PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE ACQUE

(RISORSE IDRICHE, CORSI D'ACQUA, ASSETTO IDROGEOLOGICO)

PARCHI DI COLFIORITO, TRASIMENO, TEVERE, NERA

ALLEGATO ACQUE

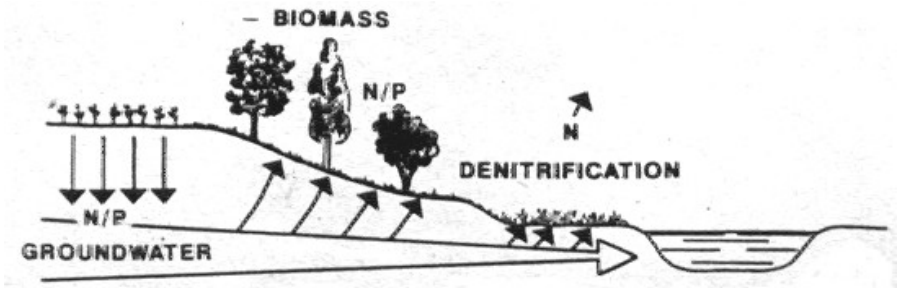
SISTEMI PER LA RIDUZIONE E IL CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO IDRICO

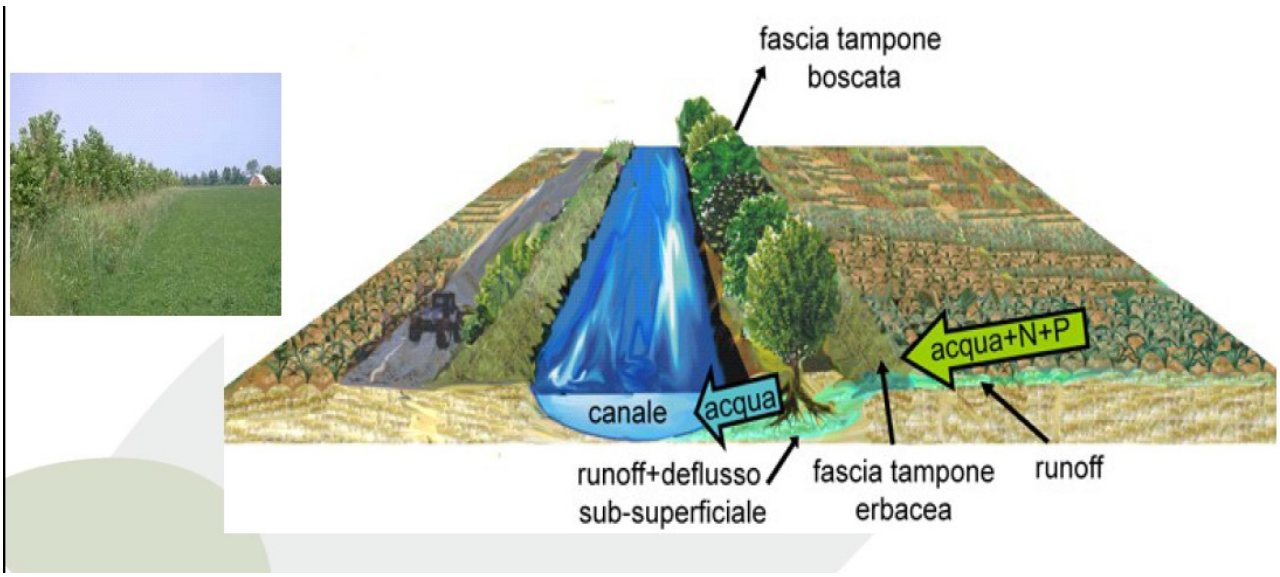
1. FASCE TAMPONE

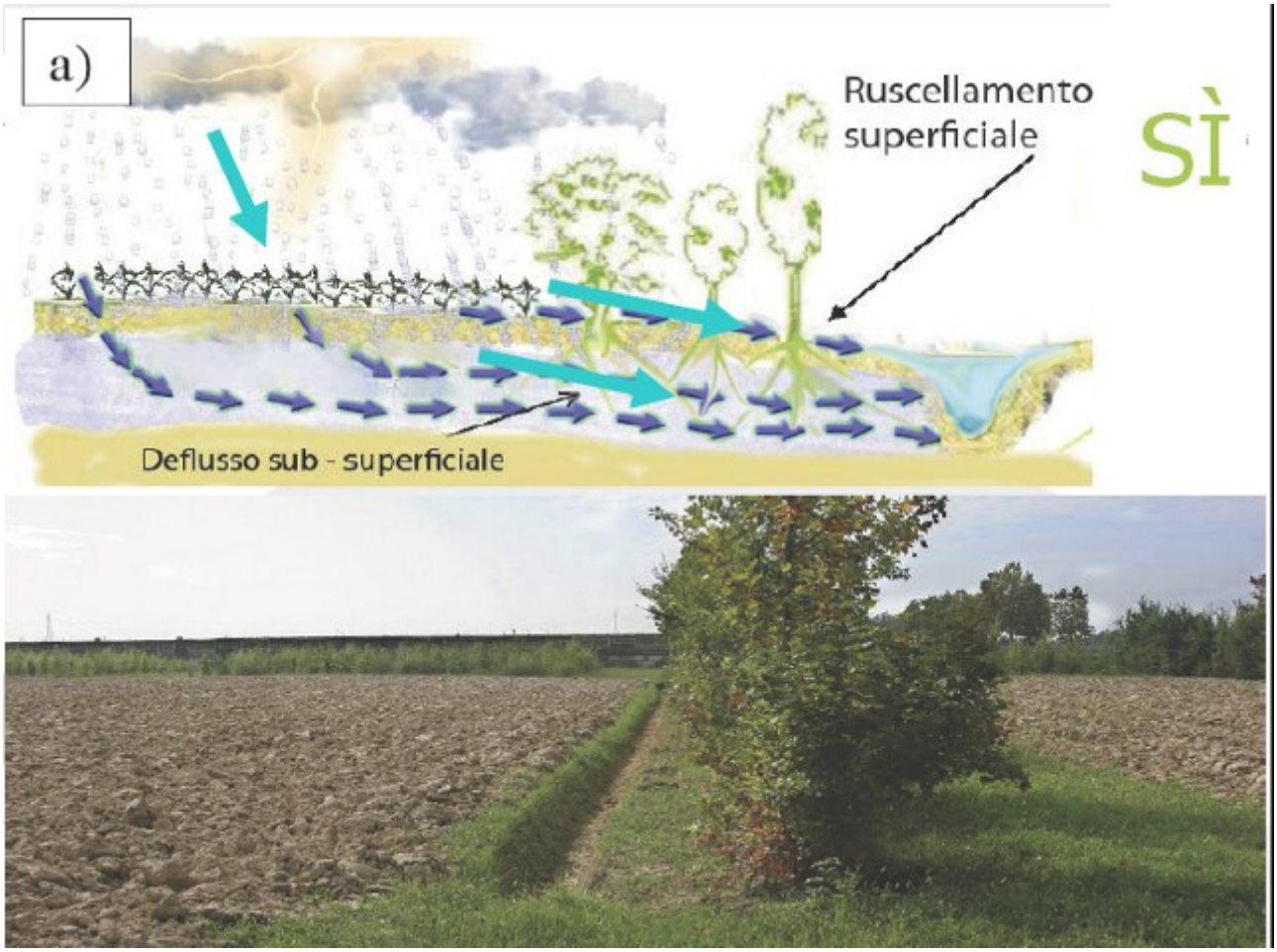
Vengono definite fasce "filtro o tampone" le superfici, disposte tipicamente lungo corsi d'acqua o scoline, a copertura arborea e arbustiva, qualora siano in grado di trasformare/trattenere/immagazzinare sostanze inquinanti che le attraversano (in buona parte veicolate da deflussi idrici). Gli alberi (e, nei sistemi misti, la vegetazione erbacea) non fanno altro che favorire, direttamente o indirettamente, i processi "responsabili" di tale azione filtro.

