

ISSN (print): 2421-5783
ISSN (on line): 2421-5562



Consiglio Nazionale delle Ricerche

IRCFES

ISTITUTO DI RICERCA SULLA CRESCITA ECONOMICA SOSTENIBILE
RESEARCH INSTITUTE ON SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

Rapporto Tecnico

Numero 7, agosto 2019

Linee guida per la realizzazione di un Osservatorio Regionale
sulle Nanotecnologie e le Nanoscienze

Ugo Finardi

Direttore Secondo Rolfo


Direzione CNR-IRCRES
Istituto di Ricerca sulla crescita economica sostenibile
Via Real Collegio 30, 10024 Moncalieri (Torino), Italy
Tel. +39 011 6824911 / Fax +39 011 6824966
segreteria@ircres.cnr.it
www.ircres.cnr.it


Sede di Roma Via dei Taurini 19, 00185 Roma, Italy
Tel. +39 06 49937809 / Fax +39 06 49937808

Sede di Milano Via Bassini 15, 20121 Milano, Italy
Tel. +39 02 23699501 / Fax +39 02 23699530

Sede di Genova Università di Genova Via Balbi, 6 - 16126 Genova
Tel. +39 010 2465459 / Fax +39 010 2099826

Redazione Secondo Rolfo (direttore responsabile)
Antonella Emina
Anna Perin
Diego Margon
Isabella Maria Zoppi

 redazione@ircres.cnr.it

 www.ircres.cnr.it/index.php/it/produzione-scientifica/pubblicazioni

Rapporto Tecnico CNR-IRCRES, numero 7, agosto 2019



agosto 2019 by CNR - IRCRES

Linee guida per la realizzazione di un Osservatorio Regionale sulle Nanotecnologie e le Nanoscienze

Guidelines for the Realization of a Regional Observatory on Nanotechnologies and Nanosciences

UGO FINARDI

CNR-IRCrES, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile, Biblioteca, via Real Collegio 30, Moncalieri (TO) - Italia

corresponding author: ugo.finardi@ircres.cnr.it

ABSTRACT

This research report presents the guidelines for the realization of a Regional Observatory on Nanosciences and Nanotechnologies.

KEYWORDS: Piedmont; nanosciences; nanotechnologies; observatory; regional economy.

JEL CODES: O32, Q55, R11, R12

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Finardi U. (2019). Linee guida per la realizzazione di un Osservatorio Regionale sulle Nanotecnologie e le Nanoscienze, *Rapporto Tecnico CNR-IRCrES*, n. 7/2019. <http://dx.doi.org/10.23760/2421-5562.2019.007>

Il presente rapporto di ricerca è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca "Le Nanotecnologie in Piemonte: studio per la creazione di un osservatorio operativo regionale" finanziato e sostenuto dalla Fondazione CRT. L'autore è grato alla Fondazione CRT per il sostegno che ha reso possibile il progetto. L'autore ringrazia MESAP (Piattaforma Tecnologica Regionale) che ha sostenuto il progetto e, in particolare, l'ing. Paolo Dondo per l'aiuto, l'incoraggiamento e la collaborazione. L'autore ringrazia inoltre le persone intervistate per la realizzazione del presente rapporto di ricerca: il Dr. Simone Bertini (IRPET Toscana) e la Dr. Annamaria Fiore (ARTI Puglia).

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	LE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE: COSA SONO E A COSA SERVONO	3
3	UNA BREVE NOTA SULLE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE IN PIEMONTE	4
4	L'OSSERVATORIO REGIONALE SULLE NANOTECNOLOGIE E NANOSCIENZE ORENN: INTRODUZIONE.....	4
5	ALTRE INIZIATIVE: UNA SELEZIONE RAGIONATA.....	5
5.1	Casi italiani	5
5.1.1	Toscana Open Research	5
5.1.2	MATE – Distretto Tecnologico Regionale per i Nuovi Materiali della Regione Toscana.....	5
5.1.3	Il Centro per l’Innovazione e lo Sviluppo Economico CISE e l’Osservatorio sull’Innovazione nella regione Emilia-Romagna	6
5.1.4	ARTI – Agenzia Regionale per la Tecnologia e l’Innovazione della Regione Puglia.....	6
5.2	Casi Europei.....	6
5.2.1	Rete degli Innovation Relay Centre.....	6
5.2.2	L’iniziativa ObservatoryNano	7
5.2.3	Il KETs Observatory dell’Unione Europea	7
5.3	Casi extraeuropei	8
5.3.1	L’Observatoire des sciences et des technologies (OST), Université du Québec, Montréal	8
6	INTERVISTE AD OPERATORI LEGATI AD ALTRE ESPERIENZE	8
6.1	Toscana Open Research.....	8
6.2	ARTI – Agenzia Regionale per la Tecnologia e l’Innovazione della Regione Puglia...	9
7	SINTESI DELLE INIZIATIVE DESCRITTE E VALENZA PER IL PROGETTO.....	9
8	L'OSSERVATORIO REGIONALE PIEMONTESE PER LE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE	10
8.1	Personale.....	10
8.2	Attività	10
8.2.1	Analisi del sistema della Ricerca Pubblica Regionale.....	11
8.2.2	Contatti col mondo della ricerca privata.....	11
8.2.3	Osservazione delle relazioni tra mondo imprenditoriale e NST.....	11
8.2.4	Creazione di relazioni bilaterali ricerca-ricerca, impresa-impresa e ricerca- impresa	12
8.2.5	Promozione all’esterno del contesto Regionale della ricerca e dell’impresa ..	12
9	CONCLUSIONI OPERATIVE	12
10	BIBLIOGRAFIA	13

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto di ricerca è stato realizzato nell'ambito del Progetto di Ricerca "Le Nanotecnologie in Piemonte: studio per la creazione di un osservatorio operativo regionale" di cui è il prodotto finale. Il progetto ha infatti analizzato, nei mesi precedenti alla realizzazione di questo rapporto, lo *status quo* delle nanotecnologie e nanoscienze in Piemonte. A questo scopo sono stati intervistati numerosissimi ricercatori e docenti universitari, sono state contattate (anche attraverso interviste) imprese coinvolte nelle nanotecnologie, sono stati studiati brevetti e pubblicazioni scientifiche (Finardi, 2018a; Finardi, 2018b; Finardi, 2018c; Finardi, 2019a; Finardi, 2019b; Finardi, 2019c). Ora questi risultati vengono utilizzati allo scopo di fornire la base per un progetto operativo, appunto quello di un osservatorio operativo regionale. La sezione seguente presenta un breve profilo descrittivo delle nanotecnologie e nanoscienze ad uso del lettore. La terza sezione presenta alcuni punti salienti sulle Nanotecnologie e le Nanoscienze in Piemonte, mentre la quarta introduce brevemente l'Osservatorio. La quinta sezione riporta il riassunto di alcune iniziative già esistenti di particolare significato per il progetto pilota, mentre la sesta riporta alcune interviste ad operatori legati alle stesse. L'ottava sezione descrive il progetto pilota: operatori ed attività. La nona ed ultima sezione infine presenta alcune conclusioni operative.

