



**POLITECNICO**

MILANO 1863

XII CONVEGNO DI APPROFONDIMENTO  
**VERSO LA NEUTRALITÀ ENERGETICA**  
INNOVAZIONI E STRATEGIE PER LA RIDUZIONE  
DELL'IMPRONTA DI CARBONIO NEL TRATTAMENTO  
DELLE ACQUE REFLUE



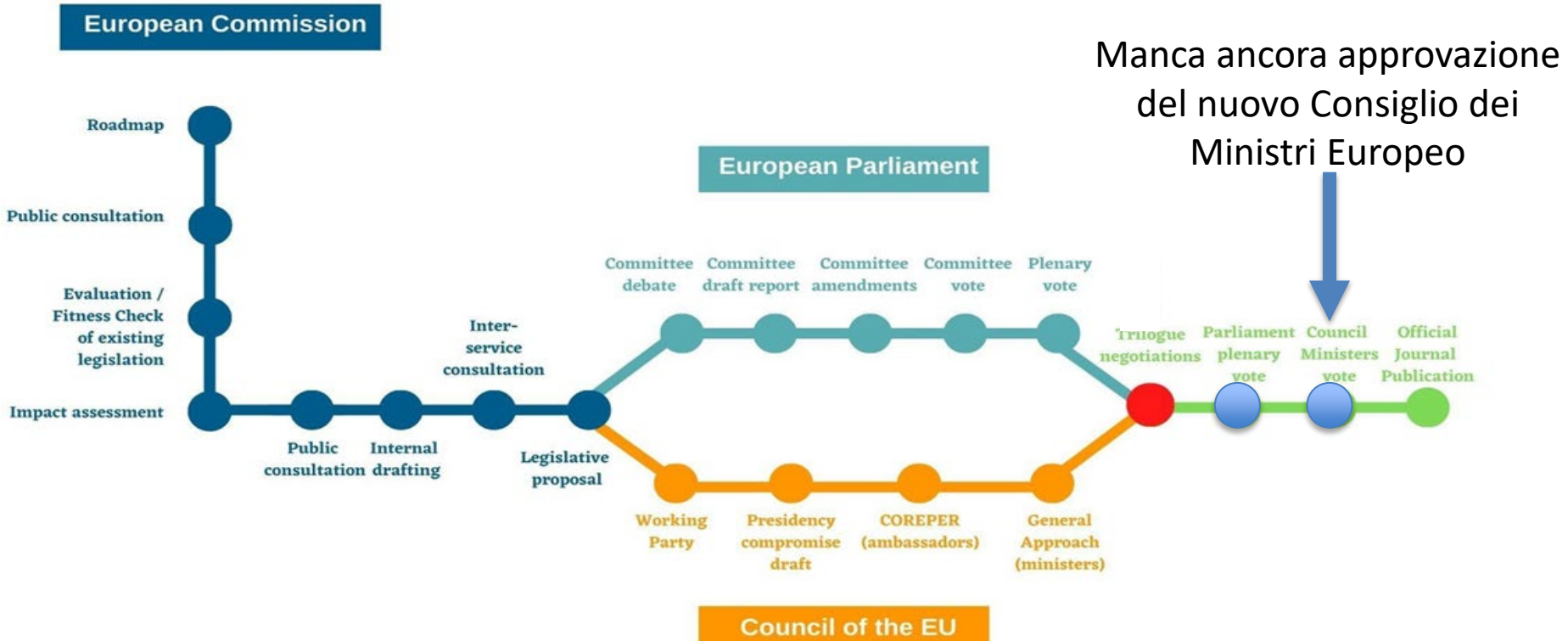
# Neutralità energetica degli impianti di depurazione

Roberto Canziani

Politecnico di Milano. DICA Sezione Ambientale

# Aggiornamento della direttiva acque reflue urbane 91/271 (UWWD) – Parlamento UE 10/4/24

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9\\_TA\(2024\)0222\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9_TA(2024)0222_EN.pdf) – English version



[https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9\\_TA\(2024\)0222\\_IT.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9_TA(2024)0222_IT.pdf) – Versione italiana

# Aggiornamento della direttiva 91/271 (UWWD)

## Energy neutrality – art. 11

1) **Audit** (ogni 4 anni) per identificare interventi per ridurre i consumi e recuperare energia

- Inizio entro 31/12/2028 per impianti  $\geq 150\,000$  AE
- Inizio entro 31/12/2032 for impianti tra 10 000 e 150 000 AE

