

CHIMICA AMBIENTALE

*CdL triennali in
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura
Chimica*

*Docente
Pierluigi Barbieri*

SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12

“Environmental indicators: Typology and overview”

Technical report No 25, prepared by:

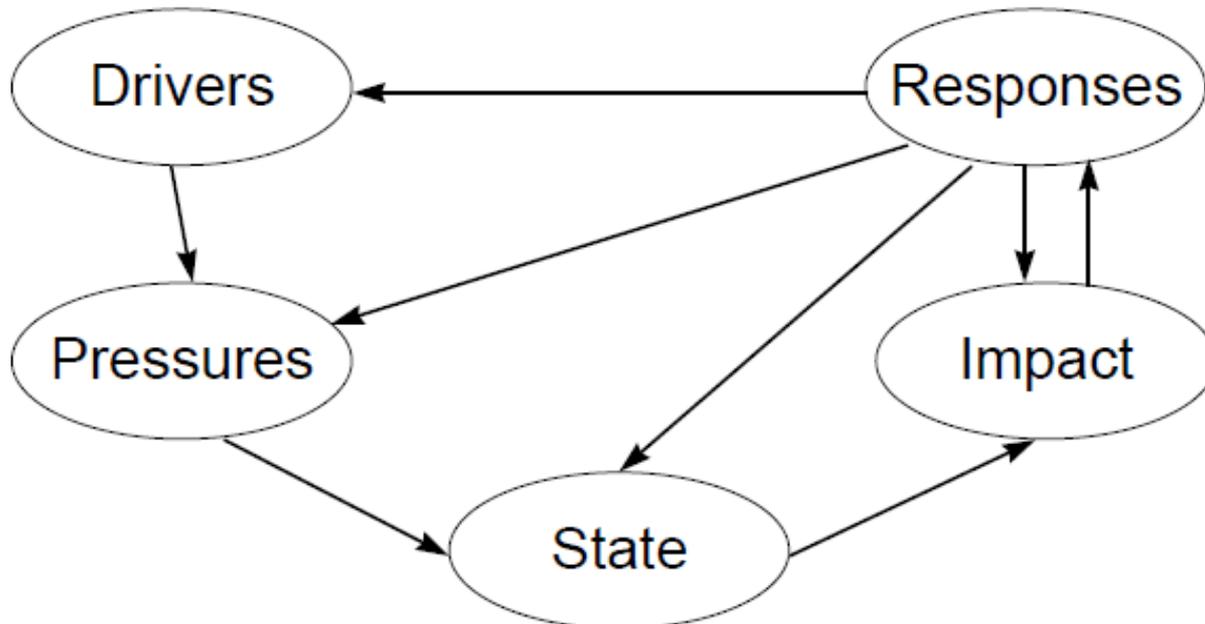
Edith Smeets and Rob Weterings (TNO Centre for Strategy, Technology and Policy, The Netherlands).

European Environmental Agency, 1999

The DPSIR framework

At present, most indicator reports compile sets of physical, biological or chemical indicators. They generally reflect a systems analysis view of the relations between the environmental system and the human system (see Figure 1).

Figure 1: The DPSIR Framework for Reporting on Environmental Issues



According to this **systems analysis view**, social and economic developments exert **Pressure** on the environment and, as a consequence, the **State** of the environment changes, such as the provision of adequate conditions for health, resources availability and biodiversity. Finally, this leads to **Impacts** on human health, ecosystems and materials that may elicit a societal **Response** that feeds back on the **Driving forces**, or on the state or impacts directly, through adaptation or curative action.

<https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>

<https://wwz.ifremer.fr/dce/content/download/69291/913220/.../DPSIR.pdf>

Sustainable Development Goals



The 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted by all United Nations Member States in 2015, provides a shared blueprint for peace and prosperity for people and the planet, now and into the future. At its heart are the 17 Sustainable Development Goals (SDGs), which are an urgent call for action by all countries - developed and developing - in a global partnership. They recognize that ending poverty and other deprivations must go hand-in-hand with strategies that improve health and education, reduce inequality, and spur economic growth - all while tackling climate change and working to preserve our oceans and forests.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6

Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all



[PROGRESS & INFO \(2018\)](#) |
 [PROGRESS & INFO \(2017\)](#) |
 [PROGRESS & INFO \(2016\)](#) |
 [TARGETS & INDICATORS](#) |
 sustainabledevelopment.un.org/

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20479/Freshwater_strategy_2017-2021.pdf



UNEP
«Protecting,
managing and
restoring
freshwater in
support of
human well-
being and
sustainable
development.»



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6

Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all



PROGRESS & INFO (2018)

PROGRESS & INFO (2017)

PROGRESS & INFO (2016)

TARGETS & INDICATORS

Inquinamento, potabilizzazione e depurazione delle acque

Inquinamento delle acque da parte di contaminanti chimici o biologici è problema che ha dimensione mondiale

www.who.int/water_sanitation_health/facts_figures/en/

up for WHO updates

Water Sanitation Health

Water sanitation and health

- Drinking-water quality
- Bathing waters
- Water resources
- Water supply and sanitation monitoring
- Water supply, sanitation and hygiene
- Water-related diseases
- Wastewater use
- Healthcare waste
- Emerging issues
- Water, health and economics

Facts and figures on water quality and health

The global health challenge: preventing water quality-related disease

- No safe drinking-water: almost 1 billion people lack access to an improved supply
- Diarrhoeal disease: 2 million annual deaths attributable to unsafe water, sanitation and hygiene
- Cholera: more than 50 countries still report cholera to WHO
- Cancer and tooth/skeletal damage: millions exposed to unsafe levels of naturally-occurring arsenic and fluoride
- Schistosomiasis: an estimated 260 million infected
- Emerging challenges: increasing use of wastewater in agriculture is important for livelihood opportunities, but also associated with serious public health risks