2 LE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE: COSA SONO E A COSA SERVONO

Le Nanotecnologie e Nanoscienze (per brevità NST d'ora in poi) derivano il proprio campo di azione dall'interazione tra diverse aree tecnico-scientifiche: la Chimica, la Fisica, la Biologia, l'Ingegneria, le Scienze dei Materiali. Viene però posta particolare attenzione alle dimensioni in cui si agisce. Le Nanoscienze si occupano dello studio delle caratteristiche assunte dalla materia alla scala dei nanometri (milionesimi di millimetro); le Nanotecnologie utilizzano le conoscenze scientifiche per realizzare oggetti tecnologici. Le NST quindi agiscono sulla materia tra 1 e 100 nanometri (nm). Le NST sono trasversali e interdisciplinari rispetto ai vari settori scientifico-tecnologici: di conseguenza le ricadute delle NST sono dirette ad un vasto numero di settori produttivi e di industrie. Esse infatti sono un insieme di aree accomunate dall'intervenire alla scala dei nanometri per poter sfruttare le caratteristiche che si possono impartire alla materia manipolandola a questo livello dimensionale.

La nascita delle NST viene usualmente posta al 29 dicembre 1959 quando l'americano Richard P. Feynman, Premio Nobel per la Fisica, dedicò una parte di una conferenza alle possibilità che possono emergere dalla manipolazione della materia alla scala dei nanometri, pronunciando la celebre frase "There's Plenty of Room at the Bottom" ("C'è moltissimo spazio là in fondo"). Nel 1974 lo scienziato giapponese Norio Taniguchi utilizzò per primo il termine "nano-technology" descrivendo i processi per la realizzazione di semiconduttori. Nel 1981 il tedesco Gerd Binnig e lo svizzero Heinrich Rohrer inventarono e brevettarono lo Scanning tunneling microscope, il Microscopio a effetto tunnel, l'invenzione che, secondo molti, segna l'effettivo inizio delle NST dal punto di vista pratico-applicativo. La scoperta varrà loro il Premio Nobel per la Fisica nel 1986. Pochi anni dopo sempre Binnig, con Calvin Quate e Christoph Gerber, inventerà l'AFM, il Microscopio a Forza Atomica. Queste invenzioni oltre a esplorare i materiali sono anche in grado di agire sulla superficie degli oggetti, modificandola alla nanoscala. Tra i primi "nano-oggetti" scoperti sono i nanotubi (da parte del fisico giapponese Sumio Iijima nel 1991) e i fullereni (nel 1985 da parte di Harold Kroto, James R. Heath, Sean O'Brien, Robert Curl e Richard Smalley; a Kroto, Curl e Smalley venne assegnato, per questa scoperta, il Premio Nobel per la Chimica nel 1996).

Dal punto di vista istituzionale esistono o sono esistite numerose iniziative legate alle NST, la più conosciuta tra le quali è probabilmente l'americana National Nanotechnology Initiative, nata alla fine degli anni '90 del XX° secolo. In Europa si possono ricordare l'iniziativa elvetica "Top Nano21" e il centro Minatec di Grenoble (Francia) che unisce ricerca pubblica applicata e

di base, formazione universitaria e creazione d'impresa. In Italia il Veneto ha ospitato dal 2003 al 2016 il distretto tecnologico per le Nanotecnologie, Veneto Nanotech.

È infine importante contestualizzare ulteriormente le NST in un ambito ancora più vasto, quello delle “Key Enabling Technology” (“Tecnologia abilitante fondamentali”), KETs: micro e nanoelettronica, nanotecnologie, biotecnologie industriali, materiali avanzati, fotonica e tecnologie avanzate di manifattura. L'Unione Europea punta su di esse per realizzare un'economia avanzata e sostenibile, evidenziando il fatto che “una delle maggiori debolezze dell'Europa a proposito delle KETs è la difficoltà di trasferire la conoscenza in beni e servizi commerciabili. Anche per questo le KETs sono tra le priorità della politica industriale europea”.

I domini di ricerca delle NST sono essenzialmente quattro: bionanotecnologie, nanoelettronica, nanomateriali, nanomanifattura. Per quanto riguarda le tipologie di approccio utilizzate nei vari ambiti scientifico-tecnologici esistono due differenti di modalità utilizzate nelle nanotecnologie in diversi settori. Il primo dei due approcci è quello cosiddetto “top-down” (letteralmente “dall'alto verso il basso”). Questa modalità operativa è utilizzata prevalentemente da Fisici ed Ingegneri per ottenere la miniaturizzazione, ad esempio attraverso tecniche nanolitografiche per realizzare i circuiti elettronici dei microprocessori. La frontiera estrema della nanoelettronica è però quella dei “computer molecolari”, che permetterebbero una miniaturizzazione a livello atomico della circuitazione. Il secondo dei due approcci è operativamente l'inverso del precedente e viene denominato “bottom-up” (dal basso verso l'alto). Questo approccio è più tipico delle Scienze Chimiche, che sono strutturalmente più legate ad una operatività che prevede il “legare tra loro” parti più piccole di materia.

Nota: la presente sezione riassume e sintetizza una parte di quanto riportato nel progetto di ricerca ordinario

3 UNA BREVE NOTA SULLE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE IN PIEMONTE

Prima di affrontare la descrizione del progetto pilota per un Osservatorio Regionale sulle Nanotecnologie e Nanoscienze è importante fare una premessa di carattere più generale. Il contesto piemontese dell'industria e della ricerca è assai articolato e vasto. I dati riportati in Finardi (2019c) mostrano per la regione la presenza di un contesto proattivo nei confronti delle attività di Ricerca e Sviluppo. Mostrano però anche qualche difficoltà che rendono importanti le attività innovative di prodotto e di processo delle imprese.

