

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di laurea triennale in
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Elaborato di Laurea in
BONIFICA DEI SITI CONTAMINATI

*Utilizzo di ferro zerovalente nanoscopico per la bonifica
dei siti contaminati*

Relatore:

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

Candidata:

Ilaria Farese
Matr. N49/585

Anno accademico 2017/2018

Introduzione

**Applicazione del
Ferro Zerovalente**

**Reattività del
nZVI**

**Tecnologie
combinata**

Conclusioni



Industrializzazione



Sfruttamento delle risorse minerarie

SITI CONTAMINATI

Metalli pesanti

Solventi clorurati

IPA

Diossine

Fitofarmaci ecc



Utilizzo di fertilizzanti chimici e pesticidi



Spandimento dei fanghi della depurazione

INTERVENTI DI BONIFICA

Introduzione

Applicazione del Ferro Zerovalente

Reattività del nZVI

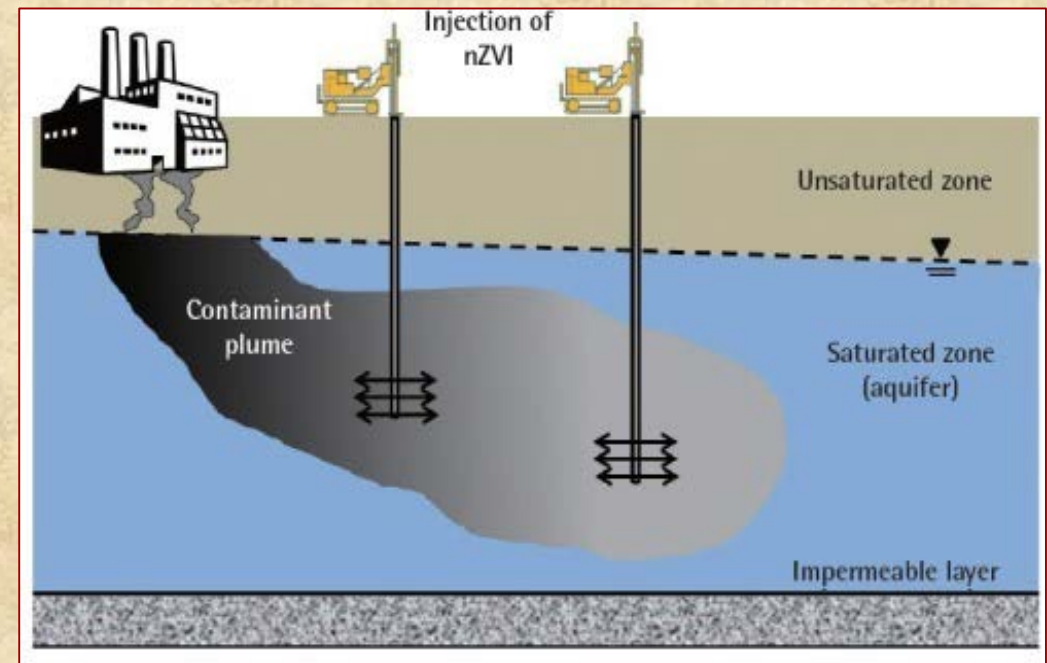
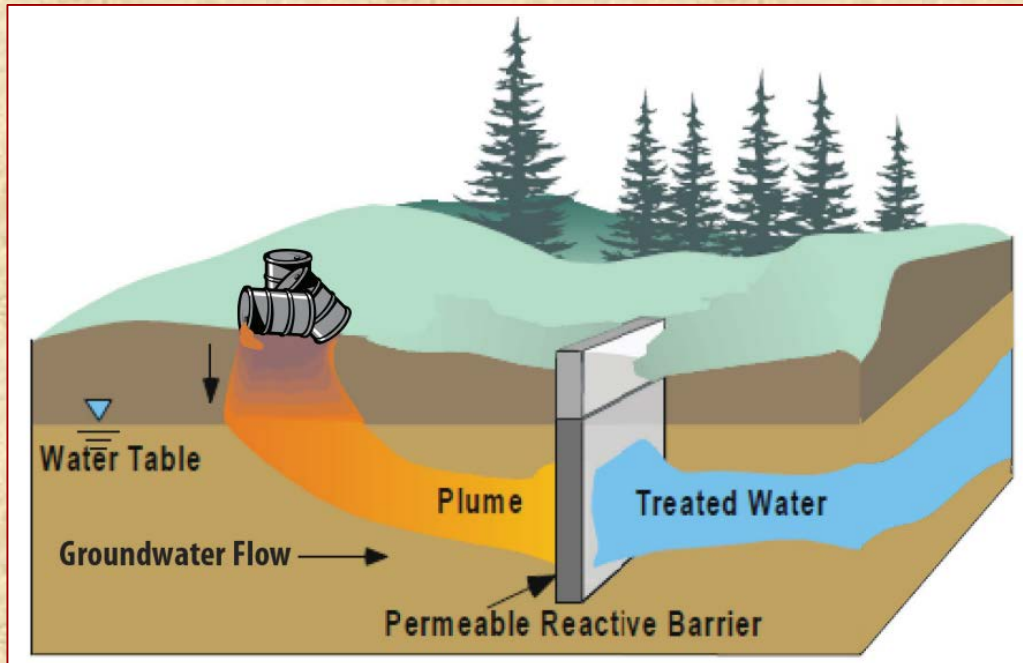
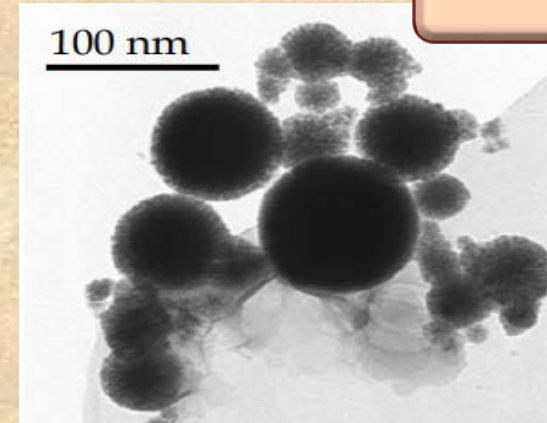
Tecnologie combinate

