



Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno



Sanitary Environmental
Engineering Division



Sustainability Protection ON Global Environment



con il Patrocinio del Consiglio e della Giunta Regionale



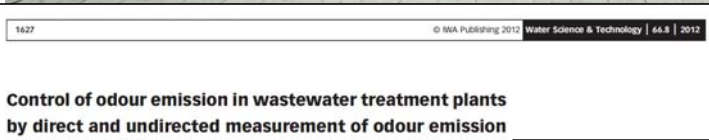
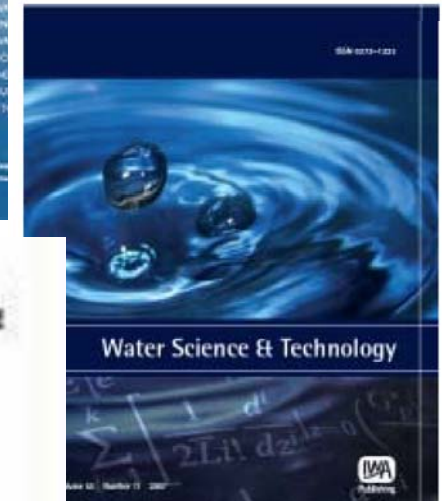
Applicazione e comparazione dei metodi di trattamento ed abbattimento degli odori



Tiziano ZARRA

Trieste, 16 ottobre 2019

IL Gruppo SEED dell'UniSA



Control of odour emission in wastewater treatment plants by direct and undirected measurement of odour emission capacity

T. Zarra, S. Giuliani, V. Naddeo and V. Belgiorno

ABSTRACT

Odour emissions from wastewater treatment plants (WWTPs) are considered to be the main causes of disturbance noticed by the exposed population and have relevant impacts on both tourism economy and land costs. Odour impact from WWTPs is generated by primary and secondary odour emissions. Primary odour emissions are related especially to the wastewater type and variability discharged into the sewer and directed to the WWTP, and to the wastewater collection and sewage system. Secondary odours are related to the treatment units of the plant. Several studies describe the key role of primary odour emissions and how they are strongly related to odour impacts of WWTPs. In this way, a opportune characterization of the emission capacity of primary odour could be an effective way to control odour emission in the WWTPs. In this study the odour emission capacity (OEC) of different domestic sewers was described and investigated; a correlation between the OEC and the main physical-chemical parameters of wastewater quality was also carried out. Results of this study identify the optimum conditions for sampling and measuring OEC in wastewaters and define its dependence by wastewater quality. These results can contribute to setting the standards for the maximum odourant content of wastewater that are discharged into the publicly owned sewage system.

Key words | chemical characteristics of domestic sewage, odour emission capacity, olfactometry, sewage odour



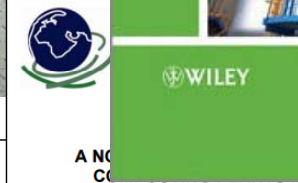
Odour Emissions Characterization from Treatment Plants by Different Measurement Methods

Tiziano Zarra ^{a*}, Martin Reiser ^b, Vincenzo Naddeo ^a, V. Martin Kranert ^b

^a Department of Civil Engineering, University of Salerno, Via Giovanni Paolo II, 13
^b Department of Civil Engineering, Stuttgart University, Bandtalle 1.2, 70569 Stuttgart, tzarra@unisa.it

During last decades several techniques were proposed for the measurement of odours in environmental field but until now no one was applied and diffused between worldwide countries. These due to the presence of a large number of variables correlated to fast and continuous variability of odours, their low concentration in environment, the meteorological conditions, the difficulty to sampling a representative volume of air. In Europe the dynamic olfactometry method was standardized in 2003 by EN 13725 and was proposed for the measurement of odour emissions. At same time several Countries have specific guidelines that norm in different way the assessment of odours.

The scope of this study is to compare and evaluate the principal odour measurement methods (GC-MS,



T. ZARRA*, V. NADDEO, V. BELGIORNO

Received: 05/10/08
Accepted: 14/04/09

ABSTRACT

Odour emissions are a major environmental problem in wastewater treatment plants, due to the increasing number of citizens. The particular and complex nature of the odour impact, their variability in time and the difficulty of odour perception, are the elements that have led to the introduction of a few international laws that set the limit values for odour emissions. The aim of this study is to define the criteria of quality related to odour emissions and to compare the regulations that deal with this problem in Italy.



ATENE0 ITALO-TEDESCO DEUTSCH-ITALIENISCHES HOCHSCHULZENTRUM

The human sensor is the cause of a considerable odour impact. The analytical tool was used to identify and characterise the odour located in a sensitive area, with the aim to remove the odour impact. At the same time key odour compounds are identified. Results highlight the applicability of the highly innovative analytical tool in odour emission monitoring. Around 39 different substances were detected, with almost half being small relevant components as well as responsible. Dimethyl disulphide was identified as key compound connected to the efficiency of the process.

(c) IWA Publishing 2008.

