





BioMAc 2016
Bioreattori a Membrane (MBR)
 e trattamenti avanzati per la depurazione delle Acque

**CONFRONTO TRA DUE IMPIANTI DI
 DEPURAZIONE CAS E MBR: ASPETTI TECNICI,
 ECONOMICI E AMBIENTALI**
 Giorgio Bertanza (Università di Brescia)
 Matteo Canato, Mentore Vaccari

Palermo, 27-28 ottobre 2016


Sommario

- **Introduzione**
 - Motivazioni del lavoro
 - Impostazione metodologica
- **Metodi**
 - Procedura di valutazione
 - Il caso di studio
- **Risultati**
 - Bilanci di massa e di energia
 - Valutazione tecnico-economico-ambientale
- **Considerazioni conclusive**




Introduzione

- Vari aspetti differenziano MBR da CAS (CAPEX, OPEX, area, efficienza, biologia, automazione, manutenzione, controlli ...)
- Moltissimi lavori ma su aspetti specifici




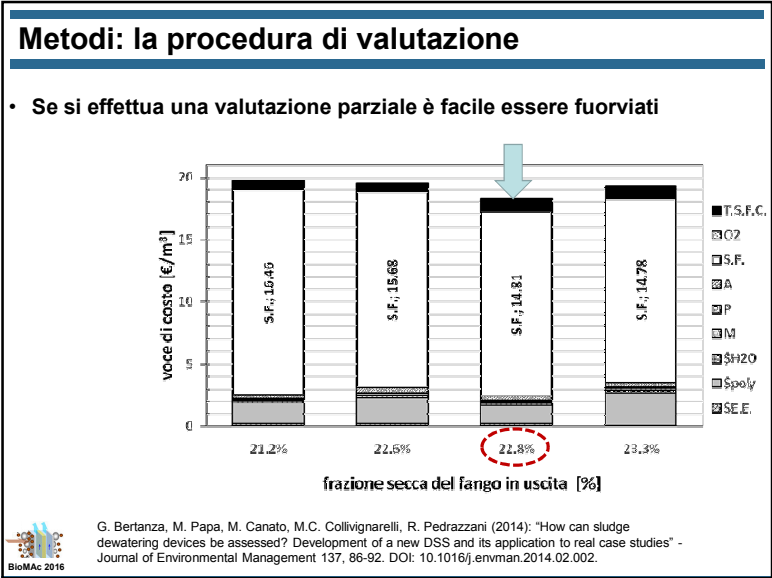
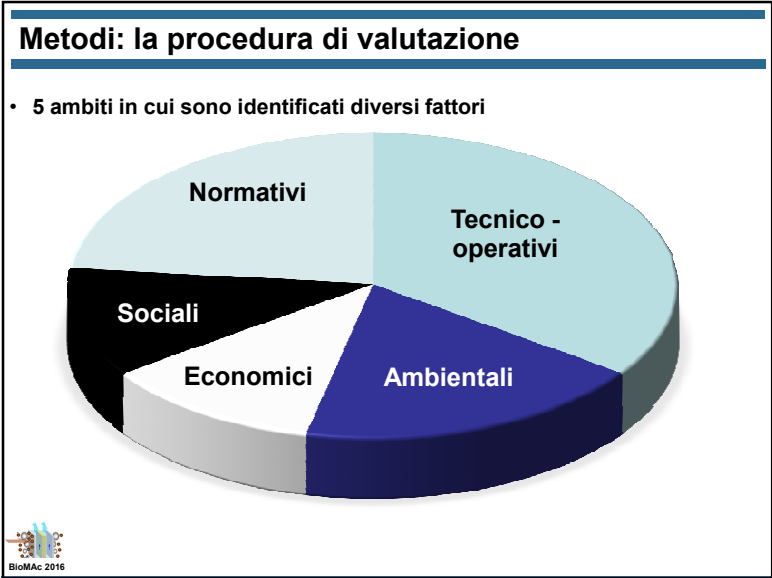
- raramente studi su impianti a scala reale (sia MBR sia CAS)
- difficilmente presi in esame contemporaneamente aspetti tecnico-gestionali, ambientali, economici e sociali
- Questo lavoro: confronto olistico basato su oltre 30 parametri. Impianti reali: dati gestionali di un impianto da 250.000 AE, suddiviso in CAS e MBR