Il sistema della ricerca NST regionale è attivo e complesso, in quanto tutti gli enti di ricerca pubblici presenti sul territorio lavorano in tutte le aree NST, con pubblicazioni scientifiche in crescita e proattività in temi di ricerca NST vari e diversificati tra loro. Questo potrebbe permettere ad un vasto numero di imprese piemontesi di trovare a distanza relativamente breve collaborazioni scientifico-tecnologiche NST. Inoltre esiste nella Regione un certo numero di imprese (di cui Finardi, 2019c offre un campione) che utilizzano nanotecnologie nel loro ciclo produttivo. Queste imprese appartengono a diversi settori e sono di diverse dimensioni.

In definitiva il contesto offre un substrato promettente per possibili future iniziative di Trasferimento Tecnologico tra ricerca e impresa.

4 L'OSSERVATORIO REGIONALE SULLE NANOTECNOLOGIE E NANOSCIENZE ORENN: INTRODUZIONE

L'Osservatorio Regionale sulle Nanotecnologie e Nanoscienze (ORENN) ha un obiettivo generale, che è quello di incentivare il sistema industriale piemontese. Questo obiettivo può venir a sua volta raggiunto attraverso attività e iniziative di Trasferimento Tecnologico volte a mettere in relazione di vario tipo gli attori di tutti i settori interessati. Di conseguenza il fine operativo dell'osservatorio è quello di farsi promotore di iniziative ed occasioni di trasferimento tecnologico sia tra ricerca e impresa che tra impresa e impresa. In quest'ultimo caso si desidererebbe

operare in un'ottica almeno parziale di collaborazione e di "open innovation", (particolarmente tra imprese di settori merceologici diversi).

L'ambito in cui si dovrebbero sviluppare le attività dell'osservatorio sono ovviamente le nanotecnologie e le nanoscienze, sia nell'ambito della ricerca che in quello delle applicazioni industriali e della commercializzazione dei risultati produttivi.

Il primo punto per la definizione della struttura dell'osservatorio è quello di analizzare e descrivere altre iniziative, analoghe o con altri punti in comune, allo scopo di enuclearne i tratti salienti che possano venir replicati nel progetto dell'osservatorio.

5 ALTRE INIZIATIVE: UNA SELEZIONE RAGIONATA

L'oggetto di questa sezione è la rassegna di una selezione di iniziative che abbiano caratteristiche simili a quelle del progetto OReNN, o che almeno possano fornire indicazioni, dettate dall'esperienza pregressa, su come organizzare almeno alcune attività dello stesso. Per ogni sottosezione relativa ad una esperienza vengono indicate le fonti attraverso le quali sono state reperite le informazioni. Dopo la descrizione una breve nota indica quali sono i punti rilevanti in relazione al Progetto OReNN.

Le iniziative sono state reperite e selezionate principalmente attraverso una ricerca web-based.

5.1 Casi italiani

5.1.1 Toscana Open Research

Toscana Open Research è un osservatorio regionale sull'innovazione nella Regione Toscana. È stato creato come strumento di supporto alle politiche regionali per favorire la trasparenza e l'inclusività della *governance* e per comunicare e valorizzare i punti di forza del sistema della ricerca, dell'innovazione e dell'alta formazione della Regione. Quanto appare all'utente esterno è un portale informativo – realizzato con tecnologie *open access* – che presenta una serie molto vasta di informazioni sui diversi attori. L'obiettivo è quindi quello di "rendere accessibili i dati sul sistema regionale della ricerca, disponibili in formato aperto, e favorirne l'uso da parte di tutto il sistema economico e sociale, per questo tutti i dati delle visualizzazioni potranno essere scaricati e utilizzati da qualsiasi utente secondo le sue necessità".

La fonte delle informazioni è il sito dell'iniziativa, <http://toscanaopenresearch.it/> (visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: tra le attività di OReNN vi è quella di mantenere un *database* accessibile della produzione scientifica e di quella brevettuale Regionale in ambito nanotech. Il progetto può quindi servire da modello per la realizzazione di questo *database*, a cui è possibile quindi aggiungere una serie di dati relativi ai laboratori coinvolti.

5.1.2 MATE – Distretto Tecnologico Regionale per i Nuovi Materiali della Regione Toscana

Il Distretto MATE ha iniziato le proprie attività nell'autunno 2016. Vede l'adesione di 90 imprese, 18 organismi di ricerca, 10 centri servizi e 29 infrastrutture per il Trasferimento Tecnologico, tutti presenti sul territorio della Regione. È uno dei distretti tecnologici della Regione Toscana, che hanno i seguenti tre obiettivi operativi: stimolare e recepire la domanda di innovazione delle imprese, facilitare l'accesso delle imprese alla conoscenza tecnologica ed alle risorse per la ricerca e l'innovazione, promuovere la condivisione di attrezzature e laboratori. A questo scopo il Distretto offre diversi servizi. I servizi di "Ricerca e innovazione" sono finalizzati alla nascita di collaborazioni per l'innovazione, attraverso l'organizzazione di iniziative, visite di ricercatori nelle imprese, studi di fattibilità, servizi di supporto etc. Oltre a questo il Distretto offre servizi di progettazione e partecipazione a bandi e call, servizi di informazione, approfondimento e divulgazione tecnologica, altri servizi quali il foresight e lo scouting.

La fonte delle informazioni è il sito del distretto, <http://www.distrettomateriali.it/> (visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: le attività di particolare interesse sono quelle legate al matching tra impresa e ricerca. Alcune di queste potrebbero venire riproposte in ambito locale su scala ridotta.

5.1.3 Il Centro per l'Innovazione e lo Sviluppo Economico CISE e l'Osservatorio sull'Innovazione nella regione Emilia-Romagna

Il CISE – Centro per l'Innovazione e lo Sviluppo Economico CISE (Azienda Speciale della Camera di Commercio della Romagna - Forlì-Cesena e Rimini) è nato nel 1996 con lo scopo di promuovere l'innovazione quale leva per lo sviluppo competitivo del territorio. È attivo in diversi settori: innovazione sostenibile, impresa etica, ICT.

