

*le rôle des minéraux dans l'épuration des effluents de
fromagerie*

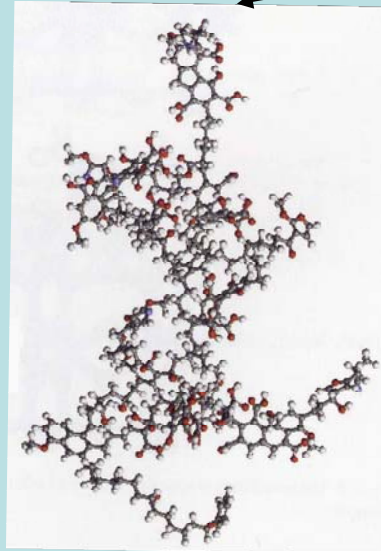
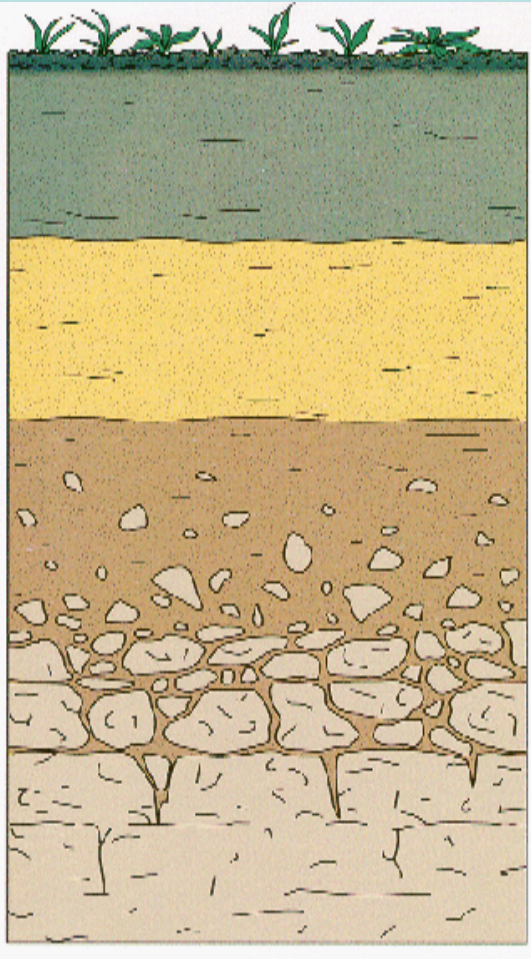
ruolo dei minerali nella depurazione dei reflui caseari

Alberto Agnelli, Giuseppe Corti, Stefania Cocco

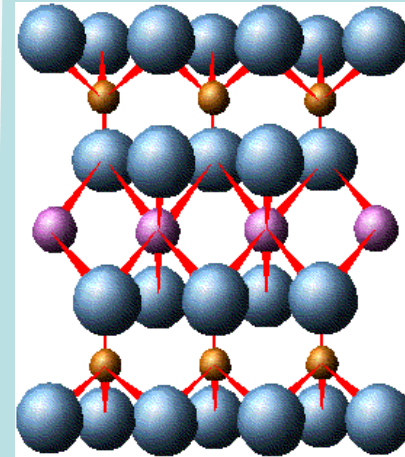
Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali
Facoltà di Agraria, Università Politecnica delle Marche, Ancona

Il suolo è il comparto ambientale deputato alla purificazione delle acque da inquinanti organici, biologici e metalli pesanti

