

*Primo corso di formazione e aggiornamento in  
Piemonte sulla sicurezza dei nanomateriali*

## SAFE NANO - Sicurezza dei nanomateriali

**Arianna Marucco<sup>1,5</sup>, Ivana Fenoglio<sup>2,5</sup>, Enrico Bergamaschi<sup>1</sup>, Gianni Maina<sup>1</sup>, Enrico Pira<sup>1</sup>, Francesca Filippi<sup>3</sup>, Maria Gullo<sup>3</sup>, Elena Belluso<sup>4,5</sup>.**

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche – Sezione di Medicina del Lavoro – Laboratorio di Tossicologia ed Epidemiologia Industriale, Università degli Studi di Torino

<sup>2</sup> Dipartimento di Chimica – Gruppo di Tossicità e Biocompatibilità dei Materiali, Università degli Studi di Torino

<sup>3</sup> Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro- Direzione regionale Piemonte

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Centro Interdipartimentale G. Scansetti, Università degli Studi di Torino

<sup>5</sup> Centro Interdipartimentale "G. Scansetti", Università degli Studi di Torino

Mail: [ivana.fenoglio@unito.it](mailto:ivana.fenoglio@unito.it)

### RIASSUNTO

Questo contributo riporta i risultati ottenuti nell'ambito del progetto "Promuovere la cultura della sicurezza nelle attività di ricerca e sviluppo sui nanomateriali", finanziato dall'INAIL PIEMONTE, e promosso dal Centro Interdipartimentale "G. Scansetti" dell'Università di Torino.

Il progetto aveva come obiettivi la mappatura delle lavorazioni che prevedono l'uso di nanomateriali in territorio piemontese tramite un sondaggio, e l'organizzazione di un corso di formazione e aggiornamento sulla sicurezza dei nanomateriali (Safe Nano) rivolto a studenti universitari, lavoratori dell'industria e dei centri di ricerca pubblici e privati, medici competenti e ad altri operatori della prevenzione.

I risultati del progetto hanno evidenziato da una parte, la presenza diffusa di lavorazioni che prevedono l'uso di nanomateriali in Piemonte e dall'altra, una forte richiesta di formazione da parte di lavoratori e operatori della sicurezza. Tale richiesta è derivata tuttavia prevalentemente da operatori impiegati nelle attività di Ricerca e Sviluppo (R&S).

### TAKE HOME MESSAGE

- *In Piemonte esiste una esigenza di formazione sul rischio correlato all'esposizione ai nanomateriali, attualmente legata principalmente ad attività di R&S.*

### ABSTRACT

The results of a project founded by INAIL PIEMONTE to the Interdepartmental "G. Scansetti" (University of Torino) are here reported.

The project aimed to monitor the presence of activities in Piedmont that involved the use of nanomaterials and a training course for students, workers from industry, public and private research centers, occupational health physicians and technicians of prevention techniques.

The results of the project demonstrated on one hand, the presence of activities involving the use of nanomaterials, and on the other a large interest in the topic by workers, physicians and technicians acting mainly in Research and Development (R&D) activities.

### INTRODUZIONE

Il termine nanotecnologia racchiude aree molto diverse fra loro, come, ad esempio la nanoelettronica, dedicata alla progettazione di componenti elettronici o la nanorobotica, che si occupa di costruire robot in scala nanometrica ( $10^{-9}$  m). Una vasta area della nanotecnologia si occupa di sviluppare i materiali. Essi possono essere dei materiali massivi modificati a livello atomico-molecolare (materiali nanostrutturati) o materiali contenenti "nano oggetti" (nanomateriali), particelle aventi, cioè, una o più dimensioni comprese tra 1-100 nanometri.

Le nanotecnologie vengono incluse oggi tra le Key Enabling Technology<sup>1</sup> cioè quelle tecnologie che forniscono la base per l'innovazione nei vari settori industriali, sostenendo il passaggio a un'economia più sostenibile.

Negli ultimi anni, le nanotecnologie hanno trovato applicazione in molte aree industriali, ad esempio in applicazioni elettroniche, biomedicali, farmaceutiche, cosmetiche, nella produzione di energia, nella difesa dell'ambiente, in catalisi e nella produzione di materiali per il settore auto o aerospaziale. Questa diffusione ha fatto sì che ci fosse un aumento della probabilità di esposizione diretta o indiretta dell'uomo ai nanomateriali<sup>2</sup>.

È opinione oramai consolidata che i nanomateriali rappresentino un potenziale rischio per la salute umana e per l'ambiente. Tale opinione è supportata dalle analisi dell'Osservatorio Europeo dei Rischi (ERO) dell'EU-OSHA. Essendo tuttavia per la maggior parte materiali di nuova produzione, poco si conosce sugli effetti a breve e a lungo termine sull'uomo e sull'ambiente.

Molti sono gli aspetti non ancora del tutto chiari relativamente alla interazione di queste nanostrutture con i sistemi biologici sia per quanto riguarda i meccanismi molecolari di interazione con le cellule sia per quanto riguarda gli aspetti tossicocinetici quali meccanismi di clearance, velocità di traslocazione e accumulo nei vari organi e degradazione metabolica, tutti fattori che influiscono sulla biopersistenza delle nanoparticelle<sup>3</sup>.

