

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI
"FEDERICO II"**

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio



Tesi di Laurea in Ingegneria Sanitaria Ambientale

**NANOPARTICELLE E RISCHI
ECO-TOSSICOLOGICI NELL'AMBIENTE ACQUATICO**

Relatore:

Chiar.mo Prof. ing. Roberto Andreozzi

Laureando:

Francesca Ambrosio

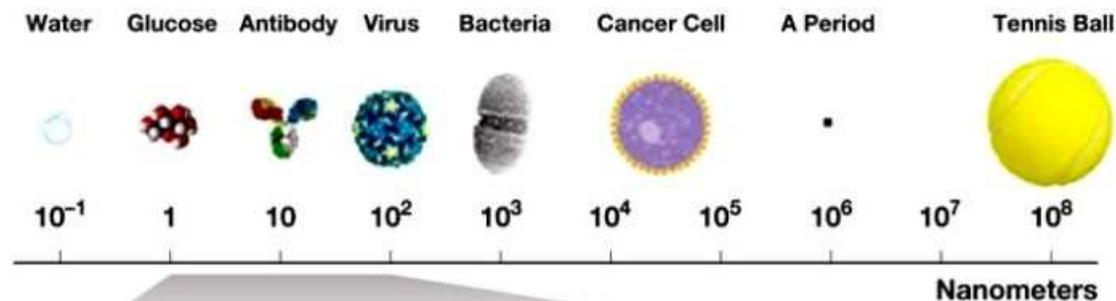
Matricola:

N49/122

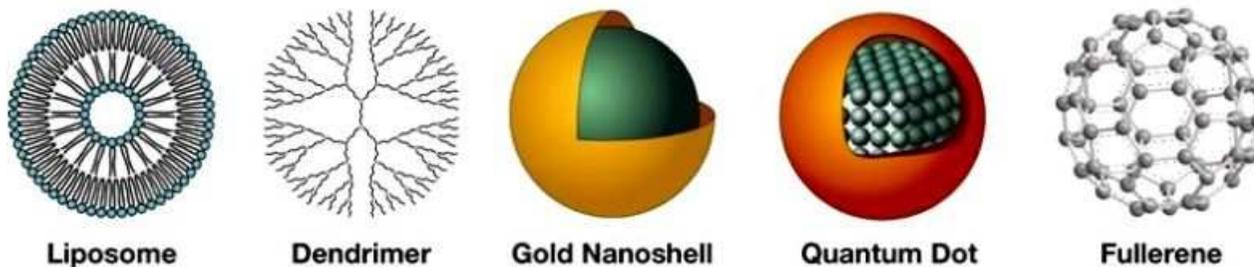
ANNO ACCADEMICO 2012-2013

NANOPARTICELLE

Le nanoparticelle sono particelle di dimensioni inferiori a 100 nm.



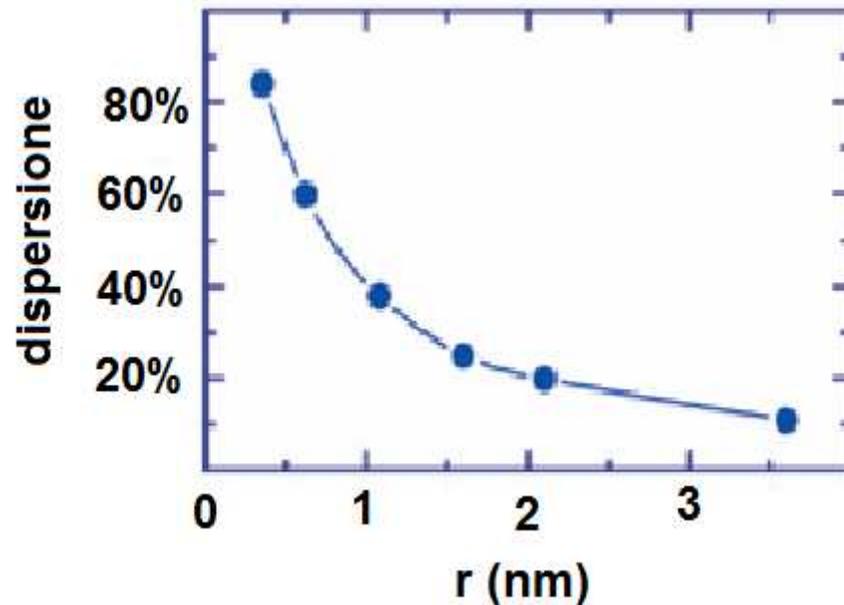
Su una scala nanometrica vediamo in successione una particella d'acqua (10^{-1} nm), una molecola di glucosio (1 nm), anticorpi (10 nm), virus (10^2 nm), batteri (10^3 nm), cellula cancerosa (10^4 nm), un punto (10^6 nm) e una palla da tennis (10^8 nm) per avere un'idea della collocazione dimensionale delle nanoparticelle. Vediamo poi alcuni esempi di nanoparticelle :Liposoma,