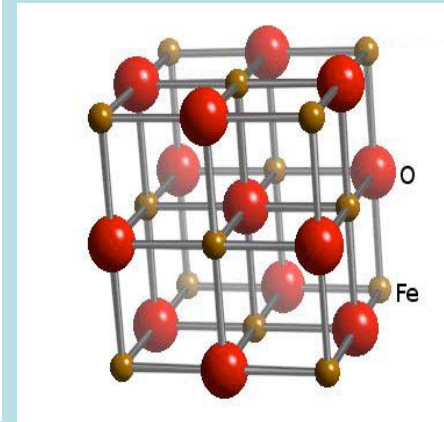
strutture



acidi umici



minerali 2:1

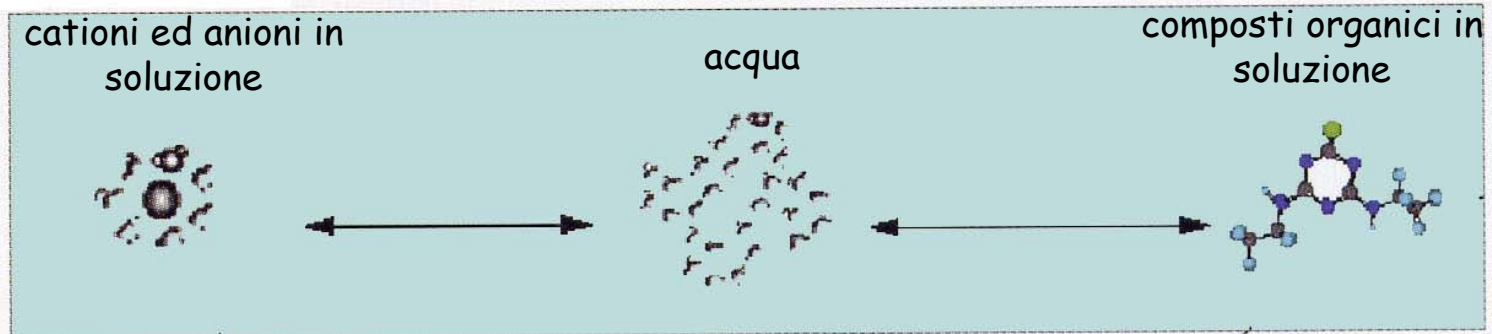


ossidi di Fe

Comunità
microbiche



Soluzione del suolo



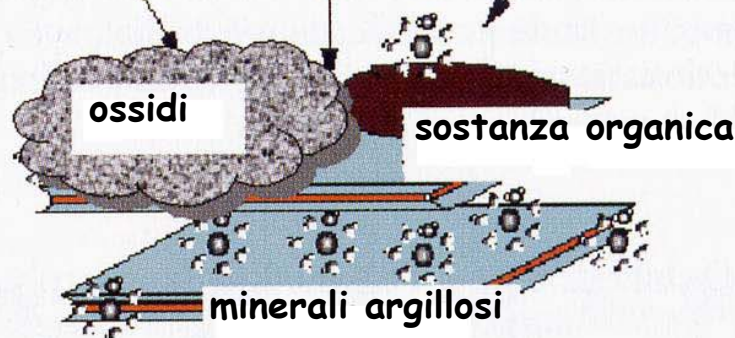
Processi

Scambio ionico
Adsorbimento specifico
Precipitazione

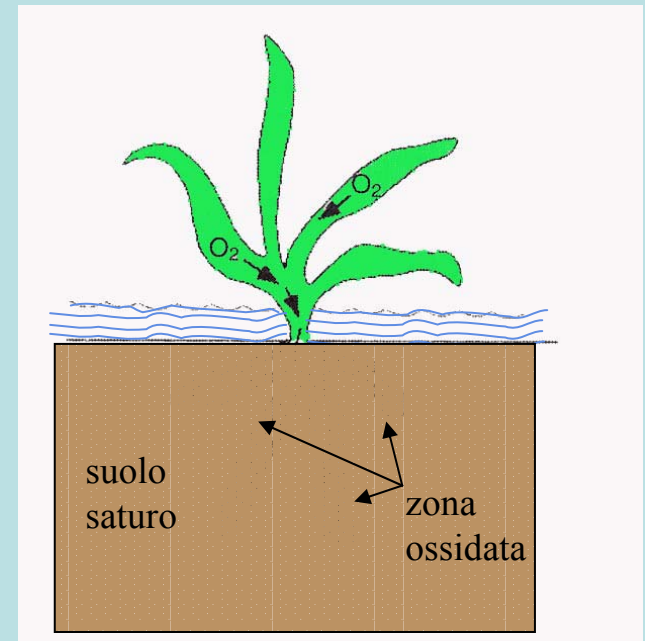
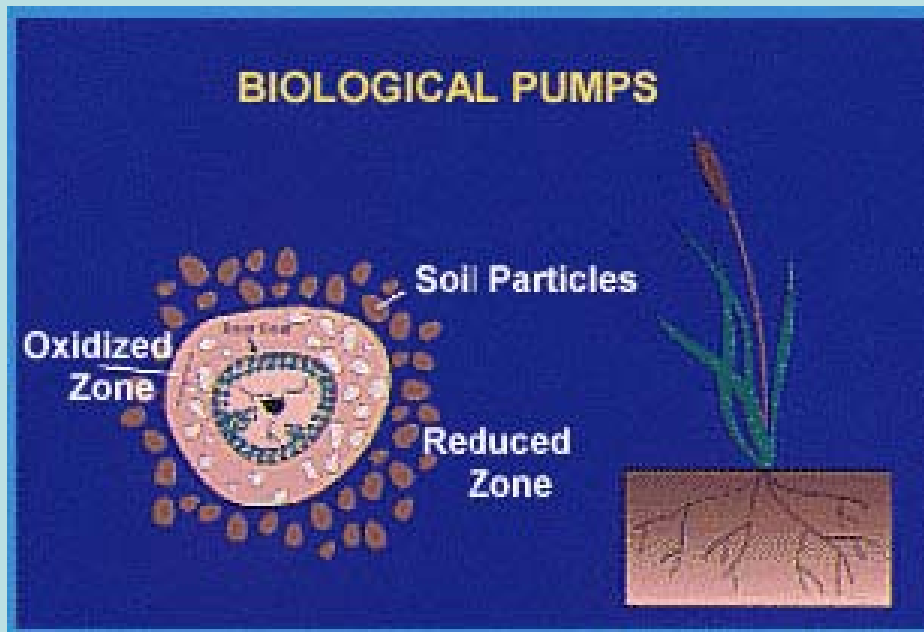
Acidificazione delle
superfici
Adsorbimento di H₂O
Shrink/swell

