Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile Edile Ambientale

Tesi di laurea triennale in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio

Produzione di energia da acque reflue agro-industriali in America Latina

Relatore: Ch.mo Prof.
Massimiliano Fabbricino

Candidato Matricola
Ylenia Ferrara N49/642

A.A. 2018/2019

1

Considerazioni introduttive

Acque reflue => elevato contenuto di materiale organico

Sistemi di trattamento acque reflue WWTs → rimedi ambientali; produzione di energia

Principali sottoprodotti → biogas; fanghi → vettori energetici

Focus sull'America Latina

Due motivi principali:

1. Effetti boom economico
2. Inadeguata qualità dei WWTs

Ulteriori motivi:

1. Biogas ↓ Biomasse di scarto
   Gas naturale ↑

2. Metodologia Meccanismo di Sviluppo Pulito (CDM):

scopo: concessioni crediti di carbonio
errore: no utilizzo effettivo biogas

Comprensione del legame acqua-energia

WWTs ⟷ consumatori e produttori di energia

Biogas e Fanghi => mitigazione delle emissioni di CO2

scarsa qualità processi WWTs :

- emissioni di gas serra
- metano (CH4)
- ossido nitroso (N2O)

$composto\ organico + O_2 \Rightarrow CO_2 + H_2O$ (campo aerobico)

$composto\ organico + NO_3^- \Rightarrow N_2 + CO_2$ (campo anossico)

$composto\ organico + nutrienti \Rightarrow nuove\ cellule + CH_4 + CO_2$ (campo anaerobico)

Stato attuale in America Latina

Processi aerobici VS Processi anaerobici

Pro	Contro
• alti livelli di qualità delle acque	• elevate richieste di elettricità

Pro	Contro
• costi operazionali più bassi	• necessità di un post-trattamento

I sistemi ai-WWTs:
- Sottostima della loro capacità di trattamento
- Efficienza ridotta -> complessità chimica del refluo finale

Eccezioni, casi positivi:

✓ Frantoi di olio di palma "Tequendama", in Colombia

✓ Impianti di limoni "Tucuman", in Argentina

Principale industria di cibo nel Nord-Est della Colombia, lavorazione di pollame:

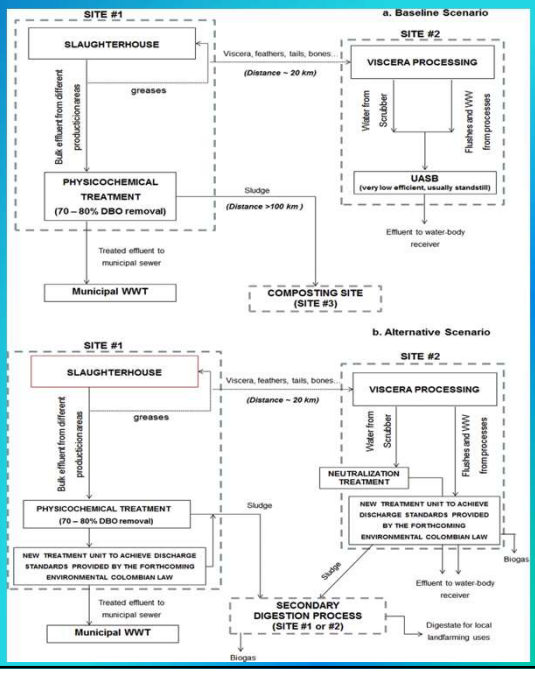
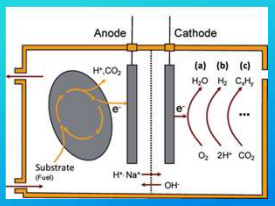


Fig. 1

Ricerche globali e in America Latina

Avanzate biotecnologie: • MFCs (Microbial Fuel Cells)



Implementazione piattaforme di bioraffineria terza generazione: microalghe

• Bioidrogeno

Ricerche globali e in America Latina

Table 2
Main bioprocesses under development for enhanced recovery of energy in WWT.