The Health Opportunities: Implementing good practice

- 4% of the global disease burden could be prevented by improving water supply, sanitation, and hygiene
- A growing evidence base on how to target water quality improvements to maximize health benefits
- Better tools and procedures to improve and protect drinking-water quality at the community and urban level, for example through Water Safety Plans
- Availability of simple and inexpensive approaches to treat and safely store water at the household-level

parassitosi

Trattamenti di purificazione dell'acqua

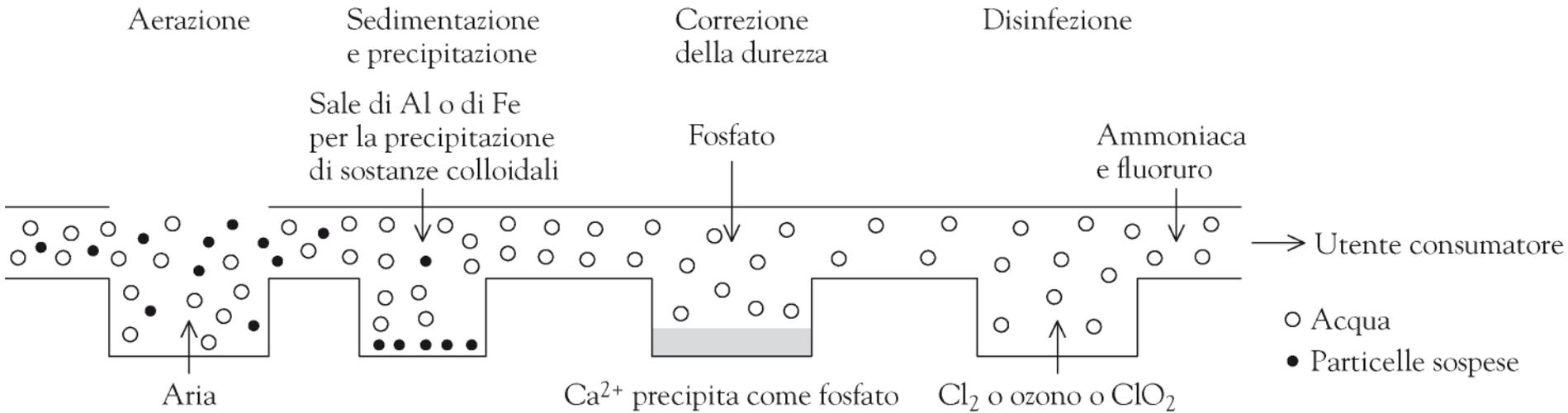
Acque potabili relativamente incontaminate

- Acque di falda
- Acque reflue

Disinfezione dell'acqua

Acqua grezza destinata a uso potabile superficiale o del sottosuolo può essere da quasi incontaminata a fortemente inquinata -> processi di potabilizzazione diversificati

Per correzione di caratteri fisici organolettici, chimici e microbiologici



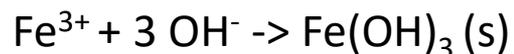
Aerazione dell'acqua

Gli acquedotti comunali sottopongono ad aerazione l'acqua destinata ad uso potabile proveniente da falde acquifere per allontanare i gas disciolti

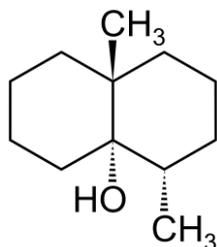
H₂S, organosolforati e Composti Organici Volatili che hanno odori sgradevoli

Si possono rimuovere composti organici con filtri di carbone attivo (costi alti)

Aerazione Fe²⁺ -> Fe³⁺



Si formano idrossidi insolubili
(o specie affini)



Odor / Smell Problems Drinking Water

Rotten-Egg
Odor Smell
Musty
Odors
Smell
Earthy,
musty,
grassy,
fishy,
vegetable
and
cucumber

Hydrogen sulfide, sulfate-reducing bacteria,
Softwater reactions in electric water heaters, algal
by-products, bacteria, algal by-products,
surfactants

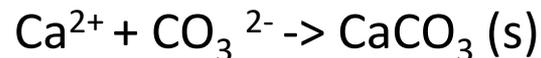
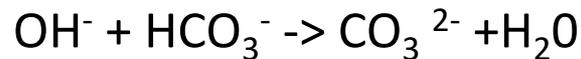
Rimozione del calcio e del magnesio

Acqua da pozzi in zone calcaree contiene alte concentrazioni di Ca^{2+} e Mg^{2+}
Rimovibili con reazioni di precipitazione (interferiscono con detersivi e saponi)

Fosfato può venir aggiunto per far precipitare calcio fosfato

O

Si aggiunge carbonato di sodio o se è naturalmente presente HCO_3^- si aggiunge OH^-



Mg^{2+} precipita come $\text{Mg}(\text{OH})_2$ in soluzione alcalina

Rimosso precipitato per filtrazione, si riporta pH vicino a neutralità gorgogliando CO_2

Carbone attivo

Disinfezione per ridurre il rischio di malattie infettive

Disinfezione = eliminazione degli organismi patogeni (in grado di causare malattie)

Batteri (microorganismi procarioti) es. Salmonella (causa febbre tifoide), Escherichia Coli O157:H7 (Sindrome emolitico-uremica)

Virus (agenti infettanti subcellulari) es. poliomielite, epatite A, virus Norwalk ([gastroenterite](#) virale)

Protozoi (microorganismi eucarioti unicellulari) Cryptosporidium e Giardia Lamblia

WHO ca 4500 bambini muoiono giornalmente per acqua inquinata

Filtrazione dell'acqua

Acqua grezza di fiumi, laghi o torrenti contiene moltitudine di minuscole particelle (che possono contenere microorganismi)

Le più voluminose p. vengono rimosse dall'acqua filtrando il mezzo

Letto di sabbia che trattiene solidi fino a 10 micrometri di dimensioni

Rimozione delle particelle colloidali mediante precipitazione

Molti acquedotti comunali si avvalgono di processo di sedimentazione dell'acqua grezza che consente a particelle in sospensione di depositarsi e essere filtrate con facilità

Molta materia insolubile non precipita spontaneamente ma rimane in sospensione in forma di particelle colloidali (diametro 0,001 : 1 micrometro, formate da gruppi di molecole o ioni uniti da legami deboli).