2) **Obbligo** di assicurare a livello nazionale che l'energia prodotta da fonti rinnovabili **generate on - oppure off-site dai gestori** degli impianti che trattano un carico di  $\geq 10\,000$  AE sia equivalente ad almeno:

%	20%	40%	70%	100%
Entro il	2030	2035	2040	2045

# Quel che c'è da fare

**Ridurre le acque parassite**

Minimizzare l'ossidazione del COD in linea acque per produrre più energia e materia dai fanghi

Ottimizzare il controllo di processo

Introdurre nuove tecnologie a basso consumo energetico

Ottimizzare la digestione anaerobica

Ridurre i carichi inquinanti dei ricircoli

# Casi storici di neutralità energetica (1)

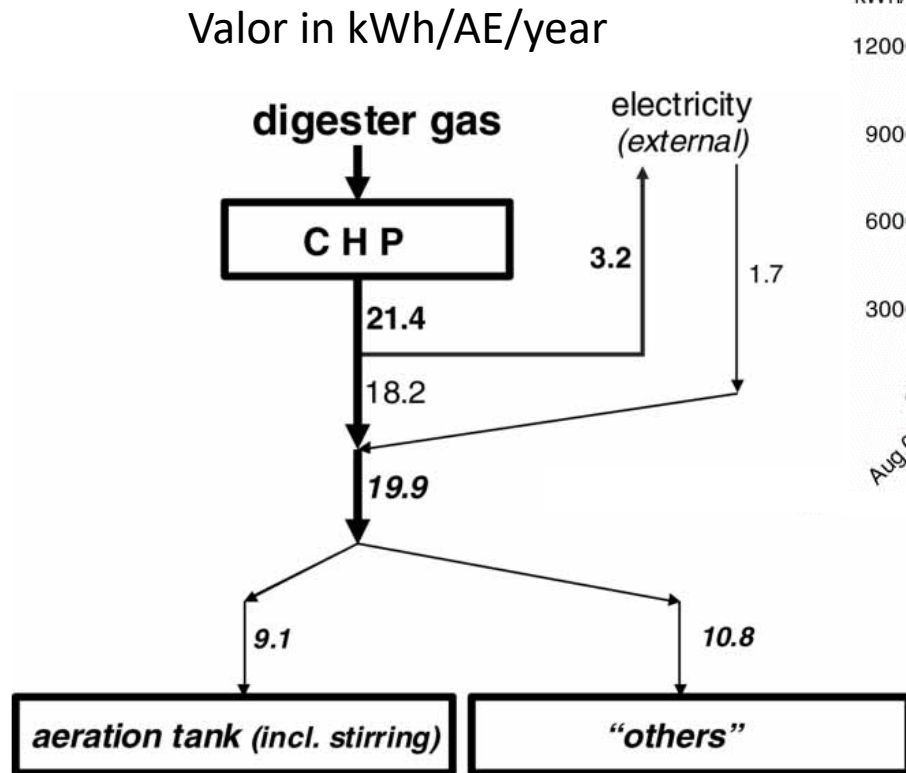
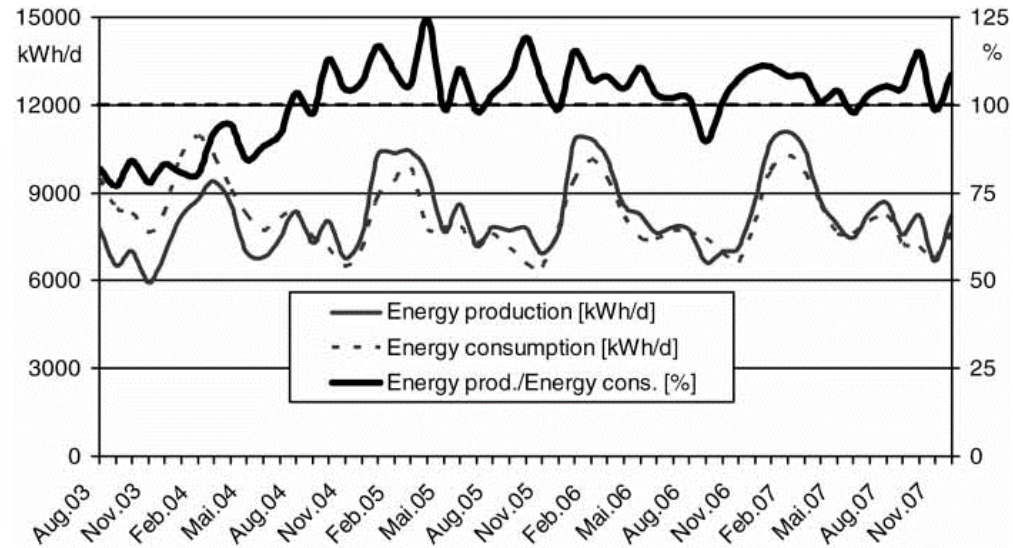


Figure 1 | Energy balance of the Strass TP (AIZ) for the period of 2005 to 2007.