CONTROLLO DEGLI ODORI

Azioni su . . .

attori nel processo di 'disturbo' e '**livelli**' di intervento possibili



- misure di **gestione**
- soluzioni **tecnologiche**

SISTEMI DI TRATTAMENTO DEGLI ODORI

Fisici

Chimici

Biologici

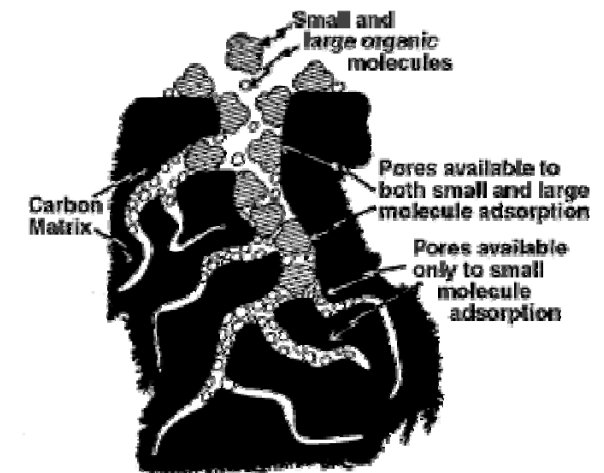
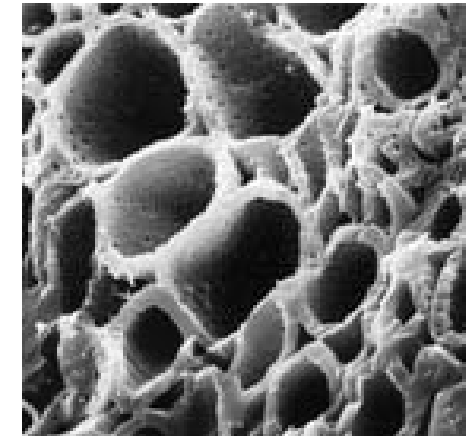
TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO DEGLI ODORI

- Adsorbimento
- Assorbimento
- Biofiltrazione
- Bioscrubbing
- Biotrickling
- Ossidazione
- Nebulizzazione



ADSORBIMENTO

- È un fenomeno mediante il quale la **sostanza gassosa (adsorbato)** aderisce ad una **superficie SOLIDA (adsorbente)**.
- Il processo avviene per **“passaggio”**, in elementi detti **FILTRI**.
- Elemento centrale del processo risulta essere il **MATERIALE DI ADSORBIMENTO**



Adsorbimento: *materiali e rendimenti*

- L'adsorbente più diffuso è il **CARBONE ATTIVO**, ma ne esistono, altri come **l'allumina attivata**, le **zeoliti** o il **gel di silice**.
- Tipicamente vengono utilizzati i **filtri a carbone attivo**.
- Il materiale ha una **capacità limitata di adsorbimento**, ***all'esaurimento*** della quale deve essere ***smaltito o rigenerato***. La rigenerazione si basa generalmente sul deadsorbimento termico.
- I processi di adsorbimento possono *raggiungere rendimenti di abbattimento elevati*, ma nell'uso pratico tali sistemi sono *convenienti* solo in **casi di emissioni con ridotta portata** o dove risulta importante e conveniente il **recupero del prodotto**.

Adsorbimento: *pro e contro*

- ✓ Selettività della massa;
- ✓ Ingombri ridotti;
- ✓ Alte efficienze;
- ✓ Bassi investimenti iniziali;

- ✗ Smaltimento massa esausta;
- ✗ Sostituzione periodica masse filtranti;
- ✗ Convenienza da valutare ad alte portate;
- ✗ Non adatto per alte umidità e temperature del flusso



