprese, progetti e Budget	Ciclo XXXIV°	Ciclo XXXV°	Ciclo XXXVI°	Ciclo XXXVII°	Totale
Numero delle imprese candidate	-	60	57	131	248
Numero dei progetti proposti dalle imprese	-	70	79	131	280
Numero dei progetti proposti dai ricercatori	94	72	62	109	337
Numero dei progetti finanziati	14	26	24	27	91
Budget investito dalle Imprese	490.000 €	910.000 €	840.000 €	1.330.000 €	3.570.000 €
Budget investito dal CNR	490.000 €	594.500 €	718.500 €	1.028.500 €	2.831.500 €
Cofinanziamento degli Istituti CNR	-	315.500 €	121.500 €	301.500 €	738.500 €
Budget Totale	980.000 €	1.820.000 €	1.680.000 €	2.660.000 €	7.140.000 €

Fonte: nostre elaborazioni su dati CNR.

Nella Tabella 4.3 vengono riportate, per ciascuna Area tematica e per ogni singolo ciclo di dottorato, il numero di proposte presentate dalle imprese. Si osserva che oltre la metà della domanda delle imprese riguarda le Aree tematiche: “Salute”, “Fabbrica intelligente” ed “Energia”.

Tabella 4.3 - Proposte presentate dalle imprese

Area tematica prevalente	Ciclo XXXV°	Ciclo XXXVI°	Ciclo XXXVII°	Totale
Aerospazio	2	7	7	16
Agrifood	5	5	16	26
Blue Growth	3	2	0	5
Chimica Verde	6	2	13	21
Design, creatività e made in Italy	1	3	2	6
Energia	7	8	20	35
Fabbrica Intelligente	20	12	20	52
Mobilità sostenibile	4	4	5	13
Salute	11	24	35	70
Smart, Secure and Inclusive Communities.	4	5	4	13
Tecnologie per gli ambienti di vita	4	7	5	16
Tecnologie per il Patrimonio Culturale	3	0	4	7
Totale complessivo	70	79	131	280

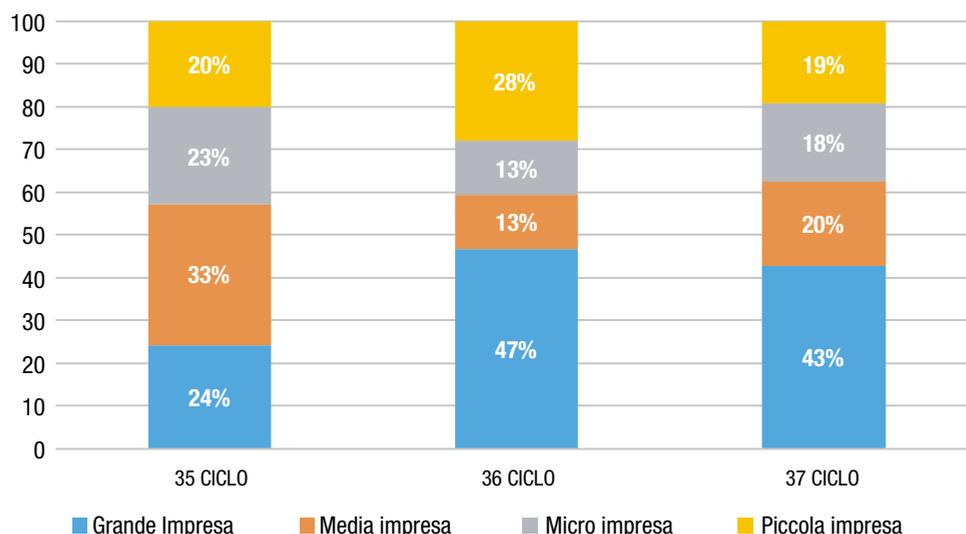
Fonte: nostre elaborazioni su dati CNR.

Nella Figura 4.1 si mostrano le proposte presentate per dimensione di impresa per comprendere il coinvolgimento della piccola e micro impresa al progetto. Si può notare che la partecipazione delle medie, piccole e micro imprese è stata ampia in tutti e tre i cicli, e ciò dimostra il grande interesse che queste realtà imprenditoriali hanno nei confronti di percorsi di alta formazione e nei confronti di processi di trasferimento tecnologico. Sottolineiamo che l'indagine della CRUI del 2016, ricordata in precedenza, evidenziava come i Dottorati Industriali venissero attivati principalmente da grandi imprese dotate di una struttura di ricerca interna. La procedura sviluppata da CNR-Confindustria, coinvolgendo le imprese fin dalla definizione del progetto di dottorato, ha reso questo strumento finalmente appetibile anche per le PMI e micro imprese, che sono quelle che possono trarre maggiori benefici da questo progetto in quanto spesso non sufficientemente strutturate per attivare in autonomia progetti di Dottorato Industriale.

Inoltre, nonostante la pandemia dovuta a Coronavirus che si è diffusa nel 2020, e che ha colpito in misura maggiore proprio le piccole e micro imprese, la loro partecipazione è stata comunque significativa anche nel XXXVII°

ciclo. In particolare, il 37% delle proposte sono state presentate da piccole e micro-imprese.

Figura 4.1 - Proposte presentate dalle imprese per dimensione



Fonte: nostre elaborazioni su dati CNR.

Nella Tabella 4.4 vengono riportate per ciascuna Area tematica e per ogni singolo ciclo di dottorato, il numero dei progetti di Dottorato Industriale finanziati. Si osserva che anche tra le proposte finanziate circa la metà riguardano le Aree tematiche: “Salute”, “Fabbrica Intelligente” ed “Energia”.

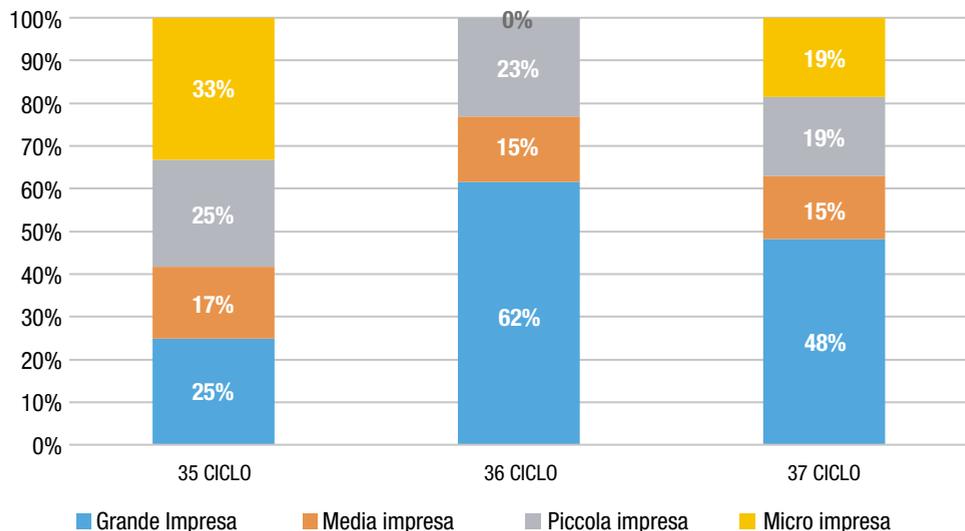
Tabella 4.4 - Progetti di Dottorato Industriale finanziati

Area tematica prevalente	Ciclo XXXIV°	Ciclo XXXV°	Ciclo XXXVI°	Ciclo XXXVII°	TOTALE
Aerospazio	1	1	2	2	6
Agrifood	0	4	2	3	9
Blue Growth	0	1	1	0	2
Chimica verde	0	2	0	1	3
Design, creatività e made in Italy	0	1	0	2	3
Energia	3	4	5	1	13
Fabbrica Intelligente	2	2	2	5	11
Mobilità sostenibile	3	3	1	2	9
Salute	2	3	7	9	21
Smart, Secure and Inclusive Communities	1	0	2	0	3
Tecnologie per gli ambienti di vita	1	3	1	1	6
Tecnologie per il patrimonio culturale	1	2	1	1	5
Totale complessivo	14	26	24	27	91

Fonte: nostre elaborazioni su dati CNR.

Nella Figura 4.2 si mostrano i progetti di Dottorato Industriale finanziati per dimensione di impresa. Si osserva che mentre nel XXXV° e nel XXXVII° ciclo la distribuzione per dimensione di impresa è analoga a quella relativa alla domanda delle imprese, nel XXXVI° ciclo vi è una prevalenza della grande impresa tra i progetti di dottorato finanziati. Si può associare questa anomalia agli effetti della pandemia del 2020 che ha portato molte piccole e microimprese a ritirare la loro proposta.

Figura 4.2 - Progetti di Dottorato Industriale finanziati per dimensione di impresa



Fonte: nostre elaborazioni su dati CNR.

Per quanto riguarda la distribuzione territoriale delle borse di dottorato finanziate, il 35% sono state attivate in atenei del nord del paese, il 21% del centro, e il 44% in atenei delle Regioni del sud del paese; in particolare il 20% di tutte le borse di dottorato sono state attivate negli atenei della Campania.

Si osserva infine che, in media nei cicli dal XXXV° al XXXVII°, solo il 64% dei progetti selezionati, quindi finanziabili, è stato effettivamente finanziato. Le cause di questo fenomeno sono molteplici: rinuncia da parte delle imprese per motivazioni aziendali; difficoltà non superabili nella definizione delle convenzioni tra atenei, CNR e impresa soprattutto per controversie sulla proprietà intellettuale dei risultati; mancanza di vincitori idonei, soprattutto quando gli accordi vengono stipulati troppo tardi rispetto alla pubblicazione dei bandi di dottorato da parte degli Atenei. Tali criticità sono, comunque, in via di risoluzione: mentre nel XXXV° ciclo solo il 57% dei progetti vincitori è stato finanziato, nel XXXVII° ciclo sarà finanziato almeno il 71% dei progetti vincitori.

In questo processo l'offerta di ricerca, rappresentata dal CNR, e la domanda di ricerca rappresentata dalle imprese, operano insieme sin dalla

definizione del progetto di dottorato. È proprio questa sinergia il valore aggiunto di questo processo promosso da CNR e Confindustria per promuovere il Dottorato Industriale. In questo modo si ottiene che il progetto di dottorato che ne consegue sia pienamente coerente con le reali esigenze dell'impresa sia in termini di contenuto scientifico e di trasferimento tecnologico che in termini di modalità di svolgimento del dottorato stesso. Il risultato del processo è sempre migliore quando anche l'ateneo che accoglie e supporta il progetto di dottorato, non solo interviene nella fase finale di definizione della convenzione, ma partecipa anche, con CNR e impresa, sin dalle prime fasi del lavoro. Per migliorare questo aspetto la commissione mista CNR-Confindustria sta mettendo a punto nuove modalità di coinvolgimento degli atenei nel processo.

