

Rimozione MIE mediante Ozono + MBBR: un caso di studio

Ing. Giovanni Bellotti

Responsabile di Processo
Veolia Water Technologies Italia SpA

WATER TECHNOLOGIES

Mercoledì
07.10

Ore
09:15 - 17:00

Convegno

MICRO INQUINANTI 2026

*Testimonianze, soluzioni e
prospettive per il
Servizio Idrico Integrato*

Una giornata di confronto tra ricerca, istituzioni e operatori del settore

Politecnico di Milano | Campus Leonardo
Via Andrea Maria Ampère, 10, 20131 - Milano (MI)

- 1. Intro
- 1. Principio di funzionamento
- 1. Focus su ozono ed MBBR
- 1. Caso di studio
- 1. Spunti di riflessione



Il Gruppo VEOLIA



113 milioni
di persone
rifornite di
ACQUA potabile



63 milioni
di tonnellate di
RIFIUTI trattati

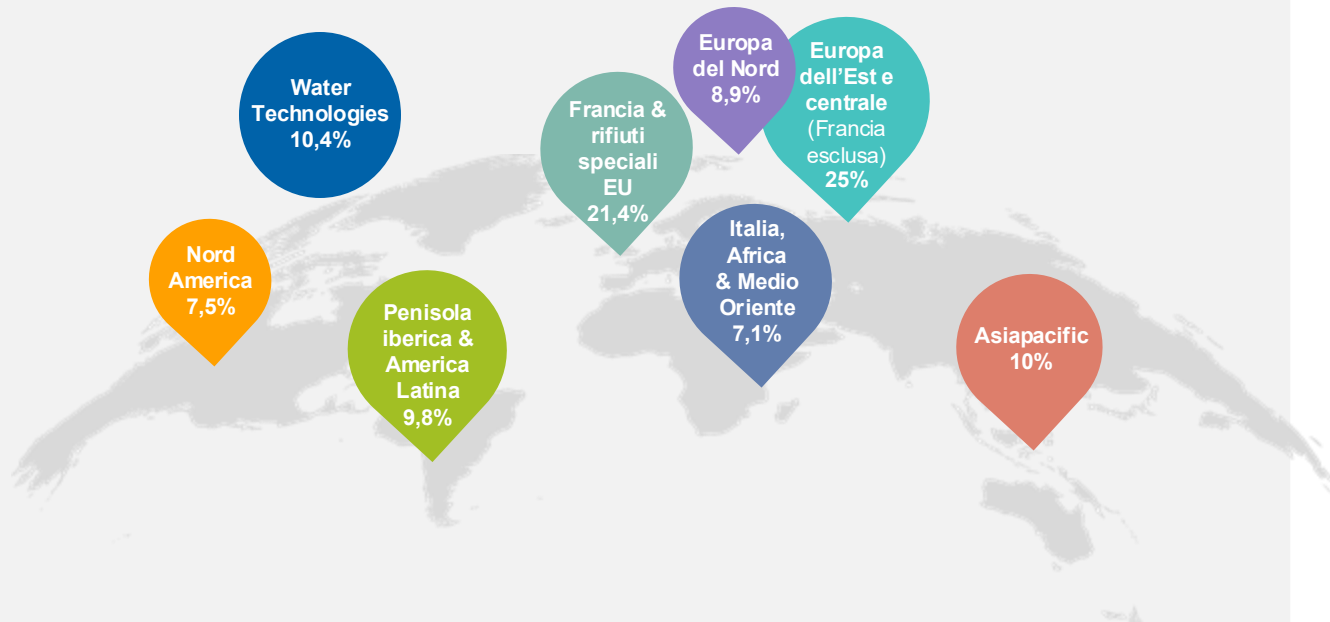


Quasi **42 milioni**
di megawattora di
ENERGIA
prodotti

€45.351
milioni di
fatturato

218.000
dipendenti

Totale



*Tutti i dati fanno riferimento al 2023

Veolia Water Technologies IN ITALIA



3

Uffici in
Italia



>100 M€

di fatturato
(2023)



