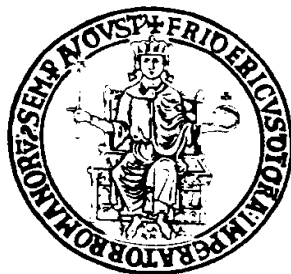


Università degli Studi di Napoli *Federico II*



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea in

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

CLASSE DELLE LAUREE IN INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE (CLASSE L-7)

Tesi di Laurea

**“APPLICAZIONI DELLE NANOTECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO
DELLE ACQUE PRIMARIE E DELLE ACQUE DI SCARICO”**

Relatore

Prof. Roberto Andreozzi

Candidata

Carla Pirozzi

N49/427

Anno accademico 2013-2014

L'acqua è fonte primaria di vita ma è una risorsa sempre più scarsa. La garanzia della disponibilità va coniugata, quindi, con l'utilizzo accorto ed efficiente delle risorse idriche e con l'esigenza imprescindibile della salvaguardia ambientale.



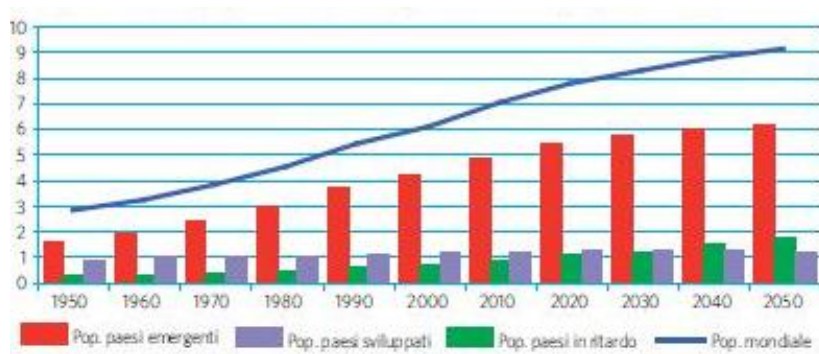
Secondo alcune stime, ci sarà una vera e propria crisi idrica che porterà, molto presto, la popolazione mondiale a risentire della mancanza di acqua.

