



**PROVINCIA
di CUNEO**

Assessorato Tutela Ambiente



LA FITODEPURAZIONE



Linee guida
e possibilità di applicazione ai reflui enologici

La Provincia di Cuneo, insieme alla Regione Piemonte, alle Province di Asti ed Alessandria, all'Autorità di Bacino del Fiume Po, alle Autorità d'Ambito n. 4, 5 e 6, nonché ad alcuni Comuni del bacino del Torrente Belbo, ha sottoscritto il **Contratto di fiume del Torrente Belbo**, il cui obiettivo principale è *“migliorare lo stato ecologico complessivo del corso d'acqua, in attuazione delle finalità e degli obiettivi previsti dalla Comunità Europea in materia di tutela delle acque”*.

Sotto il profilo operativo, il Contratto di fiume si declina in una serie di azioni operative, che vedono impegnata anche la Provincia di Cuneo.

Tra le varie attività individuate, la “LINEA DI AZIONE I - RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE” è riferita alle problematiche di tutto il comprensorio fognario inter-ATO delle Valli Belbo e Tinella, con riferimento generale a tutti gli impianti (sia pubblici che privati) che scaricano nel Torrente Belbo o nei relativi affluenti. Tale linea si articola in 9 azioni, e la Provincia di Cuneo è stata individuata quale “Soggetto Coordinatore” della “*SOTTOAZIONE 1.1.2: definizione e promozione di specifici bandi, linee guida, finalizzati ad incentivare l'utilizzo di tecniche di depurazione naturale (es. biofitodepurazione) nonché gli adeguamenti previsti dalla sottoazione precedente*”.

Dopo aver seguito la preparazione di bandi PSR - misure 123 e 121, specificamente indirizzati allo scopo, con questa pubblicazione la Provincia di Cuneo intende fornire un supporto conoscitivo e tecnico che possa orientare gli operatori economici nelle scelte tecniche, gestionali ed impiantistiche più appropriate, finalizzate all'ottimale trattamento delle acque reflue enologiche, nel rispetto delle norme ambientali vigenti e con nozione di causa.

Il Presidente
Gianna GANCIA

SOMMARIO

LA FITODEPURAZIONE.....	5
DALLE AREE UMIDE NATURALI ALLA FITODEPURAZIONE	5
PRINCIPI GENERALI DI FUNZIONAMENTO	7
VANTAGGI, PRESTAZIONI ED APPLICAZIONI	7
PRINCIPALI TIPOLOGIE DI IMPIANTO	8
ALTRE TIPOLOGIE DI IMPIANTO.....	11
CRITERI PER LA PROGETTAZIONE ED IL DIMENSIONAMENTO	12
CRITERI PER LA GESTIONE E LA MANUTENZIONE	17
 REFLUI ENOLOGICI.....	 18
ASPETTI GENERALI	18
SOTTOPRODOTTI e RIFIUTI	19
TIPOLOGIE DI TRATTAMENTO PER I REFLUI ENOLOGICI.....	20
LA FITODEPURAZIONE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI ENOLOGICI.....	20
CLASSIFICAZIONE E RECAPITO DEGLI SCARICHI DI REFLUI ENOLOGICI.....	23
UTILIZZO AGRONOMICO	24

LA FITODEPURAZIONE

DALLE AREE UMIDE NATURALI ALLA FITODEPURAZIONE

Le aree umide naturali (*wetland*) si manifestano in corrispondenza di infossamenti del terreno, laddove sono presenti suoli impermeabili o poco permeabili, cosicché l'acqua piovana tende a raccogliersi, ristagnando permanentemente, o comunque per la maggior parte dell'anno. In tali condizioni, si crea un ecosistema tipico delle zone umide, sede di molteplici processi biologici che derivano dai rapporti complessi tra gli esseri viventi ivi presenti, soprattutto piante idrofile e comunità microbiche, che svolgono un'intensa azione di rimozione delle sostanze organiche ed inorganiche presenti nell'acqua.

Per queste ragioni, per molti secoli il trattamento delle acque di scarico prodotte dagli insediamenti abitativi e da alcune attività produttive è stato effettuato con l'utilizzo di zone umide naturali: queste, infatti, utilizzando l'energia naturale dell'ecosistema forniscono notevoli benefici ambientali a basso costo energetico, senza alcun apporto di tipo chimico, operando come trappola per i sedimenti e gli inquinanti e rimuovendo le sostanze ad essi associate.

All'interno delle zone umide, le acque, nel lento percorso dall'ingresso allo scarico, subiscono un continuo processo di filtrazione e ossidazione delle sostanze organiche ed abbattimento di alcuni sali in esse presenti, che possono essere utilizzati dalle radici delle piante acquatiche ivi presenti. La grande attività biologica degli ecosistemi umidi consente il trattamento di reflui di diversa origine, che vengono metabolizzati nelle catene biologiche e convertiti in biomassa microbica, suolo e gas atmosferici, o elementi essenziali utilizzati dalle piante per alimentare la produzione di nuova vegetazione.

In pratica, però, nella maggior parte dei casi, le paludi venivano utilizzate come una sorta di bacino di accumulo prima dello sversamento nel corpo idrico recettore finale, e non come veri e propri sistemi di trattamento, con la conseguenza di ottenere irreversibili degradazioni della loro qualità.

Negli ultimi trenta anni, si è assistito ad un netto aumento di interesse e ad un radicale cambiamento nella considerazione delle aree umide, delle quali sono stati identificati gli svariati benefici (ad esempio, l'accumulo di acqua per scopi irrigui, la buona funzionalità per il controllo idrico, anche in relazione ad eventi alluvionali, il controllo dei fenomeni erosivi e di desertificazione, il grande contributo alla biodiversità, nonché la possibilità di sviluppare attività educative e ricreative).

Così, a partire dalla metà degli anni '70 si sono sviluppate svariate esperienze di utilizzo pianificato e ben controllato del potere autodepurativo di alcune zone umide naturali, per il raggiungimento di precisi obiettivi di qualità delle acque e, soprattutto, di "ricostruzione" o "creazione" di sistemi umidi, studiati proprio per il trattamento di acque reflue.

Ma solo con l'applicazione di sistemi naturali costruiti (*Constructed Wetlands*) per il trattamento delle acque reflue, si sono attivate sperimentazioni, su impianti pilota e in scala reale, che hanno consentito d'individuare modelli e cinetiche di processo, utilizzando i dati ottenuti nei monitoraggi, che tengono conto delle condizioni climatiche delle aree

d'intervento, delle diverse tipologie di refluo trattate e delle scelte impiantistiche adottate. Tali sistemi "artificiali" hanno offerto un maggior grado di controllo, permettendo una precisa valutazione della loro efficacia sulla base della conoscenza della natura del substrato, delle tipologie vegetali e dei percorsi idraulici. Oltre a ciò, le zone umide costruite hanno offerto vantaggi aggiuntivi rispetto a quelle naturali, come ad esempio la scelta del sito, la flessibilità nelle scelte di dimensionamento e nelle geometrie, e, soprattutto, il controllo dei flussi idraulici e dei tempi di ritenzione.

Alcune aree umide naturali sono ancora oggi utilizzate per il trattamento di acque reflue ma, al momento, risulta decisamente più diffuso ed efficace, in tutto il mondo, l'uso di zone artificiali. Le aree umide naturali, infatti, sono caratterizzate da una notevole variabilità delle componenti funzionali, per cui risulta praticamente impossibile prevedere con certezza le conseguenze dell'apporto di acque inquinate, e non si possono replicare i risultati da una zona all'altra.

Questi sistemi di trattamento di acque reflue, mediante aree umide artificiali, in Italia vengono comunemente definiti **impianti di "fitodepurazione"**: sistemi progettati e costruiti per riprodurre i naturali processi autodepurativi in un ambiente maggiormente controllabile.

La prima esperienza di questo tipo risale al 1952 ma ci sono voluti circa venti anni di ricerche per arrivare, nel 1977, al primo impianto di fitodepurazione in scala reale, costruito a Germania per il trattamento dei reflui urbani.

In Italia, solo da pochi anni sono stati realizzati sistemi naturali costruiti per la depurazione di acque reflue, dimensionati applicando modelli americani ed europei o, in alcuni casi, improvvisando. Questo ha creato, da una parte, nuove prospettive di approccio al problema della depurazione delle acque, dall'altra, ha generato alcune perplessità causate da malfunzionamenti o basse efficienze, rispetto a quelle stimate, di questo tipo di impianti.