>200

Dipendenti



>500

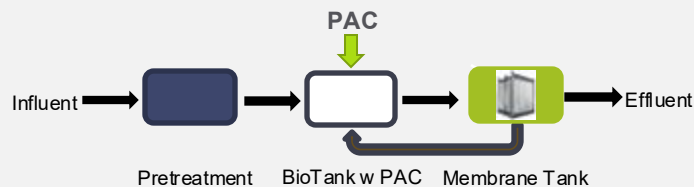
Clienti nel 2023

Veolia Water è organizzata attraverso diverse divisioni: **Projects, Products, Service, Chemical & Monitoring Solutions e I&T** (channel partners) per fornire soluzioni standard o su misura a seconda delle esigenze dei propri clienti

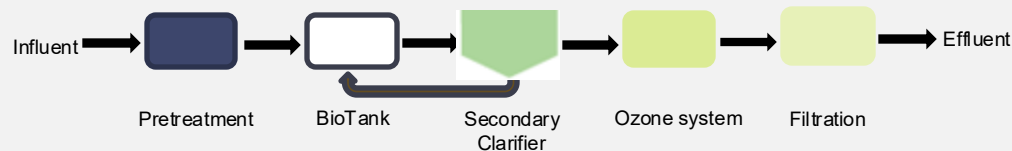


Soluzioni Veolia per il trattamento dei Microinquinanti

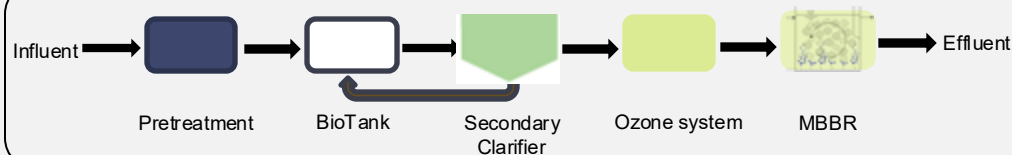
Schemi di Processo



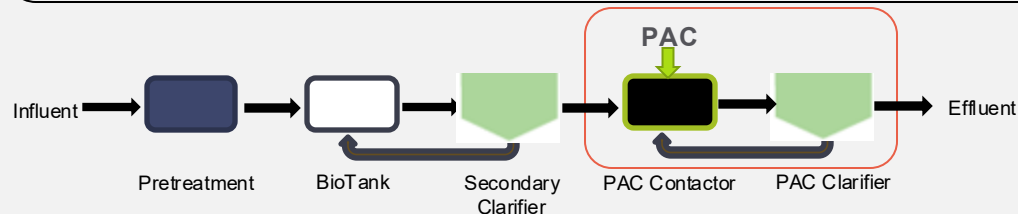
**MBR in combinazione
con PAC**



**Ossidazione con
Ozono + filtrazione**



**Ossidazione con
Ozono + MBBR**

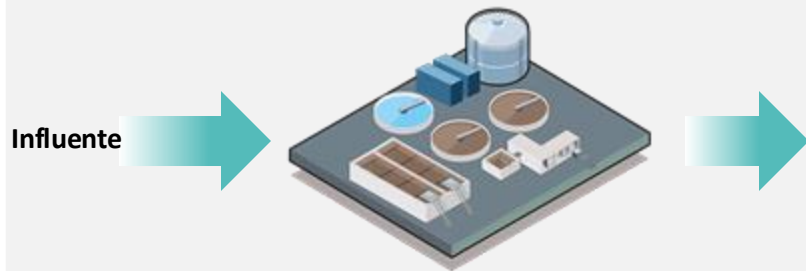


**Chiariflocculazione
accelerata + PAC**

Ozono + MBBR= eXenO₃TM

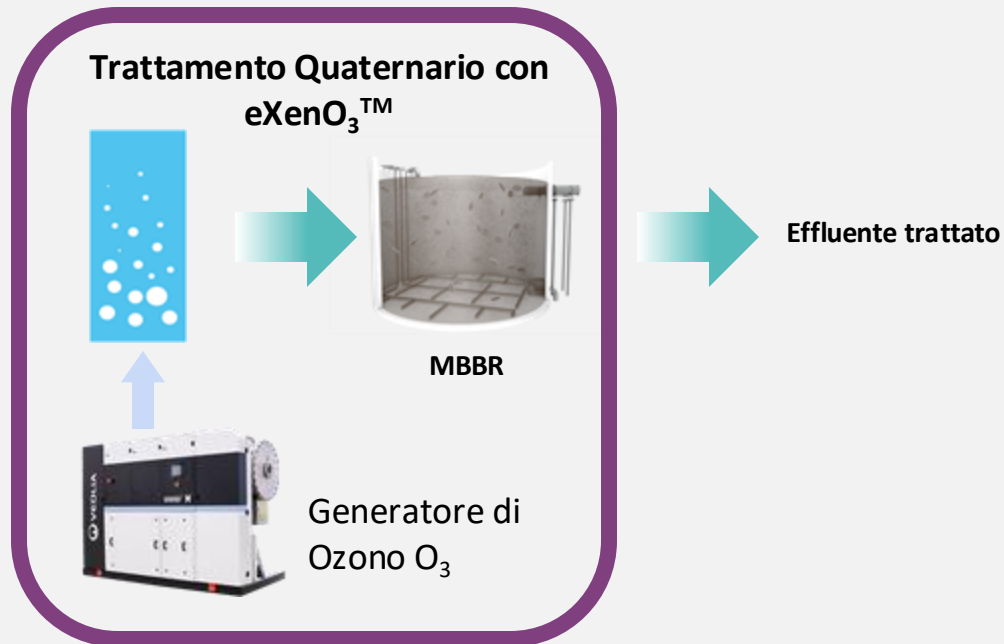
Il principio

Impianto di Depurazione Acque
Reflue Urbane convenzionale



PRINCIPIO

