

“LA FITODEPURAZIONE” risorsa idrica strategie e interventi

LA RISORSA ACQUA

L'acqua è una risorsa limitata per la quale esiste una crescente conflittualità d'uso tra le diverse domande (fabbisogni alimentari, conservazione dei minimi vitali per i corpi idrici, agricoltura, industria, pesca, trasporti...) accentuata anche dal progressivo scadimento della sua qualità per effetto dell'inquinamento. E' sempre più pressante il problema della corretta gestione della risorsa acqua, che deve essere affrontato con un approccio integrato in cui ogni utente faccia la sua parte per utilizzarla al meglio, senza sprechi, non degradandola e possibilmente migliorandone la qualità.

L'INQUINAMENTO IDRICO

L'acqua è inquinata quando le sue proprietà chimico fisiche e biologiche si discostano dalle condizioni ritenute ottimali per un determinato obiettivo di qualità. Quindi consegue che acque ritenute inquinate per un certo uso possono essere accettabili per altri consumi: ad esempio acque reflue contenenti elementi nutritivi che presentano scarsa qualità biologica e potabile possono essere utilizzate nell'irrigazione e nelle colture agrarie. In molti casi l'inquinamento è percepibile attraverso percezioni sensoriali, come il colore e l'odore, o nelle conseguenze che provoca (morte pesci). Per valutare oggettivamente la pericolosità dell'inquinamento è però necessario disporre di appropriate misure di caratteri chimici, fisici, macrobionici e fisiologici.

Perché la dispersione nell'ambiente dei rifiuti prodotti dall'uomo e dalle attività ad esso collegate provoca conseguenze tanto nefaste sull'ecosistema circostante? I rifiuti prodotti dall'uomo, come del resto quelli prodotti dagli animali, sono completamente biodegradabili. Quando gli uomini vivevano in piccoli gruppi, i loro rifiuti non rappresentavano un problema. Con la creazione delle città l'allontanamento delle acque reflue ha cominciato a porre problemi di smaltimento che si sono in origine risolti con la realizzazione delle reti fognarie e l'invio dei liquami nei fiumi o nei corpi ricettori superficiali. Generalmente il sistema ha funzionato e funziona ancora poiché l'acqua dei fiumi, grazie alla presenza dei microrganismi aerobi, decompone i rifiuti, permettendo, dopo un certo percorso, alle acque di tornare limpide e pure. Con l'aumentare della popolazione delle città, aumenta pure la quantità del liquame scaricato. I microrganismi aerobi per demolire le sostanze organiche presenti devono consumare tutto l'ossigeno presente, provocando per asfissia la morte di pesci e degli animali acquatici. Inoltre, l'assenza di ossigeno provoca la morte degli stessi decompositori aerobi e la sostituzione con quelli anaerobi che producono, oltre al metano, sostanze tossiche e maleodoranti, quali l'ammoniaca, l'idrogeno solforato ecc.

LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

La depurazione è il processo finalizzato a RIDURRE in modo significativo le sostanze inquinanti presenti nelle acque reflue prima dello scarico nelle fognature o nei corpi idrici, che è regolato dal Dlgs 152/06 sostituisce (Dlgs 152/99 e dal successivo Dlgs 258/00.)

Nell'ottica di salvaguardia della risorsa idrica, è indispensabile rendere compatibile lo scarico con il corpo recettore e quindi non compromettere le naturali capacità autodepurative del sistema naturale.

LA DEPURAZIONE TRADIZIONALE

Gli impianti di depurazione tradizionali, sfruttano i processi biochimici attuati in natura dai decompositori, concentrando il refluo in appositi spazi, ed adottando opportuni accorgimenti per aumentarne la velocità di reazione. Un impianto di depurazione però non può distruggere le sostanze indesiderate, ma solo concentrarle, trasformarle e renderle poi all'ambiente.

La fase più delicata è proprio quest'ultima, poiché se la restituzione non avviene nei luoghi, nei tempi e nei modi previsti i danni ecologici che ne derivano possono superare i vantaggi.

L'illusione spesso generata che macchine moderne possano annientare totalmente i rifiuti tossici, fa nascere nelle persone false aspettative che non aiuteranno a risolvere i problemi veri dell'inquinamento.

LA FITODEPURAZIONE

Per Fitodepurazione si intende un insieme di processi naturali di trattamento di acque inquinate basati sullo sfruttamento del sistema suolo-vegetazione quale filtro naturale per la depurazione dell'acqua. I sistemi di fitodepurazione sono molteplici e si presentano per la depurazione di acqua dalle diverse provenienze. Negli impianti di "fitodepurazione", sono creati artificialmente dei sistemi naturali di depurazione però in un ambiente maggiormente controllabile.