I nanomateriali sono una classe molto eterogenea di prodotti che possono presentare livelli di pericolosità ed esposizione molto differenti.

Sebbene ci siano ormai molte indicazioni che la pericolosità di queste sostanze venga modulata da proprietà chimico-fisiche quali dimensione, forma, area superficiale, reattività, composizione elementare, non esistono ancora delle correlazioni definite che permettano di produrre delle relazioni tra proprietà e pericolosità<sup>4</sup>.

Nonostante il grande sforzo degli enti preposti per definire una regolamentazione per questa classe di sostanze, i valori limite di esposizione sono ad oggi limitati a poche sostanze, sia a causa della mancanza di dati definitivi sulla pericolosità, sia per l'assenza di pratiche consolidate per la valutazione dell'esposizione.

Pur in assenza di precise indicazioni legislative, appare importante operare con interventi mirati a educare alla sicurezza tutti gli operatori delle nanotecnologie, sia delle industrie che degli enti di ricerca, e a fornire agli operatori della sicurezza gli strumenti necessari per migliorare la tempestività e l'efficacia delle misure preventive, tenuto conto dell'attuale stato dell'arte.

Per quanto riguarda il territorio piemontese, esistono molte realtà industriali che potenzialmente potrebbero utilizzare nanomateriali. Non esiste tuttavia al momento nessuna mappatura delle lavorazioni che potrebbero essere fonte di esposizione ad essi.

### OBBIETTIVI DELLO STUDIO

Per rispondere alle esigenze sopracitate alcuni docenti afferenti all'Università degli studi di Torino (Prof.ssa Ivana Fenoglio, Prof. Enrico Bergamaschi e Prof. Giovanni Maina) hanno proposto un progetto, promosso dal Centro Interdipartimentale "G. Scansetti", e finanziato da INAIL Direzione regionale Piemonte all'interno del programma di sviluppo dell'azione prevenzionale in ambito regionale in materia di sicurezza e salute sul lavoro 2016.

Il progetto prevedeva inizialmente una indagine nei laboratori degli enti di ricerca del territorio piemontese (INRIM, Politecnico, Università) e nelle imprese piemontesi tramite questionario volto sia a conoscere i tipi di nanomateriali/lavorazioni utilizzate o di interesse, sia a monitorare la presenza di bisogni formativi. Successivamente al recepimento delle informazioni, è stato organizzato un evento formativo riguardante il rischio per la salute legato all'esposizione a nanomateriali (Safe Nano) rivolto a datori di lavoro, lavoratori e operatori della sicurezza degli enti di ricerca e delle industrie e agli studenti universitari del Piemonte.

## I RISULTATI DEL SONDAGGIO

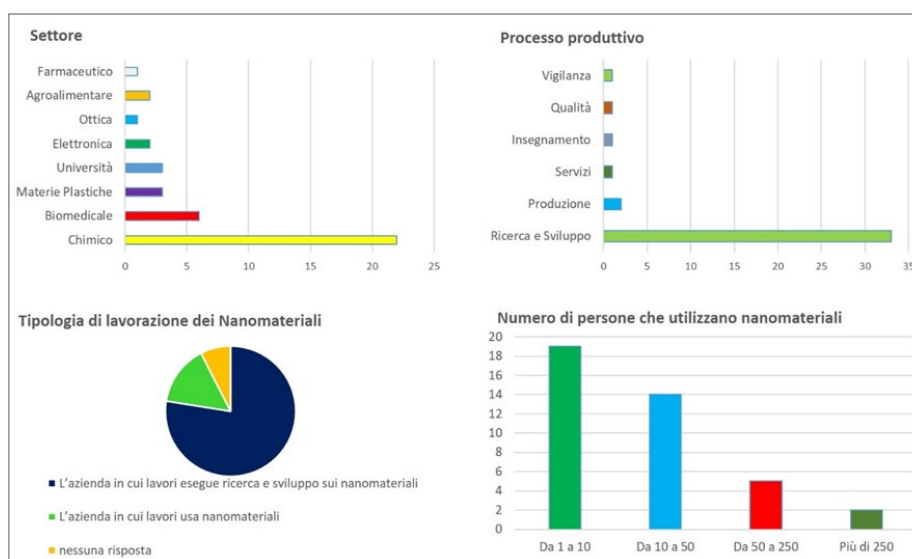
Il sondaggio è stato effettuato tramite elaborazione di un questionario, somministrato tra dicembre a febbraio del 2017/2018 tramite una piattaforma web dedicata. Il questionario è stato diffuso al settore industriale tramite la cortese collaborazione del Dott. Gabriele Muzio dell'Associazione piccole e medie imprese di Torino e provincia (API) e dei poli di innovazione Agroalimentare (Tecnogranda), Biomed (Bioindustry park Silvano Fumero), Enemhy (polo innovazione energie rinnovabili), IBIS (Chimica sostenibile), Pointex (Polo Innovazione Tessile), Mesap (Centro servizi industrie torinesi meccatronica), Innomat (Polo Innovazione Nuovi Materiali) e consorzio Proplast.