Dendrimero (composto molecolare formato da una sola specie chimica), Gold Nanoshell (nanoparticella sferica avente un nucleo dielettrico rivestito da un guscio metallico sottile, in genere oro), Punto Quantico e Fullerene.

PROPRIETA' DELLE NANOPARTICELLE

Le nanoparticelle hanno delle proprietà di superficie quali carica superficiale e alta reattività chimica che, unite alle dimensioni (che forniscono un grande rapporto superficie volume) le rendono un mezzo di trasporto per inquinanti chimici tossici oltre al fatto che esse possono essere già di per sé tossiche qualora diano vita a radicali reattivi. Quando una particella si restringe il rapporto tra area superficiale e massa cresce. Un materiale che è apparentemente inerte in massa acquista una maggiore area superficiale per l'accumulo di nanoparticelle, il che può portare a una maggiore reattività.



La dispersione è la percentuale di atomi presenti sulla superficie rispetto agli atomi totali. Gli atomi superficiali influenzano profondamente le proprietà delle nanoparticelle differenziandole da quelle delle particelle macroscopiche.

NANOMATERIALI E L'AMBIENTE

La nanotecnologia è una promettente tecnologia che abbraccia trasversalmente molte aree della scienza e dell'applicazione tecnologica. Le nanotecnologie permettono di intervenire su singole molecole e persino su pochi atomi al fine di modificarli. I nanomateriali presentano nuovi e significanti miglioramenti delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche in virtù delle loro dimensioni nanometriche.

Riferendoci all'ambiente e all'impatto delle nanotecnologie sugli ecosistemi, la produzione di nanomateriali presenta un duplice aspetto.

DUPLICE ASPETTO DELLA PRODUZIONE DI NANOMATERIALI

```
graph TD; A["DUPLICE ASPETTO DELLA PRODUZIONE DI NANOMATERIALI"] --> B["INNOVAZIONI NANOTECNOLOGICHE CHE CONTRIBUISCONO A MIGLIORARE L'AMBIENTE"]; A --> C["INSOLITO TIPO DI INQUINAMENTO ?"]
```

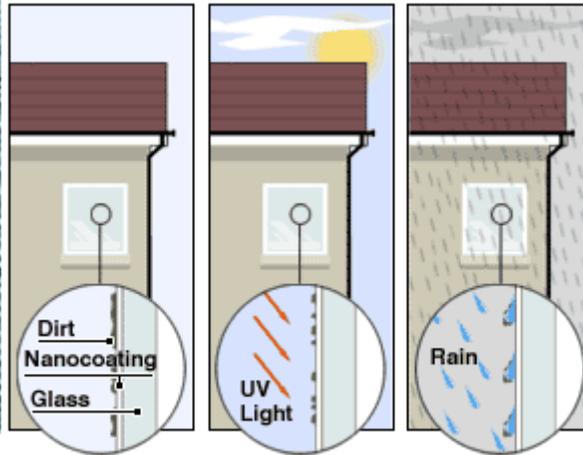
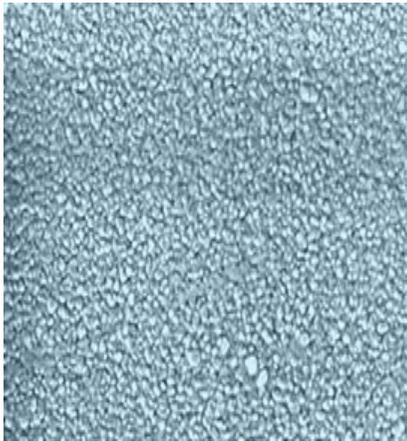
**INNOVAZIONI
NANOTECNOLOGICHE CHE
CONTRIBUISCONO A
MIGLIORARE L'AMBIENTE**

**INSOLITO TIPO DI
INQUINAMENTO
?**

APPLICAZIONI DEI NANOMATERIALI



Il Biossido di Titanio è una polvere cristallina incolore, tendente al bianco; ha formula chimica TiO_2 . Le particelle di TiO_2 hanno la proprietà di filtrare la luce solare, bloccando la componente UV della radiazione proveniente dal sole. Tuttora sono in corso ricerche e dibattiti circa la possibilità che le polveri del biossido di titanio possano penetrare anche attraverso la cute sana, entrando nel circolo sanguigno.