Da indagini effettuate su impianti realizzati in Italia, infatti, emerge da un lato l'assenza frequente di un approccio metodologico - scientifico in fase di progettazione, dall'altro i dati di monitoraggio degli impianti sono spesso scarsamente documentati e, quando presenti, risultano, nella maggior parte dei casi, effettuati in modo saltuario.

In questo quadro risulta maggiormente necessario, soprattutto durante le fasi di progettazione, affrontare le scelte impiantistiche attraverso un approccio pluridisciplinare (chimico, biologico, idraulico e paesaggista) evitando approssimazioni e standardizzazioni.

Preso atto di ciò, sarà quindi auspicabile, in un futuro prossimo, una maggiore attenzione da parte dei committenti, sia pubblici che privati, e dei soggetti gestori del ciclo delle acque, nel verificare l'affidabilità delle scelte effettuate dai progettisti e un maggiore impegno rispetto a fasi successive a quella della progettazione, riguardanti l'avviamento e il monitoraggio degli impianti.

In ogni caso, la fitodepurazione si sta diffondendo in molti Paesi, per gli elevati standard qualitativi negli effluenti scaricati, dopo depurazione, in rapporto ai ridotti costi di costruzione e di gestione. Per queste ragioni, si sta sempre più affermando come **valida alternativa**, particolarmente in presenza di reflui caratterizzati da **inquinamento organico**.

PRINCIPI GENERALI DI FUNZIONAMENTO

La fitodepurazione, annoverabile fra i trattamenti biologici secondari, si attua attraverso specifiche interazioni tra piante e batteri, insediati su di un substrato di supporto. L'eliminazione degli inquinanti non avviene esclusivamente ad opera delle piante, ma sulla base delle sinergie che s'instaurano fra questi tre elementi: il substrato, con le sue proprietà fisiche e chimiche, i microbi che lo popolano e le piante stesse.

Le piante, poi, svolgono, in generale, una triplice funzione: con le loro radici creano i canali attraverso cui i reflui sono forzati a passare, attraverso le radici trasferiscono l'ossigeno che sostiene l'attività batterica (ed i batteri, a loro volta, scompongono molti inquinanti) infine, prelevano certi quantitativi di nutrienti dalle acque reflue e sono in grado di accumulare certi metalli pesanti.

In questi sistemi di trattamento, gli inquinanti vengono naturalmente rimossi attraverso una pluralità di processi fisici, chimico-fisici e biologici, tra cui i più efficaci sono: filtrazione, adsorbimento, assimilazione da parte degli organismi vegetali, degradazione batterica ed antibiotici.

Semplificando, le sostanze inquinanti contenute nelle acque reflue vengono scomposte in molecole inorganiche più semplici (come nitrati, fosfati, anidride carbonica); successivamente, tali composti sono assorbiti dalle radici delle piante e, pertanto, l'acqua risulta depurata.

Un impianto di fitodepurazione, di conseguenza, si presenta solitamente come un'area verde, nella quale sono state messe a dimora piante acquatiche.

VANTAGGI, PRESTAZIONI ED APPLICAZIONI

Gli impianti di fitodepurazione presentano numerose caratteristiche, tali da renderli ottime soluzioni a basso costo e ad elevato potere depurativo. I vantaggi principali possono essere riassunti nei seguenti:

- a seconda delle configurazioni, l'energia elettrica non viene utilizzata oppure è impiegata in misura ridottissima;
- estrema economicità di manutenzione: gli interventi manutentivi sono ridotti e semplici, e possono essere effettuati da personale non specializzato;
- assenza di cattivi odori;
- capacità di assorbire sversamenti tossici;
- buona capacità omeostatica (ossia di mantenimento di stabilità);
- possibilità di riutilizzo dell'acqua depurata per usi non potabili;
- ottimale inserimento nell'ambiente.

La qualità della depurazione è spesso superiore a quella dei convenzionali impianti a fanghi attivi, per quanto riguarda la sostanza organica - espressa come COD e come BOD₅^(*), i solidi sospesi e la carica batterica, mentre è meno efficace nella rimozione delle forme azotate e del fosforo.

^{*} Il COD (domanda chimica di ossigeno) rappresenta il totale degradabile per via chimica; il BOD₅ (domanda biochimica di ossigeno) ne costituisce una parte, in quanto tiene conto solo della frazione degradabile attraverso microrganismi (frazione "biodegradabile").

I costi di costruzione sono molto variabili, ma comunque paragonabili a quelli degli impianti di depurazione di tipo convenzionale. I costi di gestione, invece, sono assai contenuti, in quanto i consumi energetici possono essere addirittura nulli. Inoltre, l'impegno di personale può essere molto limitato e non richiede, per le operazioni ordinarie, particolari specializzazioni.

Lo svantaggio principale è legato alle superfici necessarie a realizzare l'impianto.

La fitodepurazione si sta affermando come valida alternativa di trattamento delle acque reflue, principalmente nelle seguenti applicazioni:

- reflui domestici ed assimilati, provenienti da cucine, mense, servizi igienici (solitamente, fino a 2000 utenze);
- attività industriali aventi scarichi di matrice prevalentemente organica;
- scarichi discontinui e irregolari (attività turistiche, alberghi, campeggi).

In alcuni casi, gli impianti di fitodepurazione sono inseriti come fase di finissaggio (cioè di maggior trattamento depurativo), a valle di altri sistemi depurativi, oppure come presidio di sicurezza finalizzato all'immissione, nell'ambiente, di sostanze tossiche.

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI IMPIANTO

Le diverse tipologie impiantistiche illustrate nel seguito sono utilizzate singolarmente o in accoppiamento, a seconda della natura del refluo da depurare e delle finalità di trattamento da perseguire.

Ordinariamente, gli impianti di fitodepurazione si suddividono in base alle modalità di scorrimento del refluo: **sistemi a flusso sommerso** e **sistemi a flusso superficiale**.

SISTEMI A FLUSSO SOMMERSO (ANCHE DETTI SISTEMI A FLUSSO SUB-SUPERFICIALE)

In questa tipologia d'impianto, il liquame da depurare scorre all'interno di un mezzo poroso (ghiaia) e non è mai esposto al contatto diretto con l'atmosfera.

Le piante più utilizzate sono le cannuce di palude (elofite appartenenti alla specie *Phragmites australis*); la sezione depurativa, quindi, si presenterà come un canneto. Per tale ragione, talvolta, viene denominato "*reed bed treatment system*" (trattamento a canne).

Questi sistemi sfruttano la capacità delle piante di trasportare ossigeno dall'aria alle parti sommerse: le specie vegetali sviluppano i loro apparati radicali ancorati al substrato, che funge altresì da supporto per le colonie microbiche, e trasferiscono ossigeno a livello radicale, ove si attua la decomposizione degli inquinanti.

Si tratta di sistemi misti, nel senso che funzionano sia in aerobiosi che in anaerobiosi: la presenza delle piante comporta - in ampie zone - l'instaurarsi di condizioni aerobiche, favorevoli per la rimozione del carico inquinante, ma la degradazione delle sostanze indesiderate avviene - in certe zone ed in una certa misura - anche in assenza di aria, attraverso batteri che lavorano in mancanza di ossigeno.

L'efficienza depurativa dipende dalla corretta gestione delle piante.

Le attività e le funzioni sono influenzate da temperatura, pH e ossigeno disciolto.

Come tipologia d'impianto, è preferita al sistema con flusso superficiale per una minore superficie utilizzata, un'elevata efficienza anche nei mesi invernali, l'assenza di cattivi odori e insetti molesti, l'economicità e la semplicità di gestione.

In quanto priva di affioramento d'acqua in superficie, la vasca di fitodepurazione a flusso sommerso risulta asciutta e calpestabile e, pertanto, facilmente ispezionabile.



Fig. 1: vasca di fitodepurazione a flusso sub-superficiale

I sistemi a flusso sub-superficiale si distinguono, a loro volta, in relazione alla direzione di scorrimento prevalente dell'acqua:

- **orizzontale:** il refluo viene depurato in una o più vasche scavate nel terreno e impermeabilizzate, della profondità di circa 70-80 cm, contenenti materiale inerte (ghiaia a diversa granulometria), su cui si sviluppano le radici delle piante. Il flusso idrico rimane costantemente al di sotto della superficie del substrato, e scorre in senso orizzontale, grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto filtrante. Il refluo da trattare viene immesso, normalmente in continuo, con un tubo drenante da un'estremità della vasca, e raccolto all'altra estremità dopo il suo scorrimento all'interno del mezzo di riempimento.

