



Università degli
Studi di Salerno



Università degli Studi di
Napoli Federico II



Università degli
Studi di Palermo



BioMAc 2012

BIOREATTORI A MEMBRANE (MBRs) PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

I costi d'investimento e di esercizio dei sistemi MBR

Marco Campagna, Paolo Roccaro, Federico G. A. Vagliasindi (Università di Catania)

Palermo, 4-5 Luglio, 2013

Sommario

- **CAS vs MBR**
- **Vantaggi e svantaggi degli MBR**
- **Il mercato degli MBR in Europa**
- **Metodologia di calcolo dei costi di trattamento**
- **Confronto dei costi capitali, operativi e totali unitari di trattamento per impianti di depurazione CAS e MBR**
- **Inserimento degli MBR in impianti multi-barriera**
- **Costi - fattibilità - sostenibilità**
- **Conclusioni**

Introduzione: CAS vs MBR

- **Processi convenzionali a fanghi attivi (Conventional Activated Sludge, CAS)**
 - grandi bacini di aerazione e sedimentazione
 - grosse quantità di fanghi di supero
 - problemi nella fase di separazione solido/liquido (bulking e foaming)
- **Bioreattore a Membrana (Membrane Bio-Reactor, MBR):** sostituisce le due fasi di un impianto tradizionale a fanghi attivi e sedimentazione con un singolo step di chiarificazione e trattamento biologico integrato

Introduzione: Vantaggi degli MBR

- **Vantaggi degli MBR (anche in relazione ai costi)**
 - **Riduzione aree di ingombro**
 - **Riduzione della produzione di fanghi di supero (Gander, 2000)**
 - **Le produzioni di fango di supero variano tra 0 e 0,4 kg SST/kg COD rimosso e tendono a diminuire sempre di più al diminuire del carico del fango (Stephenson, 2000)**
 - **Migliore qualità dell'effluente: osmotizzabile**
 - **Sconnessione fra età del fango e tempo di detenzione idraulica**
 - **Meno limitazioni alla selezione della biomassa**

Introduzione: Svantaggi degli MBR

- **Svantaggi degli MBR (anche in relazione ai costi)**
 - **Il fango prodotto dagli impianti MBR generalmente presenta caratteristiche di destrutturazione tali da renderne difficile la disidratazione meccanica**
 - **Fouling**
 - **Necessità di accumulo a monte**
 - **Costo di investimento**
 - **Costo di gestione (energia)**

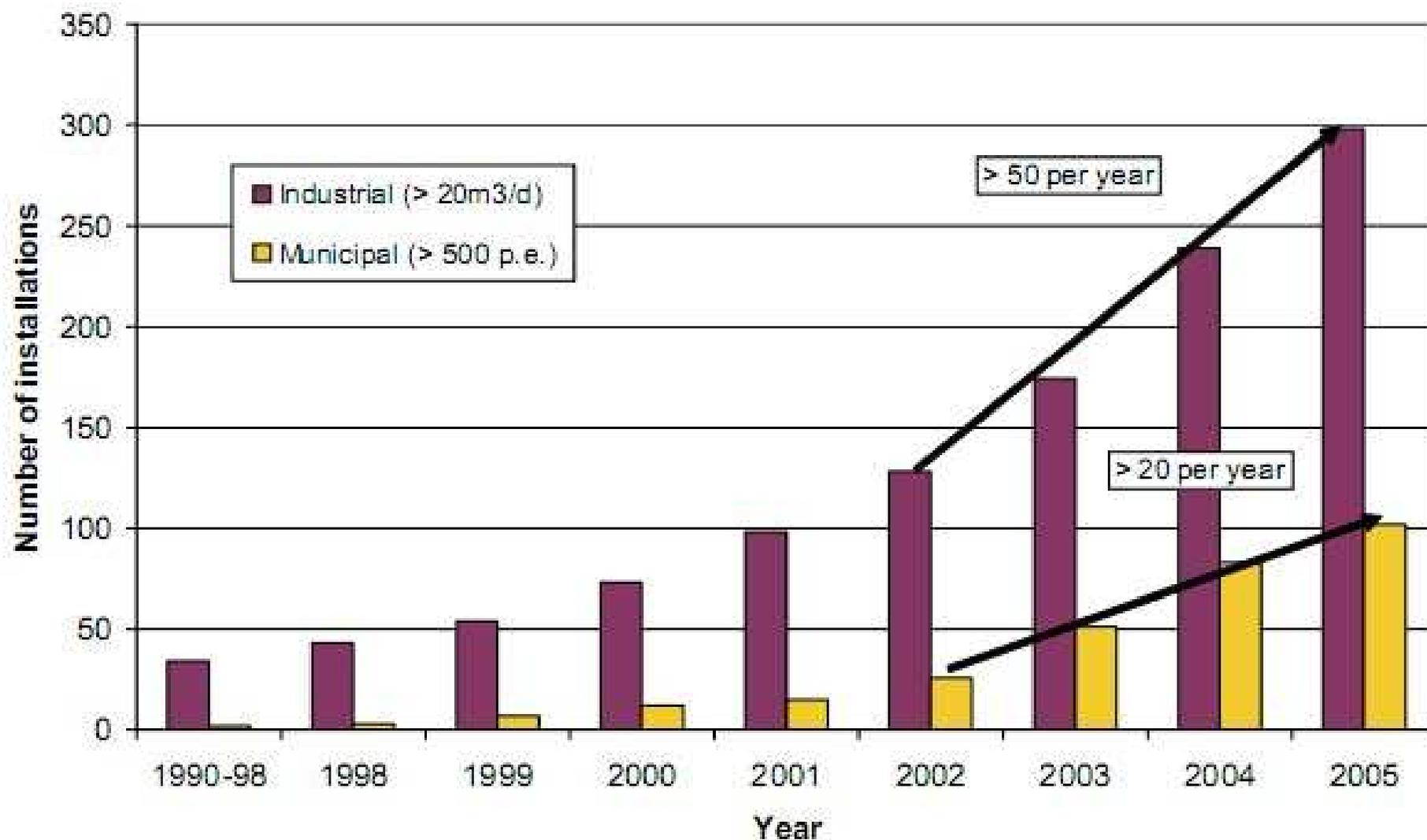
Introduzione: il mercato degli MBR in Europa

- L'MBR fu commercializzato per la prima volta negli anni '70 e '80 per mercati specifici come acque di sentina delle navi, percolati di discarica o rifiuti industriali altamente contaminati.
- I sistemi MBR side-stream e sommersi: riduzione dei costi

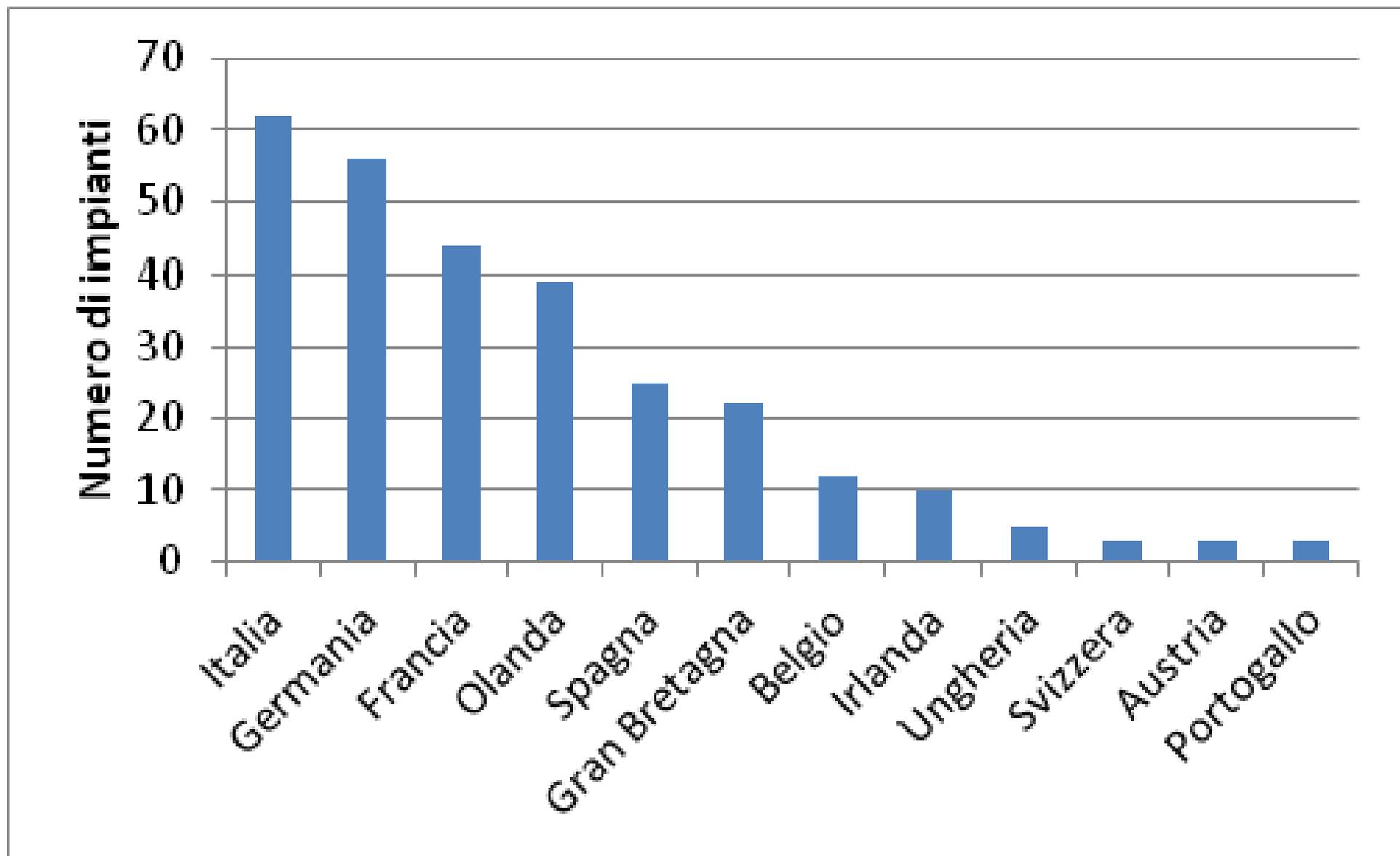
Introduzione: il mercato degli MBR in Europa

- Nei primi anni '90, il mercato pioniere è stato quello del settore industriale, mentre nel settore civile si è iniziato solo nel 1999.
- In Europa, il primo impianto MBR su scala reale per il trattamento di reflui civili fu commissionato a Porlock (UK) nel 1998 (3800 AE).
- Nel 2004, il più grande impianto MBR al mondo fu commissionato per servire una popolazione di 80000 AE a Kaarst (Germania).
- Le installazioni crebbero così da “piccoli impianti” a “impianti molto grandi” nel giro di pochi anni.
- Nel 2002, si potevano contare 154 MBR, il cui 85% era per applicazioni industriali.

