

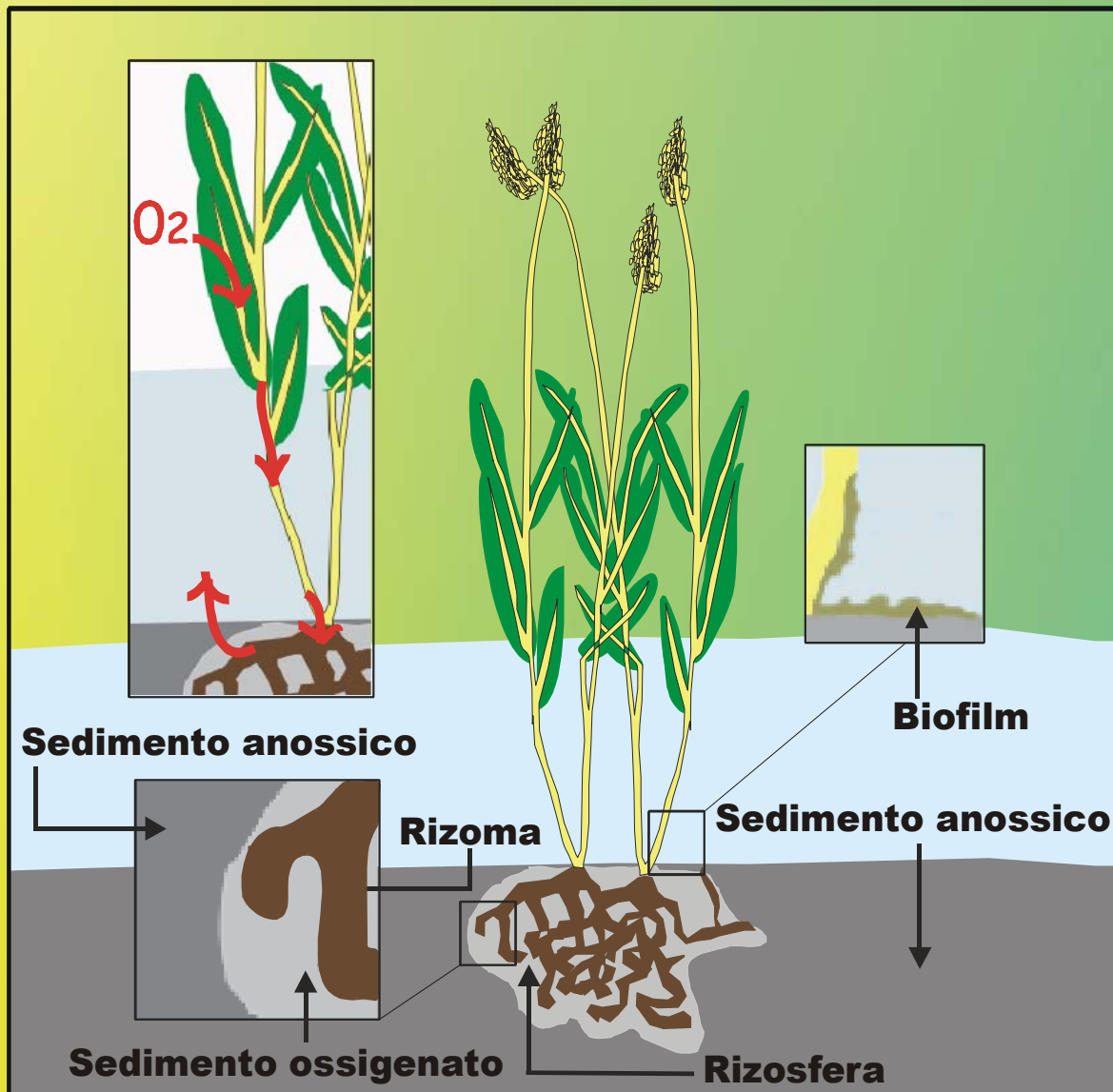


REGIONE
DEL VENETO



CONSORZIO DI BONIFICA
ADIGE-BACCHIGLIONE

PROCESSI DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI IN UN'AREA UMIDA



Azoto, fosforo e solidi sospesi sono le principali forme di inquinanti che si trovano nelle aree umide. La loro presenza diventa dannosa nel momento in cui queste sostanze sono presenti in quantità superiori a quelle necessarie per mantenere l'*ecosistema* in equilibrio.