Conclusioni

Milli-ZVI



n-ZVI



Introduzione

Applicazione del
Ferro Zerovalente

Reattività del
nZVI

Tecnologie
combinata

Conclusioni

Meccanismi di rimozione dei contaminanti

Processi di
adsorbimento e
precipitazione

Reazioni di
ossido-riduzione



Terreno bersaglio	Trattamenti	Concentrazione di inquinanti	Prestazioni principali
Terreno inquinato da As	nZVI	315 mg / kg	La bioaccessibilità è diminuita del 40,4%
Terreno inquinato da As	nZVI	5800 mg / kg	La quantità di As nella frazione residua è aumentata.
Terreno inquinato da Cr (VI)	nZVI / Cu	120 mg / kg	L'efficienza di riduzione di Cr (VI) ha superato il 99% a un pH di 5.
Terreno inquinato da Pb, Cd e Cr	nZVI / carbone attivo	Cd 360 mg / kg	La biodisponibilità e la tossicità sono state ridotte.
		Pb 600 mg / kg	
		Cr 80 mg / kg	
Terre rosse inquinate da uranio	nZVI	50 mg / kg	La capacità di adsorbimento è aumentata di 5-10 volte

Rimozione di metalli pesanti

Rimozione di inquinanti organici persistenti

Terreno bersaglio	Trattamenti	Prestazioni principali
Terreno inquinato da IPA	nZVI	È stata ottenuta la rimozione completa di BAP e ANT, con un grado di rimozione vicino al 90% di PHE
Terreno inquinato da IPA	nZVI	L'efficienza di rimozione degli IPA nel suolo è elevata fino al 62%.
Terreno inquinato da PCB e TCE	Fe / Pd stabilizzato con amido	Il 98% di TCE è stato trasformato e l'80% dei PCB è stato distrutto.
Terreno inquinato da ibuprofene	nZVI	L'efficienza di degradazione di ibuprofene è arrivata al 95%.
Terreno inquinato da TNT	nZVI	La rimozione del TNT ha raggiunto il 99,8%.