Adsorbimento
Trasformazioni
abiotiche

Componenti del suolo



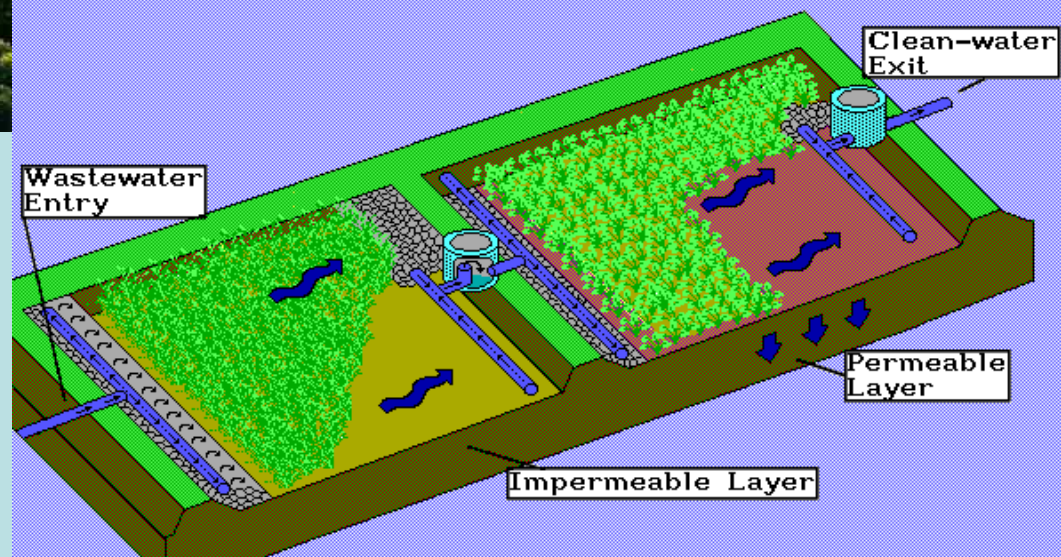
La capacità adsorbente e degradante del suolo viene mantenuta dalla presenza di piante radicanti che le piante, inoltre, agiscono come una pompa biologica, asportando ciò che viene bloccato sul complesso di scambio facendo sì che in comparti deputati portando O_2 dalle foglie alle loro radici, permettendo ai microrganismi di colonizzare la rizosfera.



Per questi motivi, suoli di varia natura sono stati utilizzati per lo smaltimento di acque reflue di origine civile e agricola



Constructed Wetland



Limiti delle wetlands

- 💧 Le componenti più attive nell'adsorbimento sono diluite nella matrice
- 💧 Impianti di dimensioni eccessive
- 💧 Spreco della risorsa suolo

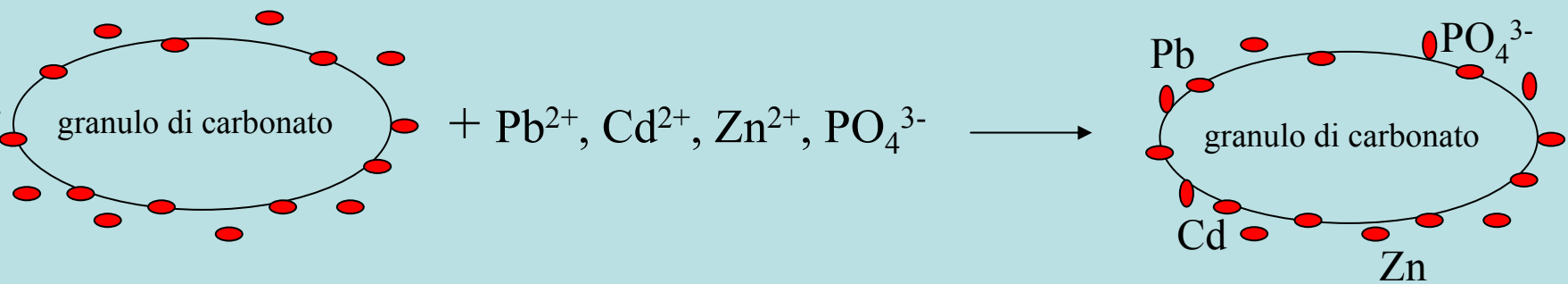


*Costruire sistemi di trattamento delle acque reflue
di dimensioni contenute e ad alta efficienza,
utilizzando materiali di scarto, contenenti minerali
efficaci nell'adsorbimento e/o nella precipitazione dei
metalli*

Materiali di scarto - carbonati



Come agiscono: metalli pesanti e fosfati co-precipitano alla superficie dei granuli carbonatici insolubilizzati dagli anioni CO_3^{2-}



