



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

## ISTRUZIONE OPERATIVA N. 12

# ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI

Revisione 01 - Maggio 2013

**A cura di:**

*Servizio Prevenzione, Protezione, Ambiente e  
Sicurezza*



# ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI

## Premessa

Le applicazioni basate sulle nanotecnologie e sui nanomateriali (**NM**) sono destinate ad entrare in molteplici settori della vita (comunicazioni, energia, alimentazione, salute, ecc.) e del lavoro. In quanto "tecnologie emergenti", i rischi associati alla loro produzione e all'utilizzo non sono totalmente noti ed attualmente c'è un sostanziale squilibrio di conoscenze tra applicazione delle nanotecnologie e loro impatto sulla salute.

## Responsabilità

In merito alle indicazioni fornite nella presente istruzione operativa:

- il responsabile di struttura ha l'obbligo di adottare le misure indicate e di richiederne l'osservanza da parte dei lavoratori
- il preposto ha l'obbligo di sovrintendere e vigilare sull'osservanza delle stesse da parte dei singoli lavoratori
- il lavoratore ha l'obbligo di osservare le istruzioni impartite, di utilizzare correttamente le attrezzature di lavoro, le sostanze e i preparati pericolosi nonché i dispositivi di sicurezza e i dispositivi di protezione individuale messi a disposizione

## Definizione dimensionale e strutturale

Si forniscono le seguenti definizioni:

- nanoscienze: il risultato di una cooperazione interdisciplinare tra fisica, chimica, biologia, biotecnologia, scienze dei materiali ed ingegneria con il fine di studiare i fenomeni e la manipolazione di materiali alla scala atomica e molecolare, le cui proprietà differiscono significativamente da quelli di dimensioni maggiori (rif. Royal Society, 2004; IRGC, 2006)
- nanotecnologia: termine che può essere affiancato ad un processo o ad un prodotto solo se sono rispettate le seguenti condizioni:
  - sviluppo di ricerca e tecnologia a livello atomico, molecolare o macromolecolare, in una scala dimensionale che vada approssimativamente da 1 a 100 nanometri
  - creazione ed utilizzo di strutture, dispositivi e sistemi che abbiano proprietà e funzioni innovative dovute alla loro grandezza
  - capacità di controllare e manipolare la materia alla scala atomica

(rif. National Nanotechnology Initiative - NNI 2006a,b,c)

Si identificano quattro generazioni di nuovi prodotti nanotecnologici e processi a potenziale sviluppo tra l'anno 2000 ed il 2020:

1. Nanostrutture passive (creazione primi prototipi: 2001): prodotto della ricerca primaria sui materiali nanostrutturati e sugli strumenti di misura e controllo di processi alla scala nanometrica, quali nanoparticelle, nanomateriali e nanotubi di carbonio

## ISTRUZIONE OPERATIVA N. 12 ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI

2. Nanostrutture attive (creazione primi prototipi: 2005): dispositivi e sistemi per l'immagazzinamento e la conversione di energia; strumenti per medicina molecolare e sistemi alimentari; nanoelettronica; strumentazioni e manufatti 3D alla nanoscala
3. Sistemi di nanosistemi (creazione primi prototipi: 2010): nanostrutture eterogenee e sistemi supramolecolari ingegnerizzati, quali tessuti artificiali e sistemi sensoriali; interazioni quantiche all'interno di sistemi alla nanoscala; sistemi elettromeccanici alla nanoscala; terapia focalizzata sulla cellula con nanodispositivi
4. Nanosistemi molecolari (creazione primi prototipi: 2015): manipolazione a livello atomico per la progettazione di molecole e sistemi supramolecolari; dinamica di singola molecola; macchine molecolari; progettazione di grandi ed eterogenei sistemi molecolari; interazione controllata tra luce e materia con rilevanza per la conversione dell'energia.

### Valutazione del rischio: il principio di precauzione

Le stesse proprietà che rendono i NM unici da un punto di vista chimico, fisico e biologico, rispetto a particelle di dimensioni maggiori dello stesso materiale possono contribuire a causare un rischio per la salute umana e per l'ambiente. A tali dimensioni, infatti, i NM iniziano a mostrare proprietà particolari che comportano effetti sull'ambiente e sulla salute umana, al momento, non perfettamente noti. Oltre alle nanotecnologie, esiste un vasto campo di ambiti produttivi e di ambienti di vita e di lavoro in cui i NM possono rappresentare una fonte di rischio (fasi di produzione dei NM, formulazione ed utilizzo di prodotti contenenti NM, fasi di smaltimento o riciclaggio, ecc.) e che devono essere presi in considerazione per scopi preventivi.