Rimozione di p. colloidali per motivi sanitari ed estetici

Aggiunta di $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ che a pH neutro o alcalino formano ossidi gelatinosi che incorporano i colloidali

Anche aggiunta di polielettroliti



Kemira investe 30 milioni di euro, raddoppia i dipendenti e inaugura

PER APPROFONDIRE: chimica, economia, fabbriche, kemira, san giorgio di nogaro



di Paola Treppo

SAN GIORGIO DI NOGARO (Udine) - L'azienda Kemira Italy Spa inaugura il suo nuovo stabilimento nella zona industriale di San Giorgio di Nogaro alla presenza dell'ambasciatore finlandese in Italia, Janne Taalas. Dopo un investimento di 30 milioni di euro, oggi nella fabbrica lavorano 122 dipendenti

CONDIVIDI LA NOTIZIA

108 Tweet 3 G+

Consiglia

SEGUI IL GAZZETTINO



SEGUICI SU FACEBOOK

Il Gazzettino 385.365 "Mi piace"

Mi piace questa Pagina

Piace a 62 amici



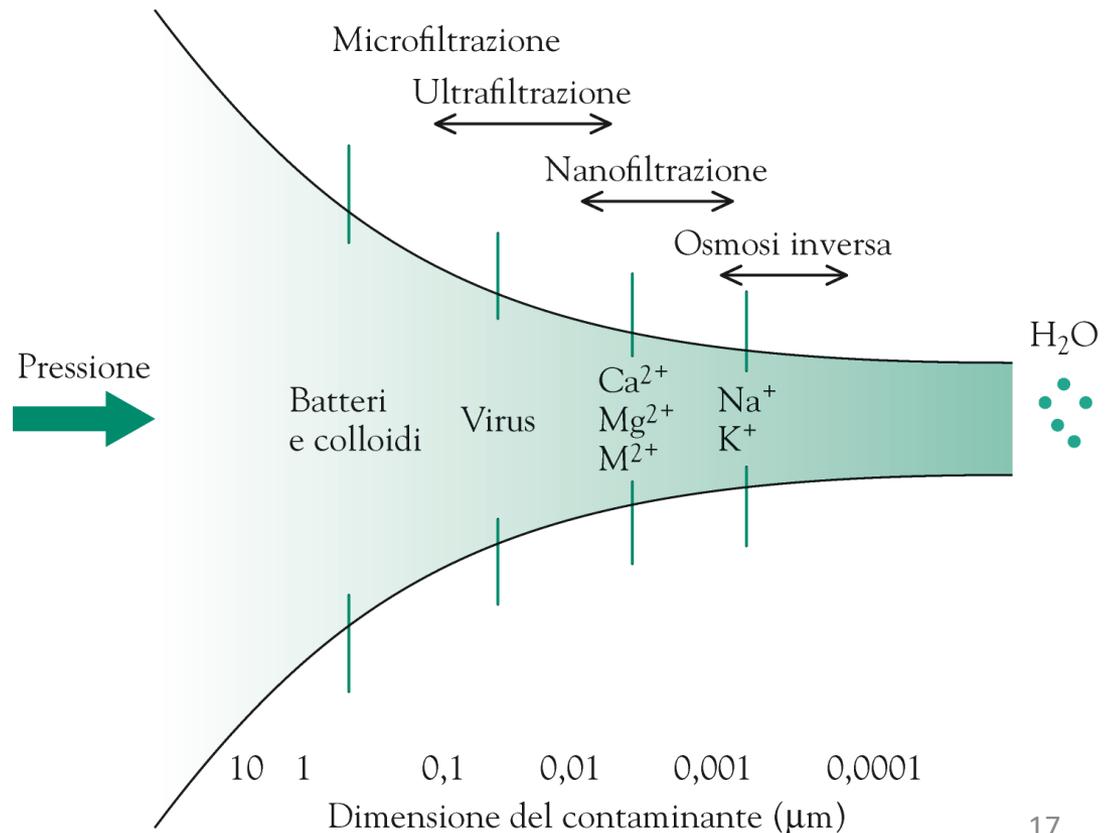
OGGI SUL GAZZETTINO

Autovie vara il maxi-prestito da 600 milioni

Val Rosandra, condannati Luca Ciriani e

Disinfezione delle acque mediante tecnologia delle membrane

È possibile liberare l'acqua da gran parte di ioni molecole piccole particelle contaminanti (virus e batteri) facendola passare o forzandola sotto pressione attraverso una membrana i cui fori/pori sono di dimensioni uniformi e microscopiche



Osmosi inversa

O iperfiltrazione

Acqua forzata attraverso pressione elevata attraverso membrana semipermeabile (acetato o poliacetato di cellulosa (poco costose) o poliammide)

Solo acqua o altre piccole molecole con stesse dimensioni può attraversare i pori, il liquido da parte opposto della membrana è acqua pura

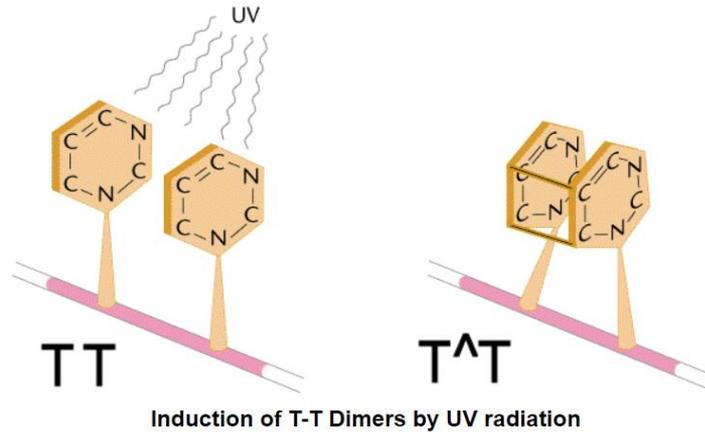
Disinfezione mediante radiazione ultravioletta

Per disinfettare l'acqua può essere impiegata anche la luce UV

Lampade a vapori di mercurio emettono UV-C (254 nm)

Azione germicida della luce si esplica con disgregazione del DNA microbico e quindi con l'interruzione del processo di replicazione e con conseguente inattivazione delle cellule microbiche

Fe e sostanze umiche disciolte possono assorbire luce UV riducendo la quantità di luce disponibile per la disinfezione



Thymidine Dimers are produced when adjacent thymidine residues are covalently linked by exposure to Ultraviolet radiation. Covalent linkage may result in the dimer being replicated as a single base, which results in a **frameshift mutation**..