CAUSE DELLA CRISI

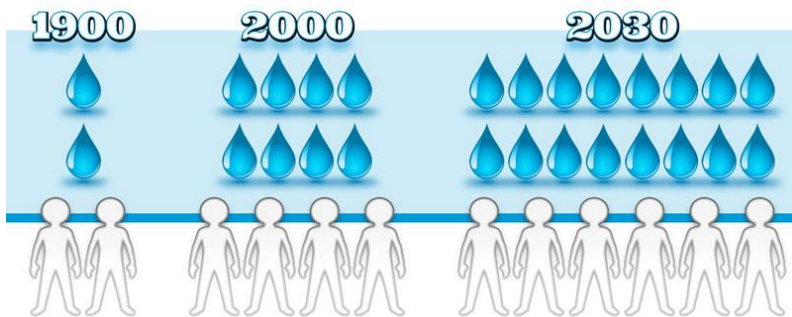
aumento demografico

contaminazione antropica

VERSO I 9 MILIARDI DI PERSONE



LA CRESCITA DEI consumi idrici



Necessità di trattamento delle acque

Limiti delle attuali tecniche per il trattamento delle acque

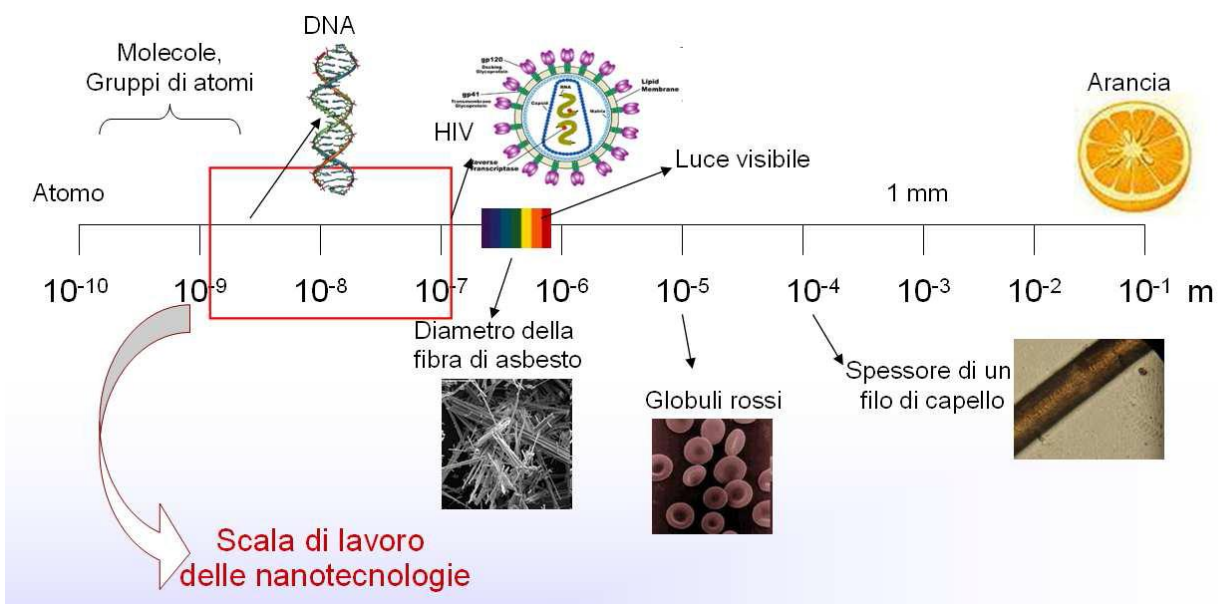


Basse efficienze nei confronti della rimozione dei contaminanti emergenti e inidoneità a garantire standard di qualità molto elevati.



Introduzione di tecnologie all'avanguardia:

I NANOMATERIALI



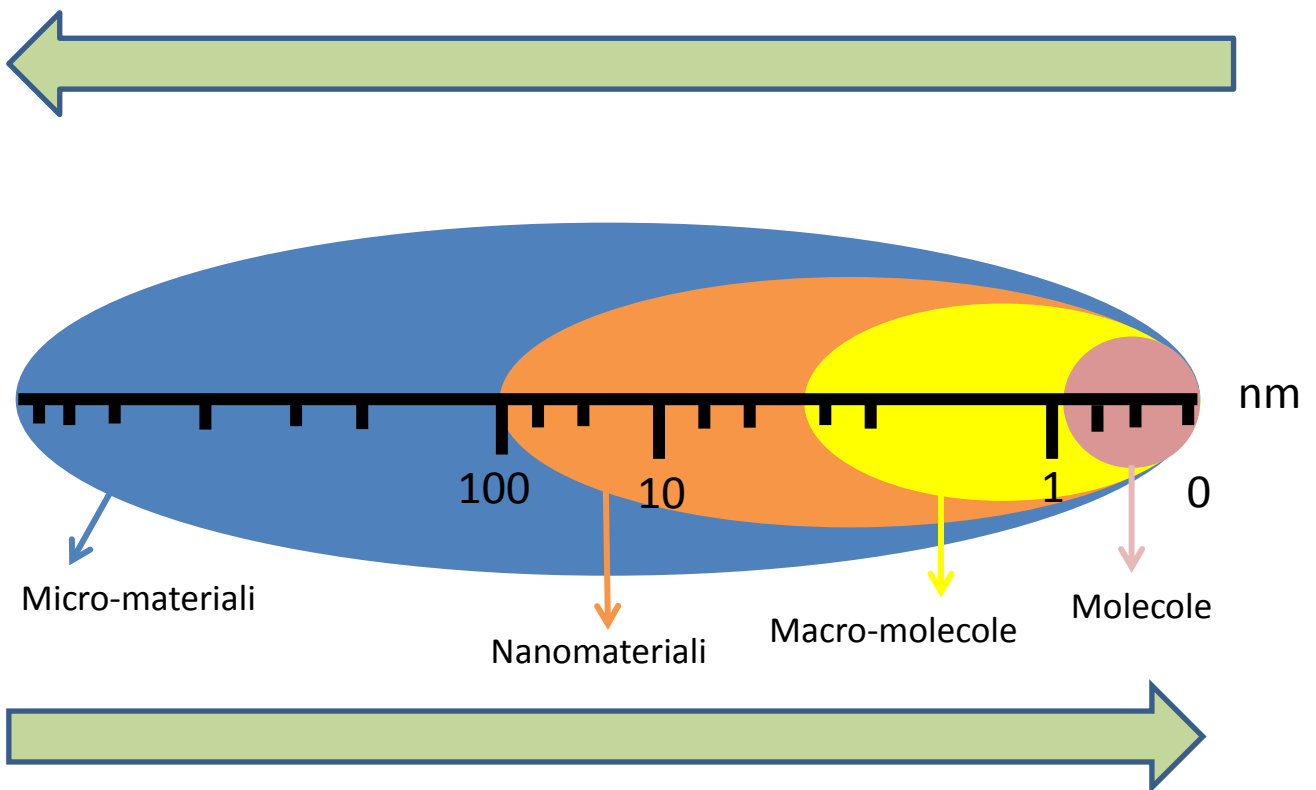
Il 18 ottobre 2011, la Commissione europea ha adottato la seguente definizione di un nanomateriale :