Il processo messo a punto da CNR e Confindustria per il Dottorato Industriale, da queste prime evidenze, si sta dimostrando efficace. Il grande numero di domande presentate dalle imprese rispetto ai progetti finanziati indica che c'è ampio spazio per far crescere ulteriormente questo progetto, se nuovi finanziamenti si renderanno disponibili. Lo spazio dedicato nel PNRR al Dottorato Industriale ci fa essere ottimisti su questa prospettiva.

4.8 - Prospettive per il Dottorato Industriale

Abbiamo in questo capitolo descritto un esperimento ancora abbastanza limitato, quello del Dottorato Industriale promosso da CNR e Confindustria. Il Dottorato Industriale acquisisce nuova luce nel momento in cui il finanziamento dei dottorati è esplicitamente previsto dal PNRR (come visto nel Capitolo 1 di questa Relazione) come contributo all'investimento in beni immateriali quali la ricerca e l'educazione. In una situazione, in cui il matrimonio tra la formazione altamente qualificata, fornita dalle università e finanziata dal governo, e l'inserimento professionale dei dottorati segna il passo, il Dottorato Industriale potrebbe essere lo strumento adatto per facilitare questa connessione.

Ci sono quindi le condizioni affinché il numero dei Dottorati Industriali aumentino in maniera consistente nei prossimi anni. In particolare, occorre tenere presente che le risorse messe a disposizione dal PNRR, per quanto

ingenti, sono limitate nel tempo e che avranno successo solo nel momento in cui riusciranno ad attivare processi di formazione e di innovazione che saranno capaci di sostenersi e finanziarsi con le risorse ordinarie e non con quelle straordinarie. L'attivazione di un numero crescente di dottori di ricerca, direttamente collegati con i progetti delle imprese, richiede dunque di valutare in che misura essi contribuiscono all'innesco di processi di innovazione industriale stabili, e quindi il loro assorbimento nel mercato del lavoro da parte dell'industria: sarà interessante monitorare i percorsi professionali dei dottori di ricerca formati nel Dottorato Industriale. Ciò potrebbe aiutare ad evitare una sorta di "trappola del dottorato", dove le opportunità professionali per chi consegue il titolo siano quella di trovare lavoro nel settore pubblico oppure di emigrare all'estero. Il Dottorato Industriale, invece, dovrebbe proprio aumentare gli sbocchi professionali presso le imprese. I segnali finora forniti sono incoraggianti, tanto che i Dottorati Industriali emergono non solo come uno strumento di politica educativa, ma anche di politica industriale. Possiamo quindi ottimisticamente sperare che essi costituiscano un contributo – finora ancora limitato, ma in prospettiva crescente – per la creazione di un'economia che fa un uso più intenso di conoscenze specialistiche qualificate.

Riferimenti bibliografici

- Archibugi, D., Cellini, M., Di Tullio, I., Malgieri, A., Mariella, V. e Pisacane, L. 2021. Il Dottorato di Ricerca: una Valutazione, in CNR, Relazione sulla ricerca e l'innovazione in Italia Analisi e dati di politica della scienza e della tecnologia, Roma, CNR Edizioni, ottobre.
- Calcagnini, G. e Favaretto, I. 2016. Models of university technology transfer: analyses and policies in *The Journal of Technology Transfer*, 41(4), 655-660.
- Commissione di studio per elaborare proposte operative in materia di “dottorato di ricerca” istituita con DM 596 del 3 luglio 2013. Relazione Conclusiva.
- Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, Al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, 2011. Sostenere la crescita e l'occupazione - un progetto per la modernizzazione dei sistemi d'istruzione superiore in Europa, COM (2011) 567, 20 settembre.
- Fondazione CRUI, 2017. OU-I 2017 - Report Osservatorio Università e imprese, 38-48.
- Fondazione CRUI, 2018. I dottorati industriali, OU-I 2018 – Report Osservatorio Università e Imprese, 49-64.
- Fondazione CRUI, 2019. I Dottorati Industriali: esperienze a confronto, I Quaderni dell'Osservatorio Università Imprese #O2, Roma.
- MIUR, 2014. Linee guida per l'accreditamento dei corsi di dottorato, Prot. n. 436, 24 marzo.
- MIUR, 2017. Linee guida per l'accreditamento delle sedi e dei corsi di dottorato, Prot. n.1667, 14 aprile.
- MIUR, 2019. Dottorati Innovativi, attuazione del Programma Nazionale per la Ricerca 2015 - 2020 e indicazioni con riferimento al DM 552/2016 (art. 10, comma 1, lett. e), Prot. n. 1059, 31 agosto.
- Programma Nazionale della Ricerca, 2015-2020.

PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (5 maggio 2021; testo trasmesso alla Commissione Europea) - disponibile su [www. Governo.it](http://www.Governo.it)

Rapallini, M., 2020, Rapporto tecnico sull'attuazione della Delibera 147/2017 sui Dottorati CNR, Roma, CNR.

Redi, N. Di Minin, A., De Marco, C., 2015. Ecosistemi di innovazione: misure di sviluppo, in Policy Brief di Action Institute, 21 luglio.

Tiraboschi, M., 2013. Dottorati industriali e mercato del lavoro: appunti per una ricerca, in Diritto delle Relazioni industriali, 2013.

Tiraboschi, M., 2014. Dottorati industriali, apprendistato per la ricerca, formazione in ambiente di lavoro. Il caso italiano nel contesto internazionale e comparato, Diritto delle Relazioni industriali, 1-XXIV.

CAPITOLO

5

GLI INDICATORI DELLA RICERCA E
DELL'INNOVAZIONE: TABELLE E FIGURE

Tabelle e Figure

A cura di: Giovanni Abramo, Andrea D'Angelo, Serena Fabrizio, Andrea Filippetti, Vitantonio Mariella.*

In questo capitolo vengono presentate alcune elaborazioni sotto forma di figure e tabelle per fornire una sintesi dei principali indicatori su scienza tecnologia e innovazione in Italia e in altri paesi europei e non europei.

I dati si concentrano sulle risorse di input che sono immesse nel sistema di ricerca e innovazione nazionale e sugli output che il sistema stesso ha prodotto negli anni considerati; a questi si affiancano dati derivanti da indagini sull'innovazione condotte in ambito EUROSTAT e OCSE. I dati sono presentati in diverse figure con quelli analoghi di altri paesi europei e internazionali per favorire una lettura comparata.

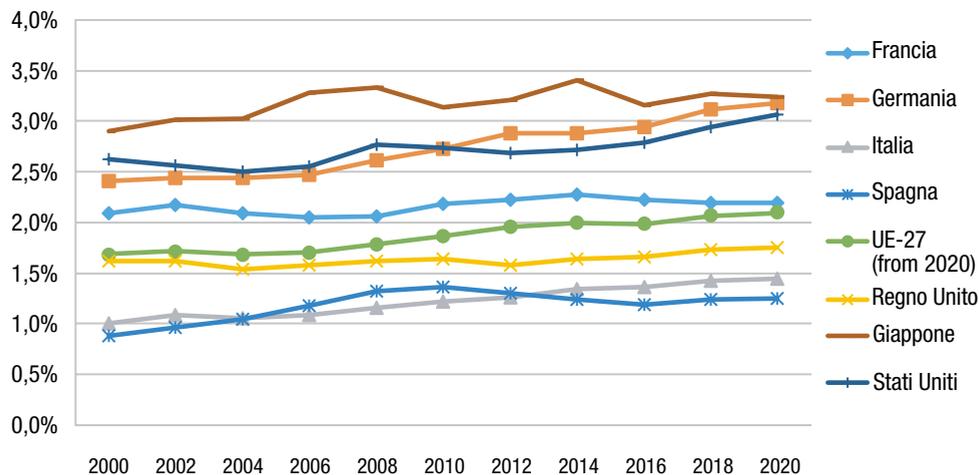
Le fonti utilizzate per i dati di spesa e personale sono sempre quelle della statistica ufficiale nazionale e internazionale: ISTAT, EUROSTAT, OCSE, Ministero dell'Università e della Ricerca. Per le pubblicazioni scientifiche sono stati utilizzati i dati Web of Science (WoS)-Clarivate Analytics. I dati sui brevetti derivano dall'Ufficio Europeo dei Brevetti (UEB) e quelli sull'innovazione dalla Community Innovation Survey e dall'European Innovation Scoreboard (EIS). Ogni tabella o figura riporta in nota la fonte utilizzata aggiornata all'ultimo anno disponibile al momento in cui questo Rapporto viene dato alle stampe.

Gli aspetti analizzati possono essere ricondotti ai seguenti ambiti:

Argomento	Contenuto	Tabelle e figure di riferimento
Risorse finanziarie stanziare o spese per R&S	Spese del settore pubblico e delle imprese per ricerca e sviluppo, stanziamenti pubblici per ricerca e sviluppo	Tabelle da 5.1 a 5.4 Figure da 5.1 a 5.4
Personale addetto alla R&S	Personale totale addetto alla ricerca e sviluppo e ricercatori in proporzione rispetto alla forza lavoro	Figure da 5.5. a 5.9
Pubblicazioni scientifiche	Pubblicazioni scientifiche indicizzate in WoS, citazioni normalizzate e pubblicazioni in collaborazione	Figure da 5.10 a 5.15
Brevetti	Domande di brevetto depositate presso UEB	Tabelle 5.6 e 5.7
Indagini sull'innovazione	Community Innovation Survey e Innovation Index nei vari paesi europei	Figure 5.16 e 5.17

* Giovanni Abramo e Andrea D'Angelo hanno curato i dati su Pubblicazioni e indici citazionali. Serena Fabrizio ha curato i dati su Risorse finanziarie stanziare per R&S, Spese per R&S, Personale addetto alla R&S. Andrea Filippetti ha curato i dati su Brevetti. Vitantonio Mariella ha curato i dati derivanti dalle Indagini sull'innovazione.

Figura 5.1 - La spesa per R&S in rapporto percentuale al Prodotto Interno Lordo (PIL) in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2020



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Giugno 2021.

Nota: i dati del 2019 sono previsioni.

