RICERCA SCIENTIFICA IN CAMPO AMBIENTALE
Progetti e risultati del Bando

QUADERNI FONDAZIONE CARIPLO ▪ Valutazione 49

Fondazione CARIPLO

TUTE SERVARE MUNIFICE DONARE • 1816

RICERCA SCIENTIFICA IN CAMPO AMBIENTALE – Progetti e risultati del Bando

Rita Bacchella, Fondazione Cariplo
Paolo Canino, Stefano Cima, Beatrice Gallo, Chiara Maria Locatelli, Fondazione Social Venture Giordano Dell'Amore

Collana "Quaderni dell'Osservatorio" n. 49 ▪ Anno 2024

In copertina: Paesaggio di vino – Foto di G. Foresti

Fondazione Cariplo
Via Daniele Manin 23 ▪ 20121 Milano ▪ www.fondazionecariplo.it

INDICE

Progetto Slow2Fast e educazione: studenti della Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche dell'Università di Milano-Bicocca di fronte alla frana del Ruinon (Valfurva, SO) – Foto di F. Agliardi

EXECUTIVE SUMMARY 5

1. ORIGINE, ANDAMENTO E GESTIONE DEL BANDO 7

1.1. Genesi e motivazioni 7

1.2. Evoluzione del Bando 9

1.3. Selezione dei progetti 10

2. I RISULTATI DEI PROGETTI FINANZIATI 15

2.1. Quadro di sintesi 15

2.2. Caratteristiche dei progetti analizzati 17
2.3. Realizzazione dei progetti 20
3. LA RILEVANZA SCIENTIFICA DELLE PUBBLICAZIONI 31
3.1. Impostazione metodologica 31
3.2. Il quadro generale 32
3.3. Rilevanza settoriale 39
3.4. Rilevanza delle collaborazioni realizzate 43
3.5. Rilevanza delle pubblicazioni “citanti” 45
APPENDICE 48
BIBLIOGRAFIA 51

Abstract

Dal 2011 al 2017 l’Area Ricerca scientifica e trasferimento tecnologico di Fondazione Cariplo ha promosso un Bando dedicato alla ricerca in campo ambientale, sostenendo complessivamente 46 progetti con oltre 11 milioni di euro. Questo Quaderno analizza i risultati delle ricerche finanziate, con l’obiettivo di descriverne le ricadute in termini di pubblicazioni scientifiche, formazione di giovani ricercatori e promozione delle carriere scientifiche, raccolta di ulteriori finanziamenti e diffusione della conoscenza prodotta.

L’analisi si basa sui dati raccolti con le Relazioni sui risultati, strumento utilizzato dalla Fondazione per rilevare in modo sistematico informazioni sulle attività svolte e sui risultati prodotti dai progetti, al momento delle richieste di erogazione di contributo (parziale e/o a saldo) da parte dell’ente finanziato. Tali informazioni sono state approfondite mediante l’analisi bibliometrica delle pubblicazioni scientifiche prodotte. Le elaborazioni quantitative sono state integrate con riscontri qualitativi che hanno permesso di approfondire alcuni casi particolarmente significativi rispetto agli obiettivi del Bando.

Questa indagine si inserisce nel processo di monitoraggio e valutazione delle attività della Fondazione, volto a informare la collettività sulle iniziative intraprese, oltre che a riflettere criticamente sui programmi avviati in un’ottica di miglioramento interno. Si ritiene inoltre che il quadro informativo d’insieme possa fornire elementi di particolare interesse anche per i ricercatori attivi nell’ambito della ricerca ambientale. Ai ricercatori che hanno realizzato i progetti analizzati va un sentito ringraziamento per i risultati conseguiti e per la collaborazione prestata alla realizzazione di questo studio.

EXECUTIVE SUMMARY

Progetto Slow2Fast: rilevamento in campagna di grandi deformazioni gravitative in Valfurva (SO) – Foto di F. Agliardi

Il lavoro di analisi presentato in questo Quaderno è organizzato in tre capitoli. Nel primo sono spiegate le ragioni che hanno portato la Fondazione Cariplo a individuare la Ricerca ambientale quale ambito strategico di intervento e sono descritti l'andamento, le modalità di gestione e selezione del Bando e il loro progressivo affinamento. In particolare, la Fondazione ha deciso dedicare fondi alla Ricerca in campo ambientale, promuovendo bandi biennali su specifiche risorse naturali come Aria, Acqua e Suolo. Nel secondo capitolo sono illustrati alcuni dati descrittivi volti a dare conto degli esiti scientifici e organizzativi (inserimento di nuove figure professionali, supporto ai percorsi di carriera, ulteriori finanziamenti raccolti) dei progetti finanziati, tenendo conto del ruolo che il contributo della Fondazione ha avuto per la realizzabilità del progetto stesso. Il terzo capitolo approfondisce la rilevanza delle pubblicazioni scientifiche prodotte

dai lavori di ricerca finanziati, analizzandone l'impatto (in termini di circolazione dei risultati) presso la comunità scientifica di riferimento e comparando i risultati con alcuni importanti riferimenti internazionali. Per svolgere tale analisi sono stati presi a riferimento sia le maggiori istituzioni di ricerca sia i più importanti enti finanziatori attivi nei settori principali del Bando. I risultati analizzati sono riferiti a 46 progetti finanziati fra il 2011 e il 2017 per un valore complessivo di circa €11 milioni di contributi erogati.

Lo svolgimento di tali progetti ha generato complessivamente 152 documenti pubblicati su riviste scientifiche *peer reviewed* e 400 presentazioni a congressi scientifici. In 184 casi, i risultati raggiunti dai progetti sono stati divulgati anche a un pubblico più ampio, mediante interviste o articoli apparsi su vari mezzi di comunicazione.

La realizzazione dei progetti ha coinvolto complessivamente 45 enti partner e consentito l'inserimento di circa 93 ricercatori (equivalenti a tempo pieno). A fronte degli €11 milioni di contributi erogati dalla Fondazione, le organizzazioni beneficiarie sono riuscite a raccogliere ulteriori 38 nuovi finanziamenti per un valore complessivo di circa €12 milioni. L'approfondimento sulla rilevanza delle pubblicazioni scientifiche si concentra sui 137 documenti apparsi su riviste indicizzate nel database Web of Science. Tali documenti sono stati citati circa 4.200 volte, con una media di circa 30 citazioni per documento; in particolare, risultano relativamente più numerose le citazioni medie dei documenti riferiti alla risorsa Aria (58,2); 32 pubblicazioni sono state citate almeno 32 volte. I documenti in cui sono presenti citazioni di tali pubblicazioni sono 3.236 (di cui 1.928 sulla risorsa Aria): ciascuno di essi, dunque, ne ha citate, in media, 1,3. Tali documenti sono stati citati, a loro volta, circa 70.000 volte, per una media di 21,6 citazioni per documento. Tali valori risultano relativamente più alti rispetto a quelli riferiti alle altre risorse che sono citati circa 54.000 volte, con una media di 28,2 volte per documento.

I ricercatori univocamente identificati come autori (o co-autori) delle pubblicazioni analizzate sono circa 472; sono invece 113, complessivamente, le istituzioni cui essi fanno riferimento. In media, dunque, ciascun documento risulta prodotto con la collaborazione di circa 6 autori e 3 istituzioni diverse (localizzate, in media, in due paesi), coerentemente con il fatto che molti progetti sono stati presentati in partenariato (sebbene non obbligatorio secondo quanto previsto dal bando).

Si sono individuati, inoltre, i settori più rilevanti nell'ambito della Ricerca Ambientale. L'individuazione degli ambiti scientifici è basata sulla classificazione settoriale di Essential Science Indicators, finalizzata a identificare – con criteri bibliometrici – i ricercatori e le istituzioni più produttive e rinomate e gli articoli scientifici più rilevanti. I dati evidenziano che la maggior parte dei documenti prodotti dai progetti di ricerca ambientale finanziati attiene ai campi delle scienze geologiche (35 documenti), dell'ambiente ed ecologia (24 documenti), della chimica (15 documenti) e dell'ingegneria (11 documenti).

Infine, sono 89 le istituzioni che hanno contribuito con il lavoro dei propri ricercatori alle 85 pubblicazioni considerate nell'analisi complessiva relativa alla Ricerca ambientale (pari al 62% del totale analizzato). Fra queste, 8 appartengono all'insieme delle 20 istituzioni più importanti. Sono, invece, 18 (circa il 21% del totale) i documenti ai quali ha collaborato una delle 20 istituzioni i cui lavori risultano più citati nel settore. Complessivamente le collaborazioni risultano maggiormente rilevanti, quindi, nel settore delle geoscienze, in cui emergono 8 istituzioni "top 20" coinvolte nelle ricerche che hanno portato alle 35 pubblicazioni realizzate in tale ambito.

1. ORIGINE, ANDAMENTO E GESTIONE DEL BANDO

Sonda multilivello per la misura dell'umidità del suolo e coppe porose per il prelievo della soluzione circolante. Progetto WATPAD, WATer impacts of PADdy environment – Foto di A. Facchi

1.1. Genesi e motivazioni

A partire dal 2001 la Fondazione Cariplo ha scelto di assegnare i fondi destinati alla ricerca scientifica attraverso bandi pubblici, definendo *ex ante* obiettivi e caratteristiche dei progetti da sostenere. Tale modalità è coerente con l'evoluzione degli strumenti erogativi verso una filantropia moderna basata su una pianificazione strategica composta da interventi focalizzati in specifiche aree della produzione scientifica e un'analisi rigorosa dei risultati prodotti. Una scelta giustificata, da un lato, dalla limitata disponibilità di risorse e, dall'altro, dalla significativa concentrazione di potenziali beneficiari nel proprio territorio di riferimento[1].

1 Il territorio di riferimento della Fondazione Cariplo comprende le province della Lombardia e le province piemontesi di Novara e del Verbano-Cusio-Ossola. Per i bandi nell'ambito della Ricerca Scientifica, è richiesto

Nel corso del 2010 Fondazione Cariplo ha deciso di intraprendere un nuovo percorso nell'ambito dell'Area Ricerca Scientifica dedicando fondi alla Ricerca in campo ambientale. Al fine di scegliere gli specifici ambiti di ricerca sono stati fatti approfondimenti, discussioni in Commissione Ricerca e audizioni con ricercatori esperti che hanno portato a promuovere bandi biennali dedicati all'Aria, all'Acqua e al Suolo.

Al fine di individuare informazioni e indicazioni utili alla stesura del bando sulla prima tematica da trattare (l'Aria), nel corso del 2010, si sono tenute tre audizioni dedicate rispettivamente ai seguenti temi:

- effetti dell'esposizione a sostanze tossiche/inquinamento atmosferico/effetti sulla salute umana;
- energie alternative;
- biotecnologie ambientali/chimica sostenibile.

Durante il dibattito successivo alle audizioni, la Fondazione ha scelto di dedicare le edizioni 2011 e 2013 del Bando allo studio dell'impatto del particolato ultrafine e delle nanoparticelle ingegnerizzate sulla salute dell'uomo.

Gli obiettivi principali del Bando si sono focalizzati sull'identificazione di nuovi metodi di misurazione e rilevamento di particolato ultrafine e nanoparticelle ingegnerizzate, sulla valutazione dell'esposizione dell'uomo al particolato ultrafine, alle nanoparticelle ingegnerizzate e ai nanomateriali mediante misurazione delle loro quantità presenti negli ambienti di lavoro, negli ambienti indoor e outdoor e in matrici complesse (farmaci, prodotti alimentari e di consumo). Altri obiettivi del Bando miravano a favorire la conoscenza di base dell'interazione del particolato ultrafine e dei nanomateriali con i meccanismi dei sistemi biologici a livello tissutale, cellulare e subcellulare mediante modelli sperimentali in vivo e in vitro e lo studio dei meccanismi cellulari di tossicità del particolato ultrafine, delle nanoparticelle ingegnerizzate e dei nanomateriali analizzando le variazioni dei parametri morfologici, fisiologici e genetici in relazione alla dimensione, forma, superficie attiva, etc.

che il proponente unico o il capofila di un partenariato di enti proponenti abbia sede operativa su questo territorio.

Per i bandi dedicati all'Acqua e al Suolo sono stati effettuati studi e approfondimenti da parte degli Uffici.

Il biennio 2014 e 2015 è stato dedicato all'inquinamento dell'acqua e alla corretta gestione della risorsa idrica con l'obiettivo di identificare e sviluppare nuove tecniche, materiali e processi per prevenire l'inquinamento idrico o per ridurne il più possibile gli effetti, per identificare e sviluppare nuove metodiche analitiche per la rilevazione di inquinanti emergenti, per lo sviluppo di processi di depurazione e di tecnologie innovative o miglioramento delle tecniche di intervento esistenti per la bonifica della falda acquifera *in situ* e dei terreni limitrofi. Altri obiettivi del Bando riguardavano la creazione e l'implementazione di nuovi strumenti tecnologici per la caratterizzazione dei siti acquiferi inquinati, per la progettazione degli interventi e per la valutazione degli effetti, lo sviluppo di modelli idrogeologici destinati all'analisi della compatibilità tra disponibilità, qualità dell'acqua e richiesta da parte delle utenze industriali, agricole e civili, la valutazione dei carichi trasportati e delle modalità di circolazione per definire le criticità di fiumi, laghi e acque di falda e individuazione di soluzioni gestionali a livello di bacino. Il Bando mirava infine a sviluppare modelli destinati alla valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici sui fenomeni di scarsità idrica e di sicità e a identificare e valutare i bilanci idrici al fine di determinare l'utilizzazione della risorsa e la stima delle perdite idriche.

Nel biennio 2016 e 2017 è stato lanciato il Bando dedicato al dissesto idrogeologico con l'obiettivo di implementare/aggiornare i Sistemi Informativi Territoriali (SIT) e le banche dati relative al dissesto idrogeologico, studiare/implementare modelli predittivi dei fenomeni meteorologici estremi e implementare/aggiornare la mappatura del territorio a rischio di dissesto. La comunità scientifica era chiamata a rivolgere un'attenzione particolare agli studi finalizzati alla previsione e prevenzione degli eventi conseguenti a fenomeni metereologici straordinari, al miglioramento della conoscenza sulla risposta dei bacini idrografici e sulla capacità di osservazione della Terra e dell'atmosfera attraverso reti affidabili di sensori, radar meteorologici e sistemi satellitari. Lo sviluppo delle ricerche e delle tecnologie

per la mitigazione del rischio idrogeologico mirava a regionalizzare le informazioni e a mettere a disposizione delle amministrazioni pubbliche strumenti utili ed efficaci per ottenere un'effettiva riduzione del rischio e una migliore comunicazione al cittadino.

La Fondazione, quale soggetto privato e autonomo nelle proprie scelte strategiche, nonché libero da pressioni legate al ritorno dell'investimento, nell'esplicitare la propria attività filantropica ha scelto di intervenire nell'ambito della ricerca ambientale al fine di produrre – attraverso le pubblicazioni scientifiche, principale risultato tra quelli prodotti nell'ambito dei progetti finanziati – un insieme di conoscenze da mettere a disposizione di tutta la comunità scientifica, generando ricadute applicative attraverso nuovi approcci di prevenzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e per una migliore gestione della risorsa idrica e del territorio. In questo modo la Fondazione ha offerto il proprio sostegno a un ampio spettro di ricerche caratterizzate da idee e approcci innovativi, ponendo le basi affinché altri ricercatori potessero intervenire con fonti di finanziamento addizionali e complementari, fino allo sviluppo di nuovi e più efficaci approcci metodologici. Il Bando, inoltre, sollecitava i beneficiari di contributo a pubblicare i risultati in riviste ad accesso aperto[2], con l'obiettivo di promuovere la più ampia diffusione delle conoscenze prodotte. Attraverso il Bando la Fondazione ha perseguito anche l'obiettivo di innalzare la produttività scientifica dei gruppi di ricerca attivi nell'ambito della ricerca ambientale sul proprio territorio di riferimento e la loro competitività nel panorama scientifico internazionale, garantendo con continuità il canale di finanziamento nel corso degli anni.

Infine, dal 2015 la Fondazione ha promosso alcune attività di dialogo con la società civile in un'ottica di Ricerca e Innovazione Responsabile[3].

1.2. Evoluzione del Bando

Il Bando *Ricerca ambientale* è stato lanciato per la prima volta nel 2011 ed è rimasto attivo fino al 2017, consentendo la realizzazione di 46 progetti a fronte di contributi complessivi di circa €11.000.000. Ripercorrendo le sei edizioni del Bando, si ravvisa una sostanziale omogeneità negli obiettivi e nelle strategie d'intervento. Lo strumento erogativo, in sintesi, si proponeva di finanziare ricerca applicata nel campo ambientale, favorendo un approccio multidisciplinare nella realizzazione delle iniziative. Particolare attenzione era riservata all'impatto previsto sul contesto scientifico, economico, ambientale, sociale e all'autorevolezza e competenza dei gruppi di ricerca. Ai proponenti era chiesto di rispettare il vincolo della pre-competitività, ovvero le richieste di contributo dovevano provenire da centri di ricerca eleggibili per la Fondazione, enti pubblici o privati nonprofit. Nel rispetto della normativa che regola l'attività delle fondazioni di origine bancaria[4], si incentivava la creazione di precondizioni (conoscenze tecnico-scientifiche e disponibilità di capitale umano qualificato) per lo sviluppo di azioni di prevenzione e mitigazione del rischio che, in un'ottica di medio periodo, potessero sostenere le diverse forme di tutela dell'aria, dell'acqua e del suolo. Particolarmente sfidante in tale direzione era la richiesta di inserire nei progetti giovani ricercatori da preparare alla ricerca accademica e non; questo orientamento, in linea con le scelte di programmazione strategica della Fondazione, ha premiato quei progetti che coinvolgevano i giovani anche in posizioni di responsabilità e prevedevano specifiche attività formative a loro vantaggio.

Nel 2011 erano stati messi a disposizione del bando 2€ milioni, con un cofinanziamento pari al 50% senza alcun limite alla richiesta di contributo da parte dei proponenti. Nel 2013 il budget a disposizione del

2 Si rimanda alla *Policy della Fondazione in tema di Open Access*, pubblicata nel 2012 e disponibile sul sito internet della Fondazione Cariplo.

3 Il movimento europeo che caratterizza il tema della Ricerca e Innovazione Responsabile (RRI) è in costante evoluzione, come emerge dal dibattito che ha recentemente portato alla cosiddetta "Rome declaration on RRI" (www.sis-rri-conference.eu/RomeDeclaration). Alla luce della letteratura disponibile, è possibile descrivere la RRI come un processo dinamico e iterativo che intende allineare la ricerca e l'innovazione ai valori, bisogni e aspettative della società. La RRI, inoltre, mira a coinvolgere attivamente tutti i gruppi di interesse diversamente impegnati nelle pratiche della ricerca e innovazione, rendendoli mutualmente responsabili sia relativamente al processo di ricerca sia ai risultati prodotti.

4 L. 461/1998 e D. Lgs. n. 153/1999.

bando era rimasto invariato ma era stata modificata la percentuale di cofinanziamento, scesa al 20% e fissato un valore massimo (€300.000) al contributo erogabile. Anche nel biennio 2014-2015 il budget a disposizione del bando è rimasto pari a €2 milioni con un contributo massimo di €300.000 ma con la possibilità di coprire il 100% dei costi ammissibili. Nel biennio 2016-2017 il budget a disposizione del bando era pari a €1.500.000, con la copertura del 100% dei costi ammissibili di progetto da parte di Fondazione Cariplo e un contributo massimo richiedibile pari a €200.000.

Particolare attenzione è stata dedicata agli aspetti metodologici e all'originalità della ricerca proposta, coerentemente con l'obiettivo di far avanzare la conoscenza scientifica. In alcuni casi è stata premiata la collaborazione con centri di ricerca al di fuori del territorio di intervento della Fondazione, anche stranieri, in grado di accrescere il valore aggiunto del progetto e una maggiore visibilità grazie al contributo delle collaborazioni nazionali e internazionali.

Il Bando si rivolgeva sia a ricercatori già affermati sia a ricercatori più giovani. Proprio a partire dal 2013 è stata quindi sistematicamente rilevata l'età del responsabile scientifico del progetto in modo da rendere osservabili le variazioni intercorse tra un'edizione e l'altra del Bando.

Come si può osservare in figura 1.1, l'età media e mediana dei responsabili scientifici dei progetti finanziati si attesta intorno ai 49 anni di età, con piccole differenze nei valori medi a seconda della risorsa studiata: 47,3 anni nel caso dell'Acqua, 50,6, nel caso dell'Aria, 48.3 nel caso del Suolo. Si può quindi affermare che il Bando ha premiato soprattutto ricercatori *senior,* ma che nelle edizioni successive al 2013, l'età media e mediana si è comunque leggermente abbassata.

L'attenzione al capitale umano è comunque sempre stata presente negli strumenti erogativi dell'Area Ricerca e il Bando Ricerca ambientale non fa eccezione: in questo caso l'interesse della Fondazione era volto soprattutto a obiettivi di natura formativa, per cui il Bando richiedeva che i proponenti coinvolgessero giovani ricercatori, selezionati in base a specifiche competenze necessarie allo svolgimento della ricerca. Rimaneva di competenza del responsabile scientifico assicurare che i giovani fossero esposti a idonee opportunità formative e immersi in un ambiente di ricerca stimolante e professionalizzante. Il Bando premiava quindi quei progetti che includessero azioni pensate a favore dei giovani coinvolti, come ad esempio la previsione di scambi di personale tra le unità operative, oppure l'affidamento della responsabilità di intere azioni progettuali ai giovani con maggiore esperienza.

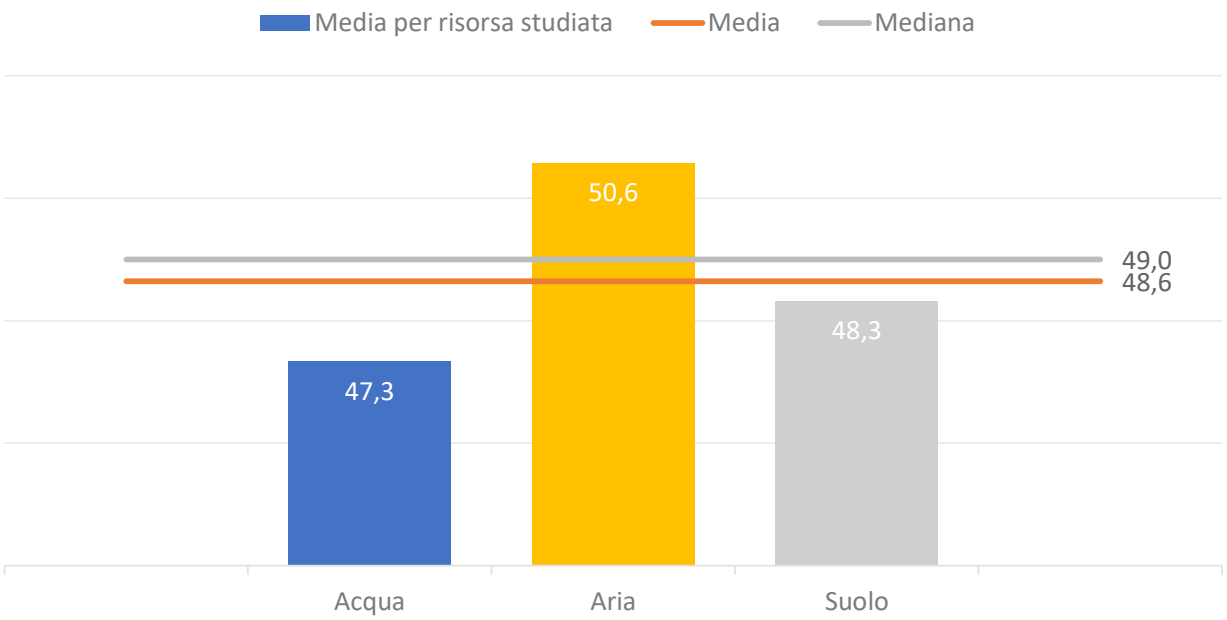
L'evoluzione del Bando in termini di progetti pervenuti, finanziati e tasso di successo mostra una partecipazione particolarmente consistente nel corso del biennio 2014-2015 con numeri molto più elevati rispetto al biennio precedente e successivo. Questo andamento dipende dal fatto che i bandi "Promuovere progetti di ricerca finalizzati allo studio dell'impatto del particolato ultrafine e delle nanoparticelle ingegnerizzate sulla salute dell'uomo" e "Dissesto idrogeologico" erano bandi di nicchia che hanno coinvolto una porzione ristretta di ricercatori, mentre il bando "Ricerca sull'inquinamento dell'acqua e per una corretta gestione della risorsa idrica" trattava di tematiche ampiamente studiate dalla comunità scientifica di riferimento e ha visto un maggiore coinvolgimento di ricercatori con numerosi progetti presentati. Di conseguenza, come evidenziato nella figura 1.2, che mostra il tasso di successo per annualità del bando, i valori più elevati (tra 29 e 38%) riguardano i bienni 2011-2013 e 2016-2017, mentre nel biennio 2014-2015 il tasso di successo è stato molto inferiore (11% in media) evidenziando la particolare selettività di tale bando.

