

BATA

BACTERIAL-ASSISTED ADSORPTION
TECHNOLOGY FOR ARSENIC REMOVAL FROM WATER

Con il contributo di
Fondazione
CARIPLO



CICLO DELL'ARSENICO E ATTIVITÀ BIOLOGICHE NELLE ACQUE DI FALDA

Redazione a cura di
Ambrogio Pigoli



lucia.cavalca@unimi.it



<http://sites.unimi.it/BATA>

UN WATER
22 MARCH
WORLD WATER DAY



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO




L'arsenico è un elemento ad alto rischio di tossicità per l'uomo e l'assunzione di acqua contaminata è stata riconosciuta dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) la via principale di esposizione all'arsenico per l'uomo. All'origine di tale contaminazione vi sono principalmente attività microbiche che solubilizzano l'elemento presente nei sedimenti degli acquiferi.

Nelle acque di falda l'arsenico (As) è principalmente presente in due stati d'ossidazione, come arsenito As(III) e arsenato As(V), in forme sia organiche sia inorganiche.

L'As(III) è più biodisponibile, tossico e mobile nell'ambiente rispetto all'As(V) che viene più facilmente trattenuto sui sedimenti.

I batteri svolgono un ruolo chiave nel ciclo biogeochimico dell'arsenico. Nelle acque di falda i batteri ne controllano la mobilità attraverso reazioni biochimiche di riduzione ed ossidazione, portando rispettivamente alla liberazione dell'arsenico dai sedimenti o al suo adsorbimento.

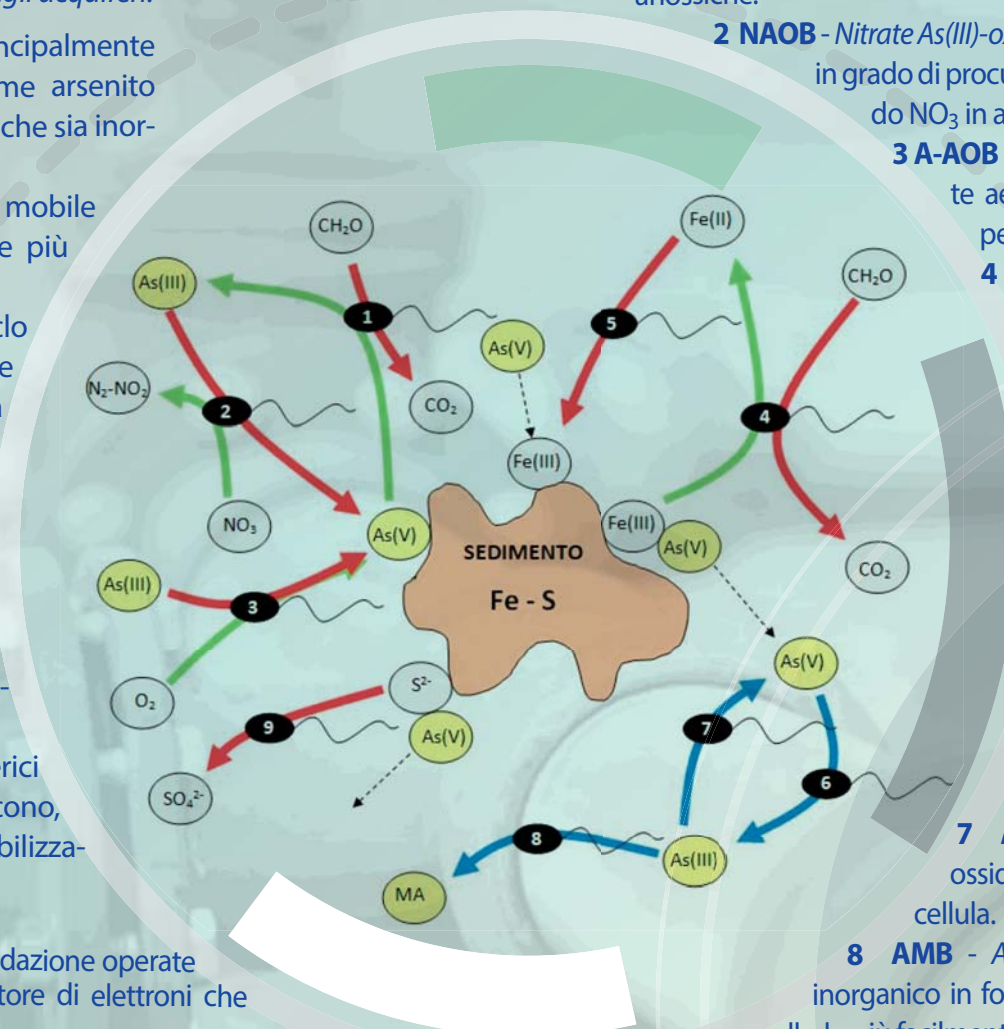
Le popolazioni batteriche coinvolte nei cicli biogeochimici del ferro e dello zolfo influenzano indirettamente queste dinamiche.