Introduzione

Applicazione del
Ferro Zerovalente

Reattività del
nZVI

Tecnologie
combinatae

Conclusioni

Specie
contaminanti

Temperatura

Fattori che influenzano la
reattività del nZVI

Dimensione

Umidità

Condizioni
geochimiche del
suolo

Proprietà del nZVI

Chimica
superficiale

pH

Ossigeno
disciolto

NOM

Età

Dosaggio



Obiettivi

- Ridurre uso eccessivo di nZVI

- Utilizzo di tecniche di bonifica combinate

Rimedi

- Effetto a lungo termine su microrganismi e piante

Problemi

1. Combinazione nZVI / trattamenti fisici

Tecnologia nZVI assistita da ultrasuoni

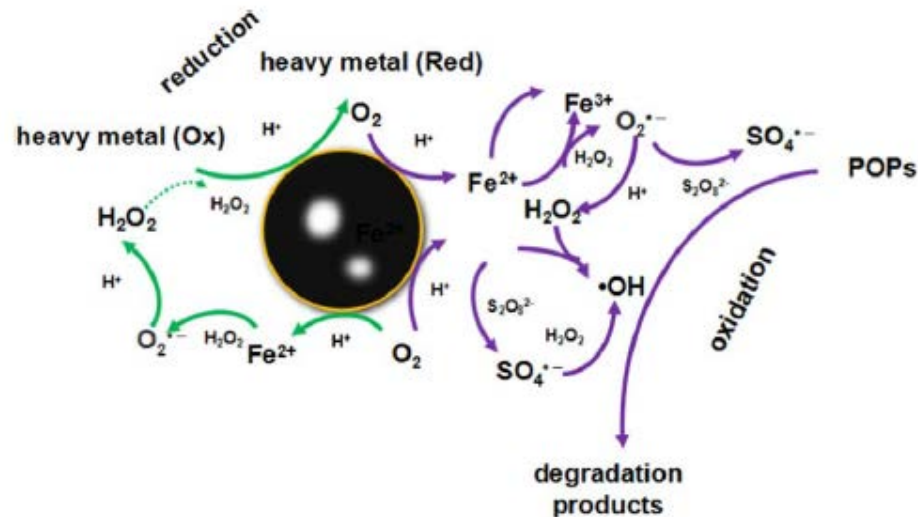
- Maggiore esposizione dei siti di reazione;
- rimozione di strati di ossido e impurità tramite cavitazione sonora;
- elevato consumo di energia, rumore ed erosione cavitazionale

Tecnologia nZVI assistita elettronicamente

- Accumulo degli inquinanti e trattamento centralizzato da nZVI grazie all'effetto elettrico (elettroosmosi, elettromigrazione ed elettroforesi)

2. Combinazione nZVI / trattamenti chimici

Combinazione nZVI con tecnica ISCO



Meccanismo di reazione proposto per la rimozione di metalli pesanti e inquinanti organici dal sistema ibrido nZVI/persolfato

Combinazione nZVI con soil washing

- Aumento della velocità di desorbimento del TCE con tensioattivo SDS;
- azione chelante dell'EDTA sul Fe³⁺;
- effetti dannosi sui microrganismi

Alternative

- Consumo di energia
- Inquinamento secondario

Svantaggi

- Utilizzo di biotecnologie (*Phytoremediation e Microremediaton*)



