



III Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

MASTERCLASS 09



“SBR optimizado con lecho móvil:
robustez y sencillez en mínimo
espacio con SEMBBA®
MBSBR IFAS.”

Sara Toja

Ingeniera de Procesos en CIMICO



**Ciclo de 20
MasterClass**
AGUASRESIDUALES.INFO

Jueves

05 JUNIO

16:30h. España

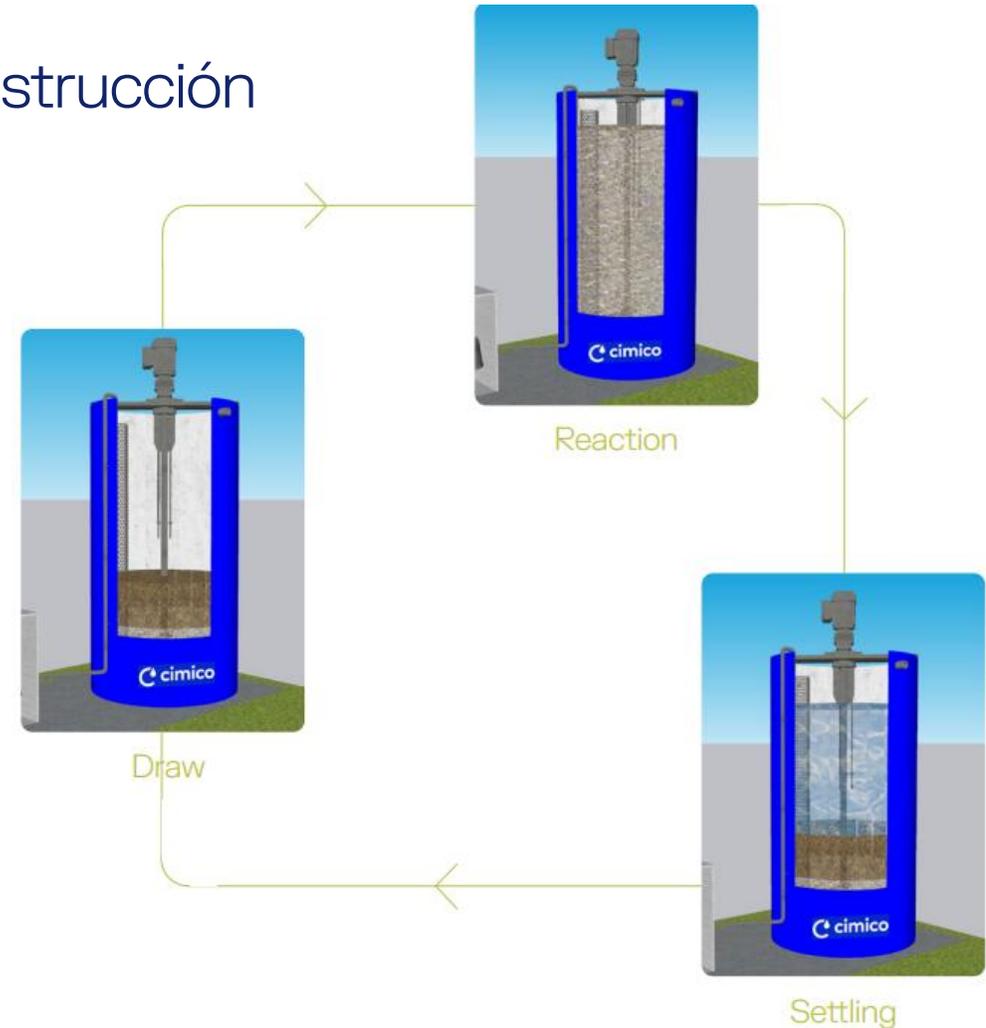
Inscríbete

SEMBBA® MBSBR IFAS

SBR optimizado con lecho móvil MOBED®
Remodelación de SBRs existentes + nueva construcción

Tecnología SBR simple y robusta:

- Altas tasas de eliminación de N
- Eliminación biológica de fósforo (EBPR)
- Bajo consumo energético, bajo OPEX
- Fango con buenas características de sedimentación y alto potencial de biogás

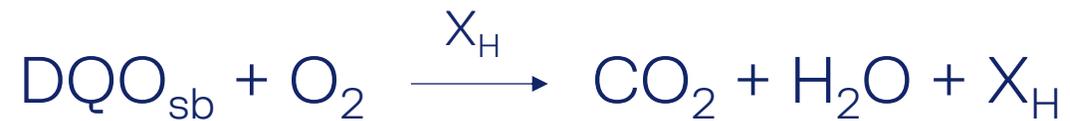
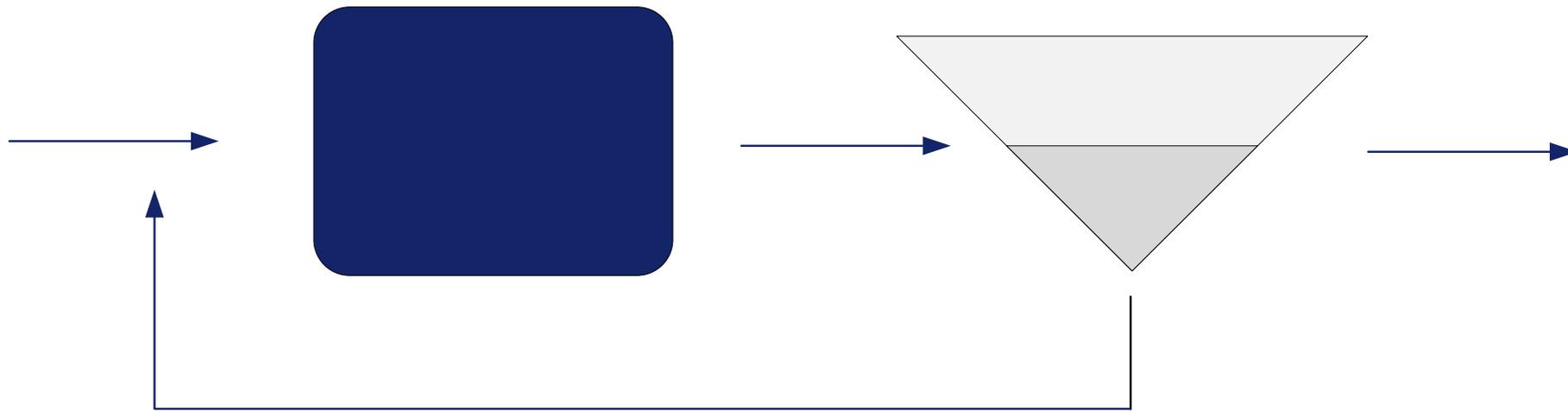


DIRECTIVA (UE) 2024/3019 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

- Legislación más restrictiva para N y P
- Puntos relativos a neutralidad energética
- Requerimiento de tratamiento para municipios a partir de 1,000 h.e.
(normativa anterior, sólo a partir de 10,000 h.e.)

