

Depurazione Aria Inquinata da Composti Organici Solubili in Acqua

Scopo del presente articolo è mostrare come l'ingegnere di processo può individuare la soluzione di un problema di depurazione aria inquinata da una miscela di composti organici solubili in acqua, utilizzando, se necessario, più tecnologie proprietarie disponibili sul mercato.

Si vuole spingere la depurazione fino ad ottenere nell'aria quantitativi di organici di poche parti per milione accettabili per le norme di legge.

La soluzione individuata dovrà essere ottimizzata al fine di ridurre i costi di investimento e di esercizio.

1) Tecnologie disponibili

Le tecnologie disponibili, idonee per ridurre il contenuto dei composti organici, solubili in acqua, sono:

- a) Carboni Attivi
- b) Bio-Filtrazione
- c) Assorbimento con acqua

a) Carboni Attivi

L'abbattimento con Carboni attivi risulta problematico nel caso di più composti organici da eliminare, perché nella rigenerazione del carbone attivo si otterrebbe come effluente una miscela dei suddetti composti organici, che non avrebbe un valore commerciale e dovrebbe quindi essere smaltita per incenerimento.

b) Bio-Filtrazione

La Bio-Filtrazione è senz'altro la tecnologia più interessante e conviene sempre esaminare la sua applicazione come trattamento unico, ma presenta, per contemporanea presenza di grandi portate di aria da trattare e per elevati quantitativi di inquinanti notevoli ingombri.

Convorrà sempre esaminare la sua convenienza in schemi con l'applicazione di più di una tecnologia in serie.

c) Assorbimento con acqua

L'abbattimento con acqua avviene in una colonna di assorbimento, che presenta un elevato numero di piatti a motivo dei bassi contenuti di inquinanti, che si vogliono ottenere nell'aria depurata in uscita dalla testa della colonna.

L'inconveniente di questa operazione è che la soluzione acquosa in uscita dal fondo colonna (effluente) contiene un quantitativo di composti organici non compatibile con le norme di legge.

Allora diviene necessario trattare questo effluente.

Si può pensare alla distillazione, ma essa risulta antieconomica sia per l'elevato consumo di calore sia per la composizione del distillato che risulterebbe una miscela di composti non commerciabile e con quantitativi comunque così alti da rendere difficile la depurazione in un normale trattamento aerobico.

c1) Tecnologie per trattare l'effluente acquoso dalla colonna di assorbimento

Le tecnologie disponibili per il trattamento dell'acqua in uscita dalla colonna di assorbimento:

- La depurazione Aerobica con aria in pressione
- La depurazione Anaerobica
- La Wet Air Oxidation

(al Paragrafo 3 sono riportati schemi e descrizioni per le varie tecnologie citate con esclusione del trattamento con carboni attivi)

2) Ricerca della soluzione da adottare

Assumiamo di dover trattare 50000 mcubi/ora di aria inquinata contenente 3000 mg/(mcubi/ora) di composti organici solubili in acqua per ottenere un contenuto finale di 100 parti per milione in peso nell'aria immessa all'atmosfera.

Si è preso in esame sia il costo derivante dall'applicazione singola di ognuna delle tre tecnologie citate sia dalla combinazione dell'assorbimento con acqua seguito da Bio-Filtrazione.

Dopo tale esame è risultato che il sistema di trattamento più conveniente è l'abbattimento parziale per assorbimento con acqua dei composti organici seguito da Biofiltrazione dell'aria parzialmente depurata con l'aggiunta di una unità di trattamento dell'acqua effluente, da individuare tra la depurazione aerobica con aria in pressione e la depurazione anaerobica.

La tecnologia Wet Air Oxidation presenta degli elevati costi di investimento, pertanto non è applicabile in questo caso. Ne diamo comunque una breve descrizione.

Sia la depurazione aerobica che quella anaerobica consentono di riciclare l'acqua depurata all'assorbimento, riducendo così il consumo d'acqua fresca, della quale comunque sarà necessario un make-up per il controllo del tenore di sali disciolti nell'effluente acquoso.

