



Ciclo de 20

MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

AGUASRESIDUALES.INFO



MasterClass 03

“Tratamiento biológico de fangos activados.”

Jorge Chamorro Alonso

Consultor Ciclo Integral del Agua.



03
Febrero

Ciclo de **20**
MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

SOBRE LA PRESENTACIÓN

- No es una clase convencional sobre el proceso de fangos activos. Hay numerosos cursos e internet esta llena de descripciones y cálculos sobre el proceso de fangos activos.
- Hablaremos de tres aspectos fundamentales:
 - Cosas que nunca te han contado sobre los fangos activos
 - Errores de diseño en los fangos activos
 - Diseño correcto de un proceso de fangos activos

FANGOS ACTIVOS: FORMULA MÁGICA PARA DISEÑAR Y OPERAR

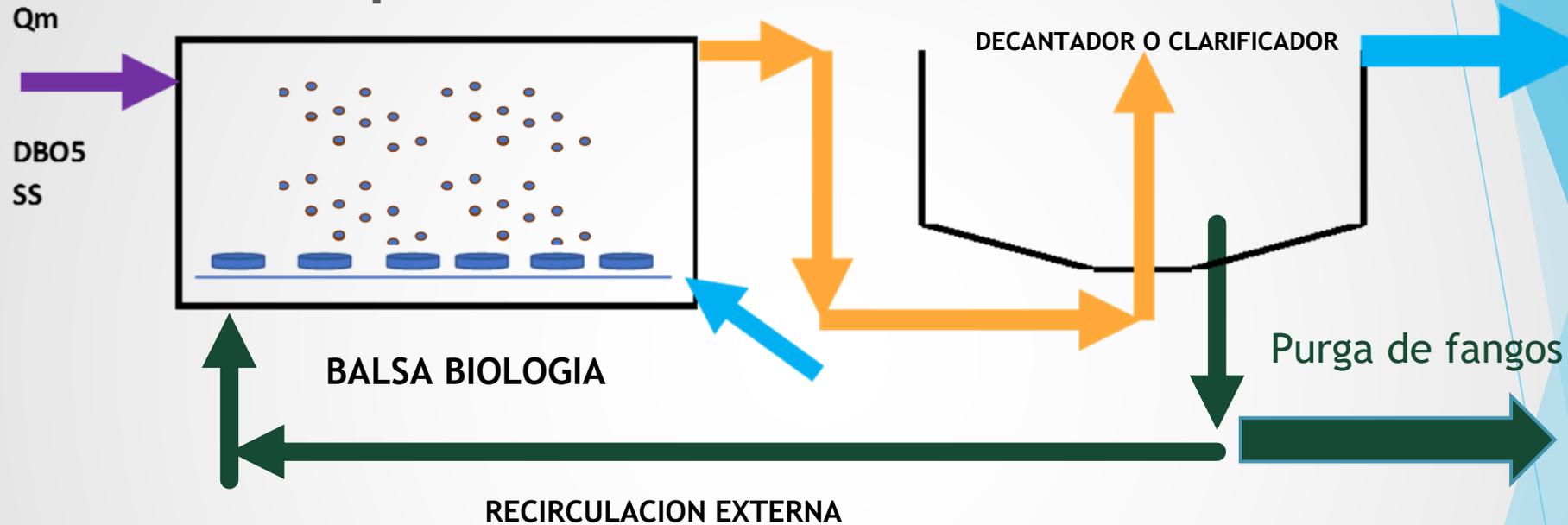
$$\theta \text{ (edad del fango)} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)} * MLSS \text{ (m}^3\text{)}}{Pf \left(\frac{kg}{d}\right)}$$

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{\theta \text{ (edad del fango)} * Pf \left(\frac{kg}{d}\right)}{MLSS \text{ (m}^3\text{)}}$$

- θ (Edad del Fango). Establece el tipo de proceso:
 - Reducción de carga carbonosa: 4-6 días
 - Nitrificación-desnitrificación: 6-12 días (dependiendo de la temperatura)
 - Aireación prolongada: 16-26 días.
- MLSS (Concentración SS balsas) (3.000-5.000 ppm) y depende:
 - Caudal de recirculación
 - Dimensiones decantador secundario: Superficie y especialmente altura (> 3,5 metros)
- Pf (producción de fangos). A mayor edad menor producción de fangos

COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

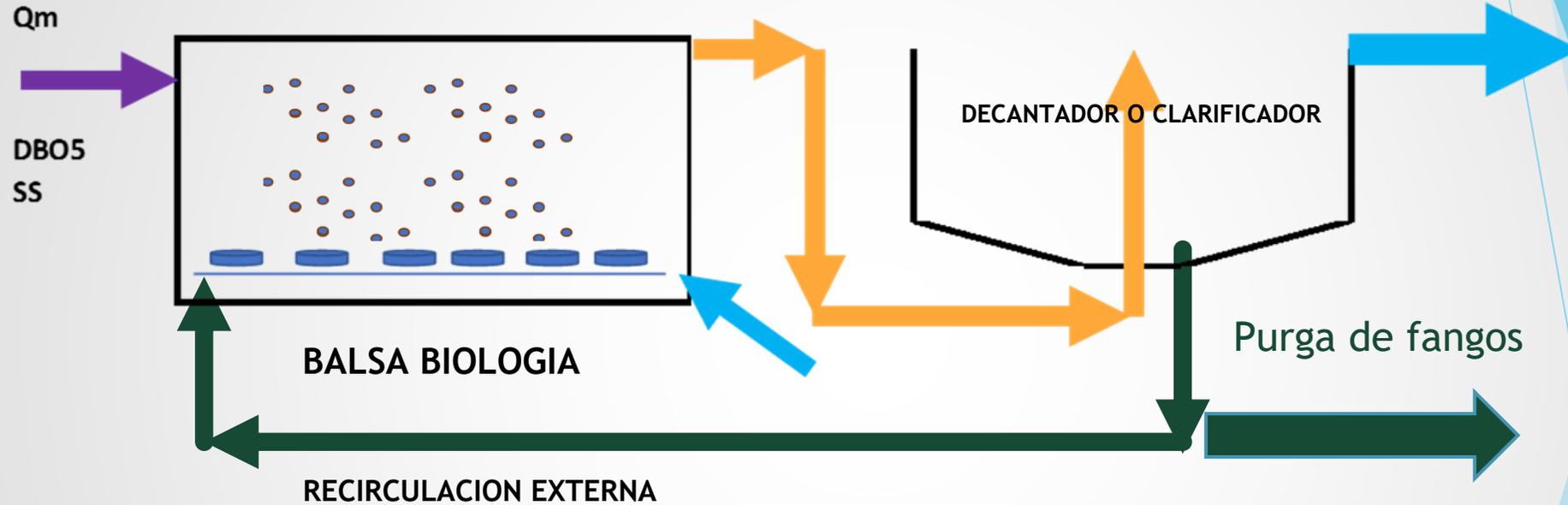
Para que sirve la recirculación externa



- **Balsa biológica:** Objeto de diseños exhaustivos y, con frecuencia, innecesarios: el volumen del biológico NO es lo mas importante.
- **Decantador o clarificador:** Objeto de poca atención en el diseño y que es tan importante o mas que el volumen de la balsa biológica.
- **Recirculación externa.**

COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

Para que sirve la recirculación externa



- La recirculación interna sirve para **garantizar una biomasa** en las balsas biológicas.
- No confundir con la misión de la purga, que sirve para **mantener una biomasa adecuada**, en las balsas biológicas, para obtener **la calidad del efluente** exigida por la autorización de vertido.

¿Para qué sirve la recirculación externa?

- ▶ Sin recirculación externa no habría biomasa.
- ▶ Al iniciar el diseño, el diseñador decide que concentración de biomasa quiere en la balsa biológica.
 - ▶ 3,000-3,500 ppm es ideal
 - ▶ 3,500-4,500 ppm reduce el volumen del biológico, pero exige un decantador con mayor diámetro y alturas en vertedero por encima de 4,5 metros
 - ▶ > 4,500 ppm es un riesgo para la operación al reducir el margen de maniobra del proceso de fangos activos.

COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

¿Para qué sirve la recirculación externa?