Materiali di scarto - ossidrossidi di Fe

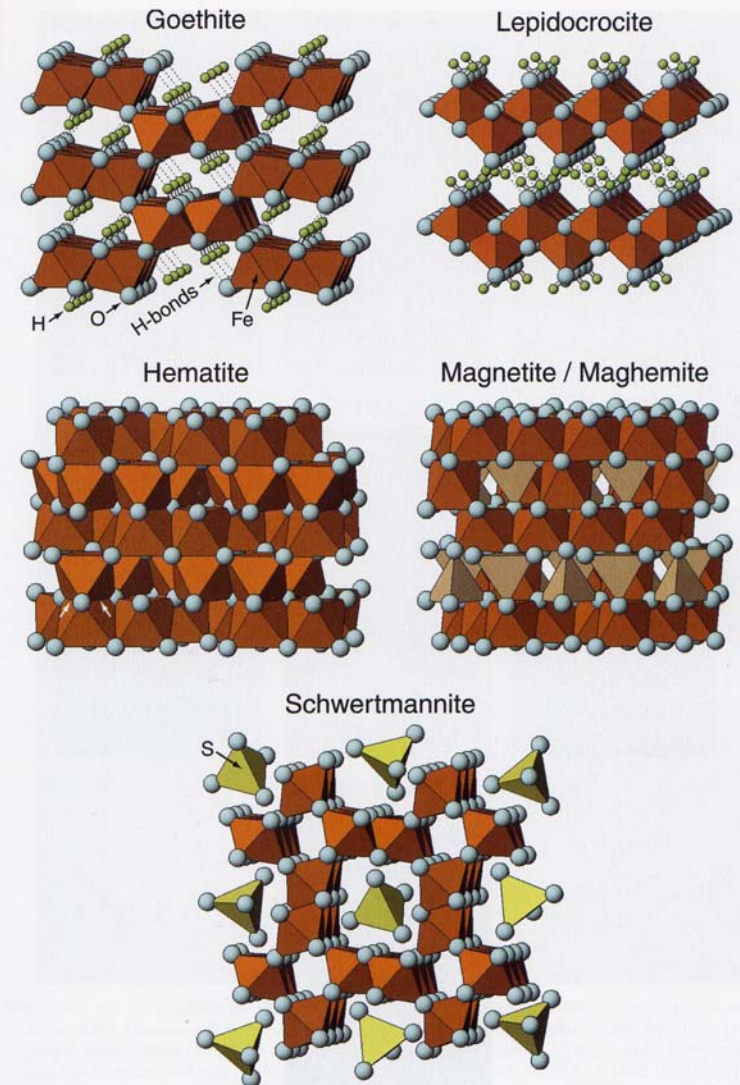
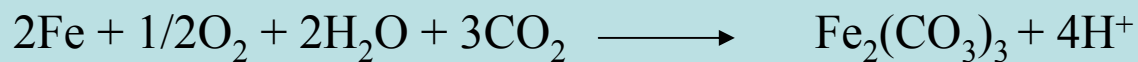
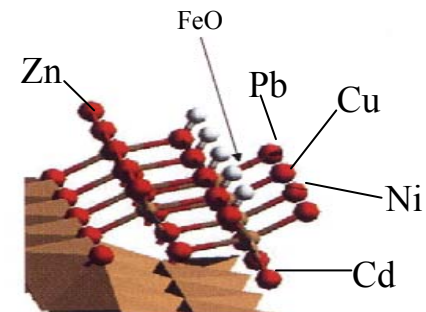
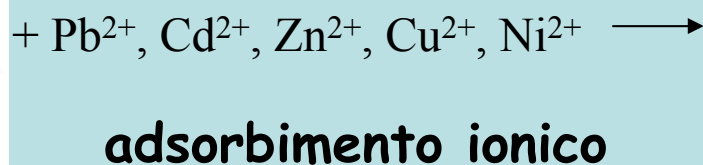
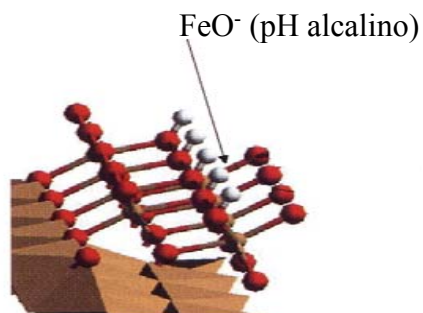
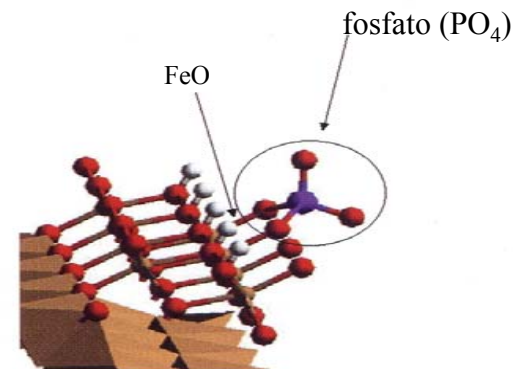
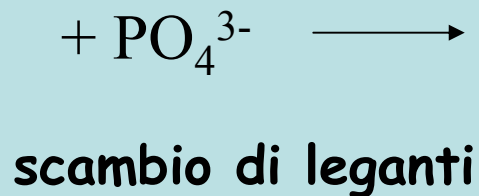
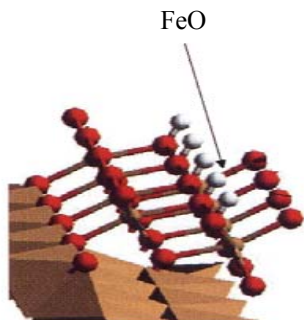


Plate 10-1. Polyhedral structure models for selected Fe oxides. Arrows in the hematite structure point to a shared face between two adjacent octahedra. Iron-containing tetrahedral sites in the magnetite/maghemite structure are drawn slightly lighter for clarity.