Nel suo ambito è stata realizzata un'indagine sulle imprese della Regione con un fatturato superiore a 500 mila euro e rientranti nella strategia di specializzazione intelligente (S3) della Regione Emilia-Romagna: l'Osservatorio Innovazione Emilia-Romagna. Questo offre una analisi di come si posizionano strategicamente le imprese nei confronti dell'innovazione allo stato attuale delle cose. L'osservatorio cataloga le imprese secondo quattro diversi profili: leader, proattive, adattive, tardive.

La fonte delle informazioni è il sito dell'iniziativa, http://www.ciseonweb.it/innovazione-e-sostenibilita/innovazione/osservatorio-innovazione/index.htm?ID_D=12042 (visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: L'esperienza dell'Osservatorio Emiliano-Romagnolo può essere utile per sfruttare e riprodurre il metodo di selezione e sistematizzazione del panorama imprenditoriale. Inoltre il CISE può divenire una significativa fonte di informazione.

5.1.4 ARTI – Agenzia Regionale per la Tecnologia e l'Innovazione della Regione Puglia

La Regione Puglia ha creato nel 2004 una Agenzia strategica (Ente strumentale della Regione) che opera a supporto della stessa per definire e gestire, tra le altre, le politiche per l'innovazione. Di conseguenza ARTI offre il suo supporto alla Amministrazione della Regione per realizzare le politiche per lo sviluppo tecnologico della produzione, per diffondere l'innovazione e per incentivare la crescita socio-economica. Tra i suoi compiti ci sono di conseguenza la promozione della valorizzazione economica e sociale dei risultati della ricerca, la valutazione e il monitoraggio delle iniziative e delle misure regionali, il sostegno all'internalizzazione e la divulgazione nei confronti dei giovani e della società.

Le informazioni sono tratte dal sito dell'Agenzia, <https://www.arti.puglia.it/> (visitato a luglio 2019).

ARTI promuove numerose iniziative: tra queste reti di laboratori, supporto alla creazione di impresa, foresight tecnologico.¹ Nello scorso decennio ARTI ha promosso la creazione di un osservatorio permanente per l'innovazione, iniziativa importante nonostante sia ormai datata.

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: la struttura e le iniziative di ARTI possono venir replicate, in scala minore (relativamente al solo settore delle nanotecnologie) in un altro ambito regionale.

5.2 Casi Europei

5.2.1 Rete degli Innovation Relay Centre

Gli Innovation Relay Centre (IRC) sono nati nel 1995 in seguito ad una iniziativa dell'Unione Europea. Si è trattato di una rete di Centri che avevano come scopo il sostegno alla competitività Europea attraverso il rafforzamento di tecnologia e innovazione. Di fatto la rete di centri promuoveva il Trasferimento Tecnologico internazionale e transnazionale tra i Paesi dell'Unione Europea e non, coinvolgendo Piccole e Medie imprese e centri di ricerca. Negli an-

¹ Tra queste in questo ambito è importante ricordare il rapporto "La Puglia delle Key Enabling Technologies" https://www.arti.puglia.it/wp-content/uploads/Report_La-Puglia-delle-KET.pdf, link visitato a luglio 2019.

ni tra il 1995 e il 2008 hanno funzionato in Europa svariate decine di IRC, finanziati dai Programmi Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo. Ciascun Centro era formato da un consorzio di partner quali Università, Centri di Ricerca, Camere di Commercio, Unioni imprenditoriali, enti di Trasferimento Tecnologico... La forza dei Centri era il radicamento sul territorio, unita alla rete in cui erano inseriti e che permetteva di accedere a conoscenze e iniziative su tutto il territorio europeo. La rete dei IRC è confluita nel 2008 nell'Enterprise European Network (<https://een.ec.europa.eu/>; <http://www.een-italia.eu/>, link visitati a luglio 2019).

Informazioni sugli IRC possono venir reperite alla pagina <https://www.cnr.it/it/evento/11322/gli-innovation-relay-centre-la-rete-europea-per-l-innovazione-e-il-trasferimento-tecnologico-10-anni-di-successi> (link visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: i principali punti di forza – radicamento nel territorio, capacità di fare rete con gli altri IRC) devono essere riproposti nell'ambito del progetto, sia per quanto riguarda la costruzione di reti all'interno della Regione, sia per quanto riguarda i contatti esterni.

5.2.2 L'iniziativa ObservatoryNano

ObservatoryNano (European observatory for science-based and economic expert analysis of nanotechnologies, cognisant of barriers and risks, to engage with relevant stakeholders regarding benefits and opportunities) è stato un progetto europeo, finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro, per la realizzazione di un osservatorio Europeo per una analisi delle nanotecnologie basata sulla scienza e sull'economia. Il progetto è stato realizzato tra l'aprile 2008 e il marzo 2012. Ha utilizzato come strumenti sia lo studio di letteratura e brevetti che le opinioni di esperti, integrando diversi tipi di analisi (scientifico-tecnologica, economica, etico-legale e sociale, sulla salute e la sicurezza) per analizzare una decina di settori particolarmente significativi per le NST. Il progetto voleva inoltre mantenere aggiornati i dati su una serie di indicatori scientifici, tecnologici, di sviluppo ed economici, sia quantitativi che qualitativi.

Una descrizione dell'iniziativa si trova sulla pagina dell'Unione Europea: <https://cordis.europa.eu/project/rcn/87963/factsheet/en> (link visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: il progetto è di estremo interesse sia dal punto di vista metodologico che da quello degli obiettivi perseguiti. La metodologia può venir utilizzata in numerose attività dell'Osservatorio, mentre gli obiettivi sono in parte sovrapponibili.

5.2.3 Il KETs Observatory dell'Unione Europea

L'Unione Europea ha realizzato fin dal 2013 un osservatorio online sulle Key Enabling Technologies (KETs), un gruppo di sei tecnologie rilevanti per lo sviluppo di cui fanno parte le nanotecnologie. L'osservatorio è di fatto un sistema di monitoraggio online in grado di fornire informazioni qualitative e quantitative sulle KET nell'ambito dell'Unione Europea e in confronto con altre regioni del mondo. In particolare l'Osservatorio si focalizza sulla generazione e la commercializzazione di nuova conoscenza relativa a queste tecnologie. Inoltre analizza con regolarità prodotti emergenti e tutto quanto ruota intorno ad essi. I dati sono di libero utilizzo.

