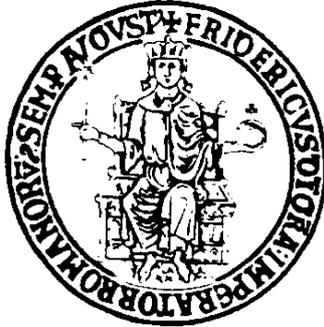


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**CORSO DI STUDIO MAGISTRALE IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
CLASSE DELLE LAUREE MAGISTALI IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
(CLASSE LM35)**

TESI DI LAUREA

**INTERAZIONI E DINAMICHE DI MOBILITÀ ALL'INTERFACCIA SOLIDO-LIQUIDO DI
TERRENI ARTIFICIALI INSATURI (OECD) SOTTOPOSTI A MICRO-
CONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI**

Relatore
Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

Candidato
Giovanni Autiero
matricola M67/159

Correlatore
Dott. Ludovico Pontoni

Anno Accademico 2014-2015

Sostenibilità dell'agricoltura



Riuso delle acque reflue

I Contaminanti Emergenti

- **Drugs**
 - Analgesics/anti-inflammatories
 - Antibiotics
 - Anti ulcer
 - Beta blockers
 - Lipid regulators
 - Psychiatric drugs
 - Hormones
- **Personal care and other products in daily use**
 - Antiseptics
 - Synthetic fragrances
 - UV Filters
 - Flame retardants
 - Insect repellents
 - Plasticizers
 - Surfactants
- **Priority pollutants**
 - Pesticides
 - Polybromodiphenyl esters
 - Heavy metals
 - Polyaromatic Hydrocarbons
- **Disinfection by-products**
 - **Ozonation by-products**
 - Carboxylic acids
 - Aldoketoacids
 - Aldehydes
 - Unknown assimilable organic carbon
 - **Chlorination by-products**
 - Haloacetic acids
 - Haloacetonitriles
 - Trihalomethanes
 - Chloral Hydrate
 - Cyanogen Chloride
 - Unknown organic halogens