Come agiscono:



Materiali di scarto - caolinite

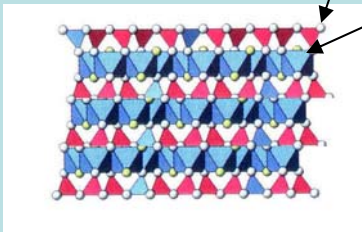


spesso i sanitari finiscono in discarica



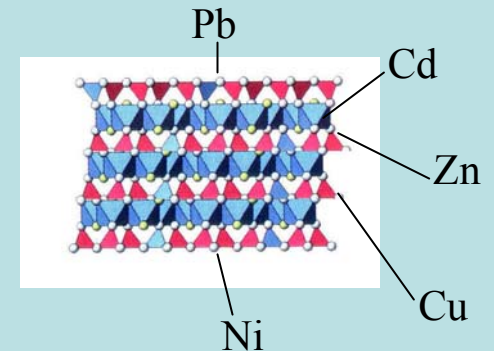
Come agisce:

Si-O⁻ e Al-O⁻ (pH alcalino)

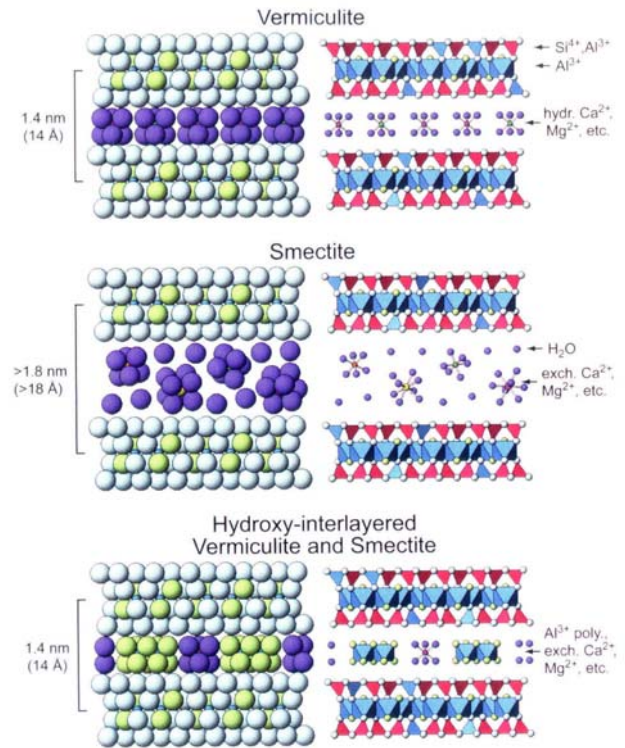


+ Pb²⁺, Cd²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺ →

**adsorbimento ionico su cariche
a pH variabile**

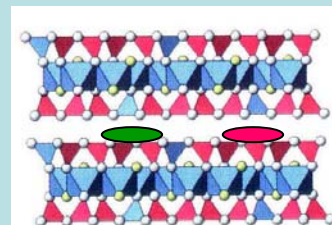
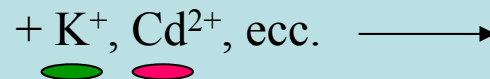
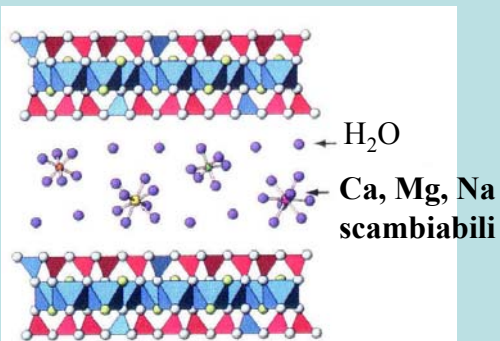


Materiali di scarto - minerali argillosi

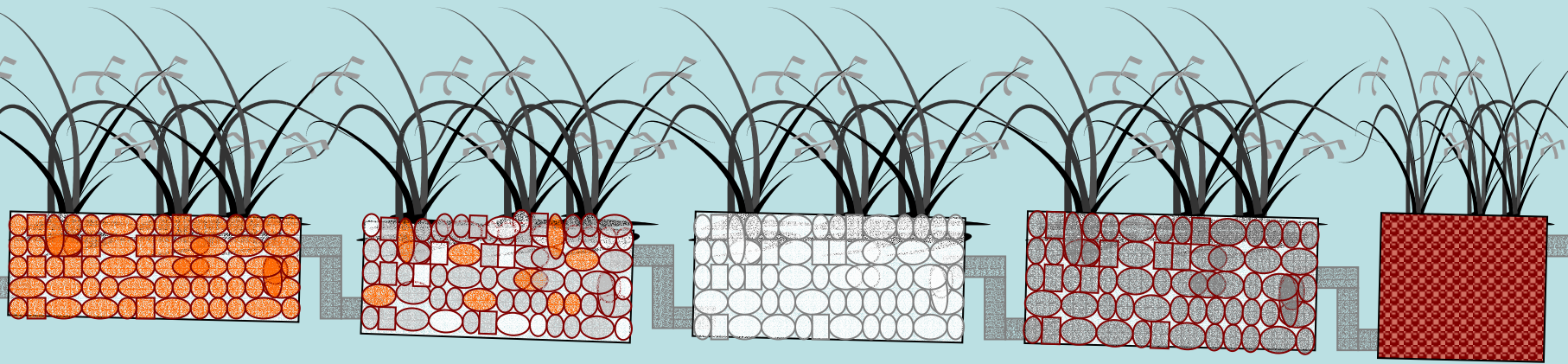


Come funzionano:

