PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 28 - numero 6166 di Martedì 06 ottobre 2026

Nanomateriali a base di grafene: i possibili rischi e la prevenzione

Una scheda informativa dell'Inail riporta informazioni sui nanomateriali a base di grafene nei luoghi di lavoro. Applicazioni, vie di esposizione, possibili effetti sulla salute e misure di prevenzione.

Roma, 6 Ott ? Come evidenziato dall'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (EU-OSHA), nell'ambito di una campagna sulle sostanze pericolose nei luoghi di lavoro, gli **effetti dei nanomateriali** sulla salute variano in base alle loro proprietà e caratteristiche, ad esempio il materiale che li costituisce, le dimensioni, la forma e la solubilità delle particelle e le proprietà superficiali.

Proprio per i possibili rischi associati ai nanomateriali (" Nanomateriali: quali sono i rischi per la salute dei lavoratori?"), anche l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (Inail) ha dedicato nel tempo diversi approfondimenti al tema.

In passato, il Dipartimento Inail di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (Dimeila) ha pubblicato alcuni documenti, tra cui il factsheet " Nanomateriali e nuovi materiali avanzati: monitoraggio, caratterizzazione e gestione del rischio in ambiente di lavoro" e, nel 2018, il documento " Esposizione a nanomateriali nei luoghi di lavoro. Gestione e comunicazione del rischio".

Per approfondire ora alcune specifiche tipologie di nanomateriali il Dipartimento Dimeila ha prodotto recentemente una nuova scheda informativa dal titolo "**Nanomateriali a base di grafene e possibili rischi per la salute nei soggetti esposti**" e a cura di A. M. Fresegna, A. Ciervo e D. Cavallo.

La scheda si sofferma non solo sul **grafene** ("costituito da un singolo strato di atomi di carbonio disposti in una struttura esagonale a nido d'ape") e sulle sue proprietà ("elevata resistenza meccanica, ampia superficie specifica e conducibilità elettrica e termica"), ma anche sui campi di applicazione, sulle vie di esposizione e sui possibili effetti sulla salute.

Nel presentare la nuova scheda informativa ci soffermiamo in particolare sui seguenti argomenti:

- Nanomateriali: l'approccio preventivo per l'utilizzo sicuro e sostenibile
- Nanomateriali: la caratterizzazione dell'esposizione
- Nanomateriali: le misure di gestione del rischio

Pubblicità

Nanomateriali a base di grafene: applicazioni e vie di esposizione

Il documento ricorda che i **nanomateriali a base di grafene** (GBN) comprendono "grafene monostrato, grafene a pochi strati, ossido di grafene, ossido di grafene ridotto, nanopiastrine, nanofogli, nanoscaglie" e "punti quantici". E questi materiali trovano **applicazione** in:

- "elettronica ed energia (dispositivi elettronici flessibili, sensori, batterie, supercondensatori, celle solari);
- settori aerospaziale e automotive (in materiali compositi come rinforzo di polimeri, plastiche e vernici);
- settore biomedicale (biosensori, rilascio di farmaci, ingegneria tissutale, diagnostica per immagini, teranostica, superfici antibatteriche);
- imballaggi e industria alimentare (materiali barriera avanzati);
- ricerca e sviluppo (applicazioni sperimentali in ambito chimico, ambientale e dei materiali)".

Se poi nella popolazione generale l'esposizione a questi particolari nanomateriali è generalmente bassa, magari "legata a emissioni accidentali o al rilascio da prodotti di consumo", in ambito occupazionale la principale **via di esposizione** è l'**inalazione di polveri** durante le lavorazioni a secco. Sono poi possibili anche "contatto cutaneo e ingestione accidentale". E l'esposizione indiretta può verificarsi "durante operazioni di pulizia e manutenzione dei macchinari di produzione".

Nanomateriali a base di grafene: possibili effetti e prevenzione

Gli **effetti biologici** dei nanomateriali a base di grafene dipendono da vari aspetti: "caratteristiche fisico-chimiche, dimensioni, dose e durata dell'esposizione".