Ricordiamo infine che, per quanto concerne la dotazione finanziaria, nelle edizioni 2011-2013 e 2014-2015 il *budget* a disposizione dei Bandi ammontava a €2 milioni per anno; mentre nelle edizioni 2016 e 2017 è stato ridotto a €1,5 milioni.

1.3. Selezione dei progetti

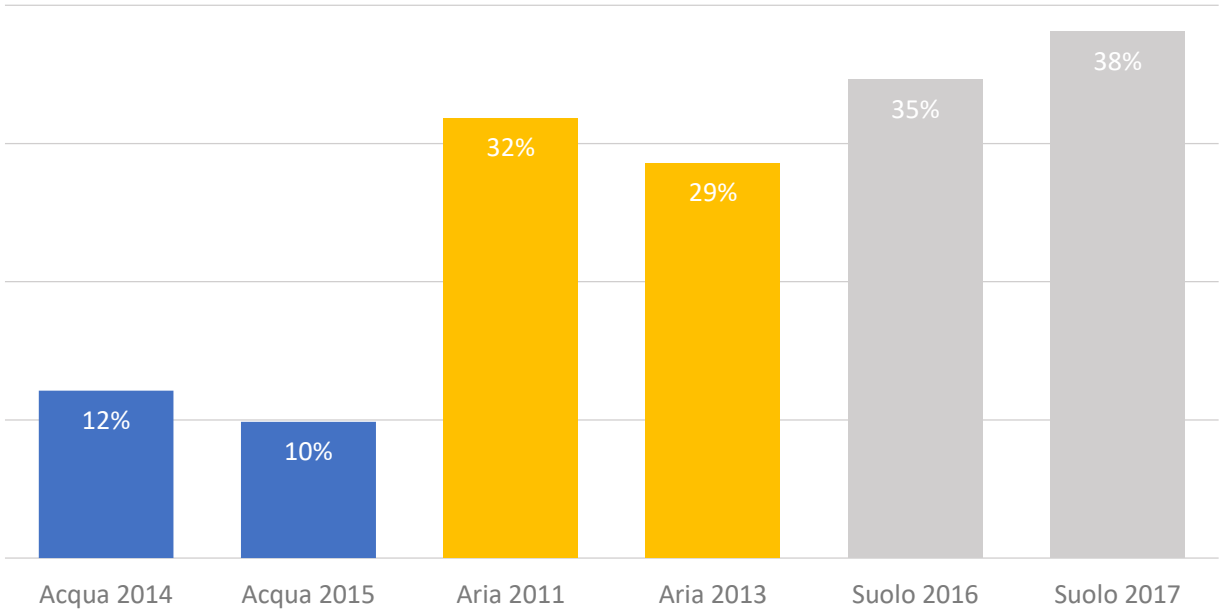
Come per tutti gli strumenti erogativi con scadenza della Fondazione, il processo di selezione del Bando *Ricerca Scientifica in ambito ambientale* prevedeva una prima fase di istruttoria formale a cura degli Uffici, in cui veniva esaminata l'ammissibilità degli enti

Figura 1.1 – Età del responsabile scientifico al momento della richiesta di contributo



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 1.2 – Tassi di successo dei progetti valutati



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

proponenti[5] e la coerenza dei progetti con l'obiettivo e le linee guida del Bando. Veniva inoltre verificato il rispetto dei requisiti di carattere economico esplicitati nel testo del Bando.

Le proposte progettuali coerenti presentate da enti ammissibili venivano ammesse a una seconda fase di selezione, o valutazione di merito, che prevedeva l'esame approfondito dei progetti sulla base di criteri stabiliti *ex ante*. In particolare, la Fondazione intendeva assicurare che i propri fondi venissero assegnati ai migliori progetti sul piano scientifico, allineati allo stato dell'arte e in grado di produrre significativi avanzamenti della conoscenza nell'ambito della ricerca ambientale. Inoltre, veniva data priorità alle ricerche caratterizzate da approcci multidisciplinari, grazie al concorso di competenze complementari apportate da ciascun *partner*. Infine, particolare attenzione veniva prestata alle opportunità formative riservate ai giovani ricercatori coinvolti.

Come per gli altri bandi dell'Area Ricerca, la valutazione di merito è stata svolta da revisori esterni indipendenti (*peer review*), in linea con le pratiche adottate dalle altre agenzie di finanziamento della ricerca a livello internazionale. In sintesi, la valutazione dei progetti di ricerca è demandata a una parte terza e indipendente costituita da esperti qualificati, selezionati secondo regole e procedure atte a escludere conflitti di interesse, pregiudizi ideologici, pressioni personali e autoreferenzialità[6]. La figura 1.3 mostra i paesi di lavoro dei *reviewer* ingaggiati dalla Fondazione. Tutti aderiscono a un codice etico, che disciplina i conflitti di interesse e obbliga alla riservatezza delle informazioni contenute nei progetti di ricerca e delle relative valutazioni. Inoltre, l'identità dei *reviewer* è mantenuta anonima, al fine di evitare qualsivoglia pressione. La loro assegnazione ai singoli progetti è avvenuta incrociando le competenze tecnico-scientifiche dei valutatori presenti nel *panel* e le parole chiave associate a ciascun progetto, indicate dai proponenti all'atto della candidatura al Bando.

Nel biennio 2011-2013 sono stati ingaggiati in totale 11 referee per valutare 50 progetti ammessi alla fase di valutazione di merito. Numeri simili sono stati rilevati anche nel biennio 2016-2017 con 11 referee ingaggiati per valutare 49 proposte. Nel biennio 2014-2015 a fronte di 137 progetti ammessi alla fase di valutazione di merito sono stati ingaggiati 24 referee.

Venendo ai criteri di valutazione, ai *reviewer* veniva chiesto innanzi tutto di esprimere il proprio parere in merito alla coerenza del progetto con il Bando. Gli esperti potevano riscontrare incoerenze non evidenziate dagli Uffici nella fase di istruttoria formale, grazie a una lettura approfondita dei progetti di dettaglio e, in tal caso, non esprimevano giudizi in corrispondenza degli altri criteri di valutazione. In presenza di due valutazioni di incoerenza, il punteggio finale del progetto veniva automaticamente posto pari a 0. Viceversa, nei casi di progetti coerenti, i valutatori hanno espresso giudizi numerici (in una scala da 1=insufficiente a 4=eccellente) e un'argomentazione scritta in corrispondenza di ciascun criterio di valutazione, cui era attribuito un peso differente per la determinazione del punteggio complessivo, come indicato in tabella 1.1.

A conclusione della valutazione, condotta in remoto, ai *reviewer* era chiesto di esprimere un giudizio complessivo in merito al progetto ed eventualmente fornire suggerimenti ai proponenti. È opportuno sottolineare che, in casi di forte discordanza di giudizio, veniva adottata una procedura che consentisse il confronto tra i valutatori assegnati al medesimo progetto. Nelle varie edizioni del Bando tale evenienza si è verificata in circa il 30% dei casi e ha comportato l'invio a ciascun *reviewer* dei giudizi degli altri valutatori in forma anonima, richiedendo ulteriori argomentazioni o commenti utili a produrre un giudizio di sintesi. Qualora, anche a seguito dell'attivazione di tale procedura, le discordanze non fossero state superate, si

5 Sono considerati ammissibili al contributo della Fondazione Cariplo gli enti senza fine di lucro. Nel caso dei bandi dell'Area Ricerca si richiede inoltre che il proponente unico o l'ente capofila del partenariato proponente abbia sede operativa nel territorio di riferimento della Fondazione. Per maggiori dettagli in merito ai requisiti richiesti si rimanda al documento "Guida alla presentazione dei progetti sui Bandi" pubblicato sul sito internet www.fondazionecariplo.it.

6 Per approfondimenti sulla metodologia di *peer review* adottata in Fondazione, si rimanda a Canino et al. (2011).

Figura 1.3 – Paesi sedi di lavoro dei *reviewer*

Fonte: Elaborazione dei dati dell'edizione 2015 del Bando

Tabella 1.1 – Criteri di valutazione del Bando Ricerca dedicata al dissesto idrogeologico: un contributo per la previsione, la prevenzione e la mitigazione del rischio – 2016

Oggetto	Criterio	Peso %
Descrizione	Chiarezza ed efficacia espositiva, adeguatezza analisi dello stato dell'arte	5
Significatività	Pertinenza del progetto nel tentativo di rispondere con efficacia alla problematica del dissesto idrogeologico	15
Approccio sperimentale	Adeguatezza delle metodologie proposte, integrazione delle diverse competenze e grado di multidisciplinarietà risultante	20
Innovazione	Originalità dell'ipotesi di ricerca e/o delle metodologie	5
Ricadute	Importanza dei risultati attesi in termini di previsione, prevenzione e mitigazione del rischio di dissesto idrogeologico	20
Organizzazione e *team*	Adeguatezza delle organizzazioni proponenti, competenze dei membri del *team* di ricerca e sinergie realizzate dal partenariato	10
Giovani	Coinvolgimento di giovani ricercatori in posizione di responsabilità e/o capacità del progetto di creare occasioni di crescita professionale	10
Disseminazione	Efficacia del piano di comunicazione	5
Piano economico e durata*	Adeguatezza e coerenza del piano economico e della tempistica	10

(*) Si precisa che la valutazione del piano economico e della durata del progetto è formulata in base al giudizio dell'adeguatezza a cura dei *reviewer* e da quello sulla coerenza interna a cura degli Uffici della Fondazione. La prima componente determina il 40% del giudizio del piano economico ed è calcolata come media aritmetica dei giudizi espressi dai tre revisori, la seconda componente determina il 60%.

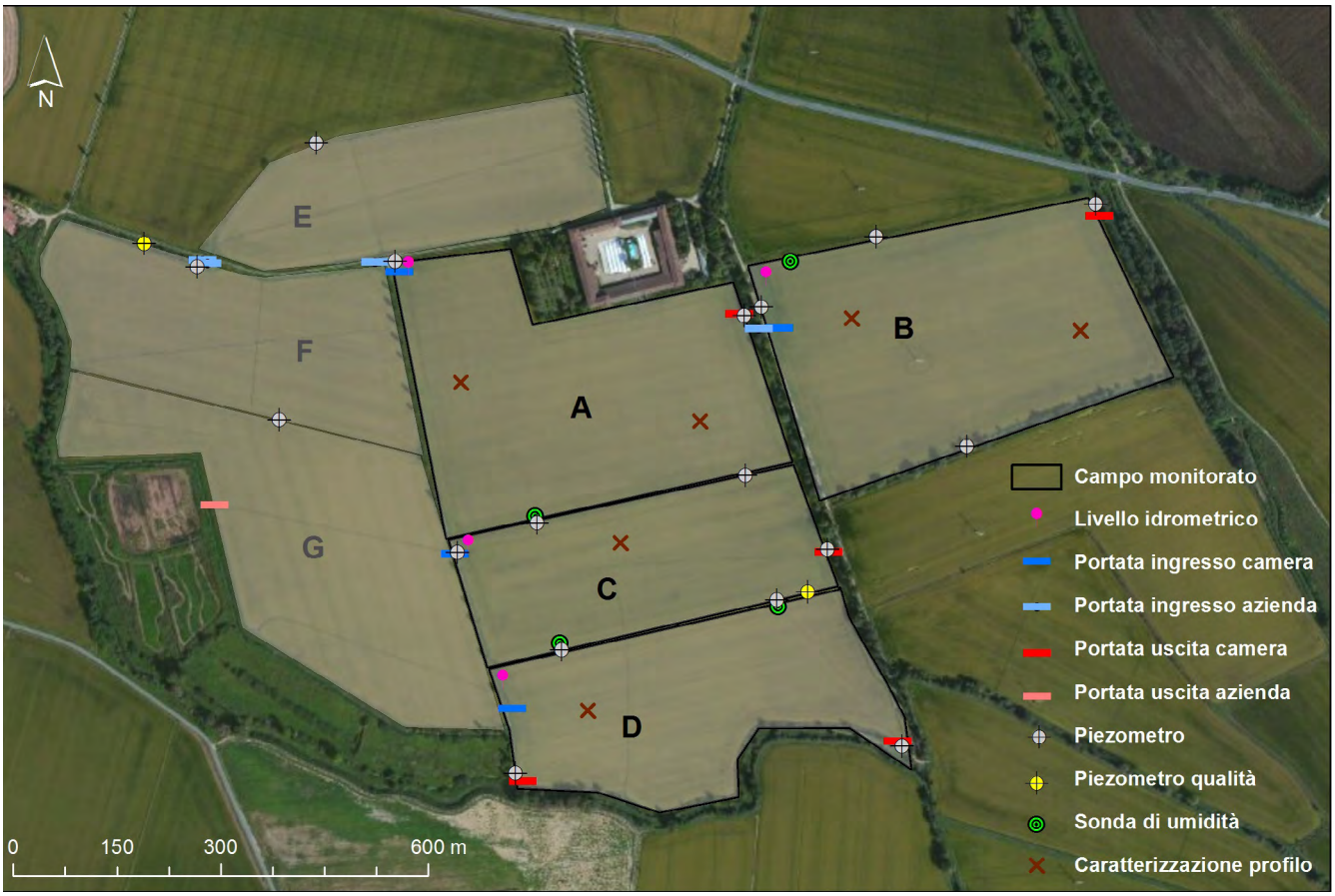
Fonte: Fondazione Cariplo, 2016

ricorreva a un quarto revisore, normalmente scelto tra i ricercatori internazionali più quotati nell'ambito specifico del progetto oppure tra i valutatori di passate edizioni del Bando. Questo, dopo aver visionato anche le valutazioni degli altri revisori, esprimeva un parere definitivo sulla proposta.

Il giudizio finale di ciascun progetto era espresso in centesimi e calcolato come somma delle medie aritmetiche dei giudizi espressi dai tre *reviewer* in corrispondenza di ciascun criterio, ponderate per il peso attribuito al criterio stesso. La graduatoria di merito risultante veniva quindi presentata al Consiglio di Amministrazione, che deliberava i contributi a favore dei progetti migliori fino all'esaurimento dei fondi allocati. Perché un progetto raggiungesse i primi posti nella graduatoria accedendo così al finanziamento, doveva verificarsi che tutti e tre gli esperti coinvolti nella valutazione fossero convinti della bontà della ricerca, assegnando punteggi tendenti all'eccellenza per ciascun criterio.

Infine, la Fondazione ha sperimentato la pratica di trasmettere in forma integrale i giudizi degli esperti esterni ai proponenti. Tale attività, realizzata con il duplice obiettivo di motivare professionalmente la decisione sulla concessione del contributo e fornire suggerimenti utili per migliorare la progettualità, è parsa fin da subito molto utile e gradita ai ricercatori tanto che dal 2007 è diventata una costante per tutti i bandi dell'Area Ricerca. In tal modo, la Fondazione ha ribadito l'interesse ad attivare meccanismi di selezione competitivi, meritocratici e aperti al confronto internazionale e la disponibilità a confrontarsi sui contenuti.

2. I RISULTATI DEI PROGETTI FINANZIATI



Schema dei punti di misura nell'azienda. Progetto WATPAD, WATer impacts of PADdy environment – Foto di A. Facchi

2.1. Quadro di sintesi

Le analisi presentate in questo e nel prossimo capitolo sono state svolte sulla base dei dati raccolti con le Relazioni di fine progetto (dette anche Relazioni sui risultati) che gli enti finanziati compilano sul software gestionale al momento della rendicontazione delle spese sostenute. I moduli sono espressamente disegnati per acquisire informazioni dettagliate sulle attività realizzate nell'ambito dei progetti finanziati nelle tre edizioni del Bando Ricerca Ambientale[1]. In particolare, i dati riportati in questi capitoli riguardano 44 dei 46 progetti finanziati per i quali è pervenuta la rendicontazione dei risultati entro la fine del 2022.

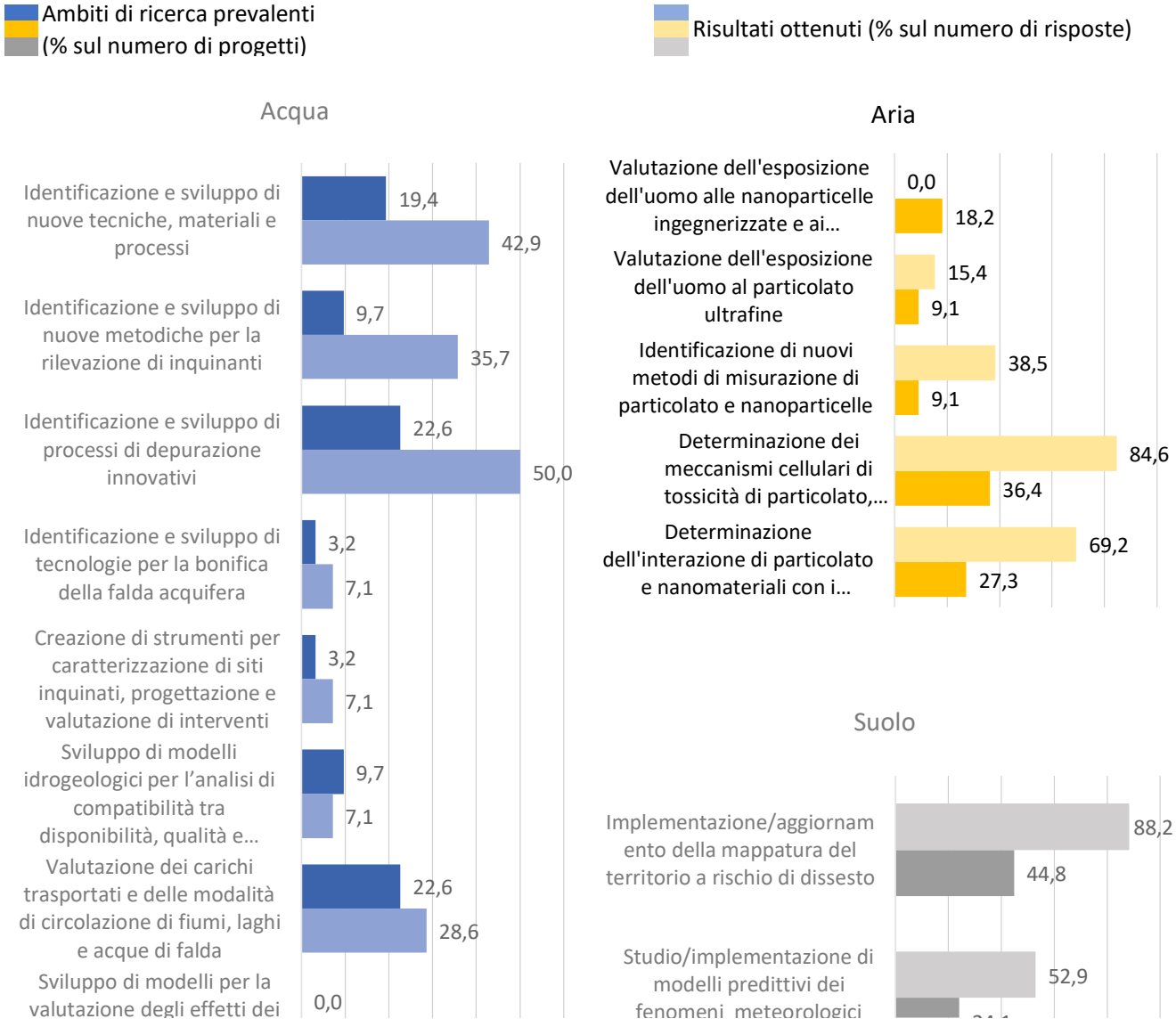
1 A partire dall'anno 2013 la compilazione della Rendicontazione sui risultati ha sostituito la relazione scientifica permettendo alla Fondazione di rilevare informazioni omogenee e con lo stesso grado di approfondimento per tutti i progetti finanziati.

Tabella 2.1 – Numero di progetti deliberati e mappati, ammontare dei contributi erogati e rappresentatività per edizione del Bando

	Acqua		Aria		Suolo		Bando Ricerca ambientale	
	N.	Contributi (€)	N.	Contributi (€)	N.	Contributi (€)	N.	Contributi (€)
Progetti deliberati	15	4.037.521	14	3.732.451	17	2.969.546	46	10.739.519
Progetti mappati	14	3.764.749	13	3.445.151	17	2.969.546	44	10.179.446
Rappresentatività	93,3	93,2	92,9	92,3	100,0	100,0	95,7	94,8

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 2.1 – Ambiti di ricerca e risultati ottenuti per risorsa naturale studiata



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Tabella 2.2 – Principali risultati conseguiti dai progetti mappati e analizzati

	Acqua	Aria	Suolo	Bando Ricerca ambientale
Contributi erogati (€)	3.764.749	3.445.151	2.969.546	10.179.446
Costo totale dei progetti (€)	4.237.536	6.297.004	3.176.209	13.710.749
Pubblicazioni su riviste scientifiche peer reviewed (n.)	43	45	64	152
Interventi divulgativi (n.)	39	13	132	184
Partecipazioni a convegni scientifici (n.)	170	77	153	400
Prodotti in brevettazione (n.)	1	0	0	1
Ricercatori inseriti (ETP)	37,2	24,0	31,9	93
Finanziamenti raccolti grazie al progetto (n.)	17	6	15	38
Importo dei finanziamenti raccolti (€)	7.942.726	2.335.878	1.998.604	12.277.208

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

La mancata rendicontazione finale dei risultati conseguiti da 2 progetti (finanziati sulle prime due edizioni) dipende da una perdita da parte del sistema informatico di alcuni dati regolarmente pervenuti (la relazione sui risultati è infatti obbligatoria al fine del rilascio del contributo già dal 2013)[2]. Le informazioni raccolte con le Relazioni sono state ulteriormente integrate svolgendo alcuni approfondimenti qualitativi sui progetti più significativi alla luce dei risultati conseguiti in relazione agli obiettivi del Bando (tabella 2.1).

La figura 2.1 illustra numero e ammontare dei contributi erogati e la relativa rappresentatività statistica dei progetti mappati rispetto a quelli deliberati (in media il 96% del numero e il 95% dell'ammontare) per ogni edizione del Bando.

La tabella 2.2 presenta in forma aggregata i principali risultati conseguiti dai progetti analizzati. Come si può notare, i risultati dei 44 progetti mappati sono stati oggetto di 152 pubblicazioni scientifiche e 400 presentazioni a congressi scientifici. In 184 casi gli esiti delle ricerche sono stati comunicati alla società civile grazie alla realizzazione di interventi a carattere divulgativo. Un solo progetto (Bando Acqua) ha innescato un percorso di brevettazione e trasferimento tecnologico. Per assicurare la realizzazione delle attività di ricerca sottese ai progetti, sono stati inseriti 93 ricercatori equivalenti a tempo pieno. Infine, grazie ai risultati prodotti, sono stati raccolti 38 ulteriori finanziamenti per un importo complessivo pari a circa €12,3 milioni.