3. Combinazione nZVI / trattamenti biologici

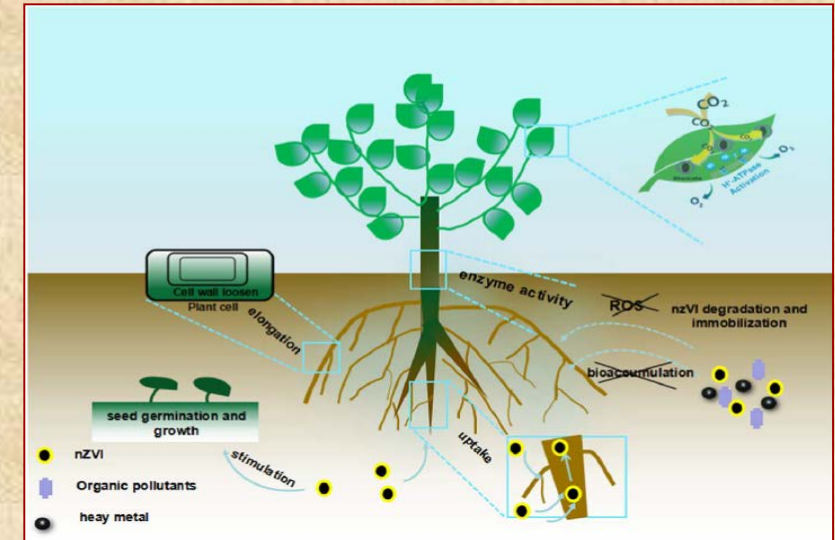
Combinazione nZVI con *phytoremediation*



Panicum Maximum

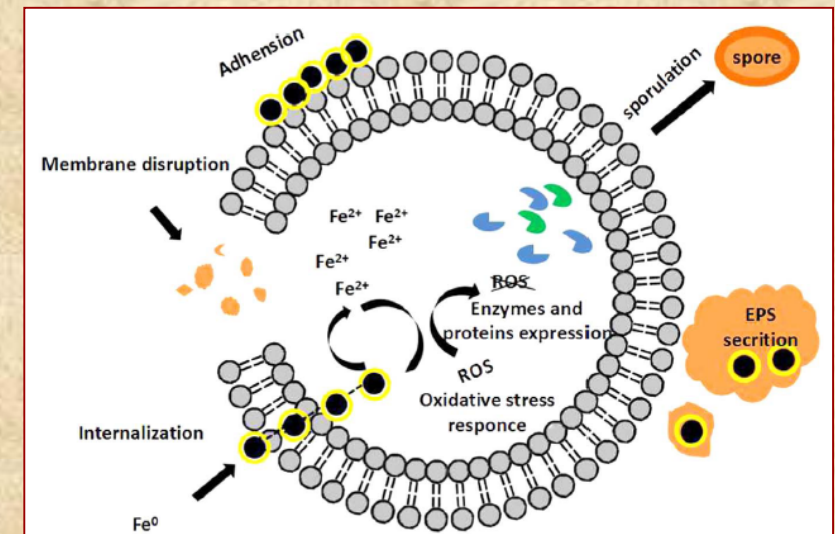


Helianthus annuus



Combinazione nZVI con *microremediation*

- nZVI modifica il potenziale redox del suolo;
- la corrosione del Fe genera H_2 che stimola la crescita microbica e la dechlorazione;
- nZVI modifica la struttura del suolo con miglioramento delle condizioni di vita dei microrganismi



Impatto di nZVI su piante e microrganismi

1. I metodi di produzione esistenti per nZVI sono complessi, lunghi e la preparazione su larga scala è ancora costosa;
2. I meccanismi esatti di rimozione degli inquinanti non sono stati ancora chiariti. Le reazioni complicate influenzano la trasformazione, la migrazione e le prestazioni del nZVI;
3. La ricerca sulla *bio-remediation* combinata con nZVI è ancora agli inizi. Sono necessari ulteriori modelli per stimare i rischi potenziali indotti dal nZVI sulle piante, microrganismi e suolo, al fine di rendere questi sistemi pienamente competitivi;
4. La maggior parte degli studi sono stati condotti solo su scala di laboratorio. Le applicazioni sul campo sono necessarie poiché l'ambiente naturale è complesso e difficile da imitare.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**