Uno strato di nanoparticelle di biossido di titanio catalizza la fotodegradazione delle molecole di sporco da parte della luce solare e forma uno strato superficiale idrorepellente, permettendo il lavaggio dello sporco da parte dell'acqua piovana.

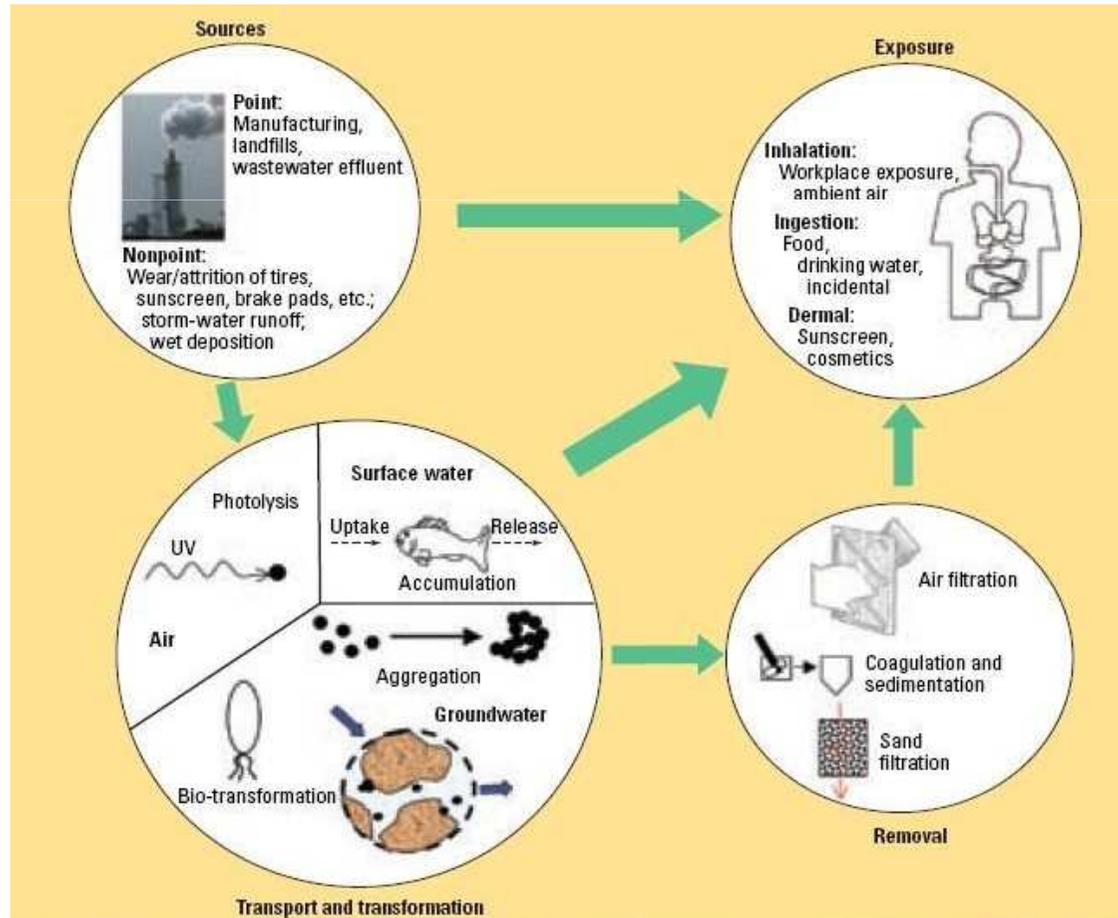
APPLICAZIONI DEI NANOMATERIALI NEL CAMPO DEL TRATTAMENTO DELLE ACQUE



Nel campo della depurazione dell'acqua si è riscontrato che nanoparticelle magnetiche offrono un efficace e affidabile metodo per rimuovere i metalli pesanti contaminanti dalle acque di scarico, facendo uso di tecniche di separazione magnetica. I ricercatori del Massachusetts Institute of Technology (MIT) hanno escogitato una tecnica sorprendentemente semplice, ma efficace, per separare magneticamente il petrolio dall'acqua mediante nanoparticelle ferrose idrorepellenti.