Le analisi sono sostanzialmente relative alla generazione e sfruttamento delle tecnologie da un lato, e alla loro diffusione dall'altro. Questo permette di aiutare a comprendere quanto un singolo Paese, e l'Unione nel suo complesso, sappia trasformare nuova conoscenza in valore aggiunto e in crescita. A questo scopo l'osservatorio raccoglie numerose serie di dati su tecnologia, commercio, produzione, business, domanda, impiego.

Le informazioni sono tratte dal sito dell'osservatorio: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/kets-tools/kets-observatory> (link visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: la tipologia di dati raccolti e la modalità di messa a disposizione da parte dell'Osservatorio possono essere fonte di ispirazione per una replica in ambito regionale, ad esempio creando e aggiornando un repository online.

5.3 Casi extraeuropei

5.3.1 L'Observatoire des sciences et des technologies (OST), Université du Québec, Montréal

L'Observatoire des sciences et des technologies (OST) dell'Università di Québec a Montréal gestisce un osservatorio delle scienze e delle tecnologie che ha sostanzialmente un ruolo di misura della scienza, della tecnologia e dell'innovazione. Le sue attività sono di diverso genere. Innanzi tutto l'osservatorio realizza banche dati su Ricerca e sviluppo, finanziamento della ricerca, brevetti, pubblicazioni. Inoltre svolge per i propri partner servizi di assistenza per la valutazione delle attività scientifiche e tecnologiche, e sostiene la messa in rete degli stessi partner. Infine l'Osservatorio svolge servizi di trasferimento di conoscenza in ambito scientometrico, tecnometrico e della valutazione della ricerca.

Gli indicatori sono prodotti con un importante lavoro di pulizia e codificazione dei dati, sia per quanto riguarda le istituzioni che i singoli ricercatori.

Le informazioni sono tratte dal sito dell'osservatorio: <https://www.ost.uqam.ca/> (link visitato a luglio 2019).

Interesse dell'iniziativa per il progetto OReNN: nonostante si tratti di un ulteriore caso di iniziativa rivolta al lato ricerca dei processi di Trasferimento Tecnologico, l'OST è importante in quanto mette in evidenza le attività di sistematizzazione della documentazione, di pulizia dei database e di continuità nell'aggiornamento e nel management dei dati.

6 INTERVISTE AD OPERATORI LEGATI AD ALTRE ESPERIENZE

6.1 Toscana Open Research

Toscana Open Research è nata su iniziativa della Direzione Generale Cultura e Ricerca della Regione Toscana che, basandosi su una legge 2009, ne ha ripreso i contenuti.

L'iniziativa data al 2017, ed aveva lo scopo di catturare le diverse sfaccettature del mondo della ricerca per darne un'immagine a tutto tondo.

Toscana Open Research pone particolare attenzione alle attività delle Università dei Centri di ricerca, oltre che alla formazione. L'osservatorio ha utilizzato banche dati di provenienza *open*, sistematizzandone la fruizione allo scopo di dare supporto agli enti per l'analisi del sistema della ricerca.

L'osservatorio è orientato a mostrare la tipologia e i temi di ricerca, e quale ne è l'output in termini di pubblicazioni, brevetti, eccetera. Lo scopo è quindi di fare da supporto strategico innanzi tutto per i soggetti che gestiscono la ricerca, poi per altri tipi di utilizzatori.

Al momento l'osservatorio presenta un motore di ricerca unico, e non è possibile differenziare i profili di accesso. Contiene informazioni sulla struttura delle Università e dei Centri di Ricerca, un approfondimento sui dati open, con alcuni *tag* specifici. Sono inoltre presenti i dati sui soggetti che hanno partecipato ai finanziamenti, assieme ad altri dati che dovrebbero essere utili a rispondere alla domanda strategica della Regione Toscana indirizzata a due tipologie di utenti finali.

La prima è quella dei cittadini, con lo scopo di una maggiore *accountability*. La seconda è quella del personale e dei politici della Regione Toscana, che hanno maggiormente bisogni di legati alla presenza di informazioni per la propria programmazione.

Esiste ovviamente un backoffice del sistema, ma è importante sottolineare che al momento (estate 2019) la sistematizzazione è ancora in corso, e l'Osservatorio non è ancora completo. A questo scopo è prevista anche la possibilità di un raccordo con gli uffici di trasferimento tecnologico degli atenei, con il loro coinvolgimento. Da parte della Regione Toscana sono state offerte figure professionali con competenze elevate tanto dal punto di vista amministrativo-giuridico quanto da quello scientifico-tecnologico per mappare le attività delle università e renderle visibili e promuovibili.

6.2 ARTI – Agenzia Regionale per la Tecnologia e l’Innovazione della Regione Puglia

L’Agenzia ARTI è in questo momento in una fase di revisione del proprio modello organizzativo. Non esistono quindi al momento documenti sul futuro assetto approvati dalla giunta Regionale. ARTI si sta dotando di diverse aree strategiche.

Un importante punto di forza di ARTI è dato dal personale che lavora presso l’Agenzia, che ha raggiunto la configurazione attuale anche grazie al personale stesso. Si tratta infatti di operatori mediamente giovani, dotati di una formazione di alto livello: per la maggior parte un master o un Dottorato di ricerca, questo ha fatto quindi la differenza dal punto di vista operativo.

Oltre alle attività maggiormente visibili sul sito istituzionale esistono altre attività trasversali utili a rendere più efficiente il sistema innovativo regionale, che richiedono competenze anche al di fuori di quelle classiche nel Trasferimento tecnologico. Queste sono attività di policy, di ricerca, di analisi, di approccio delle policy basate su dati effettivi quantitativi.

In molti casi le policy, una volta attivate dai *decision maker* politici, vengono assegnate all’agenzia, che gestisce molti interventi di grandi dimensioni per conto della Regione Puglia. ARTI quindi aiuta a realizzare le policy, gestisce gli interventi innovativi, svolge attività di monitoraggio delle policy (ivi comprese quelle gestite da altri enti), si occupa della divulgazione (anche per motivi di *accountability*), e infine chiude il ciclo occupandosi dell’analisi dei risultati.