All text material © 2011 by [Steven M. Carr](#)

Dangerous Dimers

Ultraviolet light is absorbed by a double bond in thymine and cytosine bases in DNA. This added energy opens up the bond and allows it to react with a neighboring base. If the neighbor is another thymine or cytosine base, it can form a covalent bond between the two bases. The most common reaction is shown here: two thymine bases have formed a tight thymine dimer, with two bonds gluing the bases together. The upper image is from PDB entry [1n4e](#) [↗](#) and the close-up picture at the bottom is from PDB entry [1ttt](#) [↗](#). This is not a rare event: every second you are in the sun, 50 to 100 of these dimers are formed in each skin cell!

<http://pdb101.rcsb.org/motm/91>

Disinfezione mediante metodi chimici: ozono e biossido di cloro

Per liberare mediante sistemi chimici l'acqua destinata all'uso potabile da batteri e da virus patogeni (es da materiale fecale) è necessario un agente ossidante più potente dell'O₂. In alcune località si usa O₃, instabile, da produrre in loco (aria secca, scarica elettrica -> O₃ (g) gorgogliato)

Acqua così trattata non ha protezione a durata nel tempo per contaminazioni che si verificano in rete idrica.

O₃ con composti organici in soluzione può formare formaldeide e altri composti carbonilici

O₃ e bromuro reagiscono producendo bromato, cancerogeno su animali



Tutti i metodi chimici di disinfezione generano sottoprodotti della disinfezione (DBP)

DBP <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc216.htm>

Localmente

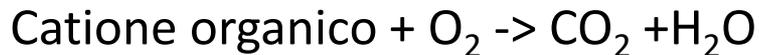
http://www.acegasapsamga.it/binary/hera_acegas/qualita_acqua_triESTE/2018_02_Febbraio_TS.1523601379.pdf

ClO₂ impiegato USA e EU

È *radicale libero* e sottrae elettroni ossidando molecole organiche



Cationi organici che si formano reagiscono ulteriormente



ClO₂ non può essere conservato in quanto esplosivo a concentrazioni elevate

Viene prodotto in loco ossidando la forma ridotta, lo ione clorito, da sale clorito di sodio



Biossido di cloro in parte convertito a ioni clorato (DBP)

I radicali liberi sono specie chimiche costituite da un atomo o da una molecola che presentano almeno un elettrone spaiato nell'orbitale più esterno. Tale elettrone rende il radicale libero estremamente instabile e reattivo.

NO, NO₂, ClO₂, ClO sono radicali poiché il numero di elettroni totali (di valenza) è dispari.

ClO₂ = 7+6+6 = 19 elettroni-

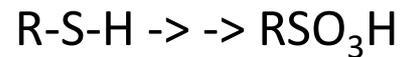
ClO₂(-) = 7+6+6+1 = 20 elettroni

Disinfezione mediante clorazione

Agente disinfettante più comune nella potabilizzazione è acido ipocloroso
HClO

Uccide microorganismi perché riesce ad attraversare membrane cellulari e disattiva enzimi essenziali ossidando catene laterali che contengono zolfo

HClO



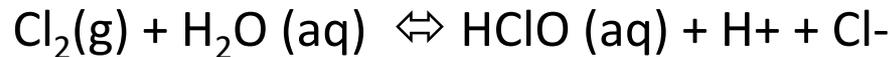
Efficace e relativamente poco costosa

Eccesso di certa quantità di disinfettante dà all'acqua potere germicida residuo, in grado di proteggerla nel percorso fino a consumatore.

Disinfezione mediante clorazione: produzione di acido ipoloroso

HClO è instabile nella forma concentrata, per cui non può essere conservato

Produzione



Soluzione acquosa assai diluita contiene di per sé quantità minima di Cl₂ gassoso

A pH maggiori HClO si ionizza in ClO⁻ ipoclorito che ha minor capacità di penetrare nei batteri per sua carica elettrica.

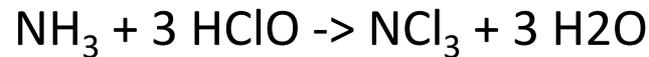
In scala ridotta manipolazione di bombole di Cl₂ è disagiata, per cui è possibile produrre Cl₂ mediante elettrolisi di ione Cl⁻ in piscine ad acqua salata.

Più comunemente generato da sale Ca(ClO)₂ o in soluzione acquosa di NaClO (candeggina, varechina, amuchina)

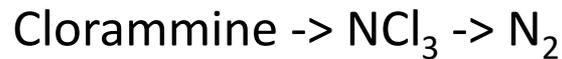


Nelle piscine, serve controllo del pH per evitare spostamento a sinistra della reazione, ma attenzione a corrosione a pH acidi (pH mantenuto superiore a 7)

pH alcalino impedisce conversione di ammoniaca disciolta in mono e dicloroammine e in tricloruro di azoto NCl_3 irritante per gli occhi



Quando concentrazione di clorammine è alta si aumenta Cl_2



È opportuno regolare il punto di equilibrio nella reazione $\text{ClO}^- \rightarrow \text{HClO}$ in modo da mantenere prevalenza della specie molecolare disinfettante HClO

Cloro deve essere reintegrato nelle piscine all'aperto perché UV B e parte di UV A vengono assorbiti e decomposti da HClO e ClO^-

UV



Ipocloroso è generato anche da cloroderivato di acido cianurico



Disinfezione mediante clorazione: sottoprodotti e loro effetti sulla salute

DBP produzione di sostanze organiche clorate tossiche (HClO è agente ossidante e clorurante)

Acidi acetici alogenati $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH}$ ($\text{CHCl}_2-\text{COOH}$ più cancerogeno di CHCl_3)

Aloacetoni nitrili $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CN}$

Aloacetaldeidi CHCl_2-CHO

Se acqua contiene fenolo ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) si formano clorofenoli sgradevoli oltre che tossici.