DANNI PER L'AMBIENTE E L'UOMO

Il rilascio di nanoparticelle “ingegnerizzate” nell’atmosfera e in ambiente acquatico e la possibilità di conseguenze rischiose per l’uomo e gli ecosistemi è una questione in gran parte sconosciuta che dovrebbe essere affrontata prima ancora dell’impennata nella produzione nanotecnologica. Il rilascio può essere causato da fonti puntuali e da fonti estese. Il ciclo biochimico dei nanomateriali può comportare, in atmosfera, reazioni fotochimiche e fenomeni di aggregazione e, negli organismi,



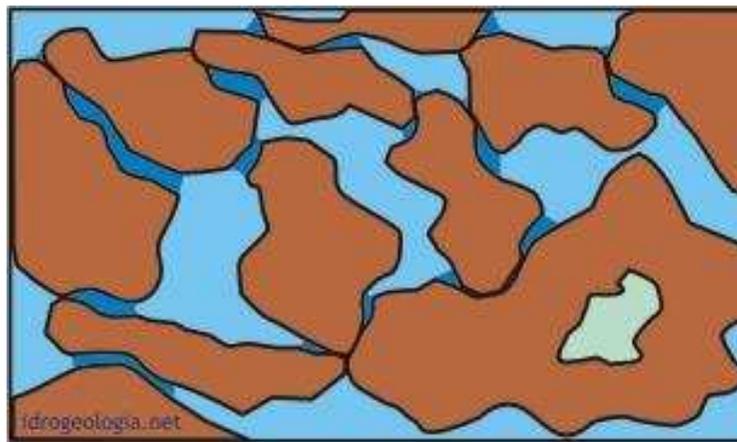
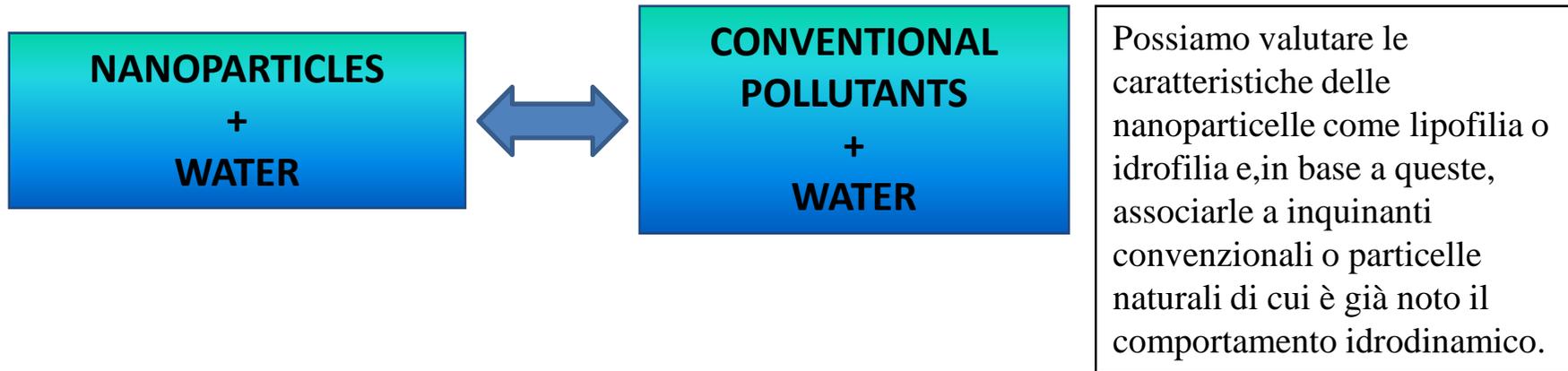
captazione, biotrasformazione, accumulo ed eventuale rilascio. L’esposizione alle nanoparticelle per l’uomo può avvenire sia in fase di produzione che, in seguito, per inalazione di nanoparticelle rilasciate in atmosfera o per ingerimento di acqua potabile e pesce contaminati. Le nanoparticelle rilasciate nell’ambiente, verranno trasportate anche a lunga distanza e penetreranno nelle regioni sia sature che insature del sottosuolo.