Metodi: la procedura di valutazione

- Inizialmente sviluppata nell'ambito del progetto europeo ROUTES (http://cordis.europa.eu/project/rcn/98727_it.html) e successivamente integrata e modificata
- Bertanza G., Baroni P., Canato M. (2016) Ranking sewage sludge management strategies by means of Decision Support Systems: a case study. Resources, Conservation and Recycling, 110, pp. 1-15. Doi: 10.1016/j.resconrec.2016.03.011
- Bertanza G., Canato M., Heimersson S., Laera G., Salvetti R., Slavik E., Svanström M. (2015) Techno-economic and environmental assessment of sewage sludge wet oxidation. Environmental Science and Pollution Research, 22, pp. 7327-7338. Doi: 10.1007/s11356-014-3378-6
- Bertanza G., Canato M., Laera G., Tomei M. C. (2015) Methodology for technical and economic assessment of advanced routes for sludge processing and disposal. Environmental Science and Pollution Research, 22, pp. 7190-7202. Doi: 10.1007/s11356-014-3088-0
- Gianico A., Bertanza G., Braguglia C.M., Canato M., Laera G., Heimersson S., Svanström M., Mininni G. (2015) Upgrading a wastewater treatment plant with thermophilic digestion of thermally pre-treated secondary sludge: techno-economic and environmental assessment. Journal of Cleaner Production, 102, pp. 353-361. Doi: 10.1016/j.jclepro.2015.04.051
- Svanström, M., Bertanza, G., Bolzonella, D., Canato, M., Collivignarelli, C., Heimersson, S., Laera, G., Mininni, G., Peters, G., Tomei, M.C. (2014) Technical, economic and environmental benchmarking of advanced sludge processing routes. Water Science and Technology, 69, pp. 2407-2416. Doi: 10.2166/wst.2014.092.
- Tomei M. C., Bertanza G., Canato M., Heimersson S., Laera G., Svanström M. (2016) Techno-Economic and Environmental Assessment of Upgrading Alternatives for Sludge Stabilization in Municipal Wastewater Treatment Plants. Journal of Cleaner Production, 112, pp. 3106-3115. Doi: 10.1016/j.jclepro.2015.10.017





Metodi: la procedura di valutazione

Esempio

Attributi elementari	Giudizio sintetico o valori soglia
AMBITO TECNICO-OPERATIVO	
Categoria: Affidabilità	
Affidabilità (es. in relazione alla variabilità delle caratteristiche del fango/acqua reflua in ingresso) delle tecnologie	Bassa, Media, Alta
Numero di applicazioni alla scala reale esistenti in UE	0; 1 ÷ 10; >10
Intervallo di variabilità delle prestazioni del processo nelle condizioni operative tipiche	1% ÷ 5%; 5% ÷ 10%; >10%

BioMAc 2016

Metodi: la procedura di valutazione

- Valutazione economica
- Analisi di sensitività: condizioni più favorevoli vs condizioni meno favorevoli
- Esempio:

Condizioni:	più favorevoli	meno favorevoli
Unitary income for electricity sale [€/kWh _e]	0.2240	0.1695
Unitary cost of methane [€/Nm ³]	0.228	0.839
Unitary cost for solid/slurry disposal [€/t]	20	100

BioMAc 2016

Metodi: la procedura di valutazione

- **Aspetti ambientali**
- **MOLTI STRUMENTI: es. LCA (e derivati) ma anche metodi alternativi**

M. Papa, R. Pedrazzani, G. Bertanza (2013) "How green are environmental technologies? A new approach for a global evaluation: the case of WWTP effluents ozonation" - Water Research, 47, 3679-3687. doi:10.1016/j.watres.2013.04.015

M. Papa, C. Alfonsin, M.T. Moreira, G. Bertanza "Ranking wastewater treatment trains based on their impacts and benefits on human health: a "Biological Assay and Disease" approach" – Journal of Cleaner Production, accepted with minor revision

- **Scelta LCA, categorie di impatto: (1) contributo al riscaldamento globale (GWP), (2) potenziale di acidificazione (AP), (3) potenziale di eutrofizzazione, relativo alle voci: sistemi marini (EPm), acqua di falda (EPf) e sistemi terrestri (EPt) e (4) potenziale di formazione di ossidanti fotochimici (POFP)**