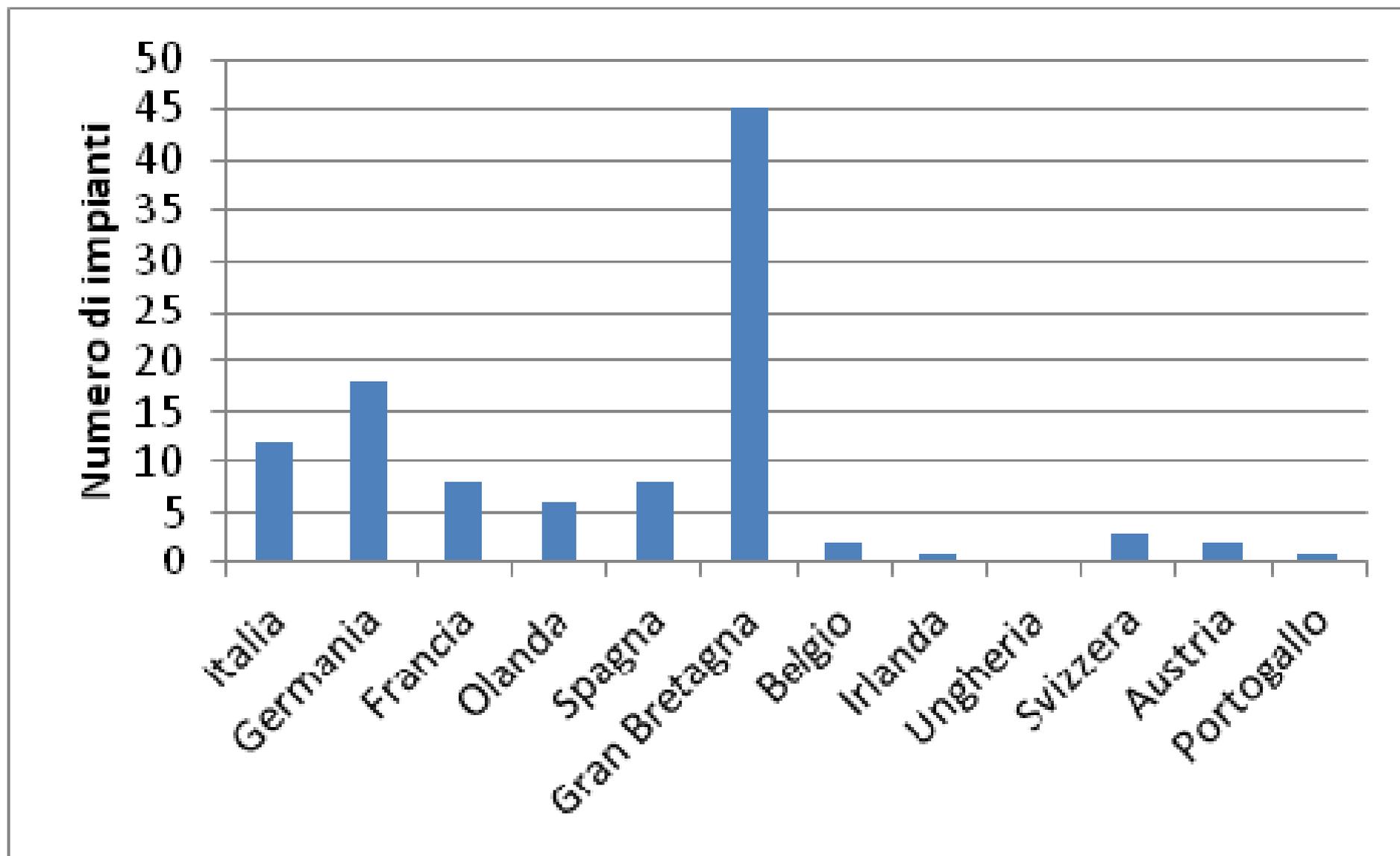
Sviluppo del mercato di MBR nei settori civile ed industriale (Lesjean, 2008)



Distribuzione geografica degli impianti MBR industriali: anno di riferimento 2005 (adattato da Lesjean, 2008)



Distribuzione geografica degli impianti MBR civili: anno di riferimento 2005 (adattato da Lesjean, 2008)



Costi di trattamento

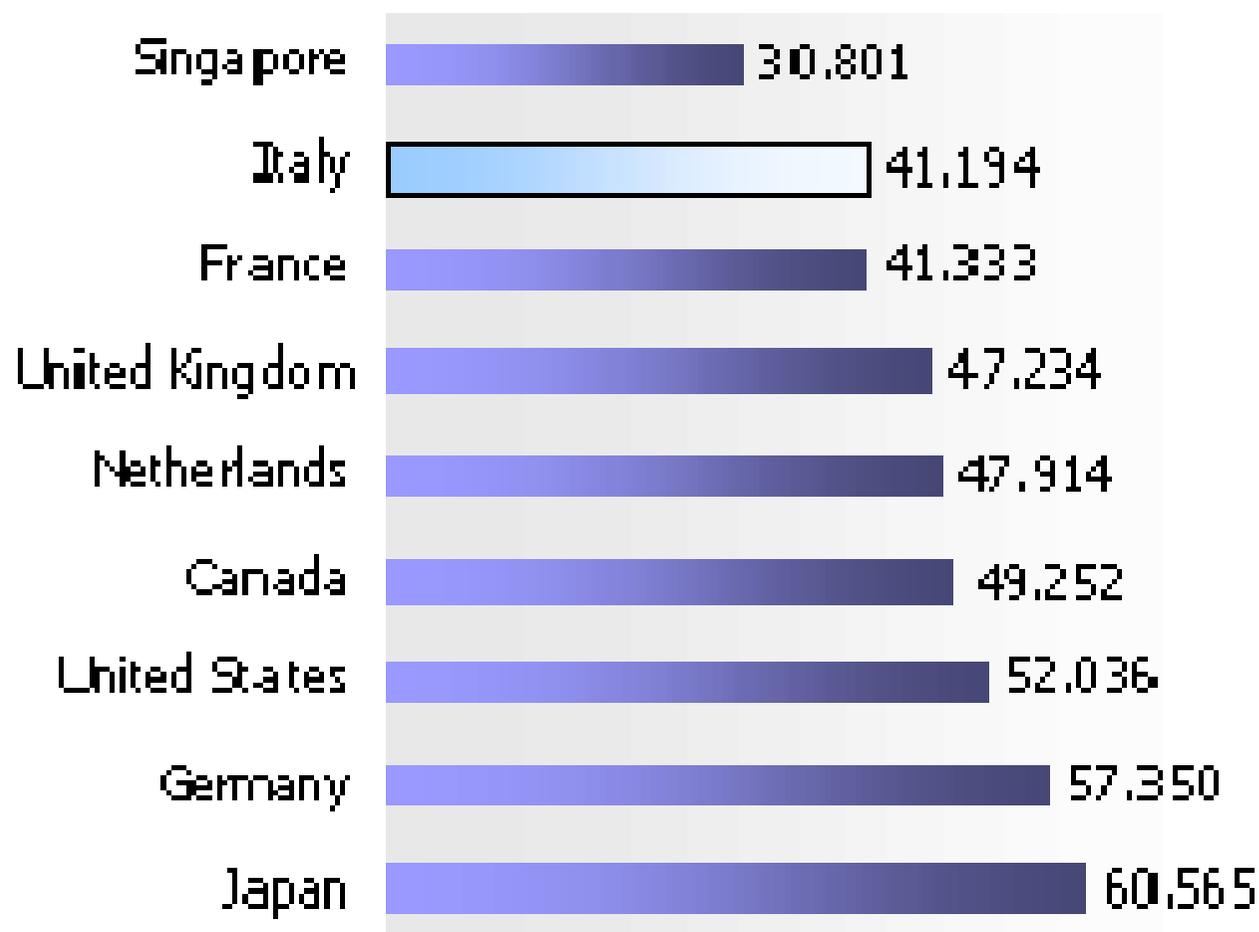
- **La valutazione dei costi di trattamento, sia capitali (capex) che di gestione (opex), risulta di fondamentale importanza in tutte le opere dell'ingegneria.**
- **Nel caso degli impianti di trattamento delle acque reflue, la conoscenza delle diverse voci di costo risulta necessaria:**
 - **in fase di progettazione, al fine di confrontare diverse alternative di trattamento sulla base di criteri di natura economica;**
 - **in fase di esercizio, al fine di valutare l'efficienza complessiva in termini tecnico-economici**

Costi di trattamento

- **Forte variabilità dei costi di costruzione degli impianti di trattamento delle acque reflue connessa a:**
 - **Dimensione degli impianti;**
 - **Caratteristiche delle acque reflue;**
 - **Articolazione in linee parallele (flessibilità di funzionamento a fronte dei fuori esercizio);**
 - **Modalità realizzative;**
 - **Fattori locali.**

Costi di manodopera

Labor Cost Comparison - Salaries and Wages - Average
per Employee (US\$)
Source : Kpmg 2006



Costi di trattamento



Costi di infrastrutture

Confronto costi di costruzione

	FRANCIA		SPAGNA		ITALIA	
	km linee	costo medio/Km (M€/Km)	km linee	costo medio/Km (M€/Km)	km linee	costo medio/Km (M€/Km)
Linee realizzate	1.548	10	1.030	9	564 (*)	32
	<i>Sud Est Atlantique Rhone-Alpes Nord Europe Paris Interconnexions Mediterranee</i>		<i>Madrid-Barcelona Madrid-Siviglia</i>		<i>Firenze-Roma Roma-Napoli Torino-Novara</i>	
Linee in progettazione o in realizzazione	990	13	1.490	15	647	45
	<i>Est Europeo Perpignan-Figueras Rhone-Rhone Nimes-Montpellier Sud Atlantiques</i>		<i>Connessione Toledo a Madrid-Siviglia Madrid-Frontiera francese Malaga-Costa del Sol Valladolid-Madrid Madrid-Alicante-Murcia</i>		<i>Novara-Milano Milano-Bologna Bologna-Firenze Terzo Valico Milano-Venezia</i>	

(*) di cui la FI-RM per 241 km

Costi di trattamento

- **Valutazione dei costi capitali ed operativi:**
 - **Analitica: Computo metrico**
 - **Progettazione esecutivamente;**
 - **Difficoltà a reperire i costi di attrezzature ed opere elettromeccaniche per impianti di depurazione (non esistono delle voci di questo genere sui prezzi regionali)**
 - **Non analitica: stima di massima per la valutazione dei costi unitari di trattamento ($\text{€}/\text{m}^3$) ricavabili da:**
 - **Dati e metodologie proposte in letteratura**
 - **Database regionali dei costi di costruzione e gestione degli impianti esistenti**

Costi di trattamento

- **I costi capitali vengono espressi in € e includono:**
 - **Scavo e preparazione del sito**
 - **Attrezzature**
 - **Calcestruzzo**
 - **Acciaio**
 - **Manodopera**
 - **Tubazioni e valvolame**
 - **Attrezzature e strumentazioni elettriche**
 - **Edifici.**

Costi di trattamento

- **Tra i costi capitali vanno inoltre considerate le somme a disposizione della stazione appaltante:**
 - **IVA**
 - **Spese tecniche (relazione geologica, progettazione e direzione lavori)**
 - **Acquisto area ed espropri**
 - **Servitù**
 - **Allacciamenti (elettricità e servizio idrico)**
 - **Imprevisti (<5%).**

Costi di trattamento

- **I costi di esercizio vengono espressi in €/anno e includono:**
 - **Personale operativo e di impianto**
 - **Spese energetiche**
 - **Reagenti di processo**
 - **Smaltimento fanghi**
 - **Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere (compresi i materiali di consumo)**
 - **Vanno inoltre valutati i costi di esercizio a livello centrale comprendenti:**
 - **Costi per il personale amministrativo e di controllo;**
 - **Spese generali (materiali d'ufficio, automezzi e mezzi d'opera, spese per materiale di laboratorio)**

