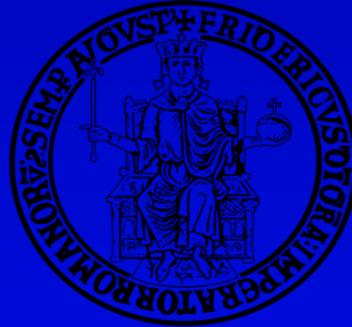


Università degli Studi di Napoli Federico II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea in

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile ed Ambientale, Classe N.L-7)

Presentazione Tesi di Laurea

**«SISTEMI BIOLOGICI A BIOMASSA AEROBICA GRANULARE
E LORO UTILIZZO NEL TRATTAMENTO
DI REFLUI INDUSTRIALI»**

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Francesco Pirozzi

Candidato

Jessica Carrotta N49/249

I fanghi granulari

Cenni storici

- Fine anni '70 - prime applicazioni con i sistemi UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), operanti in condizioni anaerobiche.
- A partire dagli anni '90 - reattori AUSB (Aerobic Upflow Sludge Blanket) e successivamente perfezionati con i reattori GSBR (Granular Sequencing Batch Reactor), alimentati in maniera discontinua:



- alimentazione
- aerazione
- sedimentazione
- scarico surnatante
- attesa

Attualmente i pochi impianti realizzati in piena scala sono tutti di tipo GSBR.

I granuli aerobici

Definizione

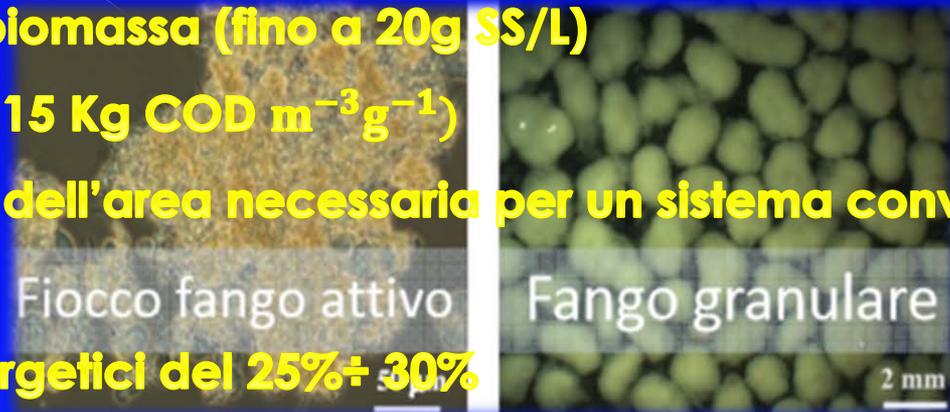
“1° IWA-Workshop Aerobic Granular Sludge” a Monaco di Baviera (2004):

“I granuli che compongono il fango attivo aerobico granulare devono essere concepiti come aggregati di origine microbica, che non si formano sotto condizioni di ridotto sforzo idrodinamico, e che sedimentano a velocità significativamente più alte dei fiocchi di fango attivo”.



Vantaggi

- Dimensioni degli aggregati microbici di un ordine di grandezza superiore
- Struttura più regolare, più densa e più compatta
- Superficie esterna quasi sferica
- Ottime caratteristiche di sedimentabilità (>60 m/h)
- Elevate concentrazioni di biomassa (fino a 20g SS/L)
- Alti carichi organici (fino a 15 Kg COD m⁻³g⁻¹)
- È sufficiente soltanto il 25% dell'area necessaria per un sistema convenzionale a fanghi attivi
- Riduzione dei consumi energetici del 25%÷ 30%
- Riduzione del 50% dei costi di investimento e di gestione dell'impianto
- Possibilità di rimuovere in maniera combinata sia la sostanza organica che i nutrienti



Meccanismo di formazione dei granuli

La granulazione è il processo per cui l'auto-immobilizzazione di microrganismi porta alla formazione di agglomerati densi che contengono milioni di organismi per grammo di biomassa, includendo al loro interno diverse specie batteriche

Fase 1: interazioni cellula-cellula che determinano la formazione di densi bio-aggregati