ASSORBIMENTO

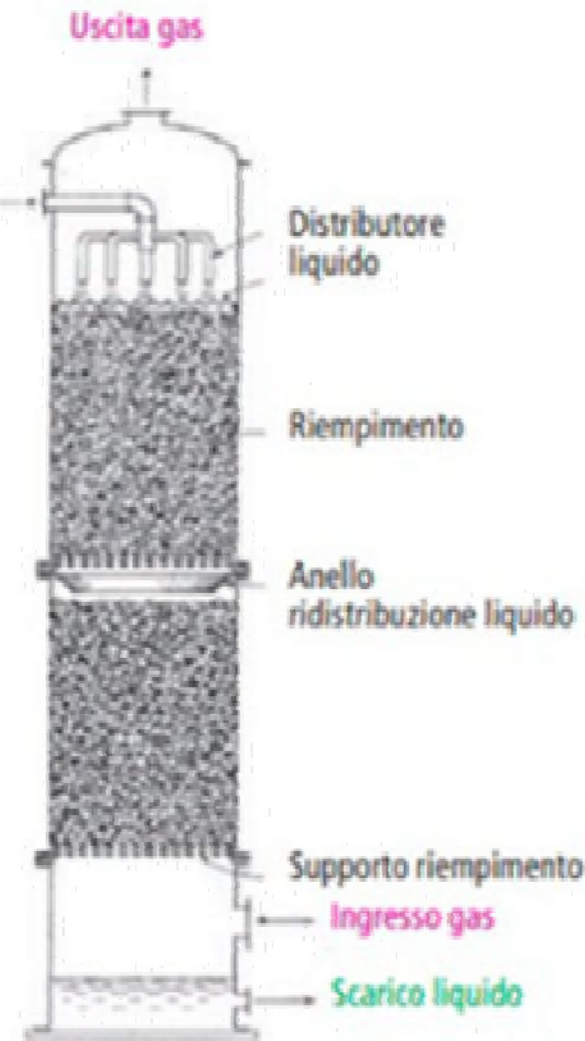
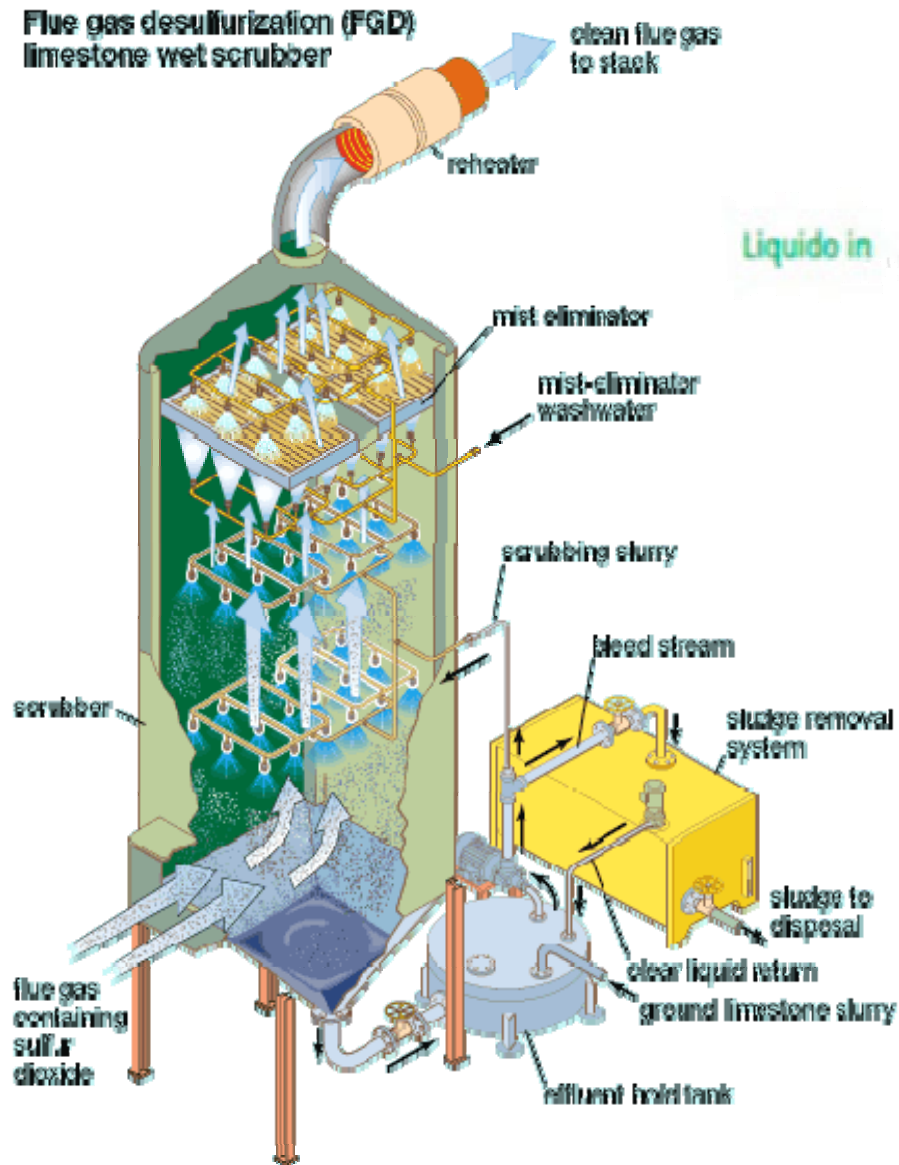
- È un fenomeno mediante il quale la **sostanza gassosa (assorbato) viene trasferita in un LIQUIDO** relativamente non volatile (**assorbente**)
- Il processo, di tipo chimico, avviene in cosiddette **TORRI DI LAVAGGIO** o **SCRUBBER**
- Elemento centrale del processo risulta essere il **LIQUIDO O SOLUZIONE ASSORBENTE**



Assorbimento: *liquido assorbente e rendimenti*

- La soluzione assorbente è funzione dell'inquinante da rimuovere; può essere: **acqua, soluzioni acquose diverse (acide, alcaline), solventi organici, oli minerali, ecc.;**
- I processi di assorbimento possono *raggiungere rendimenti di abbattimento soddisfacenti*, ma l'uso pratico di tali sistemi **comporta necessità tecnologiche** per il corretto funzionamento **che portano ad elevare i costi di investimento e di gestione** fino a livelli non competitivi con altri metodi.
- Tali sistemi si trovano **spesso in combinazione con i letti di biofiltrazione**, allo scopo di garantire una "laminazione" dei picchi di concentrazione odorigena (quali si riscontrano in coincidenza del rivoltamento della biomassa); contestualmente si ottiene l'effetto di una umidificazione e raffreddamento delle arie da avviare alla biofiltrazione, diminuendo le capacità evaporative complessive dal biofiltro.