Ad ARTI quindi viene riconosciuto un ruolo di riferimento nel sistema innovativo regionale quale interlocutore specializzato e attento: l’Agenzia ha una buona reputazione grazie al proprio operato di organismo regionale attento e capace di raccogliere le esigenze e riportarle al proprio interno. Gli interventi effettuati fino ad ora quindi hanno contribuito a fare sì che l’Agenzia sia riconosciuta come ente competente.

ARTI intrattiene sia rapporti istituzionali con enti di ricerca e associazioni di categoria sia rapporti di ascolto diretto con imprese singole. Infatti ha effettuato ed effettua *audit* presso le imprese, con le quali c’è una interlocuzione diretta continua per poter sondare le esigenze del sistema produttivo. Lo sforzo di parlare direttamente con le imprese è una delle attività istituzionali di ARTI, che ascoltando le imprese è in grado di fare sintesi e riportare al decisore politico.

7 SINTESI DELLE INIZIATIVE DESCRITTE E VALENZA PER IL PROGETTO

Questa sezione rivede e sintetizza le iniziative descritte nelle sezioni 5 e 6 in un’ottica di utilità presente e futura per l’Osservatorio.

Due dei progetti si propongono sostanzialmente di realizzare e mantenere aggiornato un *database* di ricerca e tecnologia. In particolare Toscana Open Research ha scopi di *accountability* e policy locale che potrebbero diventare un patrimonio dell’osservatorio. L’Observatoire des sciences et des technologies dell’Université du Québec invece ha scopi principalmente di ricerca, ma potrebbe in futuro essere oggetto di contatti per arricchire l’esperienza dell’Osservatorio.

L’esperienza del Distretto Tecnologico MATE della Regione Toscana invece è importante per quanto riguarda le capacità di *matching* ricerca-impresa. Di conseguenza dovrebbe venir contattato dall’Osservatorio per poter discutere delle metodologie utilizzate. Lo stesso discorso vale per il Centro per l’Innovazione e lo Sviluppo Economico CISE della Regione Emilia-Romagna. In questo caso è interessante anche la metodologia di analisi che viene utilizzata per studiare la relazione tra impresa e tipologia di innovazione.

Venendo ad altre iniziative di ampio respiro è bene ricordare gli Innovation Relay Center per il loro radicamento sul territorio e per la loro capacità di fare rete. Quest’ultimo punto in particolare deve essere approfondito per possibili futuri sviluppi. L’iniziativa ObservatoryNano, dal canto suo, ha realizzato su scala europea numerose delle attività previste nell’ambito dell’Osservatorio. Sotto questo punto di vista sarebbe interessante in particolare approfondire l’utilizzo fatto dei pareri esperti per realizzare i documenti redatti nel corso dell’iniziativa.

Le ultime due iniziative infine sono quelle di più ampio respiro. L'agenzia ARTI della Regione Puglia ha un range di iniziative estremamente vasto e ad ampio raggio, alcune delle quali sono previste anche per l'Osservatorio, e alcuni punti di forza. Tra questi è importante evidenziare il livello di qualificazione del personale, che deve essere tenuto fortemente in considerazione. Il Key Enabling Technologies Observatory dell'Unione Europea è ovviamente un osservatorio di carattere nettamente più vasto rispetto a quello dell'Osservatorio oggetto del presente rapporto. Tuttavia può servire da fonte di ispirazione continua per ricondurre sul territorio regionale quelle iniziative che possono essere di interesse. dovrebbe inoltre essere compito dell'Osservatorio regionale stabilire con il KETs Observatory un contatto quanto più possibile continuativo allo scopo di creare occasioni e di fare rete.

8 L'OSSERVATORIO REGIONALE PIEMONTESE PER LE NANOTECNOLOGIE E LE NANOSCIENZE

L'Osservatorio Regionale Piemontese per le Nanotecnologie e le Nanoscienze "OReNN" ha come scopo finale quello di incentivare lo sviluppo regionale, agendo su un settore altamente tecnologico, quello delle Nanoscienze e Nanotecnologie. In particolare l'Osservatorio ha innanzi tutto il compito di approfondire e mantenere aggiornata l'analisi della situazione regionale di domanda e offerta di ricerca, tecnologia e innovazione in ambito NST, nonché dei suoi sviluppi, attraverso le azioni di monitoraggio periodico delle attività della Ricerca pubblica e privata e delle necessità di innovazione. Questo approfondimento e aggiornamento può essere svolto sia attraverso metodologie *desk-based* che sul campo. Lo scopo è molteplice.

Innanzitutto deve soddisfare il bisogno informativo delle imprese sulle competenze presenti nel sistema scientifico NST regionale e sui risultati prodotti (pubblicazioni, brevetti, etc.). Al tempo stesso deve soddisfare il bisogno informativo del sistema scientifico sulle problematiche esistenti nelle imprese e a cui le NST possono offrire soluzioni, tanto in ambito di prodotti, processi e servizi. Lo scopo è quindi anche di migliorare le relazioni ricerca-produzione attraverso la creazione di canali bilaterali.

Oltre all'analisi dello status quo e della sua evoluzione l'osservatorio deve avere anche compiti di comunicazione e di valorizzazione. Innanzi tutto la comunicazione deve essere interna alla Regione, come strumento di Trasferimento Tecnologico. Poi è importante la promozione di ricerca e impresa in ambito NST al di fuori dei confini regionali.

In definitiva la raccolta e la diffusione di informazioni e conoscenze specifiche sui temi relativi alla ricerca scientifica e tecnologia e all'innovazione in ambito NST possono essere lo strumento per realizzare iniziative di Trasferimento Tecnologico e per la creazione di una rete regionale per il sostegno delle attività di valorizzazione dei risultati della ricerca NST.

Qui di seguito ne vengono delineate le caratteristiche principali in termini di personale e di attività da svolgere.

8.1 Personale

La struttura dell'Osservatorio dovrebbe essere agile e leggera. Le attività infatti non richiedono un impegno a tempo pieno ma piuttosto una certa continuità temporale nel corso degli anni. Per contro è indispensabile che gli operatori dell'Osservatorio possiedano una certa specializzazione nell'ambito delle nanotecnologie, dell'innovazione e del trasferimento tecnologico.