Alcune indicazioni riportate degli autori:

- "**studi in vitro** evidenziano citotossicità (ridotta vitalità cellulare, danni alla membrana, apoptosi, disfunzioni mitocondriali), genotossicità (danno diretto/ossidativo al DNA), stress ossidativo e risposte infiammatorie";
- "**studi in vivo su animali** indicano che alcuni GBN possono accumularsi nei polmoni causando stress ossidativo, infiammazione e, in specifiche condizioni, fibrosi".

Ed "entità e persistenza degli effetti dipendono da dose, dimensione delle particelle, rigidità, biopersistenza e caratteristiche fisico-chimiche".

Si segnala, tuttavia, che uno **studio del 2024** su 14 volontari sani ha mostrato "che l'inalazione controllata per 2 ore di nanofogli di ossido di grafene non è associata, nel breve periodo, ad effetti respiratori, cardiovascolari o infiammatori acuti evidenti".

Riguardo poi agli studi di **monitoraggio dell'esposizione e degli effetti** la scheda indica che i dati disponibili "sono ancora limitati e mancano studi epidemiologici longitudinali".

Alcune valutazioni "effettuate in aziende produttrici e laboratori di ricerca europei indicano un rischio espositivo generalmente **basso in presenza di adeguate misure preventive**, ma più elevato durante la manipolazione di polveri o cambiamenti di processi, materiali, personale".

In particolare, uno **studio statunitense** condotto in 11 stabilimenti su 44 lavoratori ha evidenziato "livelli di esposizione maggiori nella produzione primaria (sintesi/manipolazione della polvere) rispetto a quella secondaria (trasformazione/incorporazione); i livelli dipendono dall'efficacia dei controlli tecnici e dall'uso dei DPI (dispositivi di protezione individuale)". La scheda a questo proposito segnala anche il superamento in diversi casi del livello "orientativo di occupational exposure band" (OEB) proposto "nell'ambito dell'occupational exposure banding dal Niosh (US National institute for occupational safety and health)".

Si segnala poi anche uno **studio di biomonitoraggio** (settore ricerca Inail) che è stato condotto su 6 lavoratori esposti a GBN.

In questo caso è stato osservato "un aumento di biomarcatori di effetto genotossico precoce (% di soggetti positivi al Micronucleo valutato con il buccal micronucleus assay) e ossidativo al DNA (valutato con Fpg-comet assay), senza variazioni significative dei biomarcatori urinari di infiammazione e stress ossidativo".

Lo studio suggerisce che "l'esposizione a GBN possa determinare **alterazioni biologiche** precoci e ancora riparabili a livello cellulare in assenza o prima della comparsa di effetti infiammatori sistemici". E il monitoraggio ambientale ha evidenziato "contaminazione da GBN nelle fasi di stoccaggio e pulizia".

L'adozione di **misure preventive** (ad esempio sistemi chiusi, ventilazione locale e DPI) "ha **ridotto significativamente l'esposizione** e gli effetti genotossico-ossidativi".

Nanomateriali a base di grafene: approccio precauzionale e sorveglianza

In definitiva i nanomateriali a base di grafene se offrono "importanti opportunità tecnologiche e industriali", richiedono anche "particolare **attenzione alla tutela** della salute dei lavoratori potenzialmente esposti".

I pochi studi in vivo disponibili indicano "possibili effetti soprattutto a carico dell'apparato respiratorio e suggeriscono l'adozione di un **approccio precauzionale**".

E, in assenza di valori limite normativi specifici, è fondamentale "ridurre l'esposizione mediante **misure tecniche e organizzative** e attuare una **sorveglianza sanitaria mirata** ad evidenziare possibili effetti precoci nei lavoratori esposti".

Rimandiamo, in conclusione, alla lettura integrale della scheda Inail che riporta altre informazioni e utili immagini sui nanomateriali a base di grafene.

Tiziano Menduto

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, " Nanomateriali a base di grafene e possibili rischi per la salute nei soggetti esposti" a cura di A. M. Fresegna, A. Ciervo e D. Cavallo, Factsheet edizione 2026 (formato PDF, 268 kB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " I possibili rischi per la salute dei nanomateriali a base di grafene".

Licenza Creative Commons
I contenuti presenti sul sito PuntoSicuro non possono essere utilizzati al fine di addestrare sistemi di intelligenza artificiale.

www.puntosicuro.it