Accoppiamento sinergico di due tecnologie di rimozione MIE per beneficiare della sinergia: ozono (ossidazione efficace dei composti organici) e trattamento biologico (rimozione composti organici e tossicità “a basso costo operativo”)



Focus su Ozono

Basics



➤ For the physicist...Ozone is a gas!

It is challenging to produce it efficiently

- Colorless, heavier than air
- 2 main technologies to produce ozone: electrolysis & DBD (Dielectric Barrier Discharge) - cold plasma
- Metastable → Ozone decay

➤ For the Chemist...Ozone is a strong oxidant!

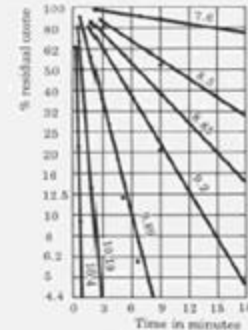
Involved in processes for its oxidative properties & disinfection properties

- Higher solubility in water than oxygen (30 to 40 mg/L at 20°C)
- Dissolved ozone decay depends on pH & temperature
- Ozone reaction is a matter of Kinetics → Competition

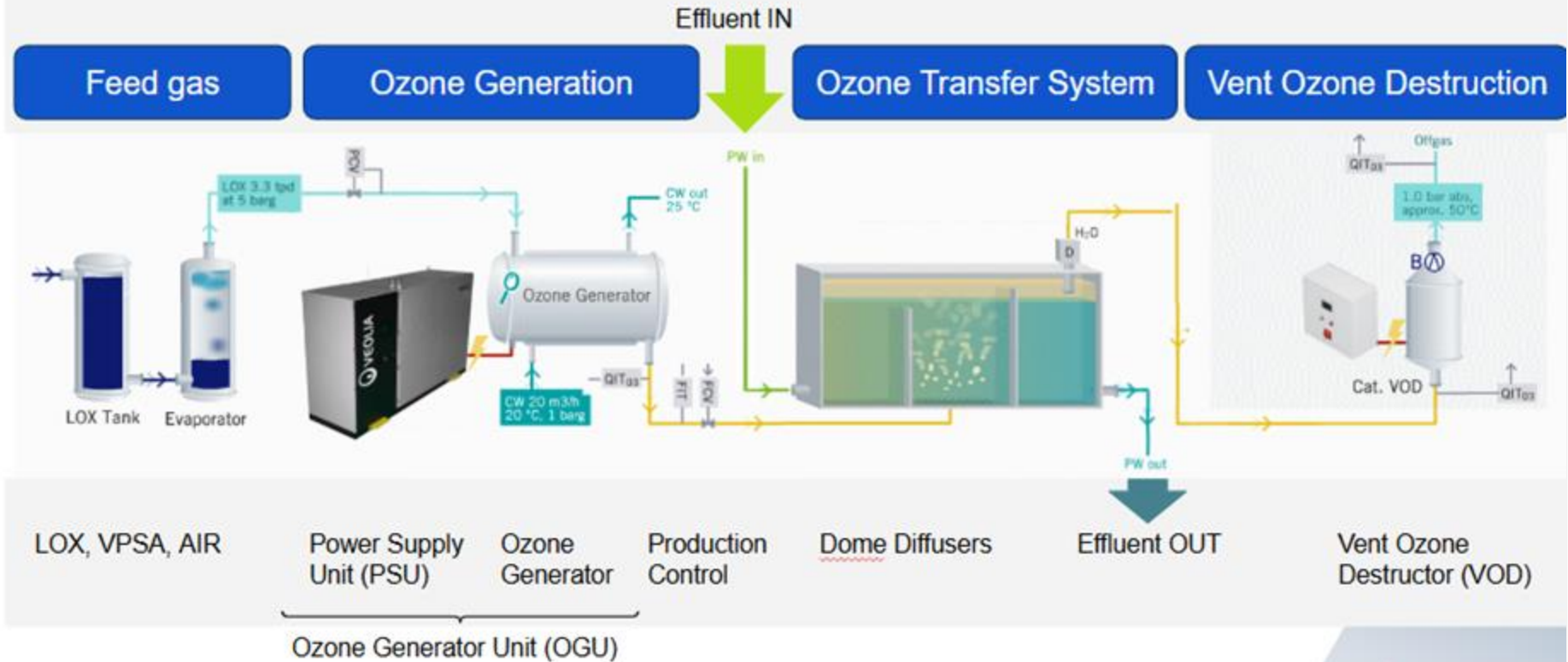
➤ For Engineers in charge of implementation