Bioprocesses	Advantages /Expectations	Potential for scale-up	Selected researches in Latin-America
Bio-hydrogen (Bio-H_2)	Bio-H_2 has higher energy density than bio-methane and is a cleaner and efficient feed-stock for fuel cells. It is a raw material adap-table to participate in different industrial processes [38,39].	Bio-photolysis, photo-fermentation and dark-fermentation are the bioprocess showing the highest potential, especially to treat effluents with high content of lipids and sugars [40,41]. Co-fermentation with easily degradable organic compounds (e.g. glycerol) increases the combined production of H_2 and CH_4 [36,40].	BRAZIL: The University of Sao Paulo and the Federal University of Sao Carlos, both settled in Sao Paulo City, have stressed a regional leader-ship in research about biological production of hydrogen by fermentative processes. Their researches involves analysis of Bio-H_2 potential of industrial wastewaters, particularly those containing vinasses and glycerol, main residues from the powerful Brazilian biofuels industry, and the study of different configurations of packed-bed reactors in this processes [48,49].
Micro-algae	Lower water footprint in the supply-chain of biofuels, recovery of nutrients (N, P) and CO2 capture [42,43]. Bio-oils extracted from different algal-bio-masses are adaptable feedstock for biodie-sel and biogas production [43,44].	Definitive development requires bioreactors offering ease operational and smaller production areas and significant improvement of technolo-gies for desalination and dewatering of algal-biomass. Thermochemical valorization of algal biomass is also feasible. Pyrolysis of algal-bio-mass yields oils with similar calorific power to biodiesel [43,44].	COLOMBIA: Pr. V. Kafarov's research group at Industrial University of Santander-UIS (Bucar-amanga) introduces LCA methodology to study biodiesel production from *Chlorella sp.*, cultivated in different substrates [50]. MEXICO: Pr (Ms). E. Olguín from the Institute of Ecology (Veracruz) does an analysis of a dual purpose micro-algae/bacteria system to treat different wastewaters (municipal, seawater and animal wastewaters as part of one integrated biorefinery producing biodiesel, biogas and che-micals [51].
MFCs	Flexibility to produce "bio-electricity" or bio-hydrogen when is set as MEC (Microbial Electrolytic Cell) [37,45].	The principles and challenges of this technology to achieve full-scale application are widely trea-ted in a recent review [45]. MEC configuration might be closer than MFC to fulfill conditions for industrial application, being integrated as WWT within advanced bio-refining platforms [46,47].	ARGENTINA: Dr. JP. Busalmen and co-workers from the National University of Mar del Plata (La Plata) studied treatment of high-COD effluents from potato-processing industries in MFC obtaining high COD removal, but low energetic conversion efficiency [52]. MEXICO: Researchers from the Laboratory for research on advanced processes for water treat-ment at UNAM (Querétaro) tested a MFC using electrodes done with low-cost graphite materials and catalysts-free. Substrate was a mixture of domestic and synthetic wastewater. Results showed competitive results against MFC using cathode platinum-catalyzed [64]. This group has tested the feasibility to obtain bio-H_2 from tequila vinasses but also stresses the technical difficulties to develop a full-scale process for this application [53].