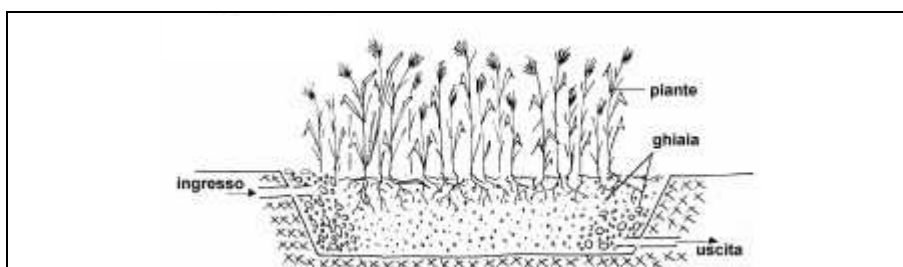


Fig. 2: schema di funzionamento di un sistema di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale

- **verticale:** il refluo da trattare è immesso con carico alternato discontinuo e percola verticalmente in un filtro di materiali inerti (ghiaia a diversa granulometria o sabbia), profondo in genere 1 metro, in cui si sviluppano le radici delle piante. Lavorando ad intermittenza, necessitano di una vasca di accumulo delle portate giornaliere con pompa di distribuzione, o sistema di distribuzione meccanica.

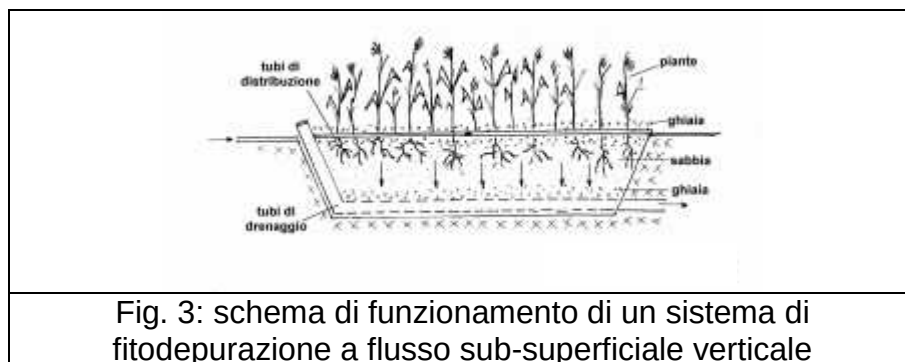


Fig. 3: schema di funzionamento di un sistema di fitodepurazione a flusso sub-superficiale verticale

SISTEMI A FLUSSO SUPERFICIALE

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 acquatiche. Molto diffusi nel mondo (conosciuti come impianti "FWS - Free Water Surface"), in Italia, questi sistemi sono utilizzati come finissaggio, a valle di impianti a flusso sub-superficiale, in quanto richiedono una superficie maggiore; vengono introdotti per la loro azione molto efficace nell'abbattimento del carico microbiologico residuo.

Inoltre, sono molto importanti dal punto di vista naturalistico, per la creazione di nuove aree umide e per la biodiversità: in essi è possibile creare differenti microhabitat e utilizzare un maggior numero di specie di piante acquatiche - oltre alla *Phragmites*, il carice (*Carex*), il giunco (*Juncus*), la mazzasorda (*Thypha latifolia*). Per queste ragioni, sono impiegati per la creazione di zone tampone.



Fig. 4: schema di funzionamento di un sistema di fitodepurazione a flusso superficiale

Le tecniche di fitodepurazione possono essere anche classificate in base alla prevalente forma di vita delle piante acquatiche utilizzate:

- sistemi a microfite (fitoplancton);
- sistemi a macrofite galleggianti: le piante principalmente utilizzate sono i giacinti d'acqua e le lemnaee;
- sistemi a macrofite radicate sommerse (ancorate al fondo): sono sistemi usati solo a livello sperimentale e poco favorevoli, in quanto necessitano di acque ricche di ossigeno e trasparenti, in modo che si espliciti il processo di fotosintesi; si tratta, comunque, di un trattamento destinato all'affinamento degli effluenti, poiché tali piante vivono solo in acque ben ossigenate e quindi in presenza di carichi organici limitati;
- sistemi a macrofite radicate emergenti (elofite): utilizzano piante comuni presenti negli ecosistemi umidi.

Per microfite o microalghe si intendono organismi unicellulari che possono formare colonie molto estese sulla superficie dell'acqua ed hanno una notevole capacità di assimilare nutrienti dalla massa idrica. Esigono tuttavia condizioni di temperatura elevata e costante per garantire una buona efficacia depurativa durante tutto l'arco dell'anno. Per questo motivo i sistemi a microfite sono poco utilizzati alle nostre latitudini.

Le macrofite sono una categoria che comprende numerose specie vegetali, che hanno in comune le dimensioni macroscopiche e l'essere rinvenibili sia in prossimità sia all'interno di acque dolci superficiali. Sono da considerarsi macrofite sia le specie appartenenti alla vegetazione acquatica sia quelle che costituiscono il raggruppamento delle erbacee pioniere di greto.

Le tipologie d'impianto descritte vengono, talvolta combinate in sistemi multistadio e sistemi integrati, o misti, in cui le tecniche fitodepurative vengono affiancate ad impianti di depurazione tradizionali.

ALTRE TIPOLOGIE DI IMPIANTO

STAGNI BIOLOGICI

Sono sistemi a microfite; in base al tipo predominante di reazioni biologiche che vi avvengono, possono essere classificati in diverse categorie: facoltativi, aerati, aerobici ed anaerobici. Danno migliori risultati se sono realizzati in serie, ma i sistemi in parallelo hanno alcuni vantaggi gestionali. Lo svantaggio principale è la sovra-crescita di alghe.

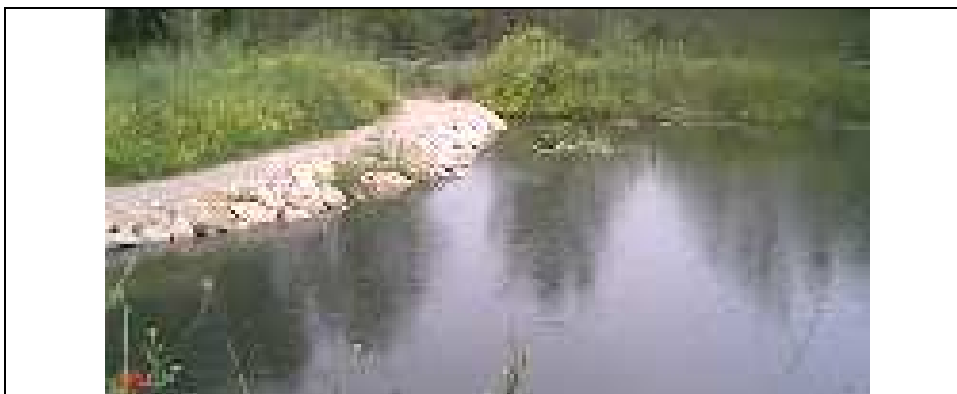


Fig. 5: stagno biologico

LAGUNAGGI

Rappresenta un ulteriore sviluppo degli stagni biologici, ed utilizza un'ampia quantità di vegetali. Per la sua capacità di rimozione dei nutrienti e del BOD₅ dalle acque di scarico, da parte dell'apparato radicale, il giacinto d'acqua rappresenta la specie maggiormente utilizzata in tutto il mondo. L'attività gestionale varia in relazione agli specifici obiettivi del sistema.

Per garantire una buona rimozione dei nutrienti, tuttavia, è richiesto molto spazio.

CRITERI PER LA PROGETTAZIONE ED IL DIMENSIONAMENTO

TRATTAMENTI PRELIMINARI

Allo scopo di ridurre i rischi di intasamento del materiale di riempimento, ad opera dei solidi grossolani o sedimentabili presenti nel refluo, è necessario che - a monte della sezione di fitodepurazione - sia presente un comparto di sedimentazione.

Occorre tuttavia prestare la massima attenzione affinché, in detta sezione di sedimentazione, non si attivino processi di degradazione anaerobica, che risulterebbero difficilmente gestibili nell'impianto, a causa degli odori sgradevoli che vi si possono sviluppare.

In alcune soluzioni, questo trattamento preliminare è stato realizzato attraverso una semplice sedimentazione primaria, attuata con fossa Imhoff, ovvero con fossa tricamerale.