In attesa della definizione di protocolli condivisi in grado di inquadrare l'intero ambito del problema, di ulteriori sviluppi circa gli effetti tossicologici collegati all'esposizione ai NM e di dati scientifici che consentano una valutazione completa del rischio, la definizione degli interventi necessari per gestire le relative problematiche può essere effettuata invocando il cosiddetto "**principio di precauzione**"; vengono individuate le seguenti fasi di indagine:

1. identificazione delle sorgenti di rischio di esposizione a NM presenti nel ciclo lavorativo:
  - o la finalità della lavorazione o dell'operazione, con la descrizione del processo tecnologico, delle macchine, impianti e apparecchiature utilizzate, delle sostanze impiegate e/o prodotte e di eventuali intermedi
  - o la descrizione del ciclo tecnologico delle lavorazioni (devono essere considerate anche le operazioni di pulizia, manutenzione, trattamento e smaltimento rifiuti ed eventuali lavorazioni concomitanti)
  - o la destinazione dell'ambiente di lavoro (laboratorio, ecc.)
  - o le caratteristiche strutturali dell'ambiente di lavoro (superficie, volume, porte, finestre, ecc.)
  - o il numero degli operatori addetti alle lavorazioni e/o operazioni svolte in quell'ambiente di lavoro
  - o la presenza di movimentazione di NM all'interno dell'ambiente di lavoro
2. identificazione dei conseguenti potenziali rischi di esposizione a NM in relazione allo svolgimento delle lavorazioni:
  - o modalità operative
  - o entità delle lavorazioni
  - o organizzazione del lavoro
  - o presenza di misure di sicurezza e/o di sistemi di prevenzione/protezione

**ISTRUZIONE OPERATIVA N. 12**  
**ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI**

3. stima dell'entità dei rischi di esposizione a NM connesso con le situazioni di interesse prevenzionistico individuate

## Possibili misure di prevenzione e protezione

In virtù del principio di precauzione è necessario ridurre al minimo l'esposizione ai NM. Questo è possibile sia riducendo la durata di esposizione e/o il numero delle persone esposte, sia la concentrazione dei NM stessi. Le misure di prevenzione e protezione devono rispondere alla seguente scala di priorità (rif. British Standards Institute, 2008):

1. eliminazione del nanomateriale
2. sostituzione del nanomateriale
3. isolamento/confinamento o segregazione della fonte
4. protezione dell'ambiente (misure tecniche per captare, limitare ed espellere il nanomateriale)
5. organizzazione del lavoro
6. protezione del personale (utilizzo di DPI come integrazione alle misure tecniche)

Nello specifico:

### sostituzione:

- sostituire i preparati pulviscolari con altri che contengano nanoparticelle in matrice legata e quindi ne impediscano la diffusione (dispersioni, paste, granulati, compound, ecc.)
- sostituire le applicazioni a spruzzo con altre con scarsa formazione di aerosol (applicazione a pennello, immersione, ecc.)

### segregazione della fonte:

- utilizzare apparecchiature a ciclo chiuso
- automazione — robot

### interventi di protezione dell'ambiente:

- cappe aspiranti
- ventilazione degli ambienti di lavoro
- aspirazioni localizzate
- sistemi di allarme
- corretto impiego di sistemi di produzione
- filtrazione dell'aria di scarico (filtro HEPA in caso di ricircolo dell'aria nel locale di lavoro)
- separazione eventuale del locale di lavoro e adeguamento dell'impianto di ventilazione (leggera depressione)

**ISTRUZIONE OPERATIVA N. 12**  
**ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI**

misure di sicurezza e organizzazione del lavoro:

- ridurre al minimo la durata di esposizione
- ridurre al minimo il numero delle persone esposte
- limitare gli accessi all'ambiente di lavoro
- divieto di fumare
- effettuazione delle operazioni lontano da fiamme, da sorgenti di calore e da scintille
- formazione/informazione sui pericoli e sulle misure di protezione
- etichettatura
- schede di sicurezza
- segnaletica di sicurezza
- servizi di sicurezza (docce di emergenza, lava-occhi, note di intervento di primo soccorso per le sostanze adoperate)

interventi di protezione personale (DPI) e igiene:

- guanti
- maschere e respiratori
- corretto impiego delle apparecchiature e strumentazioni di laboratorio
- propipette; pipettatrici automatiche
- materiali a perdere
- disponibilità di recipienti per deposito provvisorio dei rifiuti

## Riferimenti

Libro bianco "Esposizione a nano materiali ingegnerizzati ed effetti sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro", a cura del Network nazionale per l'individuazione di misure di prevenzione e protezione connesse con l'esposizione a nano materiali in ambito lavorativo (NanOSH Italia).

## Sommario

ESPOSIZIONE A NANOMATERIALI.....	1
Premessa.....	1
Responsabilità.....	1
Definizione dimensionale e strutturale .....	1
Valutazione del rischio: il principio di precauzione.....	2
Possibili misure di prevenzione e protezione .....	3
Riferimenti .....	4
Sommario.....	5