Costi di trattamento

- **In fase di pianificazione il confronto economico tra varie alternative di trattamento viene condotto sommando i costi di esercizio e gli oneri annui di ammortamento dei costi capitali**
- **L'ammortamento dei costi capitali può effettuarsi in base al tasso annuo di interesse e considerando la durata funzionale dell'impianto di trattamento**
- **Il tasso annuo di interesse viene stabilito sulla base dei tassi bancari correnti**

Costi di trattamento

- **La durata funzionale può essere valutata distintamente per le opere civili e per le attrezzature elettromeccaniche.**
- **Ipotizzando un tasso annuo di interesse del 7% ed una vita funzionale di 10 anni per le parti elettromeccaniche e 30 anni per le opere civili si ottengono rispettivamente oneri annui di ammortamento pari al 14% e all'8% del costo capitale**

Costi di trattamento

$$OAAC = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} C_o$$

OAAC = onere annuo di ammortamento €/anno

i = tasso di interesse

n = numero di anni di vita funzionale dell'opera

C_o = costo capitale dell'opera

Costi di trattamento

- Il **C**osto **U**nitario **T**otale (**CUT**) viene solitamente espresso in €/m³ di acqua trattata

$$\text{CUT} = \frac{\text{OACC} + \text{CTE}}{\text{Qinf}}$$

- Qinf = portata annua influente all'impianto (m³/anno)
- OACC = onere annuo di ammortamento dei costi capitali (€/anno)
- CTE = costi totali di esercizio (€/anno)

- **Dimensionato delle singole unità di trattamento presenti negli schemi di trattamento proposti**
- **Valutazione dei costi**
- **La metodologia seguita per la costruzione delle curve di costo unitario ($\text{€}/\text{m}^3$), per ciascuno schema di trattamento proposto, ha previsto il calcolo dei costi capitali, di gestione e unitari (totali), relativi a quattro diverse dimensioni di impianto.**

Costi di trattamento: Metodologia per il calcolo delle curve di costo

- **Fattore di scala.**
- **Calcolo dei costi unitari, comprensivi dei costi capitali e di gestione , per ciascuno schema considerando 5.000, 10.000, 50.000 e 100.000 AE serviti.**
- **Dotazione idrica.**
- **Le curve di costo unitario ($\text{€}/\text{m}^3$) e le leggi che legano i costi al numero di abitanti sono state ricavate, per ciascun schema, tramite i quattro punti sperimentali noti.**

- **Il costo delle opere civili è stato calcolato, dopo un dimensionamento di massima delle unità di trattamento e delle opere civili (calcestruzzo e acciaio), tramite il computo metrico relativo alle seguenti voci:**
 - scavo opera
 - cemento
 - acciaio
 - casseforme
- **Per il calcolo dei costi si è fatto riferimento al prezzario regionale per il Lavori Pubblici nella Regione Siciliana.**

- **I costi delle singole apparecchiature elettromeccaniche sono stati reperiti attraverso opportune indagini di mercato, contattando aziende che operano in questo settore:**
 - **ECOMAC srl.**
 - **OFFICINE MECCANICHE SAVI**
 - **PIERALISI**
 - **INDUSTRIE CHIMICHE CAFFARO**
 - **SIEMENS**

- **I costi di esercizio sono stati stimati, sulla base dei dati di letteratura (Bonomo, 1992) adattati e aggiornati, considerando le seguenti voci:**
 - **personale operativo di impianto**
 - **energia**
 - **reattivi di processo**
 - **smaltimento fanghi**
 - **manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere (compresi materiali di consumo)**

Costi di trattamento: Schemi a confronto

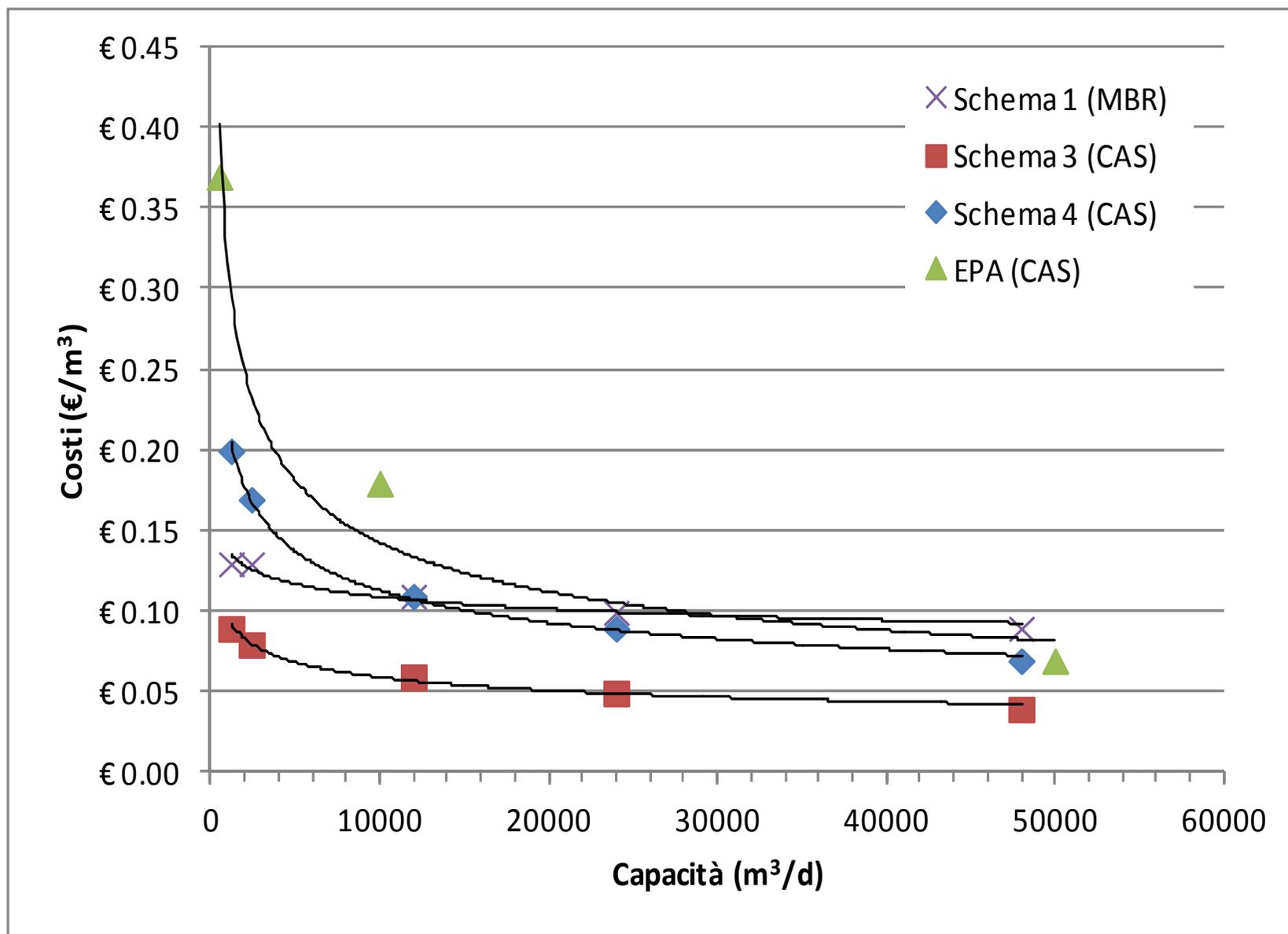
- SCHEMA 1 (Roccaro, 2010): trattamenti preliminari, sedimentazione primaria, MBR con rimozione biologica di N e P.
- SCHEMA 2 (Verrecht, 2010): trattamenti preliminari, equalizzazione, reattore anossico, MBR (rimozione biologica di N e P).
- SCHEMA 3 (Roccaro, 2010): trattamenti preliminari, sedimentazione primaria, CAS, sedimentazione secondaria.
- SCHEMA 4 (Friedler, 2006): trattamenti preliminari, sedimentazione primaria, CAS, sedimentazione secondaria.

Costi capitali specifici per impianti di depurazione di diversa tipologia

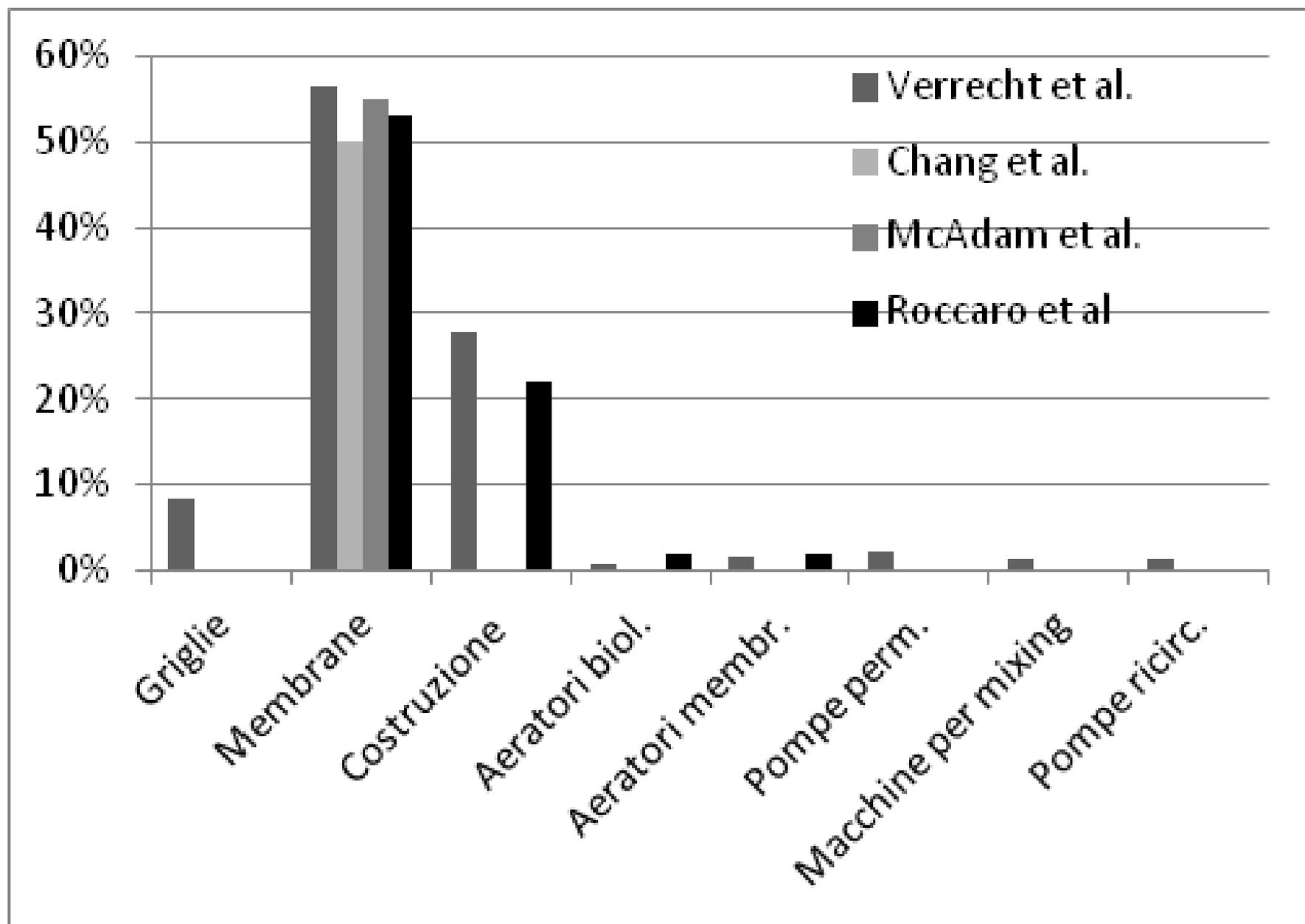
Schema	Portata (m ³ /d)	AE	Costi (€/m ³)	Costi (€/AE anno)	Riferimento bibliografico
Schema 1	48000	200.000	0,09	8	Roccaro, 2010
Schema 2	59580	248.250	0,05	5	Verrecht, 2010
Schema 3	48000	200.000	0,04	3,5	Roccaro, 2010
Schema 4	48000	200.000	0,07	6	Friedler, 2006

In tutti gli schemi non sono stati considerati i costi relativi a strutture di servizio, sistemazione area, IVA, spese di progettazione ed altre somme a disposizione e costi di acquisto dell'area.