« Un materiale naturale, casuale o prodotto contenente particelle, in uno stato slegato o come aggregato o come agglomerato e dove, per il 50% o più delle particelle nella distribuzione delle grandezze numeriche, una o più dimensioni esterne sono nell'intervallo di grandezza 1 nm – 100 nm. In casi specifici e dove giustificato da preoccupazioni per l'ambiente, la salute, la sicurezza o la competitività la soglia di distribuzione delle grandezze numeriche del 50% può essere sostituita da una soglia tra l'1 e il 50%. »

METODI DI PRODUZIONE

Bottom-up approach (approccio chimico):

mettendo assieme atomo dopo atomo o molecola dopo molecola. A questo scopo viene sfruttata la capacità che hanno certi atomi o molecole di autoassemblarsi in ragione della loro natura e di quella del substrato.



Top-down approach (approccio fisico):

partendo da oggetti più grandi si «*scolpiscono*» nanostrutture.

Duplice aspetto della produzione dei nanomateriali

I materiali ridotti a scala nanometrica possono mostrare proprietà differenti rispetto a quelle che esibiscono su scala macroscopica, rendendo possibili applicazioni uniche:

materiali **opachi** diventano **trasparenti** (rame)

materiali **stabili** diventano **combustibili** (alluminio)

materiali **chimicamente inerti** acquistano **proprietà catalitiche** (oro, nichel, ferro)

materiali **isolanti** diventano **conduttori** (silicio)

I materiali ridotti a scala nanometrica 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. Questi possono arrivare nell'organismo umano mediante:

il contatto diretto con la pelle

l'ingestione di cibi e bevande contaminate

l'inalazione

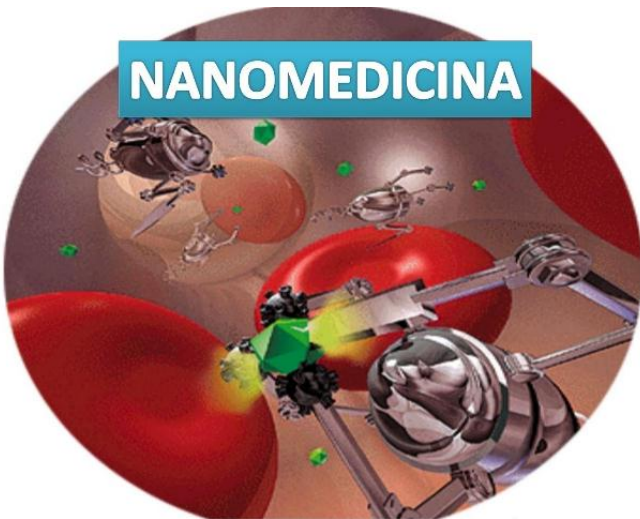
Attualmente non si ha ancora un quadro completo di quelli che sono i potenziali rischi legati all'uso di nanomateriali. Ulteriori ricerche risultano necessarie per approfondire l'aspetto della potenziale tossicità dei nanomateriali.

...nonostante le incertezze sui potenziali rischi, la produzione nanotecnologica è stata avviata!