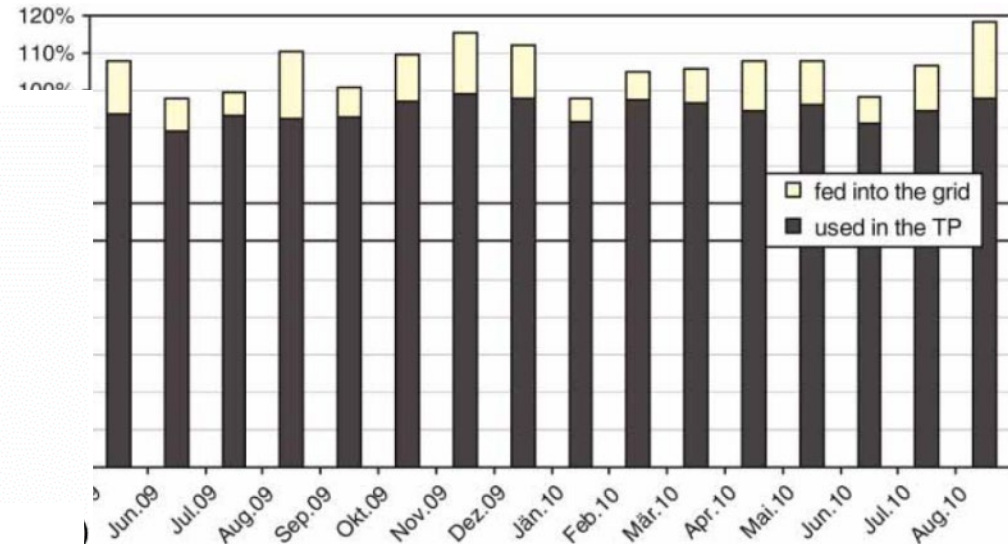
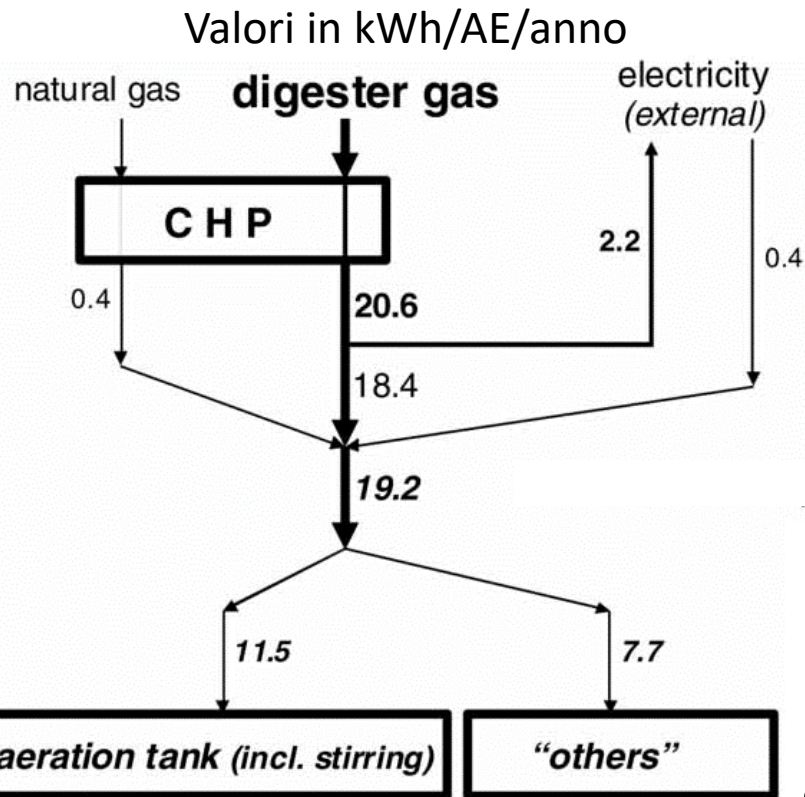
## Strass WWTP (Austria),