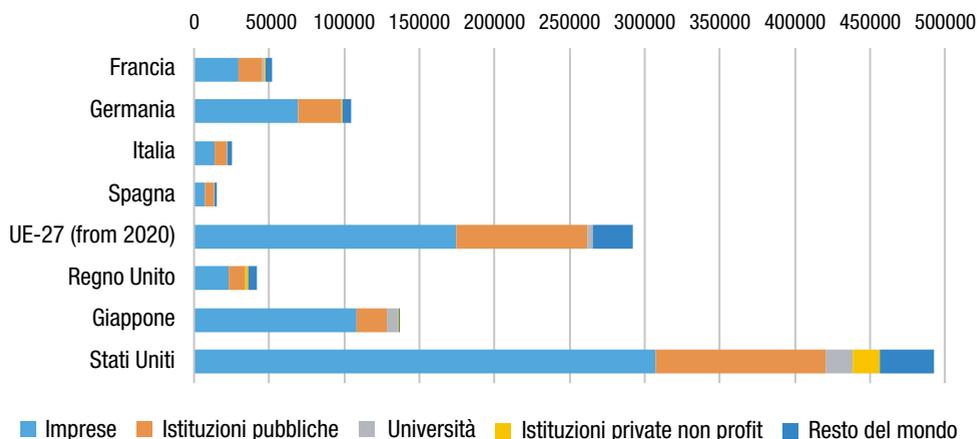
Tabella 5.1 – La spesa per R&S in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2019

Paese/Anno	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2019
Francia	47.748,50	51.154,96	51.087,22	52.099,56	53.765,76	56.271,40	58.969,34	61.189,70	61.077,23	62.837,95	63.657,89
Germania	79.146,35	81.197,86	81.542,27	86.573,80	95.205,74	97.654,82	107.564,73	110.276,33	116.904,24	128.823,96	131.931,86
Italia	22.558,00	24.839,27	24.504,83	25.955,99	27.910,72	28.240,21	28.593,98	29.760,98	31.016,53	33.129,23	33.839,73
Spagna	11.623,46	13.492,33	15.540,50	18.962,09	22.311,66	22.074,59	20.290,82	19.392,09	19.883,44	21.864,32	22.468,12
EU-27	230.191,06	244.398,44	249.587,90	268.708,84	294.037,93	301.122,62	321.098,49	331.998,38	345.437,62	377.678,71	390.520,04
Regno Unito	34.601,17	36.369,70	36.489,09	39.602,88	41.340,40	41.164,90	40.643,38	44.476,02	46.829,63	50.274,93	51.701,89
Giappone	133.269,15	138.959,67	144.939,04	161.720,32	165.510,85	153.327,79	159.008,55	172.493,16	163.004,00	173.280,42	172.613,59
Stati Uniti	361.149,25	361.291,16	377.180,93	410.438,79	451.897,17	446.420,45	454.434,98	481.544,03	517.225,07	576.237,17	612.713,99

Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di dollari USA (valori assoluti a prezzi costanti, base 2015).

Nota: i dati EU27 sono stimati. I dati del 2019 sono previsioni.

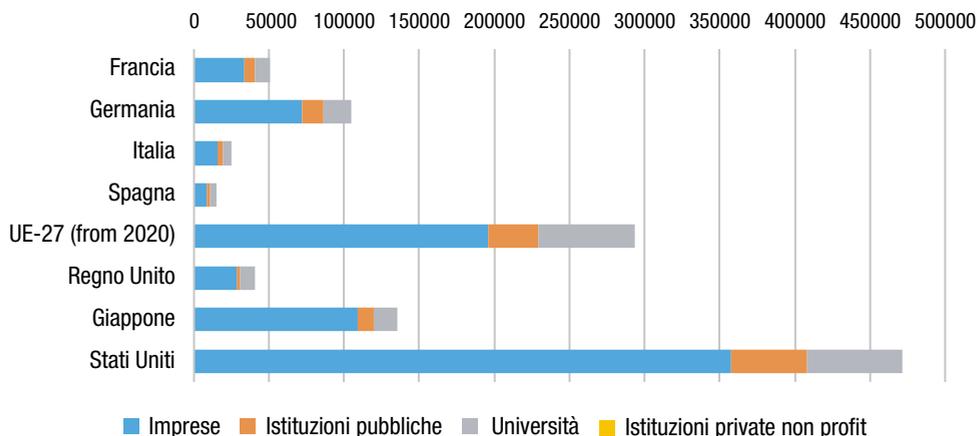
Figura 5.2 – La spesa per R&S per settore di finanziamento in alcuni paesi dell'OCSE nel 2018



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database, Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: i dati dell'Italia sono previsioni; il dato sulle Università non è disponibile per la Germania; il dato sulle Istituzioni private non profit non è disponibile per UE-27.

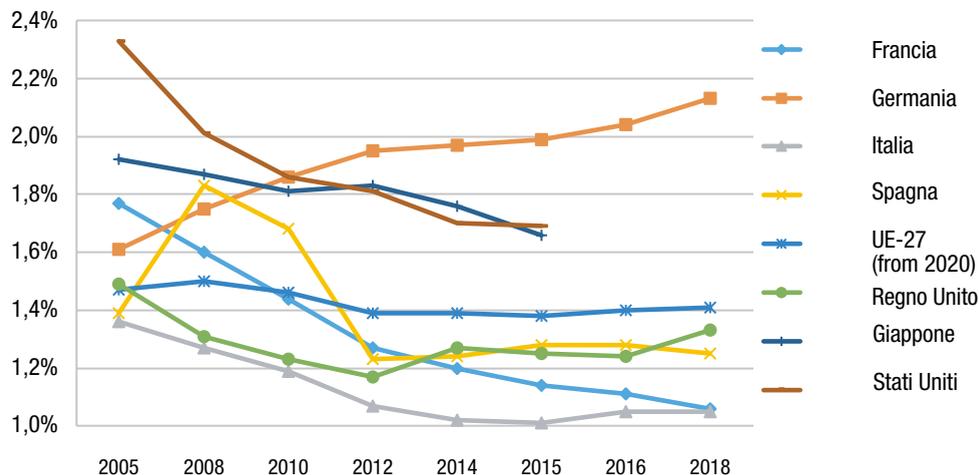
Figura 5.3 – La spesa per R&S per settore di esecuzione in alcuni paesi dell'OCSE nel 2018



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: I dati di Francia, Germania, Italia e Regno Unito sono previsioni. Per la Germania il dato sulle Istituzioni private non-profit non è disponibile.

Figura 5.4 – Gli stanziamenti pubblici in rapporto percentuale alla spesa pubblica totale per R&S in alcuni paesi dell'OCSE dal 2005 al 2018



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Giugno 2021.

Nota: il primo anno disponibile per l'Italia è il 2005. I dati dal 2016 al 2018 non sono disponibili per Giappone e Stati Uniti.

Tabella 5.2 – La spesa per R&S per settore di finanziamento e settore di esecuzione in Italia nel 2018

Per settore di esecuzione	Per settore di finanziamento					
	Imprese	Istituzioni pubbliche	Università	Istituzioni private non-profit	Resto del mondo	Totale
Imprese	13.260,0	783	5,2	17	1.869,0	15.934,0
Istituzioni pubbliche	120,4	2.734,8	15,6	65,3	210,8	3.146,9
Università	346,6	4.599,9	160,3	148,1	498,6	5.753
Istituzioni private non profit	24,3	147	1,4	141,8	82,9	397,9
Totale	13.751	8.265,3	182,5	371,8	2.661,3	25.232

Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di euro (valori a prezzi correnti).

Nota: nel 2016 EUROSTAT segnala un'interruzione della serie storica, l'ISTAT segnala che a partire da tale anno sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018); i dati del 2019 non sono disponibili in forma disaggregata.

Tabella 5.3 – Stanziamenti del MIUR agli Enti Pubblici di Ricerca dal 2002 al 2020

	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020
ASI	637,90	630,46	605,98	601,17	574,99	502,79	534,89	535,00	538,25	510,22	501,20
CNR	578,34	585,01	545,24	565,94	624,17	639,37	586,07	555,49	602,34	660,53	656,17
Area di Trieste	5,31	8,10	8,00	8,49	22,40	35,73	26,64	22,82	26,46	27,08	26,99
INRIM	9,97	12,57	20,00	20,42	21,77	19,35	19,92	19,38	20,73	21,39	21,17
Studi germanici	0,52	0,70	0,80	0,79	0,77	0,68	1,16	1,12	1,29	1,36	1,34
INDAM	2,12	2,53	2,48	2,57	3,02	2,50	2,67	2,56	2,76	2,79	2,77
INAF	8,15	51,77	83,85	92,59	103,28	91,49	87,97	86,97	98,65	111,05	110,02
INFN	286,63	280,28	272,02	281,76	308,20	278,25	276,65	260,13	279,13	300,81	297,22
INGV	21,45	37,08	49,22	59,51	57,56	49,21	51,67	55,18	65,63	69,96	68,50
OGS	10,90	13,56	13,26	15,12	17,84	16,98	17,67	17,32	18,69	19,71	19,55
Museo "Enrico Fermi"	1,03	1,99	2,11	2,09	2,10	1,90	1,86	1,79	2,01	2,29	2,27
SZN	12,78	14,27	14,61	14,88	15,33	14,72	15,21	14,65	14,01	14,54	14,40
TOT	1.575,09	1.638,31	1.617,57	1.665,34	1.751,44	1.652,96	1.622,38	1.572,40	1.669,94	1.741,74	1.721,59

Elaborazione CNR IRCRES sugli stanziamenti agli EPR del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca e Decreti Ministeriali. Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di euro (valori assoluti a prezzi correnti).

Nota: ASI - Agenzia Spaziale Italiana; CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche; Area di Trieste - Area Science Park; INRIM - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica; Studi Germanici - Istituto Nazionale di studi germanici; INDAM - Istituto Nazionale di Alta Matematica "F. Severi"; INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica; INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare; INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale; Centro FERMI - Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi; SZN - Stazione Zoologica Anton Dohrn. Il dato del 2002 per l'INAF è parziale.