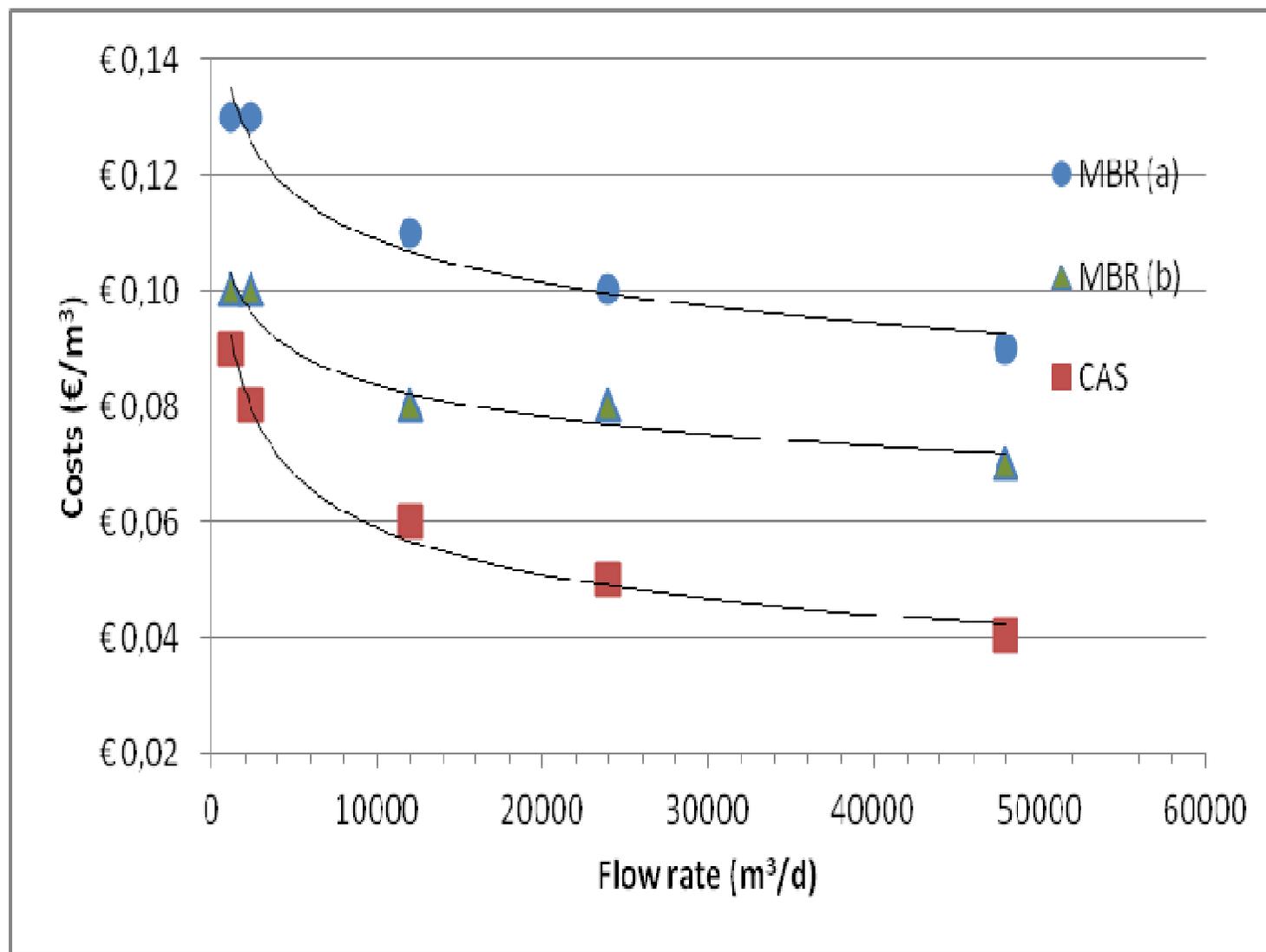
Confronto fra costi capitali unitari (€/m³) di impianti MBR e CAS



Breakdown dei costi capitali secondo vari autori



Confronto fra costi capitali unitari (€/m³) di impianti MBR e CAS considerando la diversa produzione di fango



MBR (a) ha la stessa produzione di fango del CAS, mentre MBR (b) ha minore produzioni di fango.

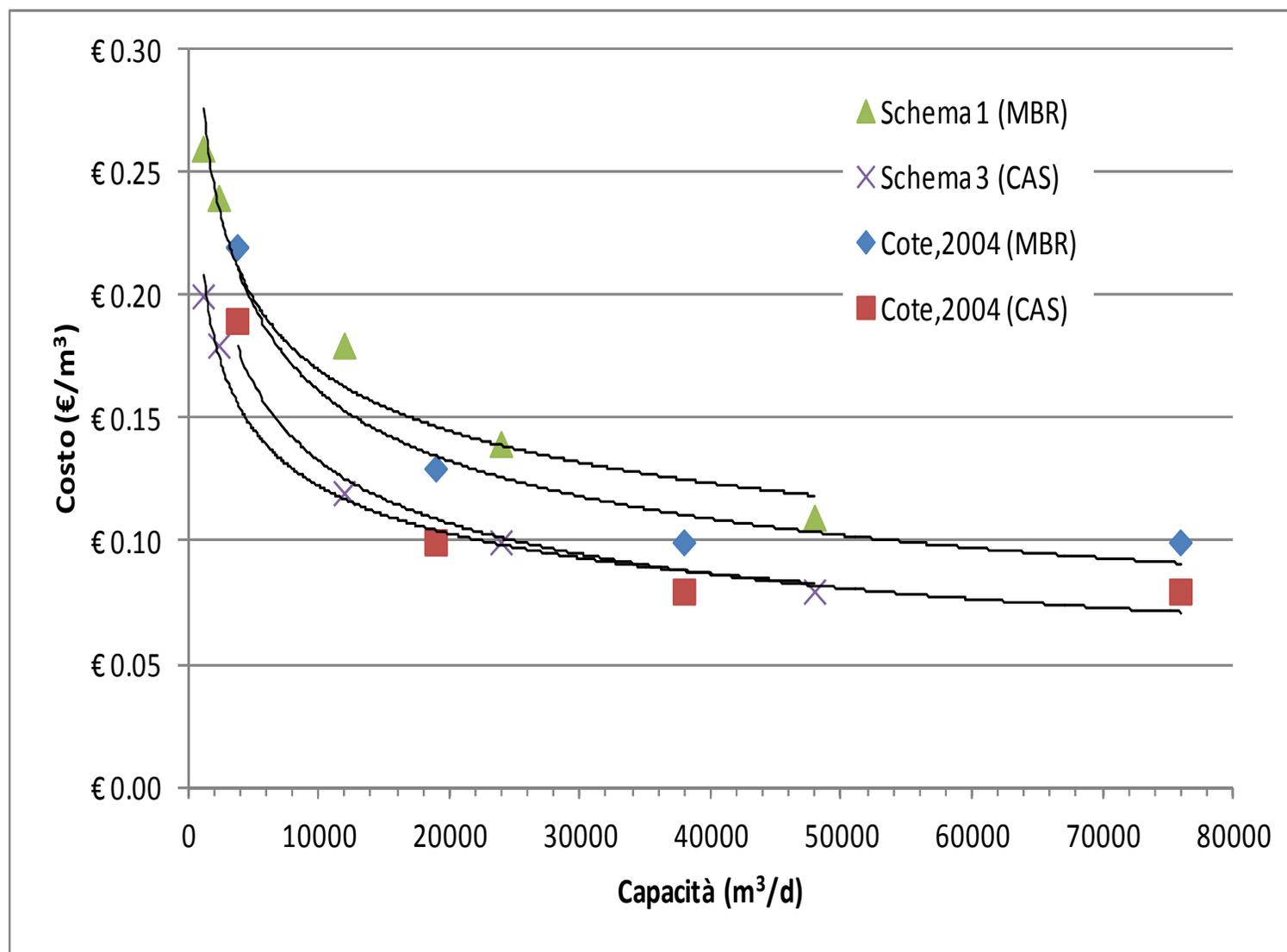
Costi di gestione unitari per impianti MBR

Schema d'impianto	Portata (m ³ /d)	Costi (€/m ³)	Riferimento bibliografico
Schema 1	48000	0,16	Roccaro, 2010
Schema 2	20851	0,12	Verrecht, 2010
Schema 5*	Scala lab.	0,40	Gil, 2010
Schema 6**	18120	0,29	Krzeminski, 2012
Schema 6**	38000	0,10	Côtè, 2004