Le aree umide sono capaci di trasformare queste forme di inquinanti in altre sostanze non nocive per l'ambiente. Questa azione è dovuta ad un insieme di processi fisici, chimici e biologici che dipendono dal *tempo di residenza* delle acque nell'*ecosistema*.

Di seguito vengono illustrati i principali processi di rimozione degli inquinanti dalle acque delle aree umide.

L'azoto

Le aree umide sono spesso ricche di azoto (N). Esso è presente nella *sostanza organica*, nei fertilizzanti e nelle acque di scarico civile che giungono nell'area umida con le acque superficiali. La Natura ha trovato il modo di impedire che l'azoto si accumuli negli *ecosistemi* acquatici. Ciò

avviene mediante una serie di processi fisici, chimici e biologici che costituiscono il ciclo dell'azoto rappresentato nella figura 1.

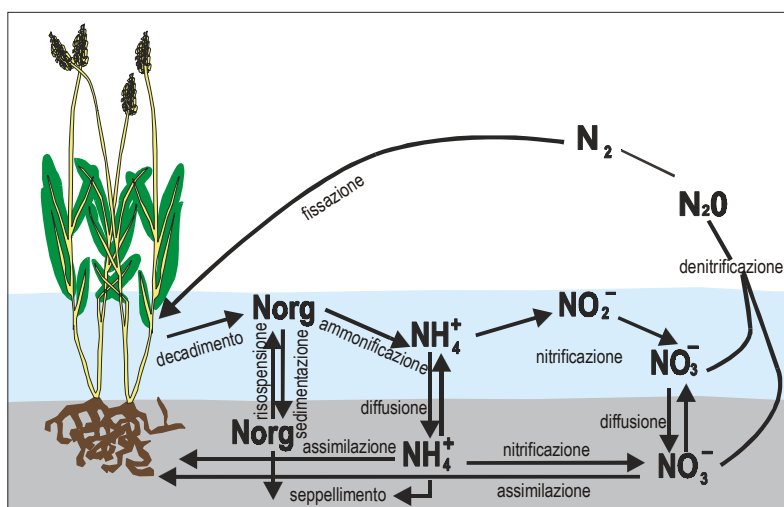


Figura 1: ciclo biogeochimico dell'azoto nelle aree umide a flusso superficiale.

La *sostanza organica* morta (Norg) viene progressivamente *mineralizzata* dopo essere stata sminuzzata dai *macroinvertebrati* e solubilizzata dall'acqua (*lisciviazione*). I prodotti della *mineralizzazione* vengono rilasciati in forma *inorganica* e, nel caso specifico dell'azoto, come ione ammonio (NH_4^+). Questa forma di azoto può essere rimossa dalla colonna d'acqua tramite processi che dipendono dalle condizioni ambientali.

Quando lo ione ammonio diffonde dall'acqua al sedimento può avvenire uno *scambio ionico* con l'argilla ed essere rimosso per *seppellimento* negli strati più profondi del terreno.

In presenza di ossigeno i batteri *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* compiono la **nitrificazione**. Tale processo consiste nella trasformazione dello ione ammonio nello ione nitrito (NO_2^-) e successivamente nello ione nitrato (NO_3^-):

$$\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$$

Le piante palustri, come la comune canna di palude (*Phragmites australis*), provvedono a creare l'ambiente *aerobio* indispensabile per la **nitrificazione**. Esse assimilano l'ossigeno dall'atmosfera, lo trasferiscono alle radici e per *diffusione* lo rilasciano alla *rizosfera*.

Lo ione nitrate prodotto è uno dei migliori nutrienti per tutte le specie vegetali. Esso può essere dunque rimosso dal sistema per **assimilazione** da parte delle piante che lo dovranno utilizzare per produrre nuova *sostanza organica*. Quando poi la pianta morirà, la sua biomassa tornerà nell'acqua e il ciclo di *mineralizzazione* ricomincerà.

In condizioni *anossiche*, normalmente presenti nel sedimento delle aree umide, lo ione nitrate può subire un'altra trasformazione: la **denitrificazione**. Attraverso questo processo alcuni batteri convertono lo ione nitrate in azoto gassoso (N_2):

$$\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{N}_2\text{O} \longrightarrow \text{N}_2$$

Ciò contribuisce in modo consistente alla depurazione delle acque.