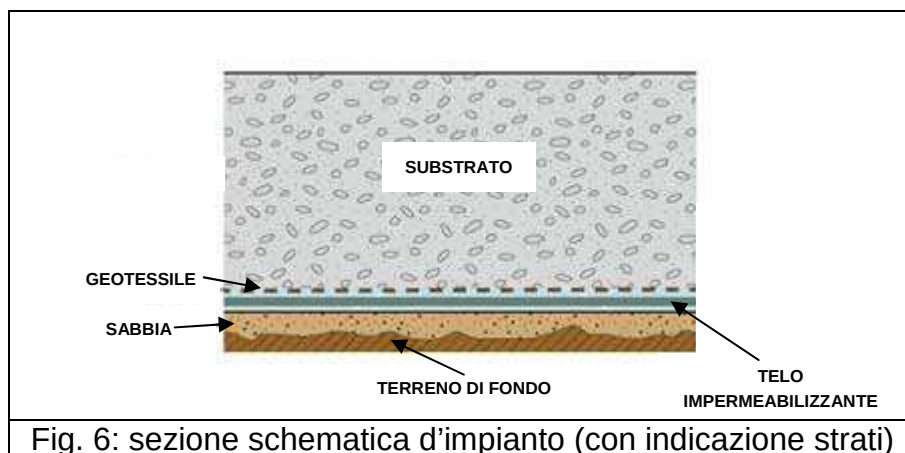
Se la composizione degli scarichi lo richiede, a monte della fitodepurazione devono essere inseriti trattamenti preliminari di grigliatura, dissabbiatura o disoleazione. In particolare, nel caso in cui i reflui destinati a fitodepurazione possano risultare contaminati da oli, l'inserimento di un'adeguata sezione di disoleazione risulta indispensabile per la sopravvivenza stessa delle piante.

IMPERMEABILIZZAZIONE

Per evitare fenomeni di inquinamento del sottosuolo, **i bacini di depurazione devono essere adeguatamente impermeabilizzati.**

A tale scopo possono essere utilizzati manti bentonitici o sintetici, con esclusione di manufatti in cemento, più onerosi e meno sicuri in queste particolari applicazioni.

In genere, sono preferiti manti sintetici a base di LDPE o HDPE (polietileni ad alta e bassa densità), oppure in PVC, con spessore variabile da 0,5 a 2 mm. Questi teli impermeabilizzanti devono essere posati su fondi opportunamente preparati e livellati (solitamente, si realizzano letti di sabbia) e vengono normalmente protetti da un foglio di tessuto non tessuto (geomembrana), che impedisce il loro danneggiamento da parte del substrato.



Per una migliore tenuta, le strisce di materiale impermeabilizzante vanno saldate tra loro in modo opportuno (con saldatura “a doppia pista” o “per estrusione”), in modo da garantire un isolamento totale del fondo e delle pareti dell'impianto di fitodepurazione, rispetto al suolo circostante.

Le Ditte specializzate nella realizzazione di tali coperture impermeabilizzanti, rilasciano certificazioni attestanti la corretta esecuzione dei lavori.

PORTATE E CARICHI INQUINANTI

La valutazione delle portate e dei carichi inquinanti da sottoporre a depurazione può risultare, talvolta, la fase più complessa della progettazione, in quanto portate e carichi inquinanti possono subire sensibili variazioni giornaliere e stagionali, a seconda del tipo di utenza allacciata e, con particolare riferimento ai reflui enologici, a seconda della stagionalità delle lavorazioni effettuate.

Al fine di limitare gli effetti delle eventuali variazioni di portata, è frequente il ricorso ad impianti a flusso sub-superficiale disposti in parallelo.

INGRESSO ED USCITA DEL LIQUAME

Aspetti importanti per la riuscita di un impianto di fitodepurazione, sono rappresentati dal sistema di distribuzione del liquame e della regolazione del suo livello all'interno del letto.

Il liquame in entrata può essere distribuito in diversi modi. Ad esempio, attraverso:

- canaletta superficiale;
- tubazione superficiale con elementi a T;
- tubazione sommersa forata.

Normalmente viene evitato l'ingresso “libero”, perché si vengono a creare flussi preferenziali ed, inoltre, non risulta utilizzata tutta la superficie disponibile dell'impianto.

I sistemi di fitodepurazione vanno considerati come dei “depuratori” a tutti gli effetti nei quali ciò che entra, dopo essere stato trattato, deve essere scaricato (impresso nell'ambiente o riutilizzato). Nella maggior parte dei casi la fitodepurazione non riesce ad assicurare l'evapotraspirazione totale dei reflui normalmente prodotti, sia in ambito civile che, a maggior ragione, produttivo: pertanto, solitamente gli impianti di fitodepurazione devono avere uno scarico finale. In alcune applicazioni, quando la portata è molto ridotta, possono ricorrere le condizioni per il rilancio del refluo in testa all'impianto dal pozzetto finale, in un “ciclo chiuso” senza scarico.

Prima dell'uscita, sul fondo, viene collocata una tubazione forata che raccoglie le acque trattate, successivamente scaricate in un pozzetto adiacente.

Immediatamente a monte ed a valle della vasca di fitodepurazione (normalmente in coincidenza col pozzetto di cui sopra) vengono realizzati pozzetti per il prelievo di campioni, all'interno dei quali possono essere attrezzati dispositivi di misura della portata. In questo modo, è possibile valutare la qualità e la quantità dei reflui in ingresso e in uscita dal sistema di fitodepurazione, tenendo altresì sotto controllo l'efficacia del trattamento.

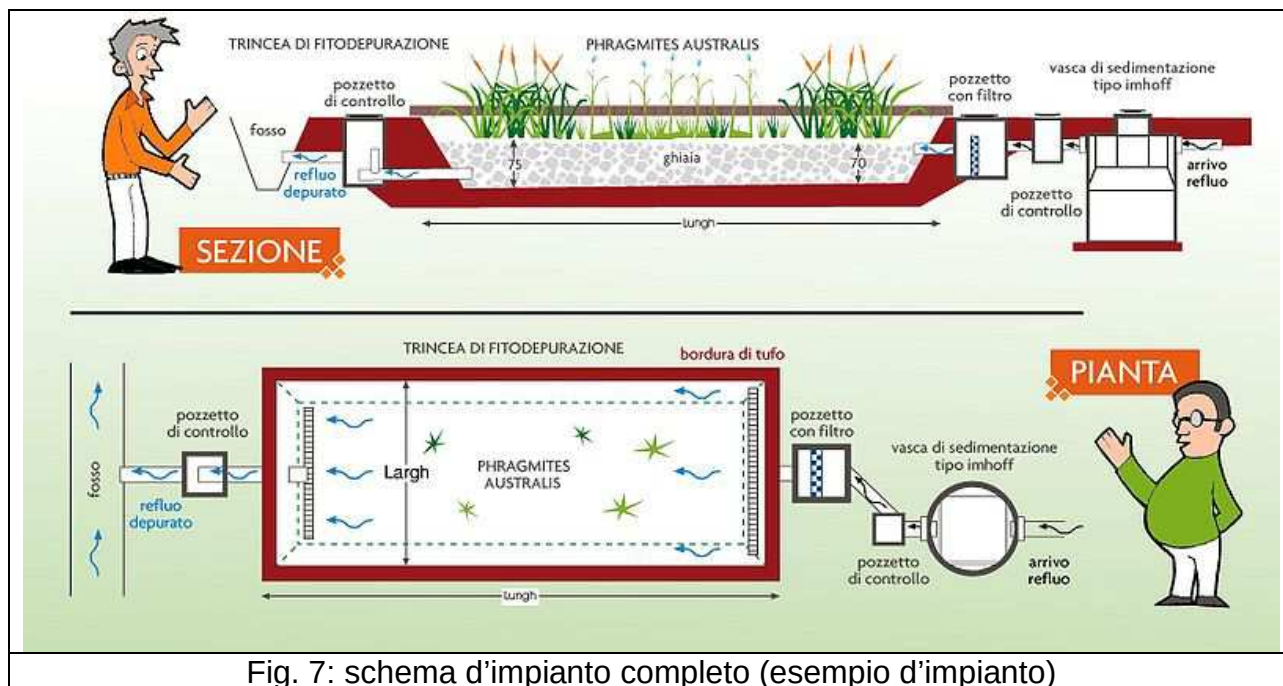


Fig. 7: schema d'impianto completo (esempio d'impianto)

SUBSTRATO

Il substrato ha un ruolo importante nell'efficienza depurativa dell'impianto, perché rappresenta un filtro meccanico e chimico per alcune sostanze contenute nel refluo. Per questo, la scelta del mezzo di riempimento va valutata secondo le caratteristiche dello scarico che si deve depurare.