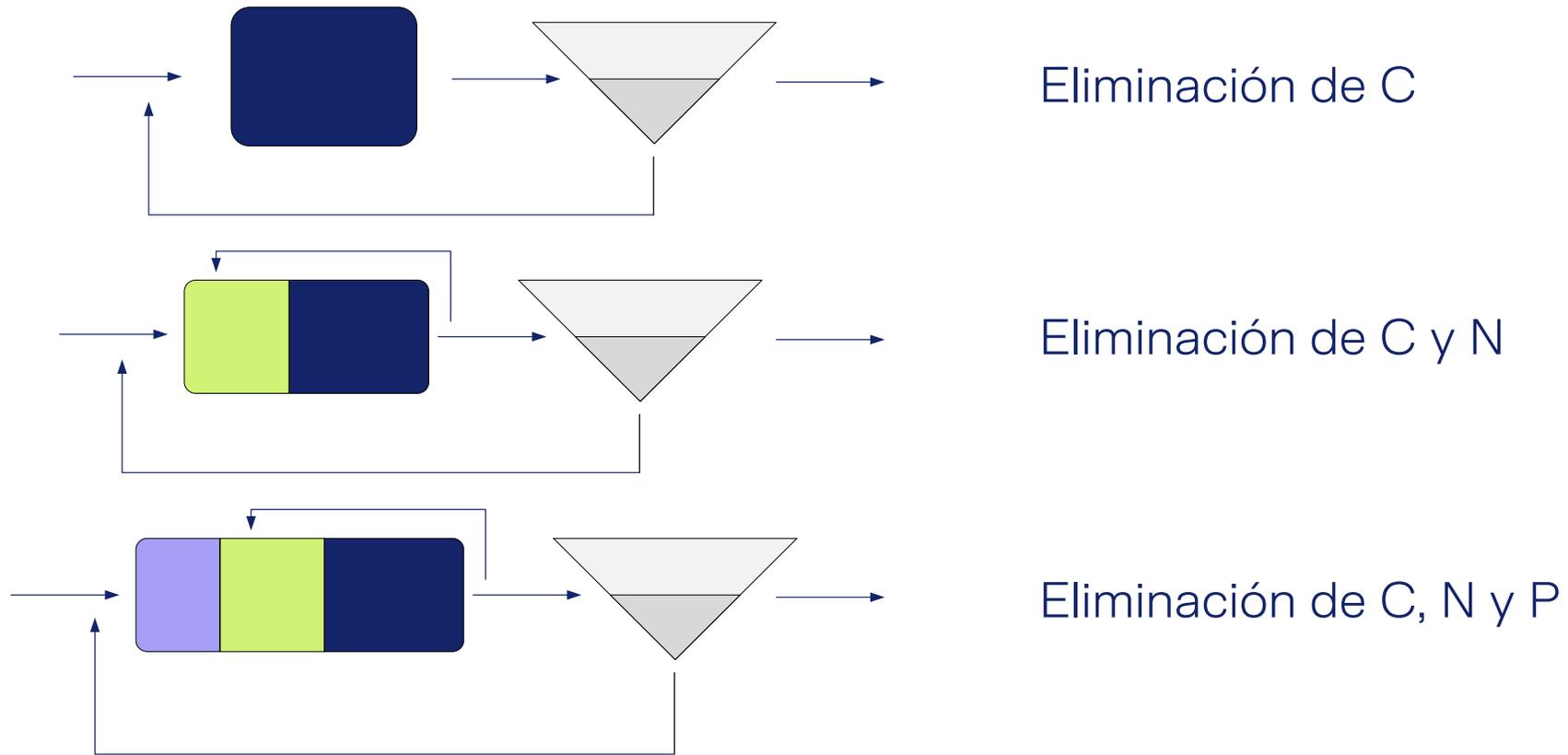
Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (2024/3019)	
DBO ₅ (mg/L)	25
DQO (mg/L)	125
COT (mg C/L)	37
SST (mg/L)	35
PT (mg P/L)	0,7 (10,000-150,000) 0,5 (>150,000 h.e.)
NT (mg N/L)	10 (10,000-150,000) 8 (>150,000 h.e.)

Punto de partida: Fangos activos



Punto de partida: Fangos activos

-  Aerobio
-  Anóxico
-  Anaerobio

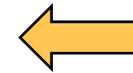
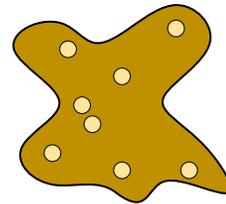
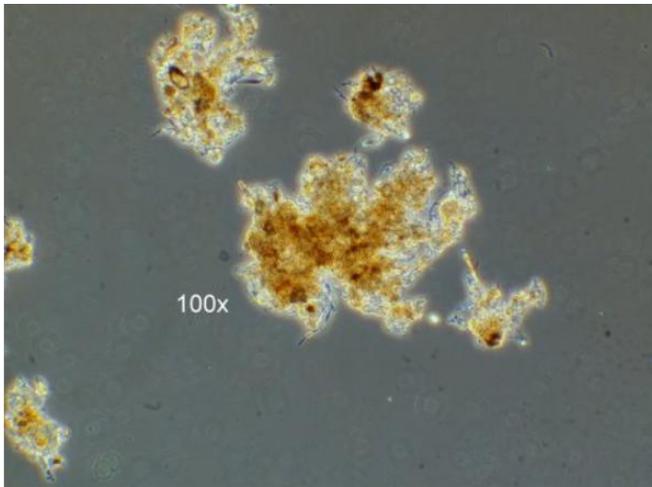


Punto de partida: Fangos activos

Ventajas:

Simplicidad de construcción y operación

Prácticamente 100% de la DQO particulada biodegradable eliminada



DQO particulada:

- Adherida al flóculo
- Se hidroliza y se degrada
- Alto potencial de desnitrificación

Punto de partida: Fangos activos

Limitaciones:

SSLM < 4000 mg/L (restricción carga al decantador secundario)

Volumen de reactor alto + decantadores secundarios

Bajas tasas de nitrificación → TRS alto requerido

Fango con bajo potencial de biogás

Tendencia a bulking filamentoso



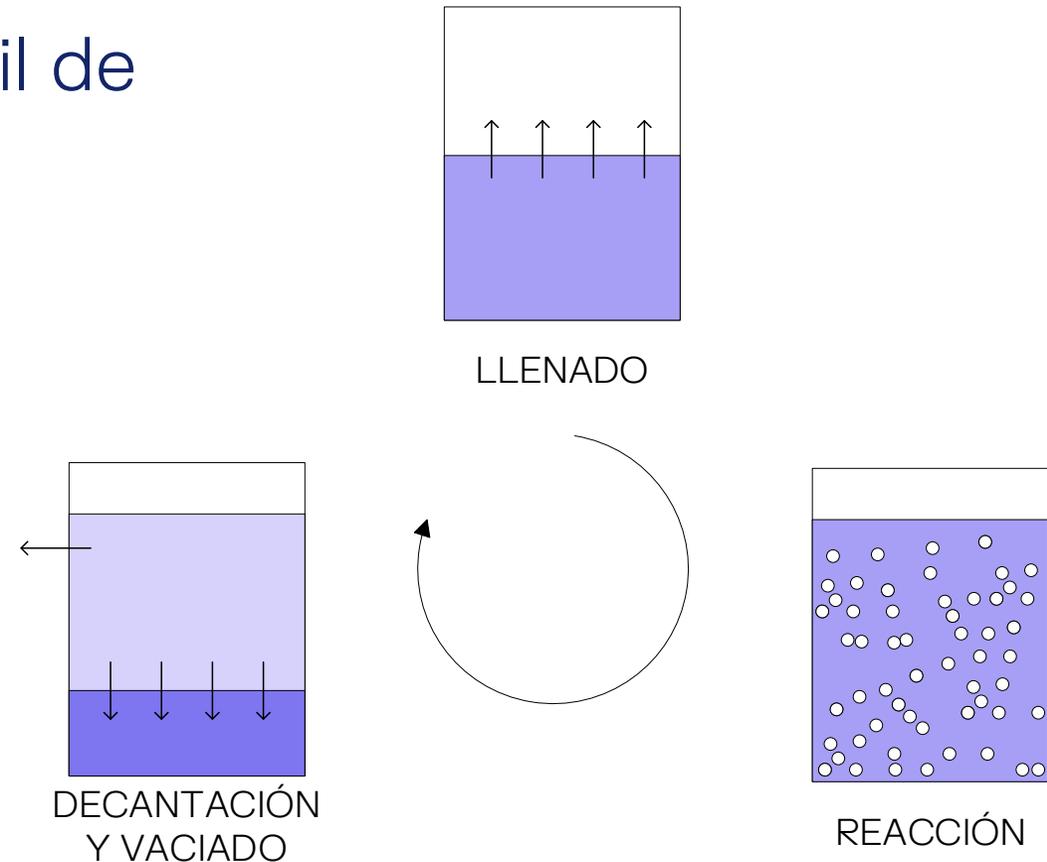
SBR: reactores secuenciales por lotes

Versión más compacta y versátil de fangos activos

Sin decantadores secundarios

Ciclos secuenciales:

- Llenado. Aerobio/anaerobio. Agitado/flujo pistón, continuo/pulsos
- Reacción (aireada/no aireada).
- Decantación y vaciado. Separación de sólidos, purga de fangos, extracción de efluente



SBR

Aplicaciones: municipal e industrial,
eliminación de C, C-N, o C-N-P.

