



Trattamento delle acque di prima pioggia mediante fitodepurazione a flusso verticale

➤ Bruno Carra, Ufficio Tecnico Carra Depurazioni srl (✉ info@carradepurazioni.it; Web: www.carradepurazioni.it)

Secondo la Legge Regione Lombardia n°62/1985 "sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti".

Le acque di prima pioggia sono pertanto acque meteoriche che, defluendo nei primi istanti di un evento di precipitazione, sono caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti. Infatti gli inquinanti presenti in atmosfera vengono raccolti e trascinati al suolo dalla pioggia che opera successivamente il dilavamento delle superfici (asfaltate o pavimentate) su cui cade mediante l'azione di scorrimento sulle stesse. Tale processo comporta una pericolosa concentrazione delle sostanze inquinanti che costituiscono una seria minaccia per i suoli e le falde acquifere.

I principali inquinanti e le maggiori fonti di inquinamento da cui vengono prodotti sono di seguito elencati.

- *solidi* - usura del manto stradale, veicoli, attività di manutenzione;
- *azoto e fosforo* - utilizzo di fertilizzanti nelle aree verdi stradali;
- *piombo* - scarichi delle auto, usura dei pneumatici, oli e grassi lubrificanti, usura dei cuscinetti;
- *zinco* - usura dei pneumatici, oli e grassi del motore;
- *ferro* - ruggine dei veicoli, strutture stradali in acciaio, parti meccaniche in movimento;
- *rame* - corrosione della carrozzeria, usura dei cuscinetti e delle spazzole, parti meccaniche in movimento, fungicidi, pesticidi, insetticidi;

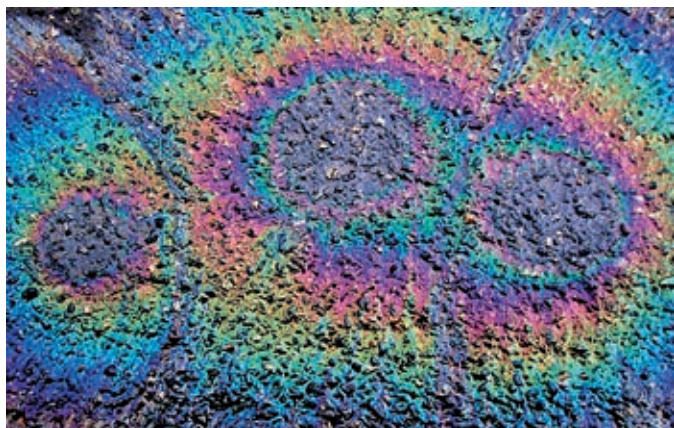


Figura 1 - Spandimento idrocarburi.

- *cadmio* - usura dei pneumatici, pesticidi;
- *cromo* - corrosione della carrozzeria, parti meccaniche in movimento, usura del rivestimento dei freni;
- *nicel* - scarico del diesel e della benzina, oli lubrificanti, corrosione della carrozzeria, usura dei freni e del rivestimento dei freni, superfici asfaltate;
- *manganese* - parti meccaniche in movimento, scarichi delle auto;
- *cianuro* - composti anti-gelo;
- *cloruro di sodio/calcio* - sali anti-gelo;
- *solfati* - superfici stradali, benzine, sali sgelanti;
- *idrocarburi* - perdite di lubrificanti, fluidi anti-gelo e idraulici, lisciviazione attraverso superfici asfaltate.



Figura 2 - Rottamazione.

La soluzione: la fitodepurazione a flusso verticale

Gli impianti di fitodepurazione GEOFILTER® PP per il trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia sono particolari applicazioni in ambito industriale dei sistemi di fitodepurazione a flusso verticale. Quest'ultimo è un sistema biologico di trattamento delle acque reflue basato sulla ricostruzione di una porzione di suolo in ambiente confinato ed è assimilabile ad una filtrazione lenta intermittente. La superficie dell'impianto è piantumata con specie vegetali idonee al clima ed all'ambiente costituito (salici, erba medica,...)

I sistemi di fitodepurazione sono stati applicati al trattamento di acque di prima pioggia provenienti da attività produttive:

- Piazzali per la lavorazione di materiali ferrosi;
- Stazioni di distribuzione di carburanti.