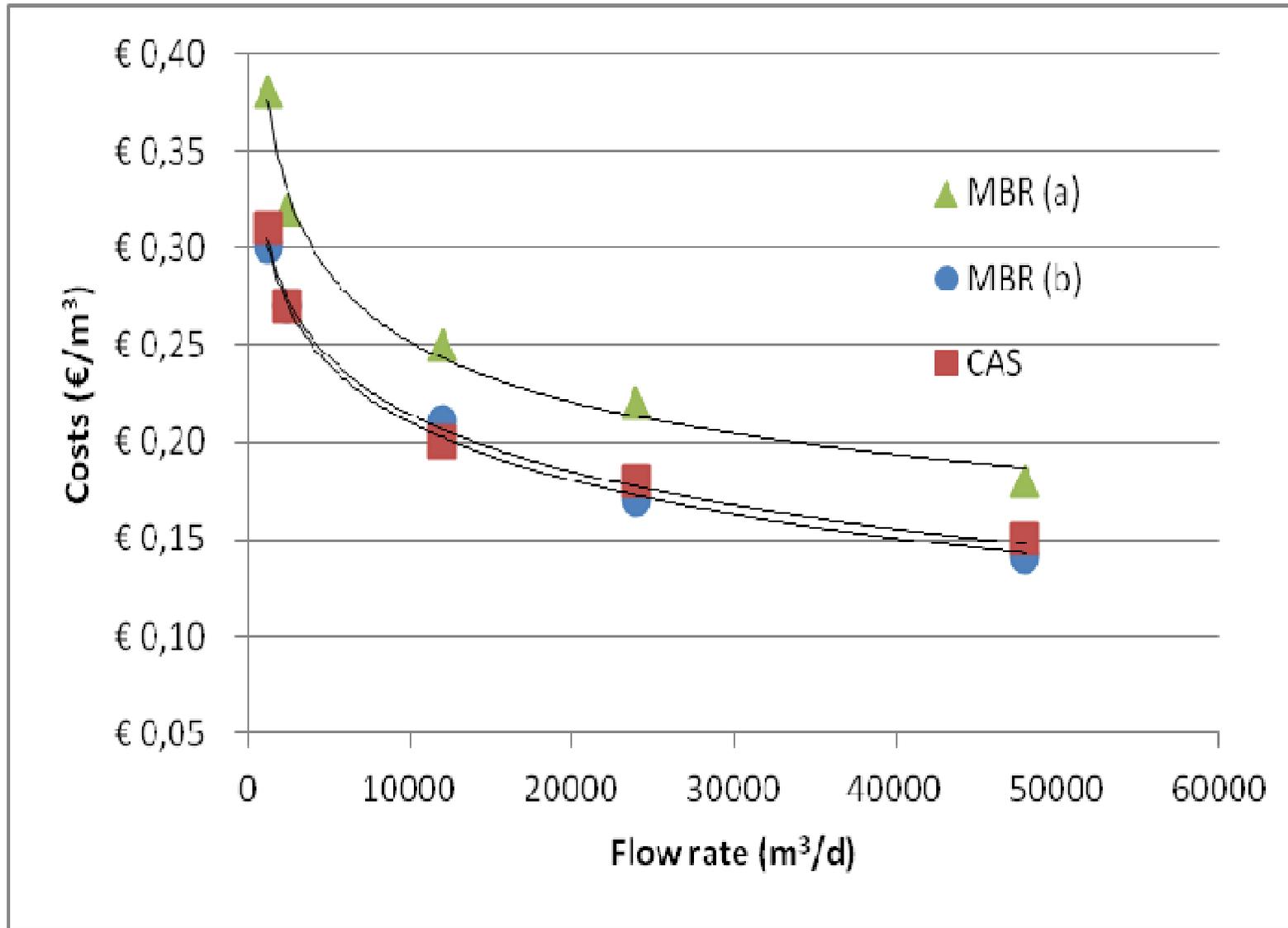
*Schema 5: sedimentazione primaria, denitrificazione, MBR;

**Schema 6: trattamenti preliminari, MBR.

Confronto tra curve dei costi di gestione unitari di impianti MBR e CAS

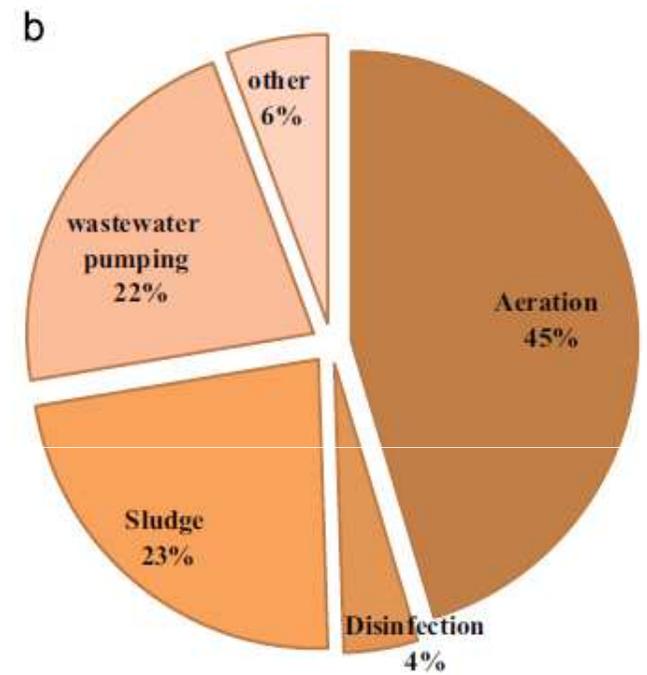
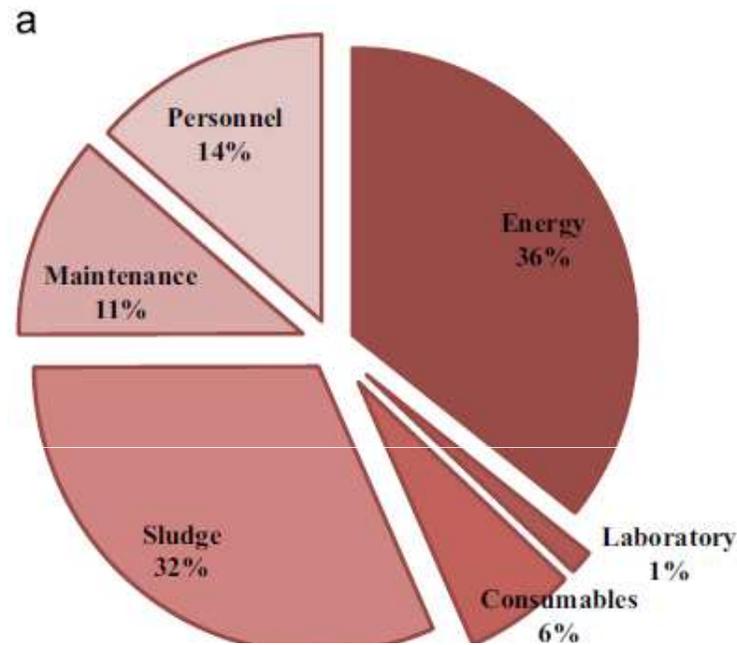


Confronto fra costi di gestione unitari (€/m³) di impianti MBR e CAS considerando la diversa produzione di fango



MBR (a) ha la stessa produzione di fango del CAS, mentre MBR (b) ha minore produzioni di fango.

Breakdown dei costi operativi per impianti CAS (biological nutrient Removal - BNR) e MBR



b) distribution of electricity costs for Option 1.

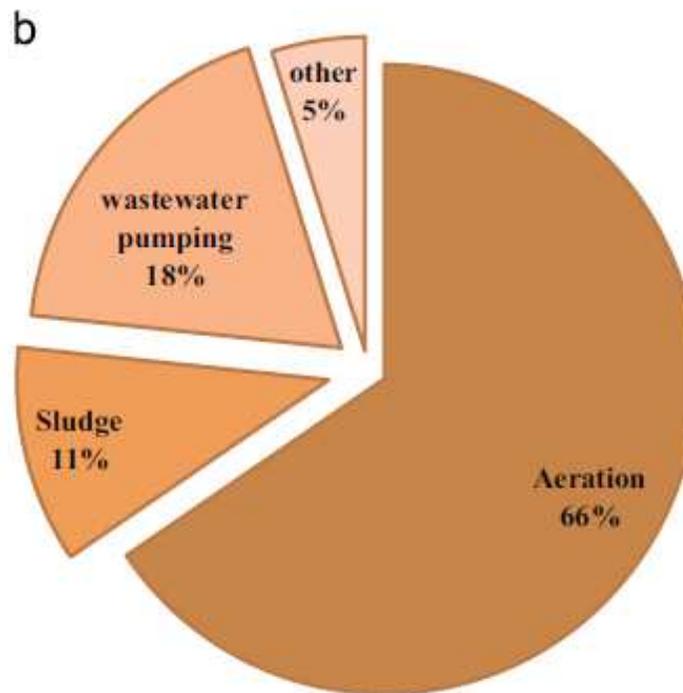
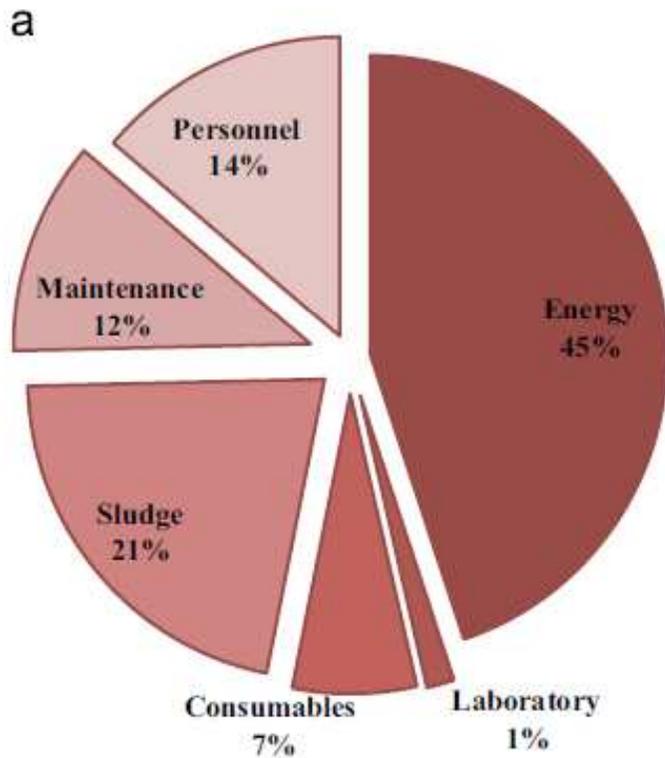


Fig. 6. (a) Distribution of important items in total operation cost for Option 2 and (b) distribution of electricity costs for Option 2.

Breakdown dei costi operativi per impianti MBR con diverso flusso di permeato (0.42 vs. 0.53 m³/m² d)

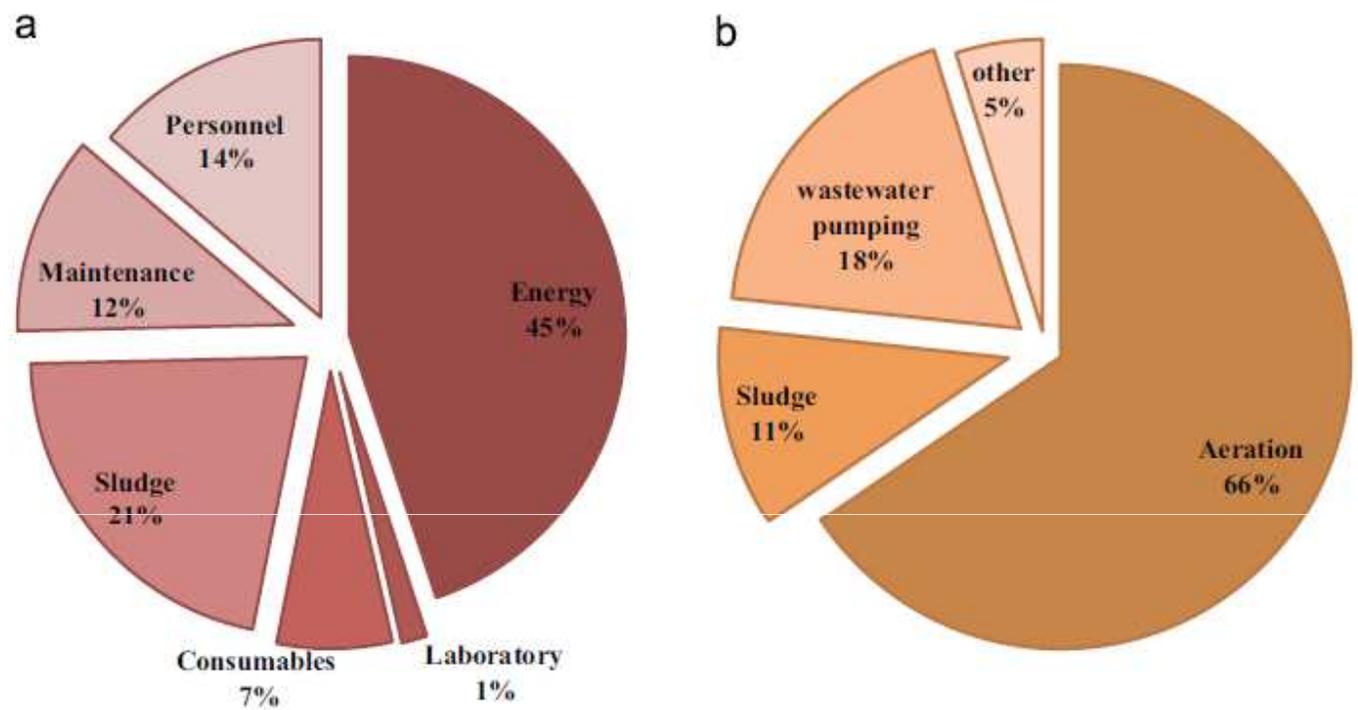


Fig. 6. (a) Distribution of important items in total operation cost for Option 2 and (b) distribution of electricity costs for Option 2.

