

UNIVERSITÁ 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

***Processi fotocatalitici solari per la rimozione di metalli da acque di scarico
provenienti da trattamenti di soil washing di terreni contaminati***

RELATORE

Ch.mo Prof. Roberto Andreozzi

CANDIDATA

Antonella Cornelio

Matricola: 518/720

Anno Accademico 2014/2015

IL SUOLO

- **Matrice fondamentale dell'ambiente**
- **Componenti principali: sabbia, limo, argilla, humus e minerali**

**Sottoposto a crescenti minacce da
numerose attività umane**



**La presenza di inquinanti oltre determinati
limiti può arrecare danni alla salute umana ed
agli ecosistemi naturali**



**Il suolo si definisce inquinato quando anche uno solo dei valori di
concentrazione delle sostanze inquinanti risulta superiore ai valori di
concentrazione limite stabiliti dalla normativa vigente**

INQUINANTI E TECNICHE DI RIMOZIONE

I metalli pesanti sono tra i maggiori inquinanti del suolo

Mercurio



Rame



Zinco



Le tecniche di rimozione si dividono in

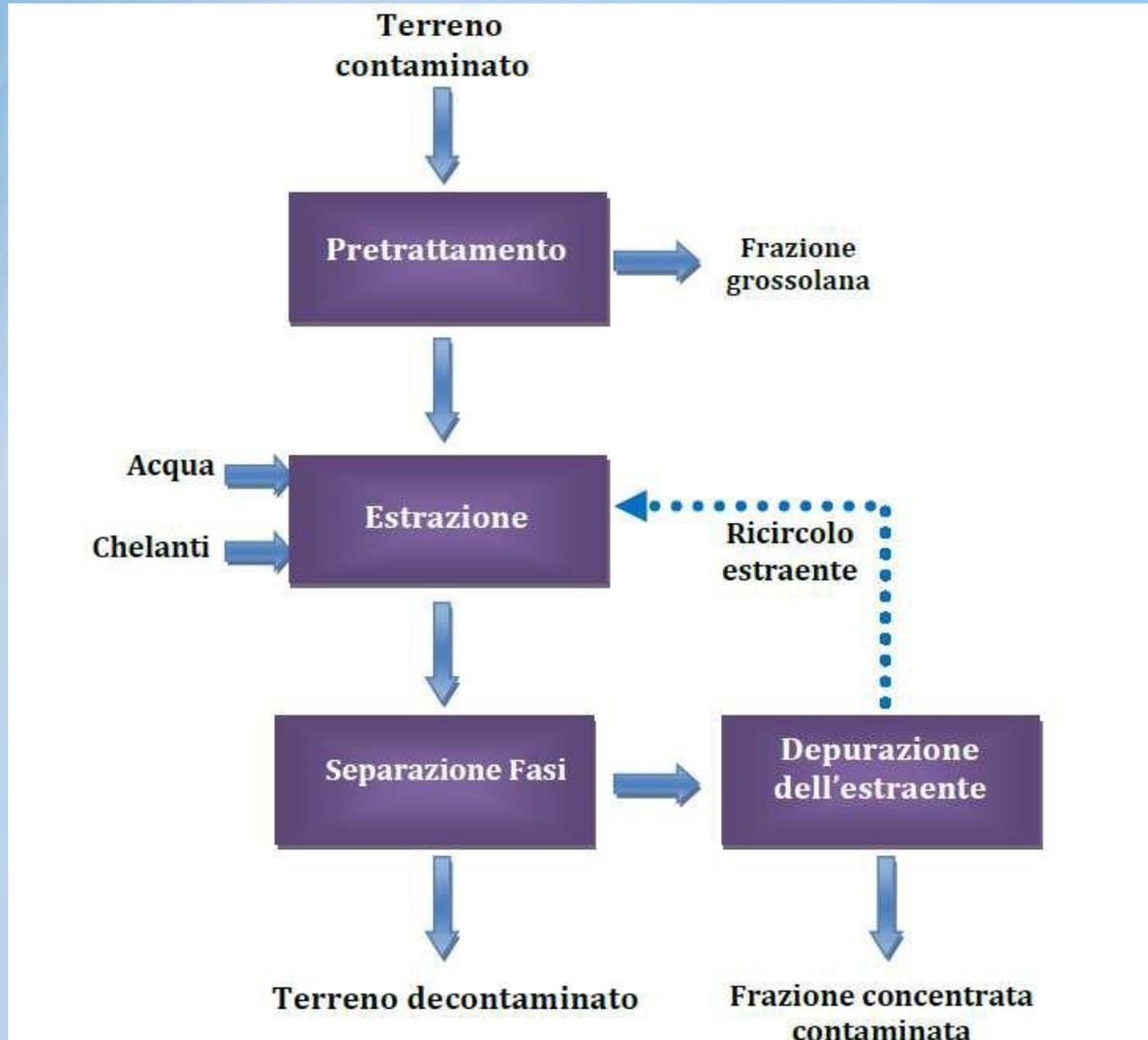
“in situ”