Assorbimento: *parametri di progetto da attenzionare negli scrubber*



- Portata del liquido di lavaggio
- Tempo di contatto
- Velocità dell'effluente gassoso nel letto
- Tipo e quantitativo di liquido di lavaggio
- Sistema di captazione delle p.lle del liquido

Assorbimento: *pro e contro*

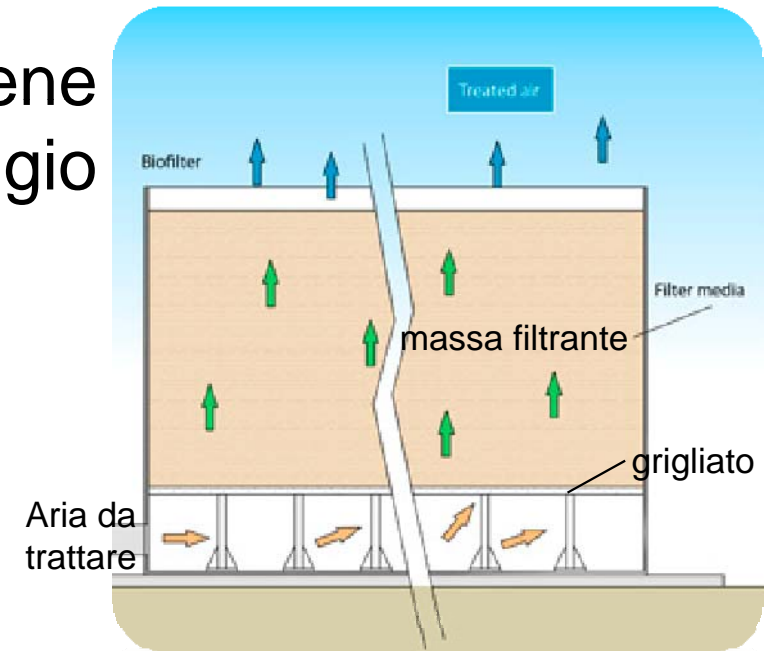
- ✓ Adatto per il trattamento di picchi di concentrazioni di inquinanti;
- ✓ Ingombri ridotti;

- ✗ Smaltimento soluzioni assorbente;
- ✗ Complessità tecnologica;
- ✗ Media efficienza;
- ✗ Alti costi di investimento iniziali



BIOFILTRAZIONE

- È un fenomeno mediante il quale la **sostanza gassosa è DEGRADATA (METABOLIZZATA)** grazie all'azione di **microrganismi** (es. batteri, muffe, lieviti)
- Il processo, di tipo biologico, avviene **per “metabolizzazione”**, nel passaggio in elementi detti **BIOFILTRI**.
- Elementi centrali del processo risultano essere i **MICROORGANISMI** presenti in un opportuno **MEZZO FILTRANTE**



Biofiltrazione: *gestione ottimale del processo*

- **controllare** e regolare la **temperatura**:
range ottimale tra 15 e 40°C
- **controllare** e regolare l'**umidità**:
range ottimale tra 40 – 60%
- **evitare** elementi di **tossicità** per i microrganismi
- **garantire una distribuzione uniforme del flusso** gassoso; evitare il compattamento della biomassa
- **prevedere** pretrattamenti per **equalizzare il carico** (es. scrubber)

Biofiltrazione: *pro e contro*

- ✓ Costi di gestione contenuti;
- ✓ Efficienze elevate;
- ✓ Semplicità tecnologica
- ✓ Riesce a trattare portate elevate

- ✗ Rivoltamento e sostituzione periodica della biomassa (es. problema del compattamento);
- ✗ Ingombri significativi;
- ✗ Non immediata operatività (gestione e acclimatazione batteri);
- ✗ Non adatto ad alte concentrazioni