2 Tale integrazione è stata poi progressivamente estesa a tutti i Bandi dell'Area Ricerca della Fondazione.

2.2. Caratteristiche dei progetti analizzati

I progetti analizzati hanno ricevuto mediamente un contributo pari a €231.351 (dai €269mila dell'edizione Acqua ai €175mila dell'edizione Suolo) e apportato un cofinanziamento di €311.608 (pari al 7% nel caso dell'edizione Suolo, al 13% nell'edizione Acqua, fino all'83% dell'edizione Aria). Tali differenze dipendono essenzialmente dalle modifiche ai regolamenti introdotti dall'Area Ricerca che hanno progressivamente alleggerito la richiesta di compartecipazione agli enti candidati. Non a caso, la quota di cofinanziamento decresce col passare degli anni: ricordiamo che l'edizione Aria è stata infatti finanziata nel triennio 2011-2013, Acqua nel biennio 2014-2015, Suolo nel 2016-2017.

Fino al 2011 la Fondazione chiedeva un cofinanziamento obbligatorio pari ad almeno il 50% del costo totale. Tale richiesta rispondeva all'intento di far contribuire le organizzazioni ospitanti ai costi del progetto riconoscendone l'impegno a copertura dei costi del personale strutturato, nella gran parte dei casi dedicato parzialmente al progetto ma con ruoli di primo piano (tipicamente, la responsabilità dei progetti candidati era affidata a figure già inserite nell'organico delle organizzazioni proponenti). Negli anni e nei Bandi successivi, l'evoluzione del contesto economico-finanziario e le

Box 2.1 – Lo sviluppo di un metodo non-invasivo per la diagnosi e il controllo delle malattie infiammatorie e ischemiche del cervello grazie alle nanoparticelle

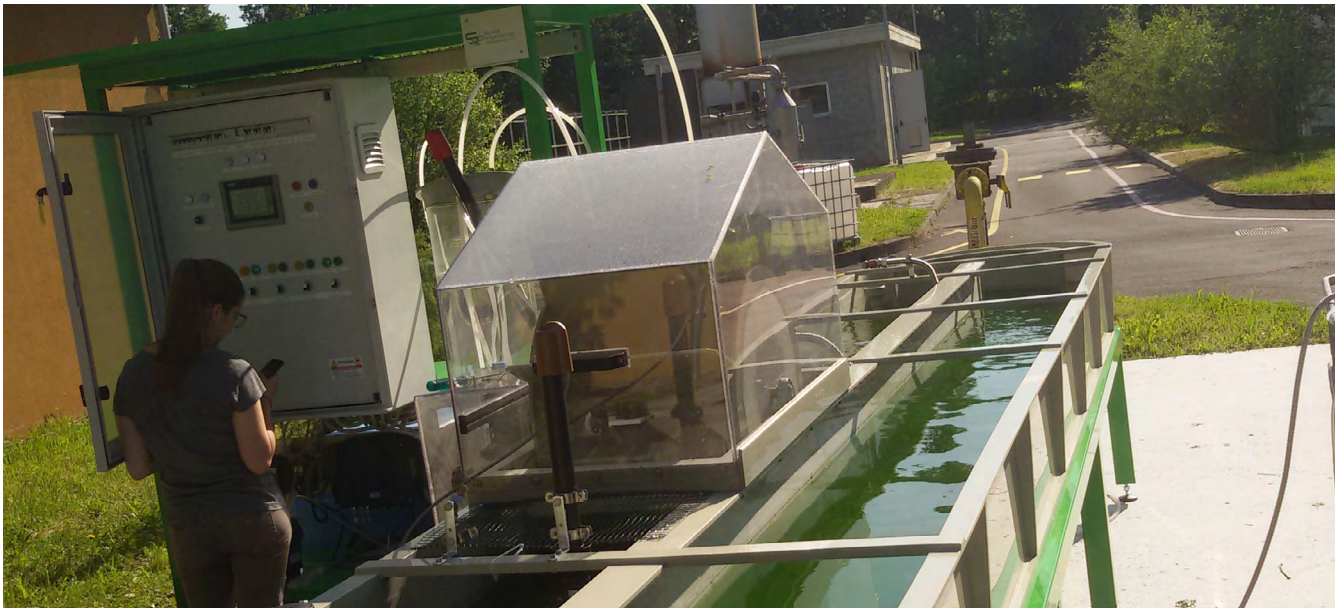
Il progetto "Inter-cellular delivery, trafficking, and toxicity of engineered magnetic nanoparticles in macrophages and CNS cells" (rif. 2011-2114, contributo € 570.000) del Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di scienze e tecnologie molecolari, in collaborazione con l'Istituto di Neuroscienze, Istituto Tecnologie Biomediche del CNR e l'Università degli Studi di Milano ha permesso al gruppo del prof. Ponti di sviluppare un saggio spettrofotometrico per il dosaggio di nanoparticelle (NP) contenenti ferro in campioni cellulari. L'utilizzo di diverse nanoparticelle con dimensioni e caratteristiche paramagnetiche differenti ha reso necessario lo studio e la messa a punto di diversi parametri utilizzando tecniche di indagine già note. L'interazione delle nanoparticelle studiate con le cellule microgliali BV2 è stata investigata esponendo le cellule a quantità crescenti delle nanoparticelle di riferimento. È stato evidenziato che l'assorbimento di nanoparticelle è concentrazione dipendente e non induce morte cellulare nella linea microgliale anche a concentrazioni elevate. Inoltre, sono state somministrate nanoparticelle che differiscono da quelle di riferimento per dimensione del core, natura chimica del core e coating. I risultati indicano che l'uptake dipende fortemente dalla dimensione del core delle nanoparticelle. Dal punto di vista della composizione chimica del core non si sono evidenziate differenze nell'interazione con le cellule BV2 a dimostrazione che le nanoparticelle interagiscono con le cellule unicamente attraverso il coating; il coating è sufficientemente stabile e compatto da impedire il leaching dei metalli pesanti Manganese e Cobalto dalle nanoparticelle che indurrebbe citotossicità. In maniera inaspettata e in contrasto con molta letteratura sull'argomento, anche la carica presente sul coating esterno delle nanoparticelle non influisce significativamente su citotossicità e internalizzazione. Il coating può influire molto sulla internalizzazione ma solamente in modo indiretto: quando il coating non è sufficiente per proteggere le nanoparticelle dall'aggregazione si osserva un incremento dell'internalizzazione dovuto al fatto che ciò che viene internalizzato non sono le nanoparticelle ma aggregati di dimensioni assai maggiori. Il quantitativo di ferro internalizzato dalle cellule microgliali primarie è molto simile a quello riscontrato nella linea murina BV2. È stato osservato che il contenuto di ferro intracellulare si mantiene elevato nelle cellule microgliali 24 e 48 dopo l'uptake delle NP, escludendo che le cellule vadano incontro a perdita di ferro per lisi cellulare o altri meccanismi.

Considerando i risultati raggiunti dal progetto, sicuramente quello più rilevante riguarda il valore dei finanziamenti raccolti. Si parla infatti di € 1.927.878,366, che rappresentano l'82,5% dei finanziamenti ricevuti complessivamente dai progetti che hanno studiato l'Aria come risorsa naturale. Inoltre, il progetto ha ottenuto ottimi risultati anche in campo bibliometrico: 11 sono le pubblicazioni conseguite, di cui 10 compaiono su Web Of Science (WOS), con una media di 162 citazioni per documento. In particolare, l'articolo "From monocytes to M1/M2 macrophages: phenotypical vs. functional differentiation", pubblicato sulla rivista "Frontiers in immunology" ha avuto più di 1.240 citazioni e risulta nella top 1% di WOS considerando il campo e l'anno di pubblicazione nel settore dell'Immunologia.

conseguenti difficoltà manifestate dalle organizzazioni a garantire un cofinanziamento hanno indotto la Fondazione a limitare tale richiesta, sperimentando in una prima fase la possibilità di prevedere cofinanziamenti corrispondenti ai costi del personale strutturato dedicato alla ricerca, senza prevedere una quota obbligatoria.

A partire dal 2013 la richiesta di un cofinanziamento obbligatorio è stata ripristinata, limitandola al 20% del costo totale. A fronte delle crescenti difficoltà delle organizzazioni a sostenere la ricerca con fondi propri, difficoltà che in alcuni casi limite hanno anche comportato la chiusura dei progetti. Dal 2014 tutti i Bandi dell'Area Ricerca propongono di fatto un modello improntato al sostegno del 100% dei costi addizionali della ricerca (costi in cui le organizzazioni incorrono ex novo per la realizzazione delle attività sperimentali previste dal progetto).

Con riferimento agli approcci metodologici adottati dai progetti, è importante osservare che, come richiesto dai Bandi, ciascuno di essi ne ha utilizzati diversi con riferimento alle specifiche risorse naturali studiate. Nella figura 2.2, sono rappresentati distintamente per le tre edizioni del bando gli ambiti di ricerca preva-



Reattore Raceway per la coltivazione microalgale presso l'impianto di depurazione Bresso-Niguarda, via Guido da Velate Milano – Foto di V. Mezzanotte

lenti (in percentuale rispetto ai progetti finanziati) e i risultati prodotti (in percentuale sul numero di risposte registrate). L'edizione Acqua supera le altre per numerosità e varietà di ambiti di ricerca e tipologia di risultati ottenuti. Relativamente ai primi, prevalgono l'identificazione e lo sviluppo di processi di depurazione innovativi e la valutazione dei carichi trasportati e delle relative modalità di circolazione (ciascuna con il 22,6% dei casi), seguono l'identificazione e lo sviluppo di tecniche materiali e processi (19,4%). I principali risultati di ricerca dichiarati fanno sostanzialmente riferimento agli stessi ambiti con poche variazioni dell'ordine (l'unica eccezione riguarda l'identificazione di nuovi metodi per la rilevazione degli inquinanti che risulta al terzo posto nella graduatoria).

Nel caso dei progetti finanziati con l'edizione Aria del Bando sono stati esplorati 5 differenti ambiti di ricerca, tra i quali prevalgono la determinazione dei meccanismi cellulari di tossicità di particolato, nanoparticelle e nanotecnologie (analizzati nel 36,4% dei progetti) e la determinazione dell'interazione di particolato e nanomateriali con i sistemi biologici (27,3%), seguiti dalla valutazione dell'esposizione dell'uomo alle nanoparticelle ingegnerizzate e ai nanomateriali (18,2%). Anche in questo caso il ranking rispetto ai risultati scientifici ottenuti è leggermente diverso rispetto a quello relativo agli ambiti di ricerca: nelle prime due posizioni si confermano le stesse rilevate rispetto agli ambiti prevalenti (ricevendo rispettivamente l'84,6% e il 69,2% delle risposte), mentre al terzo posto risale l'identificazione di nuovi metodi di misurazione di particolato e nanoparticelle (15,4%) e scende a 0 la quota di risultati scientifici riferita alla valutazione degli effetti dell'esposizione all'uomo.

Infine, relativamente all'edizione Suolo, rimangono ferme sia le proporzioni che i ranking dei tre ambiti e dei risultati ottenuti. Nell'ordine si tratta dell'implementazione/aggiornamento della mappatura del territorio a rischio di dissesto (44,8% dei progetti e 88,2% dei risultati scientifici), seguita dall'implementazione/aggiorna-

mento di Sistemi Informativi Territoriali (31% e 70,6%) e dallo studio/implementazione di modelli predittivi dei fenomeni meteorologici estremi (24,1% e 52,9%).

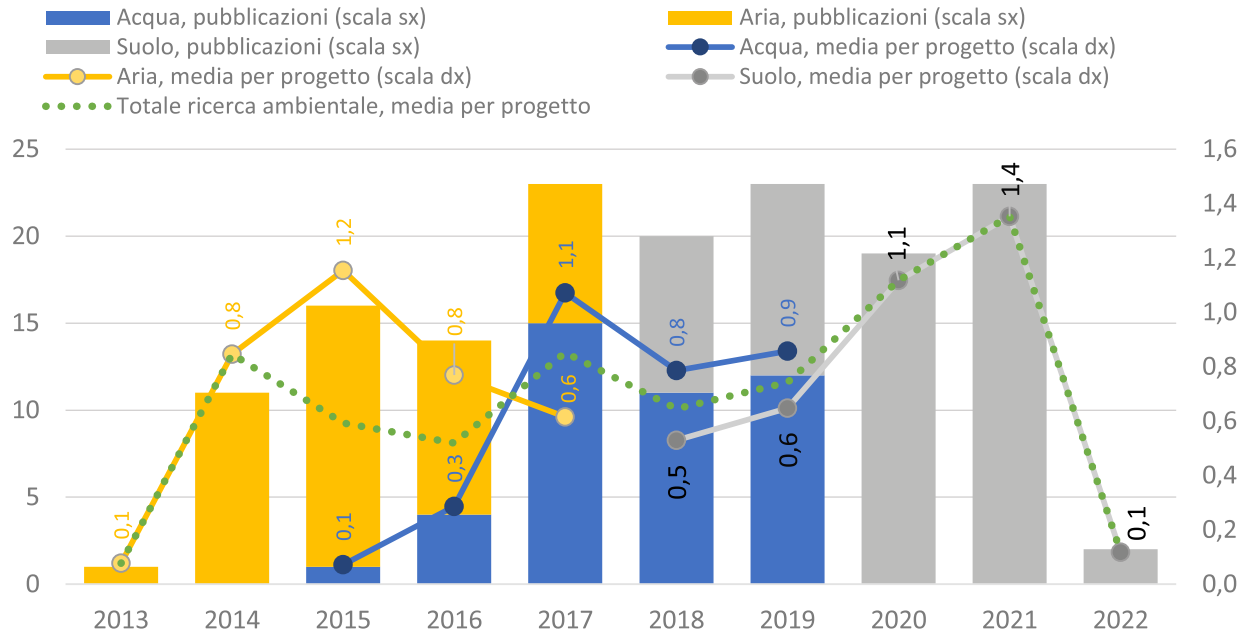
2.3. Realizzazione dei progetti

I paragrafi che seguono descrivono, mediante elementi quantitativi e approfondimenti qualitativi, alcuni risultati raggiunti dall'insieme dei progetti mappati. In particolare, si analizzano: le pubblicazioni scientifiche e le altre modalità di disseminazione dei risultati della ricerca alla comunità scientifica, le modalità di comunicazione alla società civile, i brevetti ottenuti e i percorsi di trasferimento tecnologico alle imprese, l'inserimento di giovani ricercatori e il supporto offerto ai percorsi di carriera, le collaborazioni attivate e la raccolta di nuovi finanziamenti a seguito del contributo della Fondazione.

2.3.1. Pubblicazioni scientifiche e altre modalità di disseminazione dei risultati

I risultati dei progetti complessivamente analizzati nelle varie edizioni del Bando sono stati oggetto di 152 pubblicazioni scientifiche apparse su riviste *peer reviewed*, in media 3,5 a progetto per l'intero Bando. La figura 2.2 indica, per ciascuna edizione (risorsa ambientale) del Bando il numero di pubblicazioni prodotte per ciascuna annualità (gli istogrammi di colori differenti), che è anche rapportato al relativo numero di progetti analizzati (linee continue in tinta con l'istogramma) e infine con l'andamento della media generale del Bando (linea punteggiata). La produttività in termini di rapporto tra pubblicazioni e progetti analizzati è molto simile nelle tre diverse edizioni del Bando: si passa da 3,1 per l'edizione Acqua, a 3,5 dell'Aria e al 3,8 del Suolo.

Figura 2.2 – Pubblicazioni scientifiche per anno e risorsa naturale studiata



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Box 2.2 – I marcatori da esposizione a particelle ultrafini che aiutano a contrastare le malattie polmonari e cardiovascolari

Il progetto "Biological effects and human health impacts of ultrafine particles sources" condotto nei laboratori dell'Università degli Studi di Milano – Bicocca, in collaborazione con l'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA) e l'Università degli Studi di Milano (rif. 2013-1038, contributo €300.000) ha consentito al gruppo della Prof.ssa Camatini di dimostrare che le particelle ultrafini (UFP) prodotte dai motori diesel sono in grado di alterare processi cellulari coinvolti in malattie polmonari e cardiovascolari. Di grande rilevanza è stata l'osservazione di alterazioni della morfologia e della capacità migratoria delle cellule esposte al diesel. L'insorgere di questi effetti sembra richiedere tempi più lunghi e/o esposizioni ripetute; infatti, nel sistema sperimentale sono stati osservati a partire da 72 h fino a 2 settimane dall'esposizione. Per analizzare i possibili meccanismi coinvolti nello sviluppo delle malattie cardiovascolari associate all'esposizione a particelle da combustione, è stato messo a punto un modello sperimentale di mezzi condizionati. In questo modello le cellule bronchiali sono state esposte in modo diretto alle particelle e, dopo 20 ore di trattamento, i mezzi di coltura sono stati raccolti e utilizzati per l'esposizione di cellule endoteliali. In queste cellule è stato osservato un incremento nei livelli delle molecole di adesione responsabili del reclutamento delle cellule del sistema immunitario e di un importante fattore di trascrizione coinvolto in processi infiammatori. Le particelle di biomassa prodotte da una moderna caldaia alimentata da pellet certificato di prima qualità hanno effetti biologici blandi rispetto alle UFP di diesel. Tuttavia, è stata osservata una modulazione dei geni responsabili del metabolismo degli xenobiotici.

Anche i dati in vivo hanno evidenziato il maggiore potenziale pro-infiammatorio e ossidativo delle particelle diesel rispetto a quelle di biomassa. Infiammazione e stress ossidativo sono stati rilevati nel comparto respiratorio e cardiaco; inoltre, sono stati riportati effetti di inibizione della risoluzione del coagulo. I dati sulla composizione chimica hanno evidenziato una maggiore concentrazione di IPA (Ingenuity pathways analysis IPA) e metalli nelle particelle diesel rispetto a quelle di biomassa, a supporto del diverso potenziale di tossicità dei due tipi di UFP. Il basso impatto sui sistemi biologici delle UFP da biomassa generate da sistemi di combustione ad alta efficienza e con pellet certificato è infatti di grande importanza.

Questo progetto ha raggiunto ottimi risultati nel campo degli interventi divulgativi, in quanto è collegato al 61,5% degli interventi totali che riguardano la risorsa dell'Aria. Inoltre, non si tratta di un aspetto legato puramente alla quantità di interventi, bensì anche alla qualità dei media in cui questi hanno avuto spazio: due degli articoli in merito sono stati pubblicati da autorevoli quotidiani quali il Corriere e La Repubblica, mentre SkyTG24 e Rai3 Ambiente hanno trasmesso un servizio a riguardo.

Box 2.3 – Una migliore gestione della risorsa idrica applicata al bacino del lago di Como

Il Progetto SO-WATCH – SOft-path WATer management adaptation to CHanging climate (rif. 2015-0220, contributo €298.410), condotto dal Politecnico di Milano in collaborazione con l'Università degli Studi di Milano ha permesso al gruppo del Prof. Castelletti di sviluppare un modello integrato del bacino del fiume Adda, che si compone di un modello idrologico per il bacino del Lago di Como, un modello dinamico con regole operative per la gestione del lago, un modello dell'Adda sub-lacuale con regole di prelievo, un modello dei distretti irrigui. Questo modello integrato è stato utilizzato in primo luogo per simulare gli effetti di diversi scenari di cambiamento climatico su diversi orizzonti temporali sull'area di studio oggetto del progetto, tra cui alterazioni nella dinamica nivale e di afflusso al lago e di domanda irrigua delle colture nei distretti di valle. In seguito, il modello è stato utilizzato per valutare l'efficacia di alcune strategie di adattamento, tra cui l'aggiornamento della regolazione del lago rispetto alle future condizioni climatiche e la parziale o totale riconversione delle tecniche irrigue di valle. Infine, il modello ha permesso di valutare il potenziale di altre strategie di gestione di eventi di magra tra cui l'utilizzo di informazione sull'innevamento dell'arco alpino, l'utilizzo di previsioni di pioggia e temperatura stagionali, l'adozione di strumenti assicurativi.

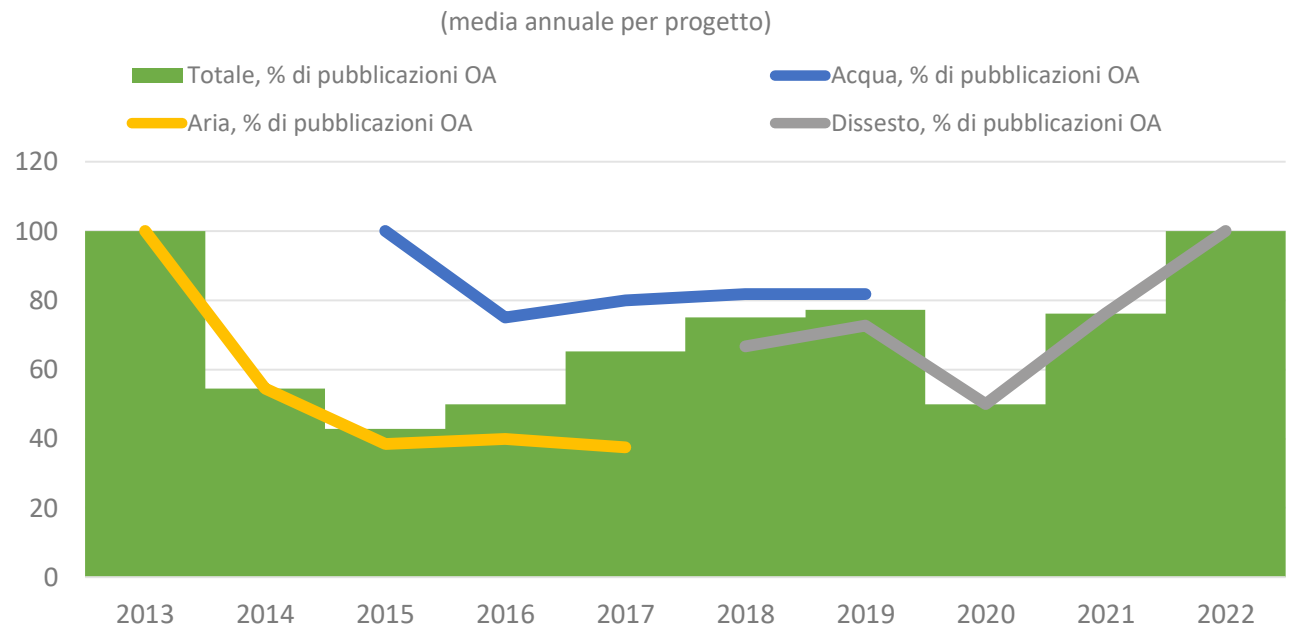
Questo progetto emerge prevalentemente per la sua capacità di raccogliere ingenti finanziamenti. Si parla infatti di €4.782.445 ricevuti, in assoluto il valore più alto per i progetti di tutti i filoni e che, per la sola risorsa naturale dell'Acqua, rappresenta il 60,2% dei finanziamenti totali. Inoltre, il progetto ha prodotto 4 pubblicazioni, numero al di sopra della media per la risorsa Acqua, con una media di 23,75 citazioni per pubblicazione.

Come già accennato, a partire dal 1° settembre 2012 la Fondazione sostiene il modello di accesso aperto alla letteratura scientifica, richiedendo che i contenuti generati nell'ambito delle ricerche finanziate trovino diffusione in modalità open access (Fondazione Cariplo, 2012). È quindi interessante analizzare le pubblicazioni prodotte grazie al contributo della Fondazione anche in relazione a tale aspetto. La figura 2.3 riporta la percentuale media di pubblicazioni fruibili in modalità open access per ciascun anno di Bando (istogrammi) e per risorsa studiata (linee). La figura 2.4 confronta invece le percentuali complessive di pubblicazioni open access per ciascuna risorsa naturale studiata (Acqua 81%, Aria 44,2% e Suolo 67,2%) con quella dell'intero Bando (64,4%).