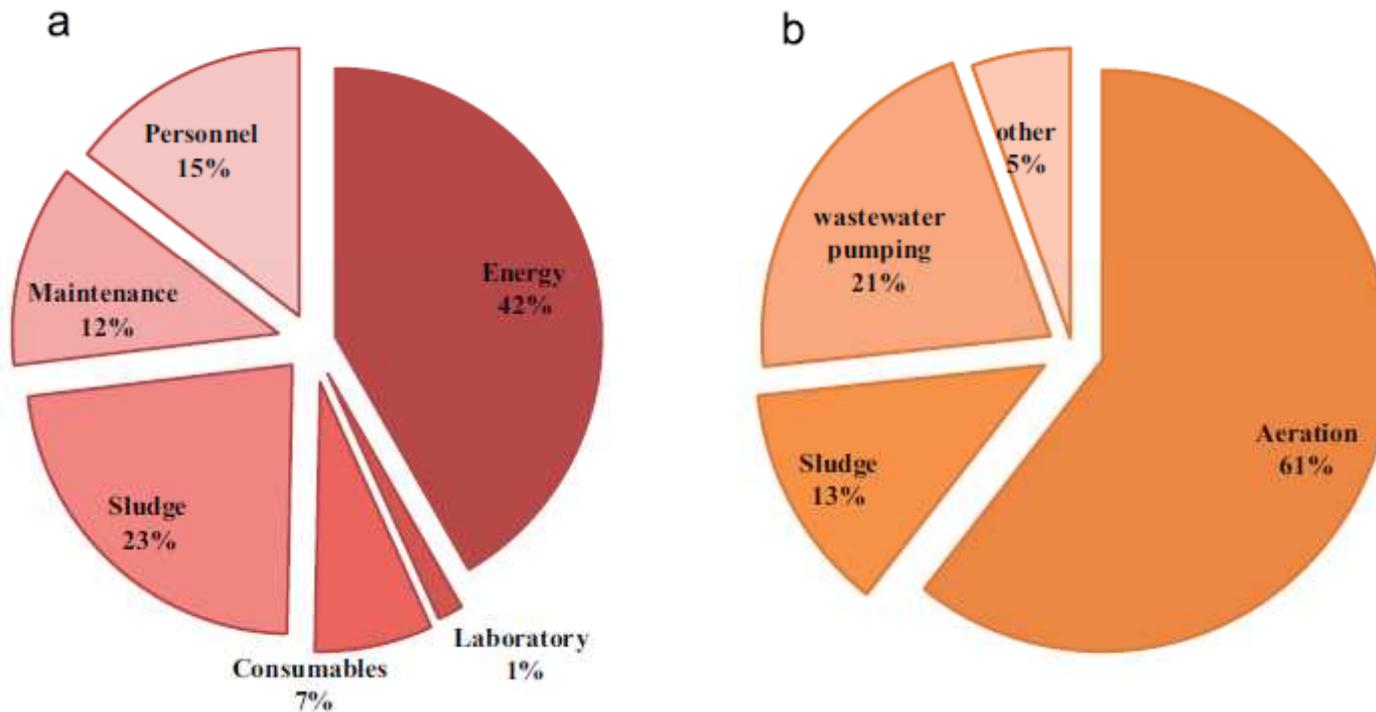
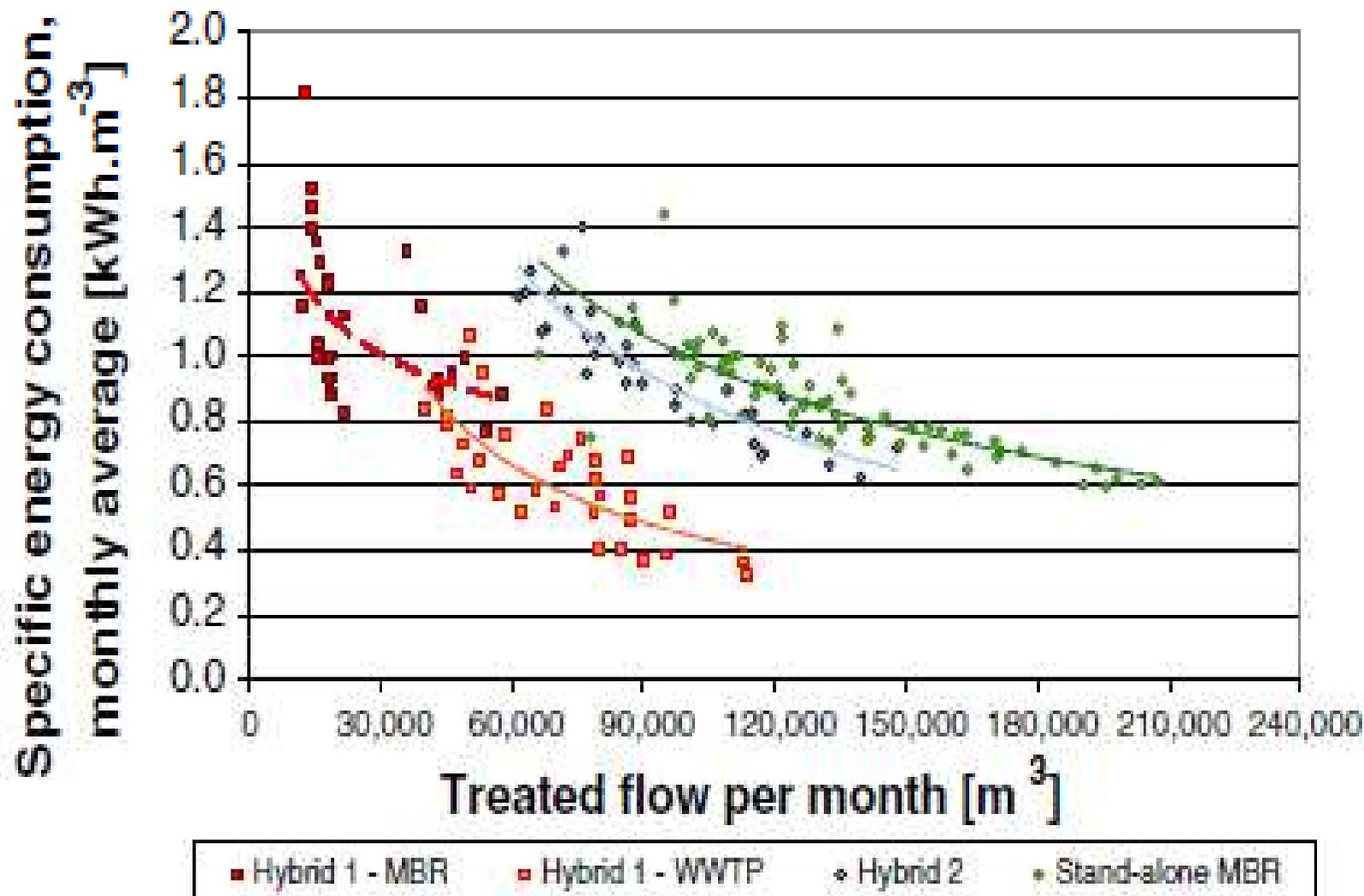


Fig. 7. (a) Distribution of important items in total operation cost for Option 3 and (b) distribution of electricity costs for Option 3.

Consumi energetici unitari di impianto MBR di diversa configurazione (adattato da Ozdemir e Yenigun, 2013).



Breakdown dei consumi energetici per impianti MBR e CAS

Parametro	MBR Verrecht (2010)	MBR, Gil (2010)	MBR Krzeminski (2012)	MBR Ozdemir e Yenigun, (2013)
Consumo tot. (kWh/m ³)	1,07	4,88	0,84	
Aeraz. membrane	54%	44%	36%	61-66%
Aeraz. biologica	23%	10%	17%	
Pompe di ricircolo	17%	10%	6%	
Mixing	4%	21%	3%	
Pompe MBR	2%	5%	15%	18-21%
Propulsori	-	-	5%	
Pompe di mandata	-	10%	11%	

