

Eliminazione dei microinquinanti in Svizzera

Dove siamo a 10 anni dall'entrata in vigore del quadro legale?

Paolo Foa

Roger König

Milano, 7 ottobre 2026



Indice

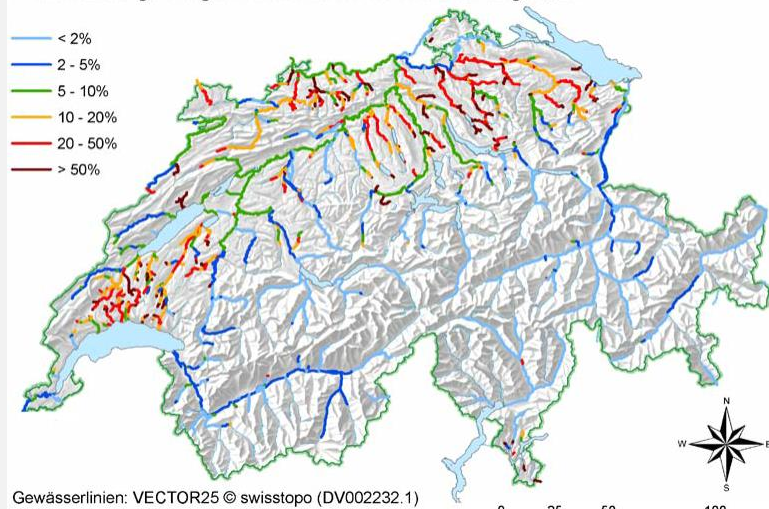
- Chi vi parla?
- Introduzione e specificità del caso svizzero
- Esempi di impianti in esercizio
- Conclusioni e sfide future

Tutto nacque con la Strategia «Micropoll» (2006-2009)

Progetto UFAM, con 3 filoni di approfondimento, 3 gruppi di lavoro:

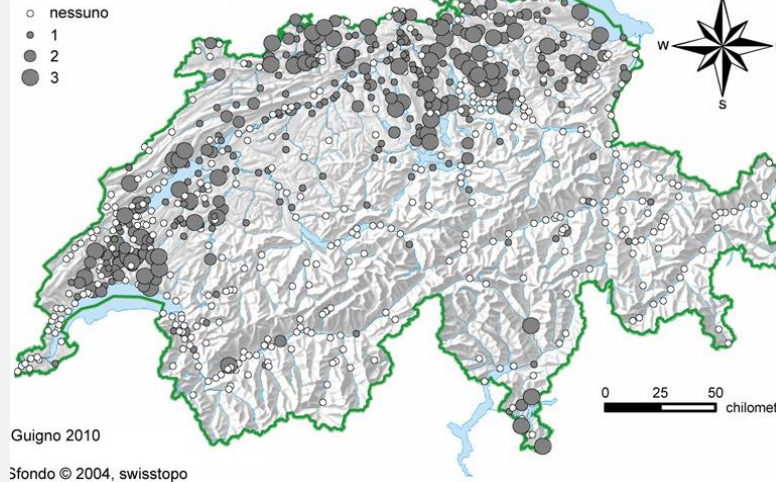
- I microinquinanti sono un problema per le acque superficiali?
- Come si comportano gli impianti di depurazione?
- Come si può misurare l'efficacia di eventuali misure?

Prozentanteil gereinigtes Abwasser an der Abflussmenge Q347



Percentuale reflui trattati nei corsi d'acqua

Superamenti MAC-EQS



Presenza di microinquinanti nei corsi d'acqua



Depuratore = concentratore => benefici / costi ☺

Cosa è in vigore dal 2016?

Potenziamento di ca. **100-120** impianti di depurazione (su ca. 700), corrispondenti all'80% dei reflui:

- Tutti gli impianti con **80'000+** abitanti allacciati
- Gli impianti con **24'000+** abitanti allacciati nel bacino imbrifero di laghi
- Gli impianti con **8'000+** abitanti allacciati, nel caso i reflui trattati siano >10% della portata del ricettori o in caso di particolari condizioni idrogeologiche.

Efficienza depurativa, riferita al refluo non trattato, **>80%**, misurata in base a determinate sostanze
→ almeno **6 delle 12** sostanze di riferimento, con rapporto 2:1 tra categoria 1 e categoria 2.

categoria 1:

- *amisulpride* (n. CAS 71675-85-9)
- *carbamazepina* (n. CAS 298-46-4)
- *citalopram* (n. CAS 59729-33-8)
- *claritromicina* (n. CAS 81103-11-9)
- *diclofenac* (n. CAS 15307-86-5)
- *idroclorotiazide* (n. CAS 58-93-5)
- *metoprololo* (n. CAS 37350-58-6)
- *venlafaxina* (n. CAS 93413-69-5)

categoria 2:

- *benzotriazolo* (n. CAS 95-14-7),
- *candesartan* (n. CAS 139481-59-7),
- *irbesartan* (n. CAS 138402-11-6),
- miscela di *4-metilbenzotriazolo* (n. CAS 29878-31-7) e *5-metilbenzotriazolo* (n. CAS 136-85-6).

Investimento complessivo: ca. **1.5 miliardi di CHF**, finanziati per il 75% da un fondo ad hoc.