Soil flushing

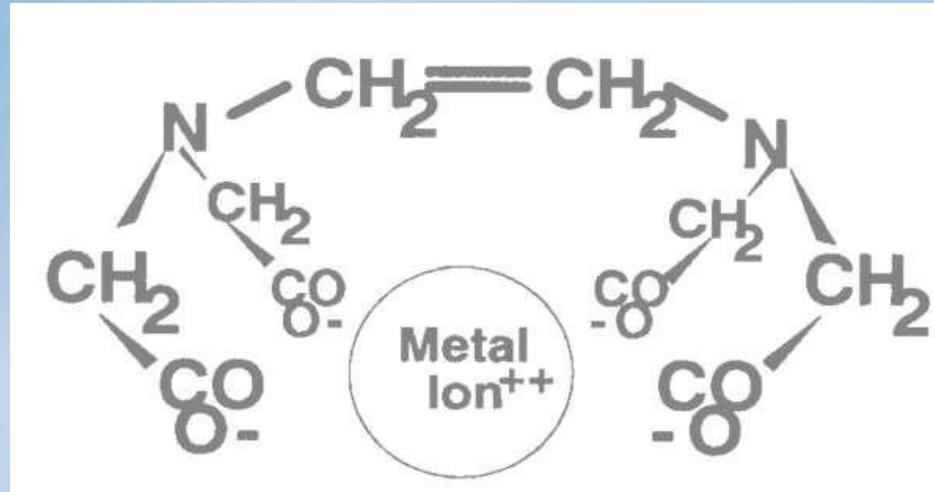
“ex situ”

Soil washing

CICLO DI TRATTAMENTO DEL SOIL WASHING



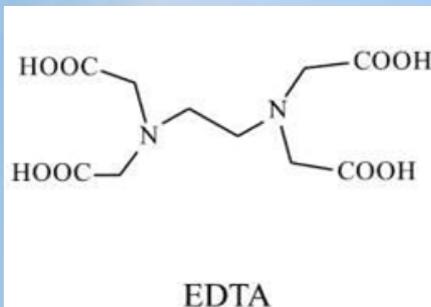
Le reazioni di chelazione consistono nella formazione di strutture molecolari cicliche che presentano il catione metallico intrappolato in posizione centrale



Gli agenti chelanti più utilizzati sono:

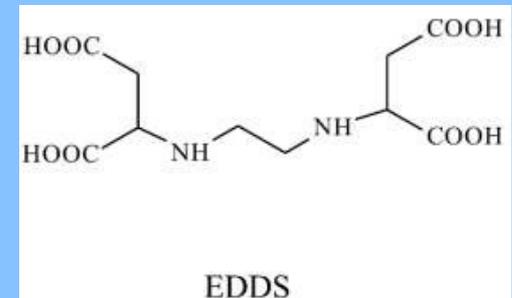
EDTA

• Poco biodegradabile



EDDS

• Maggiore biodegradabilità
• Agente utilizzato nelle prove



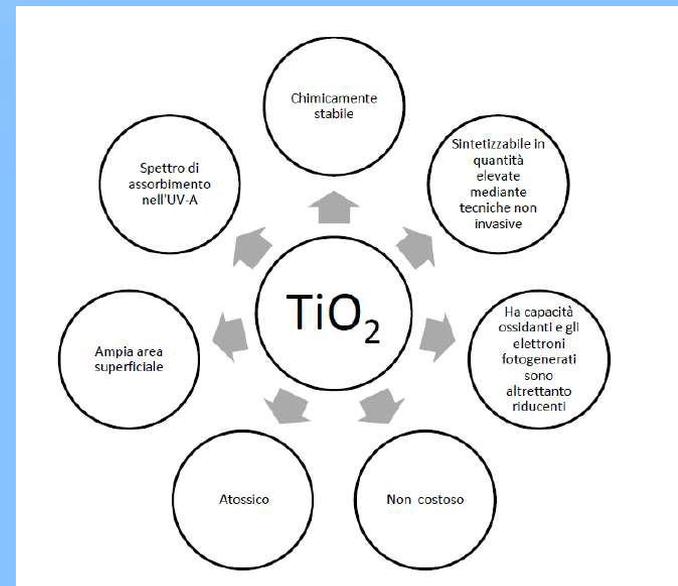
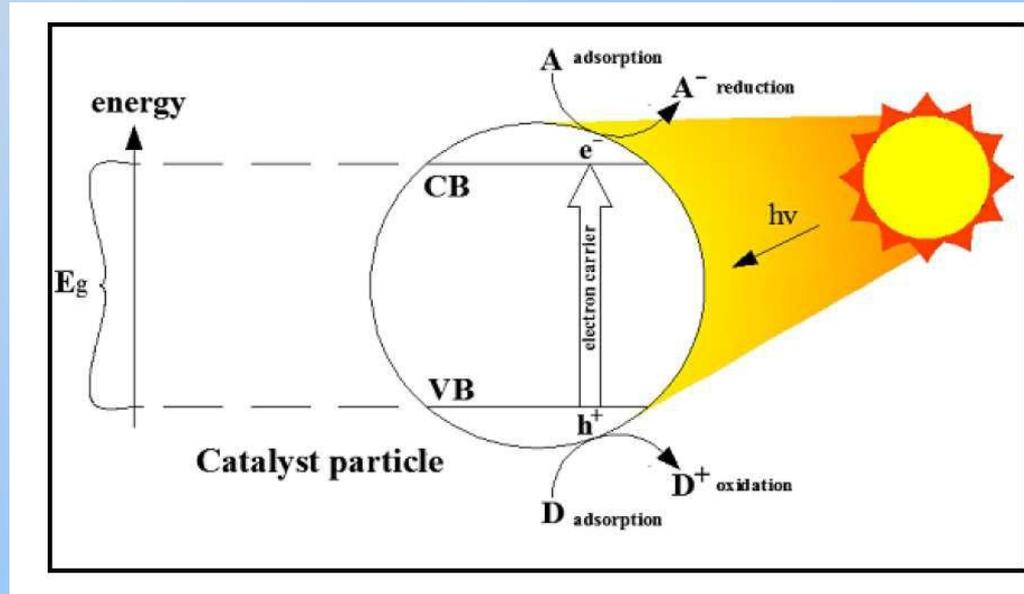
FOTOCATALISI