Tabella 5.4 – Entrate accertate di altri Enti di Ricerca dal 2002 al 2019

	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2019
CREA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	113,78	120,25	110,44	125,30	139,84	155,31
ENEA	217,41	197,90	196,00	160,38	187,31	158,71	151,88	189,24	196,21	198,79
IIT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100,00	98,70	97,48	98,58	93,58	93,58
ISS	114,56	103,52	106,82	117,06	111,40	107,21	101,24	98,38	108,57	108,71
ISTAT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	293,68	176,35	196,76	176,74	185,00	184,00
ISPRa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83,19	84,88	85,42	81,29	90,42	91,12
TOT	331,97	301,42	302,82	277,44	889,37	746,11	743,22	769,53	813,61	831,51

Elaborazione CNR IRCRES sulle entrate accertate (al lordo delle restituzioni previste dalla spending review) dalle seguenti fonti: ENEA, consuntivi ENEA <http://www.enea.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci/bilancio-preventivo-e-consuntivo>; ISS, consuntivi ISS <https://amministrazionetrasparente.iss.it/?tipologie=bilancio-preventivo-e-consuntivo>; IIT, <https://www.iit.it/it/istituto/bilancio>; CREA, <http://trasparenza.crea.gov.it/?q=node/12>; ISTAT, consuntivi ISTAT <https://www.istat.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci>; ISPRa, consuntivi ISPRa <http://www.isprambiente.gov.it/it/amministrazione-trasparente/bilanci>. Unità: milioni di euro (valori assoluti a prezzi correnti).

Nota: ENEA - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; ISS - Istituto Superiore di Sanità; IIT - Istituto Italiano di Tecnologia; CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; ISTAT - Istituto Italiano di Statistica; ISPRa - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Per il CREA il primo anno disponibile è il 2009*. Per l'IIT, l'ISTAT e l'ISPRa il primo anno disponibile è il 2010. Per l'ISS, il finanziamento ordinario corrisponde alla dicitura "fondo di funzionamento" e dal 2011 l'importo è dato dalla somma di due voci, il fondo di funzionamento e le spese obbligatorie. Per l'ISTAT nel 2012 gli accertamenti totali sono 453,35 milioni di euro che includono oltre al contributo ordinario riportato in tabella, la somma dei contributi per i censimenti pari a 277 milioni di euro. n.d. = non disponibile.

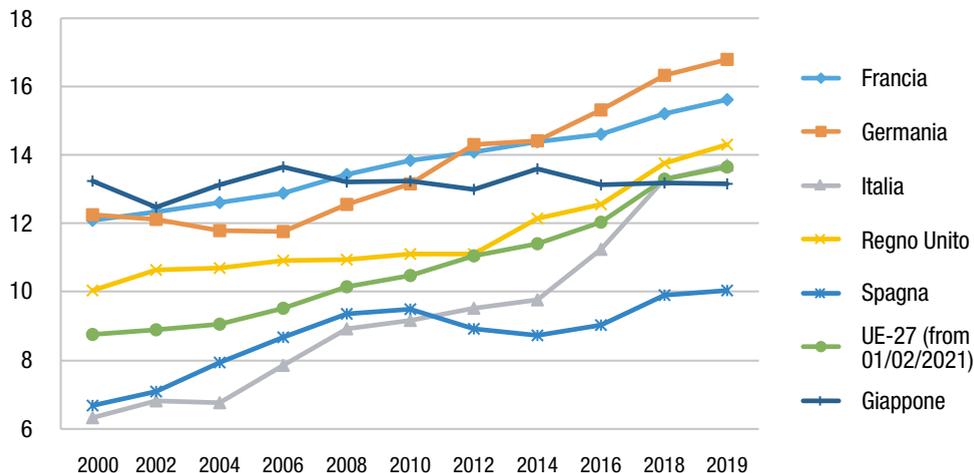
Tabella 5.5 - La spesa per R&S per settore istituzionale e regione in Italia nel 2018

REGIONI	imprese (escluse università private)	istituzioni pubbliche (escluse università pubbliche)	università (pubbliche e private)	istituzioni private non profit	Totale	Publicco	Privato
Piemonte	2.476	100	362	50	2.987	461	2.526
Valle d'Aosta	16	1	3	2	24	5	19
Liguria	373	159	132	8	673	291	381
Lombardia	4.008	219	868	114	5.208	1.087	4.121
Trentino Alto Adige	266	100	133	31	529	233	296
Prov. Bolzano	132	15	33	28	208	49	159
Prov. Trento	134	85	100	3	322	184	137
Veneto	1.648	108	494	14	2.263	601	1.662
Friuli-Venezia Giulia	343	129	157	6	635	286	348
Emilia-Romagna	2.505	190	571	12	3.279	761	2.518
Toscana	1.118	176	510	25	1.828	685	1.143
Umbria	109	15	106	1	231	121	110
Marche	294	18	146	0	458	163	295
Lazio	1.293	1.380	692	90	3.455	2.073	1.382
Abruzzo	145	41	120	1	307	161	146
Molise	60	2	20	0	82	21	60
Campania	649	169	564	22	1.404	733	671
Puglia	245	82	255	12	595	338	257
Basilicata	24	31	24	0	79	55	24
Calabria	51	16	112	1	180	128	52
Sicilia	269	136	322	8	735	458	277
Sardegna	42	75	163	1	280	237	43
Italia	15.934	3.147	5.753	398	25.232	8.900	16.332

Elaborazione CNR IRCRES su dati ISTAT, Statistiche su Ricerca e sviluppo da I.Stat. Dati estratti a Giugno 2021. Unità: milioni di euro a prezzi correnti.

Nota: a partire dall'anno 2016 sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018).

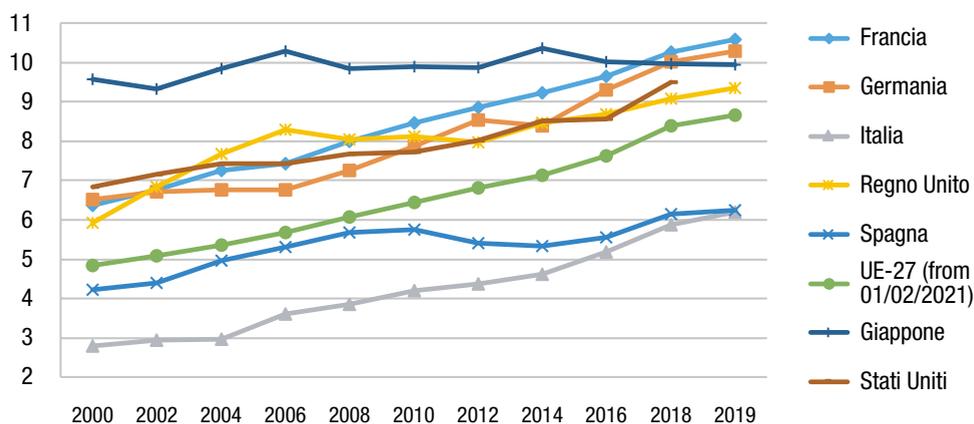
Figura 5.5 - Il personale addetto alla R&S in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni Paesi dell'OCSE dal 2000 al 2019



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Giugno 2021.

Nota: dato non disponibile per gli Stati Uniti. Dato 2016 non disponibile per la Francia. I dati del 2019 sono previsioni.

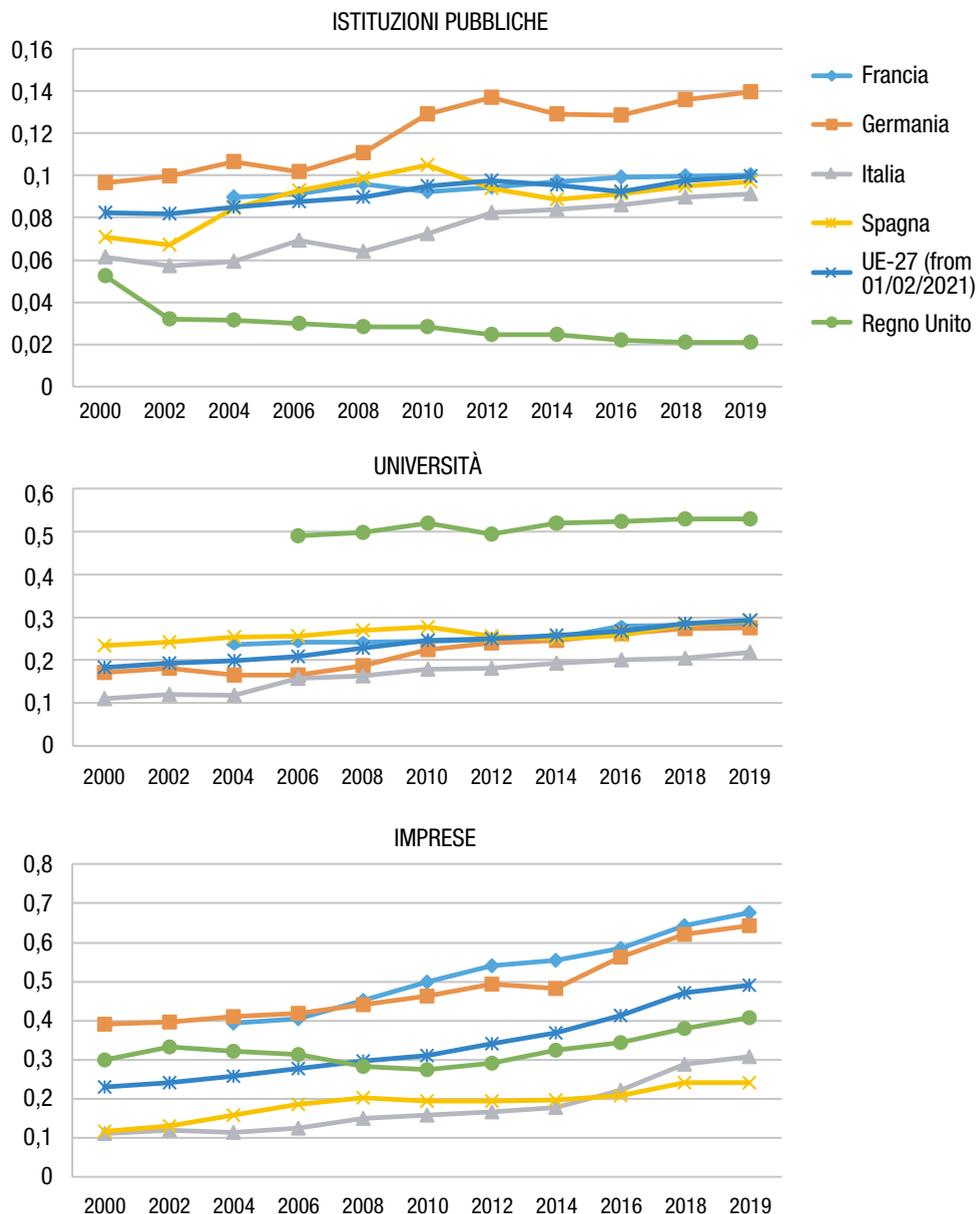
Figura 5.6 - I ricercatori in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni Paesi dell'OCSE dal 2000 al 2019



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators database da OECD.Stat. Dati estratti a Giugno 2021.