Termine della fase di potenziamento: **2040**

Il punto di partenza

Esigenze relative alle immissioni di acque di scarico in un ricettore naturale, «macroinquinanti» ([Ordinanza sulla protezione delle acque](#), OPAc, allegato 3.1)

Parametro	< 10'000 AE	> 10'000 AE	Casi «spinti»
Sostanze non disciolte totali	20 mg/l	15 mg/l	5 mg/l
Richiesta di ossigeno chimica (COD)	60 mg/l	45 mg/l	45 mg/l
Richiesta di ossigeno biochimica (BOD ₅)	20 mg/l η: 90%	15 mg/l η: 90%	15 mg/l η: 90%
Carbonio organico disciolto (DOC)	10 mg/l η: 85%	10 mg/l η: 85%	10 mg/l η: 85%
Trasparenza (Snellen)	30 cm	30 cm	30 cm
Azoto ammoniacale (NH ₄ -N + NH ₃ -N) T > 10 °C, se effetti su ricettore	2 mg/l η: 90%	2 mg/l η: 90%	1 mg/l η: 90%
Azoto nitroso (NO ₂ -N)	0.3 mg/l	0.3 mg/l	0.3 mg/l
Fosforo totale (P _{tot})	0.8 mg/l	0.8 mg/l	0.2-0.5 mg/l

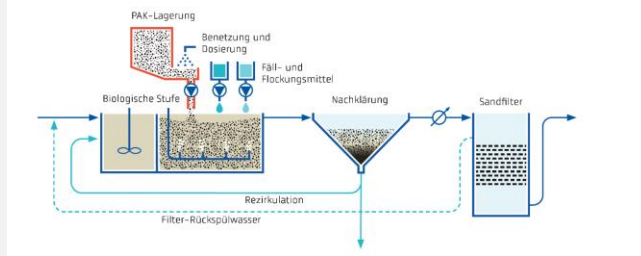
Il punto di partenza

Esigenze relative alle immissioni di acque di scarico in un ricettore naturale, «macroinquinanti» ([Ordinanza sulla protezione delle acque](#), OPAC, allegato 3.1)

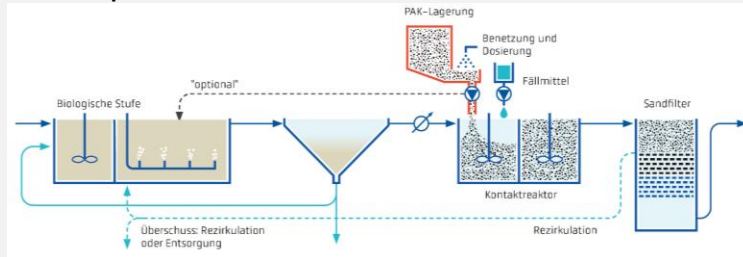
Parametro	< 10'000 AE	> 10'000 AE	Casi «spinti»
Sostanze non disciolte totali	20 mg/l	15 mg/l	5 mg/l
Richiesta di ossigeno chimica (COD)	60 mg/l	45 mg/l	45 mg/l
Richiesta di ossigeno biochimica (BOD ₅)	20 mg/l η: 90%	15 mg/l η: 90%	15 mg/l η: 90%
Carbonio organico disciolto (DOC)	10 mg/l η: 85%	10 mg/l η: 85%	10 mg/l η: 85%
Trasparenza (Snellen)	30 cm	30 cm	30 cm
Azoto ammoniacale (NH ₄ -N + NH ₃ -N) T > 10 °C, se effetti su ricettore	2 mg/l η: 90%	2 mg/l η: 90%	1 mg/l η: 90%
Azoto nitroso (NO₂-N)	0.3 mg/l	0.3 mg/l	0.3 mg/l
Fosforo totale (P _{tot})	0.8 mg/l	0.8 mg/l	0.2-0.5 mg/l

Le configurazioni in voga

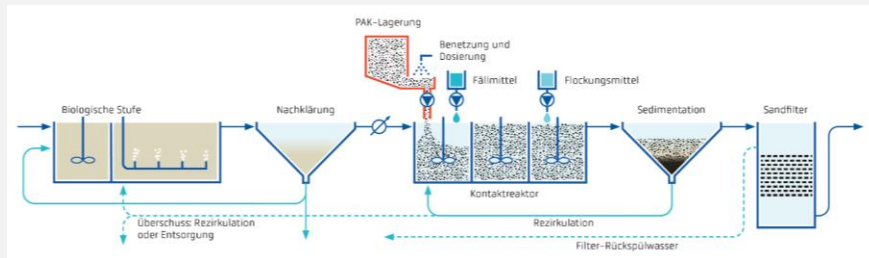
CAP in biologia (a membrana)