La figura 2.5 mostra invece le modalità prescelte per favorire l'accesso aperto. Tra queste predomina largamente la pubblicazione su riviste open access, indicata in circa l'80% dei casi. Le altre modalità, benché meno dispendiose per il ricercatore, sono state utilizzate più raramente (il 18% la repository istituzionale e solo nel 2% dei casi la data repository), probabilmente a causa della scarsa conoscenza da parte dei ricercatori della disponibilità di tali repository, verso le quali far confluire le pubblicazioni. Accanto alle pubblicazioni, l'altra modalità tipica per promuovere la circolazione dei risultati delle ricerche nella comunità scientifica è costituita dalla partecipazione a convegni, con presentazione di poster e/o interventi orali. Complessivamente, i risultati dei progetti sono stati presentati in occasione di circa 400 partecipazioni a congressi, nazionali o internazionali, con una media di circa 9 per progetto.

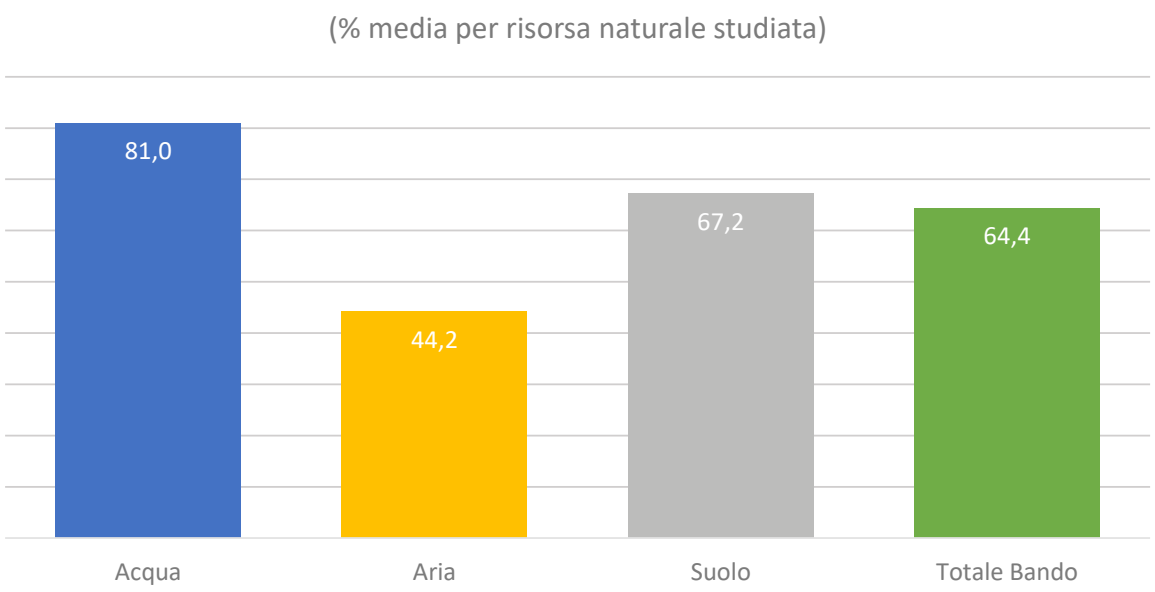
Con le stesse modalità della precedente figura 2.2, la figura 2.6 indica, per ciascuna edizione del Bando, il numero di partecipazioni ai convegni prodotte per ciascuna annualità (gli istogrammi di colori differenti) e lo rapporta al numero dei progetti analizzati (linee continue in tinta con l'istogramma). Infine, la linea punteggiata riassume la dinamica annuale della media per progetto dell'intero Bando. La media della partecipazione ai convegni varia in maniera più consistente rispetto alle pubblicazioni: nelle tre edizioni la media delle partecipazioni complessive passa da 12,1 per i progetti Acqua, a 5,9 di Aria, all'8,9 del Suolo.

Figura 2.3 – Quota di pubblicazioni scientifiche open access



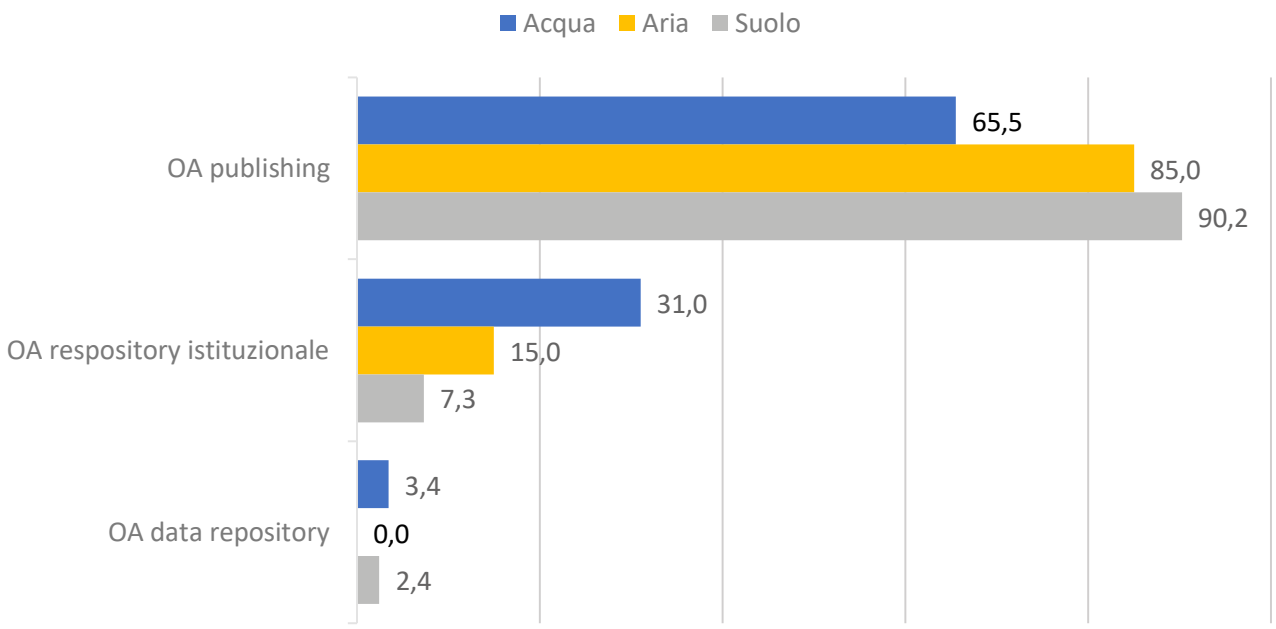
Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 2.4 – Pubblicazioni scientifiche open access per risorsa naturale studiata



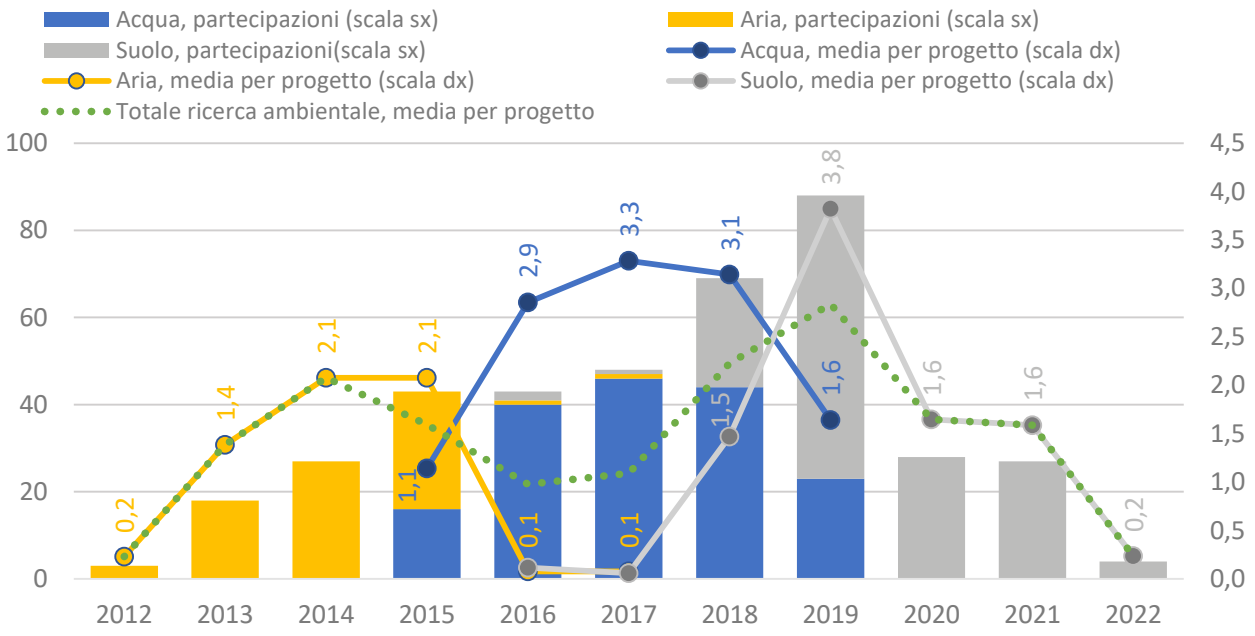
Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 2.5 – Modalità di fruizione open access (% di utilizzo sul totale delle pubblicazioni OA)



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 2.6 – Partecipazione a convegni scientifici per anno e risorsa naturale studiata



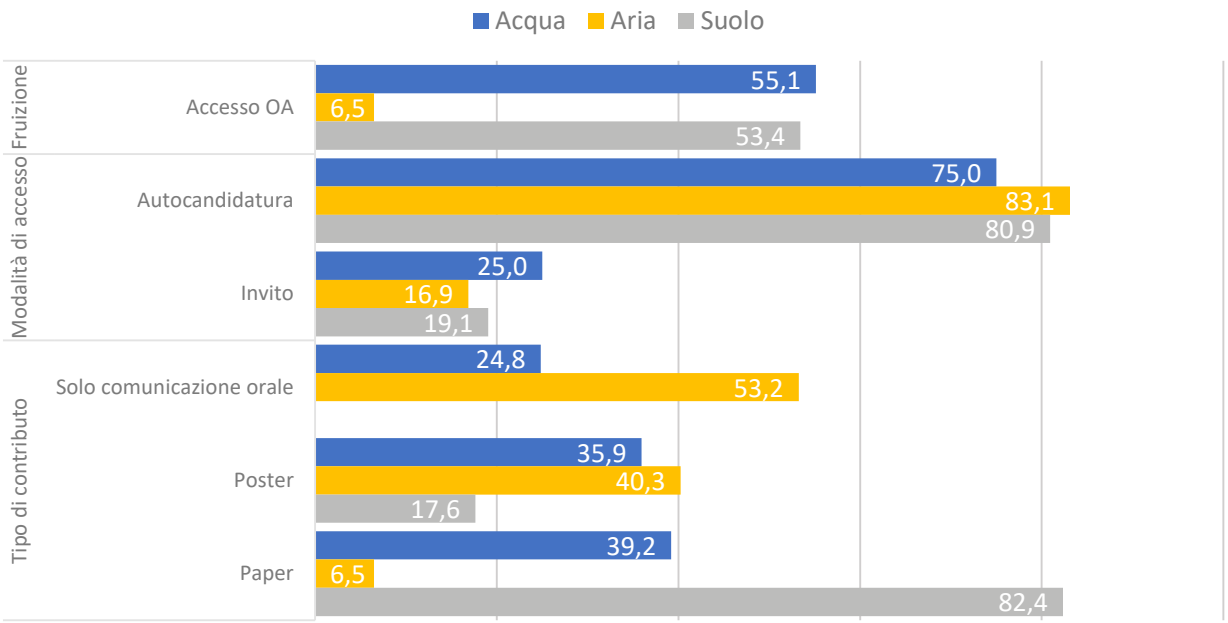
Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Box 2.4 – Le tecniche analitiche innovative che rilevano i contaminanti delle acque potabili

Il progetto XenoMicroResist – Xenogenetics of drinking water: Microbiome and Resistome analyses for the improvement of water safety assessment tools (Rif. 2015-0275, contributo €296.700) condotto dall'Università degli Studi di Milano Bicocca in collaborazione con la Fondazione Parco Tecnologico Padano (PTP) e con l'Istituto di Tecnologie Biomediche – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITB-CNR) ha permesso al gruppo del Prof. Casiraghi di utilizzare un approccio innovativo, guidato dall'integrazione di tecniche di sequenziamento High-Throughput Sequencing (HTS) e interpretazione del dato biologico, consentendo al team di ricerca di entrare a far parte dei pochi al mondo ad aver analizzato in maniera così approfondita, e al tempo stesso globale, l'ecosistema Drinking Water Treatment Plant (DWTP). La necessità di protocolli affidabili per concentrare il più ampio spettro di diversità batterica usando condizioni rigorose è dovuta alla presenza nell'ecosistema acqua di batteri ambientali di ridotte dimensioni. Questi batteri sono stati descritti nelle acque sotterranee e il team ha dimostrato la loro presenza nell'ecosistema DWTP. Per quanto riguarda la caratterizzazione HTS del microbioma dell'acqua, il protocollo messo punto per aumentare la concentrazione del DNA si è dimostrato cruciale. Grazie alle analisi condotte durante il progetto, si può affermare che l'acqua di Milano è stata la prima in Italia ad essere esplorata tramite tecniche di sequenziamento del DNA di tipo high-throughput e tra le prime in Europa. È emersa una inaspettata biodiversità, mai caratterizzata, che ha aperto nuovi scenari. Inoltre, è stato identificato un batterio ambientale, non patogeno, persistente ed ubiquitario, appartenente al genere Acidovorax. È stato infine messo a punto un saggio rapido che permette di individuare velocemente la presenza di marcatori che possano essere indice della qualità dell'acqua. Il saggio è stato messo a punto al fine di individuare Legionella pneumophila, ma può essere facilmente adattato alla ricerca di altri patogeni/marcatori. In particolare, può essere applicato nell'identificazione di marker di resistenza non solo agli antibiotici, ma anche ai trattamenti di potabilizzazione.

Guardando i risultati ottenuti e tenendo in considerazione l'andamento degli altri progetti, quello di XenoMicroResist si è sicuramente distinto in quanto a finanziamenti raccolti. Si parla infatti di €1.400.000, pari al 17,6% dei finanziamenti ricevuti complessivamente dai progetti che hanno lavorato sulla risorsa naturale dell'Acqua. Il numero di pubblicazioni si colloca nella media rispetto agli altri progetti, mentre piuttosto rilevante è il numero di citazioni medie per pubblicazione (28).

Figura 2.7 – Modalità di accesso ai convegni scientifici per risorsa naturale studiata (% sul totale delle partecipazioni)



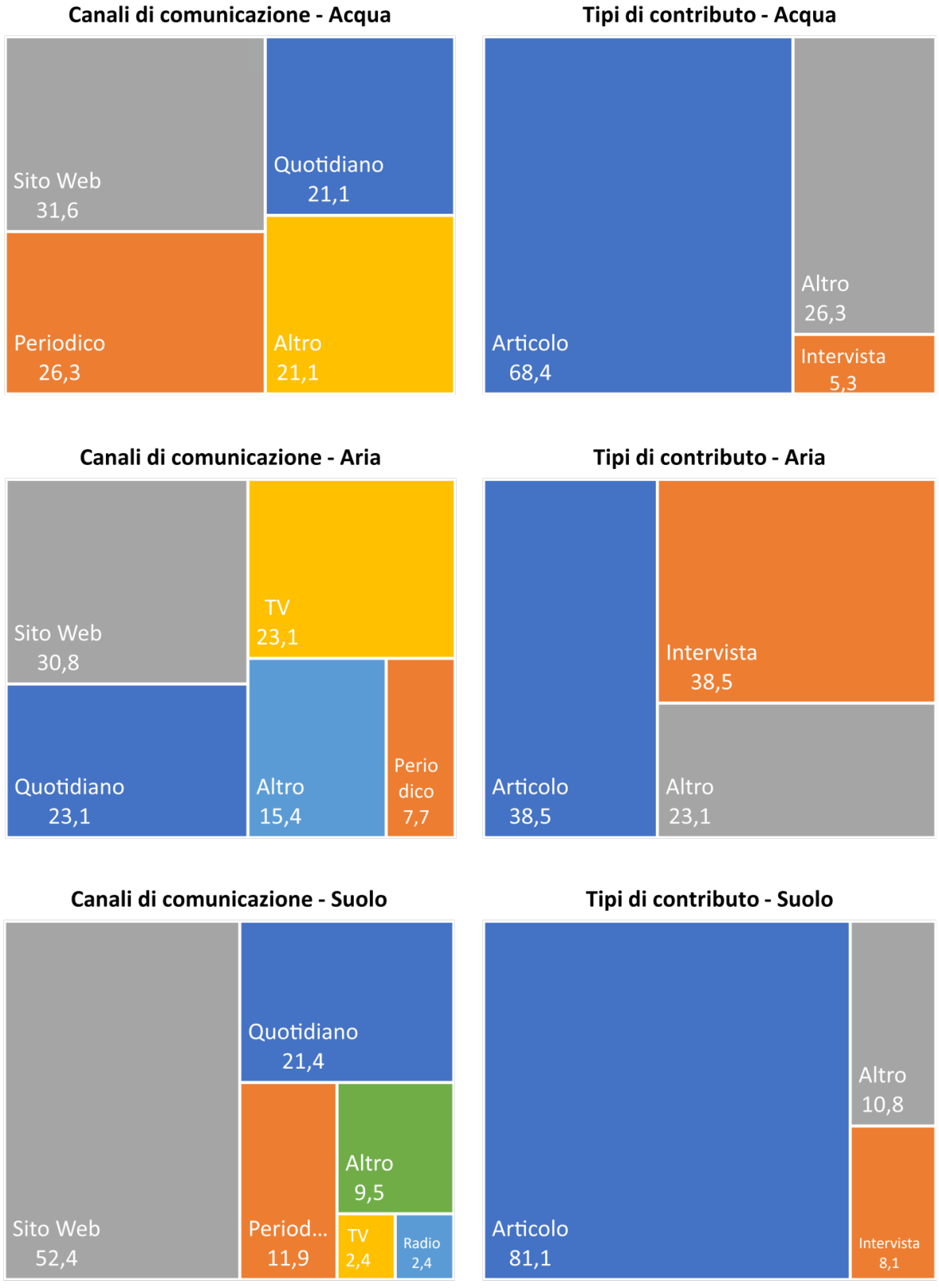
Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

La figura 2.7 illustra invece le possibilità di accesso agli atti in modalità Open Access, il tipo di ammissione (invito o autocandidatura) ai convegni e la tipologia di contributo proposto (orale, poster o paper). In media, sul totale del Bando emerge che nel 44,6% dei convegni gli atti erano accessibili anche in modalità Open Access, con una quota che è cresciuta dal 6,5% per la prima edizione (Aria) a oltre il 50% nelle due edizioni successive. Per quanto riguarda l'ammissione, nel 79% dei casi le presentazioni sono state frutto di un'autocandidatura dei ricercatori, mentre nel restante 21% si è trattato di una presentazione su invito, con composizioni percentuali che oscillano solo lievemente tra le diverse edizioni del Bando. Tra le modalità di presentazione, si riscontra una distribuzione media complessiva del 20,6% per la sola presentazione orale, del 26,9 per la presentazione di poster e del 49,9% per quella di articoli scientifici. In quest'ultimo caso la composizione per tipo di contributo è molto variabile fra le varie edizioni del Bando: sul tema Suolo prevalgono largamente le pubblicazioni (che superano l'80%) e sono assenti le comunicazioni orali prevalenti nel tema Aria (53,2%). Nel caso dell'Acqua, infine, la composizione risulta più equilibrata: varia dal 25% circa delle comunicazioni orali al 39% circa degli articoli scientifici.

I risultati prodotti nell'ambito delle ricerche ambientali sostenute dalla Fondazione sono stati oggetto di comunicazione anche nei confronti del largo pubblico (complessivamente in 184 casi). La diffusione dei risultati per canale di comunicazione è avvenuta prevalentemente attraverso passaggi sui siti web (40,9% dei casi), seguiti dai quotidiani (21,5%) e i periodici (17,2%). Sono invece molto più rare le apparizioni televisive e radiofoniche. Sempre considerando l'intero novero dei progetti finanziati con il Bando Ricerca ambientale, la modalità più frequentemente utilizzata è la pubblicazione di un articolo (69,3% dei casi), mentre l'intervista riguarda invece l'11,4% delle iniziative e il 19,3% altre tipologie di contributo.

La figura 2.8 riassume la distribuzione degli interventi divulgativi per tipologia di media utilizzato e tipolo-

Figura 2.8 – Ripartizione della tipologia degli interventi divulgativi per risorsa ambientale (percentuali dei canali e tipi di contributo utilizzati)



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

gia di contributo per ciascuna edizione del bando. Le quote cambiano notevolmente tra un'edizione e l'altra e nel corso del tempo, in particolare l'utilizzo dei canali web e l'utilizzo delle interviste.

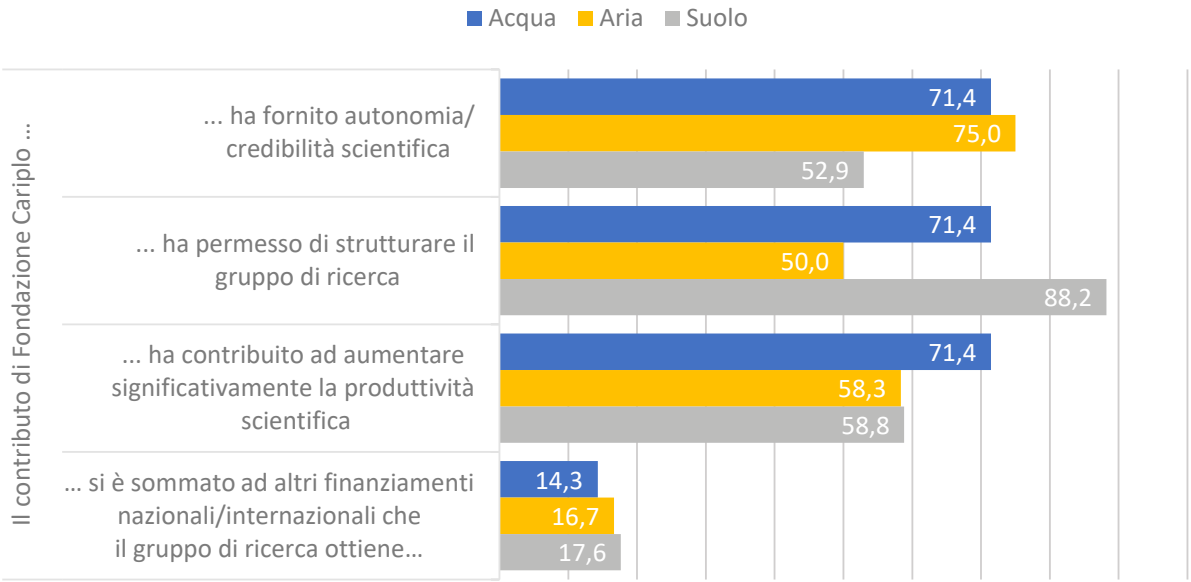
2.3.2. Inserimento di giovani e supporto ai percorsi di carriera

Attraverso il sostegno ai progetti di ricerca, la Fondazione ha inteso integrare obiettivi di natura squisitamente scientifica con obiettivi di carattere formativo che offrono un'importante occasione di crescita intellettuale e professionale per i giovani ricercatori coinvolti. Inoltre, il coordinamento di ricerche a carattere interdisciplinare, si è tradotto in alcuni casi in avanzamenti di carriera anche per il responsabile scientifico. A tale proposito, la figura 2.9 riporta il quadro della percezione dell'impatto del finanziamento sulla propria carriera comunicata dai responsabili scientifici dei progetti analizzati. Come si può notare dai giudizi relativi all'intero Bando Ricerca ambientale, circa il 72% dei responsabili interpellati afferma che il progetto ha permesso di strutturare il gruppo di ricerca, mentre circa il 65% ritiene che abbia fornito autonomia e credibilità scientifica e, nel 63% dei casi, contribuito ad aumentare significativamente la produttività scientifica. La figura presenta le differenti risposte articolandole per edizione del Bando.