È stato inoltre diffuso nei centri di ricerca dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), dell'Università di Torino e del Piemonte Orientale, del Politecnico di Torino e dell'Istituto Zooprofilattico di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta e all'Associazione Piemontese e Aostana di Medicina e Igiene del Lavoro (APAMIL).

Infine sono stati coinvolti gli studenti del III anno del corso di laurea di Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro, di alcuni corsi di Laurea Magistrale e di Dottorato dell'Università degli Studi di Torino, del Politecnico di Torino e dell'Università del Piemonte Orientale.

Il sondaggio ha avuto un'elevata adesione, ricevendo 82 risposte.

I questionari, caricati su una piattaforma web raggiungibile tramite indirizzo [www.safe-nano.it](http://www.safe-nano.it), prevedevano domande differenti per tre diverse figure professionali: datore di lavoro, lavoratore, medico competente e RSPP/ASPP. Le domande erano finalizzate sia al monitoraggio dei bisogni formativi che alla mappatura delle lavorazioni. La partecipazione da parte delle ultime tre figure professionali è stata buona (40 lavoratori; 33 medici competenti; 8 RSPP/ASPP), mentre è stata ricevuta una sola risposta da parte dei datori di lavoro (dato non riportato). Nelle figure 1 e 2 sono riportati i dati principali ottenuti dalla elaborazione delle risposte da parte dei lavoratori.