NANOPARTICELLE NELL'AMBIENTE ACQUATICO

Gli interrogativi da porsi sono :

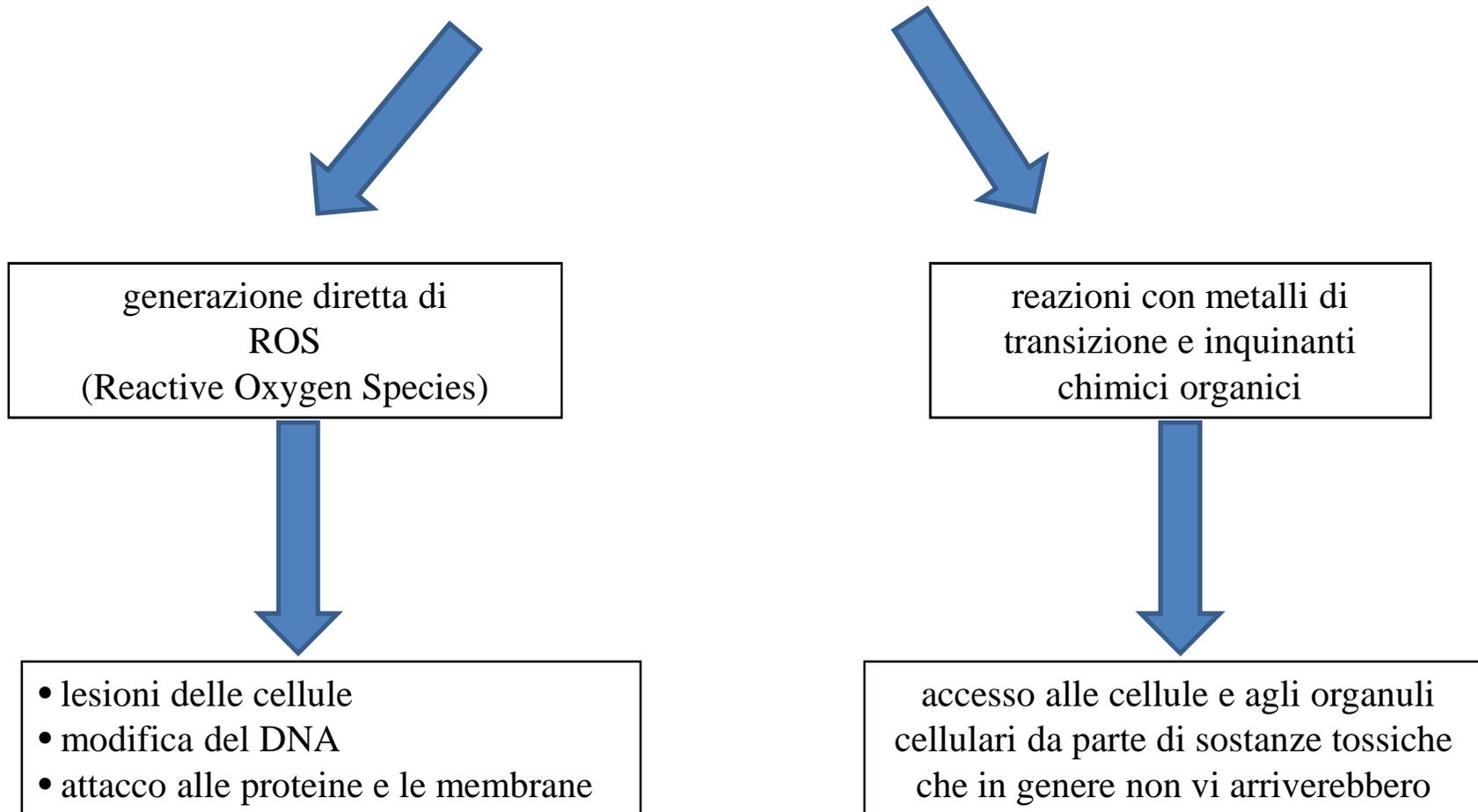
- Qual è il comportamento idrodinamico delle nanoparticelle?
- Quali sono le vie di assorbimento delle nanoparticelle nel biota marino?
- Qual è la pericolosità delle nanoparticelle e quali i loro potenziali effetti nocivi?
- Possono le nanoparticelle danneggiare i pesci e attraverso la catena trofica o attraverso la loro presenza in acque potabili arrivare direttamente all'uomo?
- Quali sono i sistemi di prevenzione e controllo del rischio eco tossicologico derivato dalle nanoparticelle?