NUMEROSI SONO GLI ATTUALI IMPIEGHI DEI NANOMATERIALI:

NANOMEDICINA



ELETTRICO



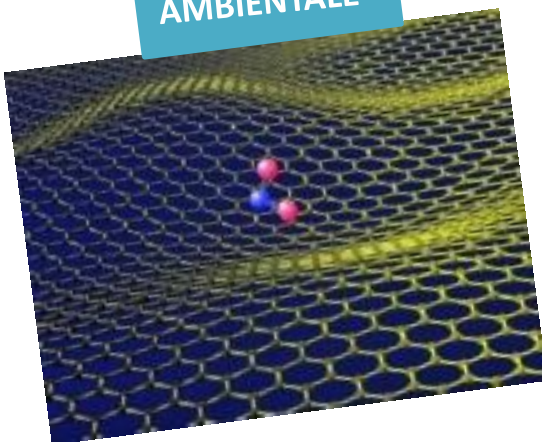
Come sostituti del rame

ENERGETICO



Come supporto al silicio

AMBIENTALE



TESSILE



OTTICO



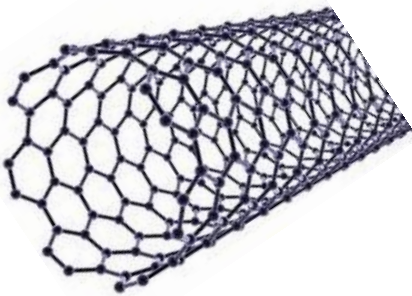
AMBIENTALE

TRATTAMENTO DELLE ACQUE



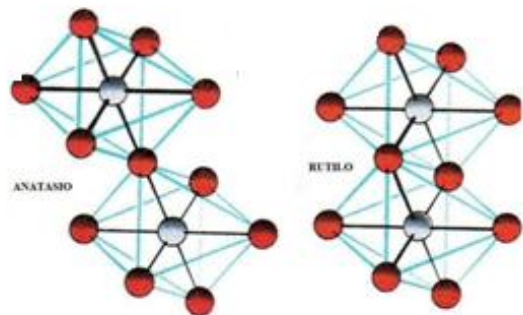
TIPI DI NANOMATERIALI

Nanotubi di carbonio (CNT)



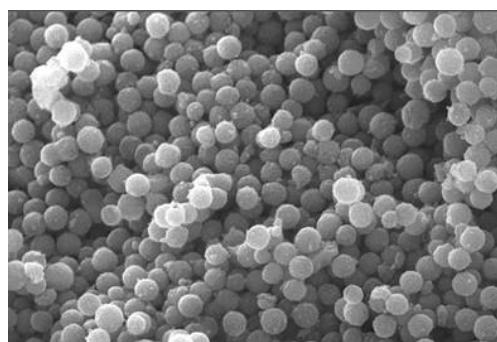
Forme allotropiche del carbonio. La loro composizione include soli atomi di carbonio che si dispongono in celle esagonali concatenate tra loro e racchiuse su se stesse, in strutture cilindriche cave, da cui prendono il nome.

Nano particelle di biossido di titanio (Nano-TiO₂)



Si presentano sotto forma di nanoparticelle con dimensione nell'intervallo 20-40 nanometri.

Nanoparticelle di argento (nano-Ag)

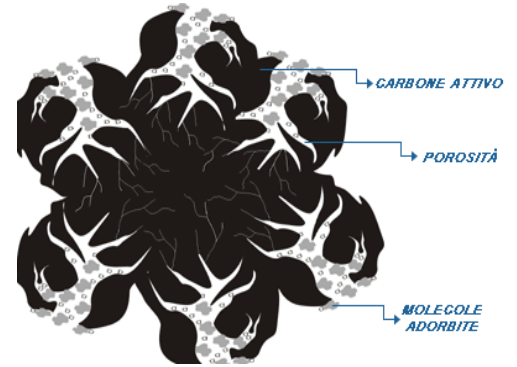


CNT

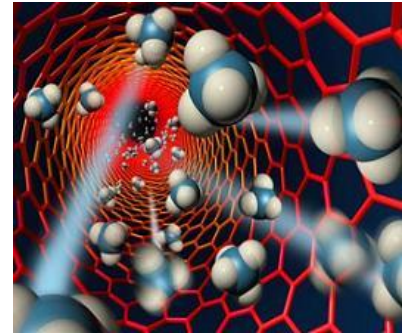


Offrono significativi miglioramenti

Nei processi di adsorbimento di composti organici e inorganici al posto dei carboni attivi per:



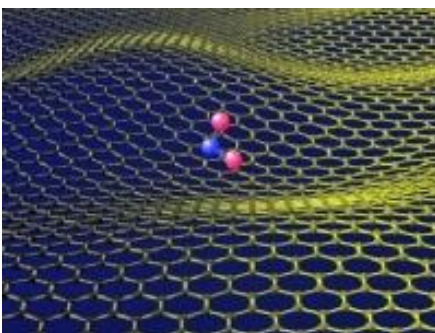
- la maggiore superficie specifica
- il numero elevatissimo di siti di adsorbimento
- il diverso tipo di interazioni con i contaminanti
- l'elevata cinetica di adsorbimento
- la buona capacità di rigenerazione e riutilizzo