Consente, mediante l'impiego di energia solare, d'incrementare la velocità di una reazione chimica attivando specifici composti definiti fotocatalizzatori che irradiati da luce ad un'opportuna lunghezza d'onda determinano la formazione di specie ossidanti e riducenti in grado di decomporre sostanze organiche ed inorganiche



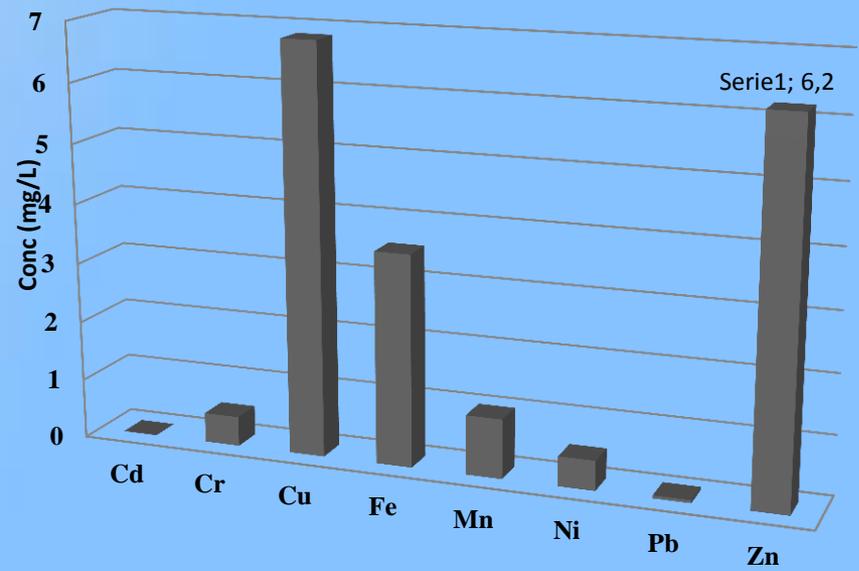
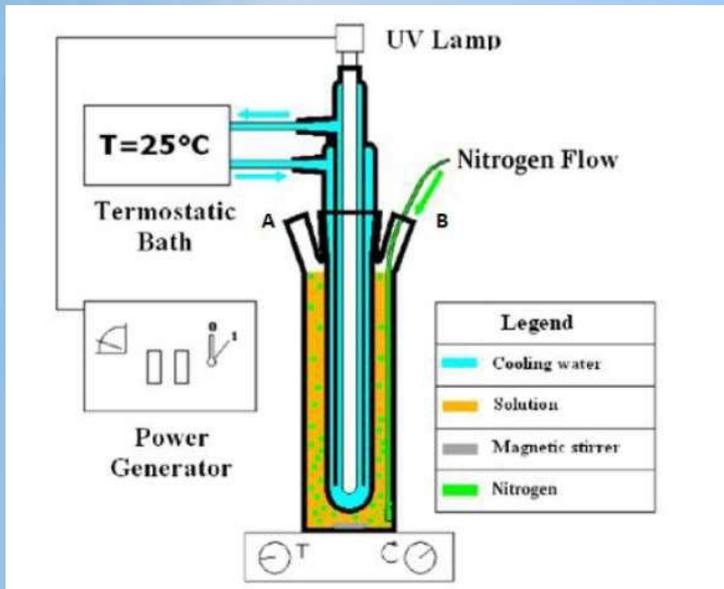
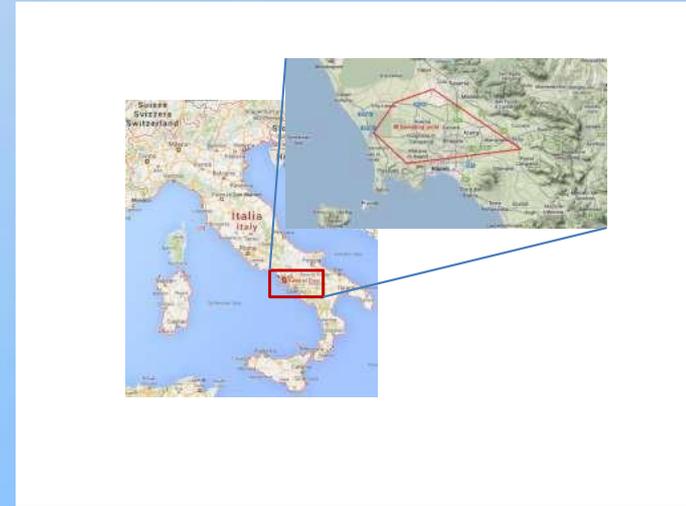
I fotocatalizzatori sono semiconduttori caratterizzati da resistività intermedia fra i conduttori e gli isolanti; tra i più diffusi rientrano gli ossidi:

- Biossido di Titanio
- Ossido di Zinco
- Biossido di Stagno

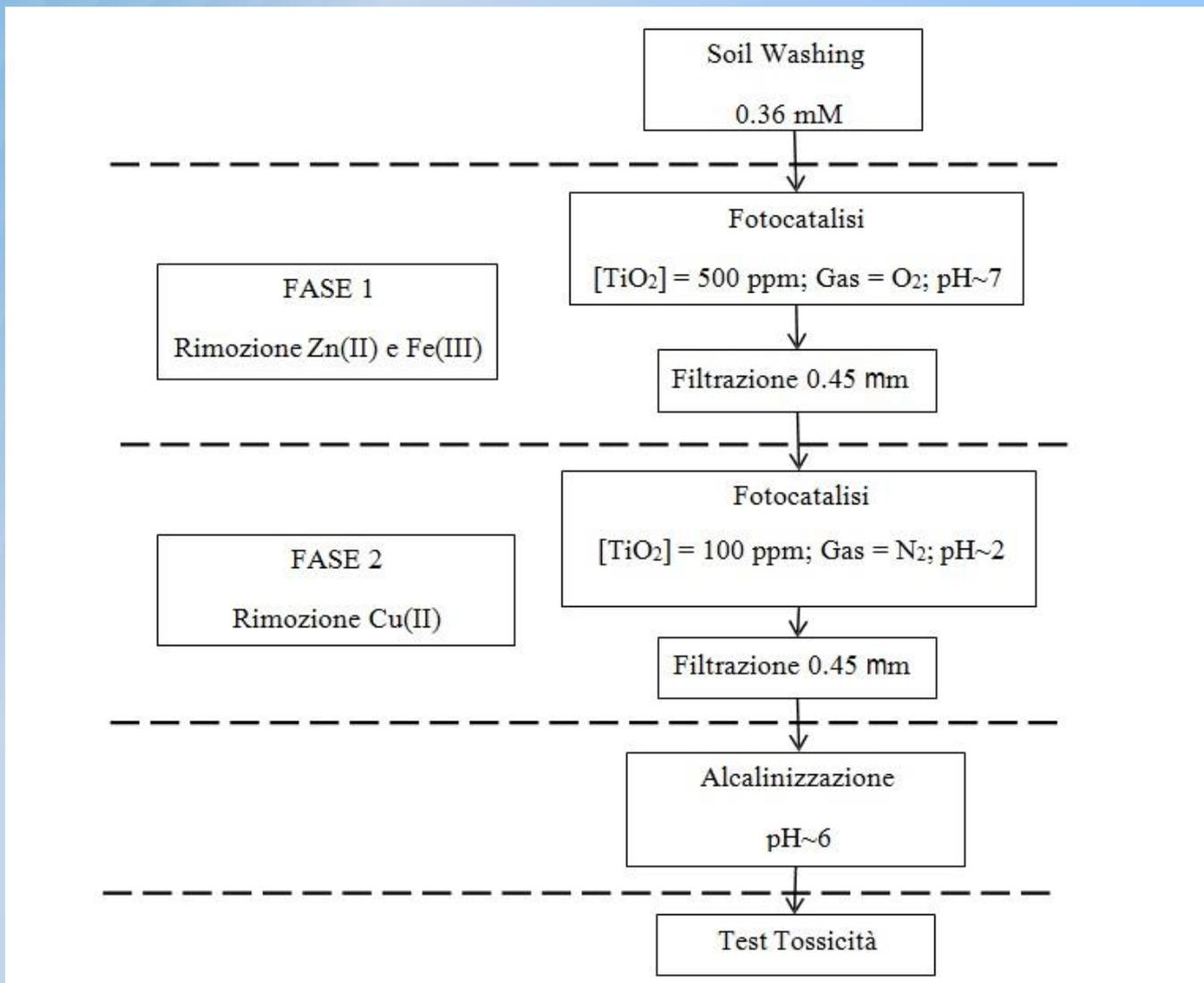


OBIETTIVO DELLA TESI

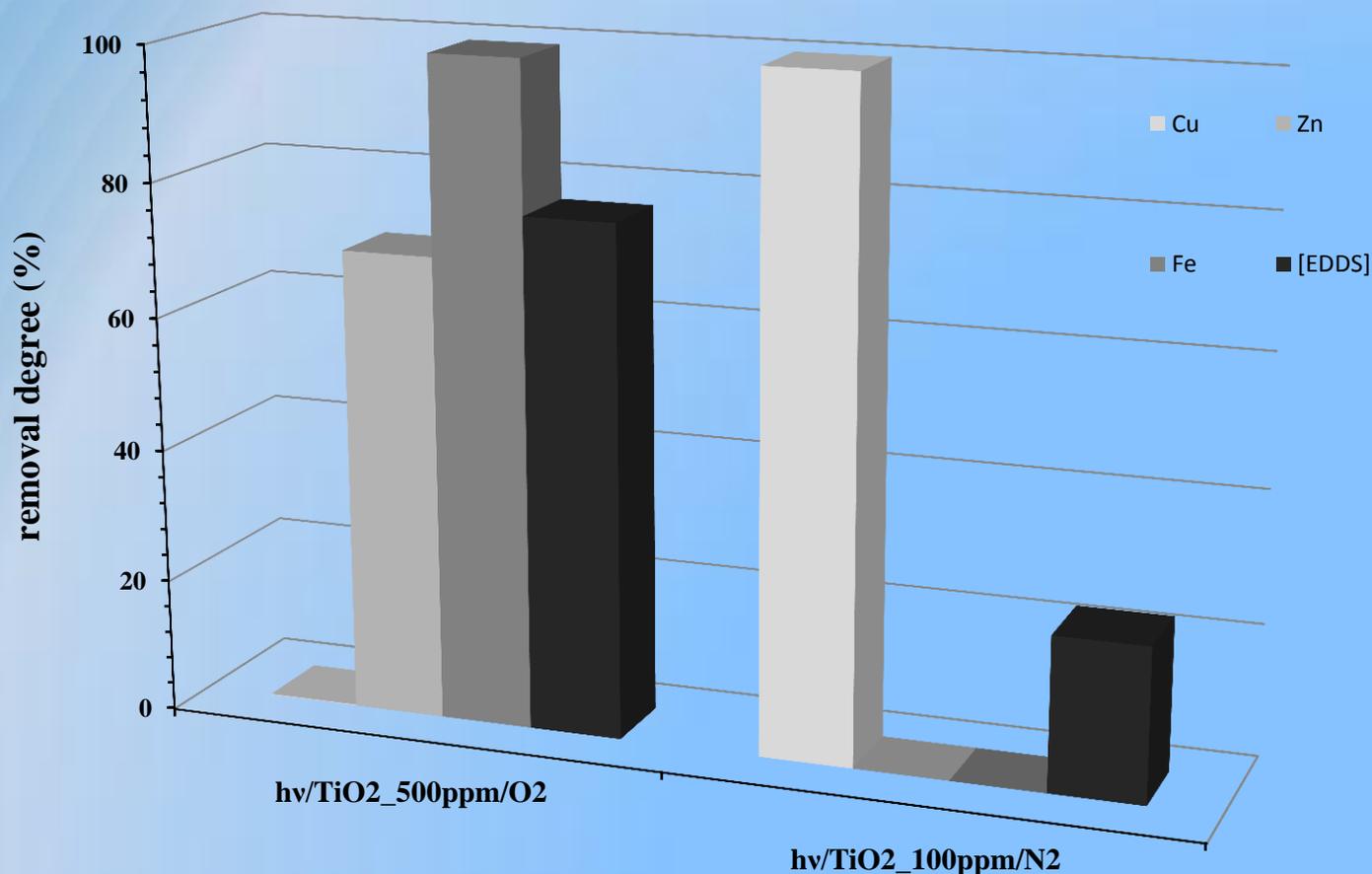
- Si vuole valutare la convenienza di un processo fotocatalitico con radiazione solare naturale per decontaminare acque di scarico provenienti da trattamenti di soil washing nei quali l'EDDS è utilizzato come agente chelante
- Campioni di terreno prelevati dalla zona di Giugliano in Campania