In tale ambito i principali inquinanti oggetto di rimozione sono gli idrocarburi e i Metalli pesanti.

Obiettivo del trattamento è garantire lo scarico sul suolo (Tab. 4 D.Lgs.152/2006). Lo schema di trattamento adottato prevede un dissabbiatore e disoleatore, una vasca di accumulo e un bacino di fitodepurazione verticale.



Figura 3 – Schema impianto di fitodepurazione Geofilter® PP.

LA RIMOZIONE DEGLI IDROCARBURI

Le basi teoriche e sperimentali per l'applicazione della Fitodepurazione a Flusso Verticale nel trattamento delle acque di pioggia per la rimozione dei suddetti parametri sono di seguito descritte.

Al fine della determinazione della capacità di rimozione degli idrocarburi nei suoli ricostruiti (analoghi a quelli utilizzati nella Fitodepurazione) il processo è stato condotto su un impianto finalizzato al trattamento degli idrocarburi. Le prove sono state realizzate utilizzando terreno vegetale tal quale, arricchito con i seguenti nutrienti: gasolio 100 C, NH₄NO₃ 10 N, K₂HPO₄

In **Tabella 1** sono riportati i risultati ottenuti.

Gli idrocarburi BTEX, considerati nel loro complesso, presentano una decisa riduzione nel corso del trattamento, alla fine del quale non risultano più rilevabili. La rimozione ha un andamento con buo-



Figura 4 - Impianto di fitodepurazione Geofilter® PP al servizio di un autolavaggio.



Figura 5 - Impianto di fitodepurazione Geofilter® PP al servizio di una stazione carburanti presso Area di servizio autostradale.

na approssimazione lineare ($R^2=0,9372$).

Per monitorare la degradazione degli IPA nel corso del processo, sono stati scelti all'interno di questa famiglia degli indicatori con diverso numero di anelli aromatici condensati:

- Benzo(k)fluorantene - 5 anelli
- Fenantrene - 3 anelli
- Benzo(a)pirene - 5 anelli
- Pirene - 4 anelli.

Fin dall'inizio del processo questi indicatori hanno presentato valori non molto elevati, con un massimo di 4,313 mg/Kg s.s. per il fenantrene. Al termine della prova tutti sono risultati non rilevabili.

Questi risultati fanno ritenere che gli idrocarburi policiclici aromatici siano stati degradati.

La degradazione come conseguenza dell'attività microbica è confermata dal regolare consumo di macronutrienti, testimoniato da parametri chimici quali TOC, TKN, fosforo totale e dall'andamento del tasso di respirazione nel tempo.

Considerata la difficoltà nel determinare i singoli idrocarburi, il TOC può essere utilizzato come indicatore del carico inquinante in termini di idrocarburi totali.

Il valore per il TOC di 1,84 % s.s. all'inizio della sperimentazione è dato tanto dal contenuto in carbonio organico proprio del terreno di partenza (0,898 % s.s.), quanto da quello apportato con il gasolio come fonte di inquinamento: il carico inquinante è stimato, pertanto, calcolando la differenza tra i due nel valore di 0,942 % s.s.. Tale valore è più compatibile con quello atteso in seguito all'inquinamento.

Queste considerazioni supportano la scelta del TOC come indica-

Parametro	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	Tempo 6	Tempo 7	Tempo 8	Tempo 9	Tempo 10
TOC % s.s.	1,84			1,6			1,5		1,395	1,1	
TKN % s.s.	0,083			0,054			0,037		0,0292		
Fosforo Totale % s.s.	0,013			0,0005			0,020		0,010		
Saggio respirazione mg O ₂ /Kg s.s./h	0,124			0,083			0,079		0,063	0,064	
BTEX in %		100	67		43	36		29			0

Tabella1 - Degradazione di sostanza organica e idrocarburi in terreno vegetale.



tore del contenuto in idrocarburi nel corso della sperimentazione. Durante il monitoraggio, per questo parametro, si registra un decremento del 40% con buona approssimazione lineare ($R^2 = 0,9637$): il risultato fa ritenere che sia avvenuta una buona degradazione del carico inquinante.