Fase 2: attrazione dei piccoli aggregati

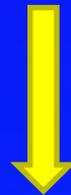
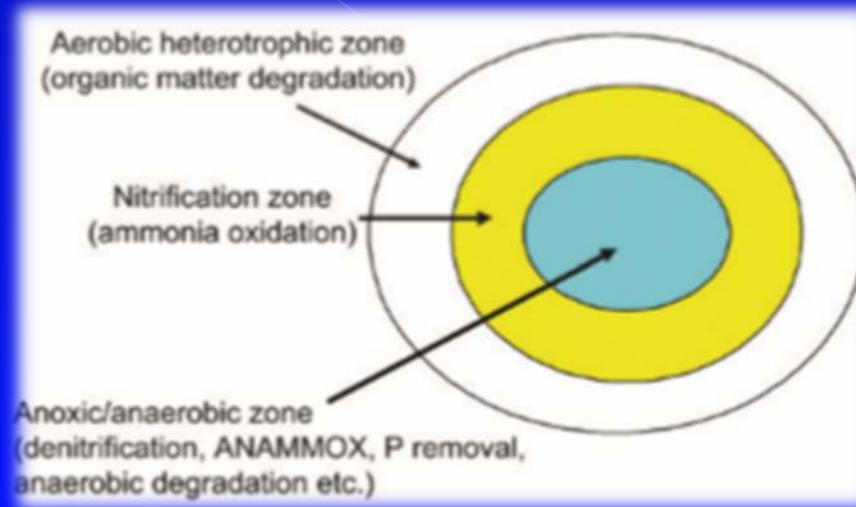
Fase 3: produzione di EPS che favorisce l'unione degli aggregati e lo sviluppo di microstrutture dense e compatte



Struttura dei granuli

Disposizione in strati concentrici,
dall'esterno verso l'interno:

- **zona aerobica/ batteri eterotrofi aerobici/ degradazione della materia organica**
- **batteri autotrofi nitrificanti/ ossidazione dell'ammoniaca**
- **zona anossica-anaerobica/ batteri fosforo-accumulanti e batteri eterotrofi facoltativi/ rimozione del fosforo e denitrificazione**



**Possibilità di ottenere la simultanea rimozione
di sostanza organica e nutrienti**

La formazione e la morfologia dei granuli aerobici è influenzata da diversi parametri:

Carico organico (OLR)

- $> 1,2 \frac{\text{KgCOD}}{\text{m}^3\text{g}}$ per accelerarne la formazione

Sforzi di taglio idrodinamici

- $> 1,2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

Concentrazione di O_2 disciolto

- $> 6 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$ per evitare la proliferazione di batteri filamentosi

Ruolo delle EPS

- formano uno strato protettivo per le cellule contro gli agenti ambientali esterni

Tempo di ritenzione idraulica (HRT)

- tra 2–12 h per aumentare la produzione di EPS e l'idrofobicità cellulare

Tempo di sedimentazione

- ≤ 5 minuti

Alternanza delle condizioni di *Feast* e *Famine*

- *Feast*: abbondanza
- *Famine*: inedia

pH

- pH > 8 per velocizzare la formazione dei granuli

Temperatura

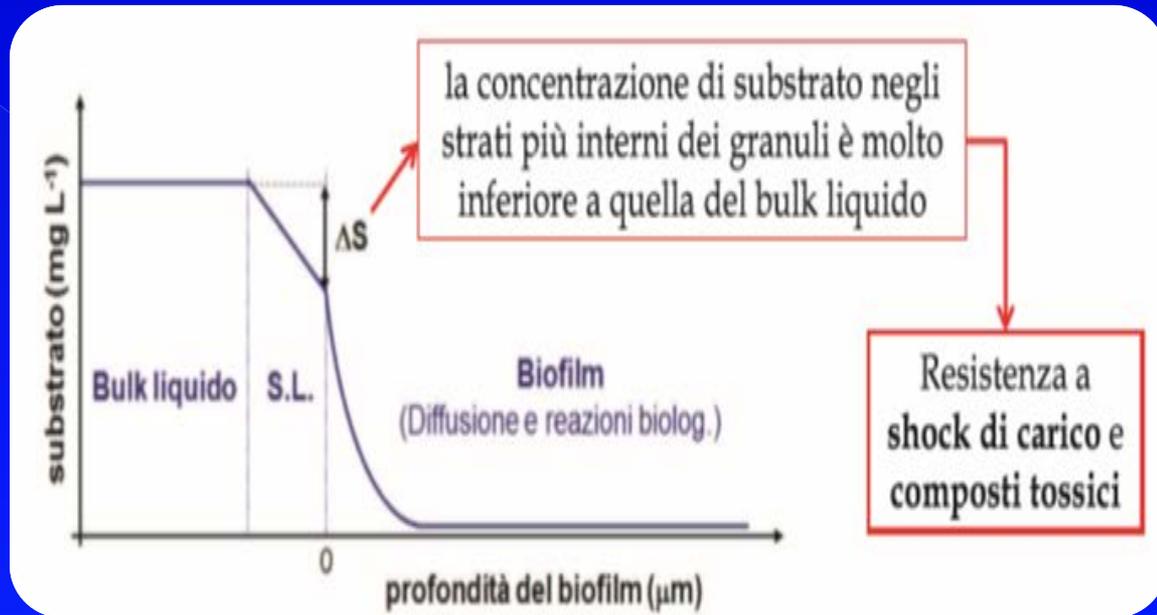
- $\cong 20^\circ \text{C}$

Applicazione dei fanghi granulari aerobici al trattamento di reflui industriali

La teoria del "biofilm"

La concentrazione del substrato si mantiene costante nel bulk liquido, decresce con un andamento lineare nel cosiddetto strato limite (S.L.) e presenta un andamento esponenziale all'interno del biofilm.