- Concentrazioni di ferro, rame e zinco superiori ai limiti normativi
- Prove di laboratorio utilizzando reattore equipaggiato con lampada a vapore di Na



FASI DEL PROCESSO COMPLETO DI RIMOZIONE DEI METALLI

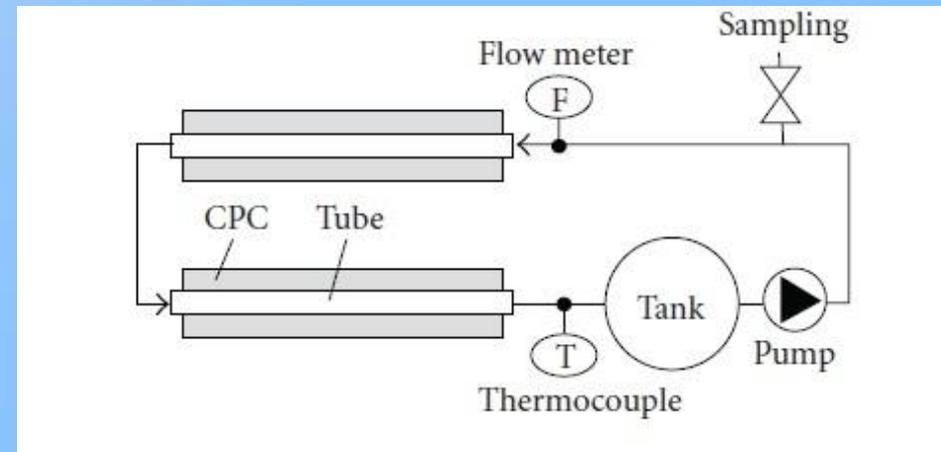


PERCENTUALI DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI ATTRAVERSO LE DUE FASI DEL PROCESSO DI FOTOCATALISI DEL TiO_2 UTILIZZANDO UNA LAMPADA A VAPORI DI Na