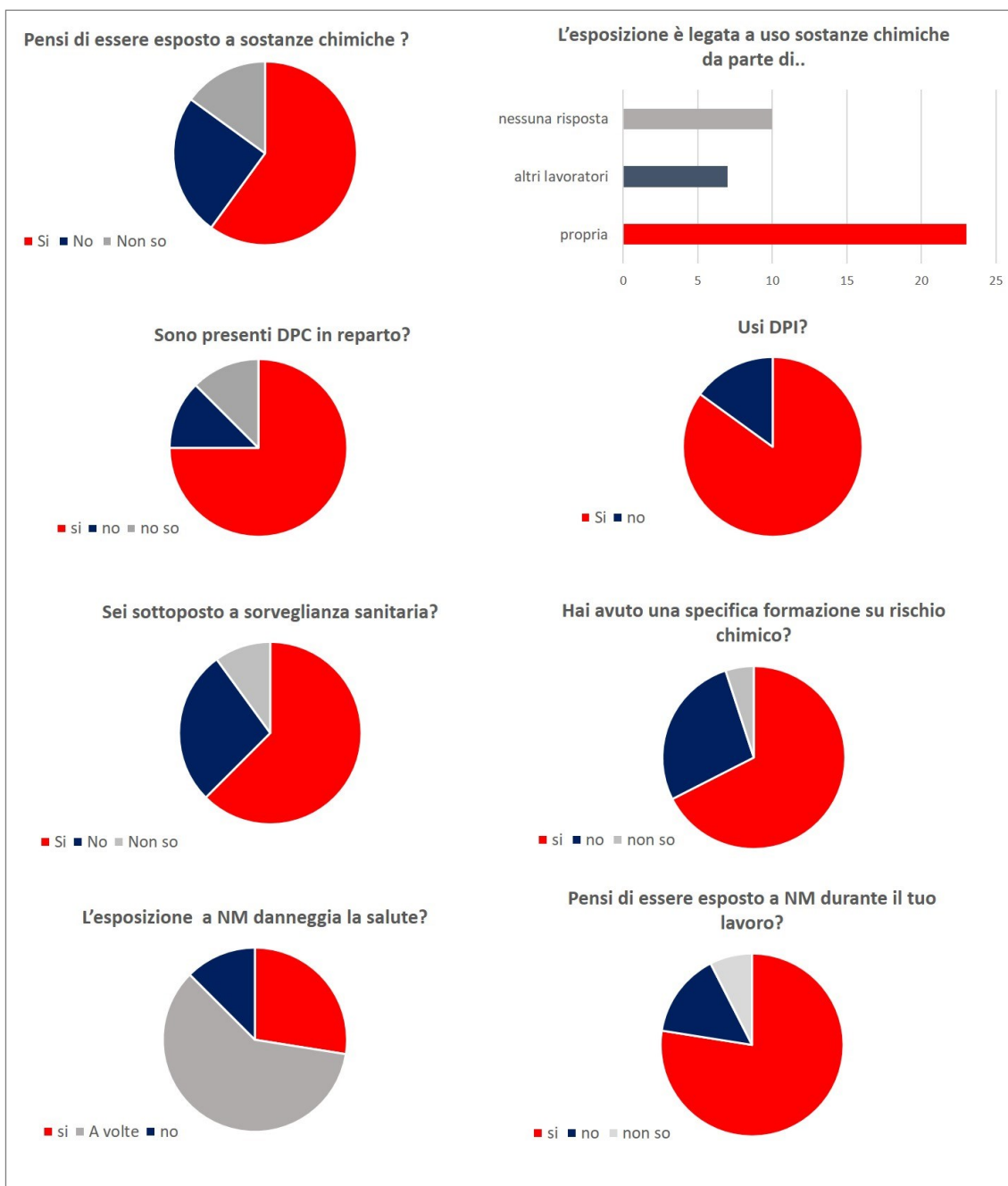


**Figura 1.** Attività lavorativa e mansioni dei lavoratori che hanno partecipato al sondaggio.

*(Kind activity and duties of workers participating to the survey)*

Come mostrato in figura 1, hanno risposto al sondaggio principalmente lavoratori impiegati in realtà di piccole/medie dimensioni del settore chimico e biomedicale impiegate in attività ricerca e sviluppo. Il numero di lavoratori che utilizzano nanomateriali si trova principalmente in un intervallo tra 1 e 50, pur non mancando realtà più numerose.

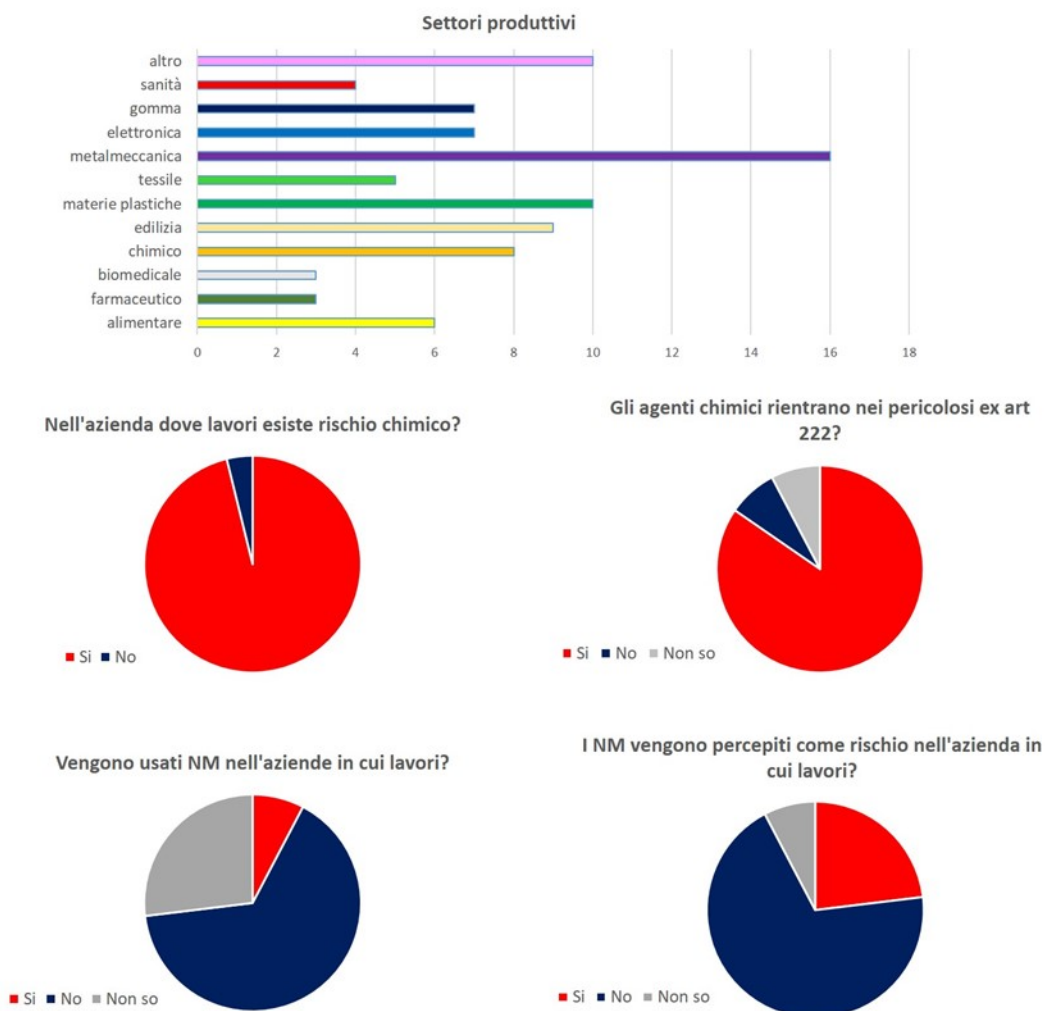
Nella figura 2 sono riportati i risultati relativi all'esposizione a sostanze chimiche, all'efficacia delle misure di riduzione del rischio, e all'esposizione a nanomateriali da parte dei lavoratori.



**Figura 2.** Esposizione ad agenti chimici e gestione del rischio correlato ad agenti chimici e a nanomateriali nelle aziende in cui lavorano i lavoratori che hanno risposto al sondaggio.  
(Exposure of workers to chemicals and nanomaterials and risk management)

I dati indicano come la maggior parte dei lavoratori intervistati utilizzino sostanze potenzialmente pericolose, applicando in maniera efficace gli strumenti previsti per la riduzione del rischio. La maggior parte dei lavoratori intervistati (78%) utilizza nanomateriali e ritiene che essi possano in alcuni casi danneggiare la salute. Nelle figure 3 e 4 sono riportati i risultati principali del sondaggio rivolto ai Medici Competenti.