Le attività sotto riportate richiedono in linea di massima un impegno quantificabile in alcune decine di ore/mese. Questo monte ore deve ovviamente venir suddiviso tra gli operatori dell'Osservatorio. Si può ipotizzare a questo proposito la partecipazione *part-time* di tre operatori, ciascuno con diverse competenze che raggruppano la bibliometria e l'analisi dati, le nanotecnologie e nanoscienze, insieme a *soft skills* legati alle relazioni con ricercatori, imprese ed enti ed alla organizzazione di eventi di vario genere.

8.2 Attività

Una volta delineato l'impegno personale per la conduzione dell'Osservatorio, vengono qui di seguito sintetizzate le principali attività. È importante segnalare che queste attività sono *solo*

quelle con cui l'osservatorio dovrebbe iniziare le proprie attività. Non è infatti da escludere (anzi è assolutamente probabile, e deve essere caldeggiato) che l'osservatorio nel corso della propria esistenza aggiunga altre attività a quelle già in corso, e che ne abbandoni o modifichi altre. Questo deve ovviamente dipendere dall'analisi del contesto, dalle necessità pratiche e dai bisogni che vengono di volta in volta evidenziati da queste ultime.

8.2.1 Analisi del sistema della Ricerca Pubblica Regionale

L'osservatorio deve innanzi tutto analizzare il sistema della Ricerca Pubblica Regionale. Per questo fine deve rilevare periodicamente l'offerta di ricerca NST regionale, analizzandola attraverso due canali. Il primo è quello bibliografico-bibliometrico. Gli operatori dell'Osservatorio debbono avere la possibilità di accedere ai principali *database* online di letteratura scientifica (Clarivate® ISI-WoS®, Elsevier® Scopus®) in modo da poter mappare periodicamente la produzione scientifica regionale in ambito nanotech. L'accesso a questi database non è però libero, ma condizionato dal pagamento di un abbonamento, e si tratta di una risorsa generalmente accessibile da parte degli enti scientifici. Una ricerca di questo genere dovrebbe venir effettuata almeno ogni sei mesi, date le tempistiche abbastanza rapide della pubblicazione scientifica. In questo modo sarebbe possibile mantenere costantemente il polso della ricerca scientifica NST locale. Una ricerca simile dovrebbe essere effettuata periodicamente anche sui brevetti. In questo caso i tempi possono essere più dilatati, date le tempistiche più lunghe della brevettazione. Al momento per una ricerca di questo tipo è disponibile gratuitamente il database brevettuale dell'EPO – European Patent Office.

Il secondo metodo è quello qualitativo basato sulle interviste ai ricercatori attivi nelle NST. Questa attività si propone di mantenere aggiornato in maniera sistematica quanto pubblicato in Finardi (2019a) e in Finardi (2019c). Una attività di questo genere dovrebbe essere svolta in modo da coprire annualmente o biannualmente tutti gli enti di ricerca e le loro sottodivisioni.

L'*outcome* ideale di queste attività potrebbe essere un database pubblico di citazioni e descrizioni, simile a quello realizzato da Toscana Open Research e dall'OST dell'Université du Québec. In questo modo le attività di ricerca sarebbero liberamente fruibili da parte degli interessati. Ovviamente il database dovrebbe venir adeguatamente pubblicizzato (da enti pubblici, associazioni di categoria etc.).

8.2.2 Contatti col mondo della ricerca privata

In Piemonte, come anche i dati presentano (vedi ad esempio Finardi 2019c) esiste un mondo della ricerca privato attivo e in grado di contribuire significativamente allo sviluppo. In questo caso ovviamente è molto difficile poter contattare i laboratori privati, ottenere informazioni e descriverne le attività, date le ovvie precauzioni di sicurezza industriale. Questa attività tuttavia può essere realizzata tentativamente, data l'importanza di coinvolgere la ricerca privata.

8.2.3 Osservazione delle relazioni tra mondo imprenditoriale e NST

Mentre per quanto riguarda le attività di ricerca pubblica il lavoro di *scouting* scientifico e tecnologico è di realizzazione semplice e lineare – fatto salvo l'indispensabile utilizzo delle risorse sopra indicate – raccogliere informazioni per mappare le imprese attive o potenzialmente interessate alle NST è assai complesso, date anche le loro caratteristiche intrinseche (trasversalità, *disruptivity*, *general-purpose*). Per questo motivo sarebbe essenziale per questa attività di *scouting* la collaborazione di enti esterni (enti pubblici, poli di innovazione, parchi scientifici e tecnologici, gli stessi ricercatori degli Enti Pubblici). Compito dell'Osservatorio dovrebbe essere quello di creare e mantenere aggiornato un database di imprese attive, interessate o potenzialmente interessate all'innovazione (tecnologica e non) basata sulle NST. Questo database di imprese dovrebbe venir continuamente arricchito attraverso segnalazioni, interviste, ricerche *desk-based* e sul campo. Accanto a questo database dovrebbe venir creato e mantenuto un database di settori industriali, che possa quantificare quei settori che maggiormente potrebbero beneficiare delle NST. A questo scopo potrebbero venir utilizzati database specifici di imprese di-

sponibili negli enti di ricerca economica. Questi database, così come quelli sopra citati relativi alle pubblicazioni scientifiche, hanno un costo non irrisorio.

Questi database devono comprendere anche il dato fondamentale relativo alle collaborazioni tra imprese e ricerca, così come quello relativo alla ricerca e sviluppo interna all'impresa.

8.2.4 Creazione di relazioni bilaterali ricerca-ricerca, impresa-impresa e ricerca-impresa

Accanto ad attività esplorative come quelle sopra descritte l'Osservatorio deve impegnarsi anche in attività maggiormente legate all'*exploitation*. Tra questa la prima è sicuramente la creazione di relazioni tra ricercatori, imprenditori e – soprattutto – tra ricercatori e imprenditori. Questo in un'ottica di trasferimento della conoscenza e della tecnologia in senso bilaterale, dando cioè la possibilità di un "flusso di conoscenza" dall'industria alla ricerca. A questo scopo l'osservatorio dovrebbe realizzare in modo sistematico una minima attività di *scouting* scientifico-tecnologico. Nelle attività di contatto con i ricercatori e con le imprese sopra descritte gli operatori dell'Osservatorio dovranno sempre discutere delle necessità e possibilità di collaborazione e scambio di conoscenza sotto ogni punto di vista (sia oneroso che in ottica di *open innovation*). Sotto questo punto di vista saranno fondamentali le competenze degli operatori che dovranno metterli in grado di parlare lo stesso linguaggio (in termini tecnologici e di aspettative economiche) degli intervistati.