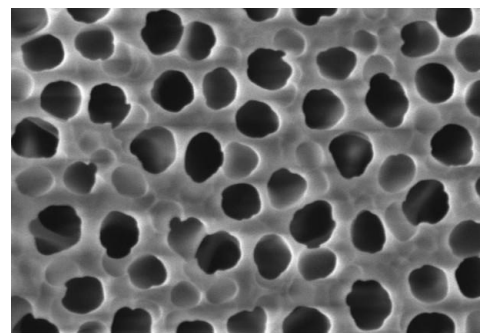
Nei processi a membrana:

- maggiore permeabilità, dovuta alle pareti interne lisce ed idrofobe dei nanotubi
- pori molto piccoli → elevata efficienza nella degradazione dei contaminanti
- maggiore stabilità meccanica e termica
- maggiore resistenza al fouling

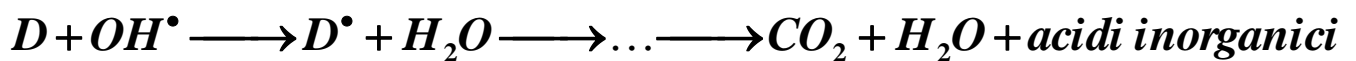
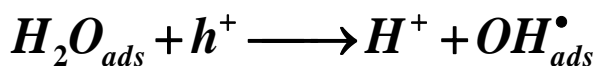
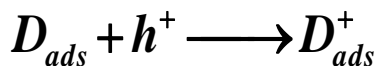
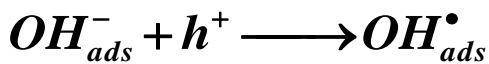
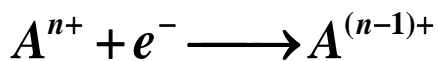
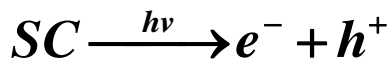
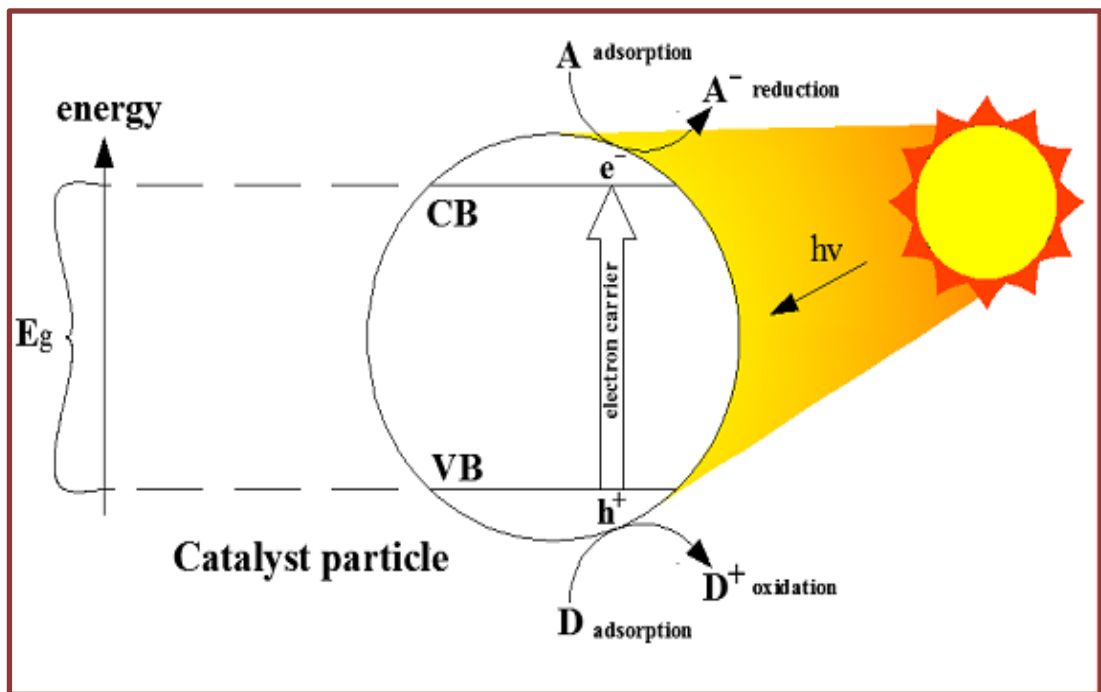
Membrane CNT