Viene comunemente utilizzato materiale inerte pulito e lavato (ghiaia e sabbia), così da eliminare i rischi di intasamento del letto, con conseguente deviazione del flusso sommerso verso la superficie. La ghiaia è meno attiva sotto il profilo microbiologico, ma permette un più rapido transito dei reflui.

Per il trattamento di acque reflue industriali, in alcuni Paesi sono stati sviluppati impianti riempiti con particolari substrati, contenenti certi minerali che favoriscono la deposizione di ioni metallici, fosfati e solfati. Peraltro, i substrati possono essere appositamente "progettati" e confezionati per trattare reflui particolari (ad esempio, la capacità delle particelle di argilla e dei materiali umici di intrappolare prodotti inquinanti, può consentire al substrato di assorbire picchi di carico).

In alternativa alla ghiaia o ad altri materiali di riempimento "tradizionali", vengono talvolta utilizzate zeoliti: minerali con una struttura cristallina regolare e microporosa, caratterizzati da una enorme quantità di volumi vuoti all'interno della struttura cristallina. L'elevata superficie specifica delle zeoliti (200÷500 mq/grammo) consente un maggiore sviluppo dei vari microrganismi ai quali è demandato il compito di degradare la materia organica presente nelle acque reflue da depurare, potenziando considerevolmente la capacità del sistema di abbattere il carico organico inquinante (BOD₅ e COD).

Utilizzando zeoliti, l'efficienza dell'impianto di fitodepurazione viene incrementata grazie alle numerose proprietà di tale substrato:

- la capacità di scambio cationico, che consente di operare da filtro meccanico attivo: le zeoliti scambiano cationi contenuti all'interno della loro struttura cristallina con

ioni presenti in soluzione, che possiedono dimensioni e proprietà elettrostatiche compatibili con la struttura entro la quale vanno ad inserirsi (in pratica, il sistema rimuove dalle acque i cationi dei metalli inquinanti trattenendoli nella struttura cristallina delle zeoliti e permettendo, così, all'acqua, di defluire purificata: i cationi vengono catturati dalla zeolite, per scambio cationico, e ceduti lentamente ad un inferiore livello di concentrazione, per cui le radici delle piante possono assorbirli e trasferirli alla parte aerea - fusto e foglie - dove si accumulano);

- la capacità di disidratazione graduale e parzialmente reversibile: le zeoliti possono adsorbire e desorbire acqua senza variare la propria matrice chimico/fisica; dopo disidratazione, le zeoliti possono riassorbire acqua fino ad un 30% del loro peso;
- la capacità di adsorbimento di molecole di gas specifici;
- l'ammissione preferenziale di talune molecole organiche: per tale caratteristica, le zeoliti possono essere utilizzate come un vero e proprio setaccio molecolare selettivo.

PIANTE MICORIZZATE

Per il processo fitodepurativo, in alcuni impianti sono state utilizzate piante micorizzate.

Per micorriza si intende un particolare tipo di associazione simbiotica tra un fungo ed una pianta superiore, localizzata nell'ambito dell'apparato radicale del vegetale, e che si estende nelle zone circostanti le radici. Queste simbiosi sono, nella maggior parte dei casi, di tipo mutualistico, per cui i due organismi portano avanti il loro ciclo vitale vivendo a stretto contatto e traendo benefici reciproci, sia di natura nutrizionale che di altro tipo (alcuni esempi più conosciuti di simbiosi micorriziche si hanno fra i tartufi e le querce, i porcini e i castagni, oppure tra le orchidee e diverse specie fungine).

Nel caso delle *Phragmites australis*, il fungo si sviluppa intorno alle radici e penetra nelle cellule radicali, dove origina strutture ramificate (gli arbuscoli), sede di scambi nutrizionali: il fungo assorbe dal terreno elementi nutritivi e li cede alla pianta, che restituisce al fungo stesso i carboidrati indispensabili per il suo metabolismo.

Da questa simbiosi, la pianta trae diversi vantaggi, tra cui una maggiore conduttività idrica radicale, un incremento della massa radicale, una protezione da attacchi di alcuni patogeni ed una migliore crescita.

Le piante micorizzate risultano vantaggiose nel processo fitodepurativo, in quanto la micorizzazione produce un incremento della crescita della massa radicale e della capacità esplorativa del suolo da parte delle radici, cui consegue un maggior trasferimento di ossigeno dalla parte aerea della pianta a quella sommersa. In questo modo, risultano potenziati i processi biochimici preposti alla depurazione, che si svolgono attorno alle radici: l'ossigeno in eccesso, infatti, viene rilasciato a livello radicale, dove incentiva la decomposizione della materia organica da parte dei microrganismi aerobici ivi presenti.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Per i **sistemi a pelo d'acqua libero** i criteri da considerare durante la progettazione sono:

- carico organico in entrata;

- profondità delle vasche;
- portata idraulica media giornaliera in entrata;
- rapporto tra lunghezza e larghezza delle vasche;
- tempo di ritenzione idraulica nel/i bacino/i;
- numero di sistemi depurativi posti in serie o in parallelo;
- tempo di vita della vegetazione.

Un'indicazione di massima, utile a definire l'area complessiva necessaria per la depurazione di un refluo di tipo domestico, viene generalmente indicata in 10-20 mq per mc di effluente giornaliero, che corrisponde a 2,5-5 mq/abitante equivalente. Questo approccio è accettabile per quei sistemi dove il BOD₅ e i solidi sospesi sono i parametri critici per il dimensionamento. In alcuni casi, può essere utilizzato anche nel caso in cui si voglia ottenere la denitrificazione di un effluente già completamente ossidato, ma per l'eliminazione dell'ammoniaca risulta normalmente un'indicazione troppo riduttiva.

Per i **sistemi a flusso sub-superficiale**, invece, i criteri sono sostanzialmente più complessi, anche se risultano ancora semiempirici. Gli elementi che dovranno essere considerati nell'analisi sono:

- determinazione del tipo di sistema idraulico (orizzontale, verticale o misto);
- scelta del pretrattamento;
- scelta del materiale di riempimento;
- scelta delle essenze vegetali;
- determinazione della profondità del letto;
- determinazione dell'area trasversale del letto;
- determinazione dell'area superficiale necessaria alla rimozione dell'azoto;
- determinazione dell'area superficiale necessaria alla rimozione di BOD₅;
- verifica idraulica.

Il rapporto tra la profondità della vasca, la sua larghezza e la sua lunghezza permette di garantire il massimo gradiente idraulico disponibile, necessario perché ci sia una movimento del refluo dall'entrata verso l'uscita senza ritorni o ristagni di flusso.



Fig. 8: vasche di fitodepurazione in corso di allestimento



Fig. 9: le medesime vasche di fitodepurazione di Fig. 8, ormai operative

CRITERI PER LA GESTIONE E LA MANUTENZIONE

Gli impianti di fitodepurazione devono essere **opportunamente gestiti e sottoposti ad operazioni di manutenzione periodica**.

Una corretta gestione ed una costante manutenzione sono fondamentali affinché il sistema depurativo garantisca le rese di abbattimento degli inquinanti previste in fase di progettazione.

In particolare:

- per assicurare la buona conservazione nel tempo dell'efficacia di trattamento complessivo, occorre provvedere ad **interventi periodici di pulizia e svuotamento delle sezioni di trattamento preliminare**: come accade per tutti i sistemi depurativi, in carenza di una corretta e sistematica manutenzione dei trattamenti preliminari, i sistemi di fitodepurazione possono intasarsi con materiale estraneo e non riuscire ad espletare le funzioni depurative per cui sono stati concepiti, ovvero divenire inservibili e costituire, essi stessi, fonti d'inquinamento e cattivi odori;
- le piante messe a dimora devono essere monitorate e deve essere verificata la loro capacità di assorbimento, la loro resistenza agli inquinanti disciolti nei reflui e la versatilità rispetto al carico idraulico, che in certi periodi può essere elevato ed in altri periodi molto ridotto. Al proposito, soprattutto nelle prime annualità di esercizio, occorre tenere sotto controllo se alcune specie messe a dimora debbano essere sostituite con altre più resistenti o efficaci;
- è comunque consigliabile una potatura periodica delle piante, in relazione alle condizioni di sviluppo vegetativo delle stesse.

Gli sfalci di potatura devono essere gestiti in modo opportuno, attraverso il conferimento a soggetti autorizzati alle operazioni di recupero o smaltimento, ai sensi della normativa vigente.

In alcuni casi, infatti, in relazione alle caratteristiche dei reflui trattati, le parti aeree delle piante (foglie, germogli e rami) possono presentare fenomeni di accumulo di metalli pesanti quali Ferro, Rame e Zinco (alcune piante, in particolare, come la *Brassica juncea* o specie appartenenti alla famiglia delle *Graminaceae*, presentano caratteristiche iperaccumulatrici).