Per l'ottimizzazione del sistema integrato di depurazione con Assorbimento con acqua più Bio-Filtrazione e riciclo dell'acqua all'assorbimento dopo depurazione aerobica con aria in pressione o depurazione anaerobica è richiesta una valutazione economica

Per fare ciò è necessario effettuare una serie di bilanci di materia del sistema fissando più valori della concentrazione di inquinanti alla Bio-Filtrazione e del quantitativo di acqua riciclata alla colonna di assorbimento in modo da individuare tutte le caratteristiche e le dimensioni del sistema per ogni alternativa.

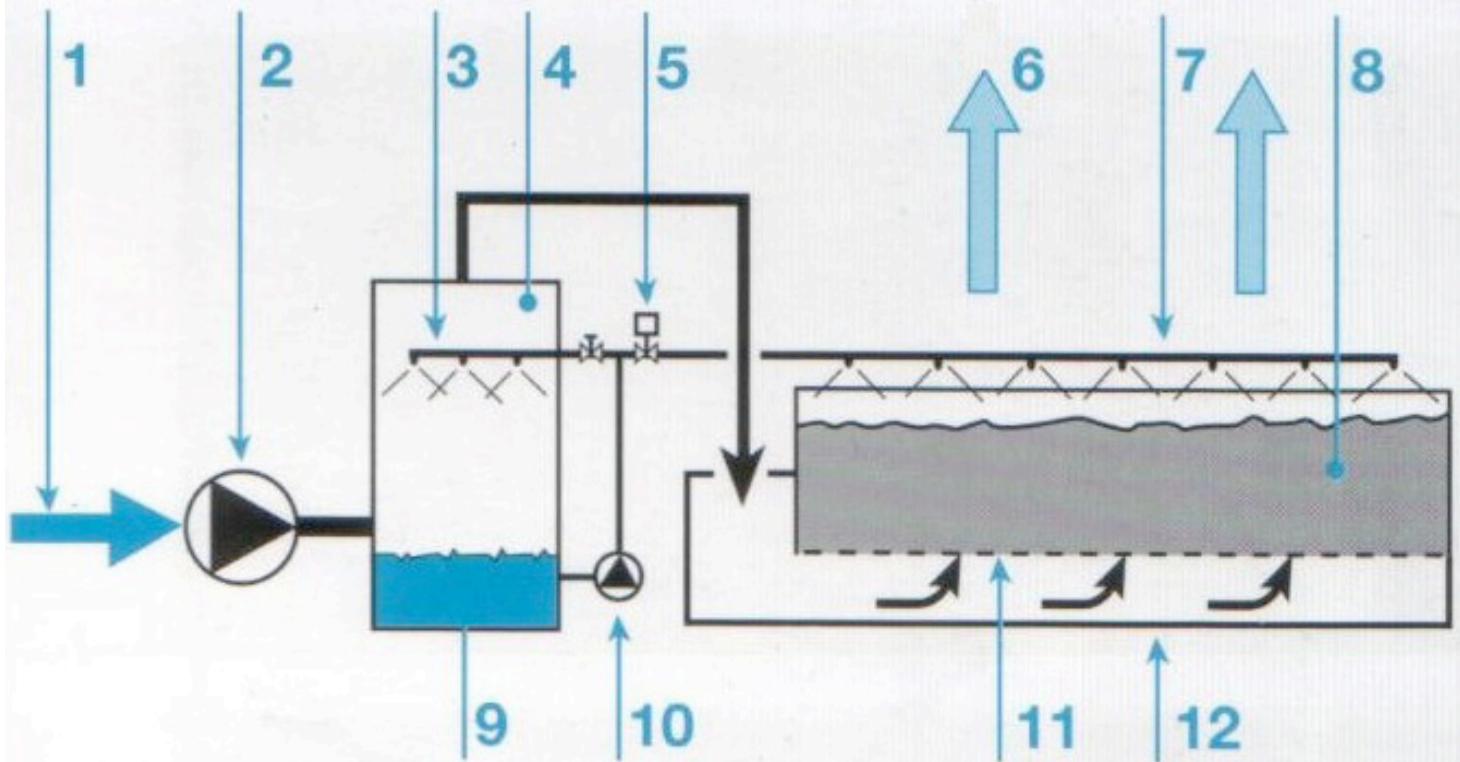
E' evidente che l'ottimizzazione deve essere condotta assieme ai fornitori della Bio-Filtrazione e della Depurazione Aerobica con aria in pressione e della Depurazione Anaerobica i quali dovranno fornire l'andamento dei costi di investimento e dei consumi in funzione delle caratteristiche (in particolare della composizione) delle correnti di alimentazione alle loro unità.