Membrane polimeriche



Nano-TiO₂ → Semiconduttore catalitico più utilizzato

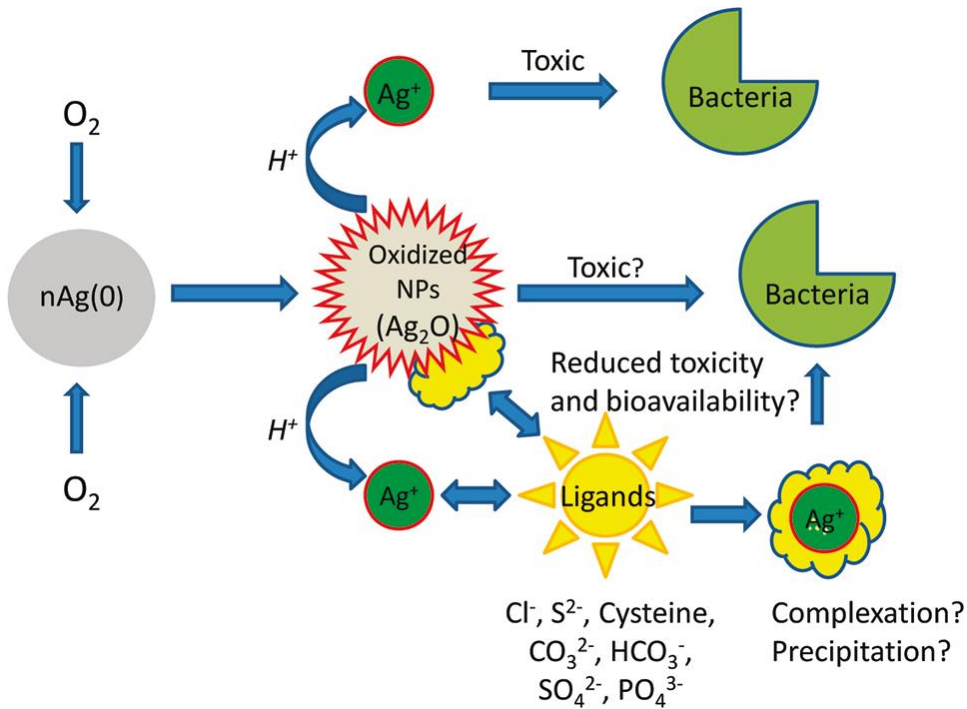


Diminuendo la granulometria di TiO₂ si aumenta la velocità della cinetica di reazione della fotocatalisi

Nano-Ag



Offrono significativi miglioramenti nei processi di disinfezione



VANTAGGI

- Bassa tossicità per l'uomo
- Facilità d'uso
- Mancata formazione di sottoprodotti tossici (DBPs)

SVANTAGGI

Non assicura la cosiddetta *protezione in rete*, per cui non è in grado di assicurare il controllo microbico nei sistemi idrici, in particolare di quelli di approvvigionamento di acqua potabile

CONTROLLO
MICROBICO

CONTROLLO
MICROBICO



Indicatori convenzionali: COLIFORMI



SVANTAGGI

- Lentezza con cui si riceve l'informazione
- Incapacità di rilevamento di patogeni emergenti



Anche in questo caso la ricerca è indirizzata
verso lo sviluppo di NANOMATERIALI

NANOCRISTALLI
FLUORESCENTI (QD)

METALLI NOBILI

NANOPARTICELLE
COLORATE



Migliorano la selettività
e la rapidità della
rilevazione

Riconoscimento del
patogeno

Trasduzione
del segnale

CONCLUSIONI

Il ricorso alle nanotecnologie sta trovando sempre maggiore interesse nel campo del trattamento delle acque primarie e delle acque reflue.

Le proprietà uniche dei nanomateriali e la possibilità di poterli integrare con le tradizionali tecnologie offrono ottime prospettive di sviluppo.

Ancora molto v'è da fare per superare le incertezze che impediscono, oggi, l'uso diffuso della nanotecnologia.