REFLUI ENOLOGICI

ASPETTI GENERALI

La produzione enologica genera residui di varia natura, sia solidi che liquidi, in volume anche superiore ai quantitativi di vino finito prodotto in un anno. In particolare, nell'arco della filiera di produzione, il vino necessita di notevoli quantità d'acqua che, al termine delle operazioni, risultano trasformate in "reflui".

Da una ricerca finanziata dalla Regione Piemonte, in collaborazione con la Provincia di Asti, la facoltà di Agraria dell'Università di Torino ha sviluppato il Progetto CIPE, dal quale emerge che - mediamente - per 400 q/anno di uva lavorata si producono 320 hl/anno di vino, consumando in media 2,3 litri d'acqua per litro di vino prodotto, con una produzione media di acque reflue pari a circa 1,8 litri per litro di vino prodotto.

Pertanto, per ogni quintale di uva lavorata, dai processi di vinificazione si originano, in media, circa 144 litri di acque reflue.

Le acque di scarico degli stabilimenti enologici presentano, in generale, un notevole tasso di contaminazione.

La natura di questa contaminazione è prevalentemente organica, perché le acque reflue contengono, in misura più o meno rilevante, composti solubili dei mosti e dei vini, riconducibili - da un punto di vista chimico - a zuccheri, alcol, acidi, polifenoli, nonché materiali in sospensione di natura organica e residui minerali di coadiuvanti di chiarificazione e filtrazione. Inoltre, gli scarichi delle aziende enotecniche contengono detergenti e sanitizzanti, impegnati nella disincrostazione e pulizia dei vasi vinari, delle attrezzature e delle superfici.

Le principali cause della presenza di inquinanti nelle acque reflue sono le operazioni di lavaggio delle macchine e attrezzature, delle bottiglie e damigiane, delle vasche, dei filtri, dei pavimenti e piazzali, dei frigoriferi, dei mezzi di trasporto, nonché le perdite di prodotto durante i travasi, senza dimenticare gli scarichi provenienti dai laboratori, delle mense e dai servizi igienici delle sedi di produzione.

Normalmente, il rapporto BOD₅/COD per gli scarichi delle cantine si attesta intorno allo 0,5 indicando, pertanto, una buona degradabilità dei composti organici.

Il carico inquinante ed il volume delle acque scaricate dalle aziende enotecniche subiscono forti variazioni stagionali, raggiungendo i livelli massimi in occasione delle operazioni vendemmiali, della svinatura e dei travasi, senza trascurare i picchi dovuti alle operazioni relative ai lavaggi preparatori, che precedono la vendemmia ed il successivo imbottigliamento. Non a caso, nelle cantine, nei mesi autunnali si registra un consumo superiore al 50% di tutta l'acqua impiegata nell'arco di un anno. Anche il COD, normalmente, durante la vendemmia raggiunge concentrazioni almeno 5 volte superiori a quelle registrate nel periodo primaverile ed estivo.

Il menzionato Progetto CIPE indica le principali caratteristiche delle acque reflue enologiche:

- elevata concentrazione di sostanze organiche biodegradabili (con rapporto COD-BOD₅ pari a 0,5-0,6), a valori da 100 a 35.000 mg/l;

- ridotto contenuto di elementi fertilizzanti (N, P₂O₅, K₂O);
- pH generalmente acido, con valori da 3,5 a 6,2;
- contenuto in solidi totali estremamente variabile, con valori da 0,5 a 30 g/l;
- presenza di molecole complesse (polifenoli, detergenti, disinfettanti), con valori di polifenoli da 10 a 200 mg/l;
- produzione discontinua legata alla stagionalità della lavorazione;
- quantitativi unitari prodotti (litri di acque reflue per litro di vino) variabili e legati alla fase di lavorazione dell'uva.

In natura, i corpi idrici contengono microrganismi che degradano la sostanza organica consumando ossigeno. Ma se grandi quantità e/o alte concentrazioni di sostanza organica vengono riversate nei corpi idrici, tali microrganismi tentano di mettere in atto i loro processi di degradazione consumando ossigeno, fino a che il tenore dell'ossigeno disciolto nelle acque diventa insufficiente. Deficit d'ossigeno nelle acque, poi, possono compromettere la sopravvivenza degli organismi acquatici aerobi (animali e vegetali) e possono innescare processi degradativi anaerobici (fermentativi), con conseguente produzione di sostanze indesiderate, in genere odorigene.

Così è, anche, per la frazione organica dei reflui enologici (caratterizzati da forti concentrazioni di COD e BOD₅): se viene immessa in grande quantità in un corpo idrico superficiale (rio, torrente o lago) provoca la proliferazione dei microrganismi che ne assicurano la degradazione, ma questi, per espletare i processi depurativi, sottraggono dall'acqua l'ossigeno disciolto, a svantaggio della flora e della fauna acquatica.

Anche i solidi in sospensione, presenti nella maggior parte delle tipologie di acque reflue, comprese quelle enologiche, costituiscono una minaccia per la qualità dei corpi idrici superficiali: oltre a provocare quella torbidità che rende sgradevole l'acqua, riducono il passaggio della luce solare necessaria per la fotosintesi (sorgente di ossigenazione dell'ambiente) e, attraverso i depositi di fondo che vanno a costituire, possono compromettere l'*habitat* dei microrganismi (microfauna e microflora) che, in condizioni incontaminate, vivono sul fondale.

SOTTOPRODOTTI e RIFIUTI

I raspi possono essere classificati come ammendanti, ai sensi della normativa vigente e, pertanto, vengono esclusi dal campo di applicazione dei rifiuti, sempre a patto che ricorrano le condizioni di cui all'articolo 185 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. In tali condizioni, i raspi sono destinati allo smaltimento in vigneto o nei campi.

Le vinacce e le fecce esauste sono considerate sottoprodotti quando vengono utilizzate in distilleria.

I solidi derivanti dalla filtrazione vengono smaltiti tramite Ditte autorizzate e, spesso, finiscono in discarica. In particolare, le **farine fossili** sono inquadrare come **rifiuti** ed, in quanto tali, **non possono essere smaltite insieme alle acque reflue aziendali**. Attualmente, è possibile avviare le farine fossili esaurite ad operazioni di recupero, ai sensi della normativa in materia di rifiuti.

Nell'ambito delle attività del Contratto di Fiume del Belbo è in corso di svolgimento un approfondimento sulle caratteristiche delle farine fossili esaurite, al fine di valutare le eventuali possibilità di utilizzo agronomico delle stesse.

Il complesso delle lavorazioni enotecniche, inoltre, produce imballaggi ed altri rifiuti speciali.

TIPOLOGIE DI TRATTAMENTO PER I REFLUI ENOLOGICI

Le sostanze contenute nelle acque enotecniche devono essere rimosse prima dello scarico nell'ecosistema, per evitare fenomeni d'inquinamento dell'ambiente.

Per tale ragione, i reflui enologici sono sottoposti a svariate tipologie di trattamento. Nel seguito si richiamano i trattamenti più comunemente diffusi.

In relazione alla discontinuità della produzione di reflui, dipendente dalle caratteristiche marcatamente stagionali delle attività enotecniche, qualunque sistema depurativo preposto al trattamento di acque enologiche deve essere **attentamente dimensionato** in funzione di un'accurata caratterizzazione dei carichi idraulici ed inquinanti prodotti dalle lavorazioni, con particolare attenzione al periodo della vendemmia, durante il quale il volume dei reflui e gli inquinanti in essi contenuti presentano picchi talvolta molto marcati.

A tale proposito, in alcuni casi gli impianti di depurazione sono preceduti da vasche di accumulo/stoccaggio dei reflui, che consentono di alimentare le sezioni di trattamento con portate idonee, tali da non compromettere l'efficacia depurativa.

PRETRATTAMENTI: grigliatura, equalizzazione, sedimentazione.

TRATTAMENTI: chimico-fisici e biologici.

IMPIANTI A FANGHI ATTIVI: sono i sistemi di depurazione che più si sono affermati per il trattamento dei reflui contenenti elevate quantità di sostanze organiche disciolte (come i reflui civili ed agroalimentari). Si sono dimostrati i sistemi più efficaci, a fronte di una gestione moderatamente complessa.

SEDIMENTAZIONE E STABILIZZAZIONE, con stoccaggio anaerobico per circa 300 giorni, cui segue il riutilizzo agronomico del refluo (nell'ambito di operazioni di fertirrigazione o di veicolazione di prodotti fitoiatrici).