Ventajas:

- ✓ No clarificadores secundarios
- ✓ Alta flexibilidad operativa
- ✓ Reducción de espacio respecto a FA
- ✓ Fácil de ampliar/modificar

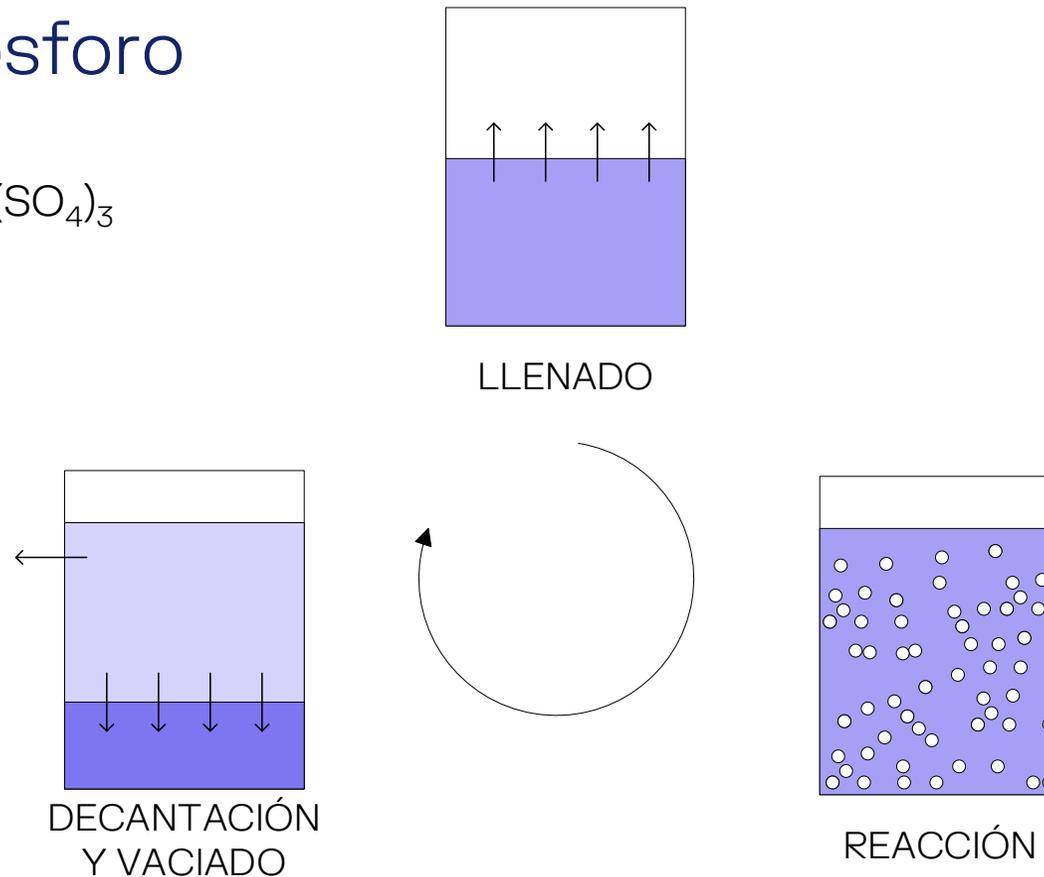


SBR para eliminación de C, N y P

Eliminación de fósforo

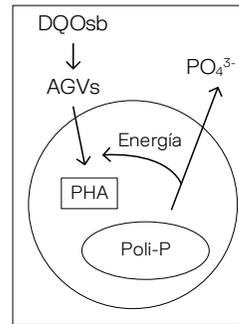
Química: FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Biológica



SBR para eliminación de C, N y P

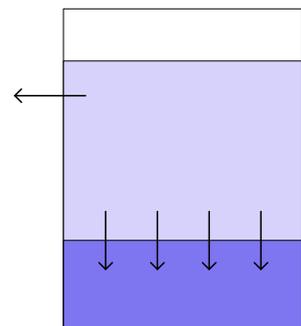
Eliminación de fósforo



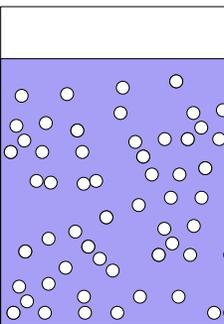
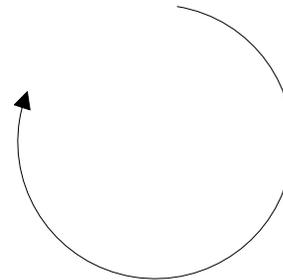
LLENADO

Condiciones anaerobias

- Liberación de PO_4
- Captación de DBOs



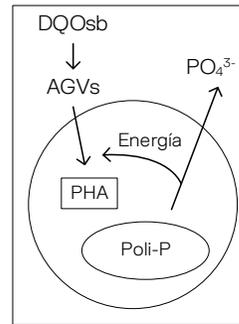
DECANTACIÓN
Y VACIADO



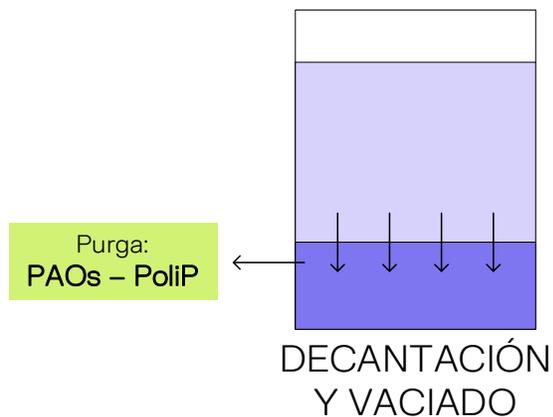
REACCIÓN

SBR para eliminación de C, N y P

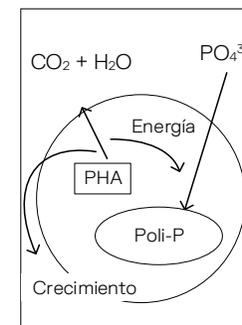
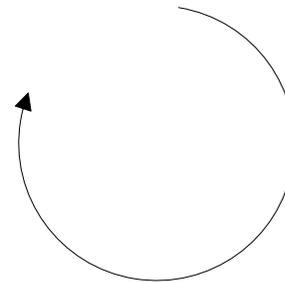
Eliminación de fósforo