Metodi: il caso di studio

- **Depuratore di Brescia (Verziano)**
- **Capacità nominale 250.000 AE**
- **Omogeneizzazione in testa**
- **2 linee CAS + 1 linea MBR (dal 2000)**
- **Predenitrificazione + defosfatazione chimica**
- **Carico effettivo 180.000 AE₁₀: MLSS = 2 (CAS); 5,2 (MBR)**



Metodi: il caso di studio

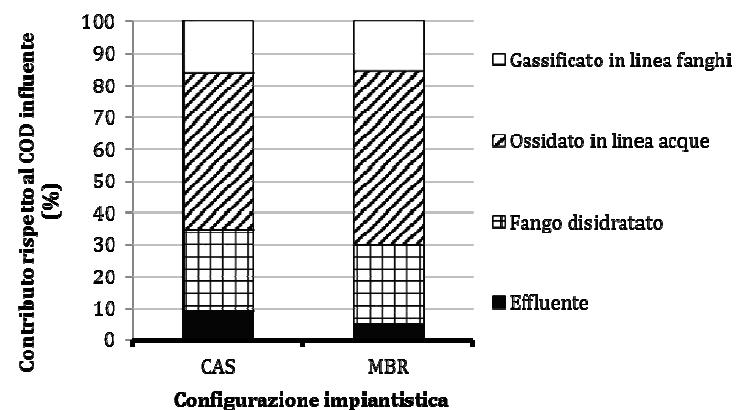
- **Caratteristiche influente/effluente**

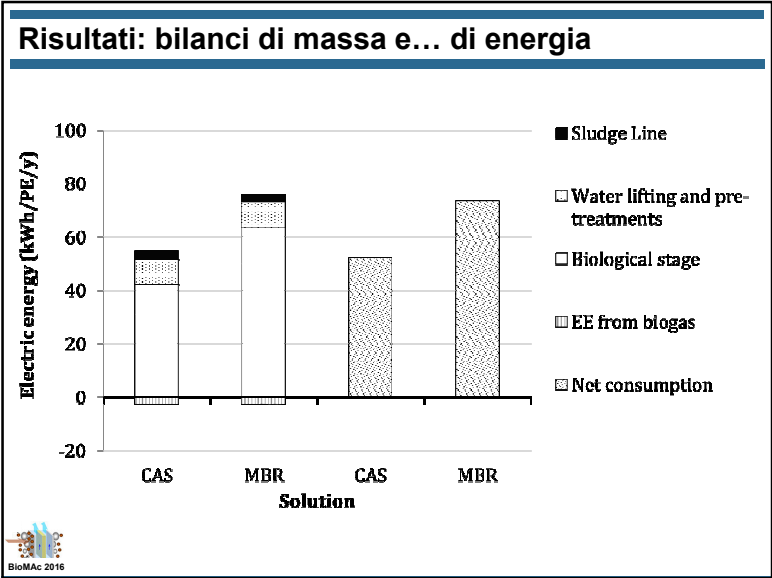
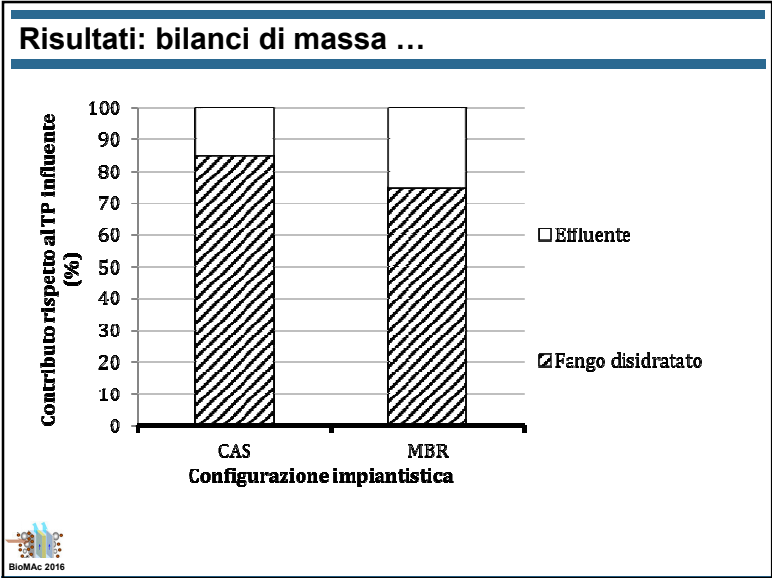
		Influente	Effluente CAS	Effluente MBR
Solidi sospesi totali (SST)	[mg/L]	180	18	1,0
COD	[mg/L]	250	22	13
Azoto totale (TN)	[mg/L]	25	9,7	8,5
Fosforo totale (TP)	[mg/L]	3,9	0,6	1,0