Il ciclo viene chiuso dal processo di **fissazione** in cui particolari microrganismi utilizzano l'azoto gassoso come nutriente per la loro crescita trasformandolo nuovamente in biomassa. La quantità di azoto in forma gassosa fissata dai vegetali non incide, tuttavia, in modo significativo sull'inquinamento dell'ecosistema.

Il fosforo

Il fosforo (P) è presente nelle acque delle aree umide prevalentemente nella forma di ione ortofosfato (PO_4^{3-}). Questo inquinante si può trovare in soluzione (DP), associato alla materia sospesa (PP) o può rappresentare un prodotto della *mineralizzazione* della sostanza organica morta (Porg).

Lo ione ortofosfato, assieme ai composti dell'azoto, è responsabile dei fenomeni di *eutrofizzazione* nei corpi idrici superficiali. E' dunque importante che esso non si accumuli negli *ecosistemi* acquatici.

Lo ione ortofosfato è un nutriente indispensabile per le piante; l'**assimilazione** dei vegetali rappresenta dunque una via costante di depurazione dell'acqua da questo inquinante.

L'acqua degli *ecosistemi* acquatici è spesso ricca di particelle solide che possono legarsi con lo ione ortofosfato per **adsorbimento**. Il processo consiste nel passaggio di una sostanza dalla fase acquosa alla superficie di una fase solida. Questo processo può avvenire anche nell'acqua che scorre negli spazi vuoti tra una particella di sedimento e l'altra. In questo caso il fosforo può reagire con il ferro, l'alluminio e il calcio formando composti che facilmente precipitano. In assenza di ossigeno molte di queste reazioni diventano reversibili e rilasciano l'ortofosfato all'acqua. Nel tempo, tuttavia, il graduale **seppellimento** del sedimento e il conseguente isolamento fisico negli strati più profondi, conduce alla definitiva rimozione di questo inquinante dall'acqua. Il **seppellimento** rappresenta anche il destino del fosforo legato alla *sostanza organica* morta quando non trova le giuste condizioni per completare la *mineralizzazione*.

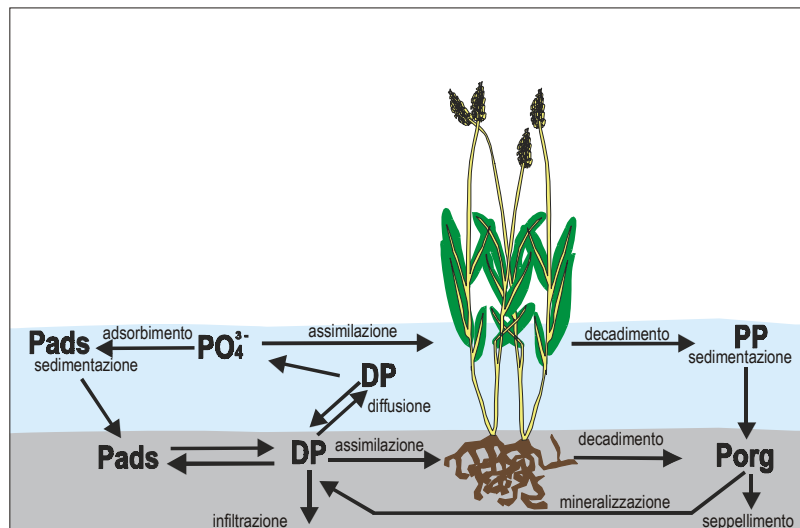


Figura 2: ciclo biogeochimico del fosforo nelle aree umide a flusso superficiale.

In questo caso il fosforo può reagire con il ferro, l'alluminio e il calcio formando composti che facilmente precipitano. In assenza di ossigeno molte di queste reazioni diventano reversibili e rilasciano l'ortofosfato all'acqua. Nel tempo, tuttavia, il graduale **seppellimento** del sedimento e il conseguente isolamento fisico negli strati più profondi, conduce alla definitiva rimozione di questo inquinante dall'acqua. Il **seppellimento** rappresenta anche il destino del fosforo legato alla *sostanza organica* morta quando non trova le giuste condizioni per completare la *mineralizzazione*.

Solidi sospesi

Il termine solidi sospesi (SS) indica quei solidi *organici* ed *inorganici* che sono trattenuti da un filtro con porosità di $0,45 \mu\text{m}$.