Trihalometani CHX_3 X=Cl, Br anche in combinazione

Il cloroformio desta maggior preoccupazione

Materia organica + HClO \rightarrow \rightarrow CHCl_3 (reazione complessiva)

Il D.Lgs. n°. 31/2001 e il D.lgs n° 27/2002, disciplinano la qualità delle acque ad uso umano

Tetracloroetilene + Tricloroetilene 10 $\mu\text{g}/\text{l}$

Trihalometani-Totale 30 $\mu\text{g}/\text{l}$

Disinfezione mediante clorazione: vantaggi sugli altri metodi

Più vantaggi che svantaggi

Disinfezione dell'acqua al punto d'uso

Iodio elementare (cristalli o soluzione)

acido ipiodoso

Candeggina o ipoclorito di calcio in pastiglie

Isocianurato di sodio (ha emivita più lunga)

Solar disinfection

Filtri in ceramica

Filtri a biosabbia

Ebollizione

Filtro a biosabbia



TABELLA 11.1 • Valutazioni sulle tecnologie POU nei paesi in via di sviluppo

Tecnologia	Quantità di acqua	Qualità dell'acqua	Facilità d'uso	Costo	Catena di erogazione	Punteggio complessivo
Filtri a biosabbia	3	3	2	2	3	13
Filtri in ceramica	2	3	2	3	2	12
Clorazione	3	1	3	3 (liquido) 2 (pastiglia)	1	11 (liquido) 10 (pastiglia)
Solare + calore (SODIS)	1	1	1	3	3	9
Coagulazione + clorazione	2	3	1	1	1	8

Nota: l'intervallo del punteggio per le singole categorie è compreso fra 3 (il più elevato) e 1 (il più basso).

Fonte: adattata dalla Tabella 3 di M. D. Sobsey et al., "Point of Use Household Drinking Water Filtration", *Environmental Science and Technology* (2008):4261-4267.

Contaminazione chimica e depurazione delle acque reflue e dei liquami

Centri urbani sottopongono a trattamenti i propri liquami grezzi (non trattati) provenienti dalle abitazioni, da fabbricati e dalle industrie (anche alimentari) attraverso sistema di fogne per liquami grezzi (acque nere), prima che il residuo liquido si riversi in un corpo ricettivo idrico naturale vicino (fiume, lago, mare)

Acqua piovana e neve sciolta scorrono su strade e superfici lastricate, con minore contaminazione e vengono raccolte spesso separatamente in fognature per acque piovane (acque chiare) che giungono direttamente al corpo idrico naturale.

A volte con precipitazioni elevate c'è *tracimazione* e sversamento nel corpo recettore di refluo non trattato.

Liquami = acqua + materia organica di origine biologica (dimensioni da p. macroscopiche trattenibili da grigliati a p. microscopiche colloidali)

Trattamento delle acque reflue

TRATTAMENTO PRIMARIO (O MECCANICO) delle acque reflue: particelle più grossolane (sabbia e sedimento/limo) vengono rimosse, facendo defluire, attraverso griglie, l'acqua che viene poi lentamente raccolta in appositi bacini, le vasche di calma.

Sul fondo del bacino si forma un fango, in superficie si forma e galleggia «grasso liquido» (grassi, oli, cere, prodotti di saponi con Ca e Mg), rimovibile.

→ ***Abbattimento del 30% ca del BOD, meccanicamente.***

Acqua chiarificata ha BOD ancora elevato (centinaia di ppm), nocivo per la sopravvivenza della fauna ittica; *BOD principalmente associato a particelle organiche colloidali.*

Nella fase di **TRATTAMENTO SECONDARIO (BIOLOGICO)** gran parte della materia organica sospesa e disciolta in acqua viene ossidata biologicamente dai microorganismi ad anidride carbonica e acqua o convertita in fango, rimovibile dall'acqua.

Acqua reflua

spruzzata in un letto di sabbia o ghiaia o materiale plastico ricoperto di microorganismi (**filtri a gocciolamento**)

oppure

agitata in un reattore di aerazione (**processo dei fanghi attivi**) per favorire le reazioni da parte dei microorganismi. Sistema aerato per agevolare l'ossidazione.

Microorganismi aerobi svolgono in alcune ore quanto in natura avverrebbe in settimane.

Bioreattori a membrana comportano micro-ultrafiltrazione invece di lenta sedimentazione (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4931528/>)

→ **Ossidazione biologica nel trattamento secondario riduce il BOD a livelli < 100 ppm (ca 10% BOD iniziale)**

Decorre anche parziale nitrificazione: composti azotati → nitrati e CO₂.

Trattamento secondario delle acque reflue implica reazioni biochimiche in grado di ossidare gran parte del materiale organico ossidabile, non rimosso nello stadio primario. Diluizione ulteriore.

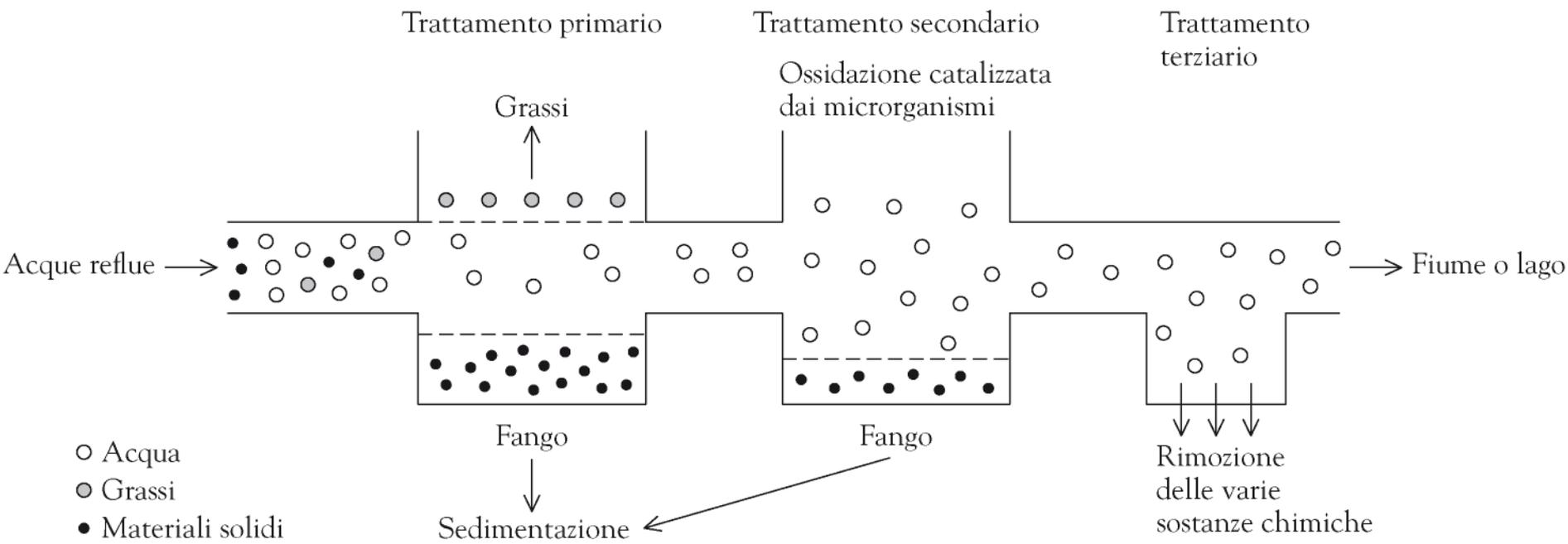
Acqua ottenuta sottoposta spesso a **DISINFEZIONE** attraverso *clorazione, ozonazione o trattamento con raggi UV*, prima di reimmissione in corpo idrico. Clorazione può generare composti mutageni (es. da Cl + organici).