In essi la presenza di piante acquatiche gioca un ruolo importante sia di tipo diretto che indiretto: le radici rendono il substrato permeabile e forniscono una parte dell'ossigeno necessario alla decomposizione batterica della materia organica. La depurazione avviene grazie ai batteri anaerobici, ma poiché le radici delle piante introducono ossigeno, viene favorito anche lo sviluppo di batteri aerobici. Il substrato funge da filtro meccanico e chimico, le particelle argillose fissano anche i fosfati.

In antichità, gli Egizi avevano notato che le acque del Nilo prelevate a valle di aree ricche di vegetazione erano più adatte all'uso potabile. I romani, invece, usavano scaricare le acque di fogna nelle paludi da dove uscivano certamente migliorate.

Le zone umide naturali sono state utilizzate per molti secoli per il trattamento delle acque di scarico prodotte dagli insediamenti abitativi e da alcune attività produttive, con la conseguenza di ottenere irreversibili degradazioni della loro qualità con scarichi incontrollati ed inesistenti valutazioni sull'impatto provocato su di esse dalle acque inquinate. Culturalmente, infatti, le zone umide sono state considerate come malsane ed inadatte alla vita umana, e quindi, fino a quando la visione antropocentrica ha prevalso, sono state letteralmente accantonate anche dal mondo scientifico. La prima esperienza di questo tipo risale al 1952, anno in cui Seidel iniziò una serie di sperimentazioni al Max Planck Institute di Plön (Seidel 1955). Ci sono voluti circa venti anni di ricerche per arrivare nel 1977 al primo impianto di fitodepurazione in scala reale, costruito a Othfresen in Germania per il trattamento dei reflui urbani (Kickuth 1977).

Il ricorso a tecniche di depurazione naturale per il trattamento dei reflui rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa a livello mondiale. Tali tecniche rappresentano sicuramente una valida soluzione impiantistica, nonché una scelta ottimale per i centri abitativi sparsi e in generale per piccole e medie utenze, in quanto, da un lato, consentono uno straordinario inserimento nell'ambiente e nel paesaggio e, dall'altro, possono sopportare carichi inquinanti discontinui, anche con punte di inquinamento non diversamente trattabili, che si verificano nei centri a forte sviluppo turistico.

In genere se confrontate con i metodi tradizionali sono pregi e limiti sono:

PREGI	LIMITI
buon inserimento ambientale	necessità di superfici unitarie più elevate
Contenute spese di costruzione e gestione;	performance non particolarmente elevate su alcuni inquinanti, con particolare riferimento ai nutrienti (funzione della tecnologia di impianto adottata)
limitate quantità di biomasse di risulta;	quasi nulla la possibilità di gestione e regolazione del processo naturale di depurazione
Efficace abbattimento di BOD, COD, SS, N e P;	eventuali problemi di odori e o insetti nei bacini a flusso libero.
Risparmio in termini di energia e di materiali;	
Basso impiego di manodopera;	
Mancata produzione di fanghi di difficile smaltimento;	

LA VEGETAZIONE

Per vegetazione macrofita si intendono piante vascolari i cui tessuti siano facilmente visibili. Una grande varietà di macrofite si trova spontaneamente in ambienti palustri. Esistono piante palustri legnose o erbacee, e, fra queste specie annuali o perenni. A seconda della forma predominante di crescita sono classificate in:

IDROFITE piante completamente o quasi completamente sommerse, possono essere liberamente galleggianti e non radicate o radicate al fondo con foglie e fiori semi sommersi;

ELOFITE piante che rimangono con l'apparato radicale e la parte basale sempre sommersi, mentre le foglie e i fiori emergono dall'acqua.

IGROFITE Piante che presentano elevate esigenze idriche e vivono in condizioni di elevata umidità.

LE TECNICHE DI DEPURAZIONE

In relazione al tipo di macrofite si distinguono:

1. Sistemi a macrofite galleggianti (Lemna, Giacinto d'acqua,...); Lagunaggi
2. Sistemi a macrofite radicate sommerse (Elodea,...); Lagunaggi
3. Sistemi a macrofite radicate emergenti (Phragmiti, Tife, ecc.);
 - a. Sistemi a flusso superficiale (FWS: Free Water System); Lagunaggi
 - b. Sistemi a flusso sommerso orizzontale (SFS-h o HF: Subsurface Flow System - horizontal);
 - c. Sistemi a flusso sommerso verticale (SFS-v o VF: Subsurface Flow System - vertical)

Lagunaggio: Sistema di trattamento dei reflui, costituito da grandi bacini poco profondi dove i liquami soggiornano con tempi di ritenzione variabili e subiscono un'azione depuratrice ad opera di microrganismi sviluppatisi all'interno della laguna.

I sistemi di depurazione naturali delle acque reflue possono essere applicati a tipologie di reflui molto differenziati tra loro, sia come trattamenti secondari che terziari (post-trattamenti).