Nota: l'ultimo anno disponibile per gli Stati Uniti è il 2018. I dati 2019 sono previsioni.

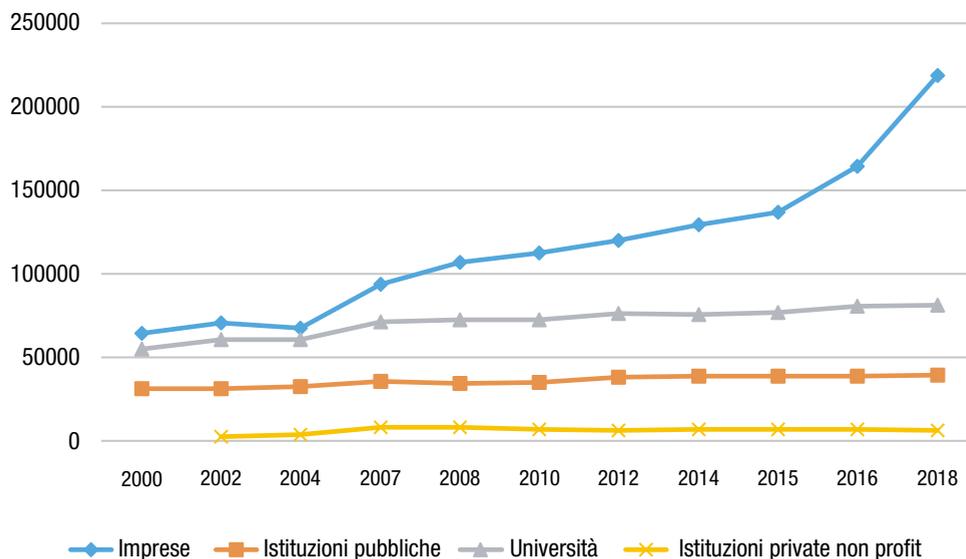
Figura 5.7 - Percentuale di Ricercatori sul totale della popolazione attiva (in ETP) per settore istituzionale in alcuni Paesi dell'OCSE dal 2000 al 2019



Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Giugno 2021. Numeratore: ETP (Equivalenti Tempo Pieno)

Nota: Per la Francia i dati sono disponibili dal 2004. Per USA e Giappone non ci sono dati disponibili.

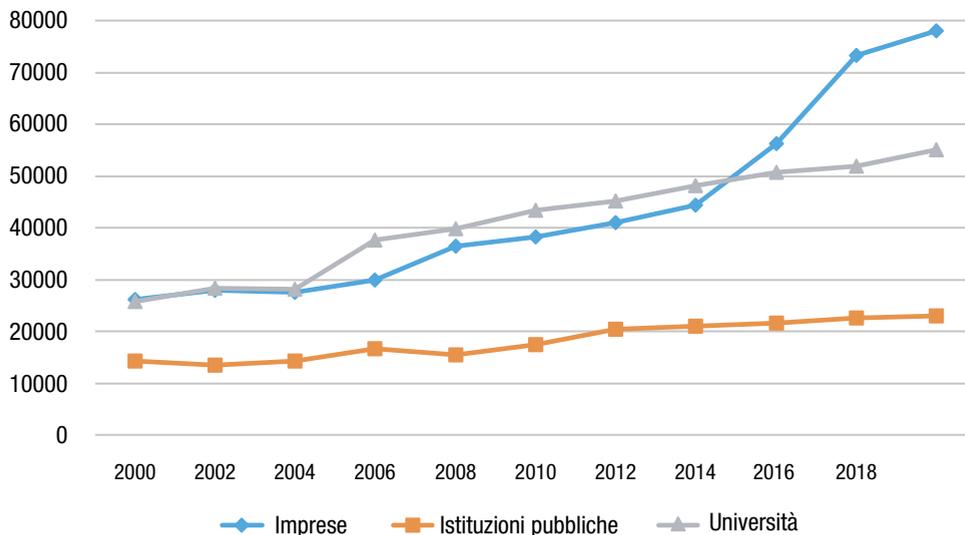
Figura 5.8 – Il personale addetto alla R&S in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2018



Fonte: ISTAT, *Ricerca e sviluppo in Italia, anni vari, Tavola 8, Statistiche su Ricerca e sviluppo da I. Stat. Dati estratti a Giugno 2021.*

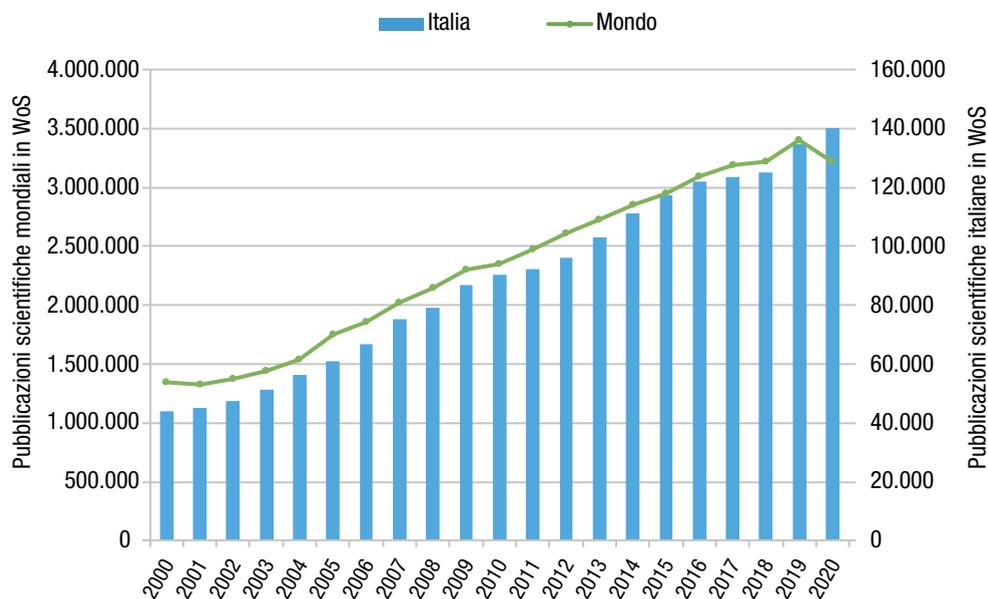
Nota: il dato del 2000 per istituzioni private non-profit non è disponibile; il dato del 2006 non è disponibile per alcun settore ed è stato sostituito con quello del 2007. A partire dall'anno 2005 è stata modificata la procedura di stima del personale di R&S nelle Università. In particolare, sono stati inclusi tra i ricercatori gli assegnisti di ricerca non considerati negli anni precedenti. A partire dall'anno 2016 sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati difusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (*Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018*).

Figura 5.9 – I Ricercatori in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2019



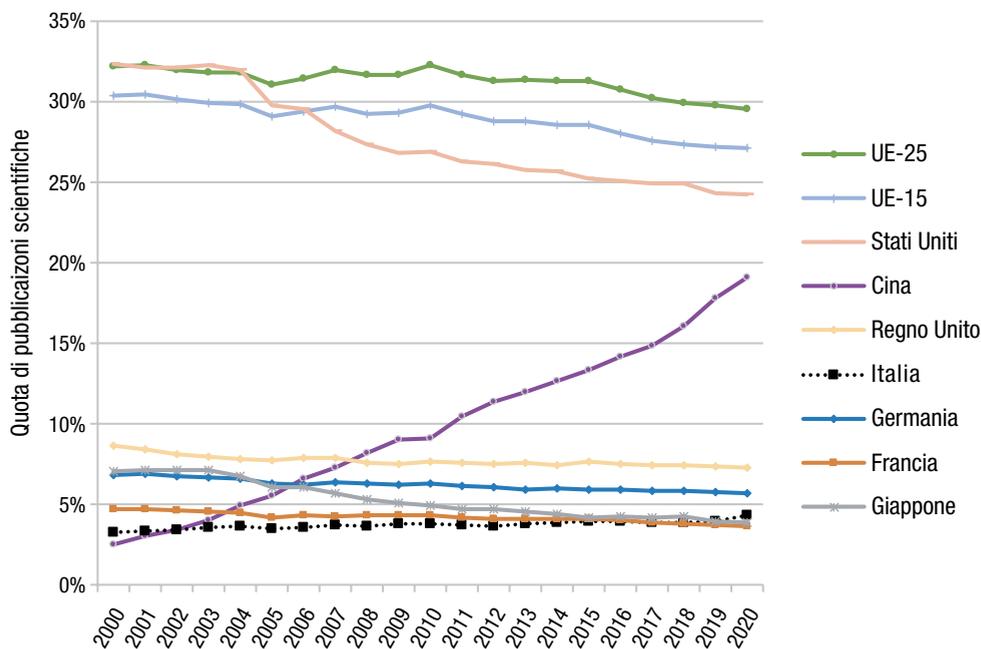
Fonte: EUROSTAT, Research and Development database. Dati estratti a Giugno 2021. Numeratore: ETP (Equivalenti Tempo Pieno). A partire dall'anno 2005 è stata modificata la procedura di stima del personale di R&S nelle Università. In particolare, sono stati inclusi tra i ricercatori gli assegnisti di ricerca non considerati negli anni precedenti. A partire dall'anno 2016 sono state introdotte alcune innovazioni metodologiche finalizzate a migliorare la qualità dei dati diffusi, in particolare sull'attività di R&S nelle imprese la popolazione di riferimento era composta 21.133 imprese, in aumento di circa il 18% rispetto all'edizione precedente (Ricerca e Sviluppo in Italia, 2018).