Un ulteriore punto in questo ambito è la messa a disposizione dei dati sulla ricerca e di quelli sull'impresa. Senza il bisogno di creare un database pubblico alcuni dati che permettano di trovare un adatto partner scientifico/tecnologico dovrebbero poter essere messi a disposizione su richiesta. Infatti l'Osservatorio dovrebbe avere tra i suoi compiti quello di fare in modo che le imprese conoscano le attività di ricerca NST presenti sul territorio, così come le attività di lavoro e ricerca di altre imprese con le quali non vi sia un rapporto di concorrenza ma, al contrario, di integrazione in ottica di filiera e di crescita del valore aggiunto del prodotto. Anche la ricerca pubblica deve poter essere messa in grado di conoscere le attività produttive e di Ricerca e Sviluppo delle imprese, con lo scopo di trovare collaborazioni e di poter testare in ambito produttivo le idee e i risultati della ricerca.

8.2.5 Promozione all'esterno del contesto Regionale della ricerca e dell'impresa

Una seconda attività di *exploration* di cui l'Osservatorio deve farsi carico è quella di promozione delle attività di ricerca e di quelle produttive/di R&S industriale piemontesi all'esterno dei confini regionali. Questa attività si articola a sua volta in diversi punti. Il primo è la ricerca di contatti con ricercatori, imprese ed enti italiani o esteri. In particolare la promozione dovrebbe avere lo scopo di valorizzare l'operato delle imprese. A questo scopo possono essere estremamente utili i contatti con associazioni di categoria ed enti con finalità simili a quelle dell'Osservatorio.

Anche la valorizzazione della ricerca piemontese è un punto fondamentale. Infatti la ricerca piemontese NST, il cui livello è stato evidenziato nel corso di questa ricerca, può servire da catalizzatore per attirare imprese dall'esterno dei confini regionali. La possibilità di un rapporto di prossimità con gli enti di ricerca Piemontesi infatti potrebbe essere un *driver* per invogliare le imprese a stabilirsi nella Regione. A questo scopo l'Osservatorio potrebbe – eventualmente in collaborazione con altri soggetti – studiare delle pratiche *ad hoc*.

9 CONCLUSIONI OPERATIVE

Quelle presentate in questo documento sono unicamente linee guida progettuali per la realizzazione di un Osservatorio Regionale sulle Nanotecnologie e le Nanoscienze per il Piemonte. Non si tratta quindi di un progetto completo, ma di un insieme di strumenti utili e di informazioni di base necessarie (ma non sufficienti) per la stesura di un progetto. Esse prendono vita dalle analisi del "sistema delle NST" pubblicate nei precedenti lavori frutto del progetto di ricerca "Le Nanotecnologie in Piemonte: studio per la creazione di un osservatorio operativo regionale" (Finardi, 2018a; Finardi, 2018b; Finardi, 2018c; Finardi, 2019a; Finardi, 2019b; Finar-

di, 2019c). I risultati descrittivi di questi lavori mostrano un sistema della ricerca molto strutturato e attivo nello studio di numerosi temi di ricerca NST. Di conseguenza esso è in grado di fornire una buona varietà di possibilità di collaborazione con imprese e soggetti di altro genere. Le imprese piemontesi, d'altro canto, mostrano una certa attenzione nei confronti delle nuove tecnologie e dei risultati della ricerca. Tuttavia questo interesse non è ancora diffuso in maniera capillare.

Di conseguenza la ricerca scientifica può essere il primo *driver* dell'azione di un "Osservatorio operativo" che si ponga come obiettivo un monitoraggio continuo della situazione regionale e di facilitatore nelle relazioni di ogni tipo che si possono costruire attorno alle NST. Assieme a questo, come anche le attività sopra descritte hanno evidenziato, i compiti dovrebbero essere anche altri, in modo da poter fornire una offerta il più possibile completa di attività di analisi, trasferimento tecnologico e valorizzazione dei risultati della ricerca e delle tecnologie.

Come ricordato all'inizio di questo paragrafo quello qui presentato è solo un progetto di massima o, meglio, una serie di linee guida progettuali. Queste linee guida costituiscono la base operativa su cui modellare un progetto compiuto, che però può (come è ovvio) venir realizzato una volta che venga espresso un interesse concreto per una iniziativa di questo genere.

È importante segnalare infine che un modello di questo genere è replicabile anche in relazione ad altri settori scientifico-tecnologici, o ad altre industrie. Alla base ovviamente dovrebbero essere effettuati preventivamente adatte ricerche in modo da costruire una base di riferimento che permetta di realizzare l'iniziativa.

10 BIBLIOGRAFIA

- Finardi, U. (2018a). La ricerca nelle nanotecnologie in Piemonte: Casi di enti pubblici e privati. *Quaderni IRCRES*, 3(5), 3–12. <https://doi.org/10.23760/2499-6661.2018.018>
- Finardi, U. (2018b). Nanotechnology patenting in Piedmont: Analysis and links with research and industrial environment in the Region. *Working Paper IRCrES*, 4(8/2018), 1–15. <https://doi.org/10.23760/2421-7158.2018.008>
- Finardi, U. (2018c). Public research in Nanotechnology in Piedmont (Italy). *Working Paper IRCrES*, 4(5/2018), 1–14. <https://doi.org/10.23760/2421-7158.2018.005>
- Finardi, U. (2019a). Research activities in Nanotechnologies and Nanosciences: An analysis of Piedmont's nanotech research system. *Working Paper IRCrES*, 5(5/2018), 1–36.
- Finardi, U. (2019b). Le nanotecnologie e le nanoscienze in Piemonte: introduzione teorica e dati. *Quaderni IRCrES*, 4(1), 3-15, <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2019.001>
- Finardi, U. (2019c). Il sistema piemontese delle nanotecnologie. *Quaderni IRCrES*, 4(1), 17-44, <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2019.002>