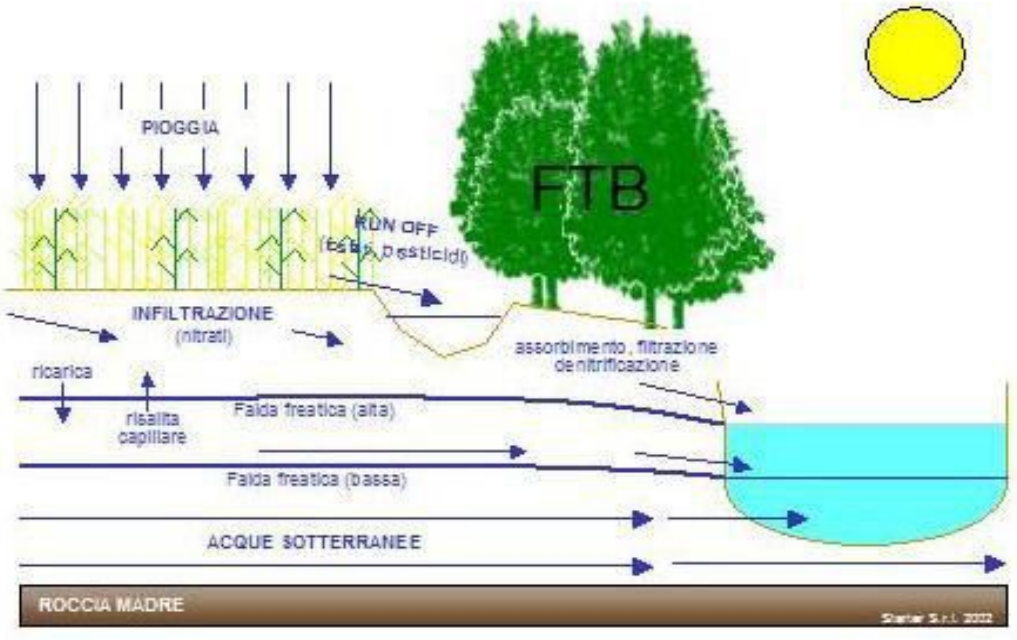
Misure dell'efficacia degli ecosistemi filtro e delle fasce tampone sono ampiamente attestati dalle ormai numerose applicazioni e dai conseguenti studi e monitoraggi effettuati. In Italia si può fare riferimento in particolare all'esperienza di Veneto Agricoltura (Azienda regionale: www.venetoagricoltura.org) e alle attività di ricerca condotte dal Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (www.cirf.org). Uno studio specifico sul trattamento dei nutrienti di origine agricola (Effetti della costruzione di un fitodepuratore aziendale sul contenimento dei rilasci di nutrienti di origine agricola nell'ambiente, Consorzio di Bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo, Bologna 2009) riporta i seguenti risultati, a seguito della realizzazione di un sistema filtro basato sulla realizzazione di un'area umida con funzione tampone:

L'efficacia della fitodepurazione operata dal sistema palustre si è dimostrata molto elevata, con una percentuale media di abbattimento del carico di azoto pari al 66.6% del totale; questa è addirittura arrivata al 100% nel 2006, per l'assenza di rilasci di acqua dal sistema palustre, il che ha eliminato completamente l'impatto dell'azienda agricola nei confronti dell'eutrofia delle acqua superficiali. Il fosforo rilasciato dai campi assieme alle acque di drenaggio è sempre risultato modesto ed inferiore ai 300 g/ha: il sistema palustre aziendale ha ulteriormente abbattuto questi irrilevanti carichi... L'esperienza ha evidenziato che con un volume di soli 100 mc/ha di area umida per ogni ettaro aziendale si possono rimuovere circa i 2/3 del carico di nutrienti dalle acque... La costruzione di aree umide seminaturali con finalità di depurazione delle acque di scolo aziendali potrebbe anche portare ad un netto miglioramento del paesaggio, con positivi effetti sulla biodiversità animale e vegetale. Infine, il rallentamento dei deflussi ad opera di fitodepuratori agricoli risulta estremamente interessante per contrastare gli effetti negativi causati dalla progressiva impermeabilizzazione del territorio che lo ha reso sempre più vulnerabile dagli eventi meteorici estremi.




fascia tampone
boscata
acqua+N+P
canale
acqua
runoff+deflusso
sub-superficiale
fascia tampone
erbacea
runoff