Metalli pesanti

○ Cu



○ Zinco



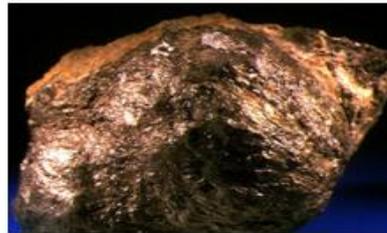
○ Nichel



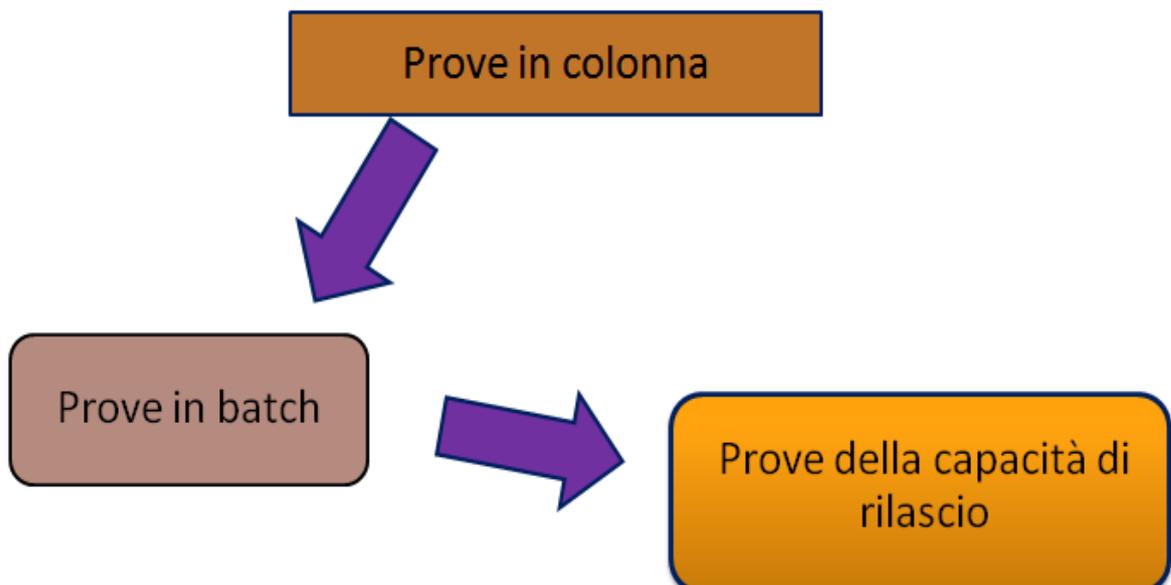
○ Cromo



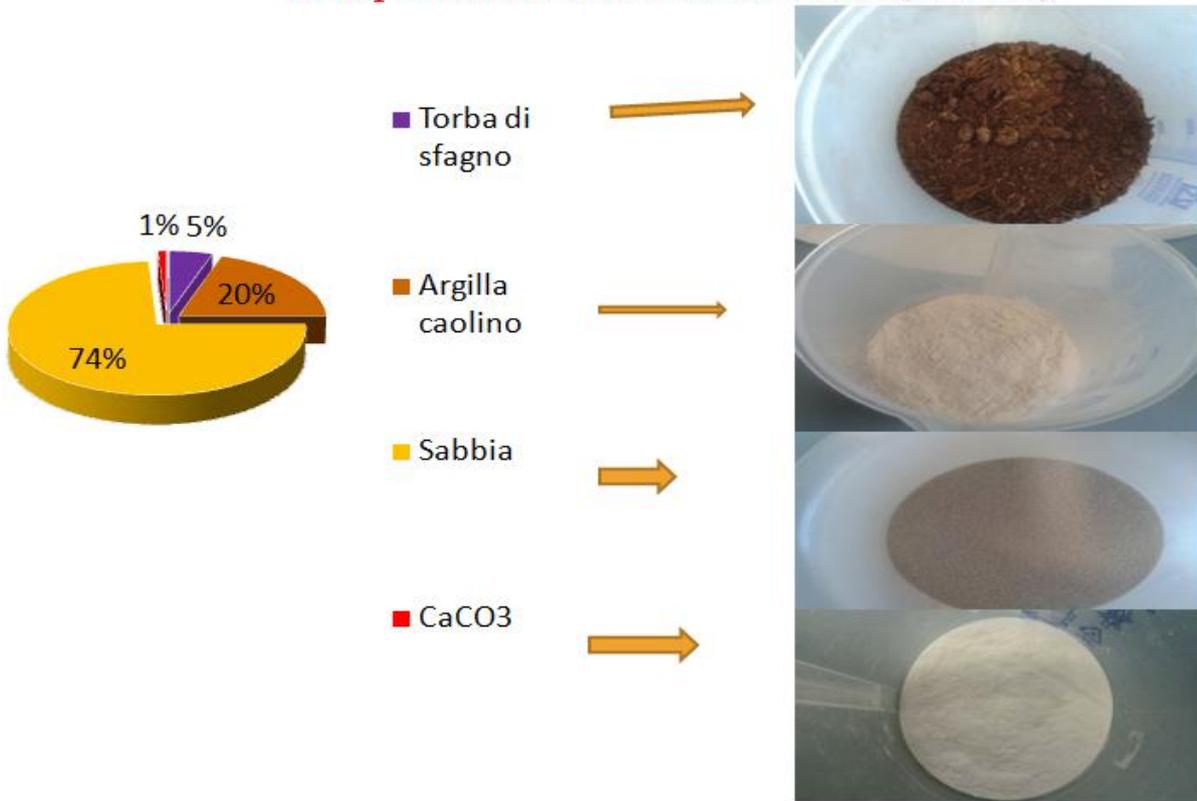
○ Arsenico



L.A.R.A. (Laboratorio di Analisi e Ricerca Ambientale)



Composizione del suolo modello (OECD)



Refluo artificiale con metalli in tracce e forza ionica costante

Parametro	D.lg: 152/06 e DM 367/2004 Standard di Qualità Ambientale*	Riuso acque reflue in agricoltura (uscita impianto recupero)	d.lg: 31/2001 Acque destinate al consumo umano
Aluminio (mg/L)		1	0.2
Arsenico (mg/L)	0.002	0.02	0.001
Bario (mg/L)		10	
Berillio (mg/L)		0.1	
Boro (mg/L)		1.0	1.0
Cadmio (mg/L)	0.0001	0.005	0.005
Cromo (mg/L)		0.1	0.05
Cromo VI (mg/L)	0.0015	0.005	
Cobalto (mg/L)		0.05	
Ferro (mg/L)		2	0.2
Manganese (mg/L)		0.2	0.05
Mercurio (mg/L)	0.000002	0.001	0.001
Nichel (mg/L)	0.0013	0.3	0.02
Piombo (mg/L)	0.0004	0.1	0.01
Rame (mg/L)		1	1
Selenio (mg/L)		0.01	0.01
Tallio (mg/L)		0.001	
Stagno (mg/L)		3	
Vanadio (mg/L)		0.1	0.05
Zinco (mg/L)		0.5	
Cianuri tot. (mg/L come CN)		0.05	0.05
Solfuri (mg/L H ₂ S)		0.5	
Solfiti (mg/L come SO ₃)		0.5	
Cloro attivo (mg/L)		0.2	
Fluoruri (mg/L)		1.5	1.5