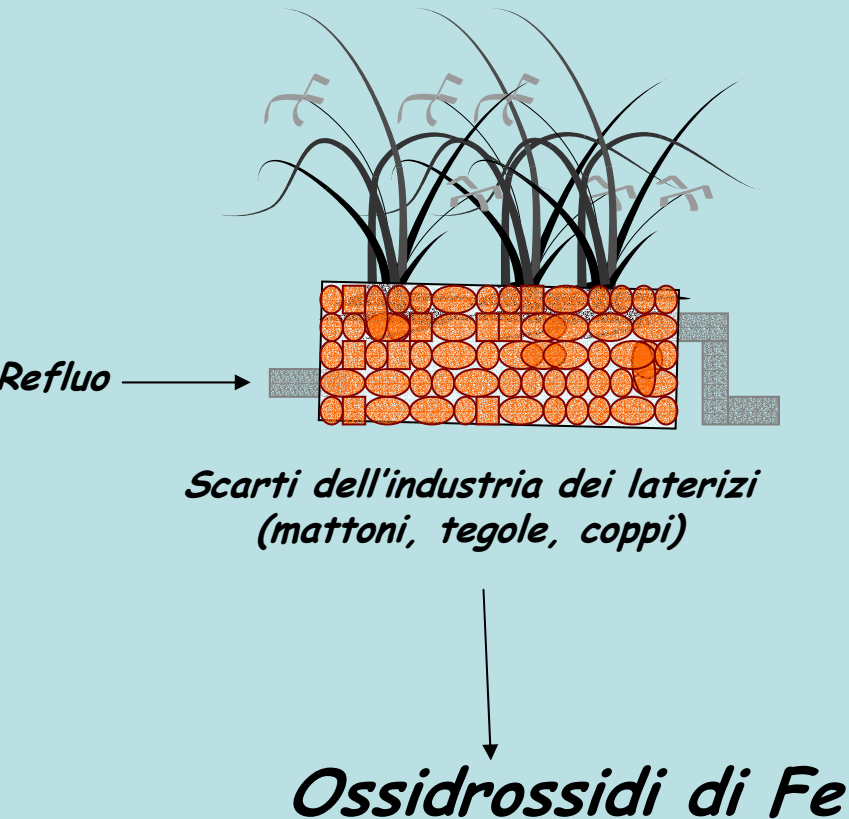
l'interstrato dei minerali argillosi adsorbe selettivamente K⁺, NH₄⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cs⁺, Ba²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Ag⁺, Al³⁺ e altri ioni



ipotesi di impianto di bio-pedo-trattamento

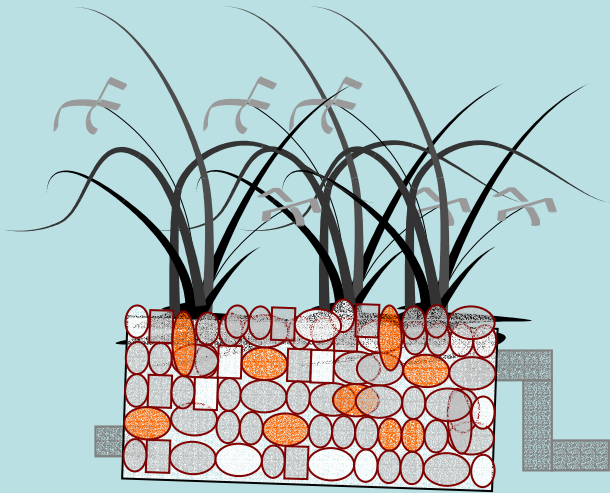


1° segmento dell'impianto



Sono trattenuti:
fosfati, NH_4^+ , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} ,
 Cu^{2+} , Ni^{2+} e altri metalli pesanti

2° segmento dell'impianto



Sono trattenuti e precipitati:
fosfati, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+}
e altri metalli pesanti