Ozone scope is more than the ozone generator

- Gas preparation, Vent Ozone Destructor, Ozone dosage control
- For most of the ozone Applications, ozone gas must be dissolved into the water to be treated → Diffusion system
- **Safety**



Focus su Ozono - schema impiantistico

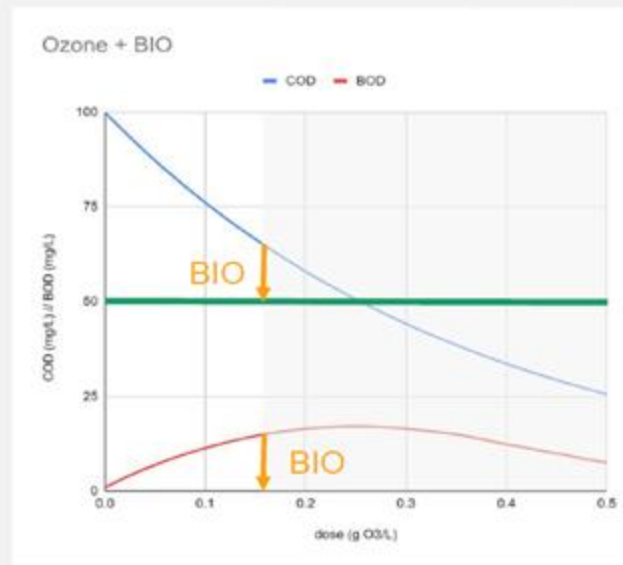
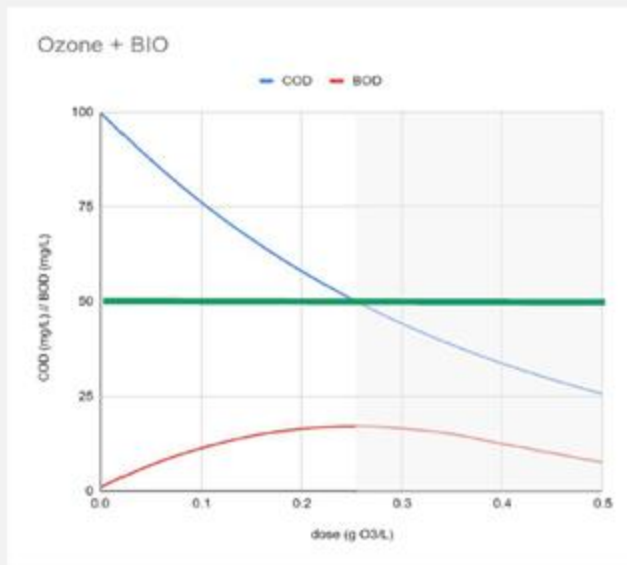