Figura 5.10 - Pubblicazioni scientifiche indicizzate in Web of Science (WoS)



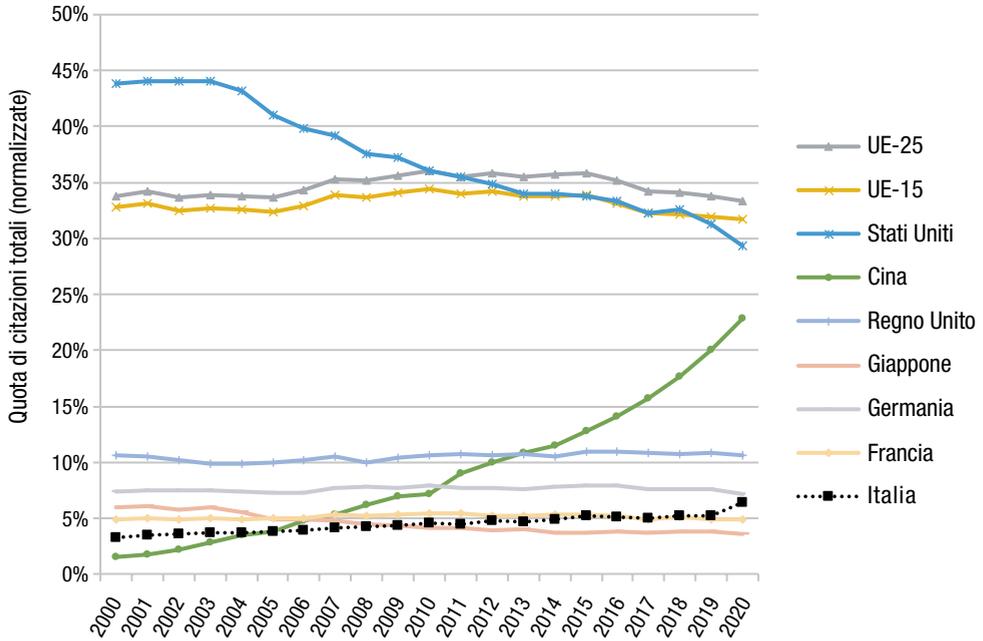
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

Figura 5.11 - Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali per paese



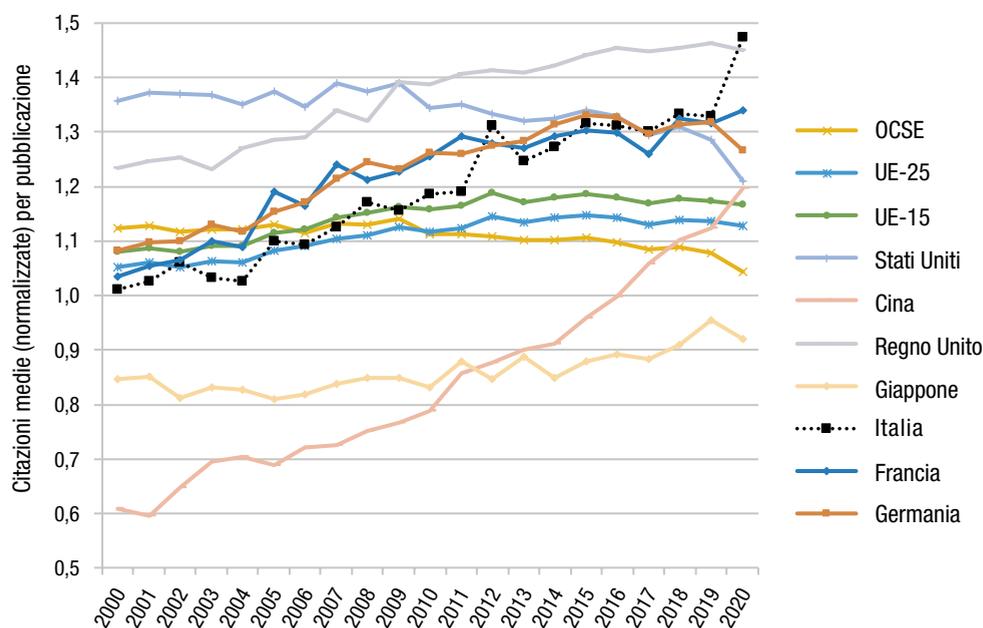
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

Figura 5.12 - Quote di citazioni (normalizzate)* totali mondiali per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

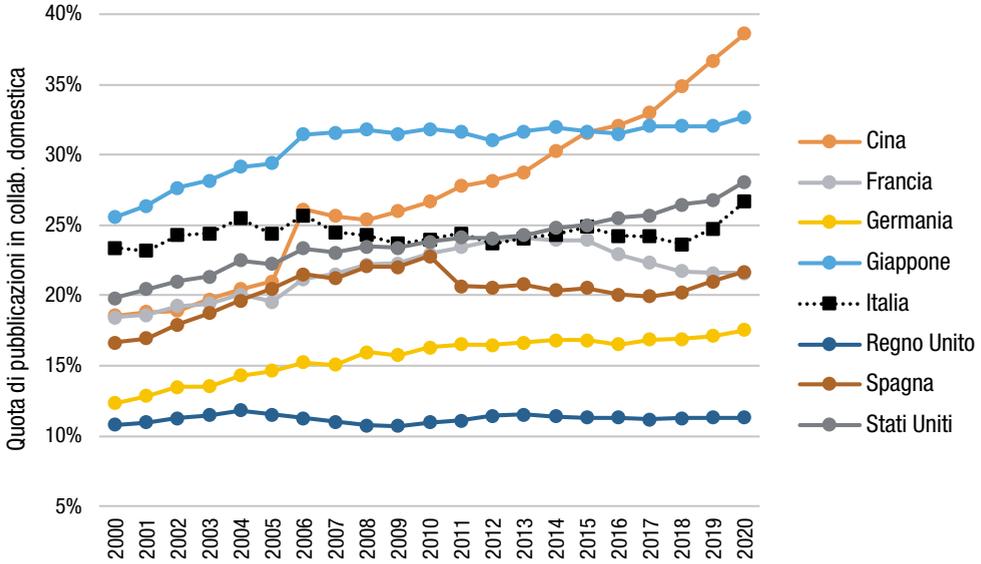
*La normalizzazione è riferita alla distribuzione per settore scientifico, tipo e anno di pubblicazione.

Figura 5.13 - Citazioni (normalizzate)* medie per pubblicazione per paese

Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

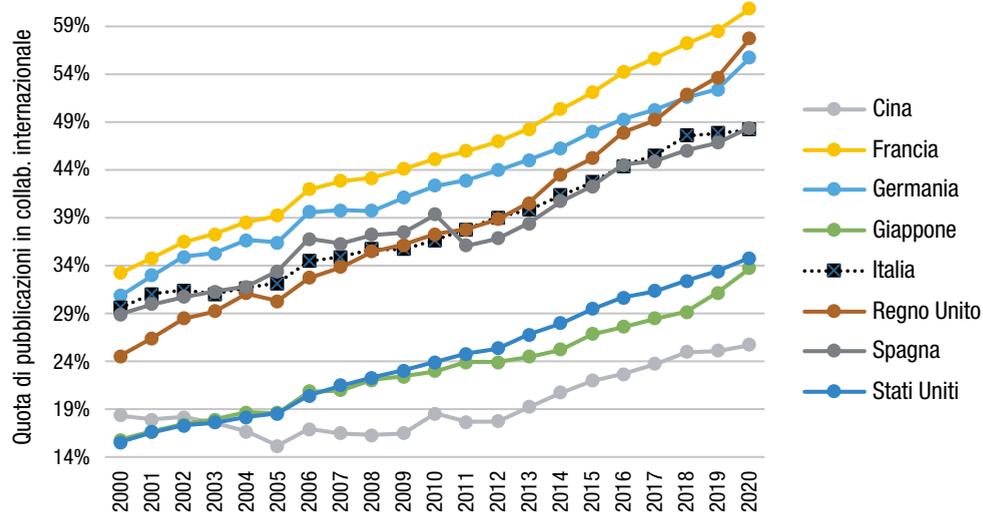
* La normalizzazione è riferita alla distribuzione per settore scientifico, tipo e anno di pubblicazione.

Figura 5.14 - Quota di pubblicazioni nazionali frutto di collaborazione interna al paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

Figura 5.15 - Quota di pubblicazioni nazionali frutto di collaborazione internazionale



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 30 Aprile 2021).

Tabella 5.6 – Domande di brevetto depositate presso l'UEB, principali paesi industrializzati, dal 2000 2020

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cina	162	2.061	2.542	3.751	4.075	4.680	5.728	7.092	8.641	9.401	12.227	13.432
Francia	6.789	9.575	9.617	9.897	9.835	10.614	10.760	10.484	10.619	10.317	10.233	10.554
Germania	20.057	27.328	26.202	27.249	26.510	25.633	24.807	24.932	25.539	26.734	26.762	25.954
Italia	3.195	4.078	3.970	3.744	3.706	3.649	3.986	4.154	4.360	4.399	4.469	4.600
Giappone	17.117	21.626	20.418	22.490	22.405	22.118	21.421	20.943	21.774	22.615	22.086	21.841
Corea del Sud	977	4.732	4.891	5.721	6.333	6.166	6.407	6.687	6.457	7.296	8.339	9.106
Paesi Bassi	4.477	5.965	5.627	5.067	5.852	6.874	7.147	6.860	7.043	7.140	6.942	6.375
Spagna	532	1.430	1.404	1.544	1.504	1.471	1.518	1.574	1.671	1.776	1.885	1.791
Svezia	2.314	3.590	3.638	3.518	3.674	3.873	3.839	3.547	3.783	4.050	4.395	4.423
Swizzera	3.602	6.864	6.553	6.746	6.742	6.910	7.116	7.302	7.354	7.927	8.266	8.112
Regno Unito	4.270	5.381	4.746	4.716	4.587	4.764	5.051	5.175	5.321	5.736	6.129	5.715
Stati Uniti	28.350	39.508	35.050	35.268	34.011	36.668	42.597	40.032	42.463	43.612	46.177	44.293
Totale mondo	116.649	151.015	142.822	148.562	148.027	152.703	160.004	159.087	166.594	174.481	181.532	180.250
quota Italia/ mondo	2,74%	2,70%	2,78%	2,52%	2,50%	2,39%	2,49%	2,61%	2,62%	2,52%	2,46%	2,55%

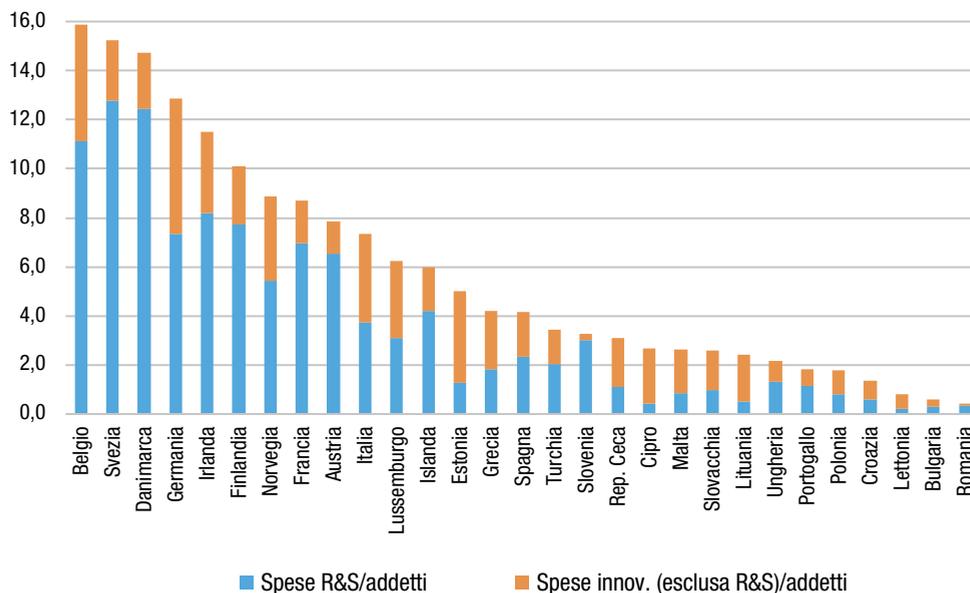
Fonte: elaborazione ISSIRFA-CNR su dati UEB. Nota: I dati si riferiscono alle domande di brevetto depositate presso l'UEB (domande europee dirette e domande internazionali tramite PCT entrate nella fase europea).