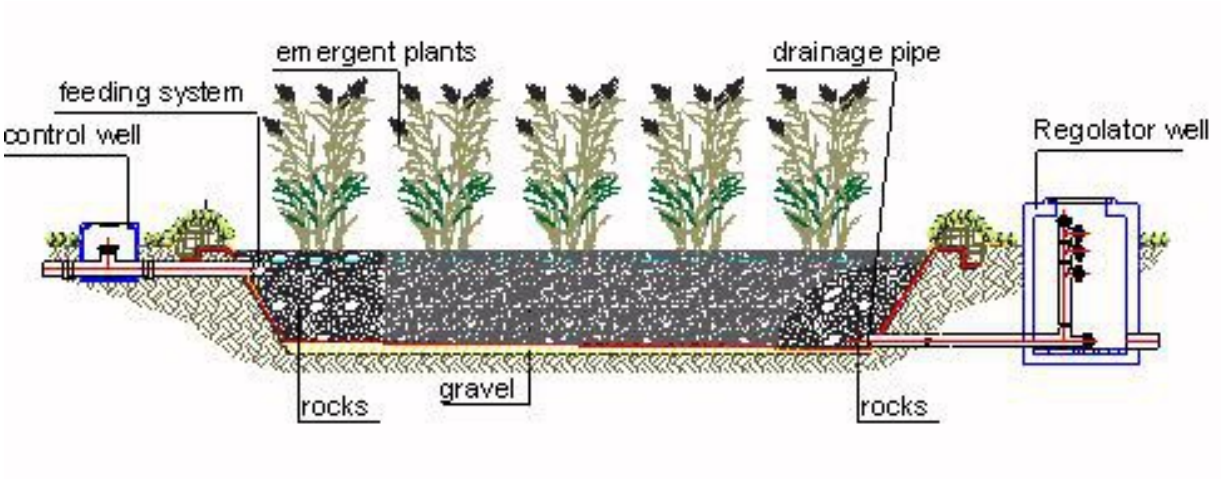

a)
Ruscellamento
superficiale
SÌ
Deflusso sub - superficiale

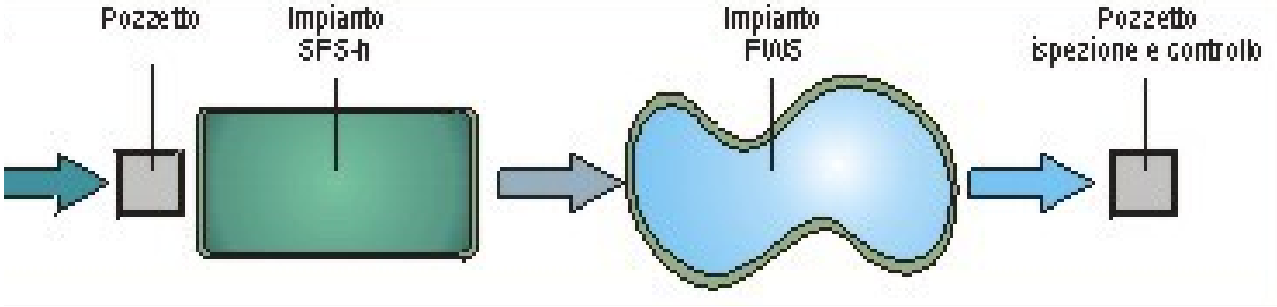


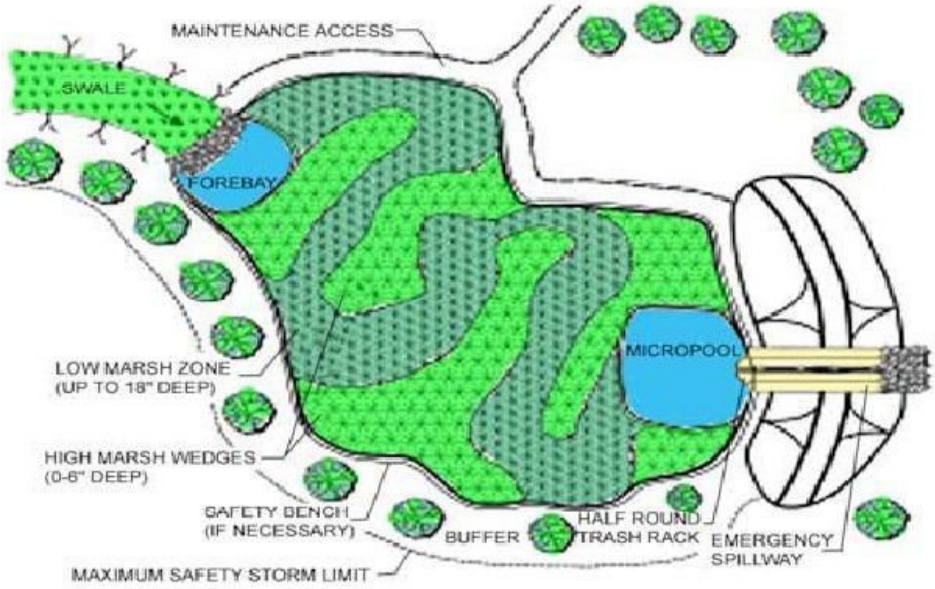
2. FITODEPURAZIONE

Con il termine fitodepurazione si intendono quei trattamenti depurativi che traggono origine e ispirazione dai processi fisici, chimici e biologici propri delle aree umide naturali, e che sono basati su precisi studi sul medium di riempimento, sulle essenze vegetali utilizzate e sull'idraulica del sistema.

Sistema di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale







Esempio di ecosistema filtro con funzione di affinamento depurativo
(Vermont Department of Environmental Conservation, USA)

SISTEMI NATURALI PER IL TRATTAMENTO TERZIARIO[1]

Gli "ecosistemi filtro", che sono delle strutture seminaturali poste lungo il vettore di inquinamento prima della sua immissione nel ricettore, contribuiscono a rendere compatibili le acque reflue con gli obiettivi di qualità dei corpi idrici ricettori, attraverso l'ulteriore abbattimento di inquinamento microbiologico residuo o l'affinamento dei nutrienti o ancora garantendo una zona "tampone" nel caso di malfunzionamento degli impianti di depurazione. Questo tipo di "ecosistemi", nel caso qui prescelto di impianti a flusso libero superficiale, permettono la formazione di zone umide con buona valenza naturale e sono costituiti dalla combinazione di differenti unità ecosistemiche acquatiche.

Più in dettaglio, gli "ecosistemi filtro", che potranno avere differenti scale e funzioni a seconda delle caratteristiche dei luoghi, consentiranno di :

- offrire una diretta e immediata evidenza sulla qualità dell'attività del depuratore legando con un filo diretto lo stato di salute dei nuovi ecosistemi alla capacità di depurazione dell'impianto;

1 Redatto con la collaborazione di IRIDRA srl di Firenze

- migliorare, attraverso la capacità di assorbimento e di fitodepurazione di tutte o parte delle acque di scarico, il territorio adiacente circostante, contribuendo ad abbattere la carica inquinante residua;
- tamponare gli eventuali effetti negativi dovuti a momentanei malfunzionamenti degli impianti;
- ricreare aree umide per riqualificare il territorio e favorire l'incremento della biodiversità locale;
- valorizzare le aree da un punto di vista educativo con la possibilità di effettuare percorsi e laboratori di educazione ambientale per lo svolgimento di attività con scuole, cittadini, associazioni.

Impianti di fitodepurazione e normativa

I sistemi di fitodepurazione sono entrati "ufficialmente" nella normativa Italiana nel 1999, con l'approvazione del D.Lgs 152/99 che citava espressamente la fitodepurazione come tecnologia applicabile per i trattamenti appropriati (<2000 a.e.) e per gli agglomerati di maggiori dimensioni con popolazione equivalente compresa tra i 2000 e i 25000 a.e, come soluzioni integrate con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, a valle del trattamento, con funzione di affinamento.

Da rilevare inoltre che, sempre l'allegato 5 al paragrafo 3 "indicazioni generali" sottolinea che "Tutti gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, con potenzialità superiore a 2.000 abitanti equivalenti, ad esclusione degli impianti di trattamento che applicano tecnologie depurative di tipo naturale quali la fitodepurazione e il lagunaggio, dovranno essere dotati di un trattamento di disinfezione da utilizzarsi in caso di eventuali emergenze relative a situazioni di rischio sanitario ovvero per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientali o gli usi in atto del corpo idrico recettore".