Focus su Ozono - Prodotti di trasformazione

- I prodotti di trasformazione dell'ozonazione sono parzialmente biodegradabili
- I prodotti di trasformazione dell'ozonazione possono presentare una tossicità intermedia quasi sistematicamente rimossa da uno stadio biologico a valle
- Con questa accoppiata la tossicità globale diminuisce

EXERCISE - O_3 vs O_3 + BIO

initial COD	mg/L	100
target COD	mg/L	50
flow rate	m ³ /h	100



Focus su Ozono

EXERCISE - O₃ vs O₃ + BIO – electricity OPEX

initial COD	mg/L	100
target COD	mg/L	50
flow rate	m ³ /h	100

STEP	PARAMETER	UNIT	O ₃	O ₃ + BIO
4 O ₃ production	COD removed by O ₃	mg/L	50	35
	COD removed by BIO	mg/L	0	15
	specific O ₃ dose	mg O ₃ / mg COD ^{removed}	5	3
	transfer efficiency	mg O ₃ ^{transferred} / mg O ₃ ^{injected}	95%	95%
	O ₃ production	kg O ₃ / h	26.3	11.1
5 OPEX	energy consumption O ₃	kWh/kg O ₃	15	15
	energy consumption BIO	kWh/kg BOD (part of COD)	0	5
	total energy consumption	kWh/m ³	3.9	1.7
	energy cost	€/kWh	0.25	0.25
	electricity cost / treated water	€/m ³	0.99	0.43
	annual electricity cost	k€/a	864	380

Focus su MBBR

Biofilm vs Fanghi Attivi Convenzionali (CAS): *Qual'è il vantaggio nella rimozione dei microinquinanti?*

AnoxKaldnes™ MBBR

MBBR Puro

= Moving Bed Biofilm Reactor



AnoxKaldnes™ HYBAS™

IFAS

= Integrated Fixed Film
Activated sludge
=
Activated sludge+ MBBR



- $HRT \neq SRT$ -> Tempo di ritenzione della biomassa sui carriers molto lungo e per questo biomassa specializzata alle condizioni specifiche di processo
- Efficienza di rimozione migliore dovuta all'adattamento alle condizioni di inibizione e tossicità

Focus su MBBR

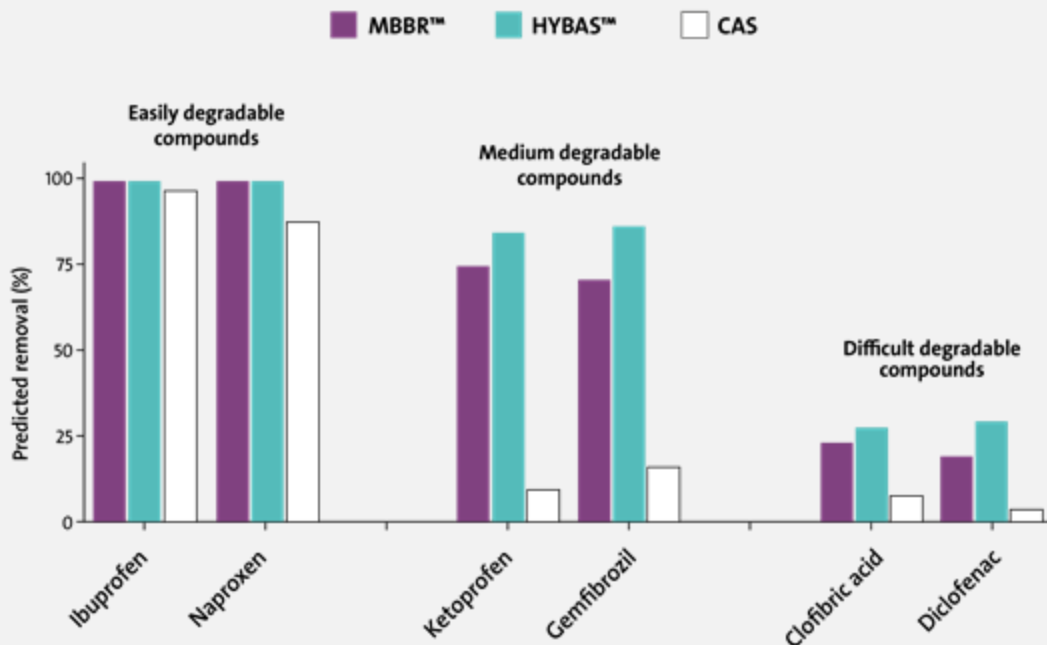
I biofilm MBBR in generale migliorano la biodegradazione dei composti mediamente e difficilmente biodegradabili