LLENADO



DECANTACIÓN
Y VACIADO



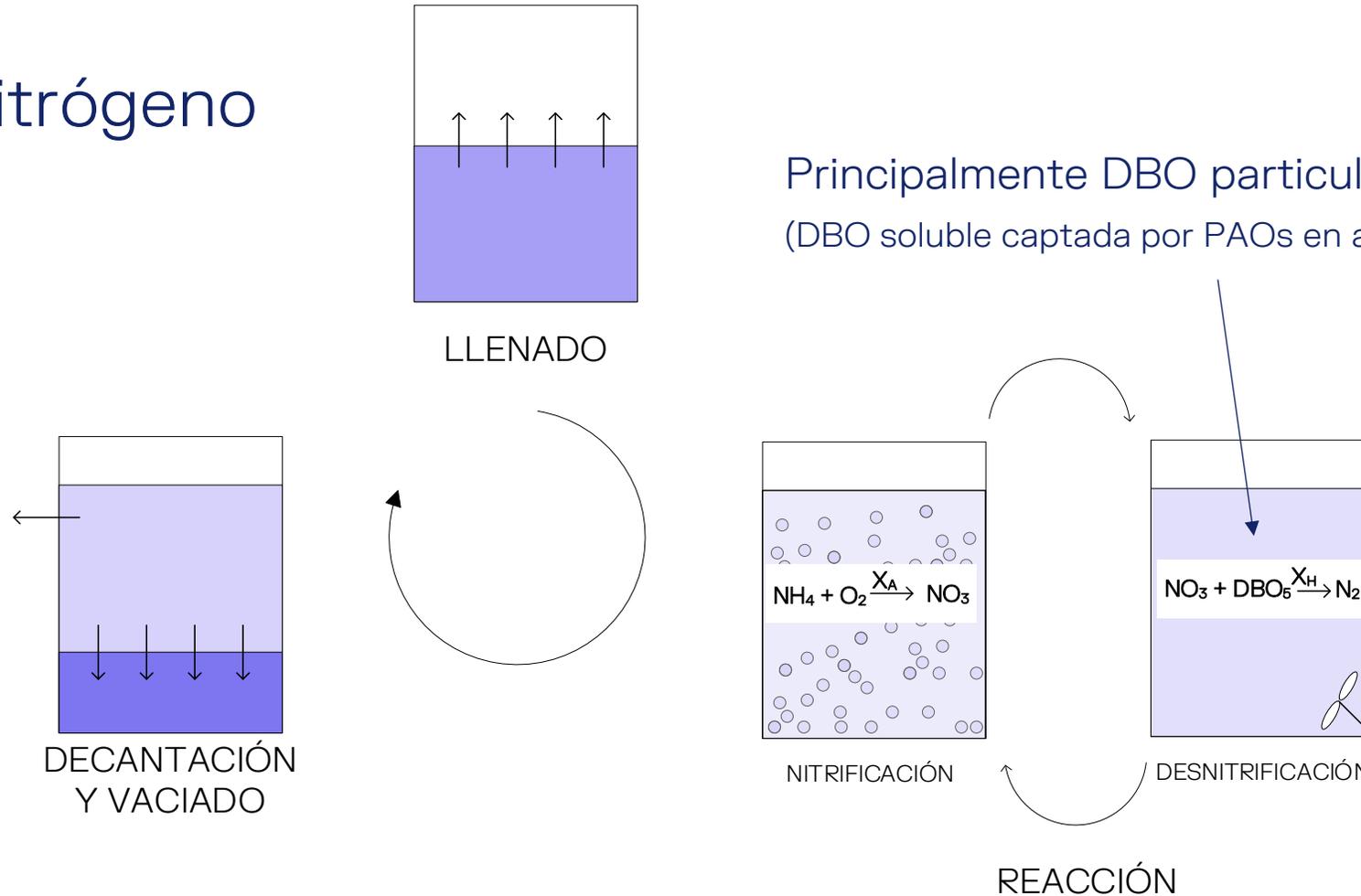
REACCIÓN

Condiciones
aerobias/anóxicas

- Captación de PO_4
- Crecimiento

SBR para eliminación de C, N y P

Eliminación de Nitrógeno



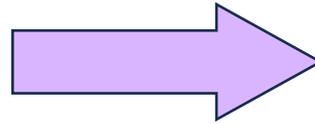
Principalmente DBO particulada
(DBO soluble captada por PAOs en anaerobio)

SBR

Limitaciones:

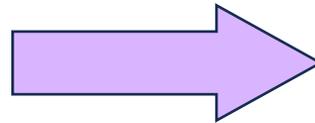
- Reactores de gran volumen (límite SSLM)
- Fango con bajo potencial de biogás
- Fango con mala sedimentabilidad
- Riesgo de pérdida de biomasa

Especialmente para
eliminación de N y P



Tasa crecimiento nitrificantes <<<
Tasa crecimiento heterótrofas

Nitrificación
especialmente sensible



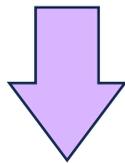
Solo entorno a 3% de los SSLM
son nitrificantes

Precisa mayor especialización del personal
Mayor inversión que fangos activos para control
automatizado de fases

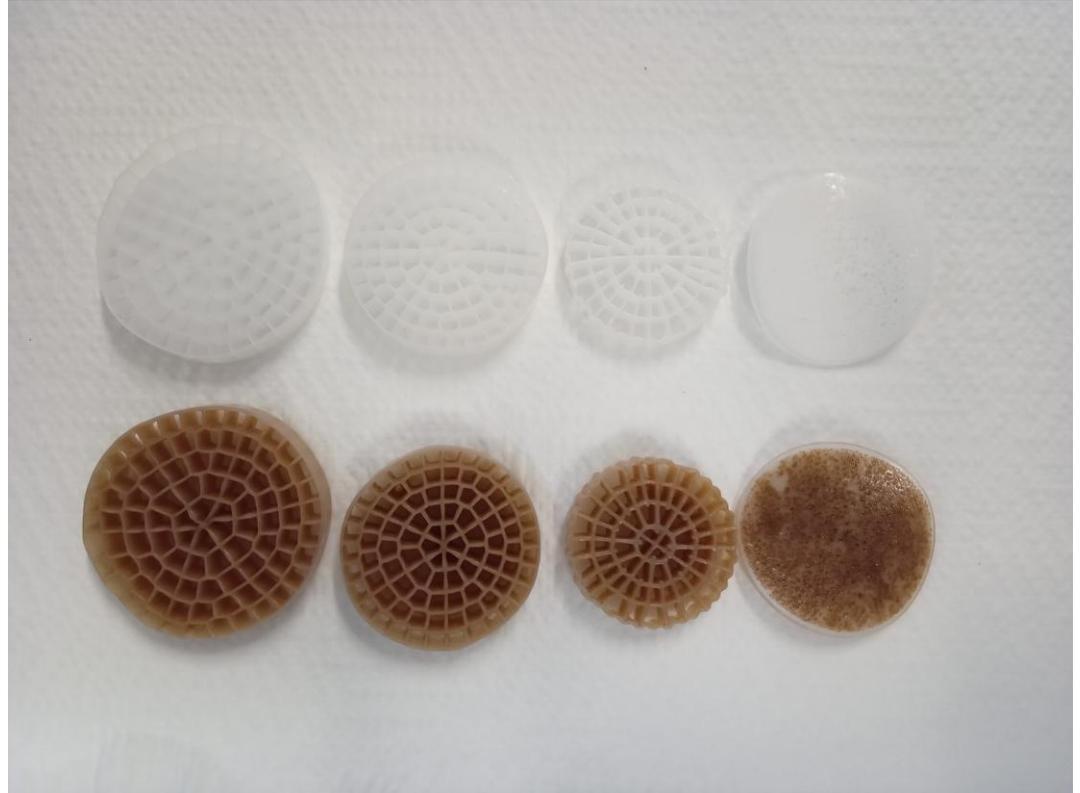
Procesos de biopelícula (MBBR)