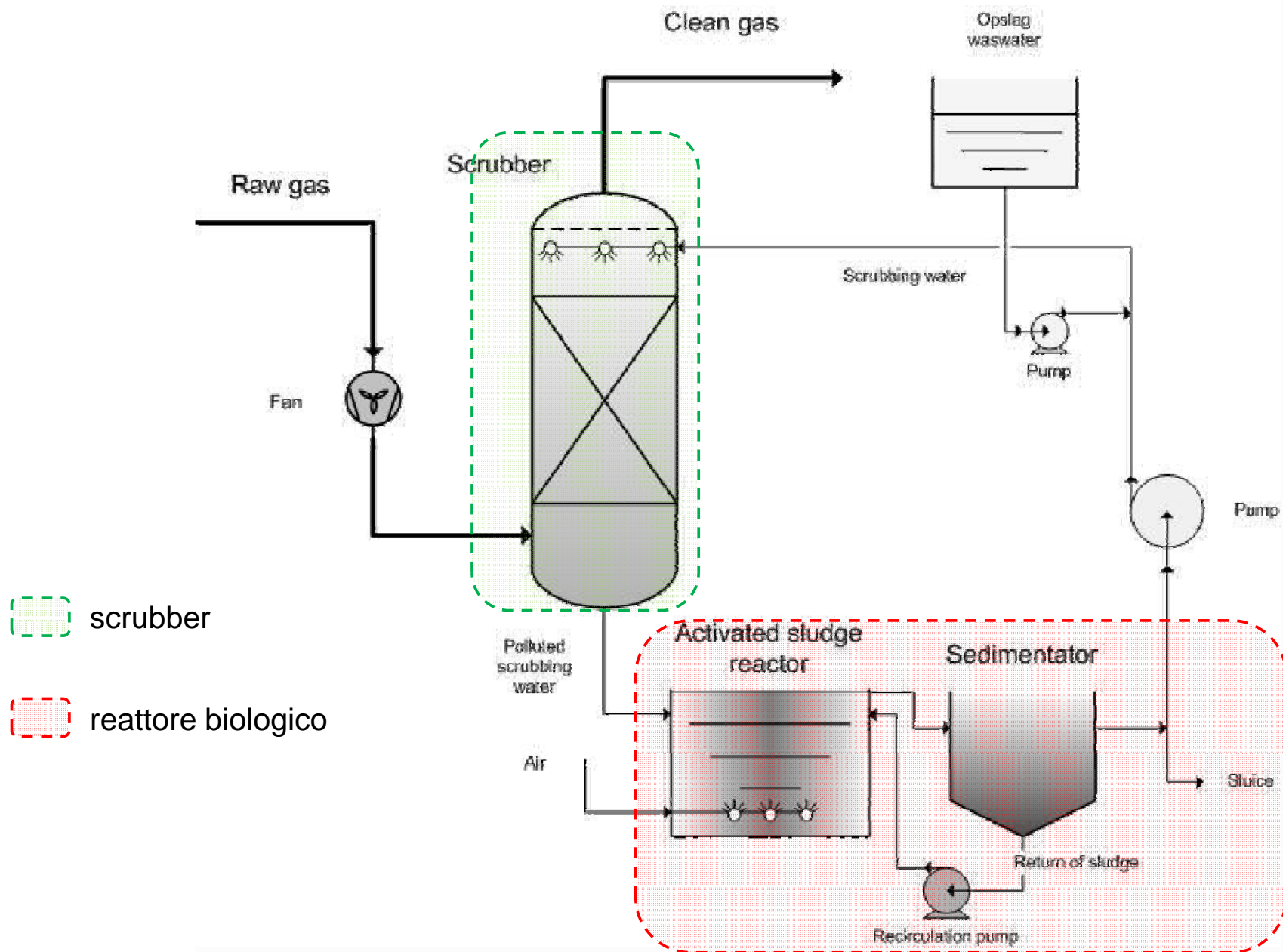


BIOSCRUBBING

- È un fenomeno che sfrutta **AZIONI DI TRASFERIMENTO in soluzione liquida** e successiva **DEGRADAZIONE biologica**.
- Il processo avviene grazie all'impiego combinato e successivo di **"torri di lavaggio"** e **"reattore biologico"**.
- Il **processo è più sostenibile** perché opera il 'recupero' del liquido di lavaggio che, dopo la purificazione nel reattore biologico, viene ricircolato nello scrubber



Bioscrubbing: *schema di processo*



Bioscrubbing: *pro e contro*

- ✓ basso impatto ambientale
- ✓ Adatto per elevate portate e concentrazioni medie di inquinanti
- ✓ possibilità di trattare differenti inquinanti e carichi;
- ✓ costi di gestione contenuti;

- ✗ Non immediata operatività (gestione e acclimatazione batteri);
- ✗ Meno adatto per composti poco solubili in acqua
- ✗ Produzione di rifiuti liquidi e fanghi