Materiali cementizi - reflui edili

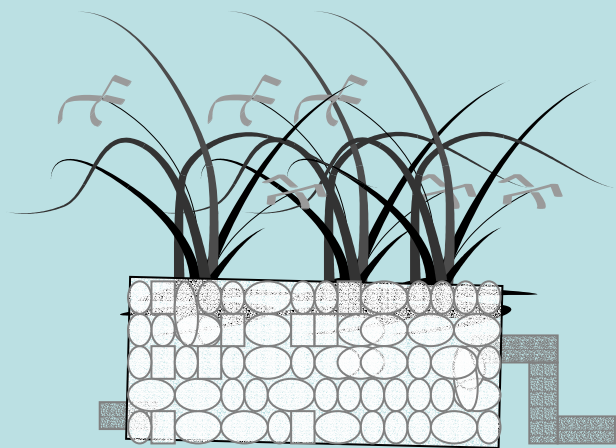


Ossidi di Fe

+

carbonati

3° segmento dell'impianto



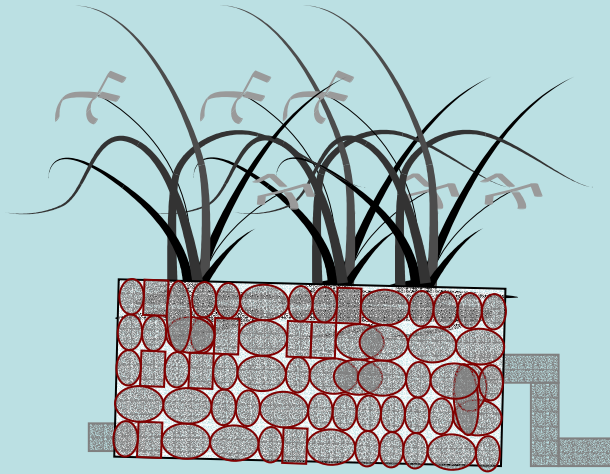
*Rocce calcaree frantumate
- scarti di cave*



carbonati

Sono precipitati:
fosfati, NH_4^+ , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} ,
 Cu^{2+} , Ni^{2+} e altri metalli pesanti

4° segmento dell'impianto



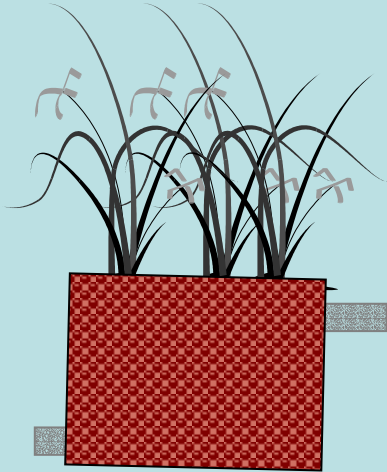
scarti di miniera



Ossidi di Fe

Sono trattenuti e precipitati:
fosfati, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+}
e altri metalli pesanti

5° segmento dell'impianto



sono adsorbiti e precipitati fosfati,
 NH_4^+ e metalli pesanti

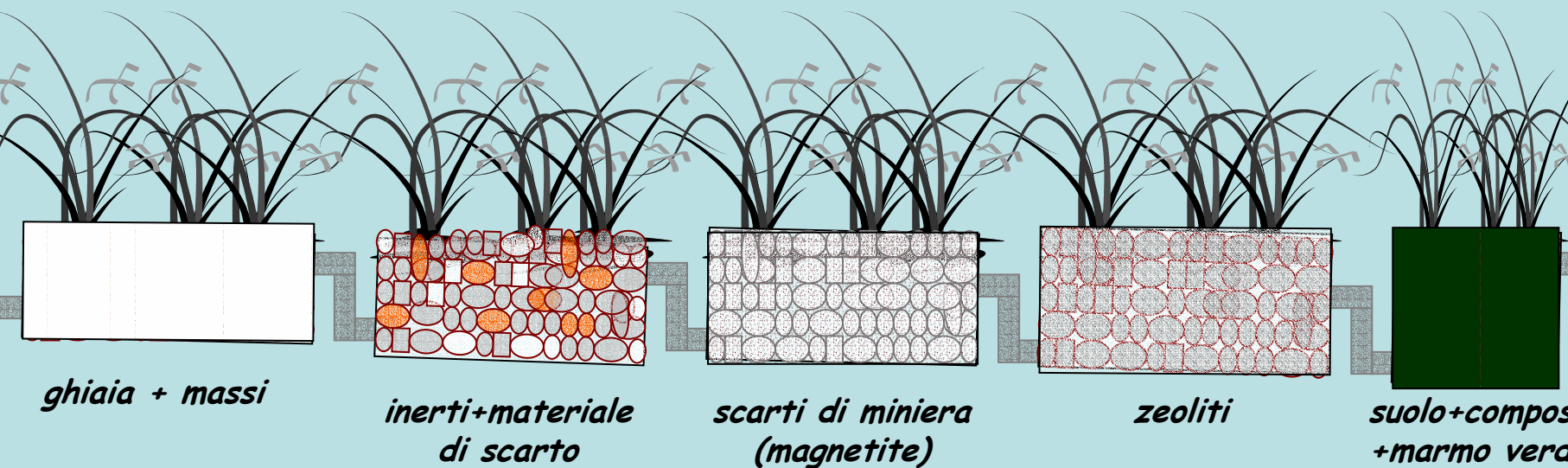
*Polveri ricavate dalla
frantumazione dei materiali
utilizzati nei segmenti
precedenti*

In ogni segmento si hanno anche altri processi come evapotraspirazione, assorbimento da parte delle piante, aumento di temperatura legato all'attività fermentativa, umificazione dei residui vegetali, che sono funzionali al buon funzionamento dell'impianto.