TRATTAMENTO TERZIARIO (AVANZATO O CHIMICO) delle acque reflue: si abbattano sostanze chimiche particolari da acqua depurata, prima della disinfezione finale (a volte acqua ottenuta è di qualità adeguata a uso potabile).

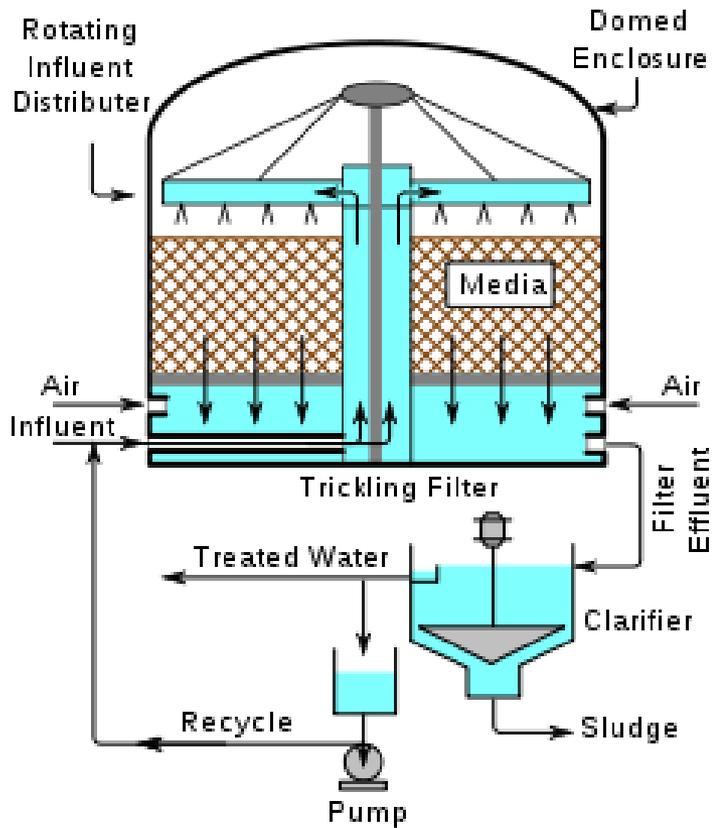
Esempi di trattamento terziario:

- Ulteriore riduzione del BOD per rimozione del materiale colloidale con *Sali di alluminio*
- Rimozione dei composti organici disciolti (Cloroformio) e alcuni metalli pesanti, per assorbimento su *carbone attivo*.
- Rimozione del fosfato
- Rimozione dei metalli pesanti (con *idrossido o solfuro*)
- Rimozione del Ferro (pH elevato → Fe³⁺ insolubile, con forte ossidante per distruggere leganti organici)
- Rimozione composti dell'azoto: se ammoniacale, *alzo pH* a 11 con calce, ammoniaca (g), o *scambio ionico* con resine con ioni sodio o calcio; o con *batteri nitrificanti* (NO₃⁻) e poi *denitrificanti* (N₂), aggiungendo *metanolo*