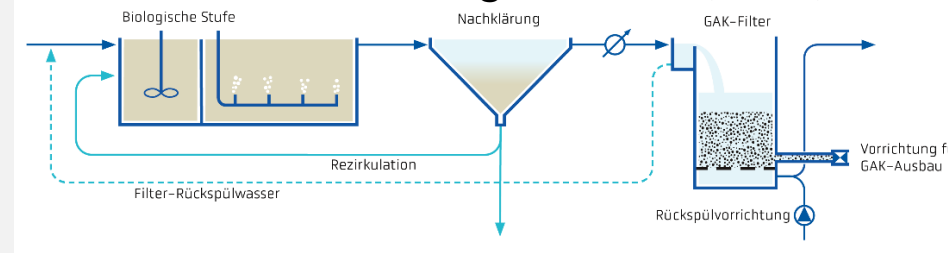
CAP prima della filtrazione a sabbia



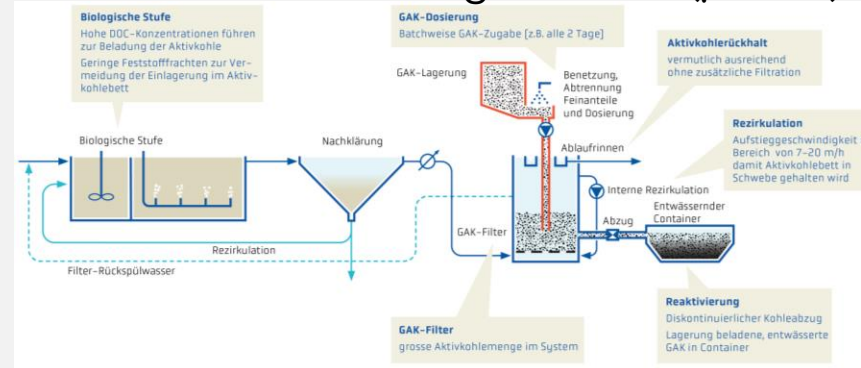
Processo Ulm



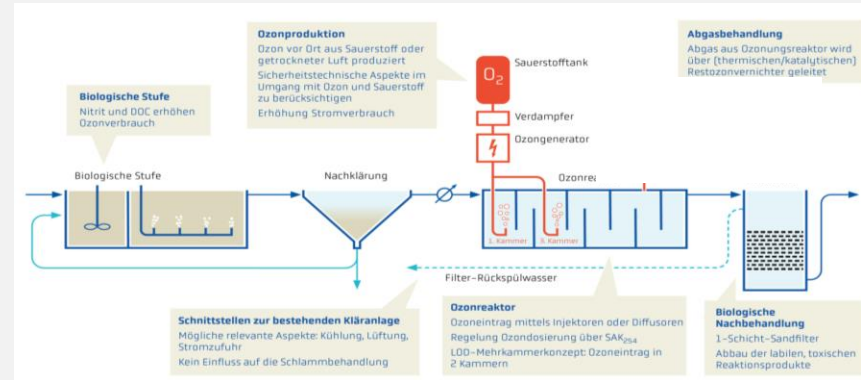
Filtri a carbone attivo granulare (CAG)



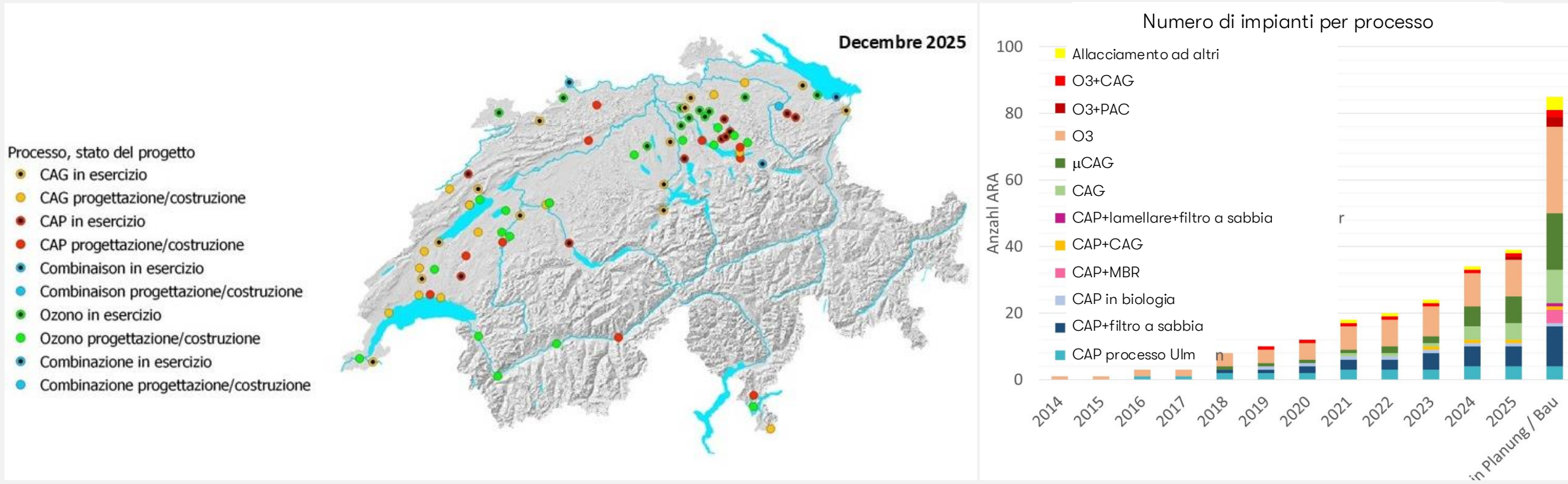
Micro carbone attivo granulare (μCAG)