MBBR: Reactores de biopelícula sobre lecho móvil

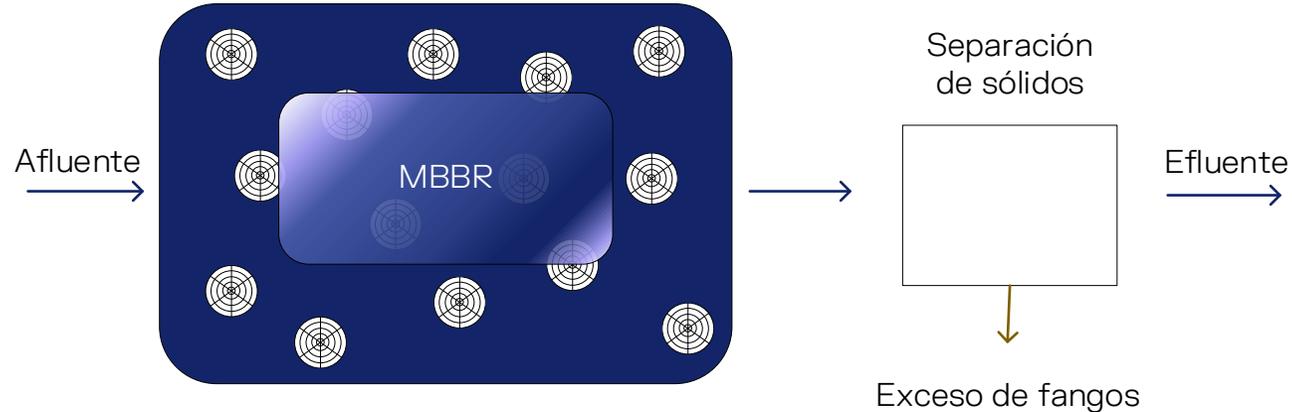
Crecimiento de nitrificantes en biopelícula → potenciación de la nitrificación



Reducción del volumen de reactor



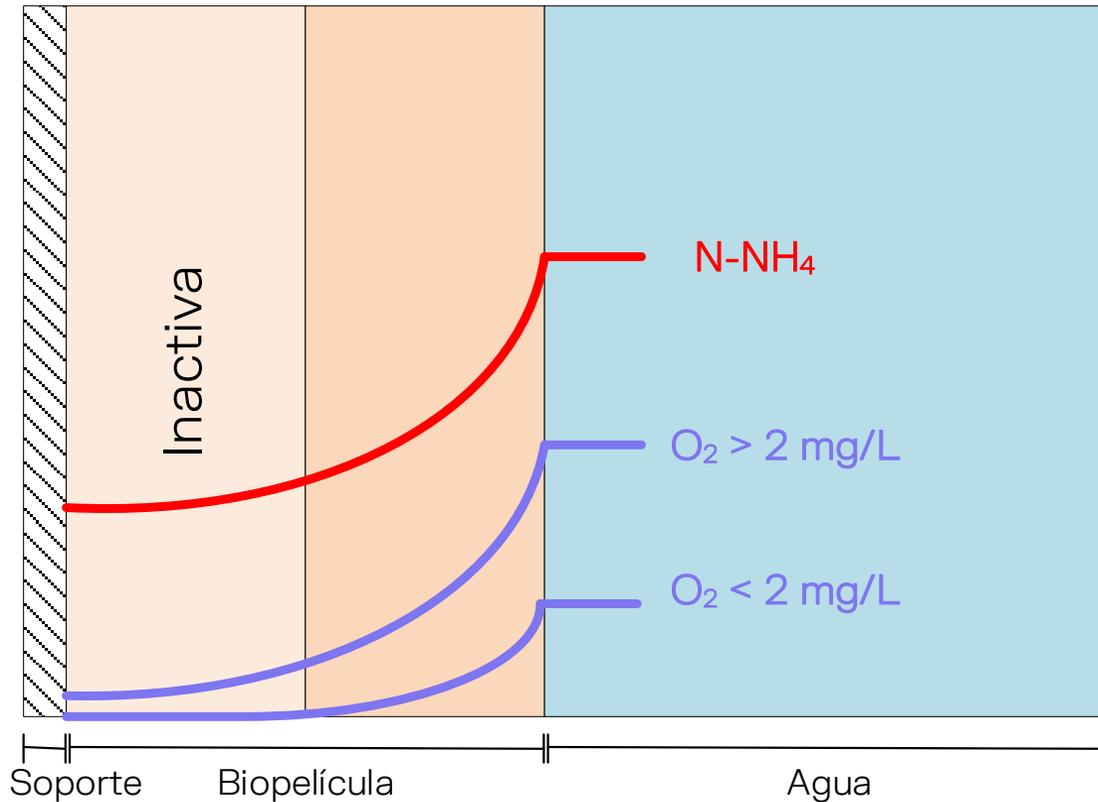
Procesos de biopelícula (MBBR)



Ventajas frente a fangos activos:

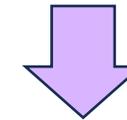
- ✓ Concentración de biomasa en biopelícula muy alta (2-3x SSLM de fangos activos)
- ✓ Alta compacidad
- ✓ Estabilidad en la nitrificación (alta retención de biomasa nitrificante)
- ✓ SST de salida = 200-300 mg/L → unidades de separación alternativas (lamelar, DAF...) más compactas
- ✓ No tendencia a bulking filamentoso

Fenómenos físicos en procesos de biopelícula



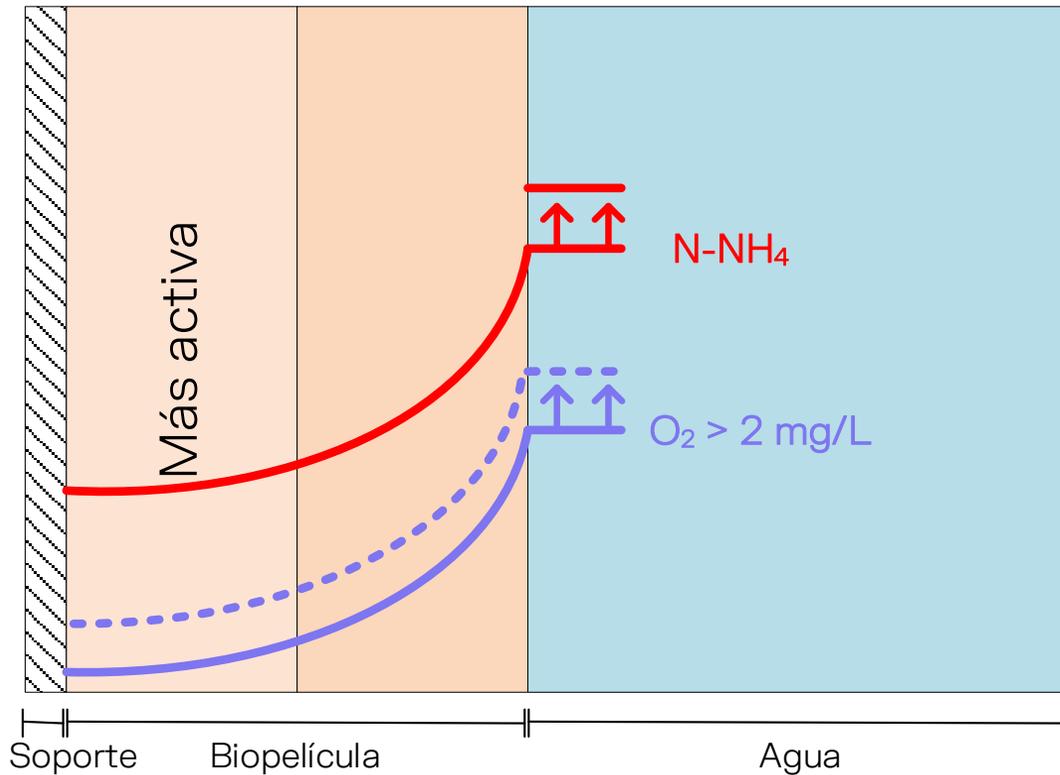
Difusión de sustratos dentro de la biopelícula