As = 10 ppb
 Cr = 50 ppb
 Ni = 150 ppb
 Cu = 500 ppb
 Zn = 0,25 ppb

Prove in colonna



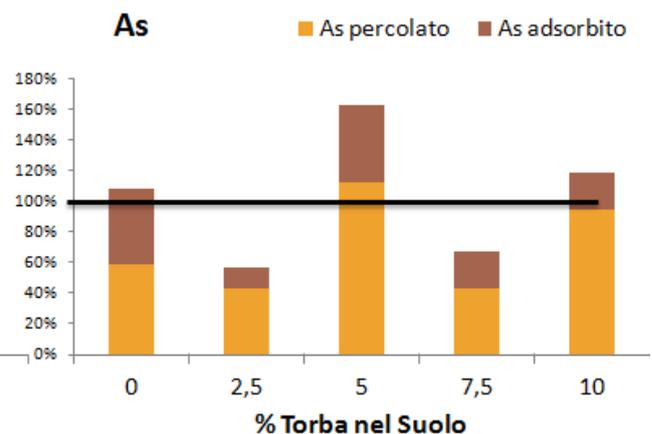
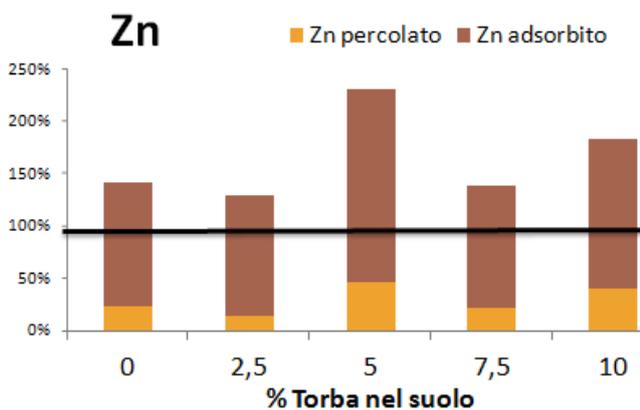
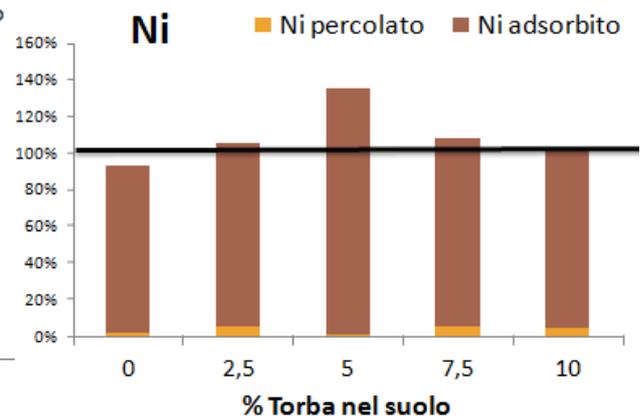
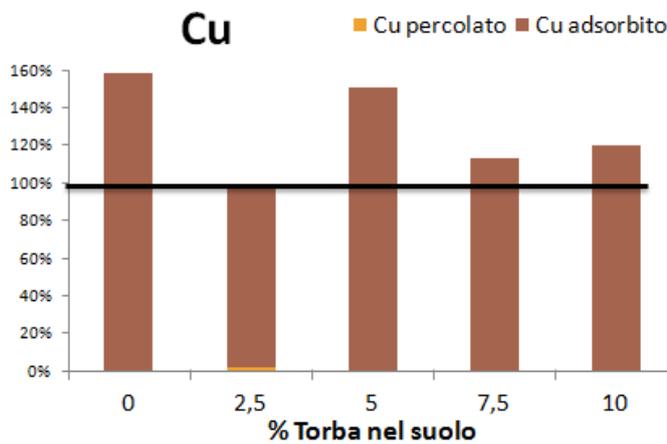
- Prelevato il primo cm di terreno
- Mineralizzazione
- Estrazione sequenziale