Breakdown dei consumi energetici per impianti MBR di diversa tipologia

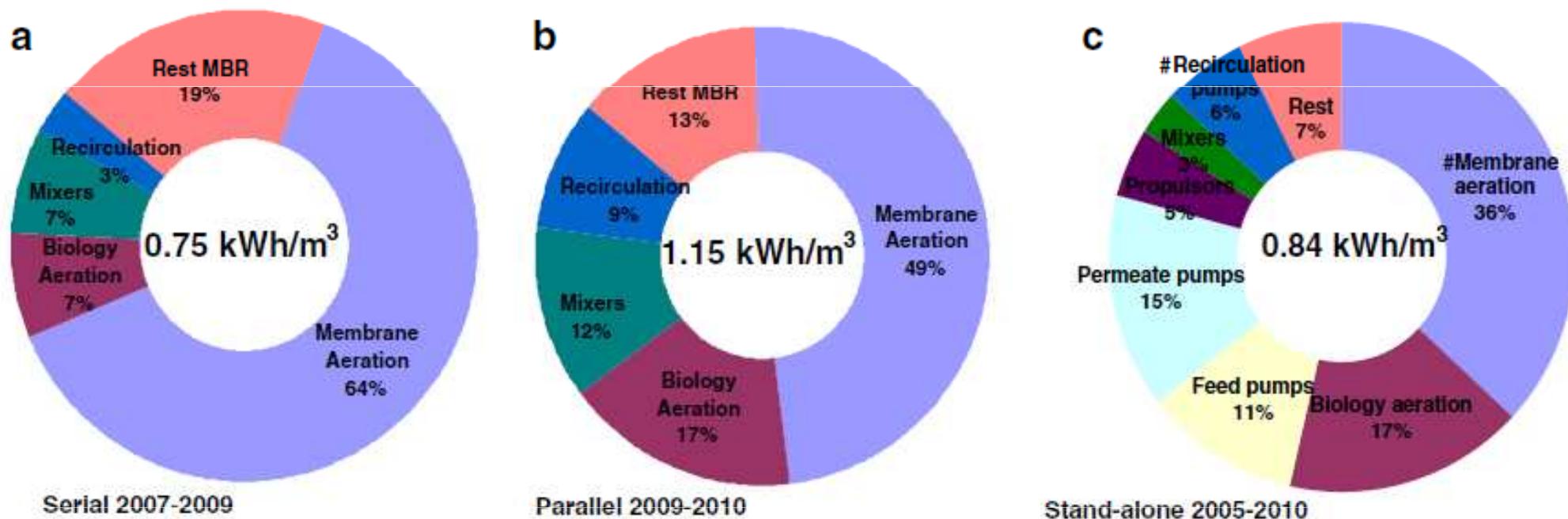
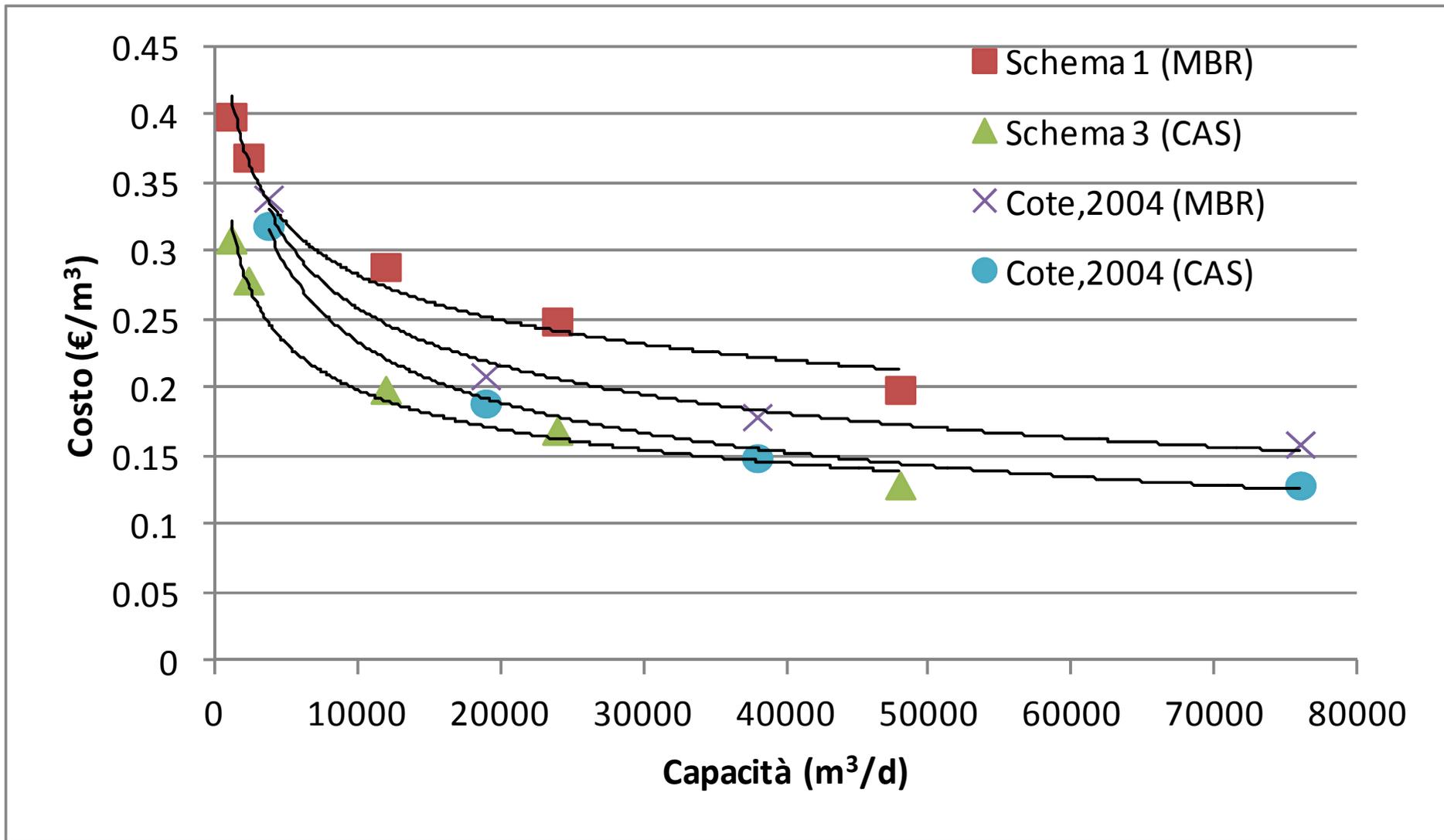
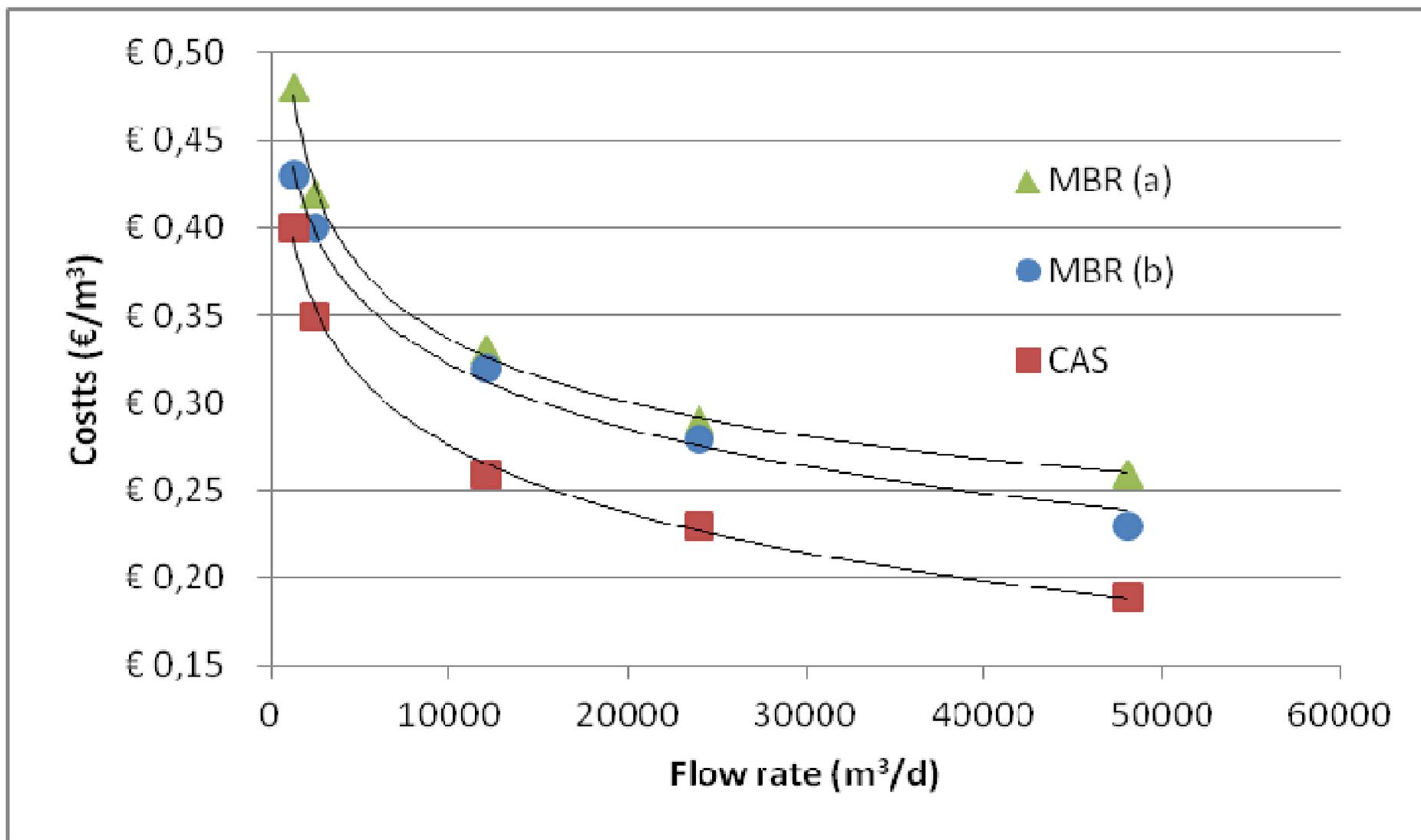


Fig. 6. Energy consumption distribution of MBR equipment for Hybrid #1 MBR during (a) serial and (b) parallel operation and for (c) stand-alone MBR.

Confronto tra costi totali unitari per impianti MBR e CAS



Confronto fra costi totali unitari (€/m³) di impianti MBR e CAS considerando la diversa produzione di fango



MBR (a) ha la stessa produzione di fango del CAS, mentre MBR (b) ha minore produzioni di fango.

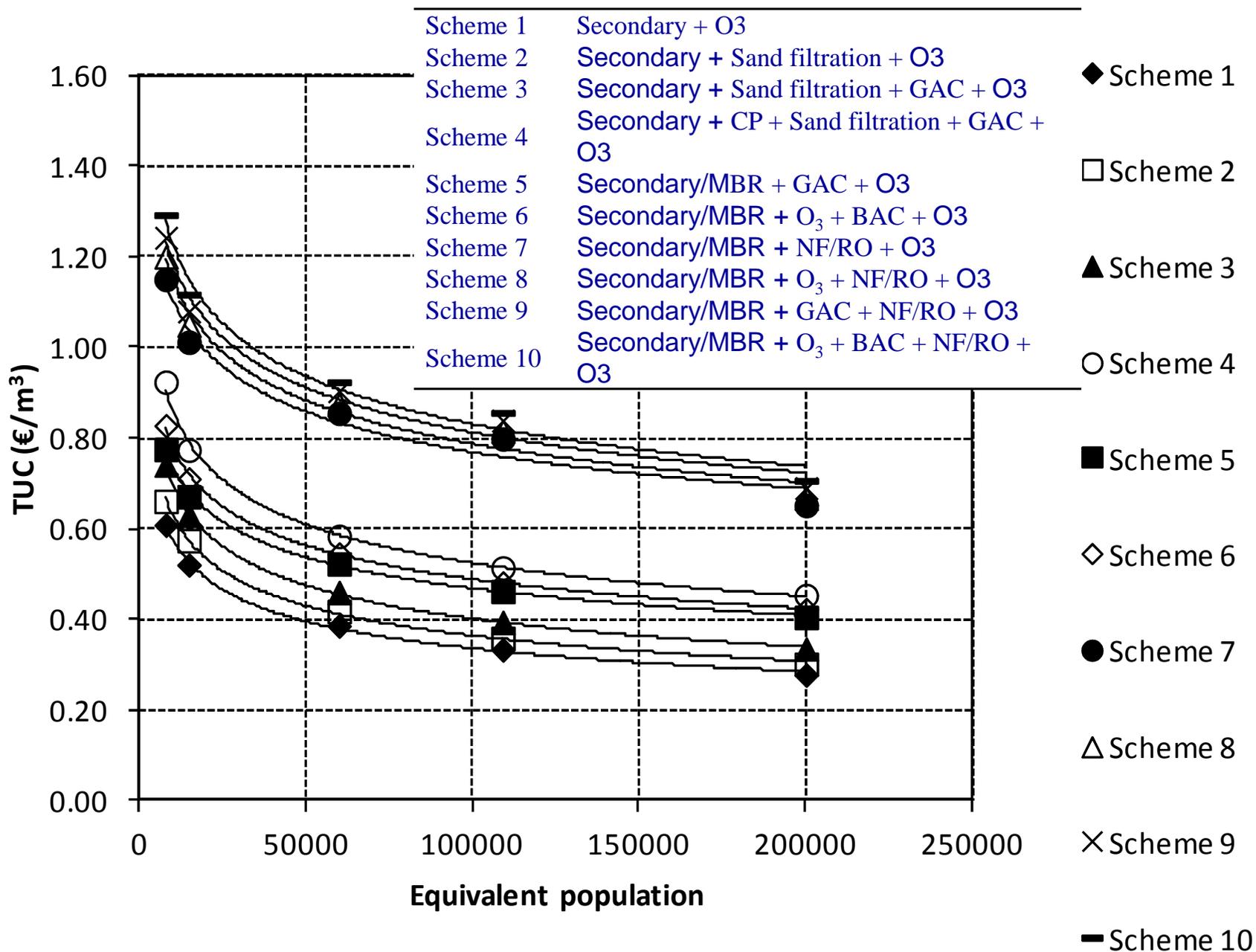
Schemi di trattamento proposti per la rimozione di contaminanti xenobiotici in tracce da acque reflue destinate al riuso (Roccaro et al., 2013)