DEPURAZIONE AEROBICA: impianti aerobici multistadio, cui segue lo scarico del refluo in un recettore ambientale (solitamente un corpo idrico superficiale).

FITODEPURAZIONE (in vasche a flusso libero o sommerso), cui segue lo scarico del refluo in un recettore ambientale (solitamente un corpo idrico superficiale).

I fanghi che si producono dai sistemi di depurazione sono avviati ad ulteriori trattamenti: ispessimento, ossidazione aerobica o digestione anaerobica, disidratazione, per poi essere recuperati tramite utilizzo agronomico, ovvero conferiti ad impianti di compostaggio o discariche autorizzate.

LA FITODEPURAZIONE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI ENOLOGICI

I reflui provenienti dalle attività enotecniche presentano problematiche difficili da risolvere a causa della elevata stagionalità della produzione e della particolare composizione chimica delle acque risultanti dalla lavorazione dell'uva.

In particolare, il solo trattamento in fossa Imhoff non è sufficiente.

Per ottenere risultati apprezzabili, occorre normalmente prevedere una sequenza di trattamenti, finalizzati ad eliminare le varie sostanze presenti nei reflui:

- grigliatura, per eliminare raspi, bucce o altri residui grossolani;
- accumulo ed equalizzazione, per assorbire i picchi di carico idraulico ed inquinante;
- neutralizzazione del pH, per equilibrare l'acidità dei reflui;
- ossidazione (solitamente mediante sistemi a fanghi attivi), per abbattere con rapidità ed efficienza gli elevati carichi organici disciolti (COD e BOD₅ a valori molto elevati, in quanto nei reflui sono presenti sostanze zuccherine);
- trattamento finale di fitodepurazione.

La fitodepurazione, pertanto, può costituire un'interessante alternativa per il finissaggio del refluo prima dello scarico nell'ambiente, con buone garanzie di efficienza e rispetto dei limiti di legge (sempre che le fasi precedenti siano correttamente dimensionate e gestite). Infatti, sono sempre più numerose le cantine che, per il trattamento delle acque reflue di vinificazione, utilizzano sistemi di fitodepurazione, opportunamente provvisti di idonei trattamenti preliminari.

Alcune ditte, specializzate nel trattamento delle acque reflue, testimoniano la realizzazione d'impianti di fitodepurazione presso importanti aziende vitivinicole, con ottimi risultati in termini di efficacia depurativa ed inserimento paesaggistico, in contesti ambientale di pregio (ove solitamente sono inserite le aziende vinicole).

In relazione alla complessità del refluo vinario, ed al fine di contenere al massimo la superficie utilizzata, le applicazioni al comparto enotecnico stanno sperimentando alcune evoluzioni tecniche e gestionali mirate a migliorare l'efficienza depurativa dei sistemi di fitodepurazione sopra descritti:

- utilizzo di substrati composti da materiali, granulometrie e caratteristiche differenziate (non soltanto ghiaia ma anche, ad esempio, miscele di argilla, rocce di origine piroclastica come pomici, zeolititi e lapilli, rocce calcaree, sepioliti ad alta porosità). Realizzando un letto filtrante costituito da diverse tipologie di materiali, si favorisce la costituzione di nicchie biologiche differenti, nelle quali si possono sviluppare microrganismi di varie tipologie, con incremento di variabilità della flora microbica e conseguente potenziamento e differenziazione dei fenomeni depurativi;
- abbinamento di essenze vegetali sempreverdi ed essenze vegetali con ciclo di riposo vegetativo;
- inoculi periodici di consorzi di batteri e/o funghi. Tra questi, alcuni aumentano la metabolizzazione dei componenti che, all'interno dei reflui enologici, sono responsabili di elevati valori di COD e BOD₅, altri sono detti "biosurfattanti", ed agevolano la degradazione di sostanze normalmente difficili da attaccare, in quanto aumentano la superficie di interfaccia tra fase organica e fase acquosa, facilitando la formazione di emulsioni e, in generale, l'interazione tra batteri e molecole facilmente solubili in fase organica. Pertanto, grazie a tali inoculi, l'abbattimento di alcuni parametri inquinanti risulta molto più efficiente.

La fitodepurazione, inoltre, è stata utilmente impiegata per la disidratazione e stabilizzazione dei fanghi di depurazione derivanti da sistemi di trattamento biologico dei reflui di cantina (in tale applicazione, pertanto, si parla di "fitodisidratazione" dei fanghi): utilizzando i sopra illustrati criteri di fitodepurazione, è stato possibile conseguire buoni risultati nel trattamento dei fanghi di supero originati da impianti a fanghi attivi, ottenendo

significative riduzioni dei volumi e, pertanto, semplificazioni nella gestione dei fanghi medesimi.

ALCUNI ESEMPI DI APPLICAZIONI AL SETTORE ENOTECNICO

Nel seguito si riporta un elenco meramente esemplificativo - assolutamente non esaustivo - di soluzioni adottate per il comparto enotecnico, nelle quali il sistema di fitodepurazione assolve al trattamento ossidativo delle sostanze inquinanti, in sostituzione dei tradizionali sistemi a biomassa adesa o sospesa (percolatori biologici o impianti a fanghi attivi).

Aziende enologiche di Alba, Barbaresco, Castiglione Tinella, Monforte d'Alba e Serralunga d'Alba (CN). Impianti costituiti da:

- sistema di sgrigliatura del materiale grossolano;
- vasca Imhoff o vasca tricamerale, opportunamente dimensionata;
- vasca di fitodepurazione a flusso sommerso, con zeoliti, di superficie pari a 60 - 90 m² (*).

Caratteristiche dell'impianto:

- portata media dell'impianto: 1,5 - 4 m³/giorno (*);
- acque reflue trattate: 400 - 1500 m³/anno (*) - uve lavorate: 1200 - 8000 q/anno (*);
- recapito finale dello scarico: scarico in corpo idrico superficiale;
- per alcune aziende: trattamento congiunto delle acque reflue domestiche della cantina, tramite ulteriore fossa Imhoff appositamente dedicata.

Cantina sociale di Casorzo (AT). Impianto costituito da:

- vasca di equalizzazione;
- vasca di sedimentazione;
- vasca di fitodepurazione a flusso sommerso, di superficie pari a 350 m²;
- vasca di fitodepurazione a flusso libero, di superficie pari a 150 m².

Caratteristiche dell'impianto:

- portata massima dell'impianto: 8 m³/giorno;
- portata media dell'impianto: 4 m³/giorno;
- COD massimo, nel refluo alimentato: 44000 mg/l
- acque reflue trattate: 1800 m³/anno - uve lavorate: 22000 q/anno, 85% rosse e 15% bianche;
- recapito finale dello scarico: scarico in corpo idrico superficiale.

Azienda vitivinicola di Castellina in Chianti (SI). Impianto costituito da:

- vasca Imhoff;
- vasca di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale, di superficie pari a 480 m²;
- vasca di fitodepurazione a flusso libero, di superficie pari a 850 m²;

Caratteristiche dell'impianto:

- abitanti equivalenti trattati 730;
- portata media dell'impianto: 35 m³/giorno;
- recapito finale dello scarico: scarico in corpo idrico superficiale, ovvero riutilizzo per irrigazione.

* Dato variabile a seconda del quantitativo di uve lavorate e, conseguentemente, di refluo prodotto.

L'impianto dell'azienda vitivinicola di Castellina in Chianti (SI), entrato in esercizio nel 2001, è stato ampliato nel 2009 in seguito all'incremento della portata di reflui trattati, che sono passati a 70 m³/giorno. In occasione dell'ampliamento, la vasca Imhoff posta in testa all'impianto è stata sostituita da un sistema di fitodepurazione a flusso verticale specifico per reflui grezzi, denominato "VRBF", testato in Francia dal CEMAGREF (Ente di Ricerca per l'Ingegneria dell'Agricoltura e dell'Ambiente) su oltre 400 impianti. Tale sistema permette di evitare il ricorso a trattamenti di sedimentazione primaria (fosse Imhoff o tricamerali). Di conseguenza, l'impianto non produce fanghi, in quanto i materiali sedimentati sulla superficie delle vasche formano una crosta con un tasso di crescita di 1,5-2 cm l'anno; tale crosta viene rimossa ogni 10-15 anni, quando ha raggiunto un elevato grado di stabilizzazione.

Azienda vitivinicola di Bolgheri (LI). Impianto costituito da:

- vasca Imhoff;
- doppio stadio, in parallelo, di fitodepurazione a flusso sommerso verticale, di superficie pari a 90 m² per ogni stadio;
- secondo stadio di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale, di superficie pari ad 86 m²;
- terzo stadio di fitodepurazione a flusso libero, di superficie pari a 148 m²;
- stagno finale, di superficie pari a 338 m²;

Caratteristiche dell'impianto:

- portata media dell'impianto: 10 m³/giorno;
- recapito finale dello scarico: riutilizzo per irrigazione, oppure - in alternativa - scarico in corpo idrico superficiale.

CLASSIFICAZIONE E RECAPITO DEGLI SCARICHI DI REFLUI ENOLOGICI

Ai sensi di legge, i reflui enologici sono classificabili "acque reflue industriali" ovvero "acque reflue assimilate alle domestiche", secondo le seguenti specifiche.

Si definiscono **acque reflue industriali** (cfr. D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., art. 74, c. 1, lett. h): *qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento.*

Ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., art. 101, c. 7 lett. c, sono **assimilate alle acque reflue domestiche** le acque reflue provenienti da imprese *dedite alla coltivazione del terreno e/o alla silvicoltura, che esercitano anche attività di trasformazione o di valorizzazione della produzione agricola, inserita con carattere di normalità e complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale e con materia prima lavorata proveniente in misura prevalente esclusivamente dall'attività di coltivazione dei terreni di cui si abbia a qualunque titolo la disponibilità.*

Sia le acque reflue industriali che quelle assimilate alle domestiche possono essere scaricate nelle reti fognarie pubbliche, a condizione che le stesse e gli impianti di depurazione terminali siano idonei e nel rispetto delle norme, prescrizioni e limiti di accettabilità stabiliti dagli enti gestori.

Le **acque reflue industriali** possono recapitare in corpo idrico superficiale, nel rispetto dei limiti di accettabilità allo scarico previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Le **acque reflue assimilate alle acque reflue domestiche** possono altresì recapitare:

- in corpo idrico superficiale, nel rispetto dei limiti di accettabilità allo scarico previsti dalla L.R. 13/90 e s.m.i. (Tabella 2IV dell'Allegato 2);
- negli strati superficiali del sottosuolo, nel rispetto dei limiti di accettabilità allo scarico previsti dalla L.R. 13/90 e s.m.i. (Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) ed attraverso idonei sistemi di dispersione (pozzo perdente o trincea di subirrigazione).

UTILIZZO AGRONOMICO

Per le aziende agroalimentari appartenenti ai settori lattiero-caseario, vitivinicolo e ortofrutticolo che producono **quantitativi di acque reflue contenenti sostanze naturali non pericolose non superiori a 4.000 metri cubi all'anno** - e comunque contenenti, a monte della fase di stoccaggio, **quantitativi di azoto non superiori a 1.000 chilogrammi all'anno** - la gestione delle acque reflue può configurarsi come “**utilizzo agronomica**”, se finalizzata all'impiego delle sostanze nutritive ed ammendanti contenute nei reflui, ovvero all'utilizzo irriguo e fertilizzante, compresa l'irrigazione di soccorso.

L'utilizzazione agronomica di tutte le acque reflue, comprese quelle di cantina, è disciplinata in tutte le fasi, dalla produzione all'applicazione al terreno, dal Regolamento Regionale 29/10/2007 n. 10/R e s.m.i., in vigore dal 01/01/2008.

In particolare, l'utilizzazione agronomica delle acque reflue è consentita purché siano garantiti:

- a) la tutela dei corpi idrici e, per gli stessi, il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti dal Piano regionale di tutela delle acque;
- b) l'effetto concimante, ammendante, irriguo o fertilizzante sul suolo e la commisurazione della quantità di azoto efficiente e di acqua applicata ai fabbisogni quantitativi e temporali delle colture;
- c) l'esclusione delle acque reflue che possano generare rischi di tipo igienico-sanitario, nonché delle acque derivanti dal lavaggio degli spazi esterni non connessi al ciclo produttivo;
- d) l'esclusione delle acque di prima pioggia provenienti da aree a rischio di dilavamento di sostanze che creano pregiudizio per il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici;
- e) l'esclusione, per il settore vitivinicolo, delle acque derivanti da processi enologici speciali come ferrocianurazione e desolfurazione dei mosti muti, produzione di mosti concentrati e mosti concentrati rettificati;

- f) l'esclusione, per il settore lattiero-caseario, delle aziende che trasformano un quantitativo di latte superiore a 100.000 litri all'anno del siero di latte, del latticello, della scotta e delle acque di processo delle paste filate.

Peraltro, è ammesso l'utilizzo agronomico delle acque reflue finalizzato a veicolare prodotti fitosanitari o fertilizzanti, nel rispetto di norme tecniche.

Nel merito, con la D.G.R. n. 33-12520 del 09/11/2009, sono state emanate le "Norme tecniche per l'utilizzazione di indirizzo agronomico delle acque reflue di cantina finalizzata alla veicolazione di prodotti fitosanitari".

Le aziende che intendono effettuare l'utilizzazione agronomica delle acque reflue devono provvedere alla comunicazione, ai sensi dell'art. 3 del Regolamento Regionale 10/R/2007 e s.m.i., tramite l'apposito applicativo *on-line* predisposto nell'ambito dell'Anagrafe Agricola Unica del Piemonte, almeno **60 giorni prima** dell'inizio delle operazioni.

Per le pratiche inerenti la comunicazione di utilizzo agronomico, occorre rivolgersi ad un Centro Autorizzato Assistenza Agricola.

In merito alla c.d. "IRRIGAZIONE DI SOCCORSO DEL VIGNETO", il menzionato Progetto CIPE riporta che, considerando una produzione di circa 80-100 quintali di uva per ettaro, si ottengono circa 56-70 hl di vino finito per ettaro, con una corrispondente produzione di acque reflue pari a circa 5,6-7 mc/ha annui; ipotizzando di distribuire tali acque sui vigneti, si ottengono circa 0,6-0,7 mm/anno, pari a 1-1,2 litri per pianta.

A tale proposito, tuttavia pare più corretto usare il termine "FERTIRRIGAZIONE", a causa del contenuto di sali presente nelle acque reflue di cantina, che può superare il limite per le acque irrigue. Posto che le acque reflue di cantina contengono sostanze utili (come N, P, K e altri fertilizzanti), ma anche sostanze dannose (come cloruri, solfati, polifenoli, sodio, metalli pesanti, ecc.), dopo prove sperimentali non sono emerse conseguenze negative all'uso di tali acque nella fertirrigazione, e tale pratica non risulta pericolosa.

In merito alla "VEICOLAZIONE PRODOTTI FITOIATRICI", sulla base dei dati sopra richiamati, del citato Progetto CIPE, si ottiene che l'impiego delle acque reflue enologiche consente 9-12 trattamenti/anno, considerando un volume di distribuzione pari a 600 litri per ettaro.

Diversi studi hanno evidenziato un incremento dell'efficacia di trattamento se il prodotto viene distribuito in una soluzione acida (ph <6,5).

Dopo prove sperimentali non sono stati rilevati effetti fitotossici per l'uso del refluo come veicolante di fitofarmaci.

In ogni caso:

- il liquido deve essere privo di parti solide per evitare di otturare gli ugelli;
- non si possono escludere reazioni tra le sostanze attive e/o gli eccipienti contenuti in talune tipologie di fitofarmaci, non usati in fase sperimentale, e reflui enologici provenienti da particolari processi di vinificazione.

L'utilizzo delle acque reflue di cantina per operazioni di fertirrigazione e/o veicolazione dei prodotti fitoiatrici presenta alcuni vantaggi: ridotti investimenti, ridotti o nulli costi di gestione, sostenibilità ambientale dell'operazione.



Un impianto di fitodepurazione nelle Langhe

Fonti:

Amethyst S.r.l. - Parma / Torino.

ANPA - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane*, 2001.

Cress Water Solutions - Devon (Regno Unito).

IRIDRA Srl - Wastewater Natural Treatment by Constructed Wetlands - Firenze.

Progetto CIPE Regione Piemonte, in convenzione con la Provincia di Asti.

Progetto Comune - Comune di Torricella in Sabina (RI)

Provincia di Treviso, *La fitodepurazione: manuale tecnico divulgativo*.

Romagnolli F., *La fitodepurazione: manuale tecnico divulgativo per una gestione sostenibile del ciclo delle acque*, 2000.

The Chartered Institution of Water and Environmental Management (CIWEM).

Vismara R., *Depurazione biologica*, 1998.