Dal punto di vista normativo un sistema di fitodepurazione rientra a tutti gli effetti nella categoria degli "impianti" e la sua realizzazione richiede le normali autorizzazioni necessarie per qualsiasi altro tipo di impianto. E' necessario valutare l'eventuale presenza di vincoli di tipo paesaggistico o idrogeologico: la presenza dei vincoli non costituisce necessariamente un impedimento, infatti, in molti casi è stato possibile realizzare impianti anche in presenza di tali vincoli. La caratteristica di "ecosistemi naturaliformi" degli impianti, infatti, permette di superare agevolmente il vincolo paesaggistico, mentre il ricorso a specifiche soluzioni tecniche, come il terrazzamento, le rende compatibili con il vincolo idrogeologico. La destinazione urbanistica dell'area interessata dall'intervento può costituire un elemento da valutare, anche se non sono rari i casi di Norme Urbanistiche in cui la fitodepurazione è consentita anche in aree con destinazione d'uso agricolo o a verde pubblico. Anche per il vincolo della distanza minima di 100 metri dagli abitati, prevista per gli impianti di depurazione dalla delibera C.I.T.A.I. del 1977, sono frequenti i casi in cui per la fitodepurazione è stata concessa una deroga.

Caratteristiche, proprietà e vantaggi dei sistemi di fitodepurazione come post-trattamento

Nei sistemi di fitodepurazione i meccanismi, attraverso i quali avviene l'eliminazione delle sostanze inquinanti contenute nei liquami (azioni chimico-fisiche, biologiche, fitologiche), consentono di raggiungere livelli di depurazione estremamente spinti.
Numerose sono le applicazioni della depurazione naturale presenti all'estero (Danimarca, Gran Bretagna, Francia, Est Europa, USA, Centro Europa, Egitto) e validissimi sono i risultati, sotto il profilo sia dell'efficienza di depurazione, sia della funzionalità e economicità di realizzazione e gestione. Questi sistemi hanno, inoltre, un inserimento ambientale ottimo tale che permettono un migliore inserimento anche della componente tecnologica dei sistemi di tipo convenzionale.

I sistemi di fitodepurazione applicati per il trattamento terziario (o post-trattamento), sebbene ancora non molto conosciuti in Italia, hanno trovato grande e felice applicazione in numerosi Paesi europei, come ad esempio in Inghilterra, dove sono stati messi in opera circa 200 impianti negli ultimi sette anni proprio per l'affinamento di acque depurate (Vymazal, 1999). Comunque, anche nel nostro Paese, stanno iniziando a riscuotere sempre maggiore interesse; si riportano a titolo esplicativo gli esempi più significativi realizzati:

- impianto di Jesi (Ancona) 60.000 AE,
- impianti della Val di Trebbia (PC): Bobbio (10.000), Travo, Perino, Marsaglia, Ottone;
- impianto di Fusina (Polo Chimico di Mestre, 4000 mc/h);
- impianto S.Casciano dei Bagni (SI) 2000 AE.

I sistemi di post-trattamento mediante fitodepurazione risultano appropriati ed affidabili per perseguire i seguenti obiettivi:

- livellamento degli eventi straordinari di inefficienze del trattamento depurativo tecnologico a monte e conseguente protezione dell'eventuale corpo idrico recettore finale (nei casi di riutilizzo parziale o non riutilizzo degli effluenti);
- affinare la qualità microbiologica e chimica dei reflui.
- abbattimento dell'Azoto,
- abbattimento di sostanze organiche che hanno tempi di biodegradabilità lenti e necessitano quindi di tempi di ritenzione più lunghi,
- abbattimento del Fosforo,
- abbattimento di metalli pesanti.

Altre finalità, oltre alla rimozione dei nutrienti, possono essere quelle di:

- Svolgere una generale funzione di "tampone" verso eventuali cali di rendimento, a protezione del recettore finale;
- Bloccare le fughe di fanghi del sistema tecnologico posto a monte;
- Affinare la rimozione dei nutrienti e la disinfezione;
- valorizzare le aree da un punto di vista educativo con la possibilità di effettuare percorsi e laboratori di educazione ambientale per lo svolgimento di attività con scuole, cittadini, associazioni.

L'utilizzo di sistemi a flusso libero come ulteriore stadio di affinamento finale può avere uno o più obiettivi diversi, dai quali dipendono anche alcune scelte di design:

- completamento della denitrificazione;
- ossigenazione del refluo, prima della sua restituzione all'ambiente ed ulteriore affinamento della carica microbica (particolarmente adatto nel caso che sia previsto il riutilizzo dell'effluente);
- filtrazione per la rimozione dei solidi sospesi residui;
- adsorbimento metalli pesanti;
- miglior inserimento ambientale;
- ricreazione di habitat acquatici o fluviali.

I sistemi a flusso libero sono stati a lungo utilizzati e sperimentati come trattamento terziario e presentano numerosi vantaggi, tra cui:

- necessitano di poche e semplici operazioni di gestione e manutenzione;
- hanno una notevole adattabilità alle variazioni del carico idraulico in ingresso: il dimensionamento viene fatto infatti sul caso più critico, cioè con il minore tempo di ritenzione idraulica; essendo i rendimenti dipendenti dal tempo di residenza del refluo nelle vasche con portate minori, e quindi con maggiori tempi di ritenzione idraulica, si ha un naturale miglioramento delle rese depurative;

- garantiscono buoni abbattimenti del carico organico e dei solidi sospesi anche con basse concentrazioni in ingresso, oltre ad una buona riduzione della carica microbiologica in ingresso.
- le rese depurative dipendono poco dalle variazioni di carico organico in ingresso.

I sistemi a flusso superficiale sono generalmente costituiti da canali o bacini il cui fondo impermeabile è sovrastato da un medium, a matrice organica (terreno vegetale e ghiaia), di scarso spessore su cui cresce la vegetazione.

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 è limitata a poche decine di centimetri.

Sistema a flusso libero di Dicomano (3500 a.e., 1600 m^2)

Le essenze vegetali comunemente utilizzate sono quelle che popolano naturalmente le zone umide come ad es. Phragmites, Typha, Scirpus, Iris, Juncus, Nymphaea, Botumus, Ranunculus, Carex.

In questi sistemi i meccanismi di abbattimento riproducono esattamente tutti i fattori in gioco nel potere autodepurativo proprio delle zone umide.

La profondità dell'acqua, nel sistema, deve essere mantenuta tale da garantire una adeguata distribuzione di ossigeno ed il rispetto dei tempi di ritenzione; in particolare d'estate, se il tempo di ritenzione supera i valori di intervallo ottimale a causa dell'evapotraspirazione, si può verificare la formazione di condizioni anossiche nel liquame e il deterioramento della qualità dell'effluente.

Ruolo delle piante nel FWS

Tutte le piante di un'area umida hanno, all'interno del sistema, delle funzioni specifiche che si differenziano da specie a specie, ad esempio le macrofite sommerse hanno la capacità di ossigenare la matrice acquosa e di assorbire direttamente da questa le sostanze nutritive (nitrati, fosfati, ecc.) necessarie per la loro crescita.
Comunque tutte le piante acquatiche, rappresentano un substrato idoneo per lo sviluppo della microfauna bentonica e di pellicole batteriche (biofilm) importanti per i processi decompositivi propri delle aree umide.

In un sistema umido costruito (*Constructed Wetlands*) con funzione di finissaggio e quindi per migliorare qualitativamente le caratteristiche dell'acqua in ingresso, è necessario che i naturali processi depurativi siano garantiti. A tal fine è importante che l'ecosistema rispecchi quanto più possibile i criteri di biodiversità e di efficienza in termini depurativi.