All'interno di un'area umida i solidi sospesi si originano in diversi modi; oltre ad arrivare come carico inquinante associato all'acqua in entrata vengono anche prodotti in seguito alla morte di invertebrati, alla frammentazione di tessuti vegetali, alla produzione di fitoplancton e batteri e alla formazione di composti insolubili come i solfuri di ferro. La loro rimozione è permessa da due

processi: la **filtrazione** e la **sedimentazione**. Il **biofilm**, che riveste gli steli delle piante e l'interfaccia sedimento-acqua, filtra le particelle che lo attraversano e utilizza le sostanze disciolte nell'acqua per la produzione di sostanza organica.

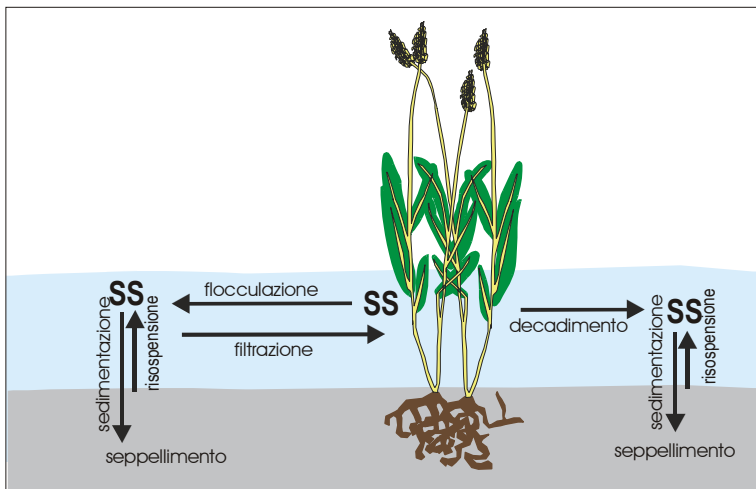


Figura 3: processi che interessano i solidi sospesi nelle aree umide a flusso superficiale.

sedimento e nel caso della **sostanza organica**, la rimozione può anche avvenire per **mineralizzazione** e successiva **assimilazione** dei nutrienti dalle piante.

La **sedimentazione** consiste nel trasferimento sul fondo dei solidi sospesi. Tale processo è dovuto ad una diminuzione della turbolenza e della velocità dell'acqua ed all'aggregazione dei solidi sospesi con altre sostanze (**flocculazione**). Le particelle più pesanti sedimentano nell'area umida in prossimità dei punti di immissione, dove l'acqua perde rapidamente energia, mentre le più piccole sedimentano più lontano in relazione al **tempo di residenza**, alle proprie caratteristiche chimico-fisiche e alla qualità dell'acqua.

I solidi sospesi precipitati vengono rimossi per isolamento fisico nel

Glossario

aerobio: stato ambientale caratterizzato dalla presenza di ossigeno.

anossia: stato ambientale caratterizzato dall'assenza di ossigeno.

biofilm: strato normalmente adeso alle piante ed al fondo, costituito da organismi semplici come batteri, alghe, funghi e protozoi.

diffusione: passaggio di una sostanza da una zona dove è più concentrata ad un'altra zona dove è meno concentrata.

ecosistema: insieme degli organismi viventi e della materia non vivente che forma un particolare ambiente naturale.

eutrofizzazione: condizione ambientale in cui la quantità di nutrienti, in particolare azoto e fosforo, è superiore a quella sufficiente a mantenere in equilibrio i cicli biogeochimici.

inorganico: caratteristico di elementi e di composti chimici che possono reagire tra loro e che non costituiscono la materia vivente.

lisciviazione: processo di solubilizzazione della sostanza organica operato dall'acqua.

macroinvertebrati: invertebrati visibili ad occhio nudo come insetti, molluschi, anellidi, platelmiti, crostacei.

mineralizzazione: processo attraverso il quale la sostanza organica morta viene progressivamente ridotta a forme più semplici e trasformata in sostanza inorganica.

reversibile: caratteristico di un processo dove la fase finale può trasformarsi nella fase iniziale da cui si è originata.

rizosfera: parte dell'ecosistema che si trova attorno ai rizomi delle piante.

scambio ionico: processo che consiste nello scambio di ioni tra una fase liquida e una fase solida.

sostanza organica: insieme delle macromolecole che costituiscono la materia vivente o morta, formate prevalentemente da carbonio, idrogeno, azoto e fosforo.

tempo di residenza: tempo di permanenza di una particella d'acqua all'interno dell'area umida.