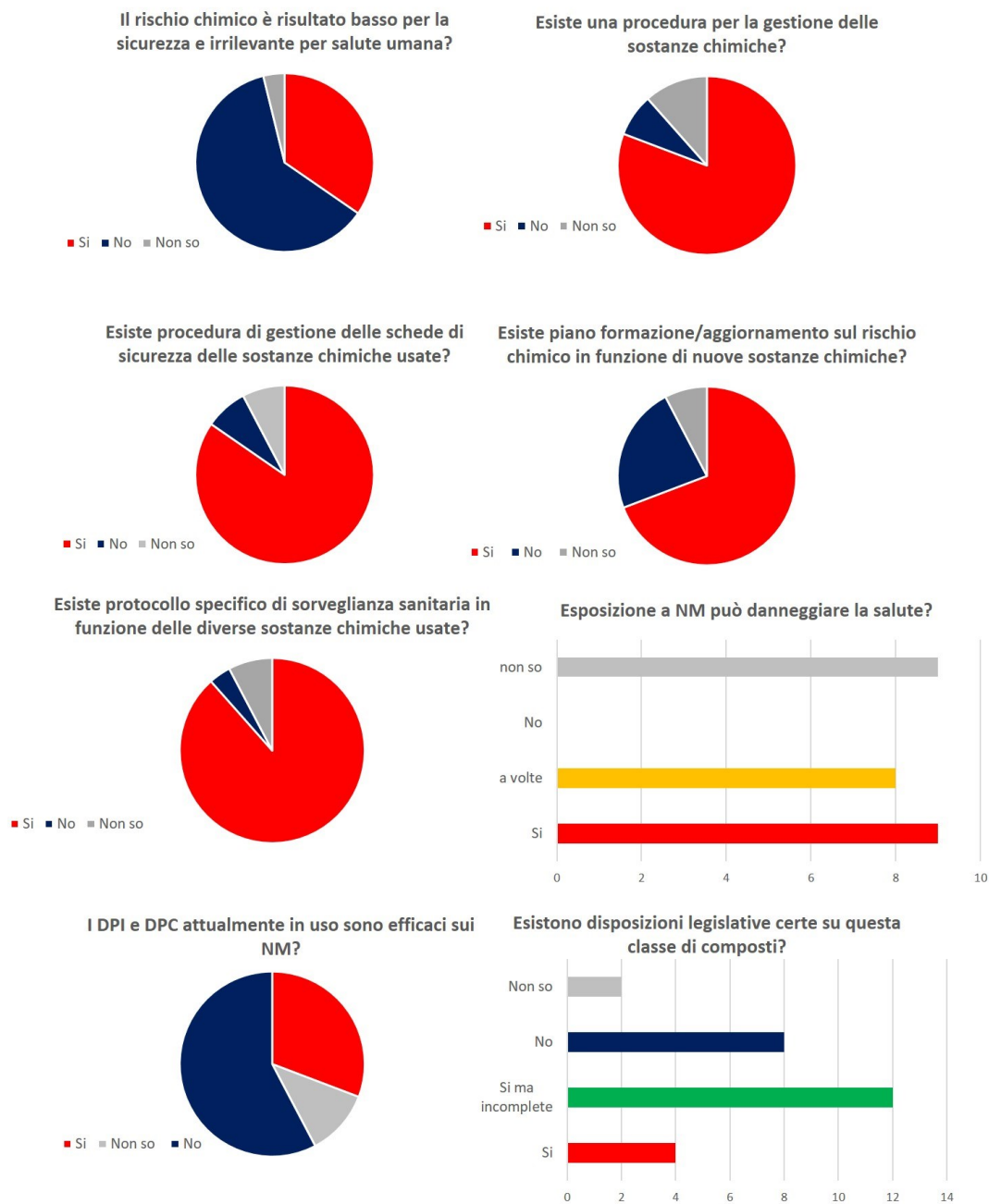
La tipologia di settori produttivi risulta più eterogenea rispetto ai lavoratori, con una predominanza del settore metalmeccanico (Figura 3).



**Figura 3.** Settori produttivi e presenza di rischio chimico nelle aziende in cui operano i medici competenti che hanno partecipato al sondaggio.

*(Sector of activity and presence of chemical risk in companies where occupational physicists participating to the survey act)*

Nella maggioranza delle industrie di afferenza dei medici che hanno risposto al sondaggio esiste un rischio chimico. Tuttavia, poche sono le realtà dove vengono usati con certezza nanomateriali. In molti casi, il Medico Competente non ha saputo rispondere. Questo può essere dovuto ad una incertezza nella identificazione di queste sostanze in assenza di una classificazione e etichettatura specifica. La percezione di un rischio associata alla esposizione a nanomateriali appare di modesta entità.