- **Cómo se calcula (re):**

$$re (m^3/h) > Qm \left(\frac{m^3}{h} \right) * \frac{MLSS (ppm) - SSe(ppm)}{Cp(ppm) - MLSS (ppm)}$$

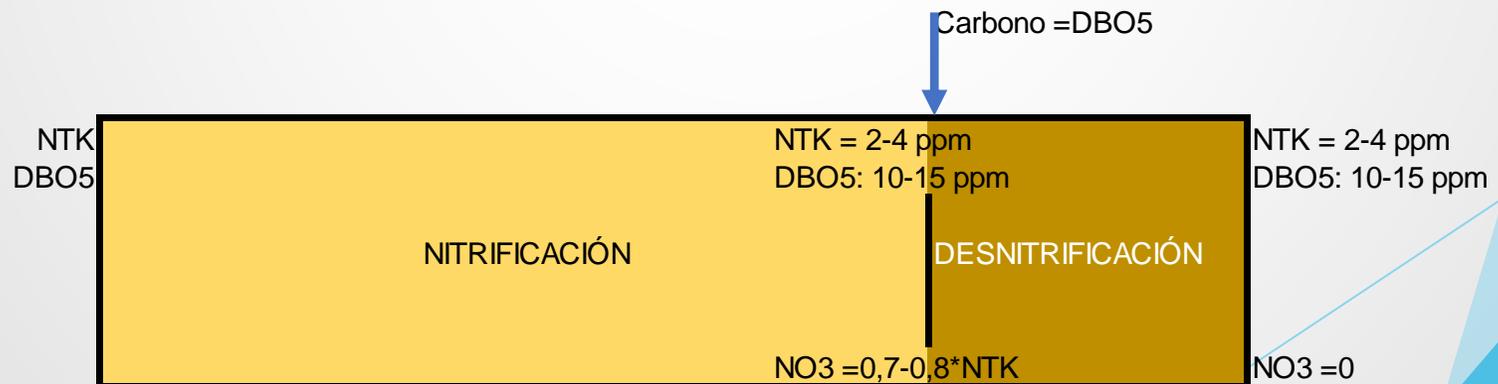
- ▶ **Qm:** Caudal medio de aguas residuales de entrada al biológico
- ▶ **MLSS:** concentración en las balsas biológicas
- ▶ **SSe:** Sólidos en suspensión del agua de entrada al biológico
- ▶ **Cp:** Concentración de la recirculación y purga: normalmente entre 1,5 y 2 veces los MLSS.
- ▶ **A mayor recirculación externa:**
 - ▶ Menor concentración de purga
 - ▶ Menor tiempo de contacto del agua residual con la biomasa.
- ▶ **A menor recirculación externa:**
 - ▶ Mayor concentración de la purga
 - ▶ Riesgo de salida de sólidos con el efluente en el decantador o clarificador
- ▶ **A mayor recirculación externa:**
 - ▶ Menor concentración de purga
 - ▶ Menor tiempo de contacto del agua residual con la biomasa.
- ▶ **Valores recomendados:** 100-150 % del caudal medio (Qm)

COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

Por qué va antes la desnitrificación que la nitrificación



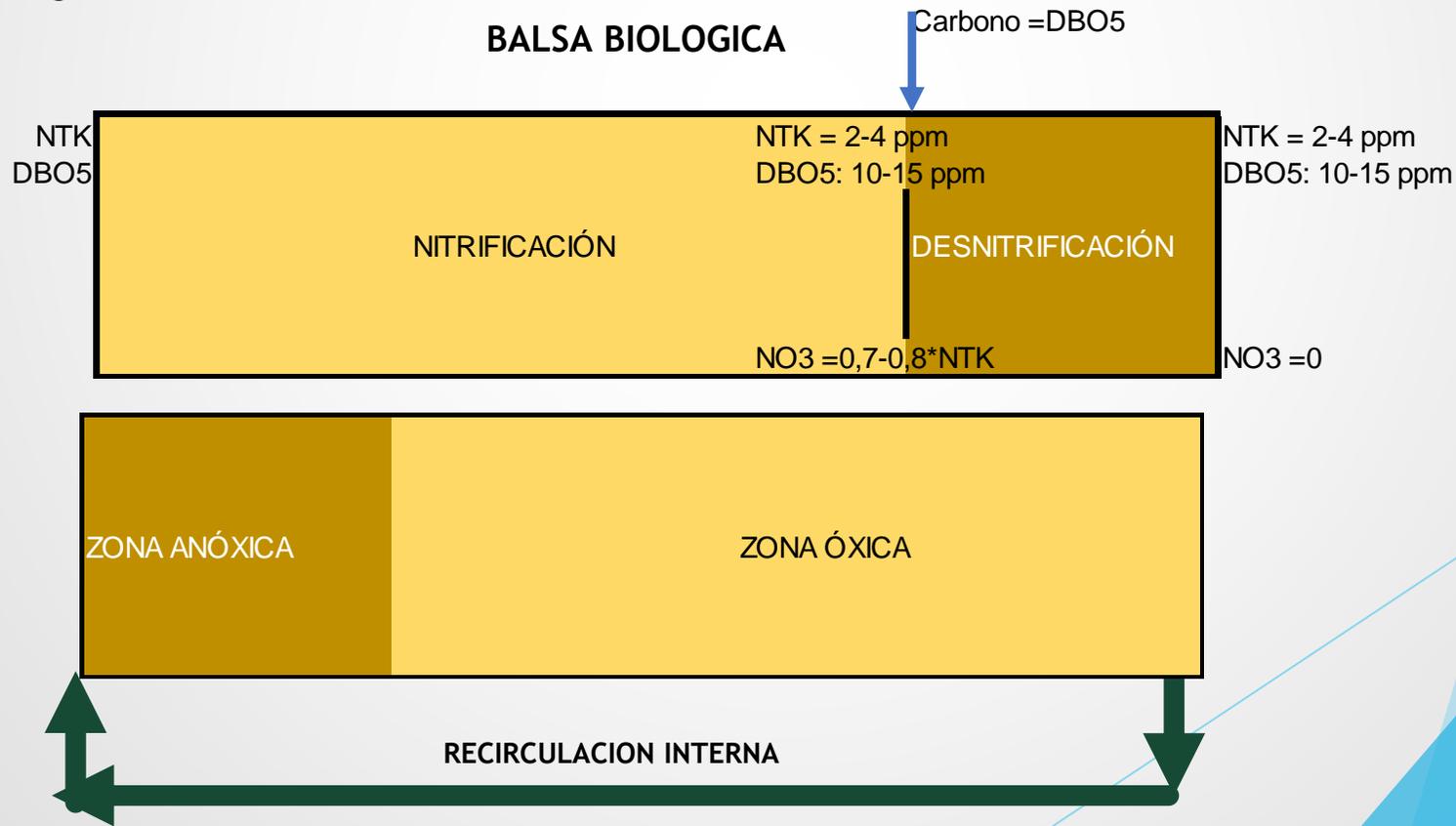
PROPUESTA INCIAL



COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

Por qué va antes la desnitrificación que la nitrificación

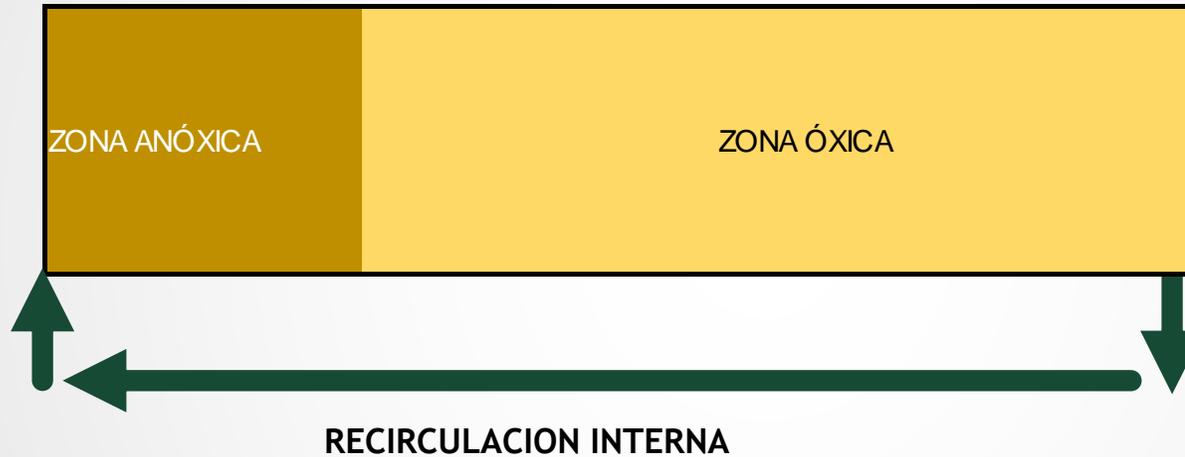
- Para aprovechar la DBO5 del agua residual como fuente de energía para las bacterias desnitrificantes y reducir el consumo de oxígeno y la producción de fangos



COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

Para qué sirve la recirculación interna

BALSA BIOLOGIA



- Para garantizar la desnitrificación



COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

Para qué sirve la recirculación interna

➤ **Como se calcula (ri):**

$$ri \left(\frac{m^3}{h} \right) > Qm \left(\frac{m^3}{h} \right) * \frac{Nd \text{ (ppm)} + NNO3s \text{ (ppm)}}{NNO3s \text{ (ppm)}} - \left(Qm \left(\frac{m^3}{h} \right) + re \left(\frac{m^3}{h} \right) \right) < 5 * Qm \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

- **Qm:** Caudal medio de aguas residuales de entrada al biológico
- **Nd:** Nitrógeno a desnitrificar
- **NNO3s:** Nitratos a la salida
- **re:** recirculación externa

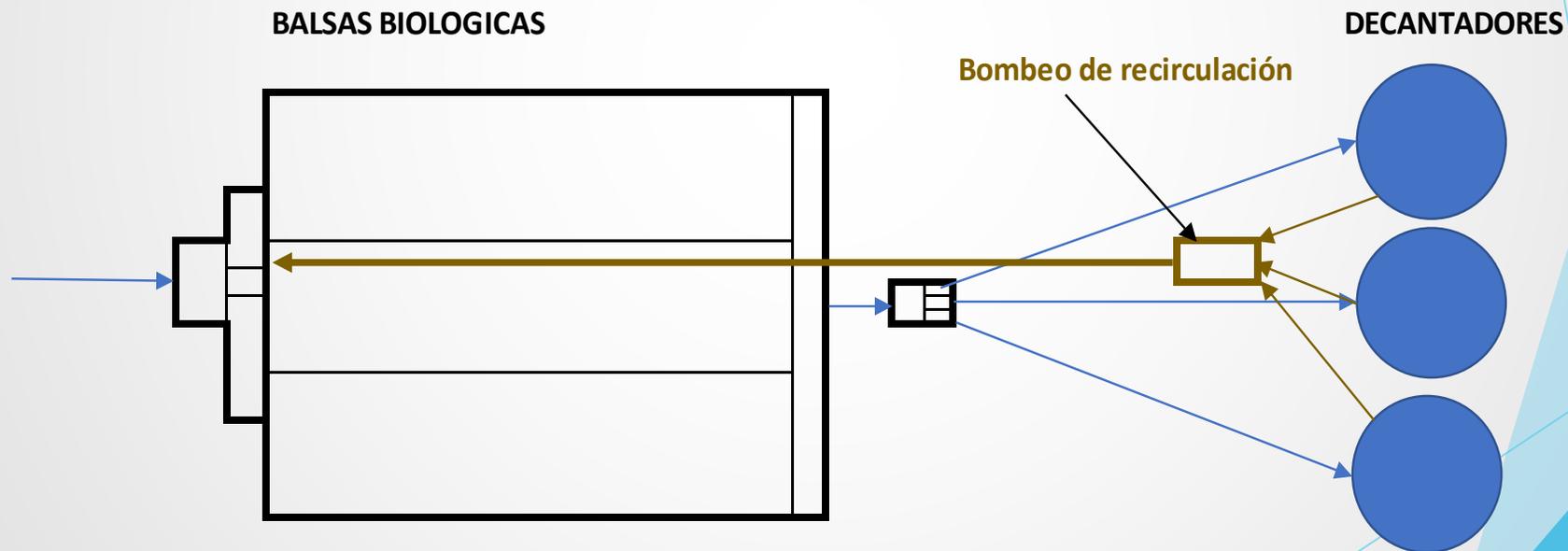
COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

ERRORES MAS COMUNES EN EL DISEÑO

- UN SOLO PROCESO BIOLÓGICO
- AUSENCIA DE ZONAS POLIVALENTES
- AUSENCIA DE BY-PASS DECANTACIÓN PRIMARIA (PROCESOS DE N-DN)