Tabella 5.7 – Domande di brevetto ogni 100.000 abitanti depositate presso l'UEB, principali paesi industrializzati, dal 2000 al 2020

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cina	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
Francia	11,1	14,4	14,8	14,9	15,3	15,7	16,0	15,8	15,8	15,4	15,2	15,7
Germania	25,1	32,1	33,5	33,1	32,8	31,7	30,8	30,9	31,6	33,1	33,1	32,1
Italia	5,7	6,7	6,6	6,4	6,1	6,2	6,5	6,7	7,2	7,2	7,3	7,5
Giappone	14,6	16,1	16,8	17,1	17,5	17,3	16,9	16,6	17,1	17,7	17,3	17,1
Corea del Sud	2,3	9,3	10,3	11,3	12,1	12,5	12,8	13,0	12,7	14,3	16,4	17,9
Paesi Bassi	31,0	36,8	33,3	32,9	35,3	39,3	41,1	41,3	41,4	42,0	40,9	37,5
Spagna	1,3	2,9	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,2	3,5	3,7	3,9	3,7
Svezia	27,3	36,9	37,9	37,9	38,4	39,1	38,3	37,8	38,7	41,4	45,0	45,3
Svizzera	52,3	82,1	84,9	83,5	84,1	84,5	85,8	86,9	88,7	95,6	99,7	97,9
Regno Unito	7,7	7,9	7,8	7,4	7,3	7,4	7,7	7,8	8,1	8,8	9,4	8,7
Stati Uniti	10,4	11,6	11,7	11,1	11,2	11,8	12,4	12,7	13,1	13,4	14,2	13,6

Fonte: elaborazione ISSIRFA-CNR su dati UEB. Nota: I dati si riferiscono alle domande di brevetto depositate presso l'UEB (domande europee dirette e domande internazionali tramite PCT entrate nella fase europea).

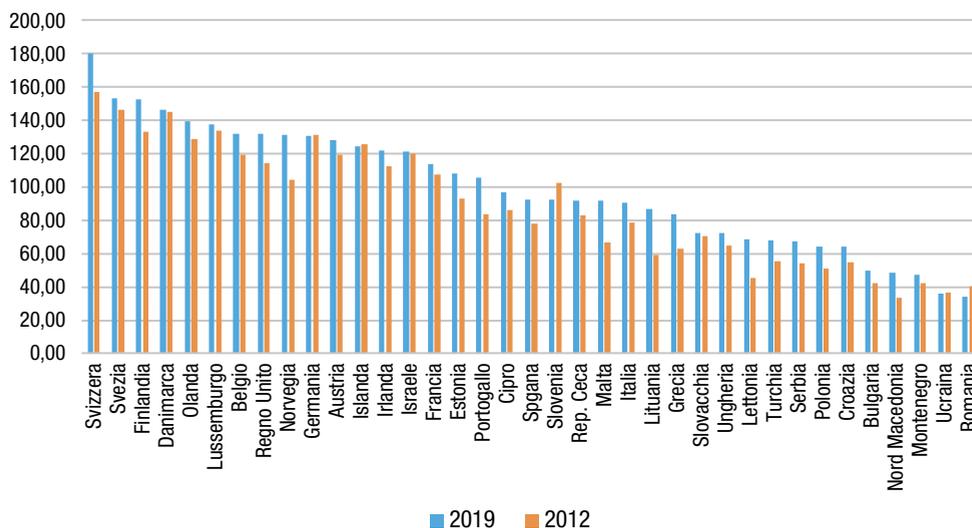
Figura 5.16 – Spese in innovazione delle imprese per addetto nell'Unione Europea (suddivise tra spese per R&S e altre componenti della spesa)



Fonte: EUROSTAT, *Expenditures of enterprises in innovation activities and R&D n the total number of employees, by country* (elaborazioni degli autori). Disponibile all'indirizzo: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Legenda: spesa per R&S delle imprese; spesa per innovazione totale compresa la spesa in R&S. Il totale degli addetti al denominatore riguarda solo le imprese innovative (Innovation core activities).

Nota: La Community Innovation Survey è una indagine armonizzata coordinata da EUROSTAT e alla quale partecipano tutti i paesi dell'Unione Europea. Uno dei vantaggi di questa indagine è stato quello di contabilizzare la spesa per altre attività diverse dalla R&S sostenute dalle imprese per innovare. Mentre si considera che tutta le R&S delle imprese sia una spesa relativa all'innovazione, questa indagine consente di prendere in considerazione anche altre tipologie di spese. Dall'Indagine emerge che le imprese italiane, tradizionalmente con una spesa per ricerca industriale minore dei paesi europei del Nord, sostengono una spesa per la componente di innovazione diversa dalla R&S più elevata.

Figura 5.17 - Innovation Index, European Innovation Scoreboard, 2012 e 2019

Fonte: European Innovation Scoreboard 2020. Disponibile all'indirizzo: https://interactivetool.eu/EIS/EIS_2.html#a

Nota: L'European Innovation Scoreboard (EIS) fornisce una classificazione dei paesi europei sulla base di molteplici indicatori tra loro ponderati. L'EIS distingue tra quattro tipi di attività, che coprono dieci dimensioni di innovazione e 27 indicatori in totale. "Framework conditions" considerano i principali fattori delle prestazioni nell'innovazione esterni all'impresa, e coprono tre dimensioni d'innovazione: risorse umane, sistemi di ricerca attrattivi, e ambiente favorevole all'innovazione. "Investments" riguardano gli investimenti, sia quelli pubblici che privati, in ricerca e innovazione e coprono due dimensioni: finanza e supporto e investimenti d'impresa. "Innovation activities" catturano gli sforzi innovativi a livello d'impresa, raggruppati in tre dimensioni d'innovazione: innovatori, collegamenti e attività intellettuali. "Impacts" coprono infine gli effetti delle attività d'innovazione delle imprese in due dimensioni di innovazione: impatti sull'occupazione e delle vendite.



GLOSSARIO



GLOSSARIO

ADI	Associazione Dottorandi e Dottori di Ricerca Italiani
ADU	Area Disciplinare Universitaria
AGID	Agenzia per l'Italia Digitale
ANVUR	Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca
APRE	Agenzia Per la Ricerca Europea
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
CINECA	Consorzio Interuniversitario del Nord-Est per il Calcolo Automatico
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CORDIS	Community Research and Development Information Service
CPV	Common Procurement Vocabulary
CREA	Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria
CTWS	Center for Science and Technology Studies, Leiden University
DARP	Deutscher Aufbau- und Resilienzplan
DIH's	Digital Innovation Hubs
EC	European Commission. Sigla inglese di Commissione Europea
ENEA	Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile
EPO	European Patent Office. Sigla inglese di Ufficio Europeo dei Brevetti (UEB)
EPR	Enti Pubblici di Ricerca
ERC	European Research Council
ETP	Addetti Equivalenti a Tempo Pieno
EU15	Paesi membri dell'Unione Europea prima dell'adesione di dieci paesi candidati il 1° maggio 2004
EU28	L'insieme dei 28 paesi membri che componevano l'Unione Europea compreso il Regno Unito.
EUROSTAT	Ufficio Statistico dell'Unione Europea
FESR	Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale
FFO	Fondo Finanziamento Ordinario del Ministero dell'Università e della Ricerca
FSE	Fondo Sociale Europeo

IASI	Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica, CNR
ICT	Information and Communication Technology, Tecnologia dell'Informazione e della Comunicazione
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INDAM	Istituto Nazionale Alta Matematica "Francesco Severi"
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
INRIM	Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
IQR	Interquartile Range, distanza interquartile
IRCCS	Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
IRCRES	Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile, CNR
IRI	Industrial Research Institute
IRPPS	Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali, CNR
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ISS	Istituto Superiore di Sanità
ISSIRFA	Istituto per gli Studi sui Sistemi Regionali Federali e sulle Autonomie, CNR
ISTAT	Istituto Nazionale di Statistica
LS	Life Sciences, Scienze della Vita
MEF	Ministero dell'Economia e delle Finanze
MISE	Ministero dello Sviluppo Economico
MIUR	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca Scientifica
MSCA	Marie Skłodowska-Curie Actions della Commissione Europea
MUR	Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica
NGEU	Next Generation – EU
OCSE	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico. Sigla italiana dell'OECD
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development. Sigla inglese dell'OCSE
OGS	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
PCP	Pre commercial procurement
PCT	Patent Cooperation Treaty
PE	Physics and Engineering, Scienze Fisiche e Ingegneristiche

PIL	Prodotto Interno Lordo
PNR	Programma Nazionale per la Ricerca
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PON	Programma Operativo Nazionale
POR	Programma Operativo Regionale
PPI	Public Procurement of Innovation
PPP	Purchasing Power Parity, Parità di Potere d'Acquisto
PPS	Purchasing Power Standard
PQ	Programma Quadro della Commissione Europea
PRIN	Progetti di Ricerca di significativo Interesse Nazionale
R&D	Research and Development. Sigla inglese di R&S
R&I	Ricerca e Innovazione
R&S	Ricerca e Sviluppo. Sigla italiana di R&D
REACT - EU	Recovery Assistance for Cohesion and the Territories of Europe
RISIS	Research Infrastructure for Research and Innovation Policy Studies
RRF	Recovery and Resilience Facility
S&T	Scienza e Tecnologia
S3	Smart Specialization Strategy
SBRI	Small Business Research Initiative
SIDRI	Società Italiana del Dottorato di Ricerca
SNA	Social Network Analysis
SSD	Settore Scientifico Disciplinare
SSH	Social Science and Humanities, Scienze Sociali e Umane
SSN	Servizio Sanitario Nazionale
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics, Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica
SZN	Stazione Zoologica "Anton Dohrn"
TED	Tender's Electronic Daily
UE	Unione Europea
UEB	Ufficio Europeo dei Brevetti. Sigla italiana dell'European Patent Office (EPO)
WoS	Web of Science, Banca dati mondiale di indicizzazione di pubblicazioni e relative citazioni
WTO	World Trade Organization, Organizzazione Mondiale per il Commercio