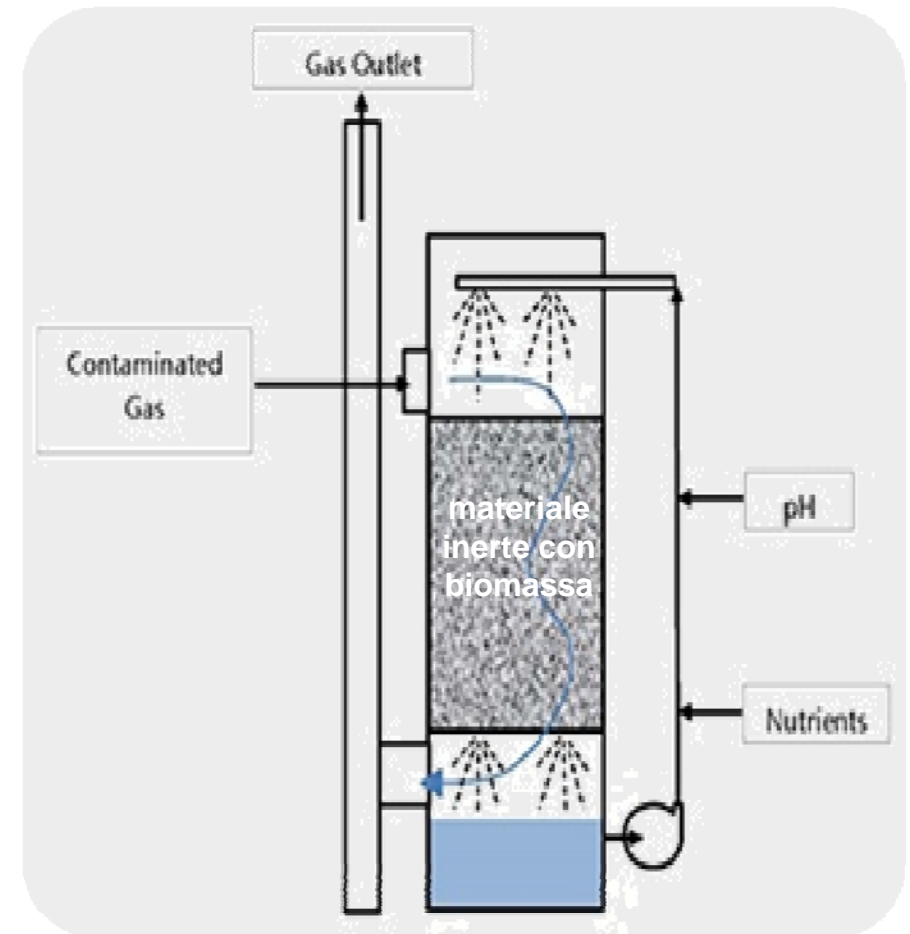
BIOTRICKLING

- È un fenomeno che sfrutta **azioni di trasferimento e degradazione microbiologica del composto odorigeno per effetto della presenza di materiale poroso biologicamente attivo.**
- Il processo avviene in un unico reattore con all'interno **"materiale inerte"** sul quale viene spruzzata una **"soluzione nutriente"** in maniera tale da ricreare un **BIOFILM.**



Biotrickling: *elementi chiave del processo*

- **Materiale inerte**
generalmente utilizzati supporti di plastica casuali
- **Soluzione nutriente**
i principali nutrienti necessari per la crescita microbica possono essere **azoto, fosforo, calcio e magnesio**



Il controllo del pH è fondamentale per neutralizzare i sottoprodotti acidi

Biotrickling: *pro e contro*

- ✓ costi di gestione contenuti;
- ✓ Ingombro ridotto
- ✓ possibilità di trattare differenti inquinanti;
- ✓ basso impatto ambientale

- ✗ Non immediata operatività (gestione e acclimatazione batteri);
- ✗ Complessità tecnologica media
- ✗ Elevato costo di installazione

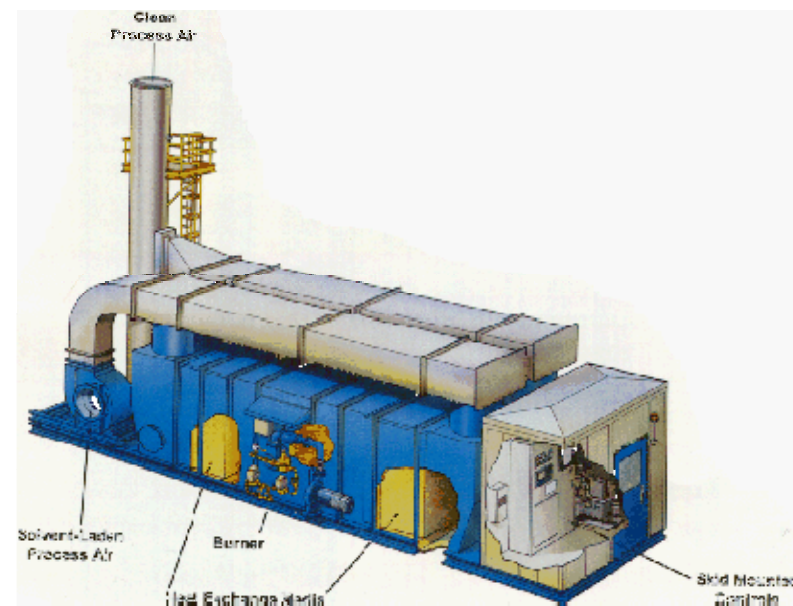


OSSIDAZIONE

- **Termica**

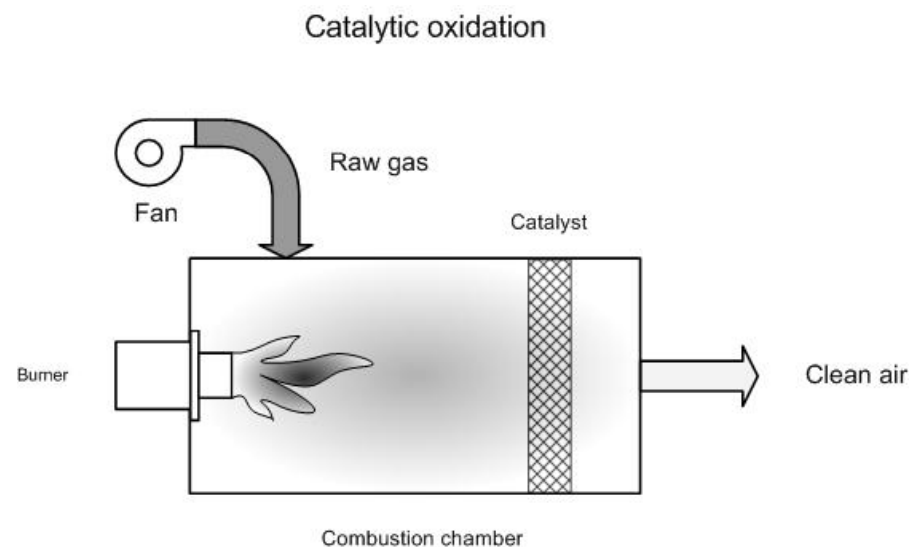
utilizza combustori a temperature elevate (circa 815°C)

è utilizzata per volumi gassosi con elevata concentrazione di sostanze inquinanti ad alto potere calorifico.