2.3.3. Nuove collaborazioni nazionali e internazionali

Come già anticipato, il Bando ha sollecitato la realizzazione di progetti interdisciplinari, grazie alla collaborazione di molteplici unità operative afferenti a diverse organizzazioni di ricerca. I 44 progetti analizzati hanno promosso complessivamente 45 collaborazioni, in media una per progetto. I partenariati sono stati realizzati dal 78,8% degli enti mappati, coinvolgendo 43 partner nazionali e 2 stranieri. In 16 casi si è trattato di

Figura 2.9 – Effetto percepito del finanziamento sulla carriera del responsabile scientifico per risorsa studiata (% di progetti)



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

nuove collaborazioni con 11 prosecuzioni di collaborazioni già in corso (Figura 2.10).

2.3.4. Raccolta di nuovi finanziamenti

La realizzazione dei progetti finanziati dalla Fondazione e i risultati prodotti hanno costituito la base per la richiesta di ulteriori finanziamenti ad altri finanziatori, che hanno consentito di proseguire la medesima linea di ricerca o di attivare dei filoni collaterali. La figura 2.11 approfondisce le fonti dei nuovi finanziamenti raccolti. Quasi l'80% proviene da un mix di finanziatori italiani e stranieri, erogati soprattutto dalla Commissione Europea.

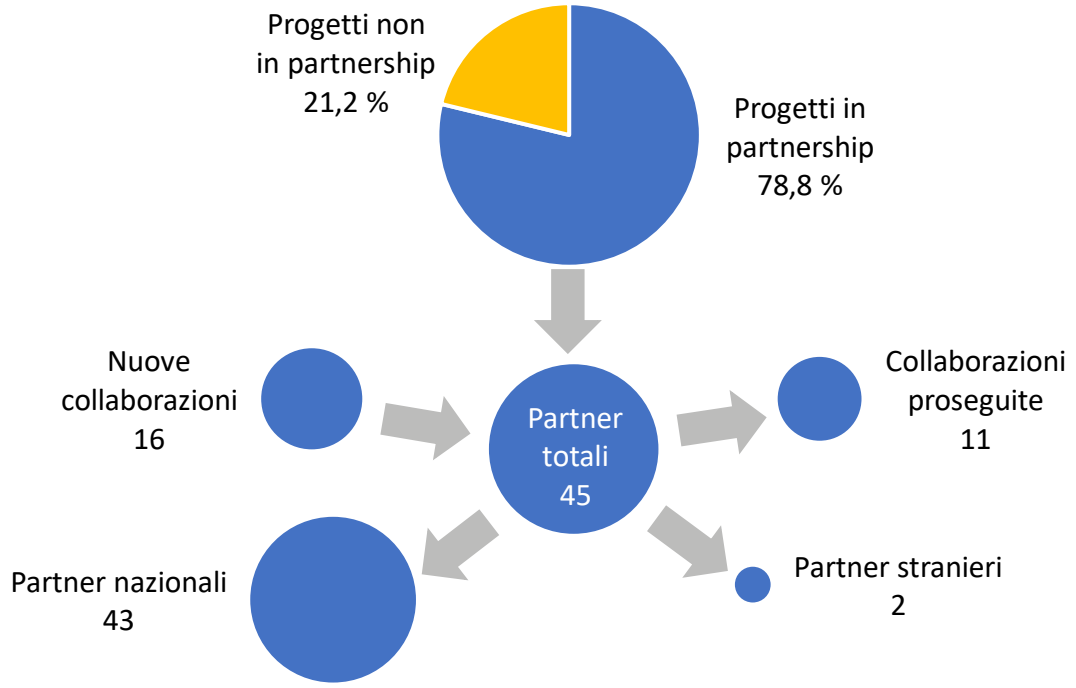
Box 2.5 – Un prototipo di sistema di Early Warning per il preannunciare frane e piene

Il progetto ANDROMEDA: A New integrateD hydROgeological Model to assEss landsliDes and flood prone Areas in Oltrepò Pavese (Rif. 2017-0677, contributo €199.500) condotto dall'Università degli Studi di Pavia in collaborazione con il CNR-IRPI ha permesso al gruppo della Prof.ssa Meisina di implementare e aggiornare i Sistemi Informativi Territoriali (SIT) e le banche dati relative al dissesto idrogeologico. A tal fine sono stati ricostruiti degli inventari multi-temporali delle frane superficiali e degli eventi di esondazione che hanno interessato l'area di studio. Mappe delle aree interessate da questi eventi sono state ricostruite per gli eventi a partire dal 2000.

Queste mappe sono di fondamentale importanza per diversi aspetti: i) per aver fornito la base per la validazione del modello idrologico-idraulico e delle soglie pluviometriche ricostruite; ii) per la pianificazione territoriale e per l'individuazione degli elementi a maggiore rischio. Nel caso dello Studio/implementazione di modelli predittivi dei fenomeni meteorologici estremi – mappatura del territorio a rischio di dissesto - è stato sviluppato e messo a punto un modello integrato idrologico-idraulico, che consente di studiare l'impatto di un evento meteorologico sul territorio in termini di probabilità di innesco di frane superficiali o alluvioni, basandosi anche sulla situazione idrologica del suolo durante l'evento stesso. Il modello è di fondamentale importanza per: valutare la fragilità del territorio nei confronti di questi eventi; valutare come cambia in funzione della pioggia caduta e dell'umidità del suolo; valutare il potenziale runout di frane superficiali e i loro impatti sugli elementi a rischio; definire il livello di rischio dei principali elementi antropici (es. edifici pubblici, strade, case); ricostruire e implementare le soglie per l'innesco di piogge o di alluvioni, che tengano conto di dati di umidità del suolo e siano tarate specificatamente per l'area di studio; sviluppare e testare un prototipo di sistema di allerta meteo da integrare alle mappe di pericolosità ad elevata risoluzione spaziale e temporale, per poter ricostruire scenari di rischio e fornire un utile strumento per la pianificazione territoriale e per la mitigazione dei rischi.Le ricerche condotte dalla Prof.ssa Claudia Meisina hanno fatto parte anche del progetto di Fondazione Cariplo Attivaree Oltrepò Biodiverso. In questo contesto è stata individuata la relazione tra frane superficiali, l'uso del suolo e le tecniche di gestione dei vigneti in Oltrepò Pavese. Il progetto Andromeda ha permesso di monitorare le frane superficiali, capirne i meccanismi, e utilizzare i risultati di Attivaree come input nei modelli di pericolosità da frane superficiali.

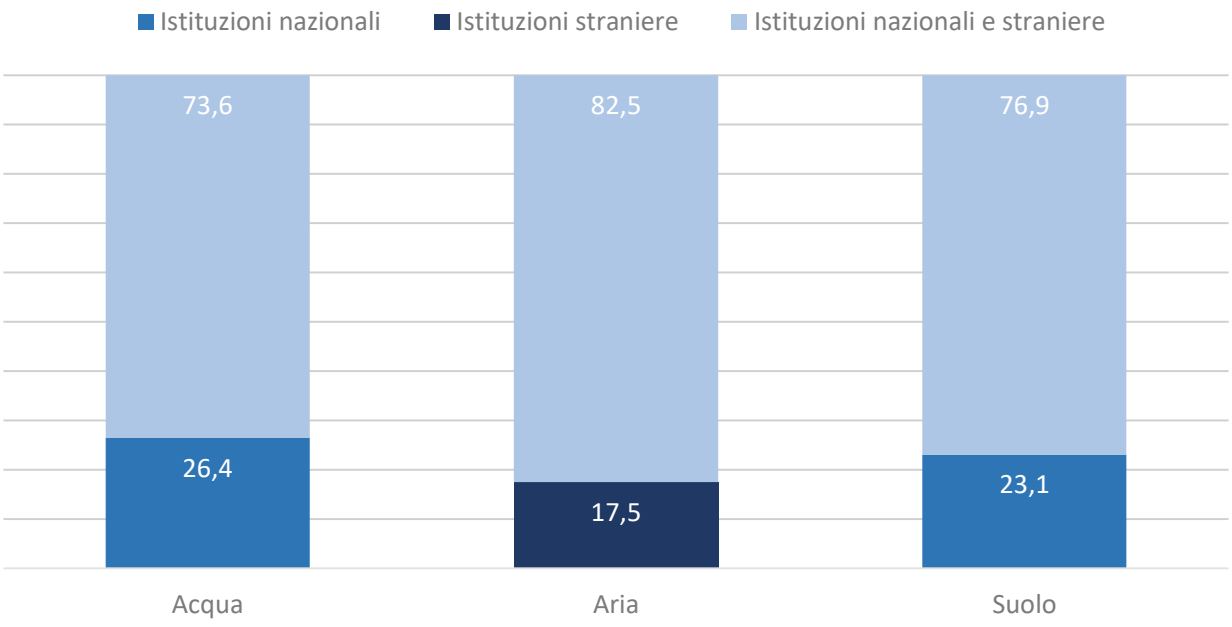
Oltre a presentare un rilevante numero di pubblicazioni, nettamente al di sopra della media, questo progetto è caratterizzato da buoni risultati in campo bibliometrico. Delle 9 pubblicazioni totali, 8 sono presenti su Web of Science (WOS), con un valore medio di citazioni per paper di 14,25. Inoltre, 6 delle ultime 8 pubblicazioni su WOS dispongono di accesso Open Access. Infine, i finanziamenti raccolti non sono indifferenti, si parla, infatti, di una cifra di €332.000, corrispondente al 16,5% di quanto complessivamente raccolto dal Bando Suolo.

Figura 2.10 – Collaborazioni attivate

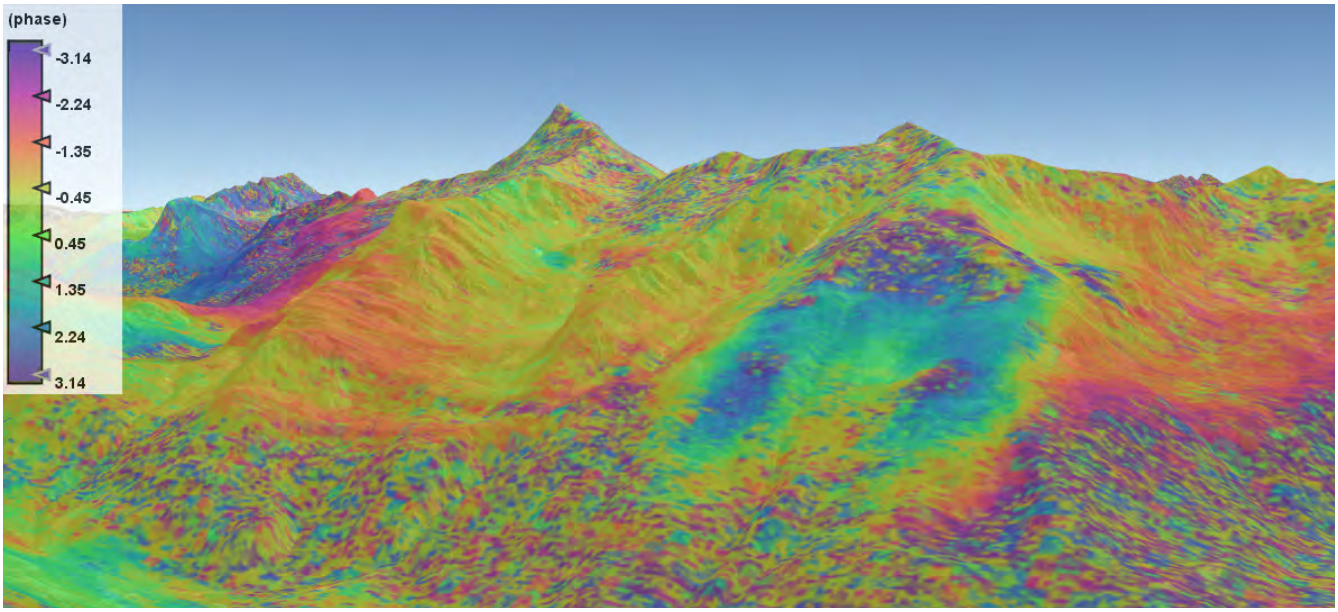


Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023

Figura 2.11 – Origine dei nuovi finanziamenti per risorsa naturale studiata (% dei finanziamenti raccolti)



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su dati CRM Fondazione Cariplo, 2023



Applicazione di tecniche di interferometria radar satellitare (DInSAR) alla caratterizzazione di dettaglio dei meccanismi e dello stato di attività delle grandi frane del Monte Mater, che incombono sull'abitato di Madesimo (SO). Progetto Slow2Fast – Foto di F. Agliardi

Box 2.6 – Un sistema di monitoraggio innovativo per la gestione del rischio idrogeologico e idraulico

Il progetto LAMPO – Lombardy-based Advanced Meteorological Predictions and Observations (Rif. 2017-0725, contributo €200.000) condotto dal Politecnico di Milano in collaborazione con ARPA Lombardia, ha permesso al gruppo della Prof.ssa Venuti di ampliare la banca dati di ARPA Lombardia con le serie temporali di vapor acqueo atmosferico ottenute dalla elaborazione dei dati Global Navigation Satellite System (GNSS) della rete LAMPO. La definizione e l'implementazione di una procedura per la produzione delle serie temporali di vapore acqueo in tempo reale rappresenta un risultato spendibile e in futuro la disponibilità dei prodotti GNSS per ARPA potrà permettere di verificare il comportamento della variabile 'contenuto di vapore acqueo atmosferico' in corrispondenza di eventi di pioggia convettiva. Il sistema LAMPO, opportunamente ingegnerizzato, è potenzialmente utilizzabile da ARPA nella generazione di early warnings. LAMPO ha suscitato notevole interesse nella comunità scientifica: da chi si occupa di sviluppo di sistemi di predizione basati su algoritmi di deep learning; da chi è interessato alla caratterizzazione dei fenomeni convettivi a partire da dati osservativi e da parte di chi si occupa della mitigazione del rischio idrogeologico. Nel corso della realizzazione del progetto, si sono aperte opportunità di collaborazione con il CNR ISAAC di Roma su esperimenti di assimilazione di dati GNSS nei modelli di predizione meteorologica e con CNR IEIIT di Milano sulla condivisione di dati di vapore acqueo da GNSS e di pioggia da ponti radio (progetto MOPRAM – MOnitoraggio della Precipitazione con reti RAdio a Microonde finanziato nell'ambito del bando dedicato al Dissesto Idrogeologico nel 2016, responsabile scientifico Prof. Roberto Nebuloni del CNR). Il progetto ha consolidato la collaborazione sull'utilizzo del sistema GNSS per la meteorologia tra Politecnico, GReD e Università degli Studi di Padova. Ha inoltre aperto a collaborazioni tra gruppi di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico e del CNR che si sono occupati della mitigazione del rischio idrogeologico nel bacino del Seveso. Ha favorito la collaborazione con ARPA Lombardia e quindi con chi si occupa operativamente di salvaguardia dell'Ambiente e del Territorio. Ha permesso inoltre di iniziare una collaborazione con MeteoSwiss, che ha supportato LAMPO fornendo dati da RADAR meteorologico e ha espresso molto interesse sul monitoraggio GNSS del vapore acqueo atmosferico.

Questo progetto è stato in grado di raggiungere un ottimo risultato dal punto di vista dei finanziamenti ricevuti. La somma raccolta, infatti, ammonta a €999.285, somma che costituisce ben il 50% del totale dei finanziamenti raccolti dai progetti sullo studio del Suolo. Inoltre, particolarmente prolifici rispetto alla media sono stati gli interventi divulgativi, tra i quali spicca un articolo pubblicato su nova.tech del Sole 24 Ore.

3. LA RILEVANZA SCIENTIFICA DELLE PUBBLICAZIONI

Campionamento di alghe in reattori a colonna presso il laboratorio di Ecologia Applicata, Università di Milano-Bicocca – Foto di V. Mezzanotte

3.1. Impostazione metodologica

La principale dimensione indagata da questo capitolo è l'efficacia del bando nel produrre avanzamenti della conoscenza nell'ambito della ricerca ambientale, con particolare riferimento alla rilevanza scientifica delle pubblicazioni prodotte grazie ai progetti finanziati dalla Fondazione. A questo scopo sono state condotte analisi bibliometriche (delle pubblicazioni e delle relative citazioni) per determinare il grado di diffusione presso la comunità scientifica degli articoli, pubblicati su riviste *peer reviewed*, prodotti dai progetti finanziati nell'ambito dei tre filoni (Aria, Acqua e Suolo). Per raccogliere e analizzare gli elementi utili a formulare un giudizio di merito sono stati utilizzati gli strumenti di analisi appositamente messi a punto da Clarivate Analytics: InCites ed Essential Science Indicators, entrambi basati sul database bibliometrico Web of Science.

L'attribuzione delle singole pubblicazioni ai progetti inclusi nella rilevazione è avvenuta a opera dei relativi responsabili di progetto all'atto della compilazione del questionario o della relazione scientifica sui risultati. Ciò può comportare il rischio di dichiarazioni non oggettive volte ad aumentare il numero di pubblicazioni attribuibili al progetto e a comunicare i risultati migliori – al di là del loro effettivo collegamento con il progetto indagato – così da accreditare il gruppo di ricerca per futuri finanziamenti. Per contrastare tale rischio, a partire dal 2013, grazie all'integrazione della relazione sui risultati nel processo di rendicontazione, gli uffici della Fondazione verificano l'attinenza delle pubblicazioni con il progetto finanziato contestualmente all'istruttoria che precede il rilascio del contributo (acconti e saldo). Tali verifiche sono volte ad accertare in primo luogo la corretta citazione del codice progetto e della Fondazione Cariplo tra i finanziatori della ricerca oggetto della pubblicazione e l'attinenza tematica con la stessa. Nei casi di potenziale incongruenza si procede a ulteriori verifiche con i ricercatori beneficiari del contributo. Tuttavia, è opportuno considerare che non è stato possibile estendere tale verifica a tutte le pubblicazioni e non si possono dunque del tutto escludere casi di attribuzioni improprie.

Ciò premesso, di seguito sono riportati gli esiti delle analisi svolte. La prima parte presenta alcuni risultati generali volti a evidenziare la rilevanza, in termini di pubblicazioni realizzate a partire dai progetti di ricerca finanziati dalla Fondazione. Attraverso alcuni confronti settoriali sono poi evidenziati i campi disciplinari nei quali il contributo scientifico delle ricerche finanziate ha destato il maggiore interesse e ha prodotto i risultati più rilevanti in termini comparativi rispetto all'azione di altri enti finanziatori (a livello nazionale e internazionale).

Sono poi brevemente descritte le collaborazioni realizzate in occasione delle ricerche e la frequenza con cui, fra le istituzioni coinvolte nei progetti di ricerca, compaiono attori di rilevanza internazionale. È infine analizzata la specializzazione settoriale dei soggetti che hanno ripreso, citandoli, i risultati delle ricerche finanziate, evidenziando la presenza di istituzioni leader nei vari settori di ricerca.

3.2. Il quadro generale

La tabella 3.1 descrive il punto di partenza dal quale si sviluppano tutte le analisi successive: 44 progetti finanziati dalla Fondazione Cariplo fra il 2011 e il 2017 che hanno generato, nel periodo 2014-2022, 137 pubblicazioni (di cui 59 sul Suolo, 41 sull'Aria e 33 sull'Acqua) su riviste scientifiche *peer reviewed* indicizzate nel database internazionale Web of Science[1].

Tali documenti sono stati citati da altre pubblicazioni su riviste scientifiche circa 4.200 volte; in media, ciascun documento è stato citato 30,6 volte, in particolare risultano relativamente più numerose le citazioni medie dei documenti sull'Aria (58,2); 32 pubblicazioni sono state citate almeno 32 volte. I documenti in cui sono presenti citazioni di tali pubblicazioni sono 3.236 (di cui 1.928 sulla risorsa Aria): ciascuno di essi, dunque, ne ha citate, in media, 1,3. Tali documenti sono stati citati, a loro volta, circa 70.000 volte, per una media di 21,6 citazioni per documento. Tali valori risultano relativamente più alti per i documenti citanti sull'Aria (rispetto a quelli sulle altre risorse), citati circa 54.000 volte, con una media di 28,2 volte per documento.

I ricercatori univocamente identificati come autori (o co-autori) delle pubblicazioni analizzate sono circa 472; sono invece 113, complessivamente, le istituzioni cui essi fanno riferimento. In media, dunque, ciascun documento risulta prodotto con la collaborazione di circa 6 autori e 3 istituzioni diverse (localizzate, in media, in due paesi), coerentemente con il fatto che molti progetti sono stati presentati in partenariato (sebbene non obbligatorio secondo quanto previsto dal bando).

La figura 3.1 evidenzia la distribuzione di frequenza dei documenti (barre scure, asse sinistro del grafico) e delle relative citazioni a fine 2022 (barre chiare, asse destro del grafico) per anno di pubblicazione (dal 2014 al 2017 per i documenti sull'Aria, dal 2015 al 2020 per i documenti sull'Acqua e dal 2018 al 2022 per i documenti sul Suolo). Le prime barre dell'istogramma indicano dunque – ad esempio – il numero di documenti

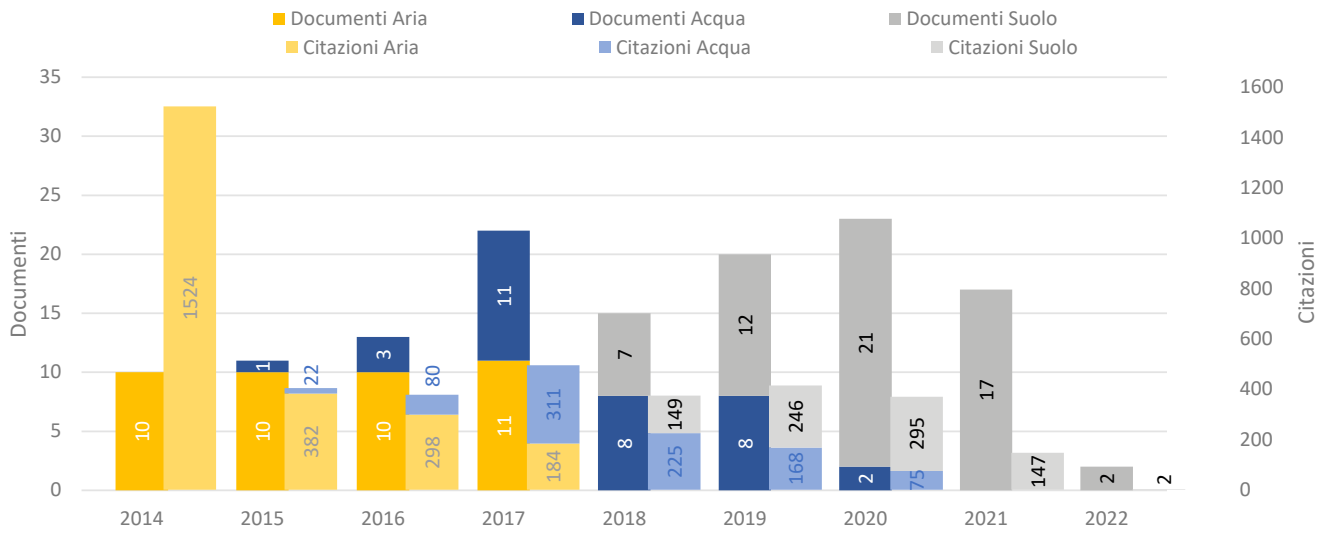
1 Il dato riportato nel capitolo 2, invece, si riferiva al numero totale di pubblicazioni prodotte e include anche quelle non indicizzate all'interno del database Web of Science.

