PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 25 - numero 5479 di Martedì 10 ottobre 2023

Nanomateriali e nuovi materiali avanzati: la gestione del rischio

Una scheda informativa dell'Inail riporta informazioni sul monitoraggio, caratterizzazione e gestione del rischio con i nanomateriali e i nuovi materiali avanzati. Focus sull'approccio preventivo, sull'esposizione e la gestione del rischio.

Roma, 10 Ott ? Come indicato nei nostri articoli in materia di nanomateriali, anche in relazione ai possibili effetti sulla salute dei lavoratori, se le **nanotecnologie** hanno avuto in questi anni un rapido sviluppo, la produzione e l'uso diffuso di questi nanomateriali (NM) hanno evidenziato anche "**potenziali effetti nocivi sulla salute dell'uomo e dell'ambiente**".

Infatti, "le stesse proprietà chimico-fisiche e la reattività superficiale che li rendono più performanti, possono d'altro canto influenzare la tossicità dei NM, rappresentando così un **rischio emergente** in particolare per i lavoratori esposti nelle varie fasi del loro ciclo di vita".

A ricordarlo, in questi termini, è un recente factsheet, una scheda prodotta dal Dipartimento Inail di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (DIMEILA), dal titolo "**Nanomateriali e nuovi materiali avanzati: monitoraggio, caratterizzazione e gestione del rischio in ambiente di lavoro**".

Il documento, curato da F. Boccuni, R. Ferrante e F. Tombolini (Inail, Dimeila), C. Natale (Fondazione Istituto italiano di tecnologia) e F. Sebastiani (Sapienza Università di Roma), ricorda che la **Commissione europea** nel 2022 ha aggiornato la definizione di nanomateriale che ora è inteso come: '*un materiale naturale, derivato o fabbricato, costituito da particelle solide isolate o come particelle costituenti identificabili in aggregati o agglomerati, e in cui il 50% o più delle particelle nella distribuzione dimensionale numerica soddisfi almeno una delle seguenti condizioni*:

- *una o più dimensioni esterne della particella si collocano nell'intervallo da 1 a 100 nm;*
- *la particella ha una forma allungata - bastoncello, fibra o tubo - e le sue due dimensioni esterne sono inferiori a 1 nm, mentre l'altra dimensione è superiore a 100 nm;*
- *la particella è piastriforme e una delle dimensioni esterne è inferiore a 1 nm mentre le altre dimensioni sono superiori a 100 nm*'.

Si ricorda che attualmente i NM "sono inseriti nel più ampio gruppo dei cosiddetti **materiali avanzati** (AdMa), "intesi come materiali razionalmente progettati per avere proprietà nuove o migliorate e/o caratteristiche strutturali mirate o potenziate".

Riprendiamo dalla scheda una tabella relativa ai materiali avanzati:

Tabella 1		Classificazione dei materiali avanzati
Tipologie	**Caratteristiche**	**Esempi**
Materiali attivi: materiali intelligenti, (multi)funzionali, adattivi	Materiali in grado di modificare le loro proprietà	Materiali elettro/foto attivi, con proprietà di superficie mirate, con reattività superficiale modificata, auto-riparatori, ispirati a sistemi biologici
Compositi: composti avanzati, materiali compositi	Materiali ottenuti dalle combinazioni di due o più materiali	Fibra + vetro, polimeri, miscele secondo REACH, compositi a matrice polimerica, fibre naturali di rinforzo, costruzioni 'sandwich'
Materiali strutturati: materiali multi-strutturati, strutturati artificialmente	Materiali strutturati in due o tre dimensioni	Tessili e fibre avanzati, materiali cellulari, gel e schiume, leghe leggere, materiali morbidi
Nanomateriali: nanoparticelle, prodotti nanotecnologici	Materiali con almeno una delle dimensioni tra 1 e 100 nm	Nanotubi di carbonio, grafene, carbon dots, nanofili, nanoparticelle metalliche
Biomateriali: biopolimeri	Materiali a base biologica, applicati ad un sistema biologico o derivati da una fonte biologica	Biopolimeri ad alta prestazione rinforzati con bio-fibre, basati su DNA/RNA, proteine, zuccheri o grassi
Manifatture avanzate: processi di produzione avanzati	Materiali ottenuti con metodi avanzati di aggiunta/rimozione di materiale attraverso geometria virtuale, senza l'uso di pre-forme o stampi	Tecnologie di modellatura, sottrattive, additive