- **Catalitica**

utilizza catalizzatori (es. platino, palladio, rodio, su materiale ceramico) per ridurre le temperature di combustione



Ossidazione: *pro e contro*

- ✓ Utile in presenza di sostanze con bassa solubilità in acqua (es. flussi gassosi con oli minerali)



- ✗ Costi di investimento consistenti
- ✗ Elevato consumo energetico
- ✗ Complessità tecnologica

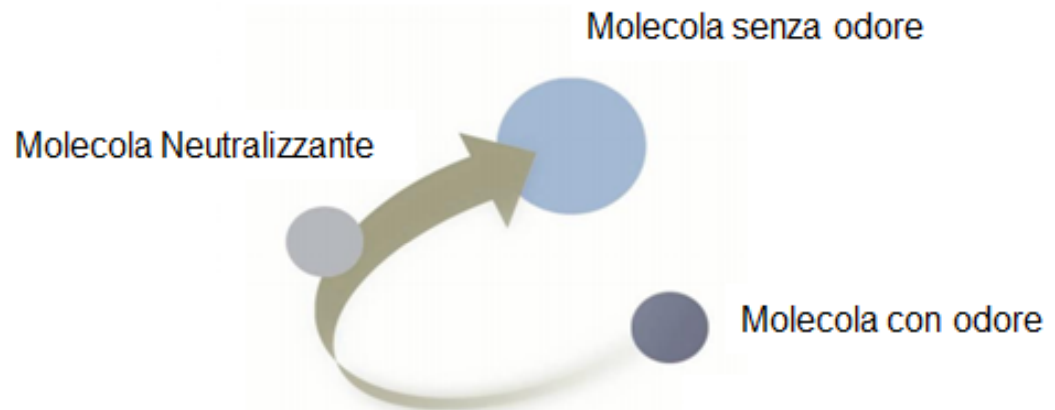


NEBULIZZAZIONE

(deodorizzazione/neutralizzazione/mascheramento)

La neutralizzazione degli odori prevede la **nebulizzazione di neutralizzanti** in grado di modificare (alterare) la percezione del naso umano, riducendo l'intensità dell'odore e rendendolo più gradevole.

In commercio esistono una vasta gamma di prodotti



Nebulizzazione: *impieghi*

- industria alimentare
- siderurgica
- industria del legno
- industria ceramica,
- industria cementifera
- estrazione minerali e cave
- centrali elettriche a carbone
- smaltimento rifiuti
- industria delle costruzioni
- ferrovie.



Nebulizzazione: *pro e contro*

- ✓ costi di gestione bassi;
- ✓ possibilità di trattare emissioni diffuse;
- ✓ ampio range di portata

- ✗ Consumo di soluzione liquida
- ✗ Non esiste una evidenza oggettiva della loro effettiva efficacia. Sono 'ausiliari' al trattamento



Tabella comparativa

| PROCESSO | Difficoltà Applicative | Compless. Installaz. Manutenz. | Costo investimento | Costo operativo | Controllo picchi | Rimoz COV % | Rimoz H2S % | Rimoz odori % |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|
| ADSORBIMENTO | Media | Media | Elevato | Elevato | Medio | 80-99 | > 95 | 80-99 |
| ASSORBIMENTO | Media | Media | Elevato | Elevato | Medio | 99 | 80-99 | 20-45* 60-85** |
| BIOFILTRAZIONE | Bassa | Media | Elevato | Basso | Basso | 75-95 | > 75 | 70-99 |
| BIOSCRUBBING | Elevata | Elevata | Elevato | Medio | Medio | 80-90 | 80-95 | 70-80 |
| BIOTRICKLING | Elevata | Elevata | Elevato | Medio | Medio | 70-99 | 80-95 | 70-90 |
| OSSIDAZIONE TERMICA | Medio | Media | Medio | Medio | Elevato | 98-99,9 | | 98-99,9 |
| OSSIDAZIONE CATALITICA | Elevata | Media | Medio | Medio | Medio | 95-99 | | 80-98 |
| NEBULIZZAZIONE | Bassa | Bassa | Basso | Basso | Elevato | 85-95 | 80-95 | 90-99 |