Per la depurazione Anaerobica va tenuto presente la possibilità di ottenere Energia Elettrica dal Biogas liberato da questo trattamento

3) Descrizioni delle tecnologie.

Si riportano alcune tra le principali tecnologie disponibili:

AIR CLEAN BIOFILTRAZIONE



1	Arrivo aria inquinata	7	Circuito di spruzzatura
2	Ventilatore	8	Letto filtrante BIOPORE®
3	Circuito di pre-bagnatura	9	Acqua di lavaggio in circuito
4	Camera di lavaggio (facoltativa)	10	Pompa
5	Elettrovalvola circuito spruzzatura	11	Grigliato di supporto
6	Scarico aria depurata in atmosfera	12	Contenitore Biofiltro

Il principio di funzionamento della BIOFILTRAZIONE consiste nella metabolizzazione degli inquinanti contenuti nell'aria da parte di batteri che trovano il loro ideale ambiente di vita su materiali di origine organica.

Si può affermare che il letto non è l'elemento filtrante ma il supporto della vita della flora batterica. Esso viene realizzato mediante torba granulare (Sistema MonaFil®) o speciali conchiglie marine trattate (sistema MonaShel®), prodotti utilizzando processi presso laboratori specializzati della società irlandese BORD NA MONA.

Entrambi i materiali sono costituiti da una struttura aperta che consente di realizzare letti di spessore fino a 3 metri di altezza (risparmio di superficie) con perdite di carico estremamente contenute (risparmio energetico) e senza necessità di alcuna manutenzione.

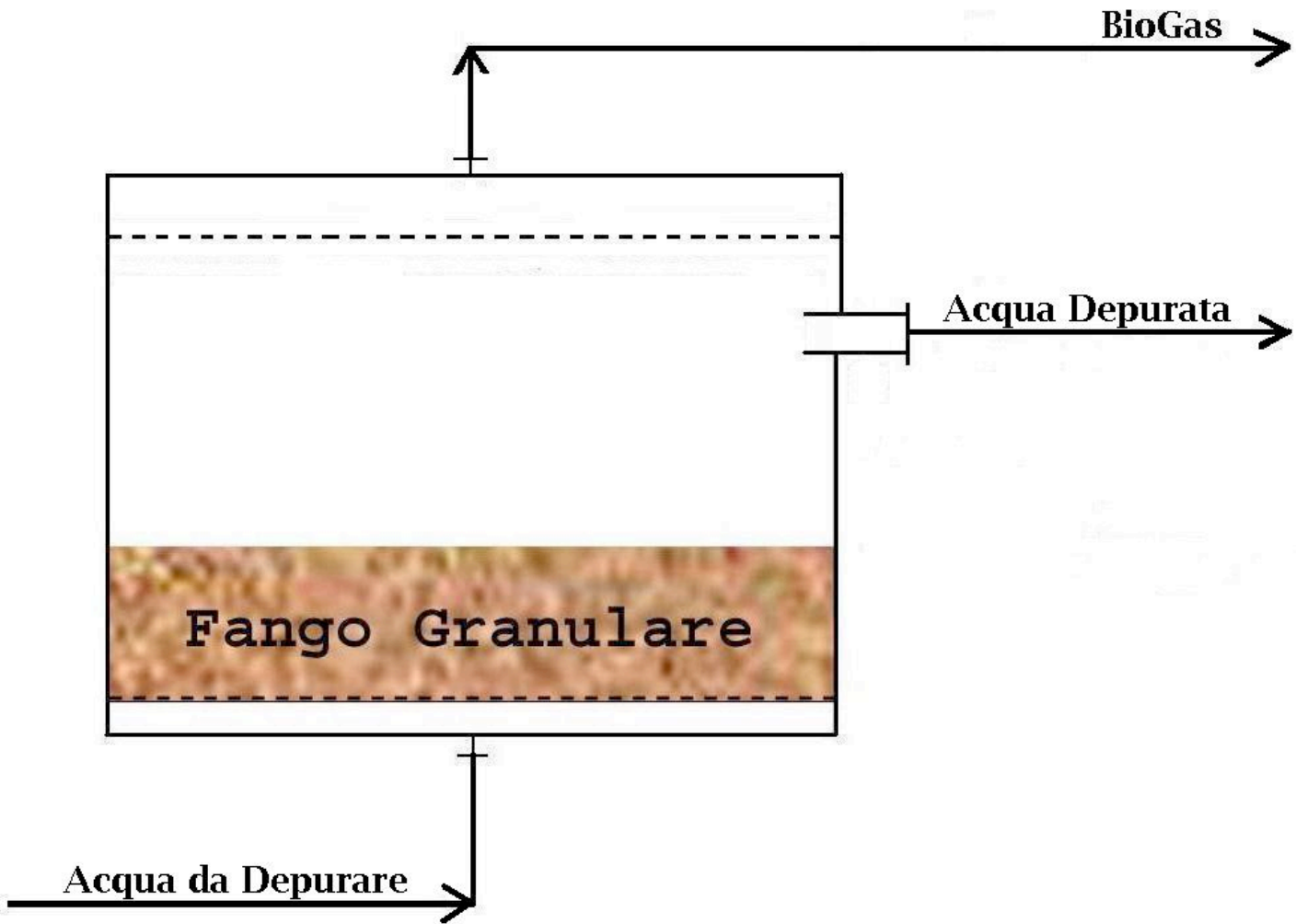
La scelta dell'impiego del materiale da utilizzare dipende dalla natura degli inquinanti da trattare; il sistema MonaShel® è stato specialmente studiato per trattare di flussi d'aria fortemente acidi (vengono tollerate concentrazioni in ingresso di 400 ppm di H₂S) e per l'abbattimento di alte concentrazioni di VOC.