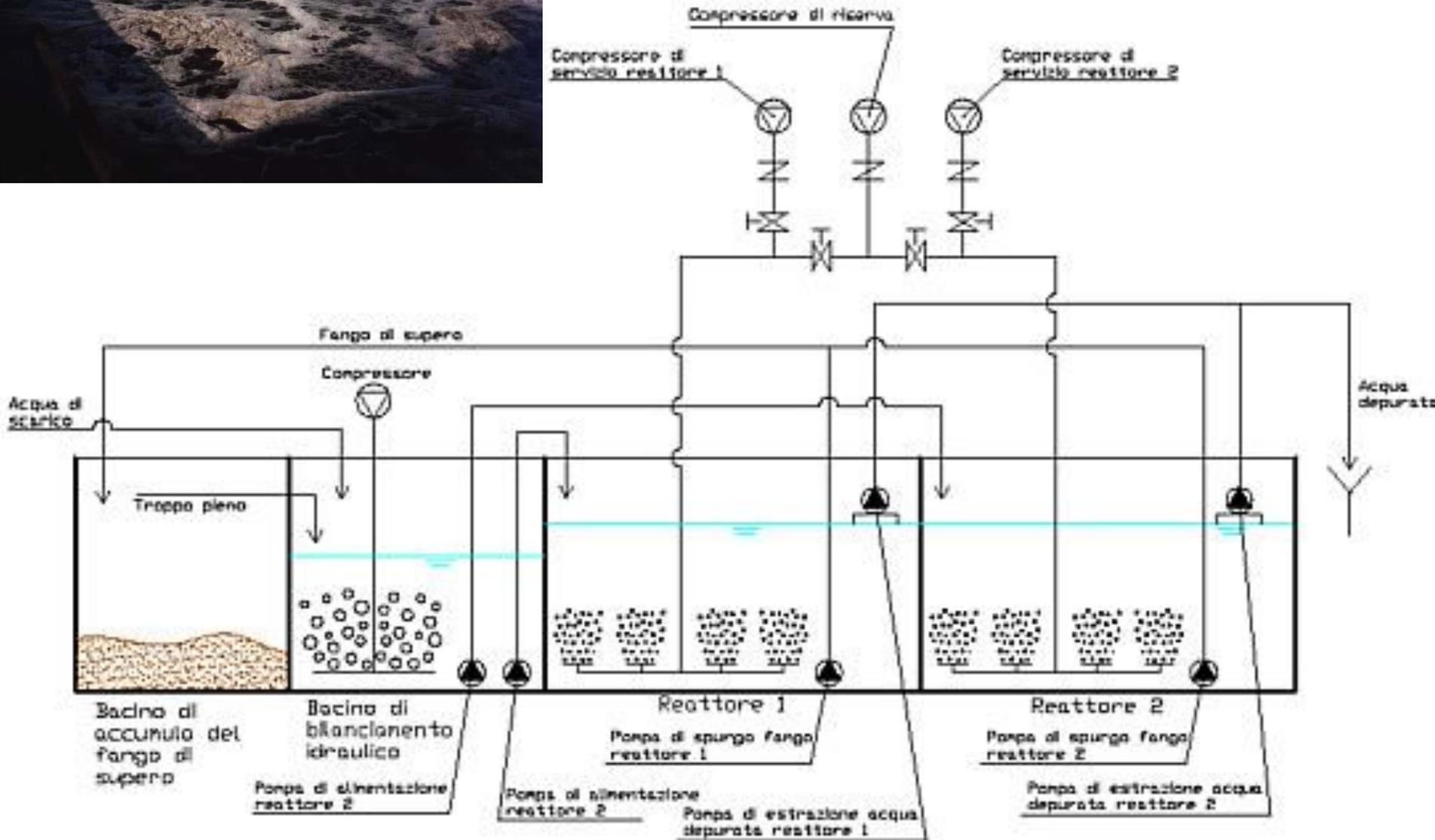


FILTRO A GOCCIOLAMENTO (Trickling Filter)





Impianto con vasche a fanghi attivi



Attività e servizi

Ambito territoriale Bacchiglione

Ambito territoriale orientale triestino

Sostenibilità e salvaguardia

eAqua: smart grid nei sistemi idrici

Servola: il depuratore che parla con il mare

Le sorgenti urbane

Qualità e controllo

Depurazione e fognatura

Impianti

Cenni storici

Il nuovo sistema tariffario in Italia

Ambiente ▼

Gas ▼

Energia elettrica ▼

Altri Servizi e iniziative ▼

Il sistema fognario

Il sistema fognario di Trieste e Muggia

Le linee strategiche per la fognatura e relativo sistema di depurazione nel Comune di Trieste sono state tracciate nel 1936 dall'Ing. Cambon, già ordinario di idraulica all'Università di Bucarest. Il sistema fognario del Comune di Trieste, di tipo misto, raccoglie le acque meteoriche e quelle reflue mediante una rete di canalizzazioni e di tratti di torrenti intubati intercettati nella parte inferiore del corso d'acqua mediante opere idrauliche che conferiscono le acque di magra in due collettori principali:

- collettore di massima della zona bassa lungo la linea di costa;
- collettore di massima della zona alta a una quota intermedia.

Il sistema fognario triestino comprende circa 370 km di condotte e 60 km di canali e torrenti tombati. Le tubazioni di piccolo diametro sono per la maggiore parte in grès, quelle più recenti in PVC e quelle con diametro maggiore principalmente in calcestruzzo vibro-compresso, con saltuari tratti in acciaio (condotte in pressione). La rete fognaria sucomprensive, inoltre, 20 stazioni di sollevamento e 6 opere di captazione dei principali torrenti coperti.

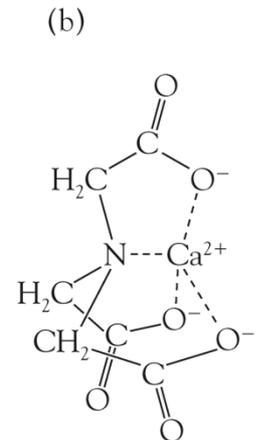
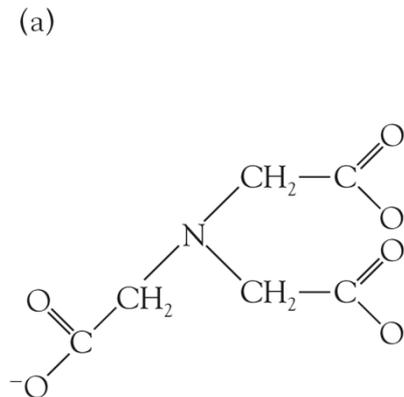
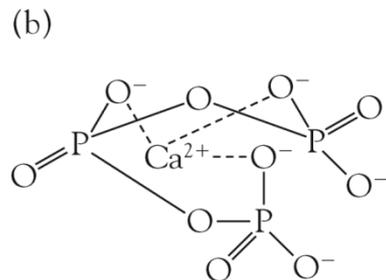
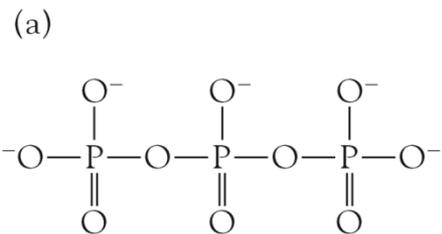
Questo sistema convoglia i reflui verso l'**impianto di depurazione di Servola** dove le acque vengono sottoposte ad un trattamento di tipo chimico-fisico (mentre per la parte fanghi è prevista la digestione anaerobica riscaldata con il recupero del biogas prodotto). Le acque vengono poi smaltite nel mare mediante una condotta sottomarina di oltre 7 km di lunghezza che le diffonde mediante un sistema di "torrini" posizionati nell'ultimo tratto della condotta stessa. L'impianto si trova ai piedi del colle di Servola, occupa una superficie di 12.500 mq ed è caratterizzato dai seguenti sistemi di processo:

- una **linea liquami**, dallo sbocco dei due collettori fognari (alto e basso) all'ingresso dell'impianto sino allo smaltimento in mare in prossimità dei diffusori della condotta sottomarina posta al largo del porto di Trieste;
- una **linea fanghi** provenienti dalle sedimentazioni finali dei liquami con relativo processo di trattamento e disidratazione meccanica finale