Nel presentare la scheda informativa Inail 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
<#? QUI-PUBBLICITA-SCORM1-[EL0032_CMC] ?#>

Nanomateriali: l'approccio preventivo per l'utilizzo sicuro e sostenibile

Riguardo alla prevenzione e alla gestione del rischio relativo all' esposizione a nanomateriali si indica che tenendo conto che "permangono ancora incertezze sugli effetti sulla salute correlati alle dimensioni dei NM" e finché "non saranno normati i valori limite di esposizione professionale (VLEP) per la valutazione del rischio", "le **raccomandazioni convergono verso l'implementazione di un approccio preventivo per l'utilizzo sicuro e sostenibile nei luoghi di lavoro**".

A tal proposito ? continua il documento - il Niosh statunitense ha definito ***Prevention-through-design*** (PTD) l'approccio che "include i principi di prevenzione e mitigazione del rischio nella progettazione di tutte le fasi di realizzazione di un nuovo prodotto". E i criteri di PTD "possono essere applicati iterativamente per progettare in modo sicuro NM e AdMa e ottimizzare i loro processi di sintesi/utilizzo con l'obiettivo di minimizzare i rischi correlati".

In particolare, la **strategia** si basa "sull'applicazione della **gerarchia dei controlli** tradizionale, suddivisa per efficacia decrescente:

1. eliminazione, sostituzione o modifica del fattore di rischio;
2. uso di processi ingegneristici per minimizzare o eliminare l'esposizione;
3. attuazione di controlli amministrativi che limitino la quantità o la durata dell'esposizione;
4. uso dei dispositivi di protezione collettiva e/o dei DPI".

E "adottando misure di controllo a livello più alto in tale gerarchia, il valore in termini di benefici del PTD aumenta. Di conseguenza, la possibilità di minimizzare il rischio di infortuni e malattie professionali può consentire di mitigare i costi ad essi associati e di aumentare i vantaggi per le imprese".

Nanomateriali: la caratterizzazione dell'esposizione

Si segnala poi che uno dei passaggi fondamentali nell'implementazione dell'approccio PTD è la **caratterizzazione dell'esposizione**.

In particolare nel caso dei nanomateriali, "il contributo di concentrazione in massa (utilizzato in genere per la definizione dei VLEP) da solo può non essere rappresentativo, ma deve essere necessariamente integrato dalla misura di altri parametri quali ad es. la concentrazione in numero (PNC), l'area superficiale di deposizione polmonare (LDSA), la distribuzione dimensionale (SD) o il diametro medio (Davg) del particolato". E la metodologia di caratterizzazione dell'esposizione dei lavoratori durante la produzione e utilizzo di NM, sviluppata da Inail-Dimeila, "si basa su linee guida Ocse e Iso e propone una strategia multimetrica per livelli successivi di indagine".

È previsto un **livello 1** di raccolta delle informazioni "attraverso una scheda riportante i parametri forniti dal produttore sul processo/materiale da valutare. Include una visita nei luoghi di lavoro per identificare strutture, attrezzature, sistemi di ventilazione/ ricambio dell'aria, fasi di produzione, orari di lavoro e dispositivi di protezione. Un campione di prova dei materiali prodotti può essere fornito per la messa a punto di prove sperimentali e simulazioni in laboratorio. In questa fase è raccomandato l'uso di strumenti di analisi qualitativa del rischio basati su tecniche di control banding (ad es. secondo la ISO/TS 12901-2:2014)".