Ozonizzazione

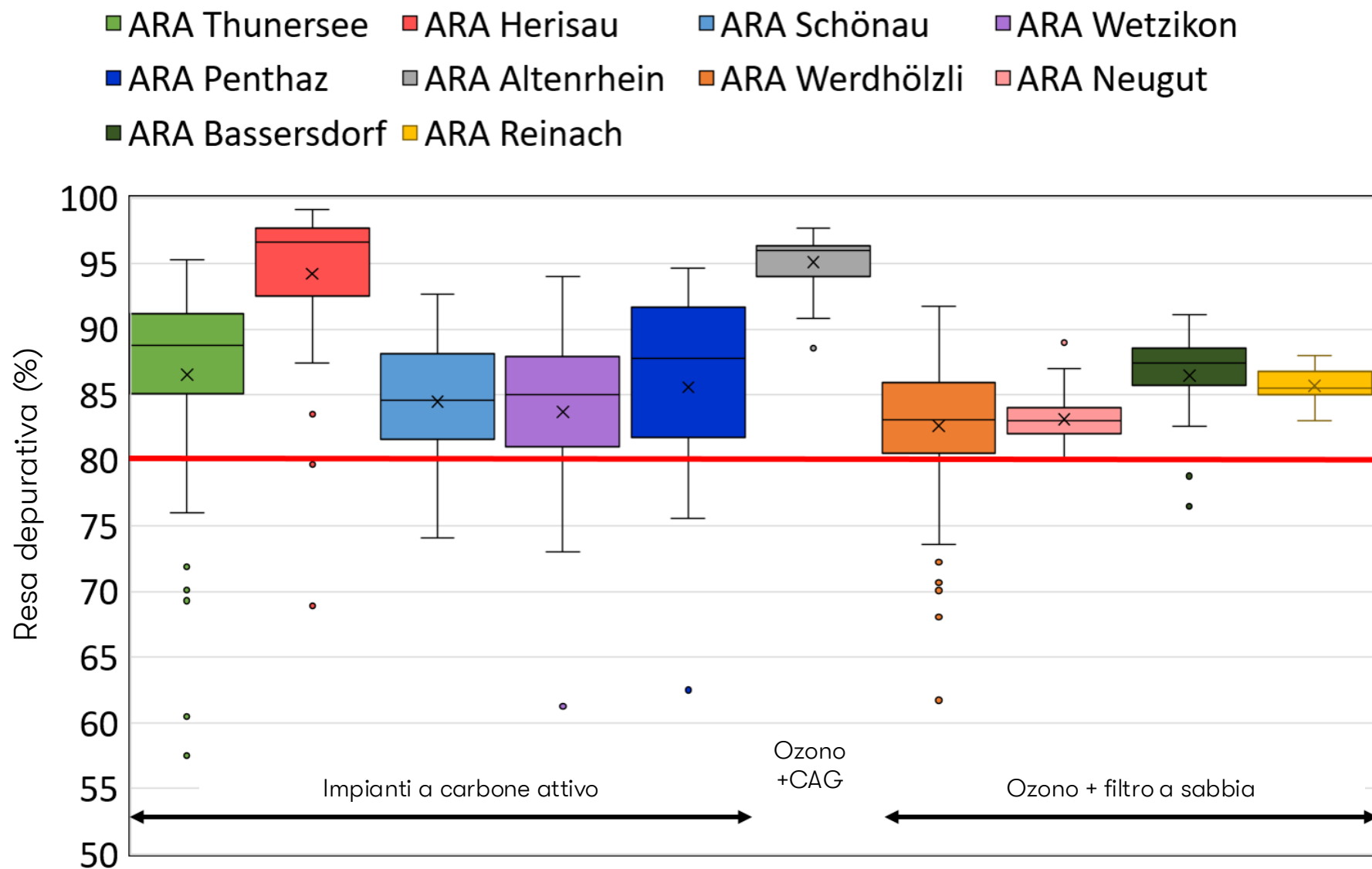


A che punto siamo?



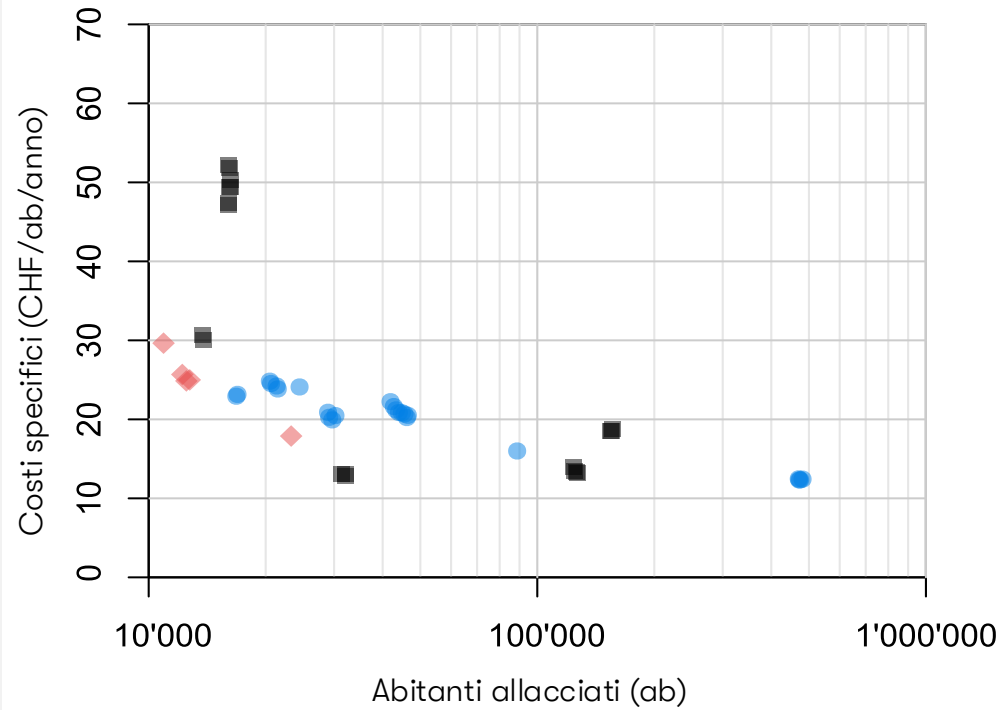
Fonte & maggiori info:
<https://www.micropoll.ch>

Funziona?

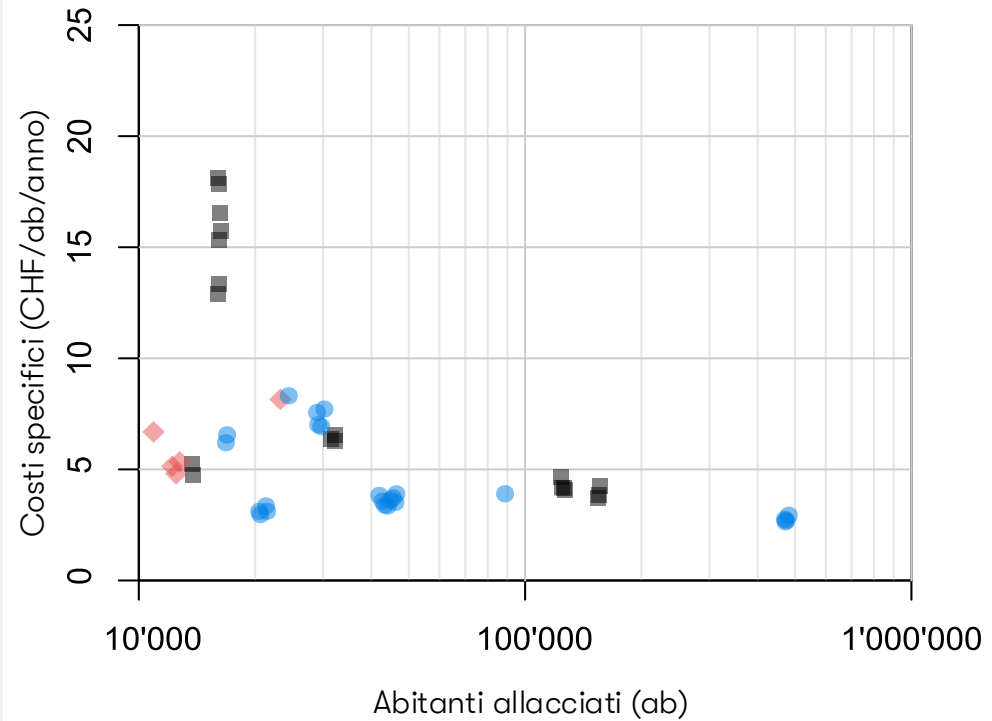


Quanto costa complessivamente?