In figura sono riportati i processi batterici (rappresentati con ) che agiscono, direttamente o indirettamente, sulla mobilizzazione dell'arsenico.

◀ **Le frecce in rosso** indicano reazioni di ossidazione operate dai microrganismi, partendo da un donatore di elettroni che fornisce energia alla cellula.

◀ **Le frecce in verde** indicano reazioni di riduzione operate dai microrganismi, partendo da un accettore di elettroni che si riduce al fine di ossidare una fonte energetica.

◀ **Le frecce in blu** indicano processi di detossificazione, ossia delle trasformazioni che non forniscono energia alla cellula, ma anzi la richiedono, e che permettono al batterio di sopravvivere in presenza di arsenico.



I metabolismi batterici coinvolti si distinguono in:

1 DARB - *Dissimilatory As(V)-respiring bacteria*. Alcuni batteri anaerobi sono in grado di ridurre As(V) ad As(III) al fine di ossidare la sostanza organica, liberando così As(III) e aumentando la concentrazione di arsenico nelle acque di falda anossiche.

2 NAOB - *Nitrate As(III)-oxydizing bacteria*. Alcuni batteri al contrario sono in grado di procurarsi energia ossidando As(III) ad As(V), riducendo NO_3 in ambiente anossico.

3 A-AOB - *Autotrophic As(III) oxidizing bacteria*. In ambiente aerobico l'ossidazione di As(III) produce energia per la fissazione del carbonio.

4 DIRB - *Dissimilatory iron-reducing bacteria*. Il ferro $[\text{Fe(III)}]$ ha una notevole capacità di adsorbire As(V); quando il Fe(III) viene ridotto da batteri anaerobi per sfruttare energeticamente molecole organiche, si libera As(V) nelle acque.

5 FeOB - *Iron-oxydizing bacteria*. L'As(V) a sua volta può legarsi nuovamente al Fe(III) prodotto dall'ossidazione batterica del Fe(II) sfruttato come fonte energetica.

6 ARB - *As(V) reducing bacteria*. Alcuni microrganismi sono in grado di resistere all'arsenico in quanto riducono As(V) ad As(III) che è espulso dalla cellula più facilmente.

7 AOB - *As(III) oxidizing bacteria*. Questi batteri ossidano As(III) ad As(V) evitando che entri nella cellula.

8 AMB - *As methylating bacteria*. Trasformano l'arsenico inorganico in forme organiche volatili (metilarsine-MA) così da espellerlo più facilmente dalla cellula e disintossicarsi.

9 SOB - *Sulfur-oxidizing bacteria*. As(V) si lega spesso al solfuro (S^{2-}). Quando questo viene ossidato dai microrganismi a SO_2 o SO_3 per ricavare energia, As(V) viene rilasciato dalla particella minerale nelle acque.