Gradiente de concentraciones debido a consumo y resistencia difusional



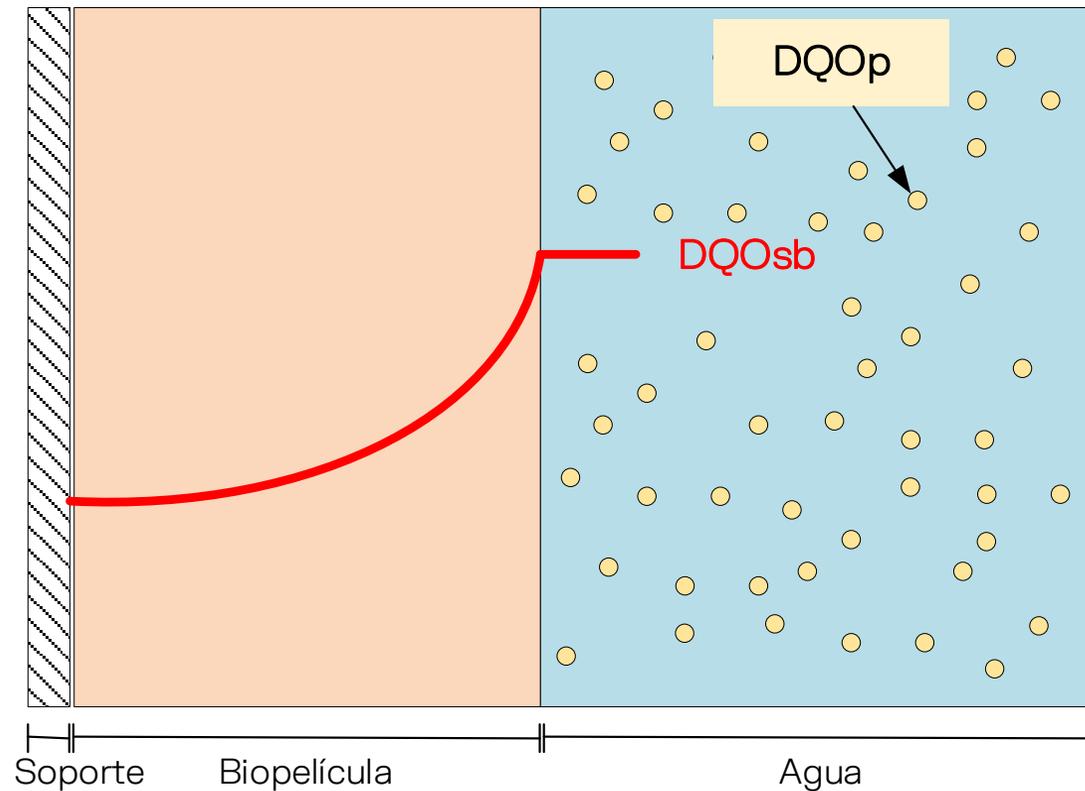
Importante mantener
concentración de O_2 en el
líquido $> 2 \text{ mg/L}$

Fenómenos físicos en procesos de biopelícula



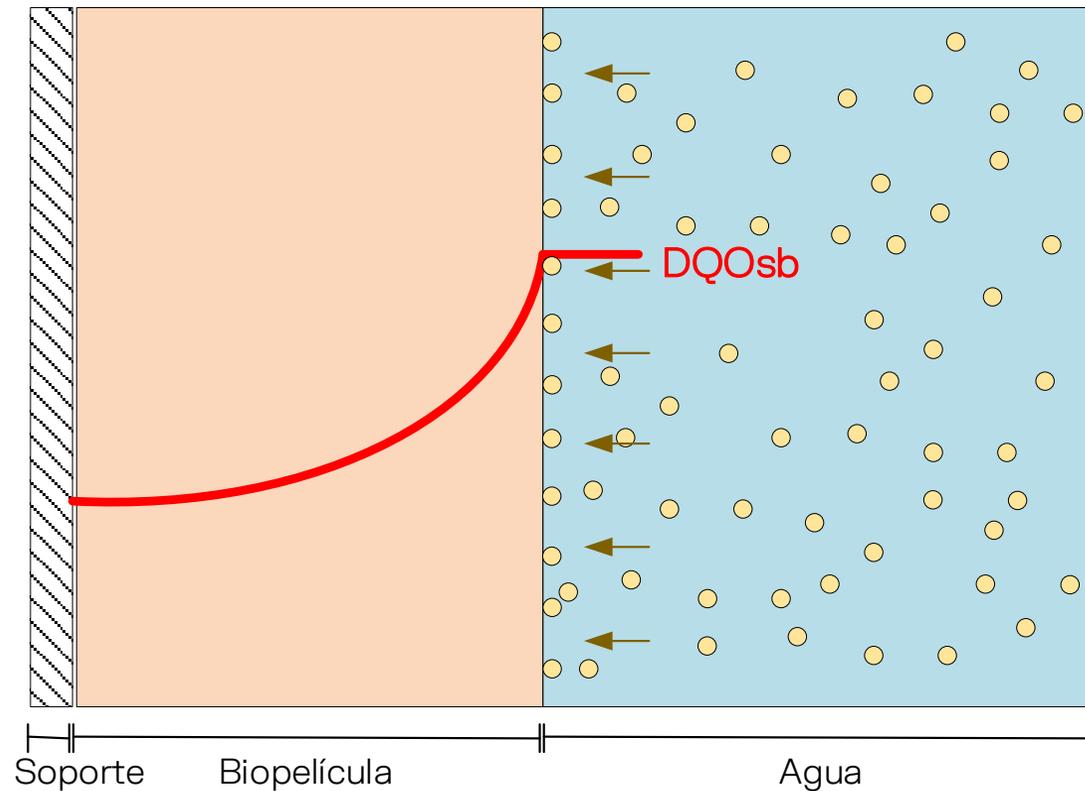
Mayor robustez ante picos de carga, tóxicos

Fenómenos físicos en procesos de biopelícula



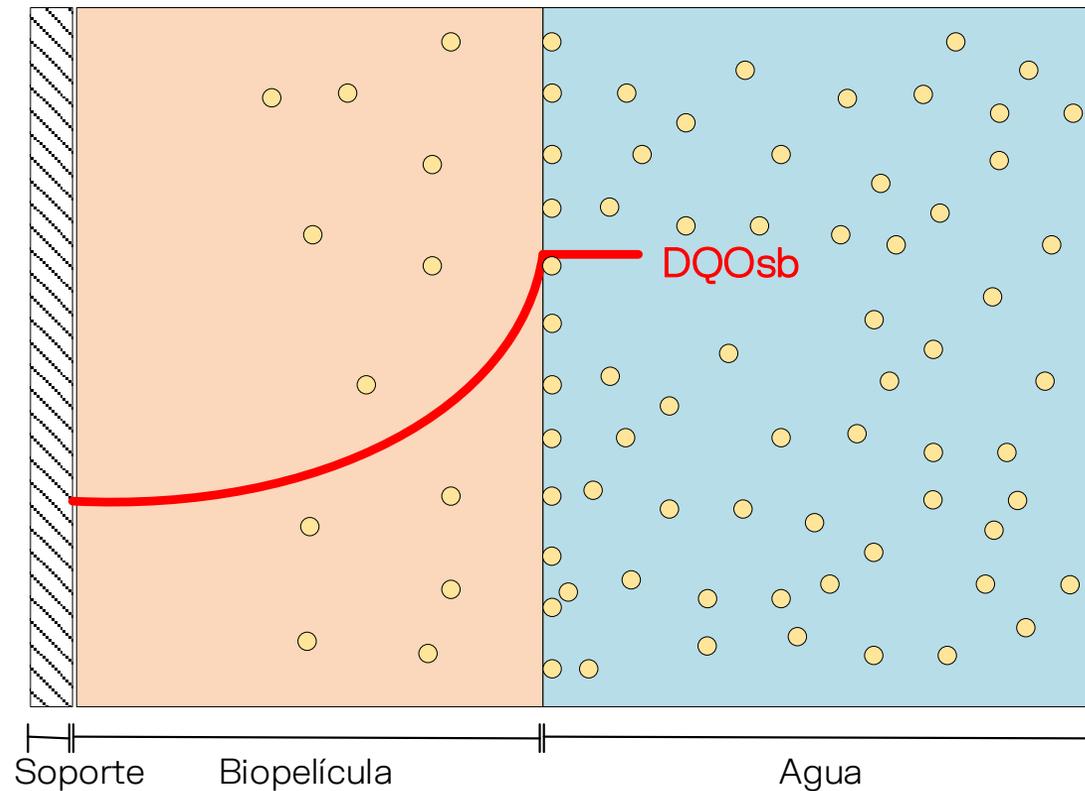
Eliminación limitada de DQO particulada en biopelícula