Costi annui in funzione della capacità



Costi di esercizio in funzione della capacità



Joller et al., 2024

Casi concreti: quattro impianti, quattro tecnologie



1 Ozonizzazione

IDA Kloten-Opfikon (ZH, CH)

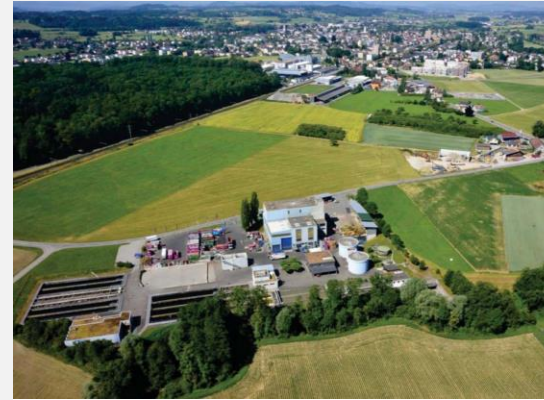
- 125'000 AE, processo Nereda (SBR)
- Ozono prodotto in loco e dosato in un reattore di contatto, seguito da filtrazione
- Progettista generale: **TBF – AFRY**



2 CAP in biologia

IDA Flos, Wetzikon (ZH, CH)

- 37'000 AE
- Carbone attivo in polvere dosato direttamente nella vasca a fanghi attivi
- Sfrutta l'infrastruttura esistente, investimento contenuto



3 Filtrazione su CAG

IDA Moos (CH)

- 41'000 AE
- Filtri a sabbia esistenti (Dynasand) trasformati in filtri a carbone attivo granulare
- Sfrutta le strutture dei filtri esistenti



4 μ CAG a letto fluidizzato

IDA Wüeri (ZH, CH)

- Portata max. **265 l/s**, 3 reattori
- Micro carbone attivo granulare in sospensione nel flusso ascendente
- Scala reale 2023–2025, >80% di eliminazione

Ozonizzazione – IDA Kloten-Opfikon (ZH)

Progetto: rinnovo e ampliamento dell'intero impianto (pretrattamento, biologia, filtrazione, fanghi) e **nuovo stadio di ozonizzazione**

- Capacità di trattamento: **125'000 AE**
- Particolarità: **processo Nereda (SBR)**
- Investimento: **CHF 107 mio.** Progettazione 2015–2025, lavori 2017–2025
- Progettista generale: **TBF – AFRY**

Sfide

- Forte crescita del bacino imbrifero
- Vicinanza all'aeroporto e alla città di Zurigo
- Impianto a fine vita utile (ultimo ampliamento 35 anni fa)
- Scarico più severo: $\text{NH}_4\text{-N} \leq 1 \text{ mg/l}$, denitrificazione $\geq 70\%$



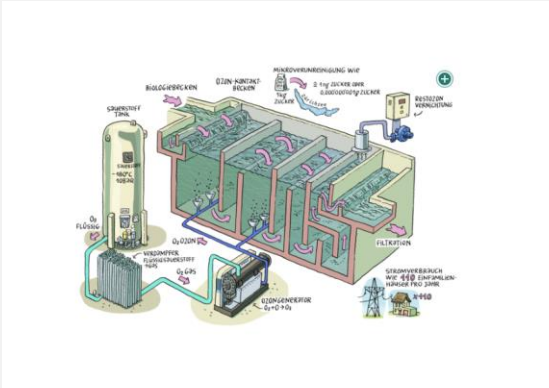
Vista aerea dell'impianto di Kloten-Opfikon

Ozonizzazione – come funziona

Principio

- Ozono (O₃) prodotto in loco da **ossigeno liquido** nel generatore
- Dosaggio nel **reattore di contatto**: l’ozono ossida e scompone i microinquinanti
- L’ozono residuo nell’aria viene distrutto nel **deozonizzatore**
- **Post-trattamento biologico** (filtrazione) per eliminare i prodotti di ossidazione

Parametro	Valore
Portata massima	3’200 m³/h
Portata minima	288 m³/h
Dosaggio di ozono	1 – 10.6 kg/h
Concentrazione di O ₃ (esercizio normale)	10% (wt%)
Acqua di raffreddamento per generatore	8.9 m³/h, 20 °C
Potenza generatore di ozono	41 kW