COMPORTAMENTO IDRODINAMICO



Per quanto concerne i mezzi porosi possiamo affermare che determinati tipi di nanoparticelle risultano essere molto mobili in tali mezzi mentre altre, una volta depositate, tendono a restare ferme. La mobilità dipende sia dalla chimica superficiale e dalla dimensione delle particelle che dalle proprietà dei mezzi porosi.

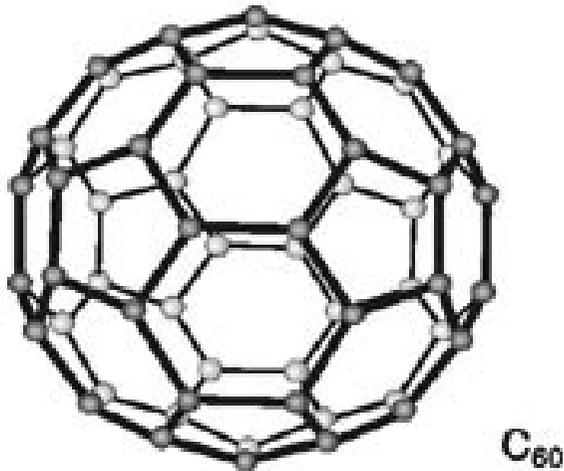
TOSSICITA' DELLE NANOPARTICELLE



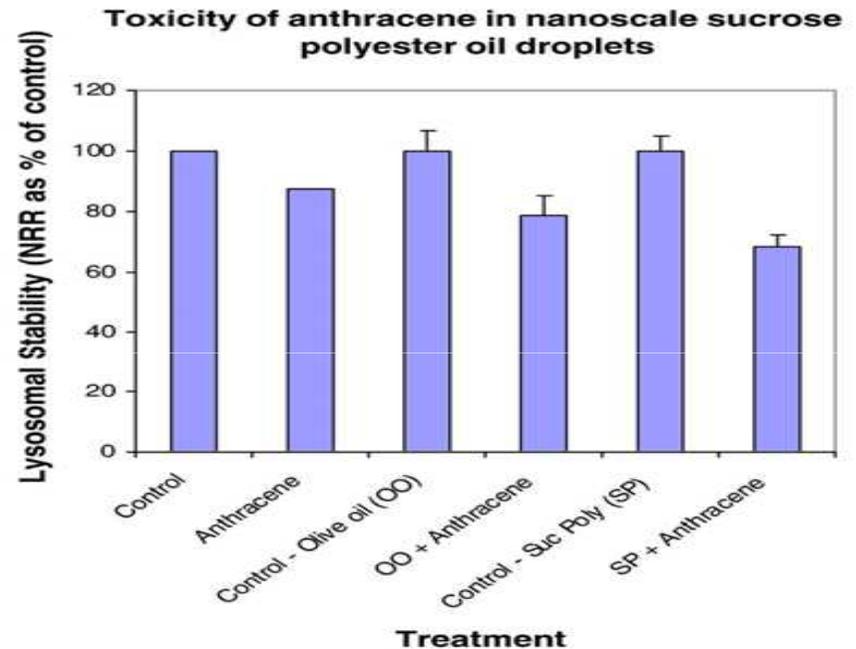
RISCHI PER IL BIOTA ACQUATICO

DANNO OSSIDATIVO

Uno studio effettuato dalla dottoressa Oberdorster della Duke University ha evidenziato l'insorgere di danni ossidativi nelle cellule di cervello del pesce persico dovuti ad assorbimento di fullereni C₆₀ (chiamati anche buckyballs, specie allotropica del carbonio).



MAGGIORE ASSORBIMENTO DI INQUINANTI



In seguito ad esposizione di nanoparticelle di saccarosio poliesteri legate ad IPA (antracene) si è riscontrata una riduzione di stabilità della membrana lisosomiale in cellule epatopancreatiche di mitili.