Nel caso di reflui industriali, la validità della teoria del biofilm consente alla biomassa presente negli strati più interni dei granuli di essere esposta a concentrazioni di sostanze tossiche molto inferiori a quelle effettivamente presenti nel refluo, rendendone così trascurabili gli effetti inibenti.



Reflui con elevata salinità

OBIETTIVO DELLA SPERIMENTAZIONE



valutare l'applicabilità
del processo a fanghi
granulari aerobici al
trattamento di reflui salini

	Fase 0 (14°g)	Fase 1 (38°g)	Fase 2 (73°g)	Fase 3 (102°g)	Fase 4 (131°g)	Fase 5 (157°g)
NaCl ($\frac{gCl}{l}$)	0	1	2,9	7	14,8	24
D medio (μm)	300-400	1100-1200	1700-1800	1500	1700	2000
COD (%)	95%	95%	85%	75%	85%	85%

Riccardo Campo, Santo Fabio Corsino, Michele Torregrossa, Gaetano Di Bella (2016)

Reflui provenienti dal settore agroalimentare

OBIETTIVO DELLA SPERIMENTAZIONE



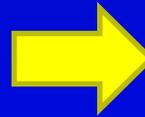
valutare l'applicabilità del processo a fanghi granulari aerobici al trattamento di reflui del settore agroalimentare

Parametri	R1 (industria casearia)	R2 (inscatolamento del pesce)	R3 (lavorazione di prodotti marini)	R4 (allevamento di maiali)
Comparsa di granuli maturi e D medio	a 60 g 3,5 mm	a 75 g 2,2 mm	A 144 g 2,9 mm	A 50 g 3,7 mm
COD	80%	90%	90%	90%

Val del Río et al. (2012)

Refluo IGCC

OBIETTIVO DELLA SPERIMENTAZIONE



valutare l'applicabilità del processo a fanghi granulari aerobici al trattamento del refluo IGCC.

Fase	D medio (μm)	COD (%)
A (93 g)	260-40	85%
B (15 g)	259-50	85%
C (30 g)	265-45	85%

Stefano Milla, Emanuela Mallocci, Gaime Tocco, Alessandra Carucci (2016)

Applicazioni

La tecnologia a fanghi granulari aerobici è ancora poco consolidata

Pochissime applicazioni in piena scala

REFLUI INDUSTRIALI



Industria casearia VIK A (Olanda)

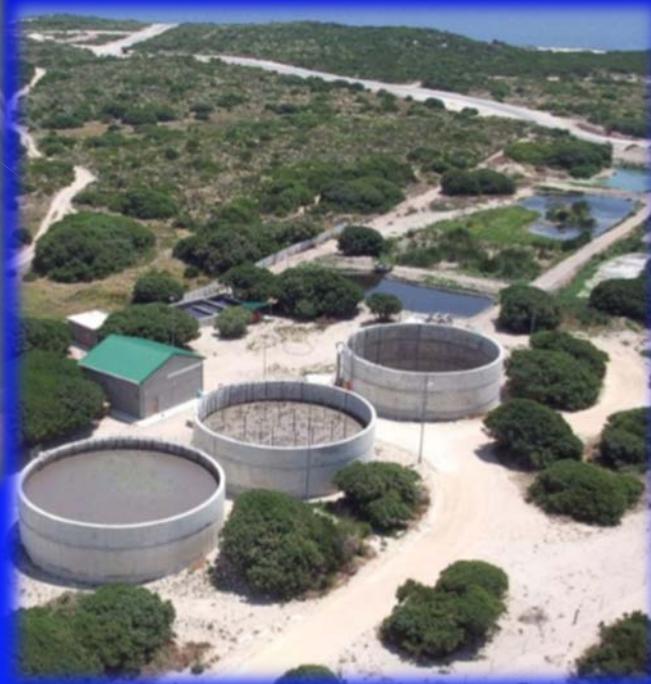
Attualmente sono in corso di attivazione impianti di trattamento a servizio di industrie farmaceutiche in Slovenia e Ungheria

Applicazioni

REFLUI URBANI



Garmerwolde (Olanda)



GANSBAAI (Sud Africa)

Conclusioni

I fanghi aerobici granulari rappresentano un'interessante e promettente alternativa ai sistemi biologici convenzionali:

- permettono il trattamento di reflui industriali caratterizzati da elevate concentrazioni di sostanza organica e nutrienti, così come dalla presenza di sostanze altamente tossiche**

- i sistemi GSBR garantiscono un funzionamento più robusto e affidabile anche quando si devono trattare elevati carichi in ingresso ed è richiesta la rimozione simultanea di diversi composti tossici, garantendo un'elevata qualità dell'effluente e un significativo risparmio sui costi di investimento e di esercizio**

I promettenti risultati ottenuti con l'applicazione di questa tecnologia al trattamento di reflui industriali a scala di laboratorio spingono con forza verso il passaggio a piena scala

Grazie per l'attenzione