146.000 AE, C/N = 14,  
Sed.  $I_{\text{ario}}$  + 2 stadi aerobici (SRT < 14 d),  
anammox sui surnatanti;

**Consumo 21.4 kWh/anno/AE<sub>COD=120</sub>**  
**SRT digestione anaerobica = 36 d**

From: <https://doi.org.10.2166/wst.2011.625>

# Casi storici di neutralità energetica (2)



## Wolfgangsee-Ischl WWTP (AUSTRIA)

50.000 AE, C/N = 11

Sed.  $I_{\text{ario}} + \text{CAS}$  (SRT < 12 d), **20.6 kWh/anno/(AE<sub>120</sub>)**

**SRT della digestione anaerobica = 80 d**

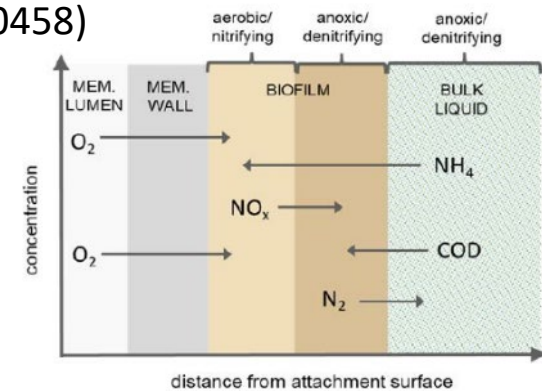
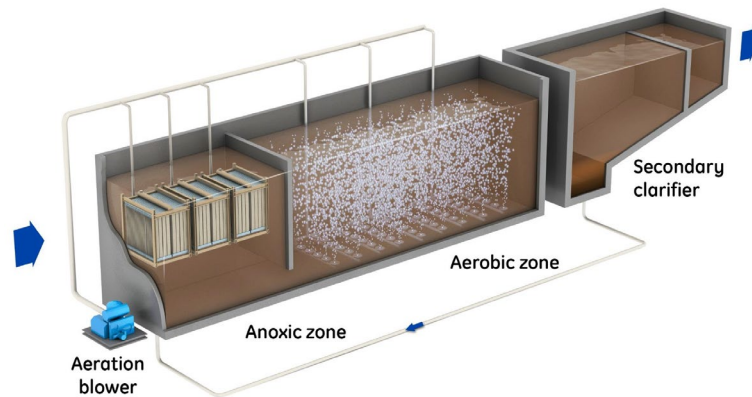
*Carico estivo maggiore del 50% di quello invernale...*

From: <https://doi.org/10.2166/wst.2011.625>

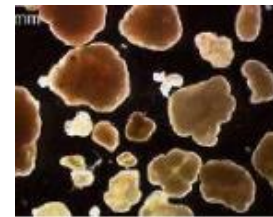


# Tecnologie innovative «mature»

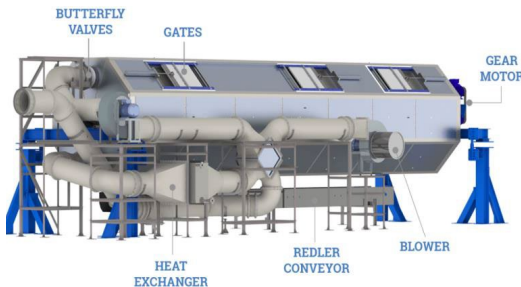
- MABR – Membrane aerated bio-reactors, 40 to 50% meno energia rispetto ai CAS (e.g.: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120458>)



- Processi basati su biomasse aerobiche granulari 40% meno energia rispetto ai CAS

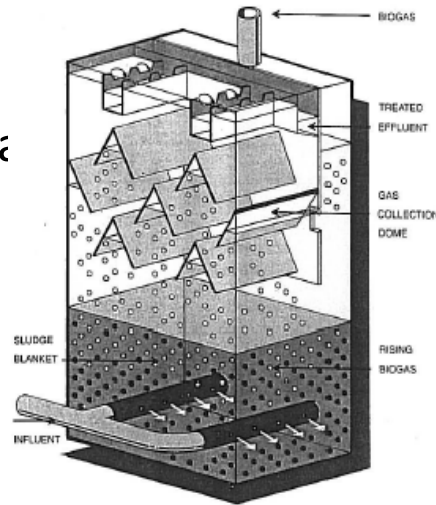


- Tecnologie di essiccamento a basso consumo energetico (fino a 80% in meno rispetto agli essiccatori ad alta temperatura)