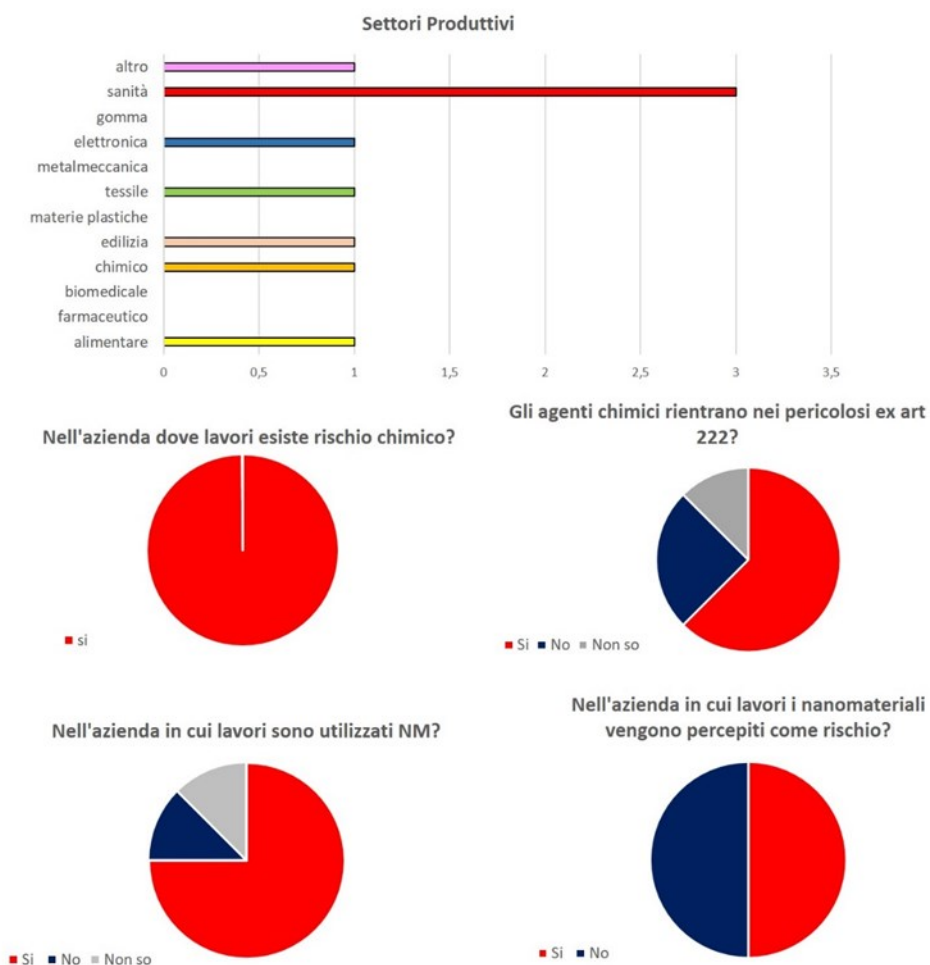


**Figura 4.** Gestione del rischio chimico nelle aziende in cui operano i medici competenti che hanno partecipato al sondaggio e conoscenze sui nanomateriali

*(Exposure to chemicals in companies where occupational physicists participating to the survey act and knowledge on nanomaterials)*

Mentre la gestione del rischio legata all'esposizione ad agenti chimici tradizionali appare adeguata (Figura 4), si rileva da parte dei Medici Competenti una incertezza sia sui potenziali effetti dei nanomateriali, sia sulla appropriatezza degli strumenti attualmente disponibili di riduzione del rischio e sulla legislazione.

In ultimo, per quanto riguarda i RSPP e ASPP (figure 5 e 6) si è rilevata una maggioranza di operatori nel settore sanitario (Figura 5). Per la totalità dei partecipanti esiste una esposizione ad agenti chimici nell'azienda in cui lavorano, mentre il 75% dichiara che nell'azienda di appartenenza vengono utilizzati nanomateriali.