Laddove poi "dall'esito del primo livello non si può escludere il rilascio di NM, viene eseguito il **livello 2** che consiste nella realizzazione di misure di PNC con dispositivi real-time portatili e facili da usare, e campionamenti time-integrated dei NM durante i processi di lavoro, da analizzare successivamente tramite microscopia elettronica. Sarà necessario passare ad un ulteriore livello di analisi se la differenza di PNC risultante tra la produzione e il background (livello di fondo) è superiore a tre volte la deviazione standard del background stesso, e/o quando l'analisi off-line fornisce prove della presenza di nano-oggetti aerodispersi".

Infine nel **livello 3**, "tutte le tecniche disponibili, incluso il campionamento nella zona di respirazione personale (PBZ) degli operatori, si integrano per fornire un'analisi di dettaglio e la quantificazione dell'esposizione. Gli strumenti ad alta frequenza utilizzati includono contatori di particelle a condensazione o a carica diffusa per misurare PNC, Davg e LDSA (solitamente frazione alveolare), misuratori di particelle ottici, aerodinamici o basati sulla mobilità elettrica per ottenere le SD dei NM. L'integrazione di analisi off-line chimica, gravimetrica e morfologica, permette di caratterizzare i nano-oggetti aerodispersi e confermare se l'esposizione è correttamente mitigata".

Si ricorda che i risultati delle misure di esposizione personali e ambientali nei luoghi di lavoro "possono essere impiegati inoltre per migliorare l'analisi qualitativa del rischio effettuata tramite il control banding. Infine, l'integrazione di questi dati con il biomonitoraggio sui lavoratori esposti, può fornire indicazioni sugli effetti correlati ad una specifica condizione di esposizione".

Nanomateriali: le misure di gestione del rischio

Veniamo alla **gestione del rischio**.

La scheda indica che le **misure di gestione del rischio in ottica PTD** "devono essere adattate al tipo di processo o attività. Come principio generale, dovrebbe essere evitato l'utilizzo di NM in forma di polvere. È preferibile produrli e conservarli sospesi in liquido o legati ad una matrice solida". E quando questo non è realizzabile, "per la manipolazione devono essere utilizzati sistemi chiusi con ventilazione controllata. I sistemi di aspirazione locali agiscono sulla trasmissione dalla sorgente all'operatore, riducendo l'esposizione dopo che c'è stata un'emissione".

La scheda elenca, infine, "alcuni **metodi per impedire o limitare l'emissione**:

- Sintesi a umido di NM (ad es. sintesi di grafene mediante esfoliazione meccanica della grafite in solvente/acqua) con ricircolo per ridurre gli sprechi.
- Incapsulamento di polveri in granuli, mediante inclusione in opportuna matrice, rivestendole per ridurre la polverosità.
- Granulazione in agglomerati di dimensioni micron, che possono essere ridispersi nella loro dimensione originale, mediante essiccazione/liofilizzazione a spruzzo o pellettizzazione/auto-agglomerazione.
- Ottimizzazione delle condizioni operative al fine di ridurre gli scarti e i rilasci puntuali (ad es. ottimizzazione della temperatura di reazione del forno nella produzione di nanoplacchette di grafene mediante esfoliazione termica, riducendo il rilascio di polveri nello scarico dal forno).
- Rivestimento per immersione o laminazione sono preferiti alla spruzzatura. In alternativa, sistemi di spruzzatura airless o ad alto volume e bassa pressione producono meno over-spray della spruzzatura convenzionale.
- Tecniche di taglio a umido per i processi di lavorazione a macchina".

Rimandiamo, in conclusione, alla lettura integrale della scheda che riporta anche altre informazioni sulla normativa, sui nanomateriali, sui nuovi materiali nei processi di manifattura e sullo specifico caso del grafene (uno dei AdMa più utilizzato negli ultimi anni).

Tiziano Menduto

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, " Nanomateriali e nuovi materiali avanzati: monitoraggio, caratterizzazione e gestione del rischio in ambiente di lavoro" a cura F. Boccuni, R. Ferrante e F. Tombolini (Inail, Dimeila), C. Natale (Fondazione Istituto italiano di tecnologia) e F. Sebastiani (Sapienza Università di Roma), Factsheet edizione 2023 (formato PDF, 445 kB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Gestione del rischio per nanomateriali e nuovi materiali avanzati".

 Licenza Creative Commons

www.puntosicuro.it