# Processi in fase di sviluppo (TRL 7-8)

- Reattori a biomassa granulare anaerobica per acque reflue ( $T > 15^{\circ}\text{C}$ )



- Foto-bio-reattori (basati su microalghe)

(libro open access: [Algal Systems for resource recovery from waste and wastewater](#);  
[www.iwaponline.com](http://www.iwaponline.com))

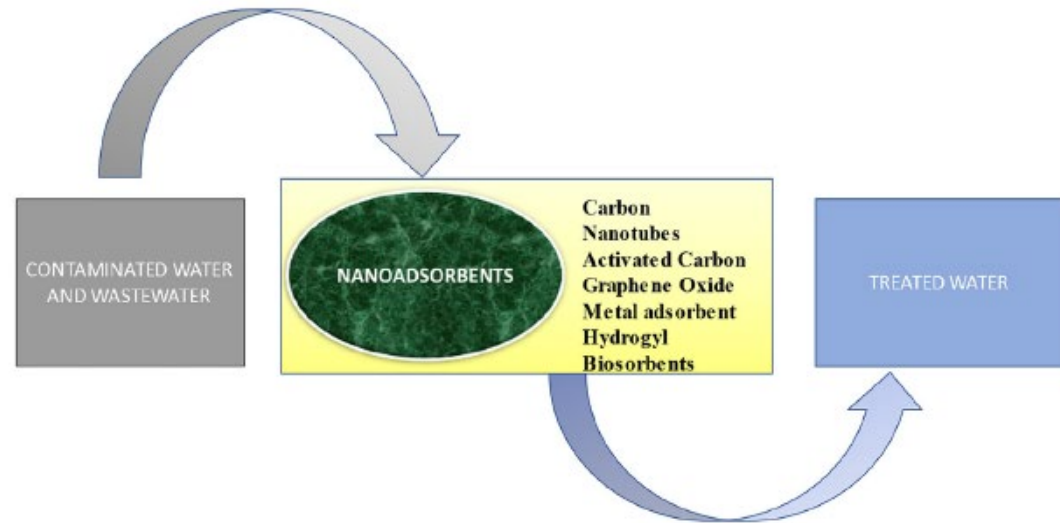




# Processi in fase di ricerca (TRL <5)

- Catalizzatori nanoibridi
- (combinazione di composti organici o batteri e catalizzatori inorganici)

Libro open access: [Nanohybrids for Advanced Wastewater Treatment and Energy Recovery](https://www.iwaponline.com), [www.iwaponline.com](https://www.iwaponline.com)



- Sistemi bioelettrochimici (Bioelectrochemical systems, BES)

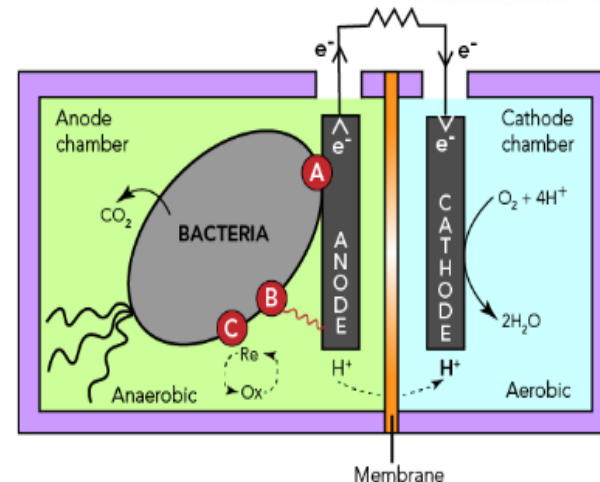
Reviews:

<https://doi.org/10.1016/j.totert.2022.100023>

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121274>

Libro: Bioelectrochemical Systems - Vol.2 Current and Emerging Applications, Springer, 2020

<https://doi.org/10.1007/978-981-15-6868-8>



# Conclusioni

- Gli obiettivi della nuova direttiva sono **ambiziosi** e **occorre darsi da fare ADESSO**
- **La situazione attuale italiana è in generale molto lontana dagli obiettivi**, con poche eccezioni
- **Gli interventi devono essere pianificati e coordinati almeno a livello di ATO o, meglio a livello regionale**, basati su analisi multiobiettivo e strumenti di pianificazione e ottimizzazione
- **Adottare nuove tecnologie** per la riduzione dei consumi energetici e ottimizzare la produzione di energie rinnovabili