- **Dati reali di carichi, consumi reattivi, produzione fanghi, consumi energetici**



Risultati: bilanci di massa...



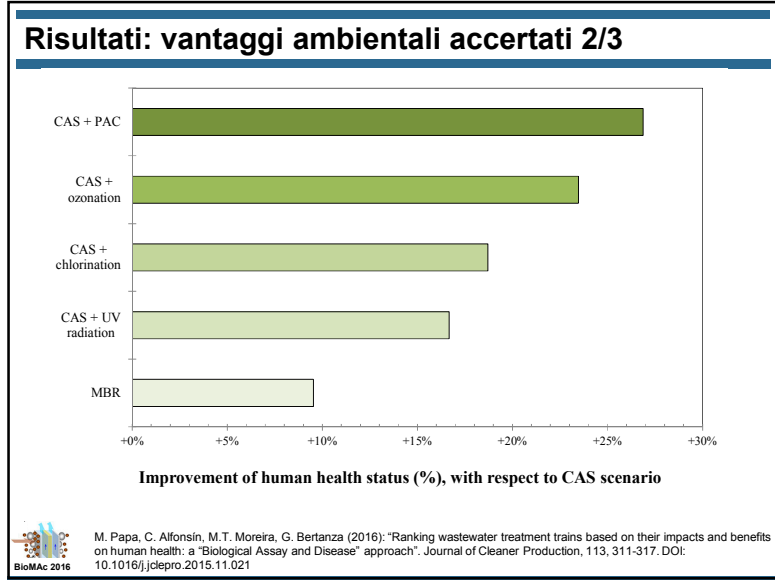
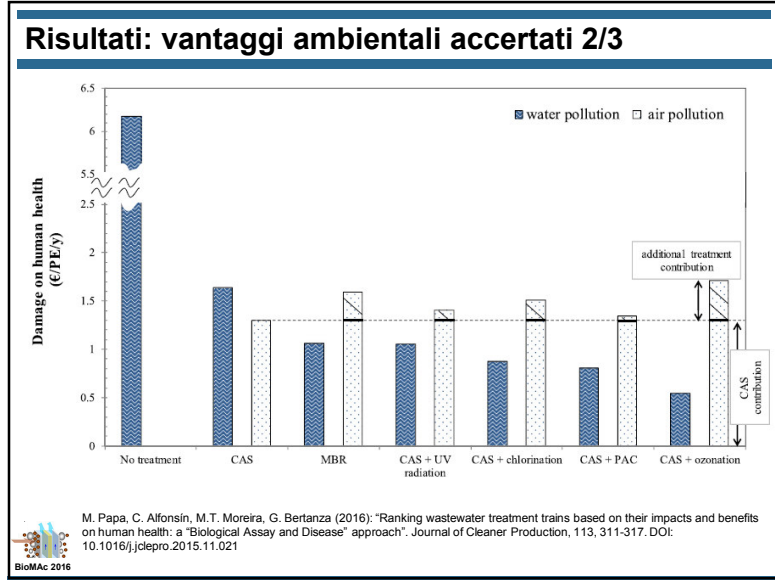
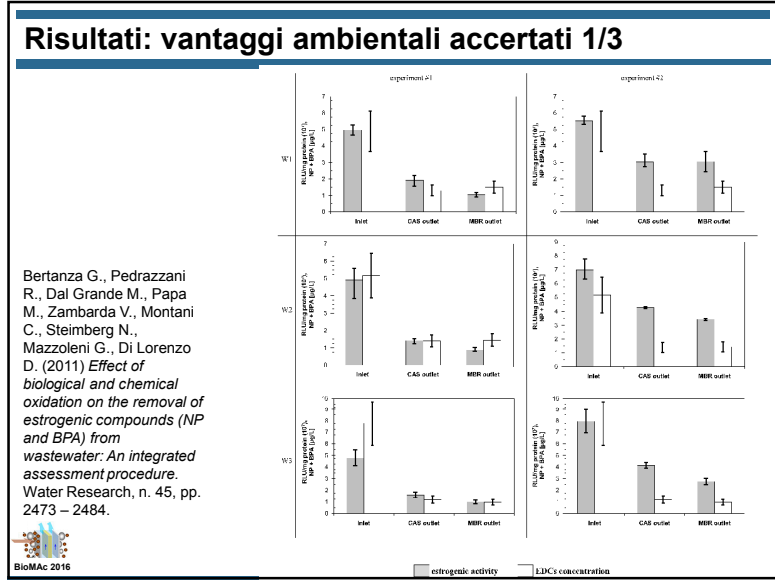
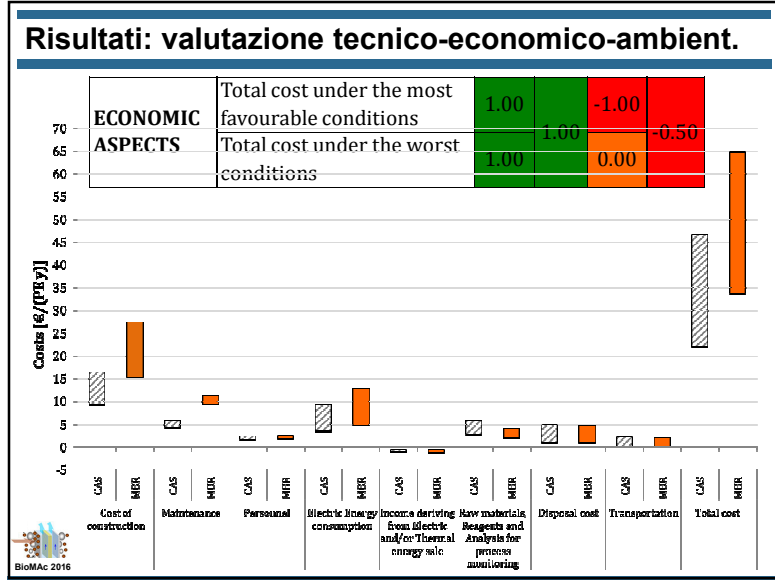