Tabella 3.1 – Quadro riepilogativo delle pubblicazioni analizzate

Riepilogo	Aria	Acqua	Suolo	Totale Ricerca Ambientale
Progetti	13	14	17	44
Documenti analizzati	41	33	59	137
Citazioni	2.388	881	839	4.187
Media per documento	58,24	26,70	14,22	30,56
Indice H	23	19	18	32
% documenti citati	100	100	98,31	99,27
% documenti in collaborazione con istituzioni di altri Paesi	34,15	48,48	31,20	37,23
Documenti citanti	1.928	641	667	3.236
Citazioni dei documenti citanti	54.331	11.057	4.639	70.027
Citazioni medie dei documenti citanti	28,2	17,2	7,0	21,6
Autori univocamente identificati	189	112	158	472
Numero medio di autori per documento	6,9	6,0	4,7	5,7
Istituzioni univocamente identificate	43	36	49	113
Numero medio di istituzioni per documento	2,90	3,21	2,22	2,68
Numero medio di Paesi per documento	1,5	1,6	1,5	1,5

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Figura 3.1 – Documenti analizzati e citazioni totali per anno di pubblicazione



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

pubblicati nel 2014 relativamente alla risorsa Aria e il numero totale di citazioni ottenute.

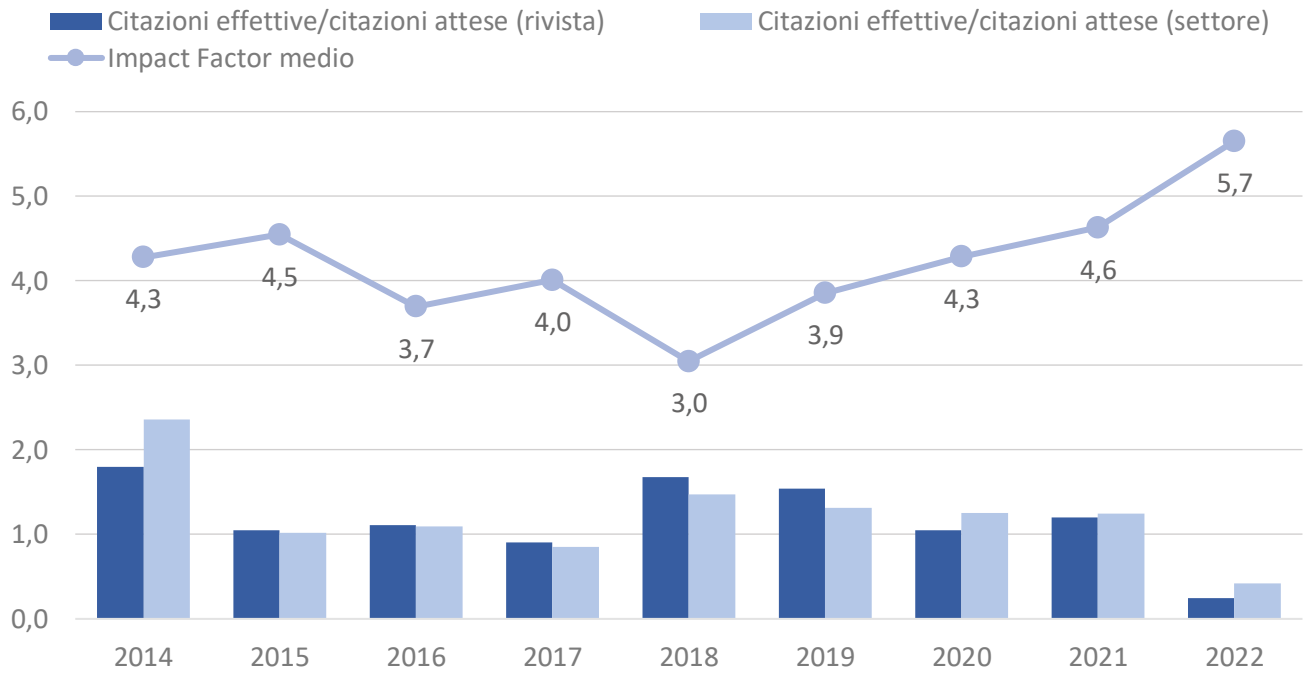
Dal grafico si osserva che nel caso dei documenti sull'Aria e sul Suolo, il rapporto fra citazioni e pubblicazioni decresce nell'intervallo di tempo rispettivamente considerato (tra il 2014 e il 2017 per l'Aria e tra il 2018 e il 2022 per il Suolo); nel caso delle pubblicazioni sull'Acqua, invece, il valore è piuttosto costante tra il 2015 e il 2019 e risulta relativamente più alto nel 2020. Si nota, inoltre, che le pubblicazioni più citate sono quelle sull'Aria relative al 2014 (10 documenti che hanno ottenuto 1.524 citazioni), mentre quelle meno citate sono quelle sul Suolo relative all'anno 2022.

Queste considerazioni non tengono però conto, né delle diverse riviste sulle quali i documenti sono stati pubblicati, né dei settori disciplinari cui si riferiscono. Questa limitazione è però superata dalla figura 3.2 nella quale i valori medi annuali relativi al numero di citazioni sono rapportati a due stime del loro valore atteso. I valori attesi sono calcolati, nel primo caso (barra blu), prendendo come riferimento la rivista su cui è apparsa la pubblicazione e, nel secondo caso (barra azzurra), il suo settore di riferimento. Per ogni anno, il grafico riporta inoltre il valore medio del Journal Impact Factor (JIF) delle riviste sulle quali sono stati pubblicati i documenti (linea continua azzurra).

Dalla figura emerge come le pubblicazioni analizzate risultino mediamente lievemente più citate rispetto all'insieme dei documenti pubblicati negli stessi anni sulle stesse riviste e su riviste classificate negli stessi settori. Il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese è infatti pari o superiore a 1 in tutti gli anni, con eccezione del 2017 e del 2022, e nel periodo considerato si attesta su un valore medio di 1,2.

Osservando l'andamento temporale, si può poi osservare che i valori delle stime appena descritte evidenziano una dinamica piuttosto costante (con valori lievemente più alti nel 2014), così come appare abbastanza stabile – se si esclude il valore massimo, pari a 5,7, raggiunto nel 2022 – l'andamento del valore

Figura 3.2 – Rilevanza delle pubblicazioni per anno di pubblicazione



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

medio del JIF che si attesta, per l'intero periodo, a 4. In sostanza, quindi, i risultati delle ricerche finanziate sono stati pubblicati su riviste mediamente importanti, riuscendo a raggiungere e mantenere livelli di citazione pari o lievemente superiori alla media.

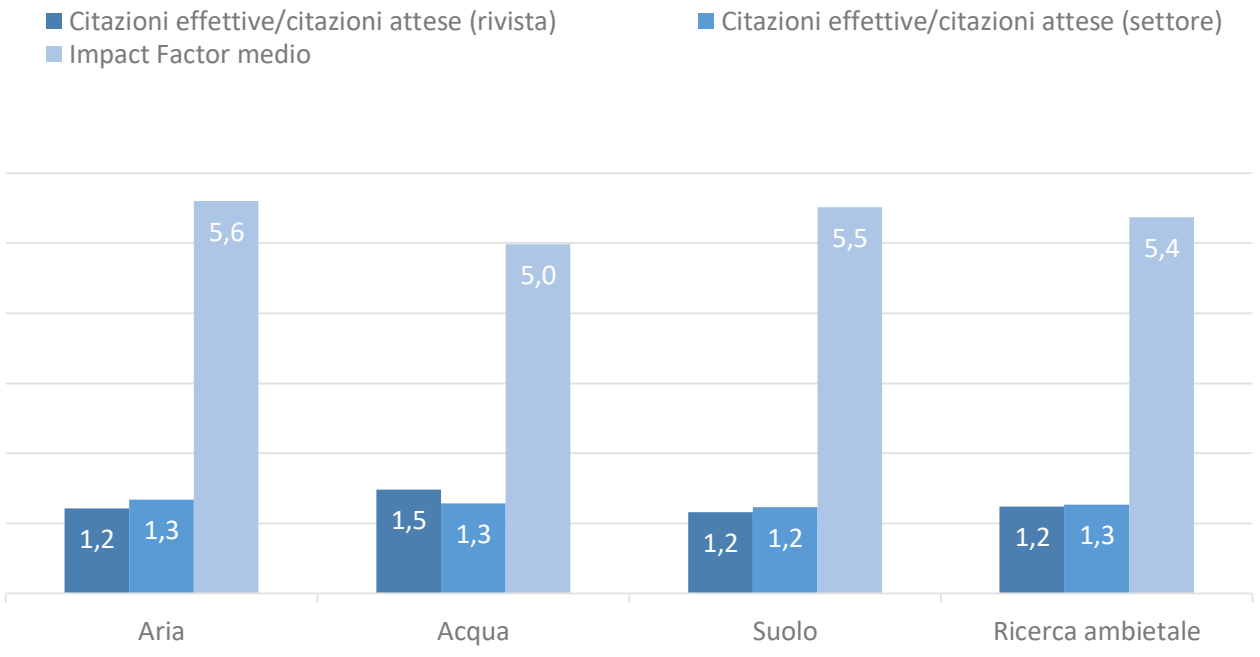
La figura 3.3 mostra i dati relativi al rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese (sia prendendo come riferimento la rivista, sia considerando il settore) e al Journal Impact Factor per ciascuno dei filoni considerati (Aria, Acqua e Suolo) e, complessivamente, per l'insieme delle pubblicazioni finanziate dal Bando.

Per tutti i filoni, le pubblicazioni analizzate risultano mediamente più citate sia rispetto agli altri documenti dello stesso tipo pubblicati nello stesso anno sulle stesse riviste scientifiche, sia rispetto alle altre pubblicazioni del medesimo anno, nel medesimo settore e della medesima tipologia. Inoltre, si osserva come le pubblicazioni sull'Acqua risultano lievemente più citate (rispetto ai documenti pubblicati sulle stesse riviste) di quelle relative alle altre risorse, sebbene il valore del Journal Impact Factor risulti lievemente inferiore (5,0).

Le citazioni fin qui analizzate si riferiscono al 99,3% dei documenti. Solo l'1,7% delle pubblicazioni analizzate, infatti, non risulta mai citata da documenti pubblicati su riviste scientifiche incluse nel database Web of Science. La figura 3.4 riporta in forma grafica, per ciascuna delle risorse analizzate, il valore del percentile medio, un indicatore sintetico costruito a partire dall'analisi della distribuzione di frequenza delle citazioni dei documenti analizzati. Tale indice esprime (in media e in termini percentuali) il posizionamento relativo (in base alle citazioni ricevute) dei documenti analizzati a confronto con tutti gli altri documenti pubblicati nello stesso anno su riviste classificate all'interno della stessa area tematica.

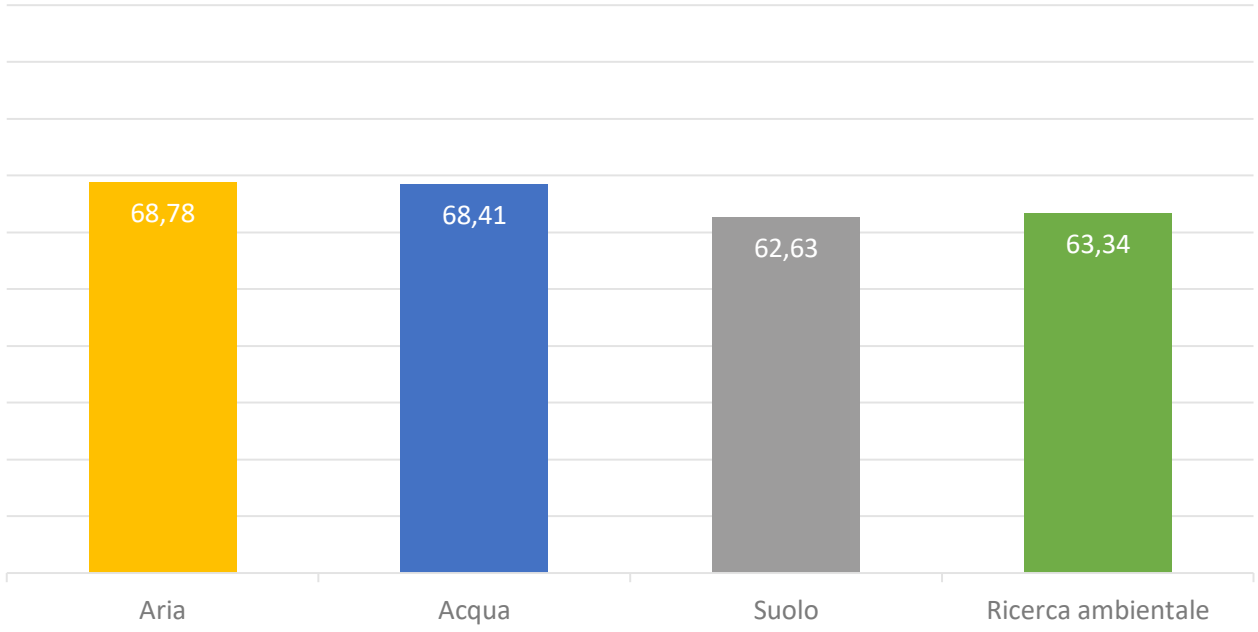
Il valore è pari a 63,34% in media sul Bando Ricerca ambientale (con valori relativamente più alti per le pubblicazioni sull'Aria e sull'Acqua, rispettivamente pari al 68,78% e al 68,41%): rispetto all'insieme dei

Figura 3.3 – Rilevanza delle pubblicazioni per risorsa naturale studiata



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Figura 3.4 – Frequenza di citazione delle pubblicazioni (percentile medio)



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

documenti con caratteristiche confrontabili, quelli qui analizzati si posizionano nella parte medio-bassa della classifica (nei dintorni del secondo terzo) per numero di citazioni ricevute.

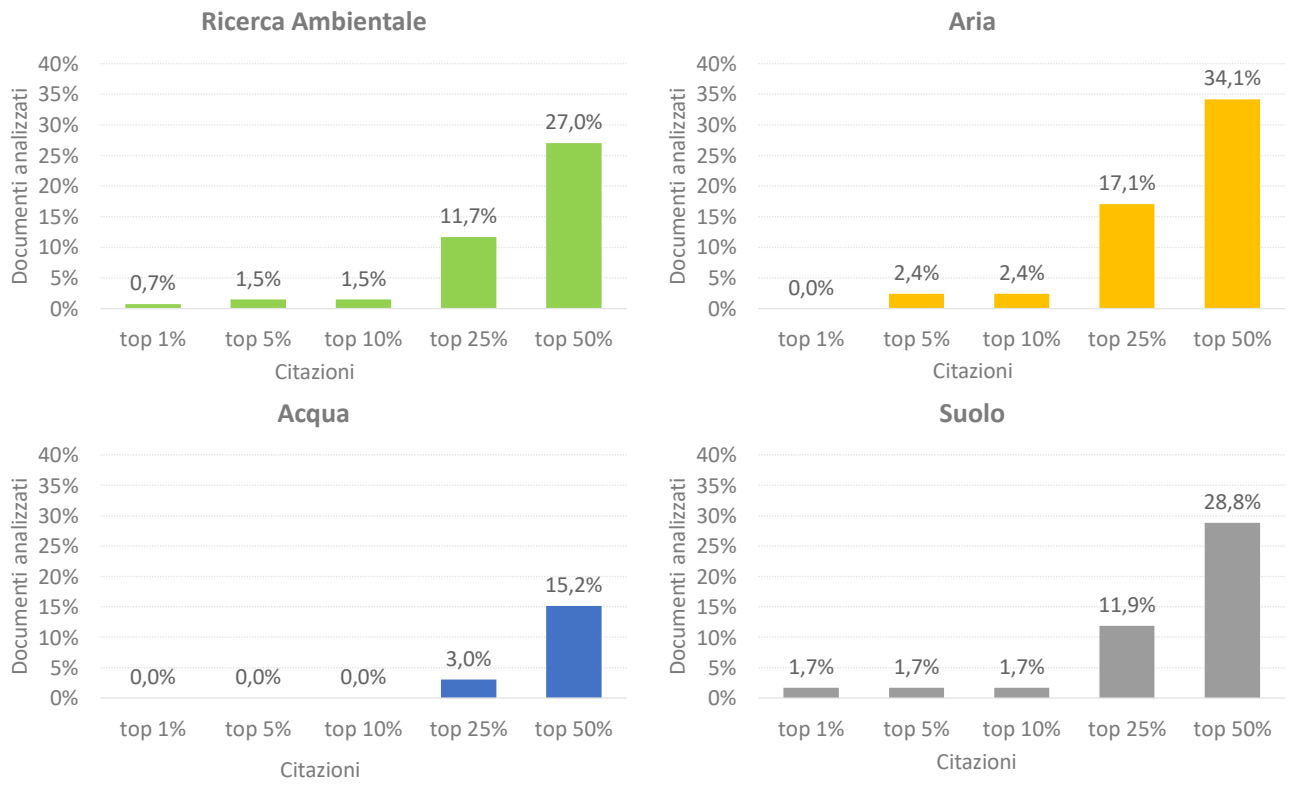
Utilizzando la distribuzione di frequenza delle citazioni, è inoltre possibile approfondire ulteriormente la rilevanza relativa delle pubblicazioni, confrontandone la distribuzione con quella degli articoli della stessa tipologia, pubblicati negli stessi anni e su riviste classificate nei medesimi settori. Analizziamo, quindi, le differenze calcolate in corrispondenza dei valori soglia che identificano il primo, il quinto, il decimo, il venticinquesimo e il cinquantesimo percentile (che rappresentano, rispettivamente, l'1%, il 5%, il 10%, il 25% e il 50% dei documenti più citati).

Come evidenziato nella figura 3.5 relativamente alla Ricerca ambientale (insieme complessivo delle pubblicazioni dei tre filoni), la soglia corrispondente all'1% di articoli più citati, nel nostro caso ne include lo 0,7%; entro la soglia del 5% se ne trova l'1,5%, così come nella soglia del 10%; nella soglia del 25% si trova l'11,7%. Infine, la soglia che divide in due l'insieme delle pubblicazioni degli stessi anni e degli stessi settori, racchiude il 27% dei documenti.

Dal confronto di tali valori per i diversi filoni analizzati, emerge come le pubblicazioni sul Suolo ottengano un risultato relativamente migliore sulla soglia dell'1% rispetto a quelle relative agli altri filoni, sebbene complessivamente le pubblicazioni più rilevanti risultino quelle sull'Aria.

Nella tabella 3.2 sono riportate alcune informazioni relative alle più importanti riviste sulle quali sono stati pubblicati i documenti analizzati per ciascun filone, restringendo l'analisi alle 5 riviste caratterizzate dai valori più elevati del rispettivo Journal Impact Factor (JIF). Sebbene non compaiano molte riviste scientifiche di prestigio, si segnala la pubblicazione su Nature Climate Change (con JIF pari a 30,7) di un documento sul Suolo e in generale la presenza di riviste con un JIF compreso tra 6,5 e 17,1.

Figura 3.5 – Distribuzione dei documenti rispetto alla distribuzione di frequenza delle citazioni delle pubblicazioni



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Tabella 3.2 – Principali riviste scientifiche su cui sono stati pubblicati i risultati delle ricerche finanziate su Aria, Acqua e Suolo

Risorsa	Rivista	Documenti	Citazioni	Impact Factor
Aria	ACS Nano	1	157	17,1
	Journal of controlled release	1	35	10,8
	Nano Research	1	88	9,9
	Journal of Neuroinflammation	1	60	9,3
	Environmental Pollution	1	72	8,9
	Reviews in Environmental Science and Biotechnology	1	34	14,4
Acqua	Science of the Total Environment	1	41	9,8
	Waste Management	1	70	8,1
	Agricultural Water Management	1	19	6,7
	Ambio	1	62	6,5
Suolo	Nature Climate Change	1	24	30,7
	Nature Communication	1	34	16,6
	Science of the Total Environment	1	26	9,8
	Scientific Data	1	26	9,8
	International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation	1	49	7,5

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Box 3.1 – Perché sono state citate le pubblicazioni analizzate?

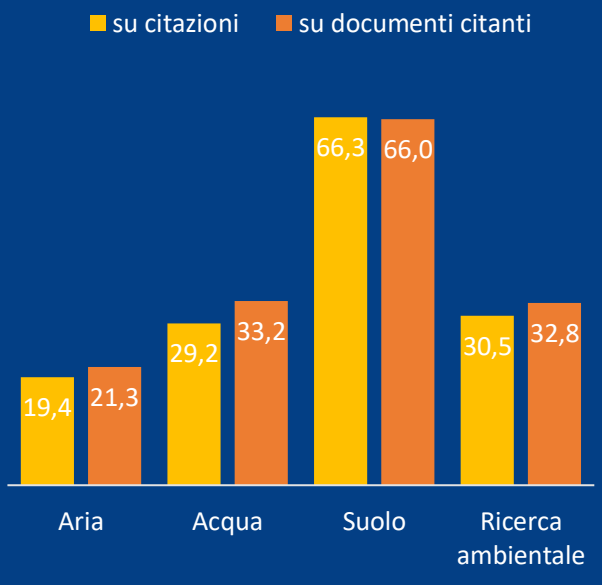
Tutte le analisi mostrate finora si basano sull'utilizzo del numero di citazioni ricevute da ogni pubblicazione quale indicatore di rilevanza scientifica, intesa come circolazione all'interno della comunità scientifica di riferimento. Tale indicatore è di facile comprensione e permette di costruire misure standardizzate attraverso il confronto fra il dato relativo a un certo documento (o insieme di pubblicazioni) e il valore medio riferito ai documenti che hanno caratteristiche simili (anno di pubblicazione, rivista e/o settore disciplinare). Ciò che tali analisi non permettono di fare è dare una risposta alle domande "per quale motivo sono state citate le pubblicazioni in esame, per confermarne i risultati, segnalare divergenze rispetto a ricerche successive, oppure per illustrarne degli approfondimenti?

Proprio per rispondere a tali domane, a partire dal 2021 la piattaforma Web of Science mette a disposizione informazioni ulteriori derivanti dalla classificazione delle citazioni, sulla base del testo limitrofo a ciascuna citazione, nelle seguenti categorie: i) *background*: citazione di ricerche precedentemente pubblicate che orientano lo studio attuale all'interno di un'area accademica; ii) basis: riferimenti che riportano i set di dati, i metodi, i concetti e le idee che l'autore utilizza direttamente per il suo lavoro o su cui l'autore basa il suo lavoro; iii) support: riferimenti a ricerche rispetto alle quali lo studio descritto nel documento citante riferisce di avere risultati simili (ciò può anche riferirsi a somiglianze nella metodologia o in alcuni casi alla replica dei risultati); iv) differ: riferimenti a ricerche rispetto alle quali lo studio descritto nel documento citante riferisce di avere risultati diversi (ciò può anche riferirsi a differenze nella metodologia o nelle dimensioni del campione, che influiscono sui risultati); v) discuss: riferimenti a ricerche rispetto alle quali lo studio descritto nel documento citante entra in una discussione più dettagliata.