Fenómenos físicos en procesos de biopelícula



Adhesión de DQOp

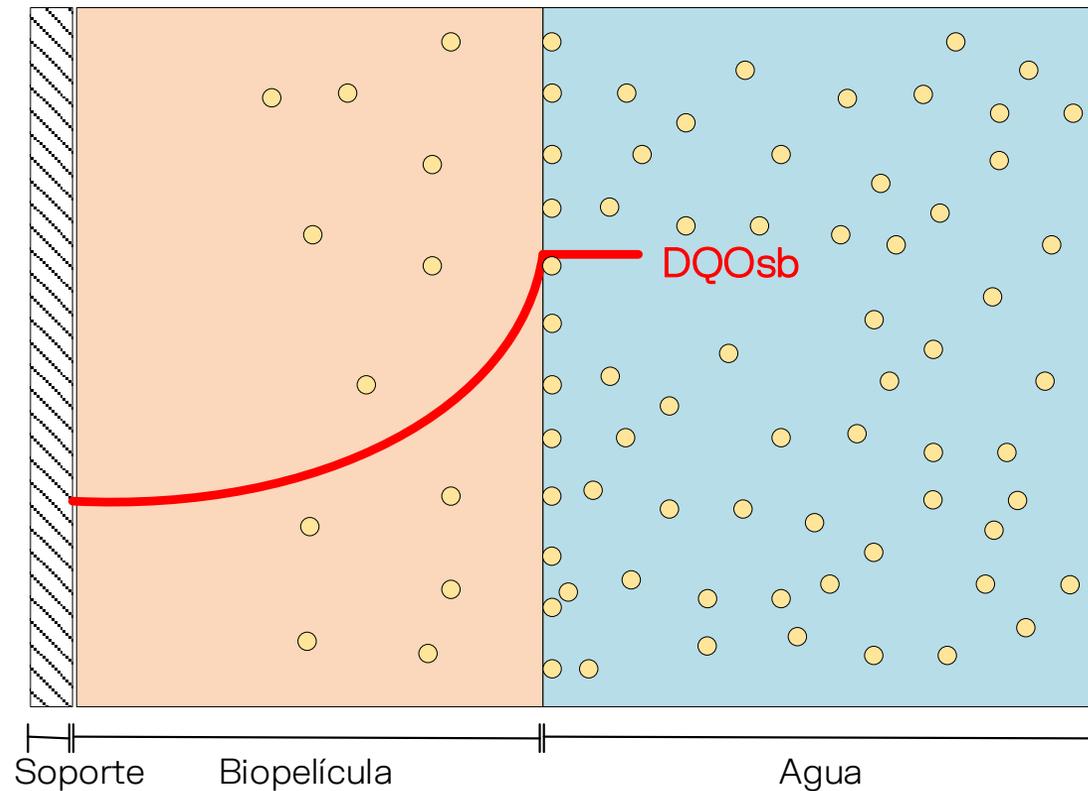
Fenómenos físicos en procesos de biopelícula



Adhesión de DQOp

Difusión de DQOp

Fenómenos físicos en procesos de biopelícula

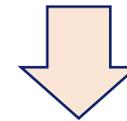


Adhesión de DQOp

Difusión de DQOp

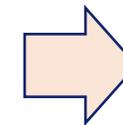


Ambas menores
que en suspensión



Degradación limitada de
DQOp en biopelícula

(aprox 30% de DQOp
biodegradable)



Potencial de
desnitrificación
limitado

Procesos de biopelícula - MBBR puro

Ventajas frente a fangos activos:

- ✓ Concentración de biomasa en biopelícula muy alta (2-3x SSLM de fangos activos)
- ✓ Alta compacidad
- ✓ Estabilidad en la nitrificación
- ✓ Unidades de separación compactas
- ✓ No tendencia a bulking filamentoso

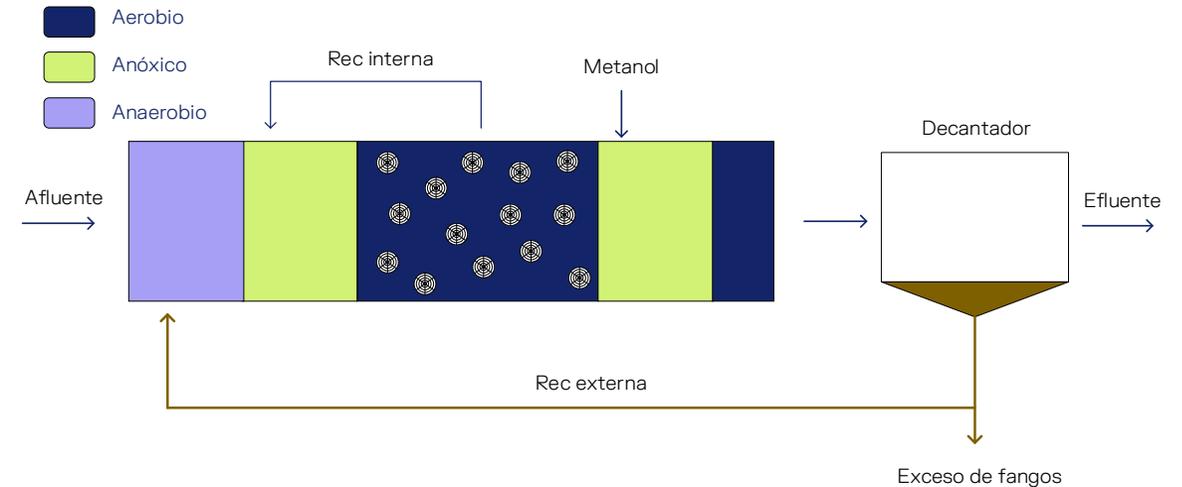
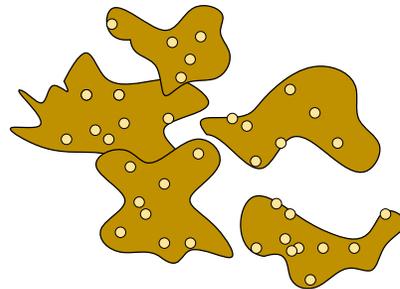
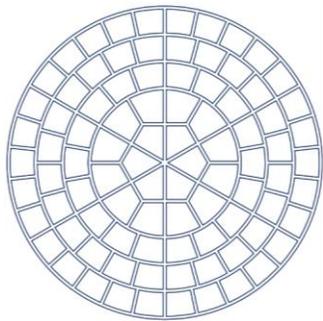
Limitaciones frente a fangos activos:

- ✓ Baja eficiencia de eliminación de DQOp – menores tasas de desnitrificación
- ✓ No eliminación biológica de fósforo
- ✓ Generalmente mayor gasto energético (OD>4 mg/L, aireación sirve para mantener el soporte suspendido también). ¡Control importante!