Sistemi a flusso superficiale

I sistemi FS consistono in vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante emergenti; anche in questi sistemi il flusso è orizzontale e l'altezza delle vasche generalmente limitata a poche decine di centimetri. In questi sistemi i meccanismi di abbattimento riproducono esattamente tutti i fattori in gioco nel potere autodepurativo delle zone umide. Le vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti (sono comunemente utilizzate le *Phragmites australis*); il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche, o, come più comunemente accade, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE 2 mm di spessore); il flusso di acqua rimane costantemente al di sotto della superficie del vassoio assorbente e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta con uno strato di sabbia sottostante il manto impermeabilizzante.

Sistema a flusso sommerso orizzontale

È costituito da vasche dove il refluo da trattare scorre orizzontalmente nel medium di riempimento. Tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti; il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla o HDPE. Durante il passaggio dei reflui attraverso la rizosfera delle macrofite, la materia organica viene decomposta dall'azione microbica, l'azoto viene denitrificato, se in presenza di sufficiente contenuto organico, il fosforo e i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento; i contributi della vegetazione al processo depurativo possono essere ricondotti sia allo sviluppo di una efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e quindi alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di una alternanza di zone aerobiche, anossiche ed anaerobiche con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto. I sistemi a flusso sommerso assicurano una buona protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.

Sistemi a flusso sommerso verticale

La configurazione di questi sistemi è del tutto simile a quelli appena descritti. La differenza consiste nel fatto che il refluo da trattare scorre verticalmente nel medium di riempimento (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo, mentre nei sistemi FSO si ha un flusso a pistone, con alimentazione continua. Questa metodologia con flusso intermittente (reattori batch) implica l'impiego di un numero minimo di due vasche in parallelo per ogni linea che funzionano a flusso alternato, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto variando frequenza e quantità del carico idraulico in ingresso, mediante l'adozione di dispositivi a sifone autoadescante opportunamente dimensionati. Le essenze impiegate sono le medesime dei sistemi a flusso orizzontale. Il medium di riempimento si differenzia invece dai sistemi a flusso orizzontale in quanto non si utilizza una granulometria costante per tutto il letto, ma si dispongono alcuni strati di ghiaie di dimensioni variabili, partendo da uno strato di sabbia alla superficie per arrivare allo strato di pietrame posto sopra al sistema di drenaggio sul fondo. Questi sistemi, ancora relativamente nuovi nel panorama della fitodepurazione ma già sufficientemente validati, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, giacché la diffusione di questo elemento è circa 10.000 volte più veloce nell'aria che nell'acqua, e di alternare periodi di condizioni ossidanti a periodi di condizioni riducenti.

In Italia e negli altri Paesi europei, nell'ambito dei sistemi a flusso subsuperficiale, viene adottato essenzialmente il flusso orizzontale perché, anche se le rese depurative sono inferiori (rispetto ai sistemi con flusso verticale), presenta anche numerosi vantaggi:

- il più facile inserimento ambientale;
- l'elevata efficienza depurativa anche nei mesi invernali;
- la maggiore semplicità di gestione e di manutenzione;
- l'assenza di problemi legati all'insorgenza di cattivi odori e alla presenza di insetti.

Si ritiene che il substrato o medium di crescita, nei sistemi a flusso sommerso, fornisca una maggiore superficie di contatto per i microrganismi, responsabili dei processi depurativi, rispetto ai sistemi FSW e che, quindi, la risposta al trattamento sia più rapida e la superficie richiesta per l'impianto sia minore rispetto a quella necessaria per sistemi FSW progettati per il trattamento della stessa tipologia di reflui. Nei sistemi a flusso subsuperficiale, poi, il livello dell'acqua e l'accumulo dei detriti vegetali sulla superficie dell'impianto offrono una protezione termica maggiore che nei sistemi FSW. Nei sistemi a flusso sommerso, inoltre, il rischio dell'insorgenza di odori o dello sviluppo di insetti è molto limitato e, pertanto, l'area adibita all'impianto può essere utilizzata dal pubblico ed è possibile prevederne la dislocazione anche in prossimità di centri urbani, con un ottimale inserimento nell'ambiente circostante. Si può quindi parlare, in un certo senso, di "riqualificazione" della depurazione, in quanto gli impianti si avvicinano ai centri urbani e, in taluni casi, costituiscono anche delle aree fruibili da parte dei cittadini.

Numerose sono le applicazioni delle tecniche di depurazione naturale realizzate all'estero (Gran Bretagna, Francia, Danimarca, Germania, Svezia, Slovenia, USA, Australia), che hanno fornito risposte positive sia in termini di inserimento paesaggistico-ambientale, sia di efficienza depurativa, sia di capacità di sopportare variazioni qualitative dei reflui, sia di economicità di realizzazione e di gestione.