L'impianto di Champagne

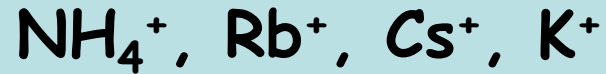


L'impianto per la depurazione delle acque reflue del caseificio di Champagne

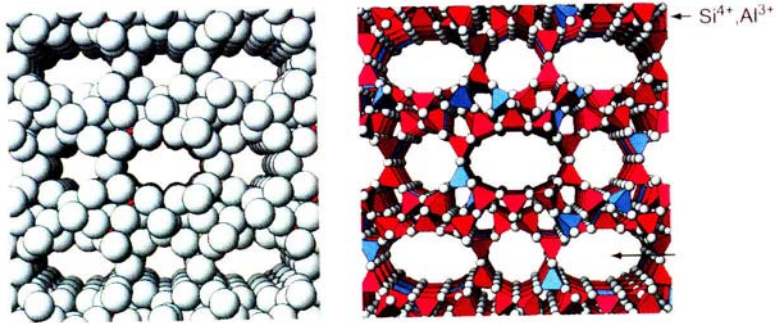


zeoliti

Le zeoliti, grazie alla loro struttura, sono dei setacci molecolari; solo i cationi dal diametro più piccolo dei fori possono entrare:



clinoptilolite, una zeolite

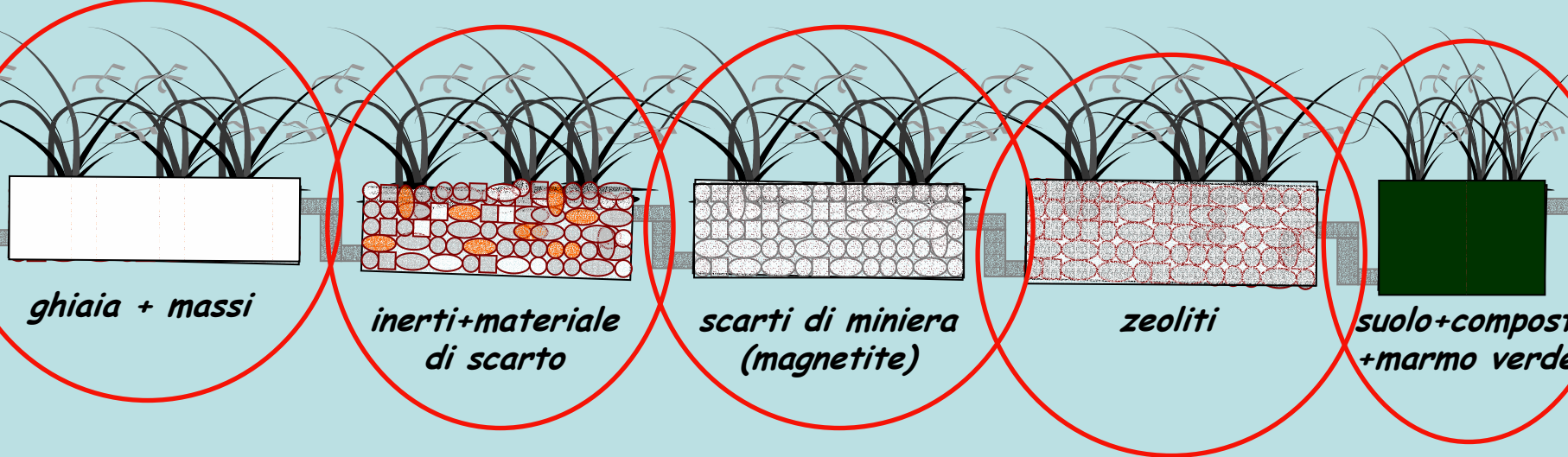


analoga struttura hanno
analcime, chabazite, stilbite,
mordenite, heulandite,
erionite, phillipsite, ecc.

Per questo motivo, negli impianti di depurazione di acque reflue, le zeoliti sono poste nelle ultime fasi

I prelievi fatti a maggior profondità e quindi maggiormente a contatto con i reflui presentano una minor diversità mineralogica

serpentino + calcite (Mg 5-10%) plagioclas quarzo miche caolinite anfiboli clorite interst. mica/min. 2:1 talco ▼ - dolomite	clorite e serpentino miche quarzo calcite calcite (Mg 10%) plagioclas	plagioclas quarzo caolinite miche calcite (Mg 10%) clorite e inter. clorite/min. 2:1 calcite (Mg 20%) dolomite	plagioclas quarzo caolinite min. argillosi 2:1 miche zeolite (analcime) talco calcite dolomite	calcite (Mg 10%) serpentino quarzo caolinite plagioclas clorite e min. argillosi miche anfiboli
--	--	---	---	--



+ serpentino calcite quarzo miche caolinite plagioclas clorite ▼ -	plagioclas quarzo miche calcite clorite e serpentino	caolinite quarzo miche clorite calcite (Mg 10%)	plagioclas quarzo caolinite zeolite (analcime) miche talco calcite	serpentino plagioclas calcite caolinite clorite quarzo
---	---	--	---	---

Benchè, con il tempo i minerali vadano incontro ad alterazione riducendo l'efficienza del sistema, un impianto di bio-pedo-trattamento così concepito ha una durata (stimata) molto lunga, dell'ordine di alcune decine di anni.

Sviluppi futuri del bio-pedo-trattamento con l'uso di materiali di scarto