Come visibile nello schema per mantenere umido il letto filtrante si ricorre ad un semplice sistema di spruzzatura superficiale a pioggia. Il sistema è automatico, a funzionamento intermittente e programmabile.

Come già detto il letto filtrante è solo un supporto ed il materiale che lo costituisce può essere smaltito in modo estremamente economico.

La durata di un letto filtrante può raggiungere i 5 anni.

TRATTAMENTO ANAEROBICO



La biomassa si aggrega naturalmente in granuli delle dimensioni di qualche millimetro, che sedimentano rapidamente e rimangono all'interno del reattore.

Il refluo viene alimentato con flusso ascendente dal fondo del reattore attraverso un sistema di distribuzione

Il COD solubile viene rapidamente degradato e convertito in biogas, la cui risalita provoca un rimescolamento all'interno del reattore.

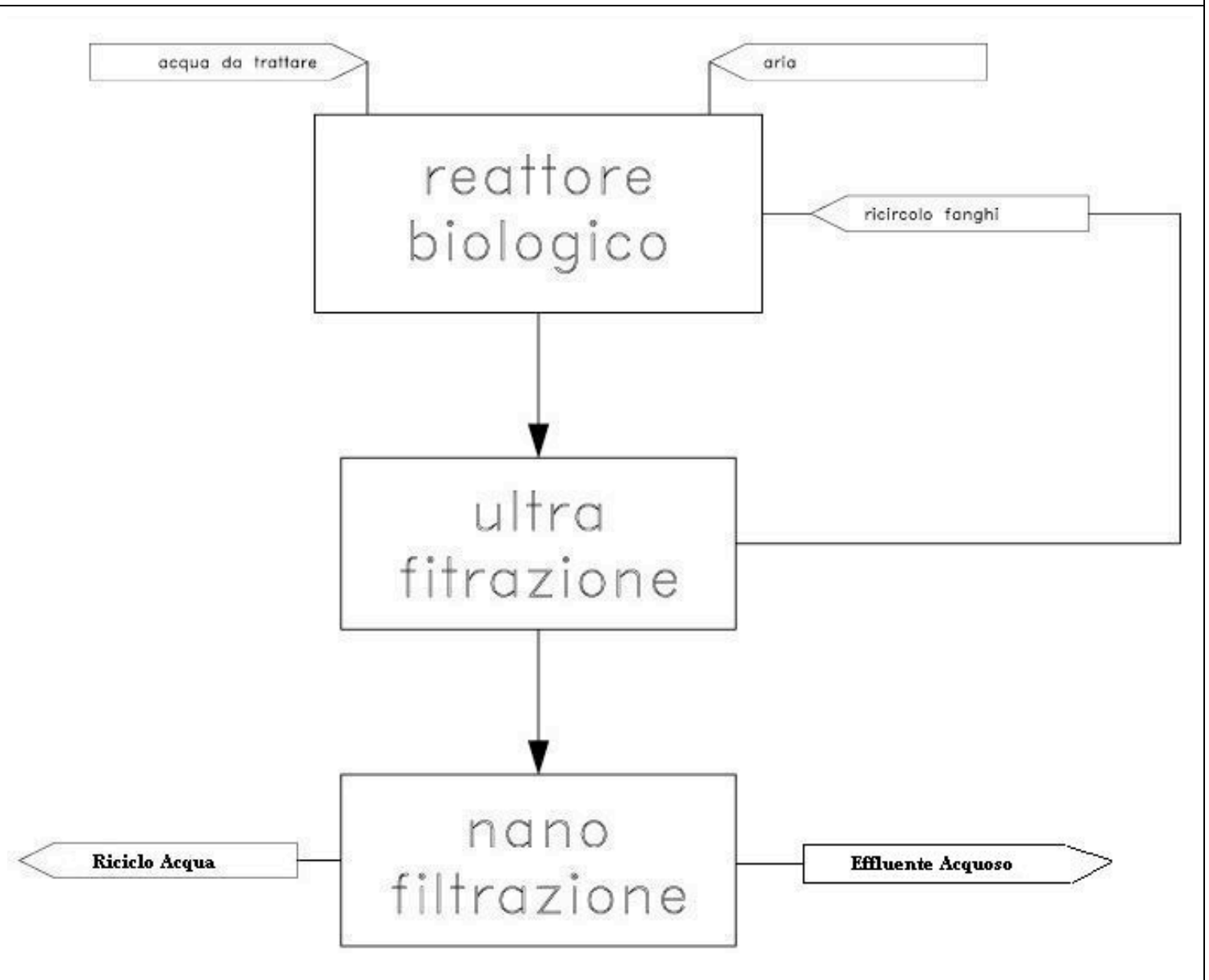
L'effluente trattato fuoriesce dalla testa del reattore.

La resa attesa con questo tipo di refluo è elevata ($> 90\%$).

IL Biogas in uscita può essere utilizzato per la produzione di energia elettrica.

TECNA DEPURAZIONE AEROBICA CON ARIA IN PRESSIONE

Il processo di depurazione con aria in pressione è in grado di convertire gli agenti inquinanti organici in anidride carbonica e acqua come prodotti finali. Il processo usa l'aria come ossidante, che viene insufflata in un reattore in pressione in cui arriva l'effluente da trattare. Dal reattore in uscita fuoriesce in continuo una corrente acquosa contenente in sospensione i fanghi costituenti la flora batterica che vengono eliminati