Risultati: valutazione tecnico-economico-ambient.

Category	Sub-category	CAS		MBR	
		Detailed	Total	Detailed	Total
TECHNICAL ASPECTS	Reliability	0.67	0.54	0.67	0.41
	Flexibility / Modularity	0.75		0.75	
	Complexity of the facility: required interventions for installation, building and operation	0.20	-0.20		

Risultati: valutazione tecnico-economico-ambient.

ADMINISTRATIVE ASPECTS - NORMATIVE CONSTRAINTS	Complexity of authorization/administrative process (authorization for emissions, safety standards, certifications, ...)	-	1.00	-	1.00
SOCIAL ASPECTS	Economic Impact	1.00	-0.33	0.00	0.00
	Effluent quality	-1.00		0.00	
	Odours	-1.00		-1.00	
	Landscape impact	-1.00		0.00	
	Soil consumption	-1.00		0.00	
	Others	1.00		1.00	



Conclusioni

- Conclusioni NON generalizzabili: CAS 0,64 > MBR 0,08 (eccetto LCA)
- Punto di forza del lavoro: completezza della valutazione
- Bilanci di massa: meglio MBR eccetto che P
- Bilanci energetici: 73,37 kWh/AE/a MBR vs 52,25 kWh/AE/a CAS (senza filtrazione terziaria) 0,48 vs 0,38 kWh/m³
- Aspetti sociali: svantaggiato CAS
- Costi ammortamento + esercizio: MBR + 38 ÷ 53%
- LCA: MBR peggio per consumi energetici e minor rimozione P; meglio per migliore effluente (eccetto P) e minor consumo solfato Al.
DALY: MBR riduce estrogenicità e impatto complessivo



Giorgio Bertanza

Università degli Studi di Brescia, DICATAM

giorgio.bertanza@unibs.it