Approccio multibarriera

Scheme	Treatment processes	Removal efficiency % range		
		UV	O ₃	AOPs
Scheme 1	Preliminary + Primary + AS + Settling + UV/OX	18-94	48-99	56-99
Scheme 2	Preliminary + Primary + AS + Settling + Sand filtration + UV/OX	18-94	48-99	56-99
Scheme 3	Preliminary + Primary + AS + Settling + Sand filtration + GAC + UV/OX	24-99	60-99	65-99
Scheme 4	Preliminary + Primary + AS + Settling + CP + Sand filtration + GAC + UV/OX	29-99	62-99	66-99
Scheme 5	Preliminary + Primary + MBR + GAC + UV/OX	24-99	60-99	65-99
Scheme 6	Preliminary + Primary + MBR + O ₃ + BAC + UV/OX	84-99	87-99	87-99
Scheme 7	Preliminary + Primary + MBR + NF/RO + UV/OX	69-99	75-99	75-99
Scheme 8	Preliminary + Primary + MBR + O ₃ + NF/RO + UV/OX	75-99	75-99	75-99
Scheme 9	Preliminary + Primary + MBR + GAC + NF/RO + UV/OX	69-99	80-99	80-99
Scheme 10	Preliminary + Primary + MBR + O ₃ + BAC + NF/RO + UV/OX	90-99	92-99	92-99

AS: activated sludge, MBR: membrane bio-reactor, GAC: granular activated carbon, BAC: biological activated carbon, CP: chemical precipitation, NF: nanofiltration, RO: reverse osmosis, OX: oxidation processes (O₃, UV/H₂O₂, O₃/H₂O₂).

Costi di trattamento relativi



Trattamento delle acque reflue: Costi – Fattibilità - Sostenibilità

- Ha senso spingere sul trattamento delle acque reflue?
- Problemi di fattibilità a causa dei costi elevati: riuso

Altri problemi che non si vogliono vedere!

Inquinamento dei corpi idrici

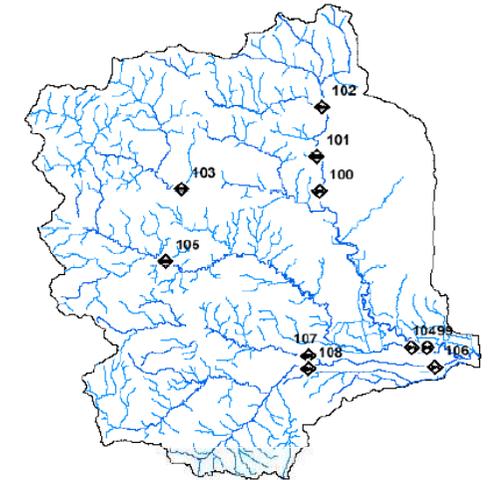


Figura 3.1.1 - Posizionamento delle stazioni all'interno del bacino

Tabella 3.1.2 – Classificazione dello stato ecologico ed ambientale

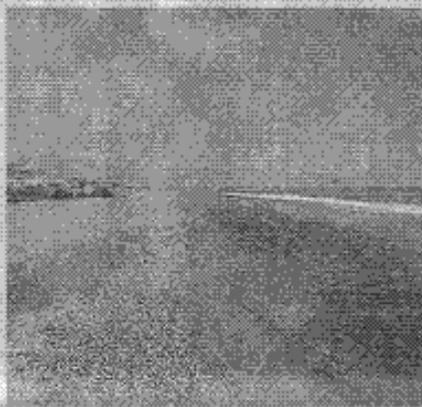
Bacino Simeto	Luglio 2005-Giugno2006						
	IBE		L.I.M.		SECA	SACA	STATO CHIMICO
	MEDIA	C.Q	VALORE	C.Q	C.Q	C.Q	
99	n.d		170	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	< valore soglia
100	8/7	BUONO	200	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	< valore soglia
101	7	SUFFICIENTE	220	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	< valore soglia
102	7	SUFFICIENTE	300	BUONO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
103	n.d		145	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	
104	4		180	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	
105	6	SUFFICIENTE	200	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	
106	4	SCADENTE	110	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	
107	n.d		120	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
108	6	SUFFICIENTE	70	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	
CLASSE I ELEVATO		CLASSE II BUONO	CLASSE III SUFFICIENTE		CLASSE IV SCADENTE	CLASSE V PESSIMO	

Inquinamento dei corpi idrici



LA SICILIA 29.03.2013

Spiaggia San Marco, scatta il divieto di balneazione



Anche quest'anno, sulla spiaggia di San Marco, si prospetta un'estate "bollente", non per le alte temperature tipiche della bella stagione, ma a causa dell'ormai insostenibile problema dell'inquinamento marino.

Il sindaco di Calatabiano, Giuseppe Intelisano, sulla scorta del recente decreto dell'assessorato regionale per la salute e dell'assessorato regionale per il Territorio e l'ambiente, che individua i tratti di costa non adibiti alla balneazione, ha emesso un'ordinanza con la quale conferma, con decorrenza immediata e per tutta la stagione estiva 2013, il divieto di balneazione nei tratti di mare a sud del fiume Alcantara (630 metri) e nei pressi del torrente Minissale (25 m a nord e 50 m a sud). Una notizia che non

farà certo piacere ai tanti turisti e bagnanti locali abitué del litorale calatabianese, così come ai gestori delle strutture balneari, che, dopo aver pagato un caro prezzo la scorsa estate in termini di afflusso e guadagni, rischiano, ancora una volta, di dover fare i conti con un'altra stagione povera. Una situazione che danneggia anche l'immagine dello stesso località marittima e che aveva spinto il Comune, lo scorso anno, ad affidare l'incarico a un legale affinché si riaprissero i termini per i finanziamenti europei utili a potenziare il depuratore consortile di Giardini, causa principale del forte inquinamento che viene rilevato dai dati di «Goletta verde» di Legambiente.

SALVATORE TROVATO

Inquinamento dei corpi idrici

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.palermotoday.it/cronaca/divieto-balne>. The browser's address bar and search bar are visible. The page content includes the 'PALERMOTODAY' logo, navigation tabs for 'NOTIZIE', 'ZONE', 'EVENTI', 'RECENSIONI', and 'DISCUSSIONI', and a search box. The main article is titled 'Divieto di balneazione: le coste off limits a Palermo e provincia'. The text of the article states that the regional assessorate has published a list of beaches where swimming is prohibited, but it may be updated as water sampling is ongoing. A small image of a boat is shown below the text. To the right of the article is a Google+ advertisement and a car advertisement for a Toyota Yaris Edition priced at 9.950 €. The browser's status bar at the bottom shows a 100% zoom level.

citynews MERCOLEDÌ, 03 LUGLIO 24° Invia un contributo Accedi

PALERMOTODAY

NOTIZIE ZONE EVENTI RECENSIONI DISCUSSIONI

ZONE Tribunali-Castellammare Politeama Libertà Terrasini Calatafimi Cinisi Zisa Resuttana-San Lorenzo Tutte le zone »

Divieto di balneazione: le coste off limits a Palermo e provincia

L'assessorato regionale al Territorio e Ambiente ha stilato e pubblicato su Gazzetta ufficiale la lista che però nei prossimi giorni potrebbe essere modificata perchè il campionamento delle acque è ancora in corso

PT Redazione - 25 Marzo 2013 Tweet Consiglia 201



Brutto inizio per la stagione balneare, in programma dal prossimo primo aprile. Si allunga infatti la lista, pubblicata dall'assessorato regionale al Territorio e Ambiente, dei porticcioli e delle spiagge in cui la balneazione è vietata.

Ecco i porti interessati: Balestrate, Trappeto, Terrasini, Isola delle Femmine, Porto Fossa Capogallo, Sferracavallo,

Google+

Vivi le emozioni del #calciomercato

Scopri di più

YARIS EDITION 9.950 €

TAKO - TAEG 5,02



100%

Inquinamento dei corpi idrici

Browser address bar: <http://livesicilia.it/2013/03/23/divieto-di-balneazior>

Page title: **LIVESICILIA PALERMO**

Edizioni: PA CT TP AG ME CL EN RG SR **LIVESICILIA**

Mercoledì 03 Luglio 2013 - Aggiornato alle 14:28

Palermo 25°

Home Cronaca Politica Economia Le idee Lavoro Salute Sport Foto Video Meteo Cerca nel sito

Home > Palermo > Divieto di balneazione Trenta chilometri di costa off limits per i bagnanti

EMERGENZA AMBIENTALE

Divieto di balneazione Trenta chilometri di costa off limits per i bagnanti

Sabato 23 Marzo 2013 - 18:03 di Carlo Passarello [SEGUI](#)

Dai porti ai lidi inagibili ecco l'elenco completo delle quarantuno spiagge nella provincia di Palermo dove sarà vietato fare il bagno. "Speriamo di permettere ai siciliani di usufruire anche di nuove spiagge dopo i controlli dei prossimi giorni", dice l'assessore regionale al Territorio e ambiente Mariella Lo Bello.

rentalcars.com
worldwide car rental
Noleggio Auto Low Cost
PREZZO PIU' BASSO
GARANZIA

100%

Sostenibilità

- Danno per l'ambiente
- Danno per la salute
- Danno per il turismo, PIL
- Sanzioni severe dall'UE
- Mancato recupero di risorse: acqua, nutrienti, energia
- Spreco di acque pregiate e uso di fertilizzanti industriali
- Etc.

Trattamento delle acque reflue: Costi – Fattibilità - Sostenibilità

- Ha senso spingere sul trattamento delle acque reflue?

Yes!

Conclusioni

- Il sistema MBR richiede un incremento di costo totale unitario di circa il 30-50% rispetto al sistema convenzionale (CAS). I costi di gestione sono paragonabili se si produce meno fango di supero.
- Le osservazioni precedenti e l'analisi dei trend europei degli ultimi anni indicano che ci si può aspettare un'ampia diffusione di impianti MBR per il trattamento di acque reflue civili, specialmente nel caso di riuso.

Conclusioni

- Il sistema MBR si integra bene nei processi avanzati di trattamento delle acque reflue
- Necessità:
 - valutazione della sostenibilità degli interventi di adeguamento degli impianti
 - maggiori controlli, sanzioni e investimenti



Università degli
Studi di Salerno



Università degli Studi di
Napoli Federico II



Università degli
Studi di Palermo



BioMAc 2012

BIOREATTORI A MEMBRANE (MBRs) PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

I costi d'investimento e di esercizio dei sistemi MBR

Marco Campagna, Paolo Roccaro, Federico G. A. Vagliasindi (Università di Catania)

Palermo, 4-5 Luglio, 2013