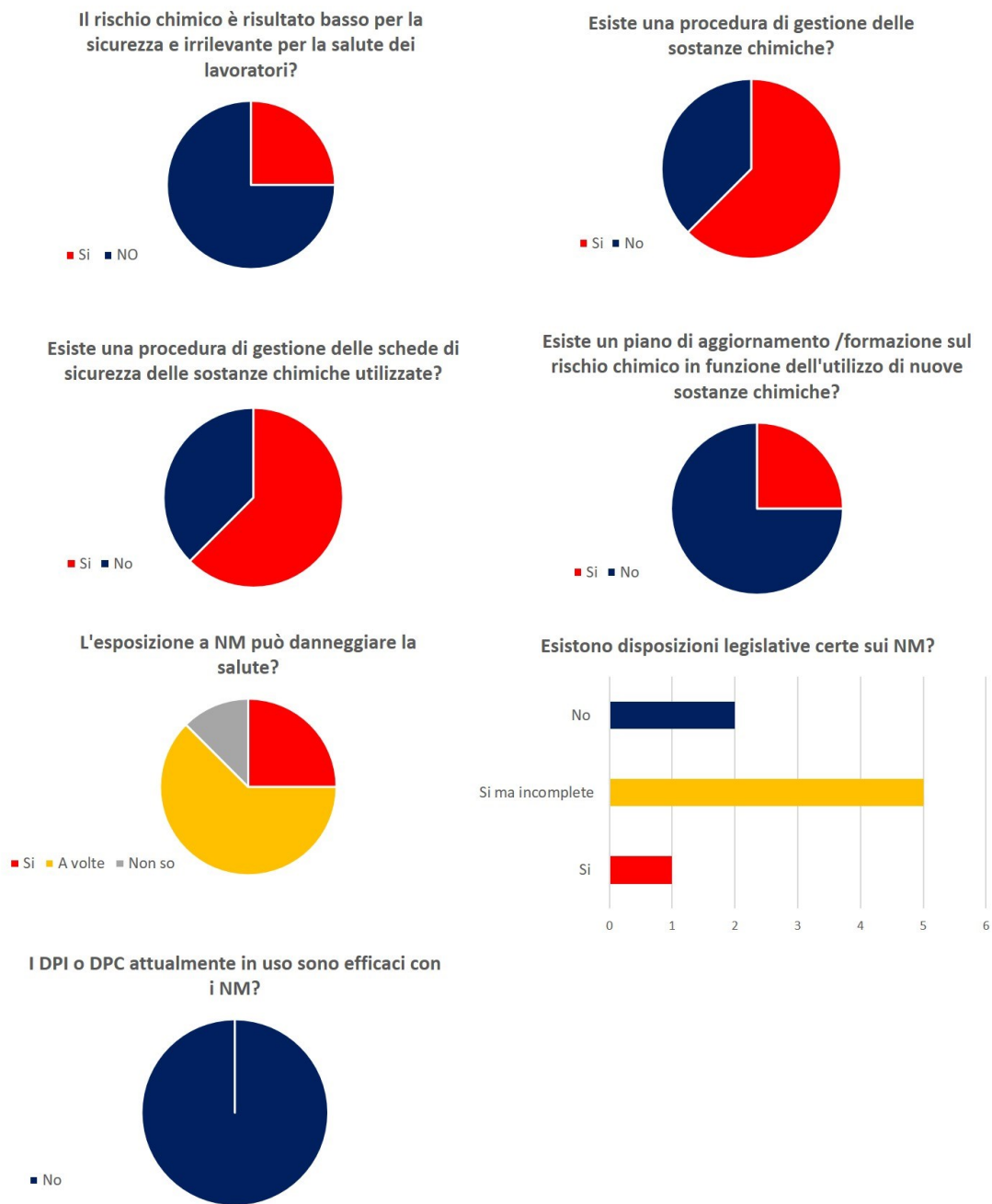
**Figura 5.** Settori produttivi e presenza di rischio chimico nelle aziende in cui operano i RSPP/ASPP che hanno partecipato al sondaggio

*(Sector of activity and presence of chemical risk in companies where technicians of prevention participating to the survey act)*

La risposta degli RSPP/ASPP in relazione alle misure di riduzione del rischio chimico appare, similmente alle precedenti categorie, buona. Anche per questa categoria si evidenzia la necessità di maggior conoscenza nel settore della sicurezza dei nanomateriali (Figura 6).

In sintesi, il sondaggio ha evidenziato l'effettiva esistenza su territorio piemontese di lavorazioni che prevedono l'uso di nanomateriali. Tali lavorazioni appaiono tuttavia legate soprattutto a realtà di ricerca e sviluppo più che produttive. Appare inoltre evidente l'assenza di una formazione specifica sui nanomateriali e, di conseguenza, una incertezza nella gestione del rischio.





**Figura 6.** Esposizione ad agenti chimici pericolosi nelle aziende in cui operano i RSPP/ASPP che hanno partecipato al sondaggio e conoscenze sui nanomateriali

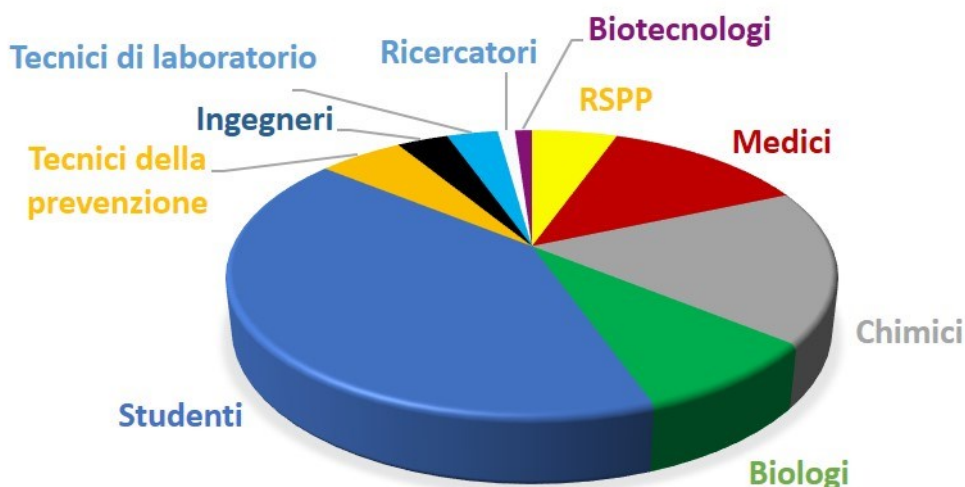
*(Exposure to chemicals in companies where technicians of prevention participating to the survey act and knowledge on nanomaterials)*