dall'acqua per ultrafiltrazione ed in gran parte riciclati nel reattore stesso. L'acqua in uscita dalla filtrazione praticamente contiene meno dell'uno per cento degli inquinanti organici inizialmente presenti nell'effluente entrante al reattore e può essere riciclata.



LENNTECH CATALYTIC WET AIR OXIDATION

Il processo di ossidazione catalitica dell'aria umida (*Catalytic Wet Air Oxidation*) è in grado di convertire tutti gli agenti inquinanti organici in anidride carbonica e acqua come prodotti finali, e anche di rimuovere i componenti inorganici ossidabili quali cianuri e ammoniaca. Il processo usa l'aria come ossidante, che viene mescolata con l'effluente e passata su un catalizzatore ad elevata temperatura e pressione. Se non è richiesta una completa rimozione del COD, la velocità, la temperatura e la pressione dell'aria possono essere ridotte, riducendo quindi il costo di gestione.

CWAO è particolarmente redditizio per gli effluenti altamente concentrati (richiesta chimica di ossigeno da 10.000 fino ad oltre 100.000 mg/l) o che contengono componenti non facilmente biodegradabili o tossici per gli impianti di trattamento biologici. Gli impianti di trattamento CWAO offrono inoltre il vantaggio di poter essere altamente automatizzati per funzionamento incustodito, sono impianti relativamente piccoli, e sono in grado di trattare effluenti con vari tipi di composizione e portata.

Il processo non è conveniente se confrontato con altri processi di ossidazione avanzata o processi biologici per effluenti leggermente contaminati (COD inferiore ai 5.000 mg/l).