Trend globali

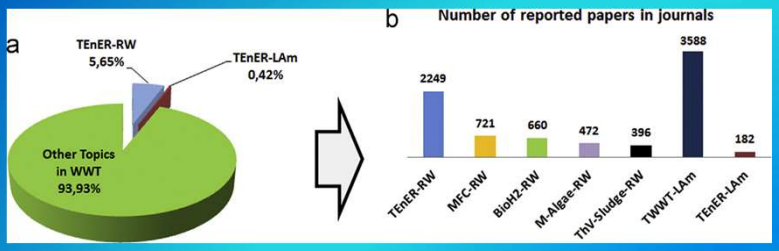


Fig. 2

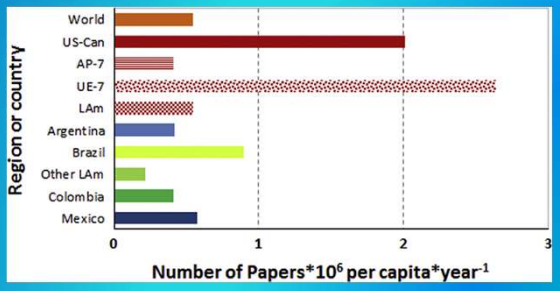


Fig. 3

Trend globali

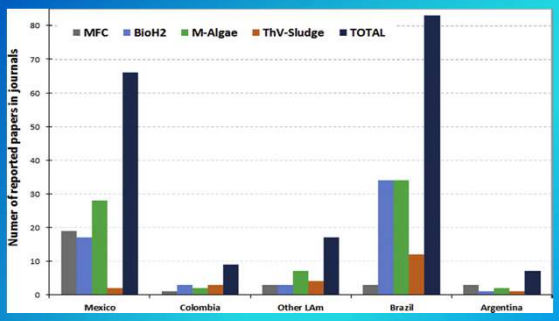


Fig. 4

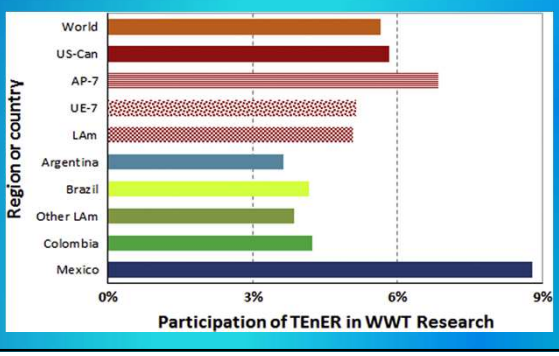


Fig. 5

Transizione alle tecnologie da applicare alle acque reflue

Sistemi di Trattamento Combinato delle Acque Reflue (CWWTs) →
- primo trattamento anaerobico
- biogas prodotto
- energia e aerazione durante la fase aerobica

I processi anaerobici ad elevato tasso →
- aumento della percentuale di sottoprodotti ottenuti

I CWWTs →
- autosufficienza energetica
- impegno alla tutela dell'ambiente

↓

Richieste locali di - BOD
- solidi sospesi
- azoto disciolto

I processi aerobici →
- maggior produzione di fanghi

↓

Superamento unità UASB

Valutazione di sostenibilità dei WWTs

Caso negativo significativo : industria di carburanti di prima generazione in Colombia: reflui conformi 10 000 mg di BOD5/litro.

Come ottenere soluzioni sostenibili attraverso la gestione di questo legame acqua-energia?

Metodologia della Valutazione del Ciclo di Vita (LCA)

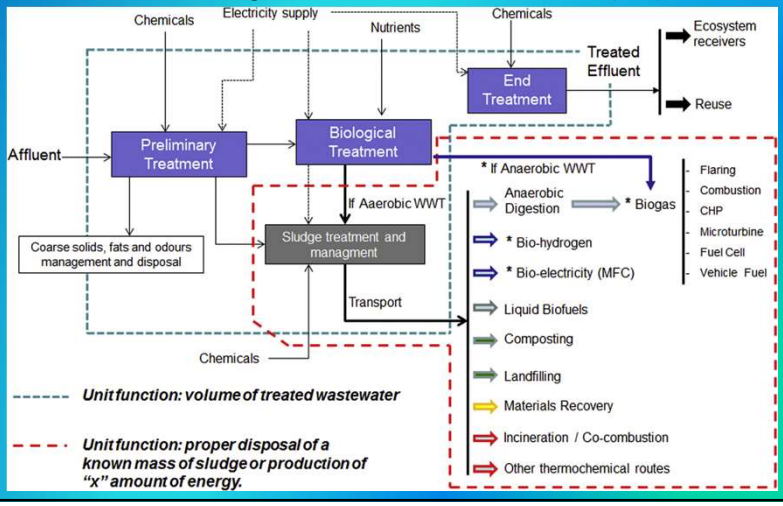


Fig. 6

Valutazione di sostenibilità dei WWTs

LCA applicato ai ai-WWTs
principale obiettivo: sostenibilità in applicazioni su larga scala

2 criteri per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità:
- il controllo dei gas serra
- il risparmio energetico

Fitto legame tra:
1. trattamento delle acque reflue
2. energia
3. cambiamento climatico

Sostenibilità della risorsa acqua

Prospettive future in America Latina

- introduzione di politiche energetiche e ambientali
- implementazione di nuove tecnologie ai-WWTs

Grazie per l'attenzione