Schema dello stadio di ozonizzazione



Generatori di ozono

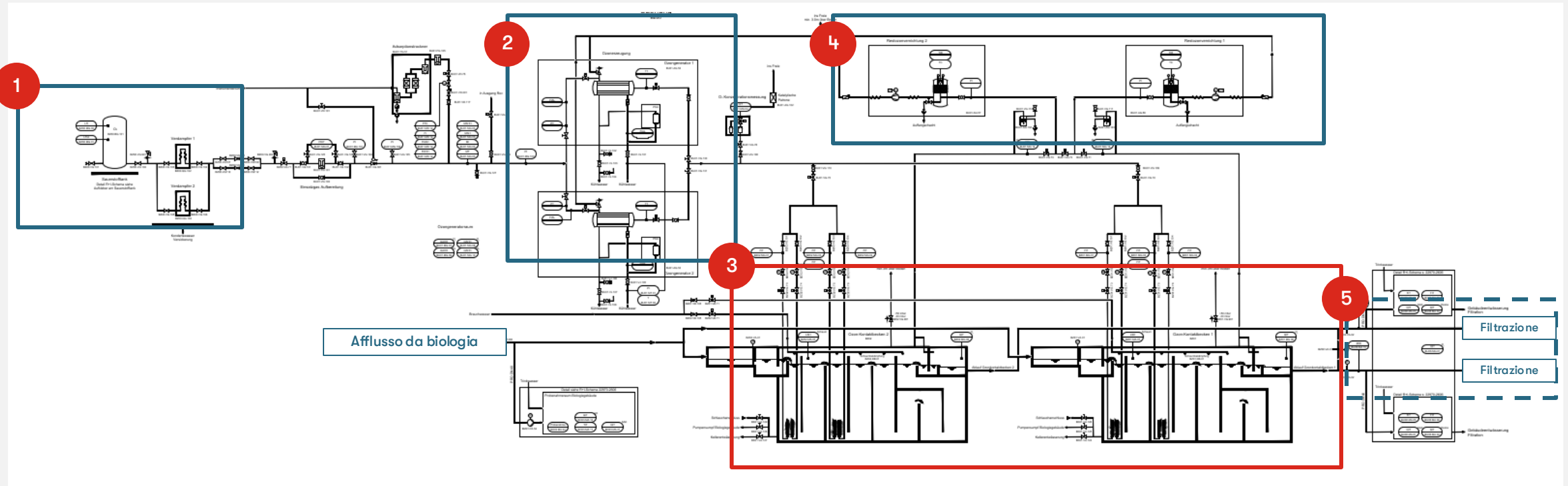


Serbatoio di ossigeno liquido



Reattore di contatto (vuoto)

Ozonizzazione – schema di processo IDA Kloten-Opfikon



Schema di processo IDA Kloten-Opfikon

- | | | | | |
|--|--|---|---|---|
| <p>1 Serbatoio O_2 liquido
2 evaporatori</p> | <p>2 Generatori di ozono (2×)
41 kW · O_3 10 wt% · acqua di raffr. 8.9 m³/h</p> | <p>3 Reattori di contatto (2 linee)
1 – 10.6 kg O_3/h · Q 288 – 3'200 m³/h</p> | <p>4 Deozonizzatori (2×)
distruzione dell'ozono residuo nell'off-gas</p> | <p>5 Verso la filtrazione
post-trattamento biologico</p> |
|--|--|---|---|---|

CAP in biologia – IDA Flos, Wetzikon (ZH)

Dati dell'impianto

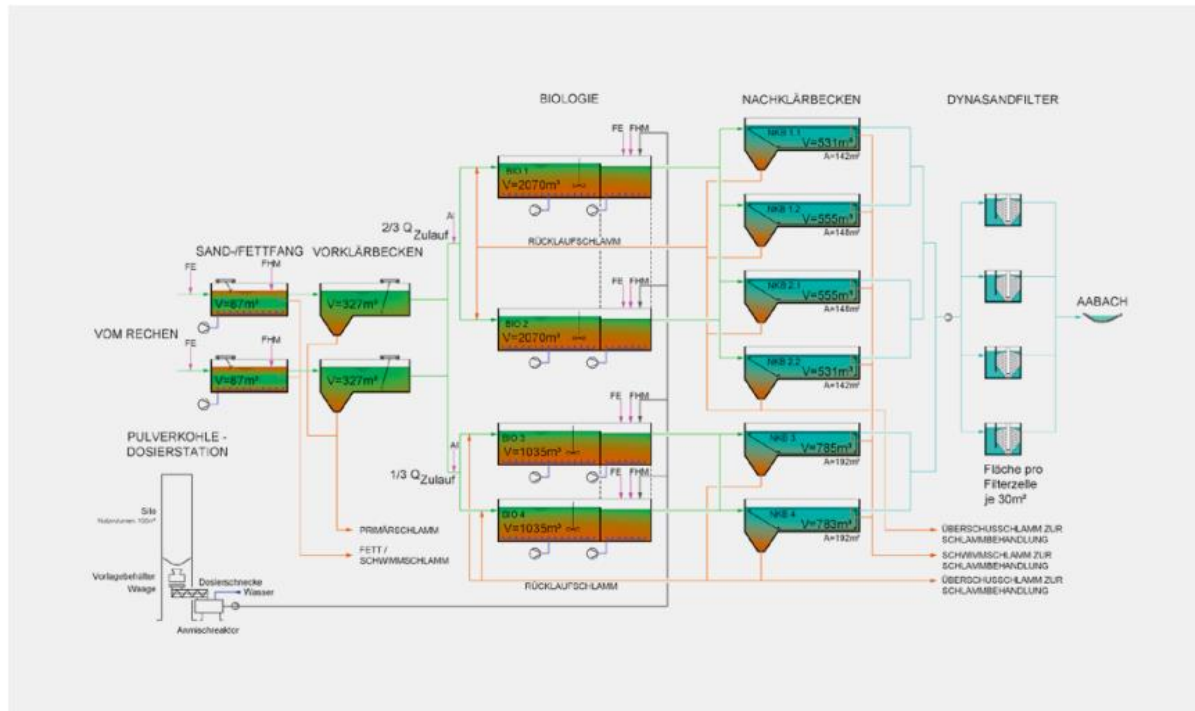
- Abitanti equivalenti: **37'000 AE**
- Portata in ingresso tempo secco: **100 l/s**
- Portata massima tempo di pioggia: **450 l/s**

Tecnologia di processo

- Stadio meccanico: grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione primaria
- Stadio biologico: fanghi attivi (nitrificazione, denitrificazione)
- Stadio chimico: precipitazione dei fosfati
- **Dosaggio di CAP nella biologia:** silo con stazione di dosaggio integrata



CAP in biologia – come funziona



Principio

- Il CAP è dosato **direttamente nella vasca a fanghi attivi**
- Adsorbe i microinquinanti e viene **inglobato nei fiocchi di fango**
- Esce dal sistema con il fango di supero
- La filtrazione finale (sabbia o tessuto) trattiene i residui di CAP; in un **MBR** la ritenzione è particolarmente efficiente

+ Vantaggi

- Tecnologia consolidata, esercizio stabile
- Costi d'investimento relativamente bassi
- Elevata ritenzione del carbone attivo

– Aspetti da considerare

- Maggiore consumo di CAP (ca. 2.5–3 mg CAP/mg DOC) → costi di esercizio più elevati
- Servono riserve di capacità nella biologia