Origine e rimozione del fosfato in eccesso

Lago Erie, negli anni '60 lago morente; P in genere nutriente limitante la crescita algale, polifosfati presenti nei detersivi sintetici, poi sostituiti;

Per rimuovere fosfati si aggiunge Calcio idrossido, facendo precipitare sali insolubili ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$)



Nitrilo triacetato

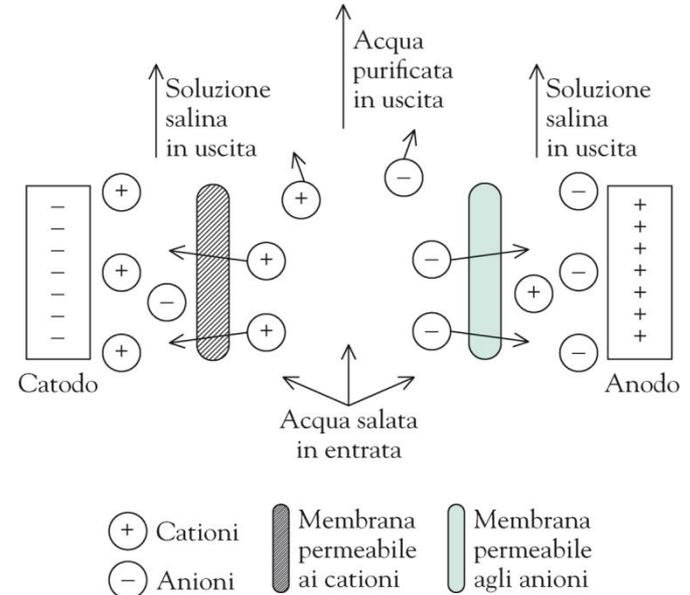
Riduzione della concentrazione salina nell'acqua

Decomposizione delle sostanze organiche e biologiche durante la fase secondaria del trattamento delle acque reflue comporta in genere la produzione di sali inorganici.

Ioni inorganici sono rimossi con processo di dissalazione con

- Osmosi inversa
- Elettrodialisi
- Scambio ionico

(in scambio cationico siti occupati inizialmente da H⁺, in scambio anionico da OH⁻)



Trattamento biologico delle acque reflue e dei liquami

Fitodepurazione – area umida costruita; ingenti quantità di fanghi.

Fosse settiche (si liquefanno masse di rifiuti)

Trattamento dei cianuri nei reflui

Ossidati con O_2 ($\rightarrow NH_3$) o Cl_2 ($\rightarrow N_2$)

Smaltimento dei fanghi degli impianti di depurazione

Nei fanghi vi è abbondanza di nutrienti e materiale organico
Spesso soggetti a digestione anaerobia.

Fanghi residui applicati su terreni agricoli, campi da golf e giardini
ma preoccupazione perché spesso anche metalli e sostanze tossiche
(alchilfenoli dei detersivi, bromocomposti ritardanti di fiamma, prodotti farmaceutici).

ADVERTISEMENT

THE LANCET *Conference Alerts*

Connect directly to the content we publish to coincide with major, global conferences in your field.

SIGN UP →

THE LANCET Gastroenterology & Hepatology

Log in R

Access provided by University of Trieste

CORRESPONDENCE | [VOLUME 5, ISSUE 5, P434-435, MAY 01, 2020](#)



PDF [913 KB]

Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples

[Yongjian Wu](#) • [Cheng Guo](#) • [Lantian Tang](#) • [Zhongsi Hong](#) • [Jianhui Zhou](#) • [Xin Dong](#) • et al. [Show all authors](#)

Published: March 19, 2020 • DOI: [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30083-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30083-2)



Supplementar
y Materials
References

We present severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) real-time RT-PCR results of all respiratory and faecal samples from patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) at the Fifth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Zhuhai, China, throughout the course of their illness and obligated quarantine period. Real-time RT-PCR was used to detect COVID-19 following the recommended protocol ([appendix p 1](#)). Patients with suspected SARS-CoV-2 were confirmed after two sequential positive respiratory tract sample results. Respiratory and faecal samples were collected every 1–2 days (depending on the

https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+9_2020+fanghi.pdf/0bebc244-a7b6-692a-cd2b-d634a4da48b7?t=1587107031621



Moderne tecniche di decontaminazione dell'aria e delle acque reflue

Abbattimento dei COV

Air stripping

Ossidazione catalitica (300-500°C + metallo prezioso su allumina)

Metodi avanzati di ossidazione AOM per la purificazione dell'acqua

Mineralizzazioni con produzione di radicali liberi

Perossido di idrogeno

Ozono

Formazione di sottoprodotti parzialmente ossidati tossici

<http://www.sswm.info/content/advanced-oxidation-processes>

[http://www.wioa.org.au/conference_papers/2012_qld/documents/Bill Grote.pdf](http://www.wioa.org.au/conference_papers/2012_qld/documents/Bill_Grote.pdf)

Processi fotocatalitici

UV A

Biossido di titanio

Composti farmaceutici acidi				Estrogeni			Antibiotici		Farmaci neutri		Mezzi di contrasto iodati		
Ibu	Dicl	Bezf	Clof	E1	E2	EE2	SMX	Rox	Carb	Diaz	Iopr	Diatr	Iopam

Trattamento di acque reflue

Trattamento primario	--	--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--	--	--
Nitrificazione	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	+++	+	--	--	++	--	--
Fanghi attivi	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	++	++	--	--	++	--	--
Membrane bioreattori	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	nd	++	--	nd	++	--	--
Biofiltri	nd	+	nd	--	+++	+++	++	nd	+	--	nd	++	--	--
Ozonazione per scarichi	+ / +++	+++	++		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	--	+

Trattamento per la potabilizzazione

Bank filtration	+++	+++	++	(--)	+++	+++	+++	++	+++	--		++	--	--
Flocculazione	--	--	--	--	nd	nd	nd	--	--	--	--	--	--	--
Ozonazione	+	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	--	+
AOPs	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
GAC	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+
Ultrafiltrazione/PAC	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	(+)
Nanofiltrazione	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	(+++)
Clorazione	--	++	--	--	(++)	(++)	(++)	(+++)	(++)	--	--	(--)	(--)	(--)
ClO ₂	--	+++	--	--	+++	+++	+++	+++	++	--	--	--	--	--