Frazione scambiabile

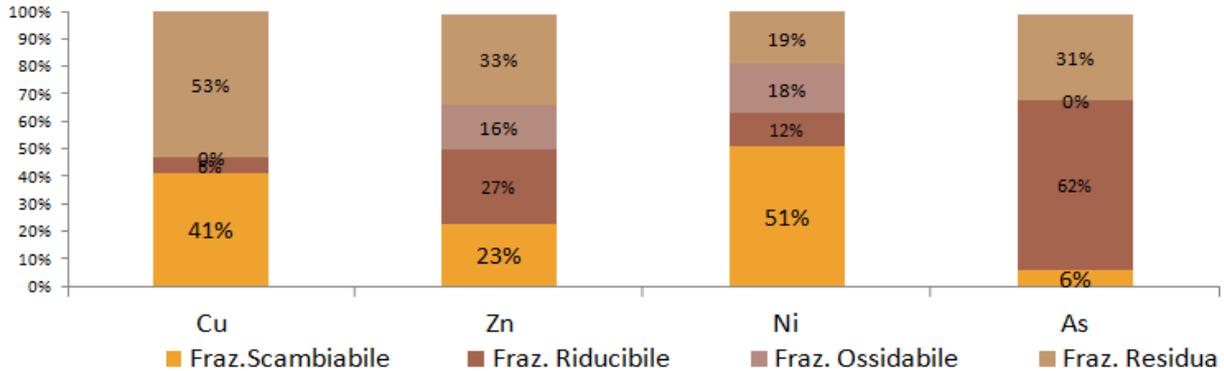
Frazione riducibile

Frazione ossidabile

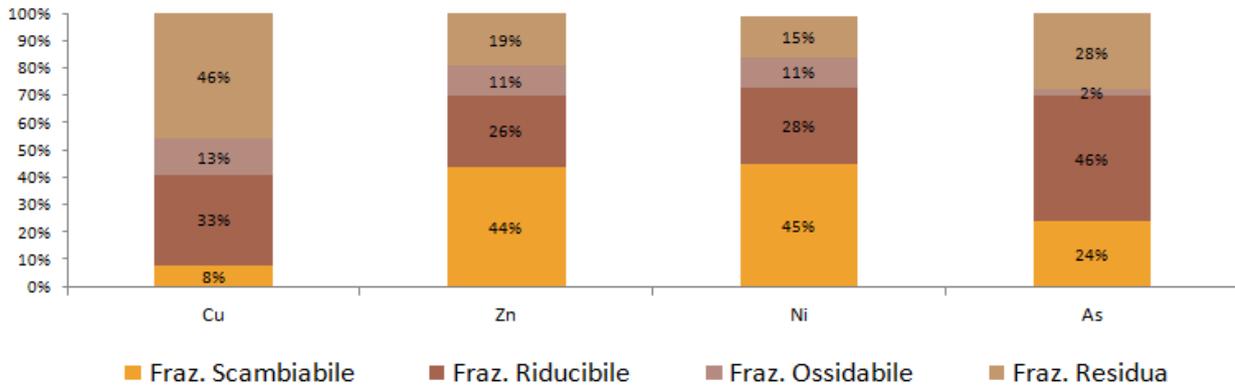
Frazione residua



Colonna 0% Torba



Colonna 10% Torba



Prove in batch



- Cu
- Ni
- Cr
- Zn

4g/l Suolo modello 'OECD'