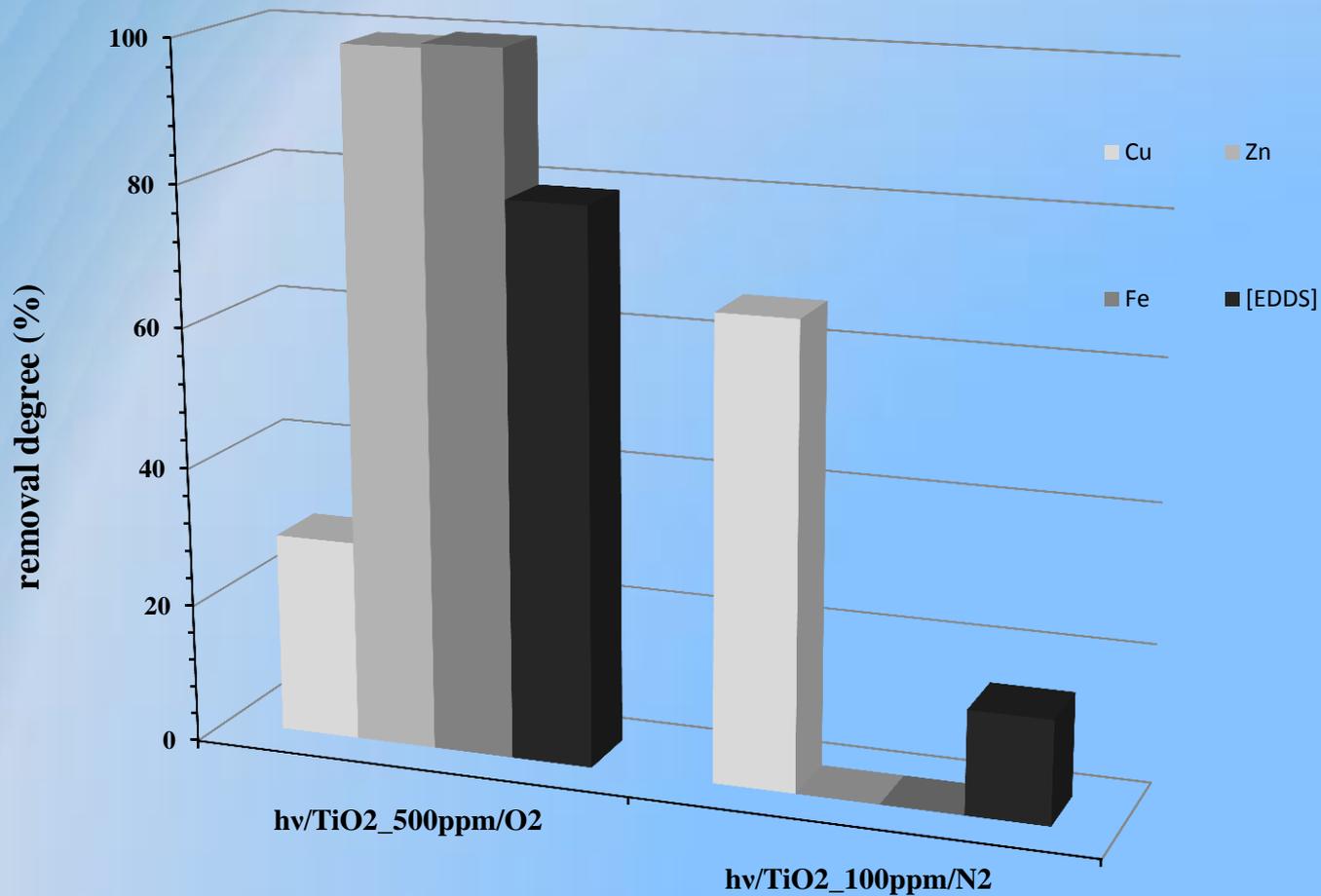


PROCESSI FOTOCATALITICI CON RADIAZIONE SOLARE

Le prove con radiazione solare naturale sono state condotte utilizzando un collettore piano sostenuto da una struttura in alluminio con un reattore tubolare, costituito da 8 tubi paralleli in vetro borosilicato connessi da giunzioni di plastica



PERCENTUALI DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI ATTRAVERSO LE DUE FASI DEL PROCESSO DI FOTOCATALISI DEL TiO₂ UTILIZZANDO RADIAZIONE SOLARE



OSSIDAZIONE ACIDO OSSALICO

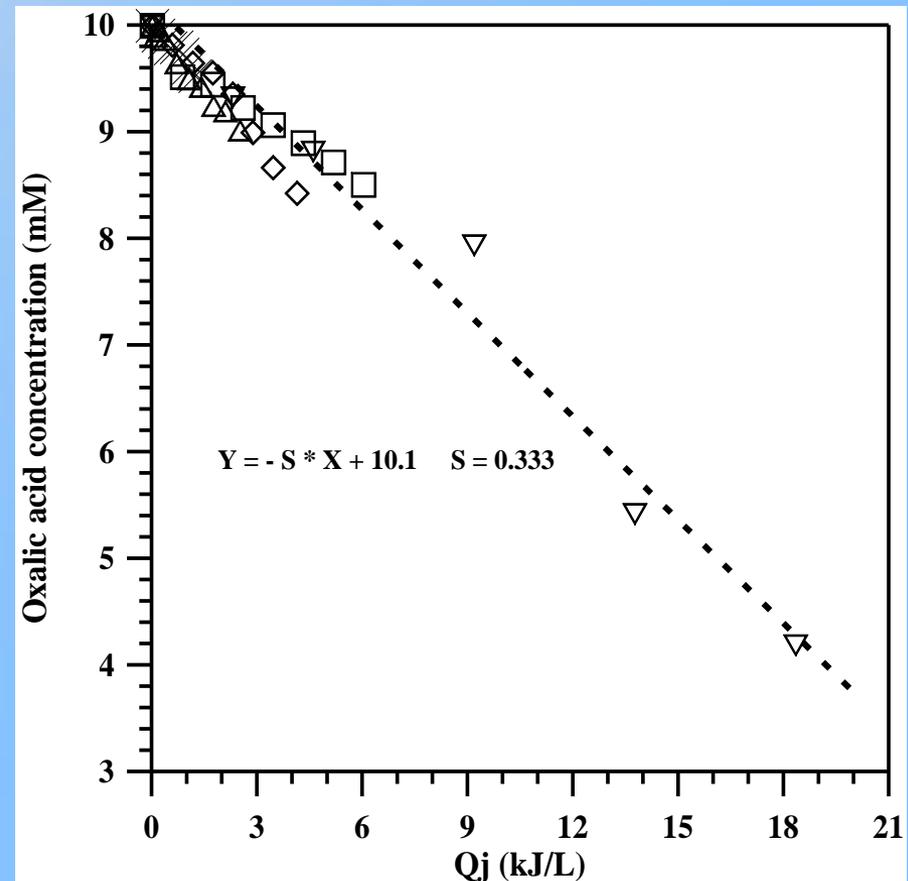
- I dati si riportano in funzione dell'energia fornita per unità di volume

$$Q_{j,n} = Q_{j,n-1} + \Delta t_n \cdot UV_{G,n} \cdot \left[\frac{A_{ir}}{V_t} \right]$$