In base ai risultati ottenuti è stata determinato il Carico organico volumetrico massimo - Cor.v.max al fine di consentire il raggiungimento dei Valori Limite richiesti presso lo scarico.

LA RIMOZIONE DEI METALLI PESANTI

Al fine della determinazione della capacità di rimozione dei vari metalli pesanti nei suoli ricostruiti si riporta l'esperienza svolta presso il Consorzio di bonifica Euganeo (Provincia di Padova) dove è stata svolta un'esperienza in campo di trattamento di depurazione delle acque superficiali del canale Fratta Gorzone, caratterizzato per gli elevati contenuti di metalli pesanti provenienti dalle aree industriali del vicentino.

La prova è stata svolta dal Consorzio di bonifica Euganeo in collaborazione con l'ARPA della Provincia di Padova.

Parametri	Valori in entrata (mg/l)	Valori in uscita (mg/l)	Carico rimosso (mg/mq giorno)
Ferro	0.18	0.03	450
Zinco	0.23	0.18	150
Rame	0.2	0.16	120
Piombo	0.05	0.03	70
Cromo	0.02	0.01	30
Manganese	0.1	0.01	270

Tabella 2 – Valori in entrata e in uscita dei parametri monitorati.

Le acque, prelevate allo scopo dal fiume Fratta Gorzone venivano utilizzate su diversi impianti di Fitodepurazione a Flusso Verticale caratterizzati da substrati con potenza diversa.

Mediante i valori in entrata ed in uscita dei parametri oggetto di monitoraggio dagli impianti di fitodepurazione sono quelli indicati in **Tabella 2**.

In base alla capacità di rimozione dei suoli ricostruiti, determinata principalmente dai seguenti meccanismi:

- Filtrazione dei solidi nel suolo ricostruito
- Formazione di composti insolubili e loro precipitazione nel suolo stesso

è stata determinata la capacità massima di rimozione del sistema di fitodepurazione.

Le prove ed il monitoraggio è stato svolto per un periodo di 210 giorni consecutivi, per 2 anni.

I risultati ottenuti consentono di determinare il Limite massimo di accettabilità delle acque (mg/l), ovvero il Carico idraulico superficiale massimo (C.is.max - mc/mq g) al fine di conseguire i Valori Limite di accettabilità per lo scarico.

Nel caso specifico i valori assunti dei parametri relativi ai metalli sono riportati nella **Tabella 3**.

	Stima valori in Entrata (mg/l)	Scarico acque superficiali (mg/l)	Capacità di rimozione (mg/mq giorno)
Ferro	2.2	<2	200
Zinco	0.73	<0.5	63
Rame	0.021	<0.1	Nd
Piombo	0.020	<0.2	Nd

Tabella 3 – Valori dei parametri relativi ai metalli.

Il volume di trattamento è assunto in 17.5 mc/giorno, la superficie di trattamento, ovvero di fitodepurazione, è pari a 108 mq.

Il Carico idraulico superficiale è pari a 162 l/mq giorno.

In base ai valori sperimentalmente determinati il Cis di progetto risulta inferiore rispetto al max Cis richiesto al fine del raggiungimento dei Limiti di scarico.

Conclusioni

In base alle analisi svolte la qualità del refluo in uscita dagli impianti di fitodepurazione GEOFILTER® PP della Carra Depurazioni risulta idonea allo scarico sul suolo con una percentuale di rimozione degli idrocarburi totali prossima al 95% e elevati valori di rimozione anche dei metalli pesanti.

In particolare le rimozioni ottenute nel bacino di fitodepurazione sono state:

- COD 60%
- Idrocarburi totali 95%
- Ferro 97%
- Zinco 90%
- Piombo 98%
- Rame 14%

Al principale risultato costituito dal raggiungimento di elevate rimozioni degli inquinanti si accompagna il contenuto impegno nella gestione degli impianti di fitodepurazione con conseguente sensibile riduzione dei costi rispetto alle tipologie impiantistiche tradizionali.

LE ANALISI CHIMICHE AMBIENTALI

Seconda Edizione

autore dott. Biagio Giannì (ARPA Veneto).

Edizione corretta, rivista, ampliata, utile anche per le analisi secondo la normativa IPPC.

Sul sito www.ranierieditore.it è possibile trovare l'indice e l'introduzione al libro

