

DOCUMENTO
TECNICO

C. Cortemiglia

Paolo Chiapella
***Camillo Cortemiglia**
****Gilberto Garuti**

Politecnico di Torino
**Toso S.p.a. Cossano Belbo*
***Enea Bologna*

ESPERIENZE DI FITODISIDRATAZIONE DEI FANGHI DI DEPURAZIONE DI UN'AZIENDA VINICOLA

Un innovativo sistema di trattamento fanghi di supero realizzato dalla Toso S.p.a. di Cossano Belbo (CN) in collaborazione con l'Enea Sezione depurazione e ciclo dell'acqua di Bologna e il Politecnico di Torino. Viene descritto il sistema gestionale e valutati l'aspetto economico e il riutilizzo in agricoltura.

Introduzione

L'azienda vinicola "Toso" di Cossano Belbo (CN), in collaborazione con l'Ente Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (Enea), ha realizzato per la prima volta in Italia un sistema per il trattamento dei fanghi di depurazione delle acque reflue degli impianti di vinificazione e di imbottigliamento dei vini.

Si tratta di un nuovo sistema chiamato fitodisidratazione dei fanghi che sfrutta

la capacità di disidratazione di specifiche piante acquatiche messo a punto presso i laboratori della divisione Prot. Idr. dell'Enea di Bologna.

Essa si basa sull'utilizzo di particolari letti filtranti, opportunamente progettati, nei quali vengono impiantate particolari piante acquatiche, solitamente canne di palude del genere *Phragmites*, che migliorano le prestazioni dei letti. In questi letti il fango viene accumulato per un periodo di alcuni anni prima

che sia necessario rimuoverlo. Tutto ciò porta ad un significativo risparmio in termini economici senza creare alcun tipo di impatto ambientale, determinando il principale vantaggio di un tale sistema.

Il letto filtrante elimina parte dell'acqua tramite drenaggio naturale e le canne assorbono l'acqua dal fango liberandola nell'atmosfera attraverso le foglie (tale processo è noto come evapotraspirazione). Tutto ciò porta ad una riduzione del volume



Tab. 1 - Riduzione del volume e di altri parametri del fango dal 30/10/2000 al 25/09/2001 nel letto 1

Totale	Volume m ³	ST g/kg	SV g/kg	SV/ST
Imnesso	522	31,12	11,56	0,37
Ottenuto	60	262,49	67,97	0,26
Variazione	-462	231,36	56,41	-0,11
Variazione %	-88,5	743,3	488,1	-30,3

Tab. 2 - Riduzione del volume e di altri parametri del fango dal 30/10/2000 al 25/09/2001 nel letto 2

Totale	Volume m ³	ST g/kg	SV g/kg	SV/ST
Imnesso	530	36,31	12,77	0,35
Ottenuto	64	262,49	67,97	0,26
Variazione	-466,0	226,2	55,2	-0,1
Variazione %	-87,9	622,7	432,1	-26,4

del fango fino al 90% accompagnata da processi biologici di umificazione che migliorano la stabilizzazione del fango.

L'uso dei letti di canne per aumentare il grado di secco del fango è iniziato circa 35 anni fa in Germania. Negli ultimi anni si è riaperto un notevole interesse grazie ai successi ottenuti da Nielsen in Danimarca (1990, 1993) Lienard ed Esser in Francia (1990,1995) e Kim negli Stati Uniti (1990, 1994).

Descrizione dell'impianto

Il sistema di trattamento dei fanghi di depurazione è costituito principalmente da due vasche o letti filtranti posti a una decina di metri a ovest dell'impianto di produzione.

Il suo dimensionamento è avvenuto sulla base della stima della produzione di fanghi dell'impianto di depurazione dell'azienda. Stimando una produzione annua di 44.000 kg di sostanza secca e basandosi su un carico massimo ammissibile nei letti pari a 62,5 kg ST/m²

all'anno si è optato per costruire una superficie filtrante pari a 400 m², superiore alle esigenze immediate dell'azienda e capace di garantire almeno 7 anni di funzionamento ininterrotto prima di uno svuotamento dei letti.

Le vasche sono state realizzate mediante uno scavo nel terreno e presentano una profondità totale di 160 cm. Successivamente, si è operata un'impermeabilizzazione delle fosse mediante una geomembrana costituita da un geotessile tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE o PEAD) impermeabilizzato mediante una doppia spalmatura con un film di polietilene.

Una volta terminata questa operazione si è passati alla posa dei tubi di drenaggio e dello strato filtrante, costituito da livelli a differente granulometria. Come si vede alla Fig. 1

Sempre sulla geomembrana corre la tubazione in PVC con diametro da 125 mm che consente l'immissione di fango nei letti; questa avviene mediante due derivazioni verticali che fuoriescono dal livello di sabbia gros-

sa per circa 40 cm. Tali derivazioni sono poste lungo l'asse mediano principale a circa 1/3 e 2/3 della sua lunghezza, come si osserva dalla pianta in Fig. 2.

Completano il sistema le piante idrofite presenti nei letti che sono del genere Phragmites.

Esse sono state messe a dimora nel giugno del 2000 sulla strato più superficiale lungo filari per un totale di 2000 piantine.

Man mano che si sono sviluppate, le loro radici penetrano negli strati drenanti più profondi e hanno colonizzato in breve tempo l'intera superficie del letto generando nuovi ricacci.

Il periodo vegetativo si è interrotto verso la metà del novembre 2000 per poi riprendere nel marzo 2001 e giungere al massimo dello sviluppo verso fine agosto.

Analisi e monitoraggio

Nel periodo 2000 - 2001 l'impianto è stato costantemente monitorato dal Dipartimento Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino al fine di ricavare i dati per poterne calcolare le prestazioni.

Tale monitoraggio ha anche permesso di comprenderne il comportamento durante i vari periodi dell'anno. Le analisi sono state svolte direttamente nei laboratori della Toso S.p.a. tranne quelle sul rapporto C/N e sulla concentrazione dei metalli effettuate presso il Laboratorio Ambiente del Politecnico.

Scopo del monitoraggio era verificare le effettive capacità disidratanti del sistema rispetto ai tradizionali sistemi che comportano l'utilizzo di macchine disidratanti ad elevati consumi energetici unito all'impiego di sostanze chimiche particolari.

Si sono pertanto messe in relazione la quantità di fango immessa con quella ritrovata nei letti nel periodo tra il 30/10/2000 e il 26/09/2001: dal bilancio, presente nelle



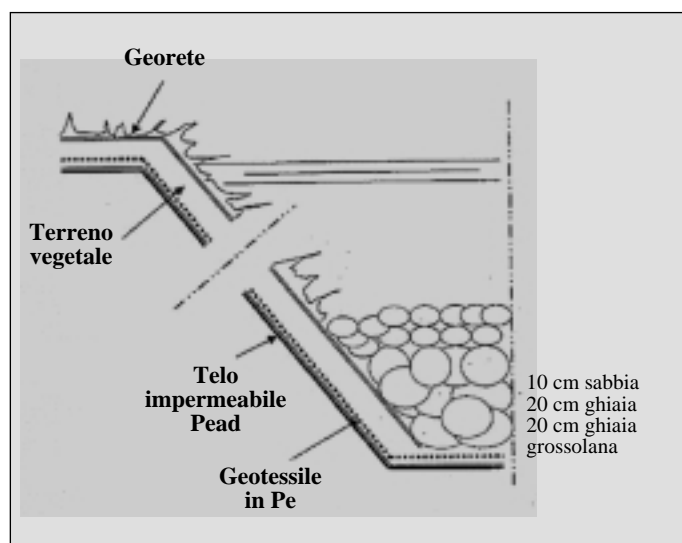
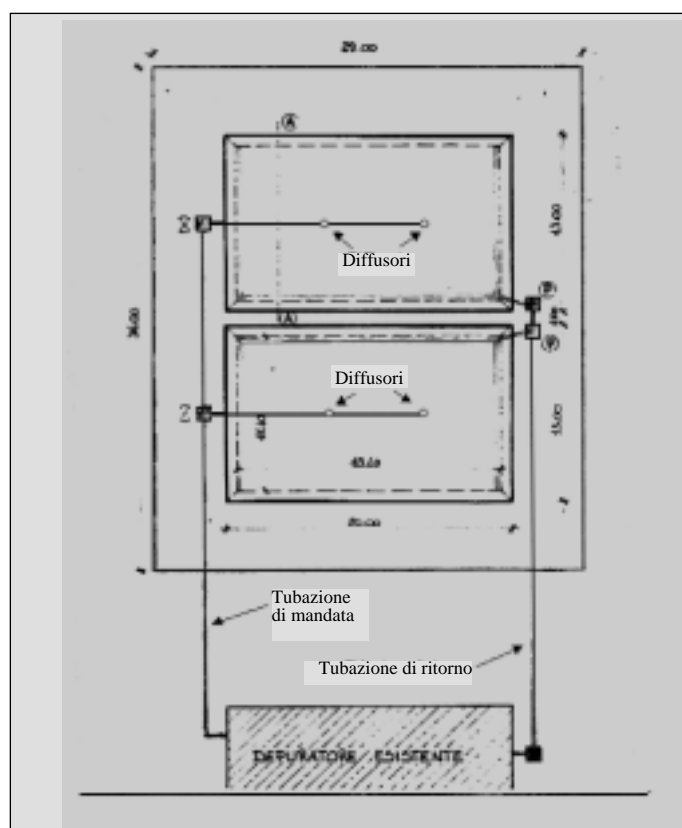
Fig. 1 - Stratigrafia del letto drenante**Fig. 2 - Pianta dell'impianto**

tabelle 1 e 2, si è ottenuto una riduzione del volume di circa l'88%

Dal grafico presente in Fig. 3 si può osservare l'andamento lungo tutto l'anno del volume immesso e di quello residuo nel primo bacino. Risulta evidente come nel periodo estivo ci sia stato un maggiore scostamento tra i due andamenti dovuto al

maggiore contributo legato all'evapotraspirazione.

Bilancio dell'acqua

Al fine di stabilire il ruolo della vegetazione rispetto alla disidratazione dei fanghi, si è reso utile effettuare un bilancio idrico secondo la se-

guente equazione:

$$ETR = (A_L + A_{IN} + AP) - (A_{OUT} - A_F - A_C)$$

dove:

- ETR sono i metri cubi di acqua evapotraspirata realmente;
- A_L sono i metri cubi di acqua presenti nel fango dei letti all'inizio del periodo;
- A_{IN} sono i metri cubi di acqua presenti nel fango immesso nei letti;
- A_P sono i metri cubi di acqua dovuti alle precipitazioni atmosferiche;
- A_{OUT} sono i metri cubi di acqua estratti dai letti tramite ricircolo;
- A_F sono i metri cubi di acqua presenti nel fango dei letti alla fine del periodo;
- A_C sono i metri cubi di acqua presenti nei fusti e nelle foglie delle canne.

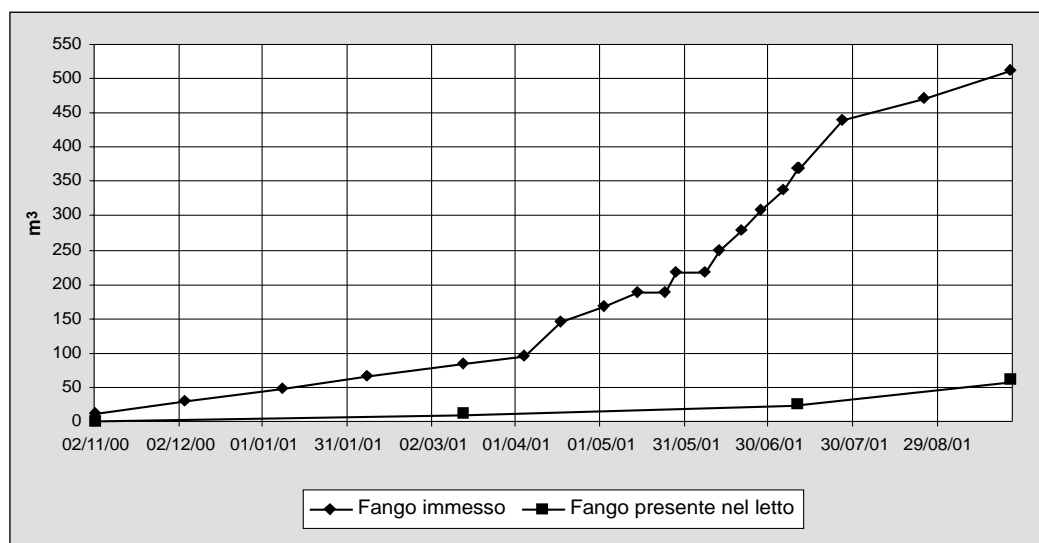
Poiché le pompe di estrazione dell'acqua dai letti sono state munite di contaminanti solo a partire dalla metà di aprile 2001 il bilancio è riferito al periodo compreso dal 19/04/2000 al 26/09/2001.

Dalla Tab. 3 si nota come l'acqua drenata A_{OUT} costituisca circa il 50% di quella immessa: questo è segno che grazie alla presenza delle radici della canna lo strato di fango si mantiene permeabile e non pregiudica il funzionamento dello strato filtrante. L'acqua evapotraspirata è invece circa il 41-43% del totale e questo dimostra la capacità delle piante di estrarre notevoli quantità d'acqua dal fango.

La differenza tra i valori del letto 1 e del letto 2, circa 20 m³, è da imputare, probabilmente, al fatto che il secondo letto è stato interessato dall'ombra di una pianta ad alto fusto che ha impedito una normale crescita delle piante per circa 1/3 della sua superficie e questa situazione si è protratta fino agli inizi di giugno. E' da tenere in considerazione che il calcolo effettuato potrebbe essere passibile di errori, soprattutto per ciò che riguarda il dato dell'acqua di drenaggio..

Se raffrontiamo questi valori con quelli di evapotraspirazione reale, come in



Fig. 3 - Andamento dei volumi di fango immessi e presenti nel letto 1**Tab. 3 - Calcolo del volume di acqua evapotraspirata dai letti**

	A_L m ³	A_{IN} m ³	A_P m ³	A_{OUT} m ³	A_C m ³	ETR m ³
Letto 1	9,9	401,8	31	204,4	44,4	193,9
Letto 2	9,9	406,7	31	222,7	47,4	175,5

Tab. 4 - Confronto tra i valori reali e potenziali di evapotraspirazione

		Letto 1	Letto 2
ETP	m ³	195,1	197,4
ETR	m ³	193,9	175,5
Differenza	m ³	1,2	21,9

Tab. 4, notiamo solo un piccolo scostamento: la spiegazione risiede nel fatto che avendo continuato ad alimentare il letto in maniera costante, il fango si è sempre mantenuto in condizioni sature o quasi e questo ha permesso di sfruttare quasi per intero il potere evaporante dell'atmosfera.

E' comunque da ricordare che il calcolo di ETR è comunque una stima e quindi passibile di errori.

Dai dati ottenuti è possibile anche ricavare le capacità unitarie di disidratazione; in particolare si ottiene una capacità di drenaggio pari a circa 1 m³/m² e una capacità evapotraspirativa di 0,9 m³/m²; il tutto riferito al periodo aprile-settembre, cioè alla parte più calda dell'anno.

Sviluppi futuri

Valutazione economica.

Affinché le nuove tecnologie di trattamento si possano imporre all'attenzione del mercato è necessario che oltre a fornire vantaggi di tipo ambientale esse siano sostenibili dal punto di vista economico. Per questo è necessario operare una valutazione economica del sistema considerato anche se di carattere preliminare.

Come punto di riferimento sono stati presi i costi del precedente sistema di smaltimento dei fanghi ossia disidratazione mediante centrifugazione e dismissione in discarica. Nel calcolo non sono stati considerati i soli costi di

gestione in quanto l'azienda era già in possesso di tutte le attrezzature per svolgere simili operazioni. Da una prima stima, ipotizzando una produzione annuale di 30.000 kg di sostanza secca, si è conteggiato un costo unitario di smaltimento dei fanghi pari a circa 0,31 €/kg S.S.

Per la stima dei costi del nuovo sistema di trattamento sono stati conteggiati sia i costi di progettazione e costruzione dell'impianto sia quelli legati alla sua gestione.

In particolare per quelli di gestione si è considerato il solo costo di spandimento del fango una volta che questo ha colmato i letti; il costo del pompaggio di fango e acqua è infatti rimasto inalterato rispetto al precedente sistema. Sapendo che il costo di costruzione è stato di 52.000 € e stimando un costo unitario di spandimento di 0,09 €/kg S.S. è stato effettuato il seguente calcolo:

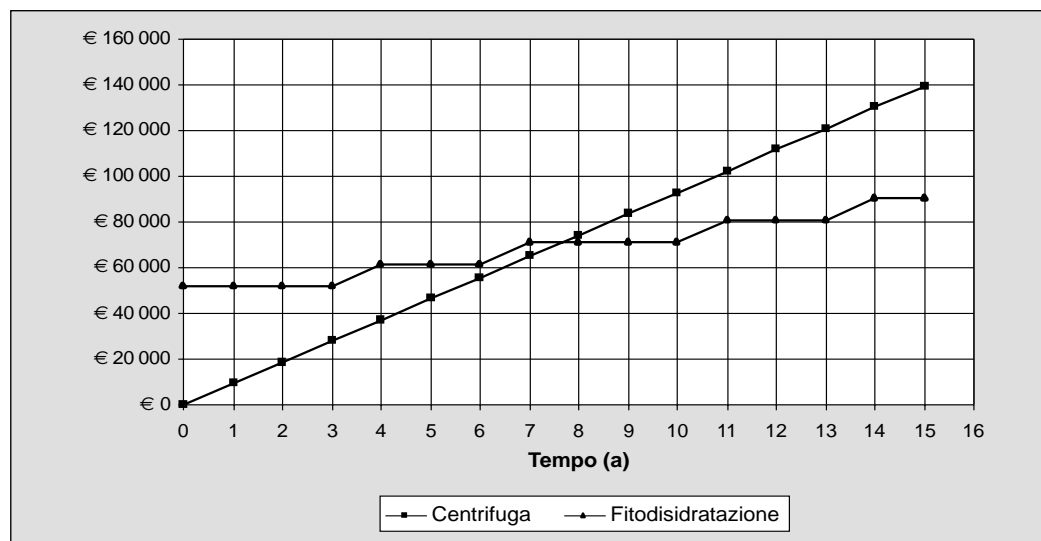
- si è considerato un ammortamento del costo di costruzione in 10 anni;
- si è stimato, in base al grado di secco del fango e a una produzione annua di 30.000 kg S.S. ogni quanti anni i letti vengono colmati;
- si è calcolato quanti spandimenti di fango si verificano nei dieci anni;
- si sono aggiunti alle rate annuali di ammortamento i costi dello spandimento.

Al termine del calcolo si è stimato un costo unitario di smaltimento dei fanghi variabile da 0,22 e 0,24 €/kg S.S. a seconda del grado di secco raggiunto dal fango nei letti. Si è inoltre calcolato, come è visibile dal grafico in Fig. 4, che l'impianto di fitodisidratazione permette di rientrare nell'investimento effettuato, considerando l'ipotesi del minimo rendimento, in otto anni. Se però si considerano anche i costi per la realizzazione dell'impianto di disidratazione meccanica il rientro avverrà in un tempo inferiore ai 5 anni.

Problemi legati ad un uso agricolo del fango.

Un aspetto molto interes-



Fig. 4: Curve dei costi dei due sistemi di trattamento dei fanghi**Tab. 5 - Confronto tra i valori limite delle concentrazioni di metalli all'interno del fango**

Metalli (mg/kg S.S.)	Fango Toso dei letti di fitodisidratazione	D. Lgs. 99/1992 Fanghi destinati all'agricoltura	Decreto 27 maggio 2000 Ammendanti	Decreto 27 maggio 2000 Correttivi
Piombo totale	<80	750	140	100
Cadmio totale	<10	20	1,5	1,5
Nichel totale	24,33	300	n.d.	50
Zinco totale	710,00	2500	500	500
Rame totale	246,33	1000	230	230
Mercurio totale	-	10	1,5	1,5
Cromo esavalente totale	63,00*	-	0,5	0,5

sante del sistema di fitodisidratazione è legato al possibile smaltimento in agricoltura dei fanghi.

Questo perché all'interno del fango si creano delle condizioni molto simili a quelle riscontrabili in un sistema di compostaggio, essendo infatti le piante in grado di traslocare l'aria all'interno della massa fangosa e di unificarla e mineralizzarla.

In vista di un possibile utilizzo del fango in agricoltura sono stati analizzati campioni di fango per stabilirne le concentrazioni dei vari metalli.

Lo scopo è quello di stabilire se la concentrazione di metalli possa pregiudicare un futuro spandimento su suolo agricolo. Vengono quindi messi a confronto, in Tab. 5,

i valori ritrovati con i valori limite di legge.

Da un'attenta lettura della tabella si capisce come il fango presente nei letti rispetti abbondantemente tutti i valori limite richiesti dal D. Lgs. 99/92, che è l'attuazione della direttiva 86/278/Cee concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura. Rispetto invece ai valori indicati per gli ammendanti alcuni metalli del fango si scostano dal limite, soprattutto lo zinco.

Da un tale confronto è comunque prematuro stabilire l'idoneità del prodotto ottenuto all'essere sparso al suolo, soprattutto in qualità di ammendante. Appare quindi sicuramente necessario ope-

rare nuove e più approfondite analisi, in particolare perché il fango permarrà nei letti almeno altri tre-cinque anni e quindi potrebbero verificarsi ulteriori variazioni nelle concentrazioni.

Considerazioni conclusive

Sulla base dei primi risultati ottenuti, si può concludere che il sistema naturale di fitodisidratazione può rappresentare una valida alternativa, vantaggiosa anche economicamente, sia per la disidratazione che per la stabilizzazione dei fanghi (mancanza di cattivi odori).

In particolare, potrebbe trovare una buona applicazione nell'ambito di aziende agro-industriali come quella viti-vinicola caratterizzate da variazioni di carico e produzione di fanghi concentrati in particolari periodo dell'anno. ■

Bibliografia

Kim B.J., Smith E.D. (1997) Evaluation of sludge dewatering reed bed: a niche for small systems. *Water Science and Technology*, vol. 35, 6, 21-28.

Liénard A., Esser D., Deguin A., Virloget F. (1990) Sludge dewatering and drying in reed beds: an interesting solution? General investigation and first trails in France. Cambridge congress on: "The use of constructed wetlands in water pollution control"

Liénard A., Duchène P., Gorini D. (1995) A study of activated sludge dewatering in experimental reed-planted or unplanted sludge drying beds. *Water Science and Technology*, 32, 6, 251-262

Nielsen S. M. (1990) Sludge dewatering and mineralisation in reed bed system. In: *Advances in water pollution control (IAWPRC)*. Ed. PF. Cooper e C. Findlater

Nielsen S. M. (1993) Biological sludge drying in constructed wetlands. In: *Constructed wetlands for water quality improvement*. Pp. 549-558