Altri monitoraggi fatti sia su impianti biologici secondari:

- Italy WWTP: MBBR vs AS
- Sweden WWTP: HYBAS™ vs AS
- 6 US WWTP's: HYBAS™ vs AS

Che su impianti biologici terziari (di nitrificazione)

- MBBR in the UK
- MBBR in Italy



Ref: *Environmentally friendly treatment of highly potent pharmaceuticals in hospital wastewater – Mermis®* The Danish Environmental Protection Agency Environmental project No. 1988 March 2018 (CO)

Ozono + MBBR = eXenO₃TM

Caso studio: Warburg (D) - Descrizione Impianto

WWTP

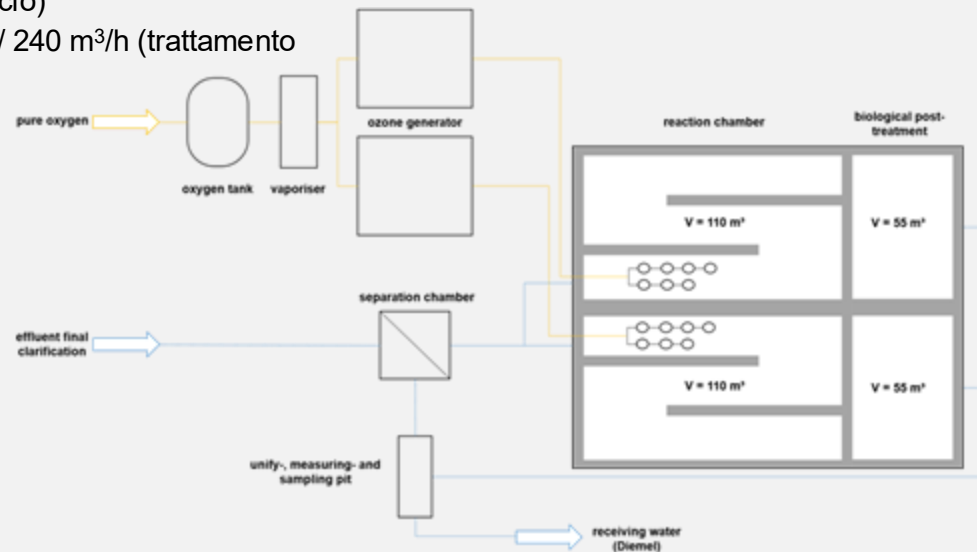
- Regione Nord Reno - Westfalia
- 70 000 PE
- Impianto di trattamento acque reflue miste urbane ed industriali (elevati fluttuazioni stagionali associate ai carichi provenienti da un zuccherificio)
- Portata Media Impianto: 800 m³/h (trattamenti secondari) / 240 m³/h (trattamento terziario Ozono + MBBR)
- Portata di picco trattamento Ozono + MBBR: 400 m³/h
- Data avvio impianto Ozono + MBBR: 2017