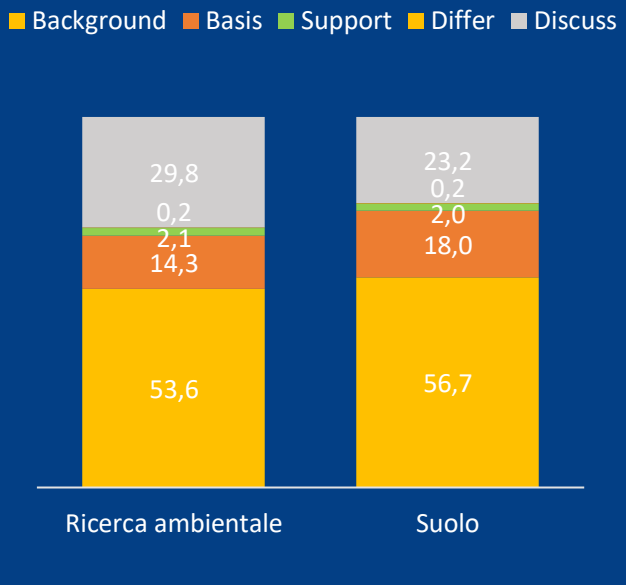
Dato che la classificazione delle citazioni è iniziata nel 2021, l'incidenza delle citazioni e dei documenti citanti classificati rispetto al totale analizzato in questo quaderno è crescente nel passaggio dagli studi sull'Aria a quelli sull'Acqua a quelli sul Suolo. Nel complesso, si attesta poco oltre il 30%, mentre nell'ultimo caso raggiunge i 2/3 del totale (Figura A).

In considerazione della diversa incidenza relativa ai tre filoni del bando qui analizzati, la figura seguente mostra in dettaglio gli esiti della classificazione delle citazioni nel caso degli studi sul Suolo e del dato generale. Come si osserva dalla figura seguente, la maggioranza dei casi si riferisce a citazioni di tipo "background", cioè a ricerche che hanno contribuito a orientare gli studi successivi che li hanno citati. Quote significative si registrano anche per i casi "discuss" e "basis", a dimostrazione di una frequenza rilevante dei casi in cui i risultati delle ricerche sostenute attraverso il bando hanno rappresentato la base per studi e approfondimenti successivi. Decisamente più limitate, infine, le citazioni volte a confermare o a segnalare risultati differenti (Figura B).

A - Incidenza delle citazioni classificate



B - Tipologia di citazioni dei documenti analizzati



3.3. Rilevanza settoriale

Di seguito sono riportate alcune analisi volte a evidenziare i campi di ricerca nei quali le pubblicazioni sembrano aver portato all'attenzione della comunità scientifica di riferimento i risultati più rilevanti (o quanto meno più spesso ripresi in pubblicazioni scientifiche su riviste *peer reviewed* incluse in Web of Science). Anzi tutto, occorre ricordare che il campo di ricerca di una pubblicazione è identificato, in questa come nelle analisi precedenti e successive, dal settore cui si riferiscono i documenti pubblicati sulla rivista. Inoltre, è necessario precisare che ogni rivista scientifica (compresa nel database di Web of Science e qui considerata) può essere associata a più di un settore e, di conseguenza, i dati riferiti a due o più settori possono prendere in considerazione più volte il medesimo articolo.

La figura 3.6 mostra, per ciascun filone del Bando Ricerca ambientale, le stime relative al rapporto medio fra citazioni effettive e citazioni attese per ambito scientifico riportando – oltre al dato medio generale (linea gialla) – i valori relativi ai diversi settori di riferimento delle pubblicazioni analizzate (linea blu). I settori sono stati selezionati, per ciascun filone, restringendo il campo ai primi dieci per numero di documenti pubblicati.

Dall'analisi delle pubblicazioni sull'Aria, emerge come per 4 settori su 10 il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese sia superiore alla media (pari a 1,53), in particolare si tratta dell'immunologia (settore in cui si registra il dato più elevato, pari a 4,13, e anche il più elevato numero di citazioni, pari a 1.329, a fronte di una media pari a circa 325), della chimica fisica, della fisica applicata e delle scienze dei materiali. In generale, il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese per i primi 10 ambiti scientifici di tale filone va da 0,33 a 4,13.

Nel caso delle pubblicazioni sull'Acqua, si registra in media un valore del rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese pari a 1,03. Per 6 settori su 10 il dato è superiore alla media, in particolare si tratta dell'ambito delle scienze ambientali (a cui è associato il dato più elevato, pari a 1,74 e il numero di citazioni più elevato, pari a 319), delle risorse d'acqua, della limnologia, dell'ingegneria ambientale, della biotecnologia e microbiologia applicata e della microbiologia. Tra gli altri settori, con valori di tale rapporto inferiori alla media, i risultati meno rilevanti si registrano nell'ambito della fisica applicata e delle scienze dei materiali (0,23).

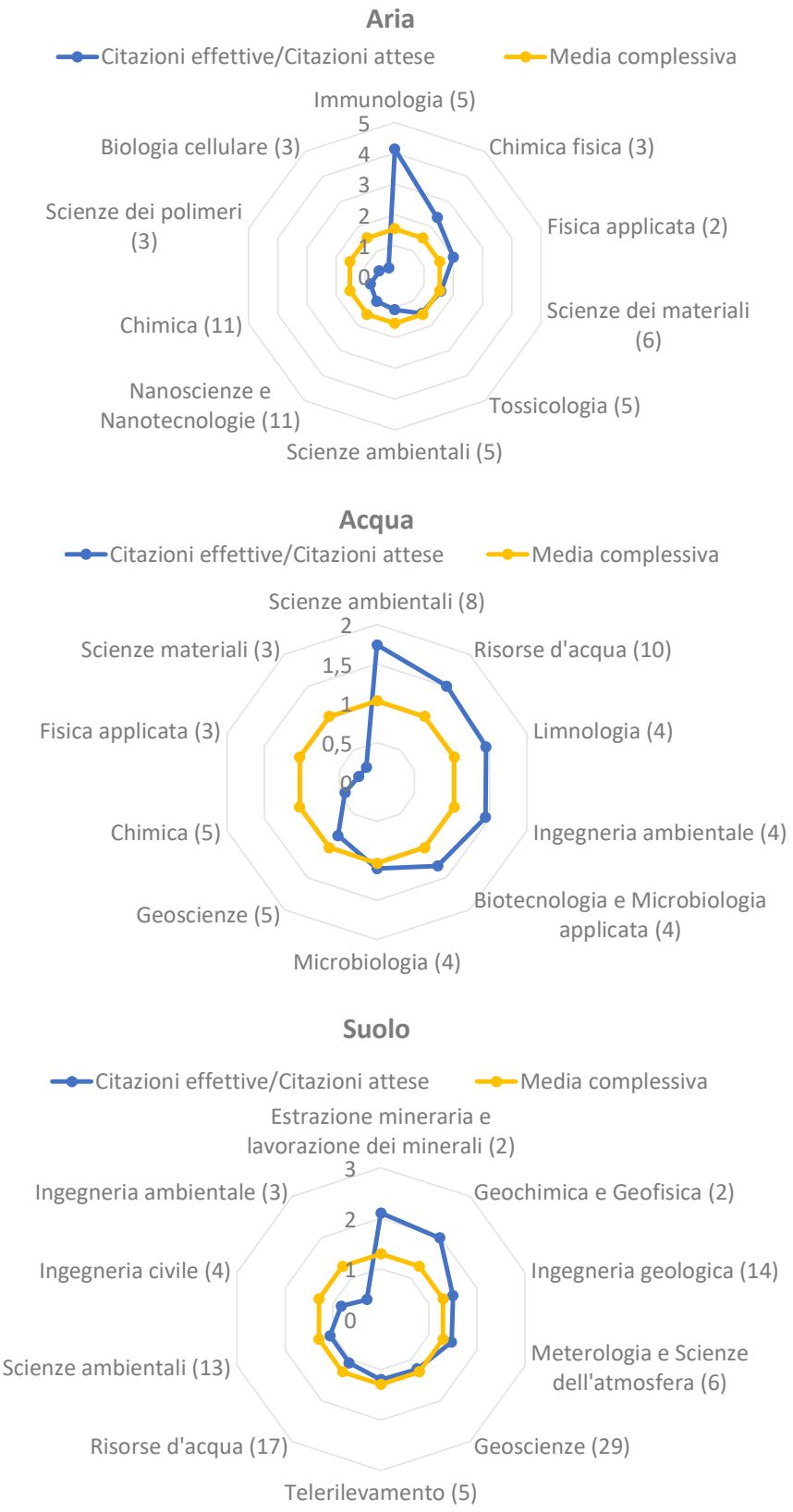
Infine, le pubblicazioni sul Suolo relative ai primi 10 ambiti scientifici considerati, mostrano un valore del rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese pari in media a 1,29 e, come nel caso delle pubblicazioni sull'Aria, prevalgono gli ambiti scientifici in cui tale valore risulta sotto la media (6 casi su 10). I settori che si posizionano, invece, sopra la media sono l'estrazione mineraria e la lavorazione dei minerali, la geochimica e geofisica, l'ingegneria geologica e la meteorologia e scienze dell'atmosfera. Il settore cui è associato il maggior numero di citazioni (pari a 399) è quello delle geoscienze, cui corrisponde un valore del rapporto pari a 1,22, lievemente sotto la media. Gli ambiti che risultano, invece, meno rilevanti sono quelli dell'ingegneria civile e dell'ingegneria ambientale (0,47).

Si sono individuati, inoltre, i settori più rilevanti nell'ambito del Bando Ricerca ambientale. L'individuazione degli ambiti scientifici è basata sulla classificazione settoriale di Essential Science Indicators, finalizzata a identificare – con criteri bibliometrici – i ricercatori e le istituzioni più produttive e rinomate e gli articoli scientifici più rilevanti. I dati evidenziano che la maggior parte dei documenti prodotti dai progetti di ricerca ambientale finanziati attiene ai campi delle scienze geologiche (35 documenti), dell'ambiente ed ecologia (24 documenti), della chimica (15 documenti) e dell'ingegneria (11 documenti).

La figura 3.7 mostra quindi il confronto, per ciascun settore, fra la performance (in termini di valore medio del rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese) registrata dalle pubblicazioni analizzate (barra "Bandi Ricerca ambientale") e quella delle 5 istituzioni più rilevanti all'interno del medesimo ambito scientifico. La rilevanza delle istituzioni è calcolata in base al numero complessivo di citazioni negli ultimi dieci anni delle pubblicazioni prodotte da ricercatori afferenti a tali istituzioni pubblicato da Essential Science Indicators.

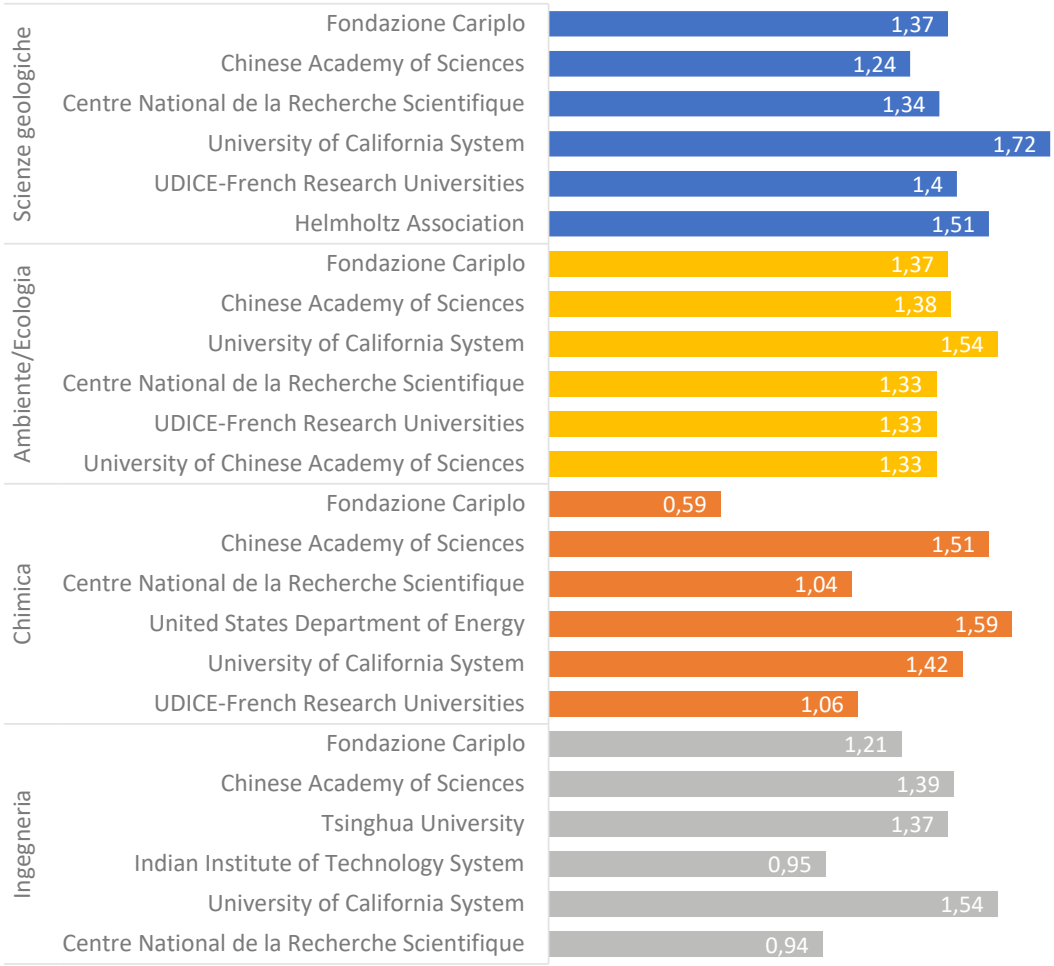
Il grafico evidenzia una situazione in cui i valori per l'insieme delle pubblicazioni analizzate risultano mediamente positivi. In particolare:

Figura 3.6 – Rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese per ambito scientifico relativamente alle risorse Aria, Acqua e Suolo



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Figura 3.7 – Confronto fra le istituzioni più importanti nei settori prevalenti nell'ambito del Bando Ricerca ambientale



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

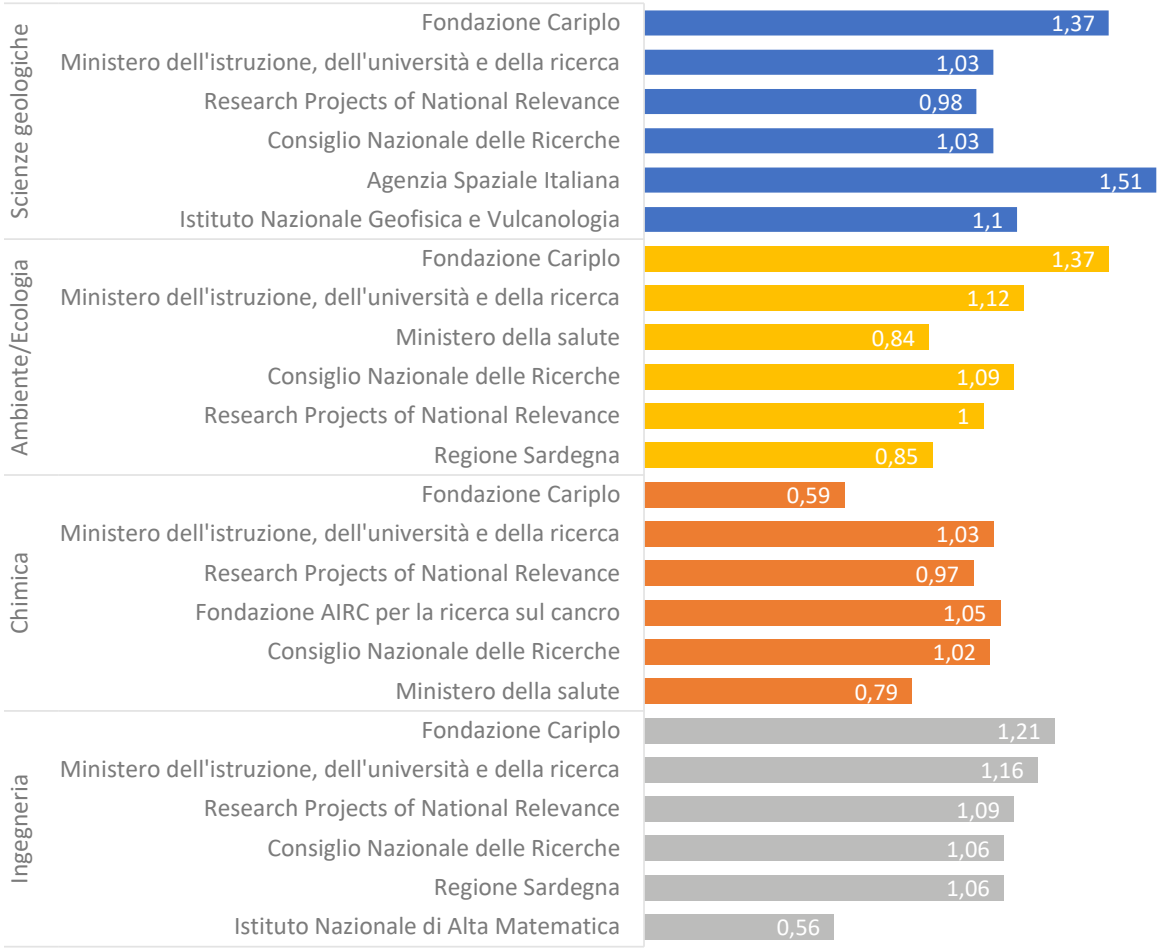
- nel campo delle scienze geologiche l'indice risulta abbastanza in linea con quello delle 5 istituzioni più importanti a livello internazionale, fatta eccezione per la University of California System che registra un rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese pari a 1,72, superiore alla media e al valore associato alle pubblicazioni nell'ambito del Bando Ricerca ambientale pari a 1,37;
- nel settore dell'ambiente ed ecologia emerge, come nel caso precedente, la University of California System, con un indice pari a 1,54, superiore alla media delle altre istituzioni, rispetto alla quale, invece, il dato sul Bando Ricerca ambientale risulta in linea (1,37);
- nel campo della chimica, le pubblicazioni prodotte a partire dalle ricerche finanziate dal Bando registrano un indice pari a 0,59, inferiore rispetto al valore associato alle 5 istituzioni più rilevanti del settore, tra le quali emergono in particolare lo United States Department of Energy (1,59) e la Chinese Academy of Sciences (1,51);
- nel campo dell'ingegneria, infine, il Bando Ricerca ambientale registra un valore del rapporto tra citazioni effettive e citazioni attese pari a 1,21, che risulta superiore a quello associato a 2 delle 5 istituzioni più importanti (Indian Institute of Technology System e Centre National de la Recherche Scientifique) e inferiore al valore ottenuto dalle altre

istituzioni, tra le quali emerge in particolar modo la University of California System (1,54).

Nelle figure 3.8 e 3.9, invece, il termine di paragone del confronto settoriale (sempre basato sulla rilevanza in termini citazionali) è rappresentato dai 5 principali enti finanziatori: dei gruppi di ricerca attivi in Italia (nel primo grafico) e della ricerca a livello globale (nel secondo). In particolare, l'analisi è fondata sull'informazione presente, per ogni documento, all'interno dello spazio riservato ai ringraziamenti (*acknowledgements*) che i ricercatori rivolgono agli enti finanziatori delle loro ricerche. Ogni documento può fare riferimento a più di un ente finanziatore e i principali enti finanziatori sono identificati in base al numero di documenti in cui la loro denominazione compare fra i ringraziamenti.

Da entrambi i confronti emerge un quadro abbastanza positivo rispetto al contributo della Fondazione Cariplo e del livello qualitativo delle ricerche che ha finanziato rispetto a quelle finanziate da altri enti, sia in Italia, sia all'estero. In particolare, rispetto ai principali enti finanziatori in Italia, il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese relativo alle pubblicazioni sulla Ricerca ambientale risulta superiore alla media degli altri enti finanziatori nel caso delle pubblicazioni nel settore delle scienze geologiche (1,37 vs 1,13), dell'ambiente e ecologia (1,37 vs 0,98) e dell'ingegneria (1,21 vs 0,99); la chimica è quindi l'unico

Figura 3.8 – Confronto fra i principali enti finanziatori in Italia nei settori prevalenti nell'ambito della Ricerca Ambientale



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

ambito scientifico in cui l'indice relativo alle pubblicazioni prodotte a partire dalle ricerche finanziate dal bando risulta inferiore rispetto al valore ottenuto dai 5 principali enti finanziatori, anch'esso in media non particolarmente elevato (0,59 vs 0,97).

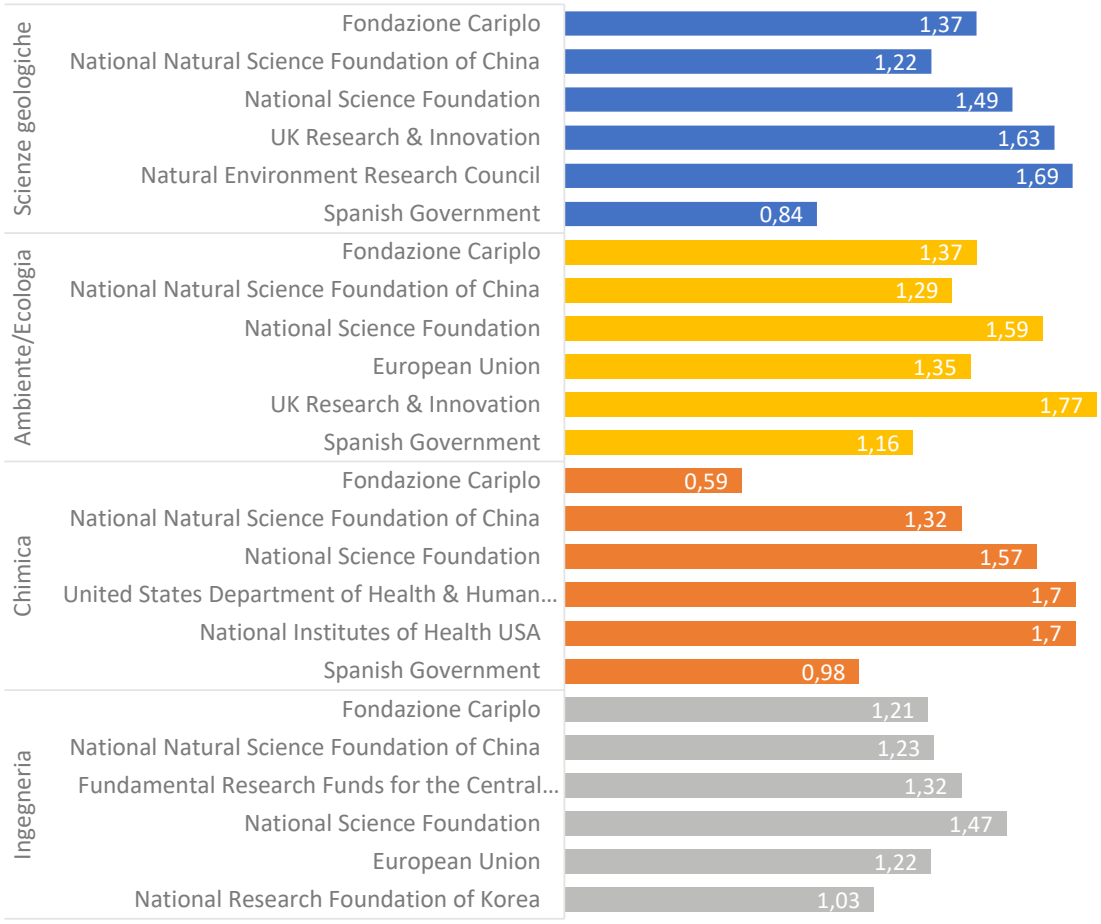
Rispetto ai principali enti finanziatori nel mondo, il rapporto fra citazioni effettive e citazioni attese relativo alle pubblicazioni sul Bando Ricerca ambientale risulta al massimo in linea con la media degli altri enti finanziatori, è il caso in particolare delle pubblicazioni nel settore delle geoscienze. In tutti gli altri ambiti scientifici, il valore dell'indice registrato dalla Ricerca ambientale risulta inferiore alla media dei 5 principali enti finanziatori al mondo, con un distacco maggiormente significativo nel settore della chimica (0,59 vs 1,45).