Tabella comparativa: costi di investimento

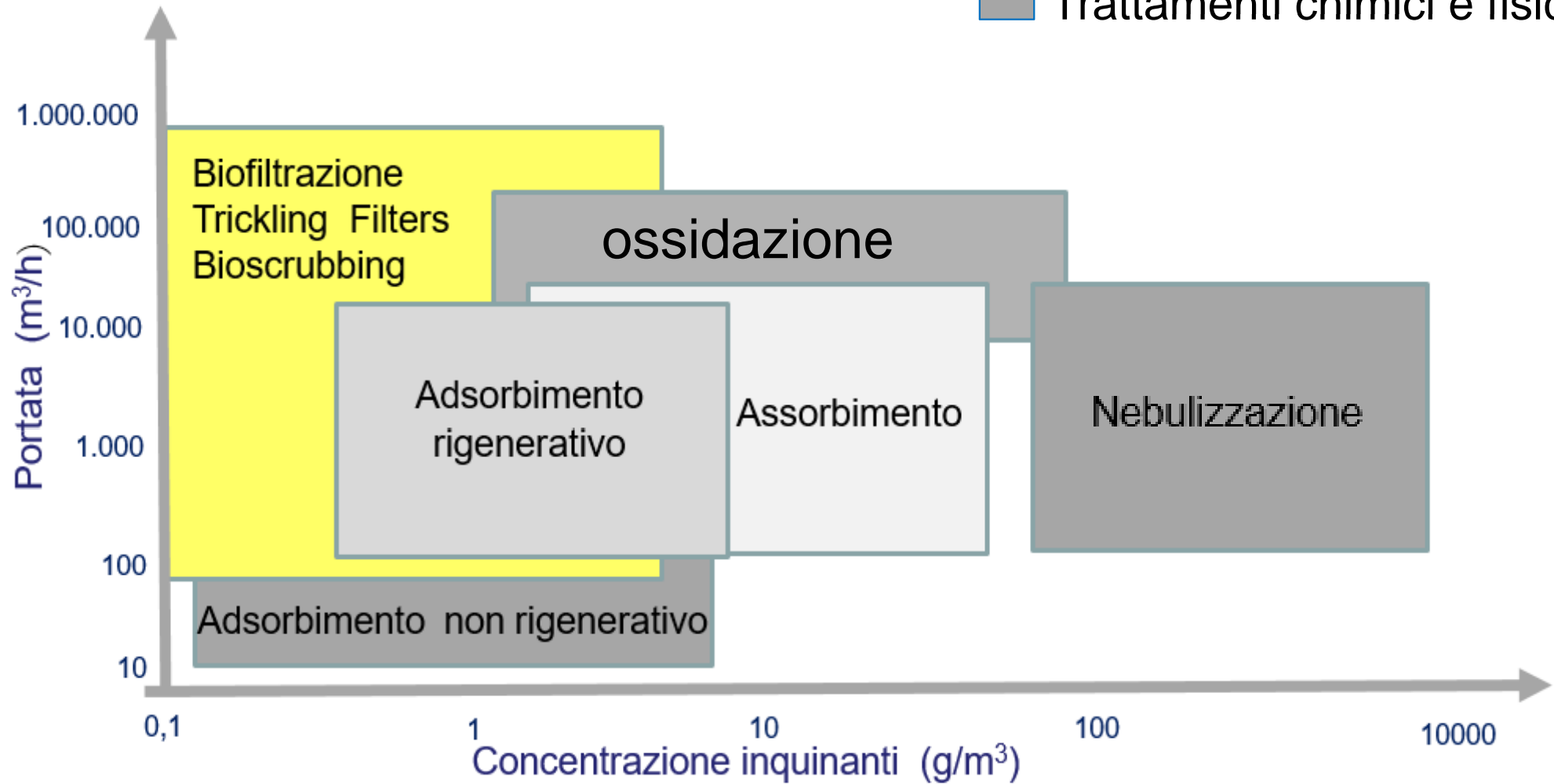
| | Costo di investimento (\$) | Costo di gestione annuale (\$) | Costo complessivo annualizzato (\$) |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| • Biofiltri | 97.300 | 7.870 | 25.750 |
| • Scrubbers | 84.180 | 25.530 | 45.850 |
| • Carboni attivi | 139.940 | 59.480 | 97.690 |
| • Inceneritore catalitico | 76.860 | 31.280 | 51.900 |
| • Combustore | 79.370 | 45.100 | 69.720 |

(EPA, 1985: studio per un flusso d'aria in ingresso di 17.000 m³/h, concentrazione di H₂S in ingresso di 20 ppm ed in uscita < 1 ppm)

- Note:**
1. I costi sono in US \$ 1988.
 2. I costi di manutenzione sono stati incrementati del 6% annuo.
 3. La vita degli impianti è stata fissata in 10 anni.
 4. Il tasso di interesse assunto è stato del 10% annuo.

Criteri di applicazione

- Trattamenti biologici
- Trattamenti chimici e fisici



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE e spunti di riflessione

E' sempre opportuno:

- Attuare **misure gestionali**, prima di dover *implementare soluzioni di tipo tecnologiche*
- Ridurre il numero delle potenziali sorgenti** attraverso sistemi di convogliamento
- Ridurre l'area di emissione**, con azioni di copertura
- Elaborare e **studiare il campo meteorologico** di localizzazione dell'impianto **per attuare azioni progettuali preventive** di localizzazione dei diversi trattamenti
- Identificare la **tecnologia da adottare** in relazione al **caso specifico**.
- Attuare un costante **Piano e Programma di monitoraggio**

Considerazioni conclusive e **SPUNTI DI RIFLESSIONE**

Aspetti critici

- ❑ **Assenza di metodi ufficiali** e globalmente riconosciuti **per la verifica e validazione della misura di determinazione dell'efficienza di abbattimento**
- ❑ **La scelta della tecnologia deve essere fatta in seguito ad una valutazione di impatto**, diventando la stessa una sorgente emissiva
- ❑ Riducendo le molecole odorigene in CO₂ e H₂O₂, occorre preoccuparsi anche della gestione delle **emissioni dei gas climalteranti**



Tecnologie innovative e sostenibili: *attività di ricerca*



Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno



Sanitary Environmental
Engineering Division



Sustainability Protection ON Global Environment

Grazie

Tiziano ZARRA

Dipartimento di Ingegneria Civile - Università degli Studi di Salerno

SEED (Sanitary Environmental Engineering Division)

SPonGE Srl (Sustainability Protection ON Global Environment)

email: tzarra@unisa.it - twitter: [@tiziano_zarra](https://twitter.com/tiziano_zarra)