Filtrazione su CAG – IDA Moos

Dati dell'impianto

- 9 comuni affiliati, anno di costruzione 1975
- **41'000 AE**, principalmente acque reflue comunali
- Portata tempo secco **155 l/s**, tempo di pioggia **310 l/s**
- Fanghi attivi convenzionali, 3 linee di trattamento
- Filtrazione su sabbia (Dynasand) dal 1998
- Ricettore: Aach, quota di acque reflue **fino al 50 %** → stadio per i microinquinanti necessario

Soluzione

- Trasformazione dei **filtri a sabbia esistenti** in filtri CAG
- Letto di sabbia 1.5 m sostituito da **2.8 m di CAG**, pareti dei filtri innalzate

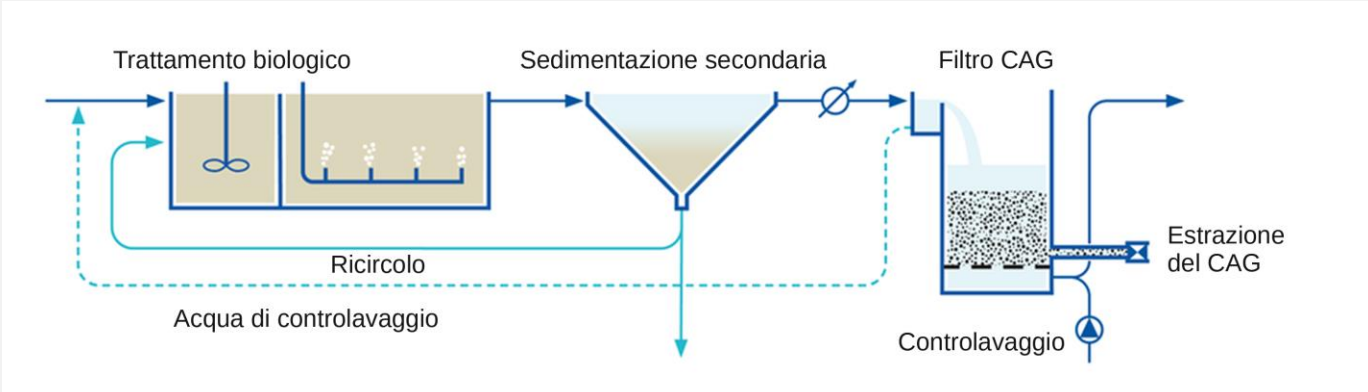


Innalzamento delle pareti dei filtri



Filtro CAG in esercizio

Filtrazione su CAG – come funziona



Principio

- Filtrazione a valle della sedimentazione secondaria: i microinquinanti vengono **adsorbiti** sul carbone attivo granulare
- Doppia funzione: **filtrazione finale** e **adsorbimento** in un unico stadio
- Il CAG esausto viene **estratto e sostituito** periodicamente
- Nessun dosaggio di prodotti nell'acqua trattata

Parametro	Valore
Volume del letto filtrante	390 m ³
Superficie filtrante	120 m ²
Spessore medio dello strato	2.5 – 2.8 m
Portata massima	320 l/s
Tempo di contatto medio / min.	38 / 20 min
Velocità di filtrazione media / max.	3.8 / 9.9 m/h
Volumi di letto (BV) all'anno	ca. 10'000

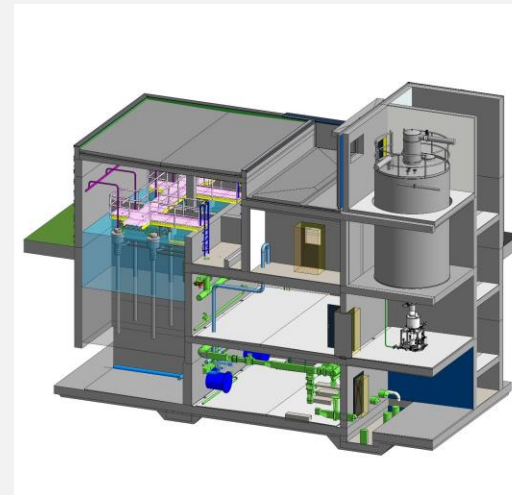
μCAG – IDA Wüeri (ZH): impianto su scala reale 2023–2025

Impianto

- **3 reattori** da 32 m³ di μCAG
- Portata max. in entrata: **265 l/s**
- Tempo di contatto min.: **9.5 min**
- Fornitura Techfina SA: distribuzione, miscelazione ad aria, dosaggio CA con silo, lavaggio ed estrazione CA