Híbrido FA-biopelícula: IFAS

Combina biomasa en suspensión y biopelícula



- ✓ Altas tasas de nitrificación → reducción importante del volumen aerobio
- ✓ Robustez operativa

- ✓ Altas tasas de desnitrificación
- ✓ Eliminación biológica de P

SEMBBA[®]: MBSBR-IFAS

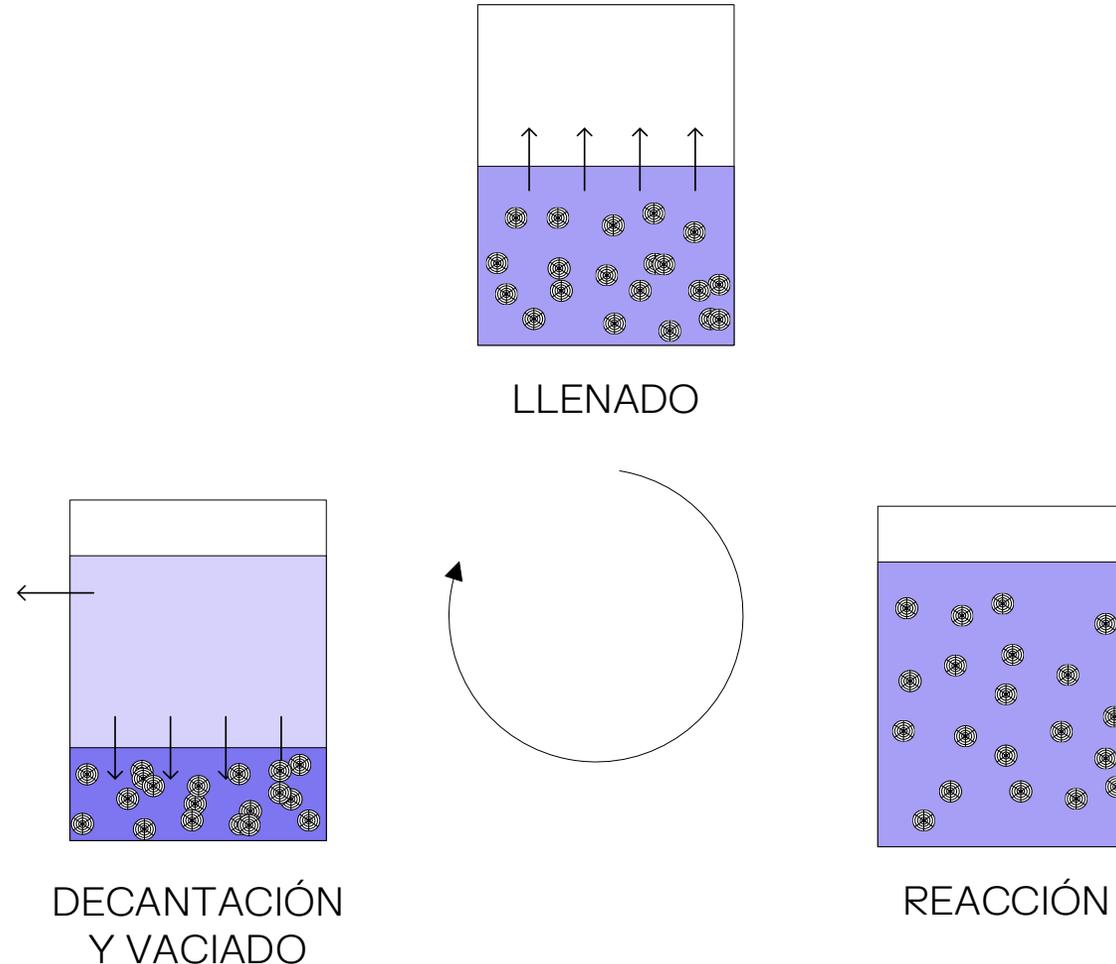
Máxima compacidad:

**Crecimiento
en biopelícula**

+

SBR

(IFAS sin decantador)





SEMBBA[®]: MBSBR IFAS

Remodelación de SBRs convencionales: aumento de capacidad

- ✓ Aumenta la tasa de nitrificación (>x2)
- ✓ Altas tasas de desnitrificación (utilización de 100% de DQOp biodegradable)
- ✓ Alta actividad PAO

CUMPLIMIENTO DE
LÍMITES DE VERTIDO
MÁS ESTRINGENTES



SEMBA[®]: MBSBR IFAS

Otras ventajas:

- ✓ Mejora la sedimentabilidad del fango
 - IVF bajos (70-80 mL/g) → VER alto
 - Velocidad de sedimentación alta → fase de sedimentación reducida
 - Buena clarificación
- ✓ Mayor robustez ante picos de carga/tóxicos/fallos operacionales
- ✓ Combinación con control automático: permite un mayor control y ahorro energético

SEMBBA[®] - PILOTAJE

Condiciones de diseño y operación:

Volumen de reactor	600 L
Tipo de relleno	MOBED [®] 35 HD
Porcentaje de relleno	20%
VER	40%
Tiempo de ciclo	Total: 2.5 h Sedimentación y vaciado:0.6 h
Cargas volumétricas	OLR: 0.7 g COD/m ³ /d NLR: 0.12 g N/m ³ /d



SEMBBA[®] - PILOTAJE

Alta concentración de nitrificantes en biopelícula

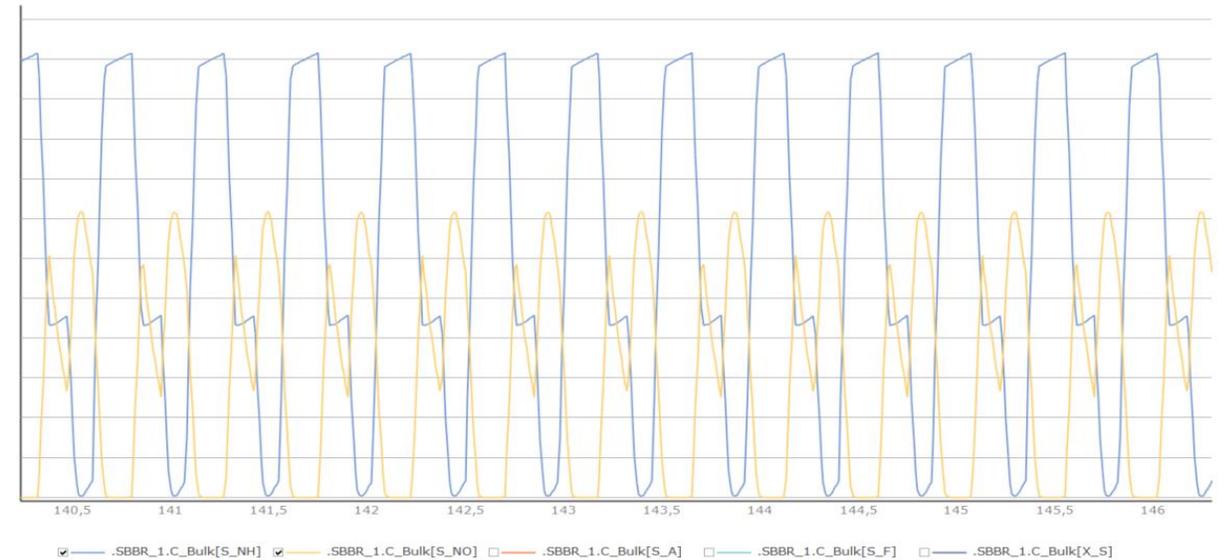
Altas tasas de nitrificación (0.33 kg N/m³/d)

Altas concentraciones de PAO en biopelícula

Alta actividad EBPR (0.65 kg P/m³/d)

Muy buena calidad de fango

- IVF 70-80 mL/g
- Vaciado tras 10 min de decantación



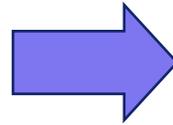
Calibración del modelo Filmath[®] para SBR-IFAS

SEMBBA[®] - Procedimiento de diseño

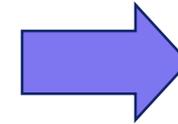
Datos de partida

Caudal (medio + pico)
Estacionalidad
T (min/max)
Conductividad
pH
SST
DQO
DBO₅
NTK
N-NH₄
N-NO₃
PT
P-PO₄
Espacio/depósitos/reactores disponibles

+ Requerimientos



Simulaciones
iterativas
FILMATH[®]



Propuesta

Nº de reactores
V_r
% de relleno
VER
T ciclo
Fases y su duración
Necesidades de dosificación
de nutrientes/alcalinidad
Producción de fangos
estimada
Sensores y control
Formación y capacitación de
personal de planta
Propuesta analítica de PEM

**Gracias por
vuestra atención.**



III Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO