

# LA DEPURAZIONE DEL PERCOLATO IN "SITU"

IL SISTEMA INNOVATIVO MESSO A PUNTO DAI TECNICI DI ESEA SRL PER IL TRATTAMENTO "IN SITU" DEL PERCOLATO È SEMPLICE ED EFFICACE E CONSISTE NEL FAR APPLICARE ALLA DISCARICA E AL SUO PERCOLATO LE DUE SEGUENTI TECNOLOGIE COMPLEMENTARI E IN ABBINAMENTO: LA "SORBENT BARRIER" E LA "FITODEPURAZIONE ARTIFICIALE"



Frazione Cerone, Strambino (TO), discarica RSU in costruzione gestita da Società Canavesana Servizi (SCS)

Il percolato è il prodotto di dilavamento dei rifiuti depositati in discarica da parte delle acque meteoriche. Si tratta di un refluvo altamente inquinante per l'elevata concentrazione di sostanze tossico-nocive in esso presenti. Il percolato normalmente viene raccolto da un'apposita canalizzazione disposta sul fondo della discarica e per mezzo di pompe viene accumulato in serbatoi di stoccaggio. Da questi viene prelevato per mezzo di autocisterne ed inviato allo smaltimento finale presso impianti di trattamento autorizzati.

## Sistema innovativo

Il sistema innovativo studiato e messo a punto dai tecnici di ESEA Srl per il trattamento in "situ" del percolato è semplice ed efficace. Esso consiste nel far applicare alla discarica e al suo percolato queste due tecnologie complementari e in abbinamento: la "sorbent barrier" e la "fitodepurazione artificiale".

## Sorbent Barrier Technology

La Sorbent Barrier Technology è un sistema normalmente impiegato negli Stati Uniti per arginare l'inquinamento radioattivo derivante dal trattamento di scorie nucleari<sup>a</sup>. Recentemente, dopo varie sperimentazioni, ESEA Srl propone la Sorbent Barrier Technology come sistema innovativo, altamente economico, per limitare sul nascere l'inquinamento causato da moltissime altre sostanze tossiche e nocive presenti nei reflui, quali ammoniaca, metalli pesanti, fenoli, tensioattivi ecc. Il concetto di base di questa tecnologia consiste nel ritenere che dalle barriere imper-

meabili, in special modo da quelle utilizzate nelle discariche, sono inevitabili le perdite di fluidi. Pertanto, perché non progettare un nuovo sistema in grado di contenere l'inquinamento intrappolando le sostanze inquinanti in modo tale da lasciare che l'acqua, così purificata, esca dal sistema?

Questa tecnologia utilizza come sorbent barrier un particolare materiale che, grazie alle sue caratteristiche di alta capacità di scambio cationico e di setaccio molecolare, è in grado di catturare, nella sua struttura, le sostanze inquinanti (sia cationi che molecole) e di lasciare quindi defluire l'acqua purificata.

La Sorbent Barrier si può usare sia nelle costruzioni discariche (o nelle discariche appena costruite) sia nelle discariche in avanzato stato di esaurimento o esaurite. In questi due ultimi casi la sorbent barrier viene utilizzata come filtro su cui inviare il percolato prima di farlo arrivare alla fitodepurazione artificiale.

## Fitodepurazione artificiale (brevetto EP 1414756<sup>b</sup>)

La fitodepurazione descritta nel brevetto europeo è un sistema innovativo che riduce drasticamente le superfici fitodepurative necessarie per la purificazione di un refluvo.

Per esempio, mentre per il trattamento di reflui di abitazione civile con il sistema tradizionale serve un'area fitodepurativa di circa 4-5 m<sup>2</sup> per abitante equivalente, con il sistema innovativo descritto nel brevetto sono sufficienti circa 1,5-1,6 m<sup>2</sup> per abitante equivalente.

Questi risultati si sono ottenuti e si ottengono inserendo nel processo di fitodepurazio-

ne due importanti novità: la zeolite naturale, materiale "attivo", in sostituzione della sabbia o della ghiaia o di altro materiale "inerte" e l'impiego, come piante palustri, di macrofite radicate micorrizate.

## Trattamento di percolato da RSU mediante fitodepurazione artificiale (brevetto EP 1414756)

A sostegno di quanto sopra detto si riporta la sperimentazione, seppure parziale, del trattamento di un percolato di discarica da rifiuti solidi urbani (RSU) (manca il pre-trattamento dovuto alla sorbent barrier) mediante unicamente il sistema brevettato di "fitodepurazione artificiale".

La sperimentazione è stata effettuata presso la discarica di RSU di Magliano Alpi (CN) gestita da ACEM/AMA, in collaborazione con i tecnici sia del Consorzio sia di ESEA Srl.

L'impianto di trattamento realizzato da AMA, secondo le prescrizioni del brevetto europeo, presso la discarica di RSU di Magliano Alpi (CN), è costituito da un'area umida artificiale di fitodepurazione a flusso orizzontale sub-superficiale con macrofite emergenti radicate avente le caratteristiche riportate in Tab. 1.

Lo scavo è stato impermeabilizzato con un telo di HDPE dello spessore di 2,5 mm e protetto sotto e sopra da uno strato di tessuto non tessuto, quindi riempito da una miscela calibrata di zeolite naturale a base di chabazite e phillipsite.

Le granulometrie impiegate sono state cinque e precisamente: 15-50 mm, 6-15 mm, 4-6 mm, 2-4 mm e 0,5-2 mm.

<sup>a</sup>La Sorbent Barrier Technology è stata sperimentata presso la Pacific Northwest Laboratories di Hanford

<sup>b</sup>Brevetto "Fitodepurazione artificiale" di Giovanni Battista Marchello del 14 marzo 2007



Come macrofite radicate sono state utilizzate le “*Phragmites Australis* endomicorrizate” in ragione di 4 piante per ogni m<sup>2</sup> per un totale di 200 piante.

L'area fitodepurativa così preparata viene alimentata per caduta da un serbatoio di accumulo da circa 2 m<sup>3</sup> dove si stocca il percolato, da inviare al trattamento, dopo averlo prelevato con pompa dal serbatoio di stoccaggio interrato.

Il percolato, prima di entrare nella fitodepurazione, passa attraverso l'unità filtrante, costituita da due filtri percolatori a “sabbia”, per trattenere le eventuali particelle surnatanti presenti nel refluo.

I filtri sono da 1 m<sup>3</sup> cadauno e funzionano alternativamente.

Questa unità è stata sistemata su una platea di cemento con un muretto di contenimento anch'esso in cemento per contenere eventuali fuoriuscite e perdite di prodotto.

La quantità totale di percolato trattato nella sperimentazione è stata di 202,2 m<sup>3</sup>.

L'uscita del refluo dall'area umida è regolata da una tubazione forata di raccolta posta sul fondo della vasca che, tramite sifone, scarica a quota -5 dalla superficie libera del letto, in modo da avere la zona umida completamente sommersa per l'altezza di 80 cm, per evitare al fluido un percorso preferenziale che causerebbe un cattivo funzionamento dell'impianto. Il refluo, all'uscita del sifone, viene raccolto in un pozzetto dal quale, mediante una pompa sommersa regolata da un galleggiante, viene rinviato ad un secondo serbatoio di stoccaggio percolato per lo smaltimento finale. Dallo stesso pozzetto si prelevano i campioni di percolato trattato da sottoporre al controllo analitico di monitoraggio.

L'area fitodepurativa sperimentale da 50 m<sup>2</sup> è entrata in esercizio con una portata di circa 0,6 m<sup>3</sup>/giorno (Fig. 1).

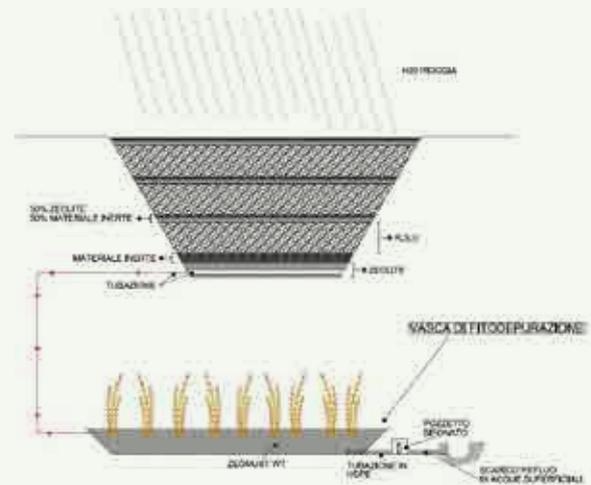
Si riportano in Tab. 2 i risultati analitici ottenuti dal Laboratorio Floramo Corp. Srl sui seguenti parametri: COD, BOD5, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosforo totale, solidi sospesi totali (SST), tensioattivi totali, ferro, manganese, nichel, piombo, rame e zinco effettuati sul “percolato” in ingresso ed in uscita dalla fitodepurazione.

In Tab. 3, si riporta il grado di abbattimento, espresso in %, ottenuto dal trattamento fitodepurativo sui principali parametri analitici.

Alla fine di agosto 2011 sono state tagliate e raccolte alcune “cannette” rappresentative dell'area fitodepurativa ed inviate unitamente

**Tab. 1**  
Caratteristiche dell'area di fitodepurazione della discarica RSU di Magliano Alpi (CN)

Parametri	Valori
Larghezza	5,0 m
Lunghezza	10,0 m
Superficie	50,0 m <sup>2</sup>
Profondità	0,9 m
Volume dello scavo	45,0 m <sup>3</sup>
Volume occupato dal “medium”	42,5 m <sup>3</sup>
Medium	zeolite calibrata
Macrofite <i>Phragmites Australis</i> micorizz.	200



**Fig. 1**  
Impianto pilota di fitodepurazione

**Tab. 2**

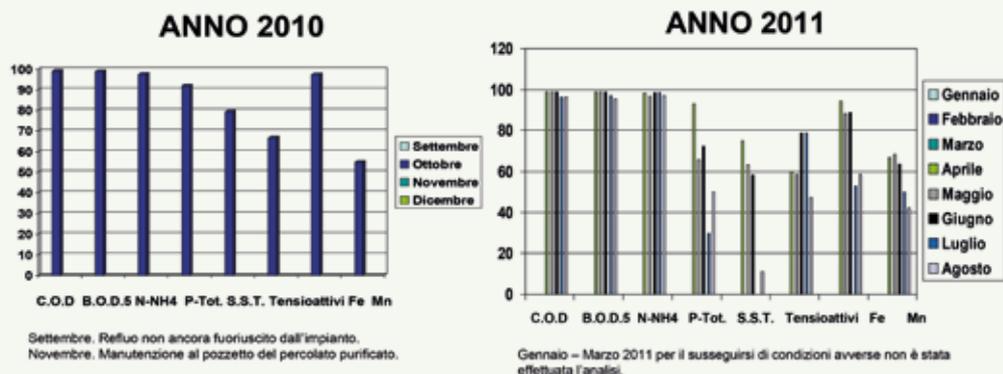
PARAMETRO ANALITICO / MESE	set-10	ott-10	apr-11	mag-11	giu-11	lug-11	ago-11	METODO
C.O.D.	mg O <sub>2</sub> /l IN	8900	9600	12300	12900	15600	12950	APAT IRSA/CNR 5130 Man.29.2003
	OUT	-	108	139	130	190	490	
B.O.D <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l IN	1590	3560	4250	4900	8560	6950	APAT IRSA/CNR 5120 Man.29.2004
	OUT	-	41	50	53	84	210	
Azoto Ammoniacale (NH <sub>4</sub> )	mg/l IN	588	780	950	840	1030	890	APAT IRSA/CNR 4030-C Man.29.2005
	OUT	-	19,6	15	29,5	14,9	12,6	
Azoto Nitrico (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l IN	0,85	1,2	0,85	0,99	1,25	0,85	APAT IRSA/CNR 4020 Man.29.2006
	OUT	-	10,3	3,36	5,96	4,85	2,85	
Azoto Nitroso (N-NO <sub>2</sub> )	mg/l IN	< 0,165	0,22	0,36	0,85	0,41	< 0,165	APAT IRSA/CNR 4020 Man.29.2007
	OUT	-	0,51	0,45	0,19	0,23	< 0,165	
Fosforo totale (P)	mg/l IN	5,69	4,85	3,25	4,85	3,52	4,85	EPA 60108:1996
	OUT	-	0,39	0,22	1,66	0,96	3,41	
Solidi Sospesi Totali (SST)	mg/l IN	19	29	36	49	36	< 5	APAT IRSA/CNR 2090-B Man.29.2009
	OUT	-	6	9	18	15	< 5	
Tensioattivi totali	mg/l IN	2,9	1,2	1	2,9	1,8	1,9	MI20333:2005
	OUT	-	< 0,5	< 0,5	1,2	< 0,05	< 0,5	
Ferro (Fe)	mg/l IN	13,96	18,53	12,22	10,58	13,85	15,96	EPA 60108:1996
	OUT	-	0,49	0,69	1,25	1,52	7,52	
Manganese (Mn)	mg/l IN	0,26	0,31	0,12	0,19	0,11	0,26	EPA 60108:1996
	OUT	-	0,14	< 0,05	0,06	< 0,05	0,13	
Nichel (Ni)	mg/l IN	0,03	0,41	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,01	EPA 60108:1996
	OUT	-	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Piombo (Pb)	mg/l IN	0,08	0,11	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	EPA 60108:1996
	OUT	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Rame (Cu)	mg/l IN	0,02	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	EPA 60108:1996
	OUT	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Zinco (Zn)	mg/l IN	0,05	0,09	0,06	< 0,02	< 0,02	< 0,02	EPA 60108:1996
	OUT	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	

Nei mesi da Novembre 2010 a Marzo 2011 non sono state effettuate rilevazioni dei parametri.

ad un campione di cannette “testimone” (cannette dello stesso periodo ma non utilizzate nella zona umida sperimentale) al laboratorio per la determinazione analitica dei seguenti parametri: fosforo totale, cromo totale, rame, nichel, piombo, boro, zinco, cadmio, arsenico e mercurio.

Si riportano in Tab. 4 i risultati analitici ottenuti sui due campioni e gli incrementi di concentrazione verificatisi nelle piante utilizzate nell'area fitodepurativa rispetto al testimone. Le cannette testimone sono della stessa età di quelle messe nella sperimentazione, ma tenute in vaso ed innaffiate con acqua potabile e/o acqua piovana.

**Tab. 3**  
Abbattimento degli inquinanti (in %)



**Tab. 4**  
Assorbimento di fosforo e metalli pesanti da *Phragmites Australis*

Parametri	Unità di misura	Testimone	Test	Incremento
P tot	mg/kg	4,2	160	+38 volte
Cr tot	mg/kg	0,9	11,6	+13 volte
Cu	mg/kg	6,1	81,6	+13 volte
Ni	mg/kg	1,2	21,6	+18 volte
Pb	mg/kg	0,8	14,5	+18 volte
B	mg/kg	3,1	21,9	+7 volte
Zn	mg/kg	49,9	199,0	+4 volte
Cd	mg/kg	<0,5	0,8	+2 volte
As	mg/kg	<0,5	0,7	+2 volte
Hg	mg/kg	<0,05	0,56	+10 volte

**Conclusioni**

Come si può constatare, da quanto sopra riportato, il nuovo sistema fitodepurativo sperimentato su un refluo piuttosto impegnativo come il percolato di discarica da RSU ha dato ottimi risultati, ottenendo abbattimenti eccezionali su tutti i parametri monitorati.

In particolare si sottolinea la grande capacità di questo sistema di abbattere l'azoto ammoniacale unitamente ai metalli pesanti, cosa impensabile da effettuare con una fitodepurazione tradizionale.

L'aumento delle concentrazioni di metalli pesanti e fosforo riscontrate nelle *Phragmites Australis* utilizzate nel sistema fitodepurativo (test) rispetto a quelle non utilizzate (testimone) dimostrano la capacità di queste piante di catturare questi elementi dal reflu, se presenti, e traslocarli nella loro parte aerea dove si concentrano.

Il loro aumento non risulta tuttavia così consistente da preoccupare per il loro smaltimento biennale, in quanto la concentrazione di questi metalli è assai lontana da quanto previsto, per esempio, per un compost, un ammendante e/o per le matrici organiche da impiegarsi nelle preparazioni di concimi organo-minerali, come riportato nel DL 29 aprile 2010, n. 75 "Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'arti. 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88".

Si ritiene pertanto che gli sfalci di queste piante possano essere correttamente smaltiti nella stessa discarica produttrice del percolato fitodepurato.

Questi ottimi risultati, ottenuti dall'impiego del solo sistema fitodepurativo, stanno a dimostrare come si potrebbero ancora migliorare le qualità del reflu in uscita qualora si utilizzasse nel trattamento anche la Sorbent Barrier Technology.

Applicando queste due tecnologie al trattamento del percolato di discarica si otterrà un reflu depurato direttamente sul luogo di produzione con caratteristiche analitiche che ottemperano alla normativa vigente per poter essere scaricato in acque superficiali o riutilizzato in discarica, annullando in questo modo i rischi ambientali legati al trasporto e riducendo i costi previsti per il suo smaltimento presso i centri autorizzati al loro ritiro per tutto il periodo di vita e di gestione della discarica (oltre 30 anni).

**BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

- [1] H. Brix, *Wat. Sci. Tech.*, 1994, **29**(4), 71.
- [2] P. Ciambelli *et al.*, Ammonium recovery from urban sewage by natural zeolites, in Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Akademiai Kiado, 1988, 501.
- [3] E. Erdem *et al.*, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2004, 309.
- [4] D.A. Hammer Constructed Wetlands for wastewater treatment Municipal, Industrial and Agricultural, Lewis Publishers.
- [5] L. Jianwei *et al.*, *Science of the Total Environment*, 2011, **409**, 638.
- [6] G.A. Moschiri, Constructed wetlands

for water quality improvement, Lewis Publishers. Inc., 1993.

[7] T. Van Nooten *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, 2008, **42**, 8890.

[8] Y. Wang *et al.*, *Journal of Hazardous Materials*, 2006, 735.

**"In Situ" Leachate Purification**

ESEA Srl technicians have developed a simple and effective innovative system for leachate treatment. It applies the two following complementary (and combined) technologies to the landfill and its leachate: "sorbent barrier" and "phytoremediation artificial".

GIOVANNI BATTISTA MARCHELLO  
CARLO ODORE

ESEA SRL ENVIRONMENT AND AGRONOMY

GIANNI.MARCHELLO@LIBERO.IT  
C.ODORE@MEDILABOR.COM