**II CORSO DI AGGIORNAMENTO SAFE NANO**

Il corso di aggiornamento Safe Nano si è tenuto a Torino nei giorni 8-9 marzo 2018 presso il centro congressi ENVIPARK in via Livorno 60, con la partecipazione sia di docenti universitari che di esperti italiani. Il corso è stato realizzato al fine di rispondere ai bisogni formativi evidenziati dal sondaggio, e per questo è stato rivolto ad un'ampia tipologia di utenti, già operanti nelle varie realtà lavorative o in fase di formazione. Il corso ha



avuto un buon successo, con 90 iscritti suddivisi come descritto nella figura 7. Le categorie più rappresentate sono state i chimici, i biologi e gli studenti.



**Figura 7.** Tipologia di partecipanti al corso di aggiornamento Safe-Nano.

(Kind of participants to the course Safe-Nano)

La prima mezza giornata è stata dedicata alla definizione di nanomateriale, alla descrizione delle proprietà di questa nuova classe di composti e alla analisi delle strategie di mitigazione del pericolo tramite tecniche di “grouping”, cioè di raggruppamento in classi sulla base delle proprietà chimico-fisiche e della pericolosità. Questa prima parte ha visto come relatori la Prof.ssa Ivana Fenoglio (Dipartimento di Chimica dell’Università di Torino), il Dott. Andrea Rossi dell’Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, il Dott. Francesco Cubadda dell’Istituto Superiore di Sanità e la Dott. Anna Costa dell’Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici. Nel pomeriggio si è svolta una attività laboratoriale presso i laboratori del centro interdipartimentale NIS dell’università di Torino, dedicata alla analisi dimensionale dei nanomateriali attraverso due tecniche, la Microscopia Elettronica a Trasmissione (TEM) e il Dynamic Light Scattering (DLS). L’attività è stata possibile grazie alla partecipazione come docenti dei Professori Gianmario Martra e Valter Maurino del Dipartimento di Chimica dell’Università di Torino.

La seconda giornata è stata dedicata a diversi aspetti legati alla valutazione e gestione del rischio da esposizione a nanomateriali con gli interventi dei Professori Giovanni Maina e Enrico Bergamaschi (Dipartimento di Scienze della Sanità Pubbliche e Pediatriche dell’Università di Torino), del Dott. Marco Fontana (Arpa Piemonte) in quanto esperto in materia di applicazione del REACH ai nanomateriali, del Prof. Domenico Cavallo (Università dell’Insubria) esperto in materia di esposizione a nanomateriali, del Prof. Ivo Iavicoli (Università Federico II di Napoli) esperto in materia di valutazione del rischio occupazionale derivato da nanomateriali. Il pomeriggio è stato dedicato all’analisi dei processi di mitigazione del pericolo tramite tecniche di safe-by-design, attraverso l’analisi di alcuni casi studio. I docenti sono stati la Dott.ssa Magda Blosi (Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici) e il Professor Ovidio Bussolati (Università di Parma).

Al termine del corso è stato somministrato ai partecipanti un questionario di valutazione il quale ha evidenziato il raggiungimento degli obiettivi formativi previsti.

### CONCLUSIONI

Il progetto, primo del suo genere in Piemonte, ha suscitato un buon interesse tra lavoratori, datori di lavoro e operatori della prevenzione. Evidente è la richiesta di maggior conoscenza sui nanomateriali in quanto sostanze chimiche potenzialmente pericolose sia in ambito sia privato che pubblico. È necessario notare come i lavoratori ed operatori impiegati in attività di ricerca e sviluppo si siano dimostrati più ricettivi dei lavoratori impegnati in attività produttive rispetto al tema della sicurezza dei nanomateriali, suggerendo la necessità di una continuazione dell'opera di informazione e formazione. Tale opera rappresenta in questo settore non solo uno strumento di riduzione del rischio, ma anche un fattore di promozione di innovazione sostenibile.

### BIBLIOGRAFIA

<sup>1</sup> European Commission, Research in Nanosciences & technologies—Policy issues; <http://www.ec.europa.eu/nanotechnology>

<sup>2</sup> WHO guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials, World Health Organization, 2017

<sup>3</sup> Libro Bianco. Esposizione a Nanomateriali Ingegnerizzati ed effetti sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. Edizioni: Inail, 2013

<sup>4</sup> Bergamaschi E, Murphy F, Poland C A, et al. Impact and effectiveness of risk mitigation strategies on the insurability of nanomaterial production: evidences from industrial case studies WIREs. Nanomed Nanobiotechnol., 2015, (7):839–855.