Refluo artificiale
100mg/l
75g/l
50 mg/l
10 mg/l
5 mg/l
1mg/l

Setup sperimentale

~~CaCO₃~~



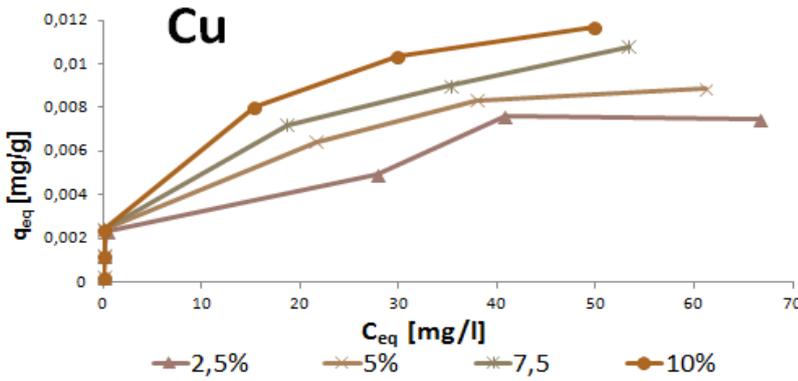
Precipitazione

~~Sabbia~~

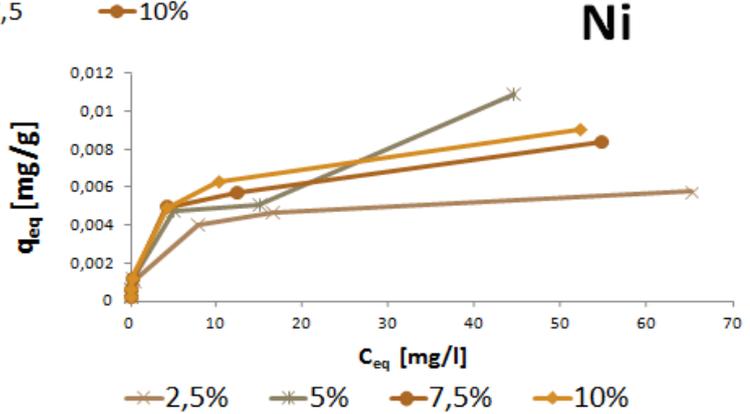


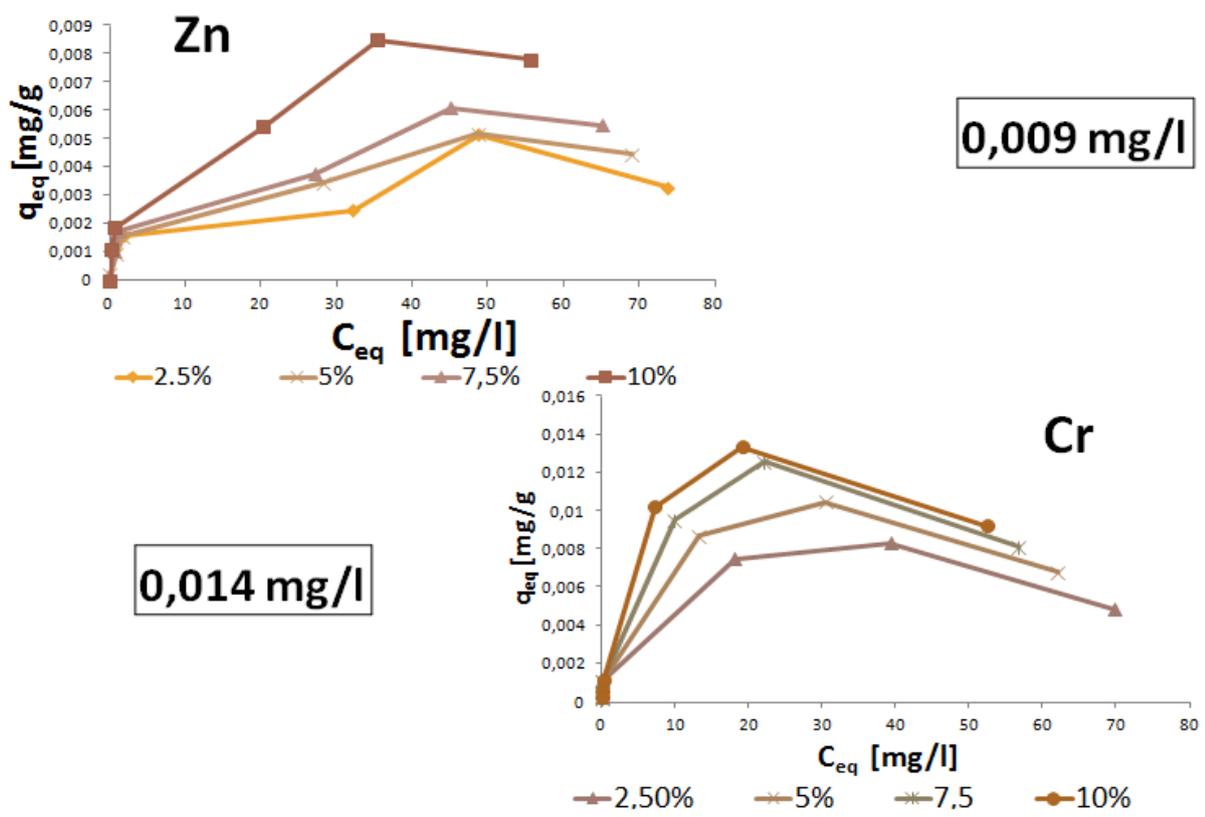
Inerte

Suolo	% Caolinite	% Torba
2,5%	20	2,5
5%	20	5
7,5%	20	7,5
10%	20	10



0,010 mg/l



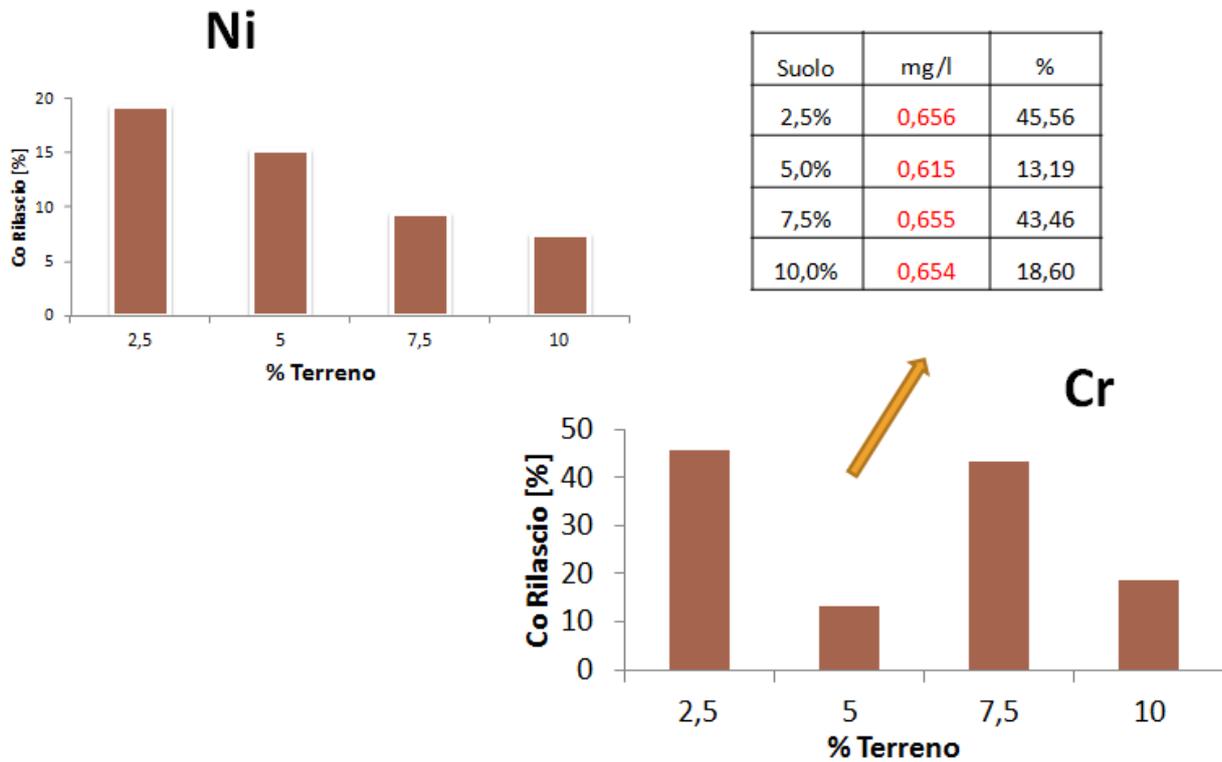


Prove di rilascio



Suoli 'OECD' CONTAMINATI





1. **Cu risulta poco mobile e con un grado di reversibilità del fenomeno di adsorbimento nullo**
2. **La % torba condiziona la reversibilità dell'adsorbimento del Ni**
3. **Il Cromo per alte concentrazioni ha un effetto negativo sul fenomeno di adsorbimento e la torba non influisce sul grado di reversibilità**
4. **L'As dimostra una elevata mobilità con conseguenti rischi per le acque sotterranee**
5. **I metalli adsorbiti sul primo cm, con il trascorrere del tempo, potrebbero generare fenomeni di bioaccumulo nelle radici della vegetazione irrigata**