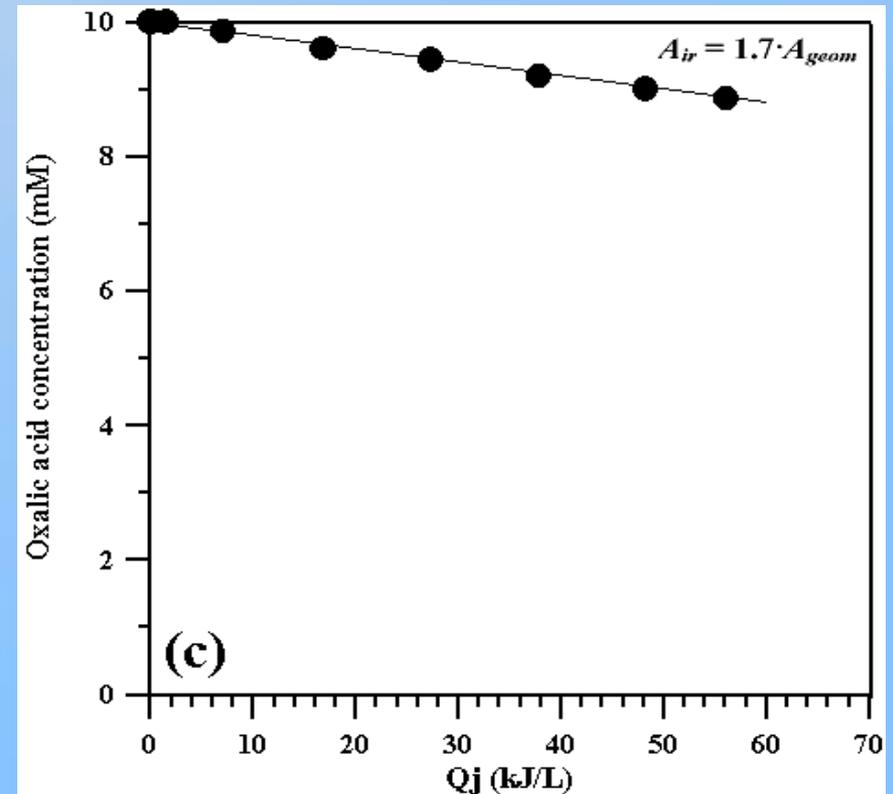
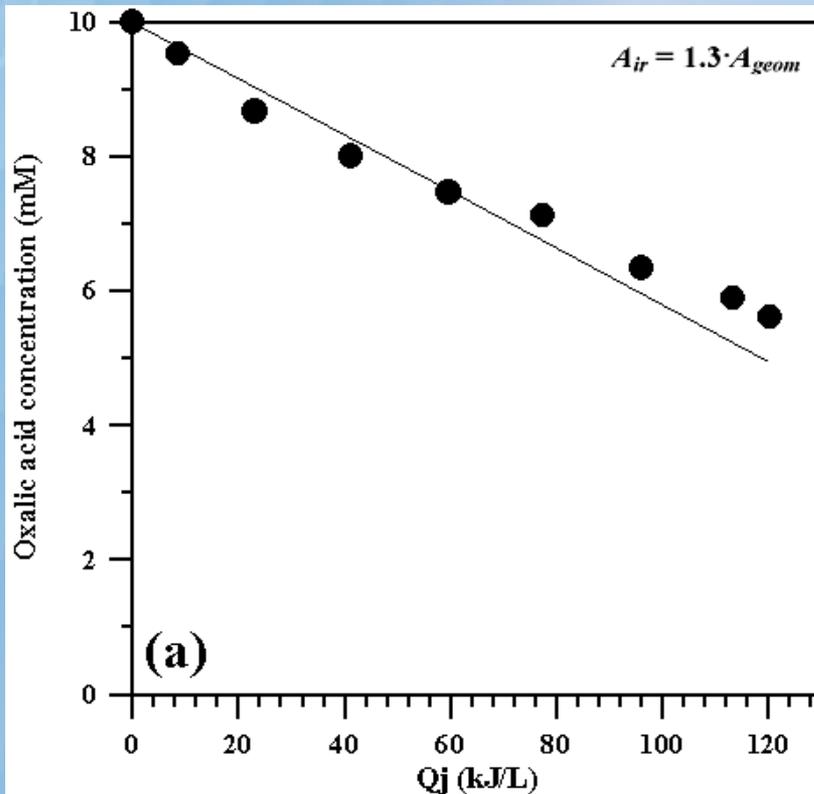
- Area della superficie irradiata
- Test basato sull'ossidazione dell'acido ossalico
- Test di laboratorio

$$S = k'' \cdot \Phi \cdot \left[1 - e^{(-2.3 \cdot \mu \cdot l \cdot q)} \right] \cdot \frac{V_{ir}}{V_t}$$