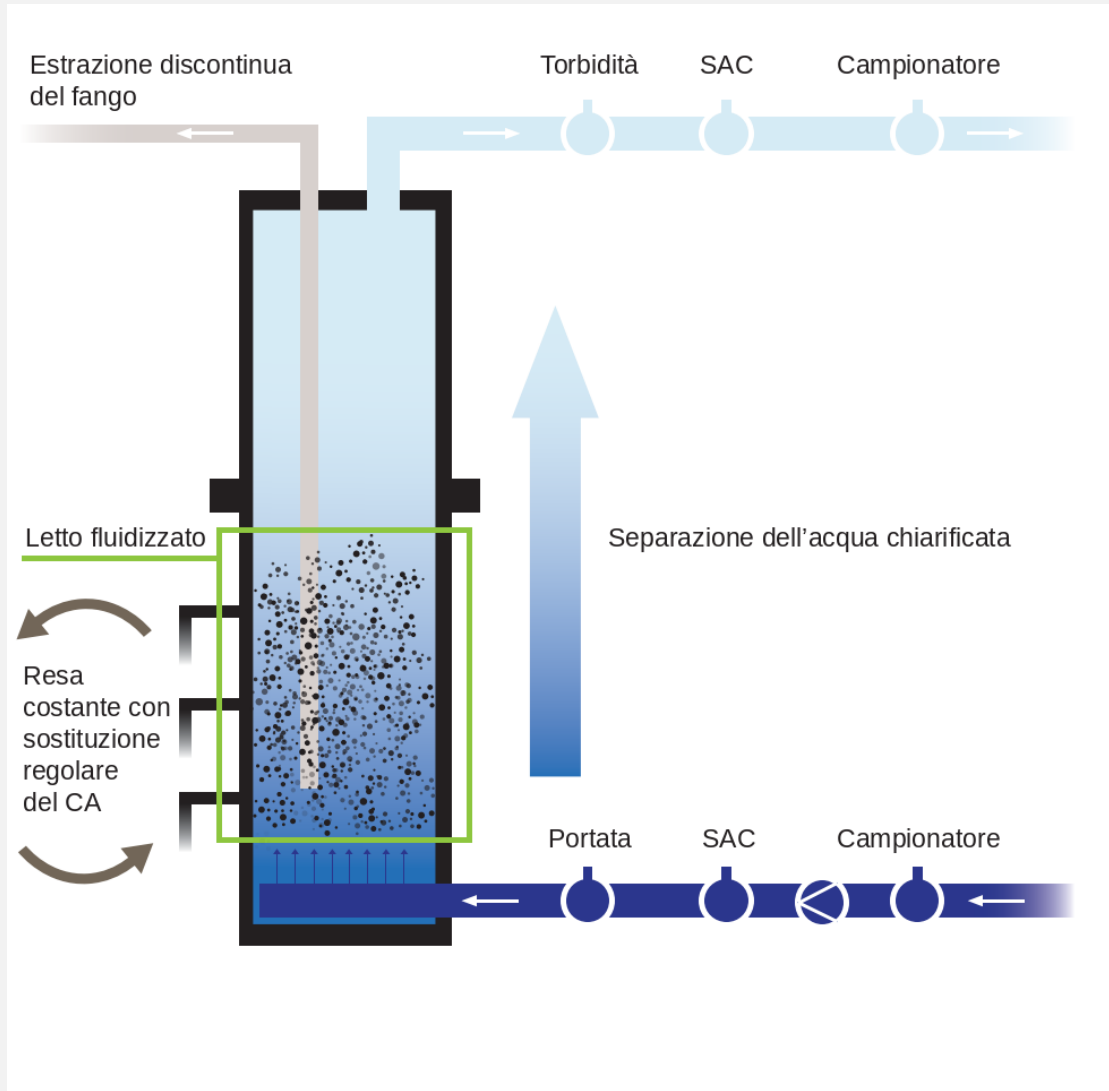
1 anno di esercizio – «lessons learned»

- Esercizio **molto stabile e robusto** da giugno 2024
- Eliminazione **> 80%** con una dose di CA di **10 mg/l**
- Correlazione microinquinanti / SAC confermata
- Estrazione del μCAG ottimizzata; fuga di CA misurata con esito positivo
- Chiusura positiva del progetto 09/2025



Immagini: Techfina SA

μ CAG a letto fluidizzato – come funziona



Dati tecnici del processo

- Velocità di flusso: **7 – 15 m/h**
- Tempo di contatto: **min. 10 min**
- Espansione del letto: **1.5 – 2.5 m**
- Distribuzione uniforme sulla superficie del reattore
- Lavaggio del CA nel reattore; dosaggio ed estrazione discontinui del CA

Vantaggi rispetto a CAP / ozono

- **Minore ingombro** grazie al breve tempo di contatto
- Tecnologia di processo **semplice** (dosaggio, manutenzione, esercizio)
- Elevato **effetto tampone**: lungo tempo di permanenza del CA
- Dosaggio flessibile del μ CAG

→ **Esercizio semplice e robusto**

Ci si ferma qui?

 L'Assemblea federale — Il Parlamento svizzero

LINGUA FACILE PARLNET CONTATTO DE FR **IT** RM EN

ORGANI ATTIVITÀ PARLAMENTARE IL PARLAMENTO SERVIZI RELAZIONI INTERNAZIONALI

HOME > ATTIVITÀ PARLAMENTARE > RICERCA CURIA VISTA

< INDIETRO **RICEVERE MODIFICHE**

20.4262 MOZIONE

Misure volte a eliminare i microinquinanti da tutti gli impianti di depurazione delle acque di scarico

Depositato da:	COMMISSIONE DELL'ECONOMIA E DEI TRIBUTI CONSIGLIO NAZIONALE
Relatore/Relatrice/Relatori:	REGAZZI FABIO, SCHMID MARTIN, WALTI BEAT
Data del deposito:	13.10.2020
Depositato in:	Consiglio nazionale
Stato delle deliberazioni:	Trasmesso al Consiglio federale

STAMPARE L'OGGETTO

ALTRI DOCUMENTI

[COMUNICATO STAMPA](#)

[BOLLETTINO UFFICIALE](#)

[VOTAZIONI CN](#)

APRIRE TUTTI

TESTO DEPOSITATO

MOTIVAZIONE

PARERE DEL CONSIGLIO FEDERALE DEL 25.11.2020

PROPOSTA DEL CONSIGLIO FEDERALE DEL 25.11.2020

Consultazione aggiornamento quadro legale
26.11.2025-12.03.2026

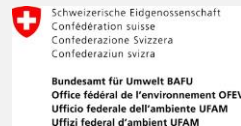
- 140 → 440 impianti (> 1'000 abitanti)
- 1.4 mia → 2.9 mia. CHF
- Termine: 2040 → 2050
- Tassa: 9 → 16 CHF/abitante/anno

<https://www.bafu.admin.ch/it/revisione-lpac>

<https://www.parlament.ch/it/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20204262>

Fattori di successo

- Forte collaborazione tra ricercatori, autorità e professionisti
- Finanziamento definito per legge e garantito da tutti (fondo ad hoc)
- Misure semplici per verificare la resa effettiva
- Predisposizione a investire per la protezione dell'ambiente e la sostenibilità
- La piattaforma VSA supporta tutti gli stakeholder coinvolti (www.micropoll.ch)



Legge sulla protezione delle acque (LPAC)

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/1860_1860_1860/it

Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc)

https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/it

Ordinanza monitoraggio microinquinanti

<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2016/671/it>

tbfpartner

Berna · Ginevra · Lugano · Zürich · Amburgo · Monaco d. B. · Stoccarda · Milano

Paolo Foa | Roger König
fop@tbf.ch | koer@tbf.ch