Per questo si prevede l'inserimento di specie acquatiche, ognuna delle quali in grado di popolare i diversi microhabitat presenti in un'area umida e con caratteristiche funzionali e paesaggistiche differenziate.
Nella scelta e nella distribuzione delle specie all'interno del FWS si considerano i seguenti aspetti:

- distribuzione geografica, preferendo specie autoctone o spontanee dell'area;
- caratteristiche di habitat (profondità dell'acqua, esposizione alla radiazione luminosa, ecc.);
- caratteristiche funzionali (ossigenanti, nitrofile, ecc.);
- caratteristiche paesaggistico-decorative;
- costi di acquisto e posa in opera.

Ad ogni modo una volta inserite, il sistema avrà una sua naturale evoluzione in funzione delle caratteristiche ambientali locali e dei rapporti che si instaureranno fra le diverse specie.

UN ESEMPIO SIGNIFICATIVO: L'IMPIANTO DI JESI

Il Comune di Jesi aveva la necessità di ampliare la capacità di depurazione da 15.000 a 60.000 abitanti equivalenti, e di prevedere il riutilizzo di parte delle acque depurate.

L'ampliamento è stato previsto attraverso due comparti:

- un nuovo settore tecnologico di nitrificazione/denitrificazione
- un comparto finale di fitodepurazione

Il sistema di fitodepurazione è costituito da un bacino di sedimentazione (1, in alto), da uno stadio a flusso sommerso orizzontale di circa 10.000 metri quadri (gli 8 rettangoli indicati in 2) e da uno stadio a flusso superficiale di circa 50.000 metri quadri (3).

Rappresentazione cartografica del sistema di fitodepurazione di Jesi

Nel seguente schema sono riportati i dati di base usati per la progettazione dell'impianto.

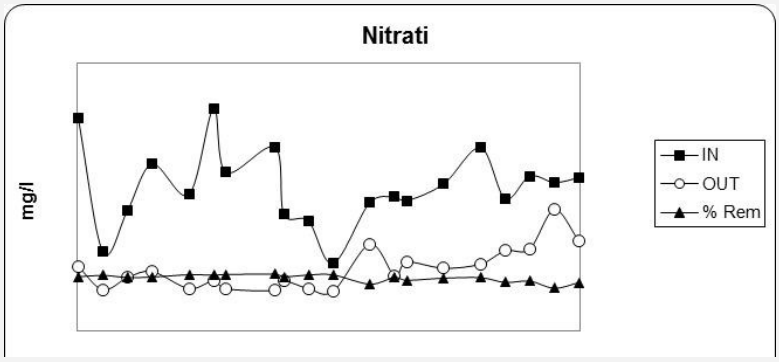
Abitanti equivalenti 60.000

	Q *m^3/d*	***COD*** *kg/d*	***Ntot*** *kg/d*	***Ptot*** *kg/d*	***TSS*** *kg/d*
Portata media	13.200	1650	198	39,60	462
Portate di pioggia	14.465	1188	143	29,00	333
	---------	-----	-----	------	----
Portata di progetto	**19.465**	**1784**	**281**	**45,00**	**720**

Tutto l'impianto è realizzato in zona di esondazione ed è progettato per sopportare il periodico allagamento. Nella seguente figura è riportata una fase della costruzione dell'impianto nel 2001.

Panoramica del cantiere

L'impianto era originariamente progettato per permettere il riuso delle acque di scarico per usi non alimentari in un vicino zuccherificio; la chiusura dell'impianto industriale non ha permesso tale riutilizzo e attualmente le acque trattate vengono scaricate nel vicino fiume Esino. L'impianto mostra un'ottima capacità di rimozione dei nitrati, dei solidi sospesi e della carica batterica oltre a contribuire ad un'ulteriore rimozione del carico organico.



Valori in ingresso, in uscita e percentuali di rimozione dei nitrati nell'impianto di fitodepurazione di Jesi

Tra i l 2004 e il 2005 un'associazione ornitologica locale ha svolto un'indagine sulla comunità ornitica svernante nella zona umida dell'impianto di Jesi, rilevando la presenza di diverse specie interessanti, alcune delle quali molto rare nell'area, prima della realizzazione dell'impianto.

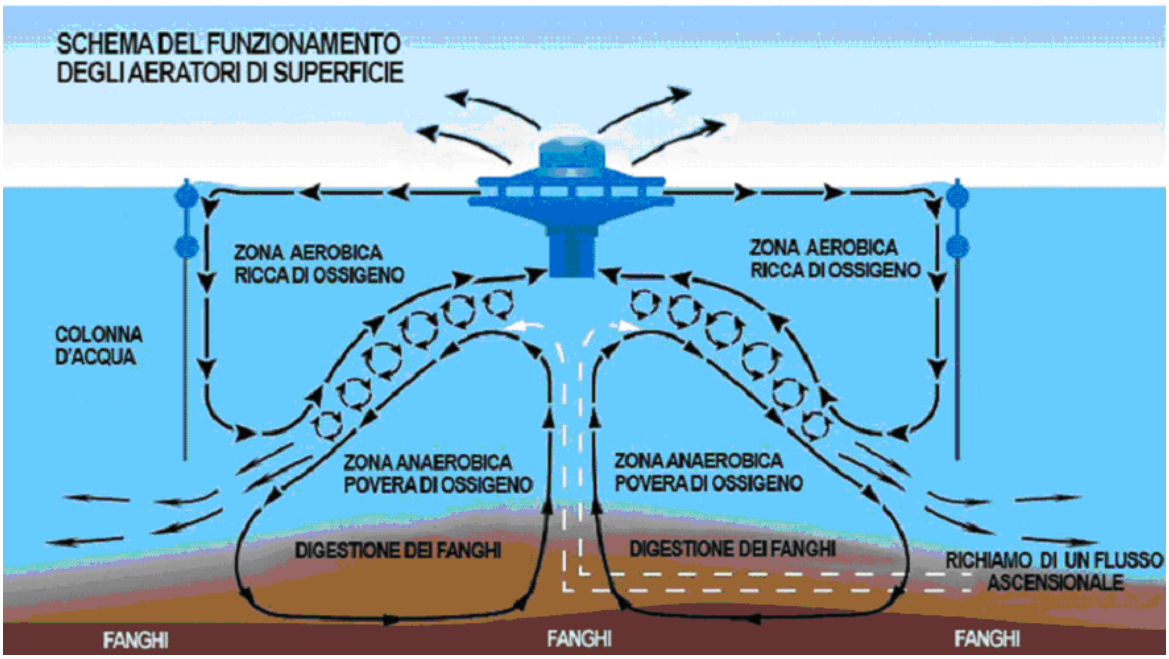
L'impianto di Jesi dopo 3 anni dall'avvio