INDICE FIGURE, TABELLE E BOX



Indice delle figure

Figura 1.1 - Ripartizione risorse per missione	32
Figura 1.2 - Divisione delle risorse fra quattro ambiti di ricerca (valori in % sul totale)	44
Figura 1.3 - Allocazione percentuale delle risorse dei Piani nazionali per obiettivo	46
Figura 1.4 - Peso percentuale degli investimenti in ricerca sul totale delle risorse previste dal Piano	52
Figura 1.5 - Scelte allocative dei paesi per ambito di ricerca	53
Figura 1.6 - Allocazione percentuale delle risorse destinate alla ricerca applicata e sviluppo sperimentale per obiettivi socio-economici	54
Figura 2.1 - Composizione percentuale del contributo finanziario in H2020 per tema e tipologia di enti beneficiari	73
Figura 2.2 - Le prime 20 organizzazioni in Europa per contributi H2020	74
Figura 2.3 - Finanziamento e indice di partecipazione ai programmi H2020 per ricercatore (ETP) in alcuni paesi europei	75
Figura 2.4 - Le prime 20 organizzazioni in Italia per contributi H2020. Finanziamento netto (Milioni di Euro) per numero di partecipazioni	78
Figura 2.5 - Mappa del finanziamento H2020 per numero di partecipazioni in Italia per provincia (livello di disaggregazione territoriale NUTS3)	79

Figura 2.6 - Degree Centrality per progetti H2020 di tutte le organizzazioni (Figura 2.6a- sinistra) e solo università (Figura 2.6b - destra)	84
Figura 2.7 - Degree delle Università nei settori delle scienze sociali e umane (SSH) per progetti (Figura 2.7a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.7b - destra)	86
Figura 2.8 - Degree delle Università nei settori PE per progetti (Figura 2.8a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.8b - destra)	87
Figura 2.9 - Degree delle Università nei settori della Scienze della Vita (LS) per progetti (Figura 2.9a - sinistra) e pubblicazioni (Figura 2.9b - destra)	88
Figura 2.10 - Pil-pro capite e Degree Centrality delle Università aggregato per provincia	90
Figura 2.11 - Indice di eterogeneità (HHI) delle organizzazioni partecipanti ai progetti H2020 per provincia	92
Figura 3.1 - Percentuale dottori di ricerca sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2019	107
Figura 3.2 - Percentuale dottori di ricerca e dei ricercatori sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2019	109
Figura 3.3 - Studenti iscritti ai corsi di dottorato di ricerca in Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna e Stati Uniti - 2013 - 2018	111
Figura 3.4 - Titoli di dottorato di ricerca conseguiti in Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna e Stati Uniti - 2013 - 2018	112
Figura 3.5 - Percentuale iscritti a dottorato di ricerca sulla popolazione in età lavorativa (25-64 anni) nei paesi OCSE - 2018	113
Figura 3.6 - Tasso di occupazione dei dottori di ricerca nei paesi OCSE, anno 2019	114

Figura 3.7 - Studenti di dottorato stranieri nei paesi europei, anno 2018, in migliaia	117
Figura 3.8 - Percentuale studenti di dottorato stranieri sul totale degli studenti di dottorato nei paesi europei, anno 2018	118
Figura 3.9 - Studenti di dottorato stranieri in Italia per paese di provenienza, primi 20 paesi, anno 2018, valori assoluti	119
Figura 3.10 - Posti di dottorato banditi e iscritti ai corsi di dottorato con e senza borsa, anni 2007-2019, valori assoluti	123
Figura 3.11 - Dottori di ricerca che hanno conseguito il titolo nei diversi settori disciplinari e nei settori Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) e non-STEM, valori percentuali, aggregazione anni 2015-2019	124
Figura 3.12 - Dottori di ricerca italiani per genere, valori percentuali	125
Figura 3.13 - Dottori di ricerca italiani per genere e campo disciplinare, anni 2005 e 2018, dati percentuali	126
Figura 3.14 - Dottori di ricerca per settore di impiego e genere (per 100 persone con le stesse caratteristiche)	131
Figura 3.15 - Dottori di ricerca che nel 2018 lavorano per area disciplinare (per 100 persone con le stesse caratteristiche)	132
Figura 3.16 - Coerenza tra attività lavorativa e dottorato per genere. Anno 2018, valori percentuali	134
Figura 3.17 - Dottori di ricerca italiani del 2012 e 2014 che nel 2018 sono residenti all'estero, per area disciplinare (per 100 persone con le stesse caratteristiche)	138
Figura 4.1 - Proposte presentate dalle imprese per dimensione	170
Figura 4.2 - Progetti di Dottorato Industriale finanziati per dimensione di impresa	172

Figura 5.1 – La spesa per R&S in rapporto percentuale al Prodotto Interno Lordo (PIL) in alcuni paesi dell’OCSE dal 2000 al 2020	179
Figura 5.2 – La spesa per R&S per settore di finanziamento in alcuni paesi dell’OCSE nel 2018	181
Figura 5.3 – La spesa per R&S per settore di esecuzione in alcuni paesi dell’OCSE nel 2018	181
Figura 5.4 – Gli stanziamenti pubblici in rapporto percentuale alla spesa pubblica totale per R&S in alcuni paesi dell’OCSE dal 2005 al 2018	182
Figura 5.5 – Il personale addetto alla R&S in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni Paesi dell’OCSE dal 2000 al 2019	186
Figura 5.6 – I ricercatori in rapporto a mille unità di forza lavoro in alcuni Paesi dell’OCSE dal 2000 al 2019	186
Figura 5.7 – Percentuale di Ricercatori sul totale della popolazione attiva (in ETP) per settore istituzionale in alcuni Paesi dell’OCSE dal 2000 al 2019	187
Figura 5.8 – Il personale addetto alla R&S in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2018	188
Figura 5.9 – I Ricercatori in unità ETP per settore istituzionale in Italia dal 2000 al 2019	189
Figura 5.10 – Pubblicazioni scientifiche indicizzate in Web of Science (WoS)	190
Figura 5.11 – Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali per paese	191
Figura 5.12 – Quote di citazioni (normalizzate)* totali mondiali per paese	192

Figura 5.13 - Citazioni (normalizzate)* medie per pubblicazione per paese	193
Figura 5.14 - Quota di pubblicazioni nazionali frutto di collaborazione interna al paese	194
Figura 5.15 - Quota di pubblicazioni nazionali frutto di collaborazione internazionale	195
Figura 5.16 - Spese in innovazione delle imprese per addetto nell'Unione Europea (suddivise tra spese per R&S e altre componenti della spesa)	198
Figura 5.17 - Innovation Index, European Innovation Scoreboard, 2012 e 2019	199

Indice delle tabelle

Tabella 1.1 - Elenco dei progetti, le risorse, le amministrazioni competenti e l'orizzonte temporale degli interventi	35
Tabella 1.2 - Elenco dei progetti, le risorse, le amministrazioni competenti e l'orizzonte temporale degli interventi	37
Tabella 1.3 - Misure previste e allocazione delle risorse	38
Tabella 1.4 - Misure e allocazione risorse per missione 1, 2 e 6	41
Tabella 1.5 - Ripartizione delle risorse per componenti	48
Tabella 1.6 - Ripartizione delle risorse per missione	49
Tabella 1.7 - Ripartizione delle risorse per missione	50
Tabella 2.1 - Partecipazioni e contributo finanziario totale Horizon 2020 di alcuni paesi	70

Tabella 2.2 - Partecipazioni e contributo finanziario totale Horizon 2020 di alcuni paesi 2014-2019 (Variazioni percentuali del Tasso di Successo-TdS)	71
Tabella 2.3 - Coordinamento proposte e contributo finanziario totale Horizon 2020 in alcuni paesi (tasso di successo sul totale)	72
Tabella 2.4 - Confronto tra il budget assegnato da H2020 nei vari temi e il budget assegnato ai partecipanti italiani	77
Tabella 3.1 - Studenti italiani iscritti ai corsi di dottorato in Austria, Francia, Regno Unito, Spagna, Stati Uniti e Svizzera, anni 2013-2018, valori assoluti	121
Tabella 3.2 - Reddito mensile netto dei dottorati di ricerca per area disciplinare, luogo di residenza e genere	137
Tabella 4.1 - Forme di Dottorato in collaborazione con l'impresa attualmente attivabili	158
Tabella 4.2 - Quadro sinottico del progetto di Dottorato Industriale CNR-Confindustria	168
Tabella 4.3 - Proposte presentate dalle imprese	169
Tabella 4.4 - Progetti di Dottorato Industriale finanziati	171
Tabella 5.1 - La spesa per R&S in alcuni paesi dell'OCSE dal 2000 al 2019	180
Tabella 5.2 - La spesa per R&S per settore di finanziamento e settore di esecuzione in Italia nel 2018	182
Tabella 5.3 - Stanziamenti del MIUR agli Enti Pubblici di Ricerca dal 2002 al 2020	183
Tabella 5.4 - Entrate accertate di altri Enti di Ricerca dal 2002 al 2019	184

Tabella 5.5 - La spesa per R&S per settore istituzionale e regione in Italia nel 2018 185

Tabella 5.6 - Domande di brevetto depositate presso l'UEB, principali paesi industrializzati, dal 2000 2020 196

Tabella 5.7 - Domande di brevetto ogni 100.000 abitanti depositate presso l'UEB, principali paesi industrializzati, dal 2000 al 2020 197

Indice dei box

Box 1.1 - Credito di imposta per ricerca e sviluppo e innovazione 39

Box 2.1 - Nota Metodologica 82

Box 3.1 - La metodologia dell'Indagine ISTAT sull'Inserimento professionale dei dottori di ricerca 129

Box 3.2 - I suggerimenti degli stakeholders per una riforma del Dottorato di Ricerca 141

PROGETTO GRAFICO
Daniele Benedetti