$$[Oxalic\ acid]_t = [Oxalic\ acid]_o - S \cdot Q_{j,n}$$



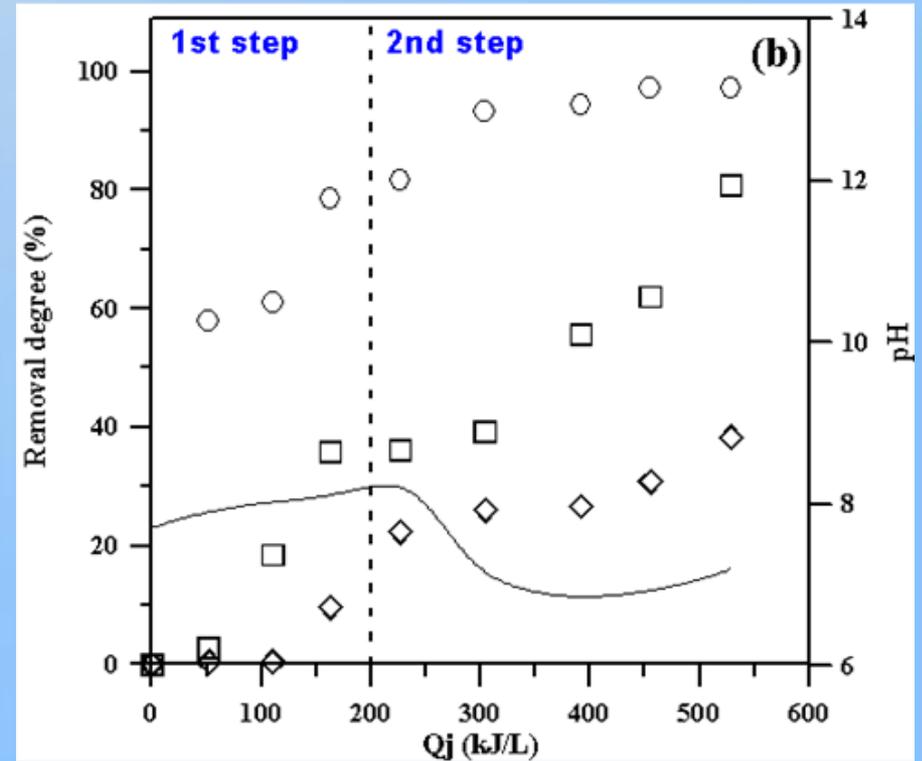
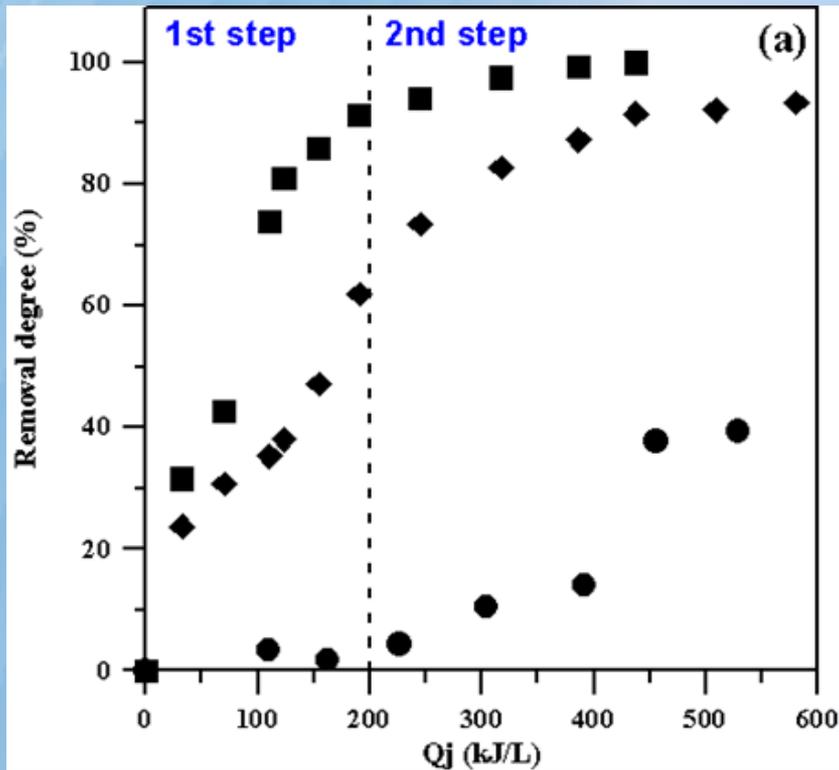
CONCENTRAZIONI DI ACIDO OSSALICO IN FUNZIONE DELL'ENERGIA RICEVUTA COME RADIAZIONE SOLARE NATURALE CON IL VARIARE DEI VOLUMI IRRADIATO E TOTALE



(a): $V_{ir} = 3.42 \cdot 10^{-2}$ l, $V_t = 0.35$ l, $Q_v = 80$ l/h

(c): $V_{ir} = 3.421 \cdot 10^{-2}$ l, $V_t = 0.70$ l, $Q_v = 80$ l/h

Stimato il valore dell'area illuminata del fotoreattore è possibile calcolare Q richiesto per rimuovere ferro, rame, zinco ed EDDS



Grado di rimozione di Zn (■), Cu (◆), NO_3^- (●), EDDS (○), TOC (□) and COD (◇) e pH (—) durante i due processi foto catalitici solari.

CONCLUSIONI

- Una sequenza di trattamenti fotocatalitici con radiazione solare simulata è stata testata per rimuovere ferro, rame, zinco ed EDDS da soluzioni provenienti da soil washing
- I risultati di laboratorio hanno dimostrato l'efficacia del processo
- Sono state effettuate prove con radiazione solare naturale, ottenendo tempi di reazione più elevati
- I dati sono stati riportati facendo riferimento all'energia fornita per unità di volume
- Con un test basato sull'ossidazione dell'acido ossalico è stata ricavata l'area della superficie illuminata e quindi il valore di energia necessario per ottenere un'alta percentuale di rimozione degli agenti inquinanti
- Il processo fotocatalitico con radiazione solare naturale è efficace