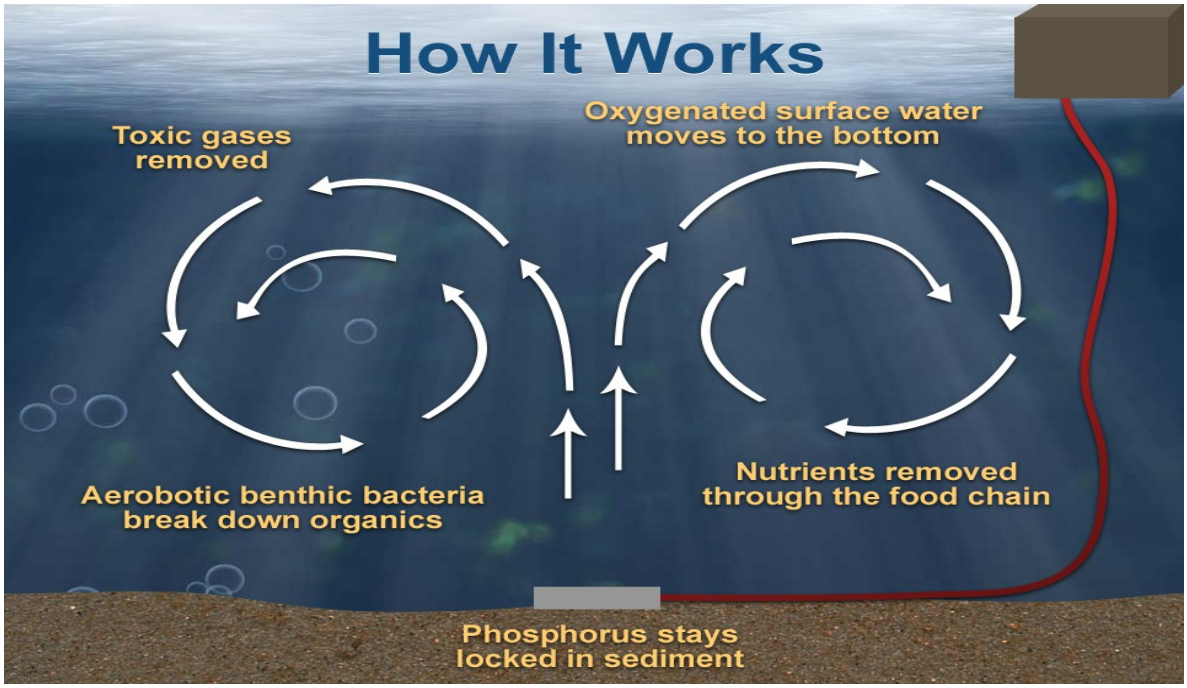
Informazioni e documentazione tecnica dettagliata, anche a fini progettuali, relativa alla costruzione delle zone umide a fini depurativi si possono reperire nella bibliografia specifica. A titolo di esempio significativo, si segnala alcuni specifici manuali editi dall'United States Environmental Protection Agency e dall'Environment Agency inglese e scaricabili dai seguenti link:

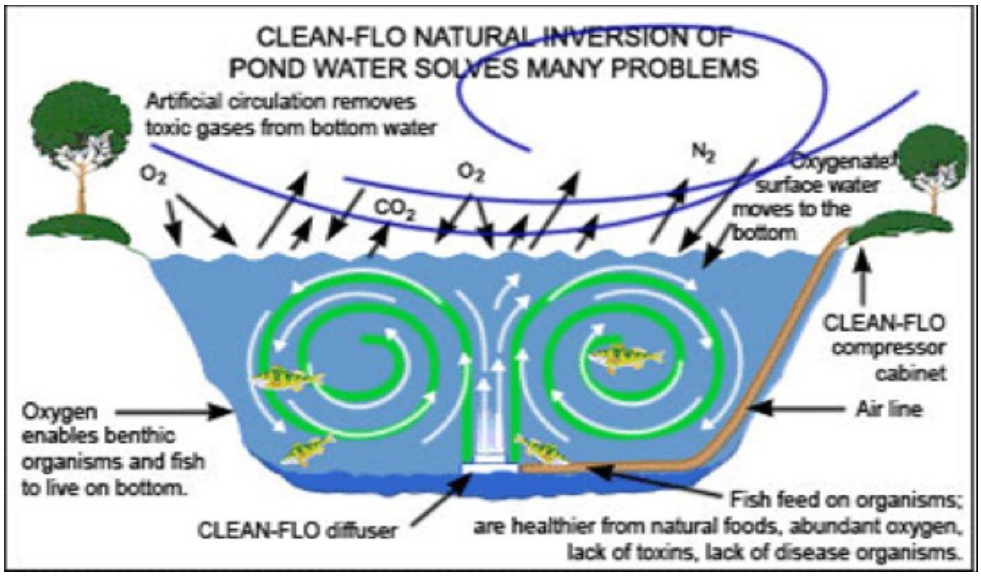
- http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/constructed-wetlands-design-manual.pdf
- http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/constructed-wetlands-handbook.pdf
- https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290409/p2-159-tr2-e-e.pdf

3. RIOSSIGENAZIONE FORZATA

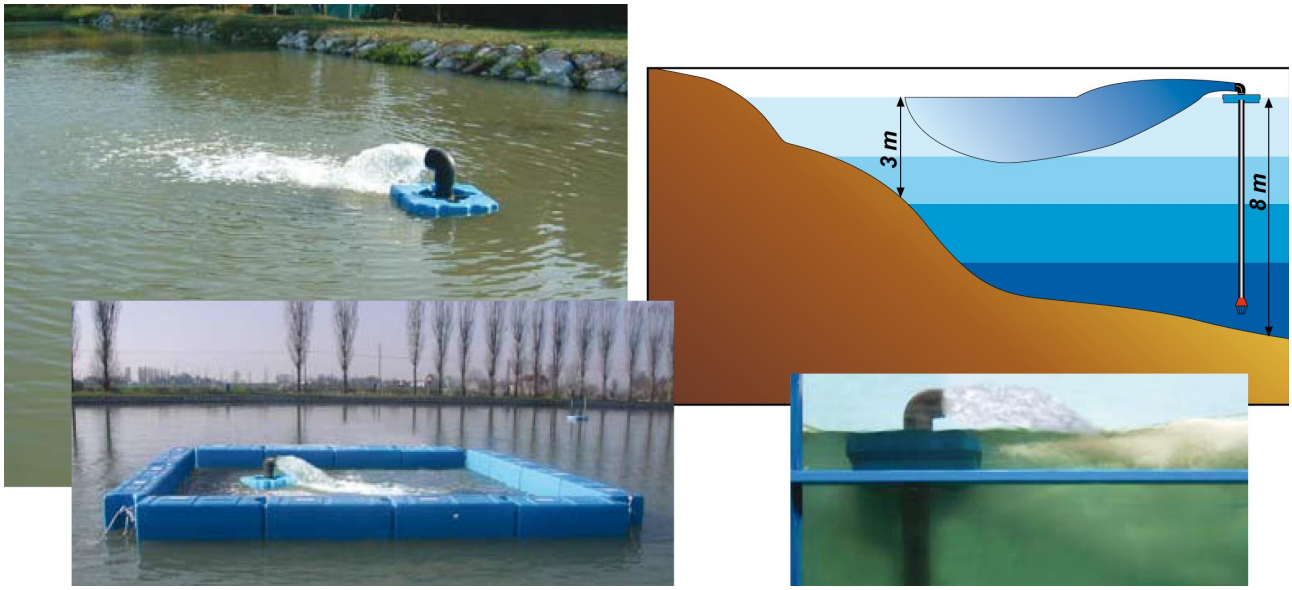
Esistono diverse tecniche per trasferire l'ossigeno. Le più note ed utilizzate si basano sull'insufflazione nel fondo lago (ipolimnio) distribuendo i punti di diffusione con uniformità.