3.4. Rilevanza delle collaborazioni realizzate

Un altro aspetto interessante da descrivere è la collaborazione fra gruppi di ricerca afferenti a istituzioni diverse e alla rilevanza internazionale delle istituzioni coinvolte nelle attività di ricerca cofinanziate dalla Fondazione.

La tabella 3.3 esprime una sintesi di tali considerazioni riferita ai 4 settori nei quali è più elevato il numero di documenti compresi nel database analizzato e mira a evidenziare la presenza di istituzioni che rappresen-

Figura 3.9 – Confronto fra i principali enti finanziatori al mondo nei settori prevalenti nell'ambito della Ricerca Ambientale



Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Box 3.2 – Quali SDGs perseguono le pubblicazioni analizzate?

Un altro dato interessante, collegato alla classificazione settoriale dei documenti analizzati, si riferisce alla distribuzione degli stessi in base ai 16 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (Sustainable Development Goals o SDGs) più vicini alle finalità dello studio i cui risultati sono descritti in ogni pubblicazione. Tale classificazione, il cui esito è mostrato nella figura seguente, è basata sui cosiddetti "Citation Topics" cui ogni pubblicazione è associata. A loro volta, tali categorie sono assegnate, attraverso algoritmi di classificazione automatica dei documenti e delle rispettive citazioni, raggruppando i documenti in funzione degli argomenti (topics) trattati.

Come si nota dalla figura, nel complesso, i tre obiettivi più frequentemente associati alle ricerche analizzate sono il numero 13 "Agire per il clima", il numero 3 "Salute e benessere" e il numero 6 "Acqua pulita e igiene". La ripartizione per tipo di risorsa studiata evidenzia, inoltre come i tre obiettivi citati corrispondano a quello largamente prevalenti, rispettivamente, nei casi degli studi sul Suolo (obiettivo 13), sull'Acqua (obiettivo 6) e sull'Aria (obiettivo 3).

tano, per quei settori, i punti di riferimento internazionali (l'elenco completo delle istituzioni considerate nei diversi settori è riportato nella tabella A.1 in appendice). Come si può osservare dalla tabella 3.3, sono 79 le istituzioni che hanno contribuito con il lavoro dei propri ricercatori alle 85 pubblicazioni considerate nell'analisi complessiva relativa alla Ricerca ambientale (pari al 62% del totale analizzato). Fra queste, 8 appartengono all'insieme delle 20 istituzioni più importanti. Sono, invece, 18 (circa il 21% del totale) i documenti cui ha collaborato una delle 20 istituzioni i cui lavori risultano più citati nel settore. Alcune differenze si registrano tra

i diversi ambiti scientifici: in particolare, è solo una (per 2 documenti) l'istituzione "top 20" nell'insieme delle 14 che hanno prodotto le 11 pubblicazioni del settore dell'ingegneria; sempre solo una (per 4 documenti prodotti) l'istituzione "top 20" coinvolta nelle ricerche che hanno portato alle 15 pubblicazioni nel campo della chimica. Complessivamente le collaborazioni risultano maggiormente rilevanti, quindi, nel settore delle geoscienze, in cui emergono 8 istituzioni "top 20" coinvolte nelle ricerche che hanno portato alle 35 pubblicazioni in tale ambito. Altre differenze, tuttavia, si osservano per filone considerato (Aria, Acqua o Suolo). In particolare, si osserva come le collaborazioni con istituzioni di rilevanza internazionale siano relativamente più deboli nel caso delle pubblicazioni relative all'Aria e all'Acqua.

3.5. Rilevanza delle pubblicazioni "citanti"

Interessante è anche il caso in cui le istituzioni internazionali più importanti hanno avuto occasione di riprendere i risultati emersi dalle ricerche finanziate dalla Fondazione e pubblicati su riviste scientifiche, citando tali documenti nei propri lavori (tabella 3.4). Nel complesso, fra i 1.630 documenti nei quali sono citati i risultati delle ricerche cofinanziate dalla Fondazione nell'ambito della Ricerca ambientale e, in particolare, relativamente agli ambiti scientifici legati alle scienze geologiche, all'ambiente ed ecologia, alla chimica e all'ingegneria, sono 346 (circa il 20% del totale) i documenti prodotti da almeno una delle istituzioni più rinomate negli stessi settori di riferimento (in totale, si tratta di 20 istituzioni diverse).

Tabella 3.3 – Collaborazioni con istituzioni di rilevanza internazionale

Risorsa	Ambito scientifico	Documenti		Istituzioni	Paesi di origine delle istituzioni	Documenti realizzati da almeno una delle top 20**		Istituzioni top 20** con cui è stato realizzato almeno un documento
		n.	%	n.	n.	n.	%	n.
Bando Ricerca ambientale	Scienze geologiche	35	26%	44	12	8	23%	8
	Ambiente/Ecologia	24	18%	36	13	4	17%	2
	Chimica	15	11%	21	5	4	27%	1
	Ingegneria	11	8%	14	4	2	18%	1
	Totale	85	62%	79	19	18	21%	8
Aria	Scienze geologiche	1	2%	1	1	0	0%	0
	Ambiente/Ecologia	3	7%	6	4	0	0%	0
	Chimica	11	27%	17	5	4	36%	1
	Ingegneria	0	0%	0	0	0	0%	0
	Totale	15	37%	22	8	4	27%	1
Acqua	Scienze geologiche	3	9%	8	5	2	67%	1
	Ambiente/Ecologia	8	24%	14	3	1	13%	1
	Chimica	4	12%	8	1	0	0%	0
	Ingegneria	5	15%	11	3	2	40%	1
	Totale	20	61%	26	6	5	25%	1
Suolo	Scienze geologiche	31	53%	37	11	5	16%	7
	Ambiente/Ecologia	12	20%	23	9	4	33%	4
	Chimica	0	0%	0	0	0	0%	0
	Ingegneria	5	8%	4	1	0	0%	0
	Totale	48	81%	46	14	9	19%	8

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Dall'analisi dei tre filoni emergono circa 600 i documenti citanti che riprendano le pubblicazioni relative al Suolo, che risulta l'ambito in cui è più elevata la rilevanza delle pubblicazioni prodotte, con 155 documenti realizzati da almeno una delle principali istituzioni (pari a circa il 25% del totale dei documenti che riprendono i risultati prodotti dai gruppi di ricerca finanziati); le scienze geologiche (a cui corrisponde circa il 60% dei documenti citanti analizzati relativamente al filone sul Suolo) risultano l'ambito scientifico più rilevante: ben 509 istituzioni hanno contribuito alla realizzazione dei documenti analizzati, di cui il 27% con almeno una delle istituzioni "top 20". Le ricerche sull'Acqua, alle quali corrispondono complessivamente 536 documenti citanti, risultano relativamente più rilevanti sia nell'ambito delle scienze geologiche che in quello dell'ambiente ed ecologia; nel primo settore ben il 44% dei documenti citanti risulta realizzato da almeno una delle principali istituzioni internazionali, nel secondo il 17%, con ben 19 istituzioni tra le "top 20" con cui è stato realizzato almeno un documento. Infine, le ricerche sul filone dell'Aria risultano riprese da 477 documenti citanti, ai quali hanno contribuito ben 770 istituzioni; in questo caso le scienze geologiche risultano l'ambito scientifico relativamente meno rilevante, mentre emerge una certa rilevanza degli altri tre settori, in particolare la chimica per numero di istituzioni "top 20" con cui è stato realizzato almeno un articolo, l'ambiente e ecologia per percentuale di documenti realizzati da almeno una delle principali istituzioni e l'ingegneria per numero di istituzioni che hanno complessivamente contribuito alla realizzazione dei documenti citanti.

Tabella 3.4 – Analisi dei documenti citanti

Risorsa	Ambito scientifico	Documenti		Istituzioni	Paesi di origine delle istituzioni	Documenti realizzati da almeno una delle top 20**		Istituzioni top 20** con cui è stato realizzato almeno un documento
		n.	%	n.	n.	n.	%	n.
Bando Ricerca ambientale	Scienze geologiche	492	15%	644	71	141	29%	19
	Ambiente/Ecologia	555	17%	832	77	101	18%	19
	Chimica	362	11%	606	69	58	16%	17
	Ingegneria	221	7%	349	55	46	21%	20
	Totale	1.630	50%	1615	101	346	21%	20
Aria	Scienze geologiche	20	1%	44	15	2	10%	1
	Ambiente/Ecologia	120	6%	261	51	29	24%	11
	Chimica	287	15%	519	61	53	18%	17
	Ingegneria	50	3%	109	26	10	20%	13
	Totale	477	25%	770	70	94	20%	19
Acqua	Scienze geologiche	73	11%	193	25	32	44%	17
	Ambiente/Ecologia	294	46%	495	67	50	17%	19
	Chimica	66	10%	120	34	4	6%	5
	Ingegneria	103	16%	177	42	16	16%	10
	Totale	536	84%	736	74	102	19%	18
Suolo	Scienze geologiche	399	60%	509	69	109	27%	18
	Ambiente/Ecologia	141	21%	248	51	33	23%	15
	Chimica	9	1%	10	5	2	22%	1
	Ingegneria	68	10%	120	27	11	16%	9
	Totale	617	93%	692	79	155	25%	18

Fonte: elaborazioni Eva Lab – FSVGDA su database Web of Science – Clarivate Analytics, 2023

Pascoli del Parco delle Orobie Bergamasche – Monte Arera, Oltre il Colle – Foto d’archivio Parco delle Orobie bergamasche

APPENDICE

Tabella A.1 – Prime 20 istituzioni per numero di citazioni nei 4 settori analizzati

Ordine	Istituzione	Paese	Documenti	Citazioni	Citazioni medie per documento
1	Chinese Academy of Sciences	China	251.485	5.481.150	21,8
2	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	France	136.667	2.697.743	19,7
3	University of California System	USA	90.280	2.445.506	27,1
4	UDICE-French Research Universities	France	100.837	2.047.727	20,3
5	United States Department of Energy (DOE)	USA	67.917	1.823.931	26,9
6	University of Chinese Academy of Sciences, CAS	China	89.209	1.668.873	18,7
7	Swiss Federal Institutes of Technology Domain	Switzerland	45.623	1.334.252	29,2
8	Tsinghua University	China	54.431	1.291.954	23,7
9	Helmholtz Association	Germany	58.373	1.290.973	22,1
10	Indian Institute of Technology System (IIT System)	India	76.092	1.167.001	15,3
11	Egyptian Knowledge Bank (EKB)	Egypt	60.975	886.365	14,5
12	Zhejiang University	China	47.104	874.271	18,6
13	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC)	Spain	35.870	794.404	22,1
14	State University System of Florida	USA	38.117	793.628	20,8
15	University of Science & Technology of China, CAS	China	30.253	749.874	24,8
16	University of Texas System	USA	33.362	740.979	22,2
17	ETH Zurich	Switzerland	24.983	735.516	29,4
18	University of California Berkeley	USA	21.687	717.998	33,1
19	Peking University	China	29.695	703.637	23,7
20	Max Planck Society	Germany	24.230	703.382	29,0

Scienze geologiche					
Ordine	Istituzione	Paese	Documenti	Citazioni	Citazioni medie per documento
1	Chinese Academy of Sciences	China	52.792	902.171	17,1
2	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	France	30.256	662.484	21,9
3	University of California System	USA	18.214	533.981	29,3
4	UDICE-French Research Universities	France	23.244	532.678	22,9
5	Helmholtz Association	Germany	18.399	450.529	24,5
6	National Aeronautics & Space Administration (NASA)	USA	12.831	392.918	30,6
7	National Oceanic Atmospheric Admin (NOAA) – USA	USA	9.905	311.184	31,4
8	University of Chinese Academy of Sciences, CAS	China	20.239	289.710	14,3
9	Swiss Federal Institutes of Technology Domain	Switzerland	9.682	288.666	29,8
10	China University of Geosciences	China	17.858	282.206	15,8
11	Institut de Recherche pour le Developpement (IRD)	France	10.712	244.235	22,8
12	United States Department of Energy (DOE)	USA	8.407	241.545	28,7
13	NASA Goddard Space Flight Center	USA	6.048	220.099	36,4
14	CNRS – National Institute for Earth Sciences & Astronomy (INSU)	France	9.126	218.875	24,0
15	University of Colorado System	USA	7.122	215.544	30,3
16	California Institute of Technology	USA	6.810	214.437	31,5
17	University of Colorado Boulder	USA	6.820	211.942	31,1
18	ETH Zurich	Switzerland	6.967	207.764	29,8
19	National Center Atmospheric Research (NCAR) – USA	USA	5.776	197.831	34,3
20	University System of Maryland	USA	5.541	190.622	34,4

Ambiente/Ecologia					
Ordine	Istituzione	Paese	Documenti	Citazioni	Citazioni medie per documento
1	Chinese Academy of Sciences	China	43.914	973.430	22,2
2	University of California System	USA	19.517	621.010	31,8
3	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	France	19.187	490.696	25,6
4	UDICE-French Research Universities	France	15.266	385.996	25,3
5	University of Chinese Academy of Sciences, CAS	China	17.657	347.647	19,7
6	Swiss Federal Institutes of Technology Domain	Switzerland	8.310	327.612	39,4
7	Helmholtz Association	Germany	9.571	305.102	31,9
8	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC)	Spain	10.066	282.924	28,1
9	State University System of Florida	USA	9.965	248.020	24,9
10	United States Department of the Interior	USA	10.499	229.303	21,8
11	Wageningen University & Research	Netherlands	5.930	226.102	38,1
12	United States Department of Energy (DOE)	USA	6.378	219.495	34,4
13	United States Department of Agriculture (USDA)	USA	9.007	213.704	23,7
14	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO)	Australia	4.676	203.077	43,4
15	INRAE	France	7.976	202.205	25,4
16	University of Queensland	Australia	5.978	200.084	33,5
17	United States Geological Survey	USA	8.600	196.875	22,9
18	Tsinghua University	China	6.746	193.385	28,7
19	Institut de Recherche pour le Developpement (IRD)	France	7.589	187.657	24,7
20	ETH Zurich	Switzerland	4.379	174.358	39,8

Chimica					
Ordine	Istituzione	Paese	Documenti	Citazioni	Citazioni medie per documento
1	Chinese Academy of Sciences	China	101.084	2.644.936	26,2
2	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	France	57.174	1.082.253	18,9
3	United States Department of Energy (DOE)	USA	35.534	951.435	26,8
4	University of California System	USA	32.339	814.730	25,2
5	UDICE-French Research Universities	France	40.225	788.978	19,6
6	University of Chinese Academy of Sciences, CAS	China	33.064	774.300	23,4
7	CNRS – Institute of Chemistry (INC)	France	24.257	519.833	21,4
8	Indian Institute of Technology System (IIT System)	India	26.880	452.936	16,9
9	University of Science & Technology of China, CAS	China	15.044	429.694	28,6
10	Tsinghua University	China	14.994	424.917	28,3
11	Swiss Federal Institutes of Technology Domain	Switzerland	14.950	416.258	27,8
12	Russian Academy of Sciences	Russia	49.435	394.013	8,0
13	Max Planck Society	Germany	13.739	377.667	27,5
14	Egyptian Knowledge Bank (EKB)	Egypt	25.569	376.861	14,7
15	Zhejiang University	China	15.938	363.360	22,8
16	Helmholtz Association	Germany	18.367	337.473	18,4
17	Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) – India	India	17.124	320.737	18,7
18	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC)	Spain	15.940	317.545	19,9
19	Tianjin University	China	13.528	312.812	23,1
20	Nanyang Technological University	Singapore	7.622	312.730	41,0

Ingegneria					
Ordine	Istituzione	Paese	Documenti	Citazioni	Citazioni medie per documento
1	Chinese Academy of Sciences	China	53.695	960.613	17,9
2	Tsinghua University	China	29.081	574.071	19,7
3	Indian Institute of Technology System (IIT System)	India	37.726	534.111	14,2
4	University of California System	USA	20.210	475.785	23,5
5	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	France	30.050	462.310	15,4
6	United States Department of Energy (DOE)	USA	17.598	411.456	23,4
7	Harbin Institute of Technology	China	24.222	405.315	16,7
8	Shanghai Jiao Tong University	China	22.963	374.021	16,3
9	Xi'an Jiaotong University	China	21.863	356.508	16,3
10	Egyptian Knowledge Bank (EKB)	Egypt	23.169	354.137	15,3
11	UDICE-French Research Universities	France	22.102	340.075	15,4
12	Huazhong University of Science & Technology	China	17.250	334.039	19,4
13	Zhejiang University	China	21.431	331.415	15,5
14	Southeast University – China	China	20.556	308.079	15,0
15	Swiss Federal Institutes of Technology Domain	Switzerland	12.681	301.716	23,8
16	National Institute of Technology (NIT System)	India	21.379	296.303	13,9
17	Tianjin University	China	17.787	279.691	15,7
18	Nanyang Technological University	Singapore	11.366	279.277	24,6
19	Nanyang Technological University & National Institute of Education (NIE) Singapore	Singapore	11.367	279.277	24,6
20	Islamic Azad University	Iran	15.360	273.623	17,8

BIBLIOGRAFIA

Paratoia automatizzata per la gestione dei flussi in ingresso alla camera di risaia installata in uno dei campi sperimentali – Foto Progetto WATPAD

Canino P., Cima S., Pigozzi S. (2011), Ricerca scientifica in ambito biomedico. Milano, Fondazione Cariplo, *Quaderni dell'Osservatorio*, n 6.

Fondazione Cariplo (2011), *Policy della Fondazione Cariplo in tema di tutela della proprietà intellettuale versione II*, in vigore dal 25 gennaio 2011. Mimeo. www.fondazionecariplo.it.

Fondazione Cariplo (2012), *Policy di Open Access a valere sui contributi nell'area ricerca scientifica versione I*, in vigore dal 1° settembre 2012. Mimeo. www.fondazionecariplo.it.

Fondazione Cariplo (2016), Testo del Bando Ricerca Ambientale, Edizione 2016. Mimeo. www.fondazionecariplo.it.

I QUADERNI DELL'OSSERVATORIO

Nella Collana QUADERNI DELL'OSSERVATORIO sono stati pubblicati i seguenti titoli, scaricabili sul sito www.fondazionecariplo.it/osservatorio.

Quaderno N.1 Periferie, cultura e inclusione sociale

Quaderno N.2 Il valore potenziale dei lasciti alle istituzioni di beneficenza

Quaderno N.3 Stranieri si nasce...e si rimane?

Quaderno N.4 Oltre la famiglia: strumenti per l'autonomia dei disabili

Quaderno N.5 L'educazione finanziaria per i giovani

Quaderno N.6 Ricerca scientifica in ambito biomedico

Quaderno N.7 Servizi per l'infanzia

Quaderno N.8 Assicurazione per persone con disabilità e loro famiglie

Quaderno N.9 Progetti e politiche per la mobilità urbana sostenibile

Quaderno N.10 Le organizzazioni culturali di fronte alla crisi

Quaderno N.11 I Social Impact Bond

Quaderno N.12 Lavoro e Psiche. Un progetto sperimentale per l'integrazione lavorativa di persone con gravi disturbi psichiatrici

Quaderno N.13 Il bando "Audit energetico degli edifici di proprietà dei comuni piccoli e medi"

Quaderno N.14 Infrastrutture di ricerca in Italia

Quaderno N.15 Performance economica e sociale delle istituzioni di microfinanza: alcune evidenze empiriche

Quaderno N.16 Cessione della nuda proprietà da parte di soggetti fragili: il possibile ruolo di un soggetto dedicato

Quaderno N.17 Abitare leggero. Verso una nuova generazione di servizi per anziani

Quaderno N.18 Progetti culturali e sviluppo urbano. Visioni, criticità e opportunità per nuove politiche nell'area metropolitana di Milano

Quaderno N.19 Sperimentare politiche sociali innovative. Manuale introduttivo

Quaderno N.20 #BICIttadini. Interventi a favore della mobilità ciclistica

Quaderno N.21 Resilienza tra territorio e comunità. Approcci, strategie, temi e casi

Quaderno N.22 Favorire la coesione sociale con le biblioteche. Valutazione del bando

Quaderno N.23 Il "mercato" dei lasciti testamentari. Nuove stime per Italia e Lombardia (2014-2030)

Quaderno N.24 Il bando abitare sociale temporaneo. Mappatura e analisi dei progetti finanziati (2000-2013)

Quaderno N.25 Lo sviluppo dei Green Jobs. Uno scenario di evoluzione quantitativa e qualitativa e alcune ipotesi di adeguamento dei percorsi formativi

Quaderno N.26 House rich, cash poor. Come rendere liquida la ricchezza rappresentata dalla casa di abitazione

Quaderno N.27 Bando materiali avanzati 2003-2013. Progetti e risultati

Quaderno N.28 Sperimenta, impara, adatta. Sviluppare politiche pubbliche con gli esperimenti randomizzati controllati

Quaderno N.29 Conoscere per conservare. 10 anni per la Conservazione Programmata

Quaderno N.30 Il collocamento mirato e le convenzioni ex-art.14. Evidenze e riflessioni

Quaderno N.31 Fondazioni di comunità. L'esperienza di Fondazione Cariplo

Quaderno N.32 Prendiamoci un caffè. I luoghi del welfare nel Bando Welfare in azione

Quaderno N.33 Ricerca scientifica in ambito biomedico. Progetti e risultati del Bando 2001-2013

Quaderno N.34 Tecniche di *nudging* in ambito ambientale. Una rassegna di esperienze e risultati

Quaderno N.35 L'impatto del Covid-19 sugli enti di terzo settore – Prime stime sui dati delle candidature al Bando LETS GO!

Quaderno N.36 Responsabilità sociale per la rigenerazione delle periferie – Imprese ed esperienze sul campo

Quaderno N.37 Tecnologie digitali e didattica laboratoriale nell'educazione STEM – Evidenze scientifiche e raccomandazioni pratiche

Quaderno N.38 Beni naturali e servizi ecosistemici – Riflessioni ed esperienze dalla comunità di pratica del bando Capitale Naturale

Quaderno N.39 L'invecchiamento in Lombardia – Tendenze demografiche e politiche pubbliche regionali per gli anziani non autosufficienti: quali lezioni per il futuro?

Quaderno N.40 La denatalità a Milano, Italia, Europa – Fatti, politiche, opzioni sperimentali

Quaderno N.41 Il valore della natura. Esperienze dalle comunità di pratica del bando Capitale Naturale

Quaderno N.42 Disuguaglianze di redditi e patrimoni in italia e nel mondo

Quaderno N.43 Disuguaglianze nella scuola italiana – Cosa dice la ricerca

Quaderno N.44 Nati diversi – La scuola compensa le disuguaglianze di apprendimento?

Quaderno N.45 Il disegno del Capitale Naturale – Esperienze e risultati dalle comunità di pratica

Quaderno N.46 Ricerca scientifica e protezione dei dati personali – Principi generali e raccomandazioni

Quaderno N.47 Ricerca scientifica in campo ambientale – Progetti e risultati del Bando

Quaderno N.48 Neurosviluppo, salute mentale e benessere psicologico di bambini e adolescenti in Lombardia 2015-2022

Quaderno N.49 Ricerca scientifica in campo ambientale – Progetti e risultati del Bando

Questo quaderno é scaricabile dal sito – *This document can be downloaded from*
www.fondazionecariplo.it/osservatorio

Può essere citato – Quote as:
Bacchella R., Canino P., Cima S., Gallo B., Locatelli C.M. (2024), RICERCA SCIENTIFICA IN CAMPO AMBIENTALE – Progetti e risultati del Bando. Milano: Fondazione Cariplo.

Is licensed under a Creative Commons Attribuzione Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License.
Doi: 10.4460/2024quaderno49
ISBN 979-12-80051-14-1

Fondazione
CARIPLO
TUTE SERVARE MUNIFICE DONARE • 1816

Fondazione Cariplo
Via Daniele Manin, 23
20121 Milano
www.fondazionecariplo.it
Doi: 10.4460/2024quaderno49
ISBN 979-12-80051-14-1