Ozono

- Dosaggi testati: 0,3 - 0,5 - 0,7 gO₃ / g DOC

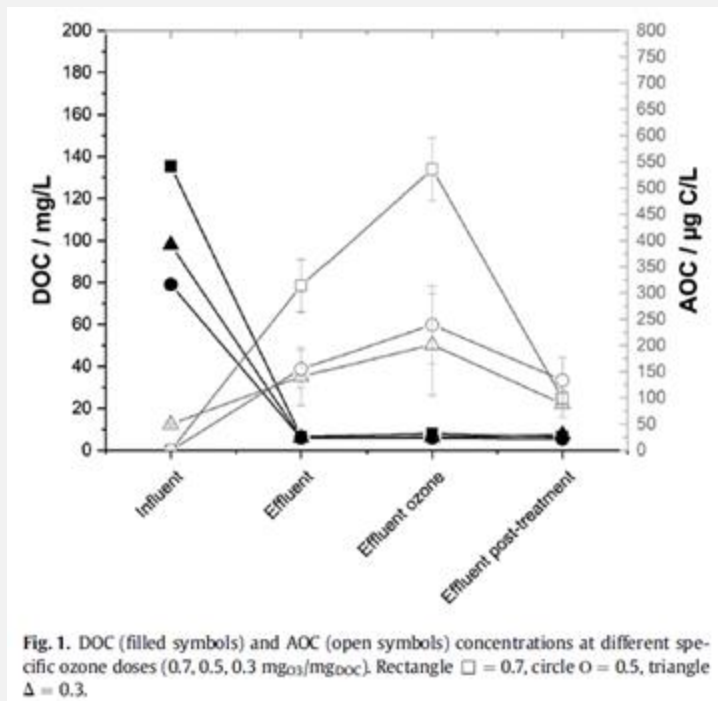
MBBR

- Tipologia: AnoxKaldnes pure MBBR con miscelatore



Ozono + MBBR

Caso studio: Warburg (D) - Risultati



Note:

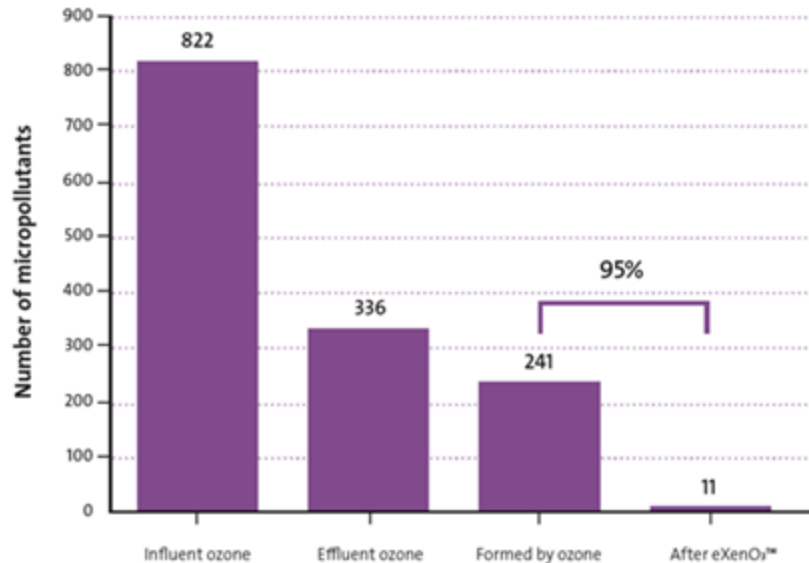
AOC misurato con il Metodo del Saggio Biologico di van der Kooij

DOC misurato mediante analizzatore TOC sul filtrato (acidificazione seguita da ossidazione catalitica a 680°C)

- Parametri non-target: DOC e AOC
- Monitorare l'andamento del parametro AOC (Assimilable Organic Carbon) nei vari step di trattamento può dare una valida indicazione sulla dose target di ozono da tenere
- Maggiore è la dose specifica ozono (in mgO₃/mgCOD (Dissolved Organic Carbon)), maggiore è la massa di AOC rimossa dallo step biologico

Ozono + MBBR = eXenO₃TM

Caso studio: Warburg (D) - Risultati



Ref: Itzel et al. (2020). Evaluation of a biological post-treatment after full-scale ozonation at a municipal wastewater treatment plant. Water Research 170 (2020) 115316

Degradazione, non trasporto!

- Riduzione del 60% del numero di composti microinquinanti nello step di ozonizzazione
- Simultaneamente nello stesso step di ozonizzazione si sono formati 241 nuovi composti (prodotti di trasformazione principalmente dei composti carbamazepina, diclofenac, metoprolol, terbutryn)
- Nel successivo step di degradazione biologica con MBBR sono stati eliminati il 95% dei prodotti di trasformazione

Spunti di riflessione

Da portare a casa

Ozono + MBBR

Combinazione di tecnologie per l'efficace rimozione di microinquinanti e COD non biodegradabile

Degradazione, non trasporto

La soluzione degrada e rimuove i microinquinanti invece di catturarli come soluzioni con carboni attivi

Performance

>80% rimozione sui 12 MIE target della Direttiva Europea 2024/3019 sul trattamento acque reflue urbane

Costi operativi contenuti

Bonus!
Rimozione terziaria dell'ammoniaca

Grazie per l'attenzione!

info.italia@veolia.com