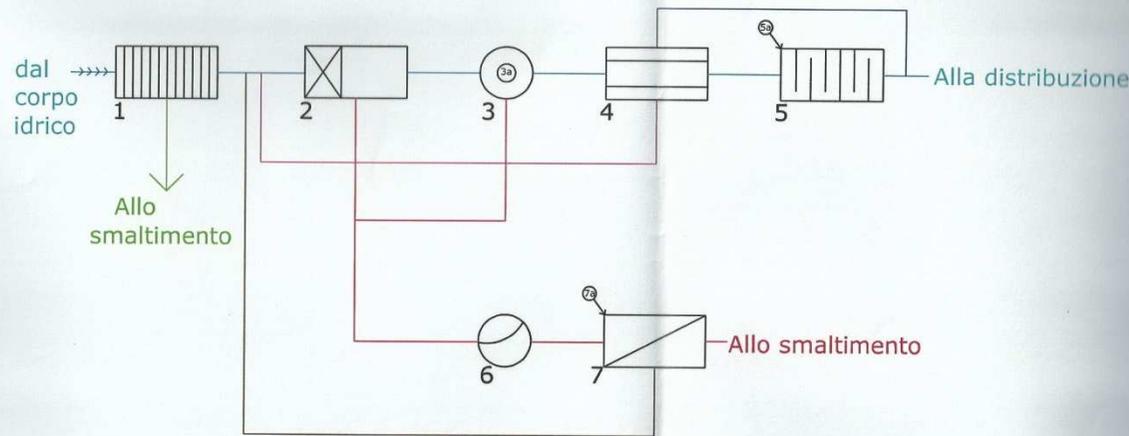
Si nota come la presenza di saccarosio poliesteri incrementi la tossicità degli IPA.

RISCHI PER L'UOMO

Oltre al diretto contatto con la pelle e l'inalazione di aerosol d'acqua, indirettamente le nanoparticelle possono entrare nell'organismo umano attraverso pesci e frutti di mare che fanno parte della dieta umana e mediante acqua potabile contaminata. La grande diffusione di nano particelle negli acquiferi comporta una contaminazione che gli attuali impianti di trattamento delle acque non riescono a gestire.

Un normale impianto di potabilizzazione di acque di categoria A2 (quindi mediamente contaminate) non è in grado di eliminare particelle di dimensioni nanometriche.

L'unica possibilità di eliminare nanoparticelle dalle acque potrebbe essere quella di intervenire in modo appropriato sui processi di chiariflocculazione, qualora le nanoparticelle siano legate a sostanze colloidali.



LEGENDA

- linea acque
- linea fanghi
- linea acqua fango
- linea acqua lavaggio
- raccolta grigliato
- ricircolo acqua

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. grigliatura | 5. disinfezione |
| 2. sgrossatura | 5a. dosaggio cloro |
| 3. chiariflocculazione | 6. ispessimento |
| 3a. dosaggio reagenti | 7. disidratazione |
| 4. filtrazione | 7a. dosaggio reagenti |

CAMPI DI INDAGINE



BIOMARCATORI

MODELLAZIONE COMPUTAZIONALE

Biomarcatori per effetti generici :

- danno ossidativo
- disfunzioni mitocondriali
- disfunzioni lisosomiali
- potenziamento o esaurimento di difese antiossidanti

Biomarcatori specifici:

- sovraccarico del sistema lisosomiale nelle cellule del sistema immunitario
- formazione di placche amiloidi nei tessuti del cervello

“animali virtuali” che incorporano tutti i principali processi fisiologici cellulari e che fungono da strumenti per l’integrazione dei nuovi prodotti nanoparticellari con gli organismi.

CONCLUSIONI

La nanotecnologia offre la promessa di enormi miglioramenti nella crescita economica, nella salute, nella produzione tecnologica, e anche nel risanamento ambientale. I possibili rischi finora descritti, potenzialmente uniti ad altri impreveduti per la salute umana e per il degrado ambientale, non possono però essere accantonati o sottovalutati.

La produzione nanotecnologica è stata avviata prima ancora di avere a disposizione un quadro completo sui potenziali rischi e sull'inquinamento legati ai nuovi nanoprodotti.

Di conseguenza, fino a quando non saremo in grado di valutare effettivamente rischi specifici o generalizzati connessi ai vari tipi di nanoparticelle dovremmo invocare un approccio precauzionale.