SCHEMA DEL FUNZIONAMENTO
DEGLI AERATORI DI SUPERFICIE
ZONA AEROBICA
RICCA DI OSSIGENO
ZONA AEROBICA
RICCA DI OSSIGENO
COLONNA
D'ACQUA
ZONA ANAEROBICA
POVERA DI OSSIGENO
ZONA ANAEROBICA
POVERA DI OSSIGENO
DIGESTIONE DEI FANGHI
DIGESTIONE DEI FANGHI
RICHIAMO DI UN FLUSSO
ASCENSIONALE
FANGHI
FANGHI
FANGHI


How It Works
Toxic gases removed
Oxygenated surface water moves to the bottom
Aerobotic benthic bacteria break down organics
Nutrients removed through the food chain
Phosphorus stays locked in sediment



Piccoli insufflatori spostabili



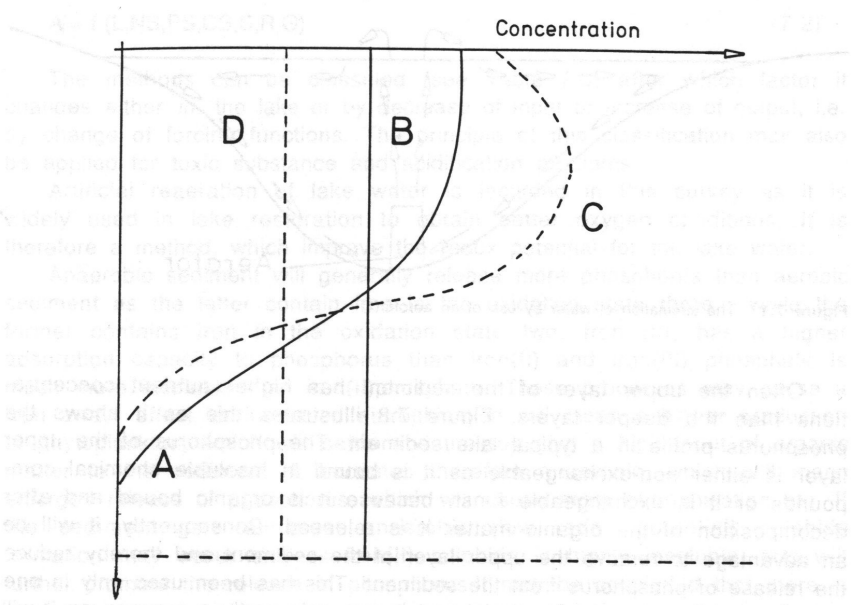


Figure 7.2 Oxygenconcentration before (A) and after (B) circulation. Phytoplankton concentration before (C) and after (D) circulation.

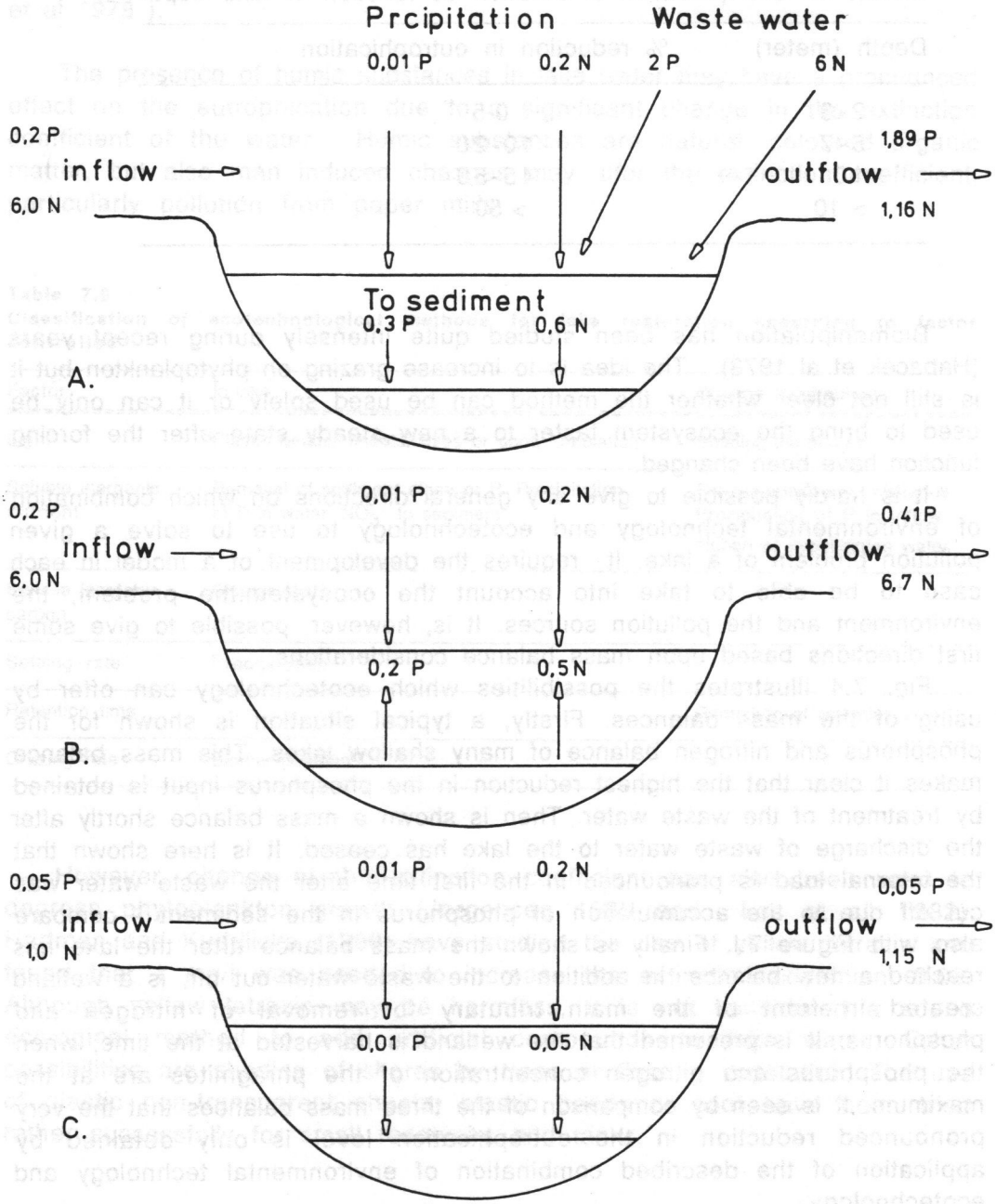


Figure 7.4 Nutrient budgets for a typical shallow lake a) with waste water inflow b) after waste water discharge has ceased c) some years later after a new steady state has been reached and a wetland has been constructed to cope with agricultural run off. The lake (20 ha, 5 m deep) has a retention time of 1 y and a catchment area of 10 km^2. All figures are 1000 kg/y.

4. SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

INDICATORI

Si riportano di seguito elenchi per la misura di indicatori significativi della qualità delle acque di fiumi e laghi, che si ritiene si debba effettuare periodicamente e/o in modo finalizzato alla taratura di modelli matematici di simulazione.

Tab. 3.3. Elementi di qualità più sensibili alle pressioni che incidono sui laghi

ORIGINE DELLA PRESSIONE	CATEGORIA DELL'EFFETTO	EFFETTI DELLA PRESSIONE	FITOPLANCTON	MACROFITE	MACROINVERTEBRATI	PESCI	MORFOLOGIA	IDROLOGIA	FISICO-CHIMICI GENERALI	ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA'	SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA'
ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI (E DI SOSTANZE ORGANICHE)	Effetto primario sulla biologia	Variazione nella concentrazione dei nutrienti nel corpo idrico delineato. Aumento della biomassa, interazioni negative con altri produttori primari	x	x		x			Tutti i nutrienti	x	
SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA' E ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA'	Effetti primari sui sedimenti e sulla qualità dell'acqua	Aumento delle concentrazioni degli inquinanti (colonna d'acqua e sedimenti)			x	x			Parametri di base	x	x
IDROLOGICO	Effetto primario sulla biologia	Variazione nei livelli idrici dovuti all'asportazione di acqua; modifiche al regime di flusso che possono danneggiare le componenti biologiche; effetti sulla concentrazione di nutrienti	x	x	x	x	x	x			
MORFOLOGICO	Effetto primario sulla biologia	Modifiche alla linea di costa e alle caratteristiche del sedimento (ad es. granulometria)		x	x	x	x	x			
ACIDIFICAZIONE[1]	Effetto primario sulla biologia	Variazione nei valori di alcalinità e di pH; alterazioni della composizione specifica della comunità biologica e effetti sinergici con altri inquinanti (ad esempio aumento della tossicità dei metalli)			x	x			Parametri legati alla acidificazione		

Tab. 3.6. Monitoraggio di sorveglianza e operativo. Frequenze di campionamento nell'arco di un anno per fiumi e laghi.

ELEMENTI DI QUALITÀ		FIUMI		LAGHI	
BIOLOGICI		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO (2)**	**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO (2)**
Fitoplancton				6 volte (3)	6 volte (3)
Macrofite		2 volte (4)	2 volte (4)	1 volta (5)	1 volta (5)
Diatomee		2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)	2 volte , in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)		
Macroinvertebrati		3 volte(7)	3 volte(7)	almeno 2 volte(5)	almeno 2 volte(5)
Pesci		1 volta(8)	1 volta(8)	1 volta (9)	1 volta(9)
IDROMORFOLOGICI		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO**	**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO**
Continuità		1 volta	1 volta(10)		
Idrologia		Continuo (11)	Continuo(11)	Continuo(12)	Continuo(12)
Morfologia (13)	alterazione morfologica	1 volta	1 volta(10)	1 volta	1 volta(10)
	caratterizzazione degli habitat prevalenti (14)	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati
FISICO-CHIMICI E		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO(15)**	**SORVEGLIANZA (1)**	**OPERATIVO(15)**

CHIMICI				
Condizioni termiche Ossigenazione Conducibilità Stato dei nutrienti Stato di acidificazione	Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee	Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee.	Bimestrale e comunque in coincidenza del campionamento del fitoplancton	Bimestrale e comunque in coincidenza con il campionamento del fitoplancton
Altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità(16)	- trimestrale nella matrice acqua. Possibilmente in coincidenza con campionamento dei macroinvertebrati e /o delle diatomee	- trimestrale nella matrice acqua. Nell'anno del monitoraggio biologico i campionamenti sono effettuati possibilmente in coincidenza con quelli dei macroinvertebrati e /o delle diatomee.	- trimestrale in colonna d'acqua	- trimestrale in colonna d'acqua
Sostanze dell'elenco di priorità(17)	- mensile nella matrice acqua	- mensile nella matrice acqua	- mensile in colonna d'acqua	- mensile in colonna d'acqua

Tab. I Lista di parametri limnologici considerati nei Progetti O.C.D.E. per il controllo dell'eutrofizzazione

1.	**Parametri fisici** Temperatura, conduttività, radiazione solare incidente, attenuazione della luce
2.	**Parametri chimici** pH, O_2 disciolto, composti di P e N, SiO_2; alcalinità; Ca++ e Mg++; Na+ e K+; SO_4– – e Cl–; Fe totale
3.	**Parametri biologici** Fitoplancton (clorofilla-a): concentrazione e produttività; C organico

Segue una descrizione di un esempio applicativo[2] che si ritiene utile prendere in considerazione per le esigenze di controllo in tempo reale della qualità dei corpi lacustri umbri.

TELECONTROLLO

La rete di collegamento via satellite, basata sulla piattaforma D-Star di Skylogic, si integra con i sistemi informatici di telerilevamento ed elaborazione dati, allocati presso il centro elaborazione dati dell'ente gestore, permettendo il profilo in tempo reale dei parametri di qualità dell'acqua invasata nei laghi (pH, conducibilità, ossigeno disciolto, clorofilla a, temperatura) e il monitoraggio

2 Regione autonoma della Sardegna, assessorato della difesa dell'ambiente, servizio sostenibilità ambientale e valuitazione impatti (savi), settore sistema informativo ambientale (sia) - por Sardegna 2000-2006-asse i-misura 1.7 – azione c "Realizzazione del secondo lotto funzionale del sistema dì monitoraggio automatico della qualità dell'acqua in alcuni laghi artificiali della Sardegna" - capitolato tecnico.

della situazione meteo (temperatura aria, radiazione solare, pioggia, evaporazione, livello dell'invaso/lago, direzione e velocità del vento, umidità relativa, pressione atmosferica).

L'innovazione tecnologica dei sistemi adottati permette al personale dell'Ente un controllo costante dei principali parametri delle dighe e dell'acqua nei laghi, oltre alla notifica in tempo reale di eventuali anomalie con i dati necessari all'eventuale intervento o ai semplici controlli ispettivi. Gli operatori abilitati possono quindi intervenire immediatamente, in totale sicurezza e riservatezza, attraverso la connessione di rete privata via satellite comunicando con i sistemi di monitor locale presso i laghi.

SONDA MULTIPARAMETRICA

Per sonda multiparametrica si intende uno strumento in cui in un unico corpo sono alloggiati sensori per la misura di parametri chimico - fisici. La sonda dovrà misurare, acquisire e trasmettere al data logger i seguenti parametri:

1) Temperatura dell'acqua
2) Conducibilità elettrica
3) Profondità cella misura
4) Salinità
5) Ossigeno disciolto
6) pH
7) Clorofilla "a"
8) Torbidità