UN SOLO PROCESO BIOLÓGICO

- MUY COMÚN EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS
- LO MAS IMPORTANTE ES EL VOLUMEN DEL BIOLÓGICO



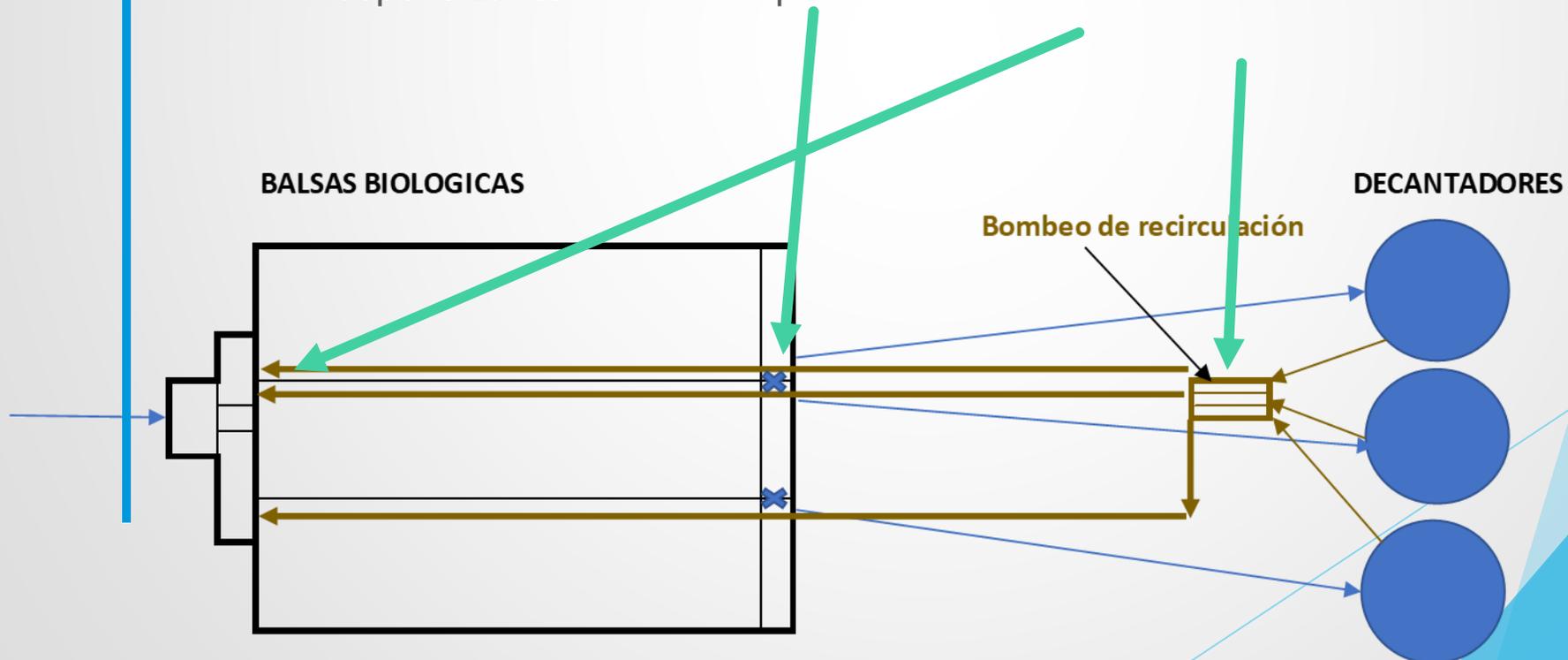
UN SOLO PROCESO BIOLÓGICO

- **Puesta en Marcha:**
 - Tiempos de crecimiento de biomasa altos
 - Tiempos de entrada en régimen elevados
- **Cambios estacionales:**
 - Desconocimiento de los nuevos parámetros de funcionamiento
- **Desequilibrios tróficos:**
 - Tiempos de respuesta altos
- **Vertidos:**
 - Influencia sobre los microorganismos
 - Tiempos de recuperación altos por daños a toda la biomasa

BIOLÓGICOS INDEPENDIENTES

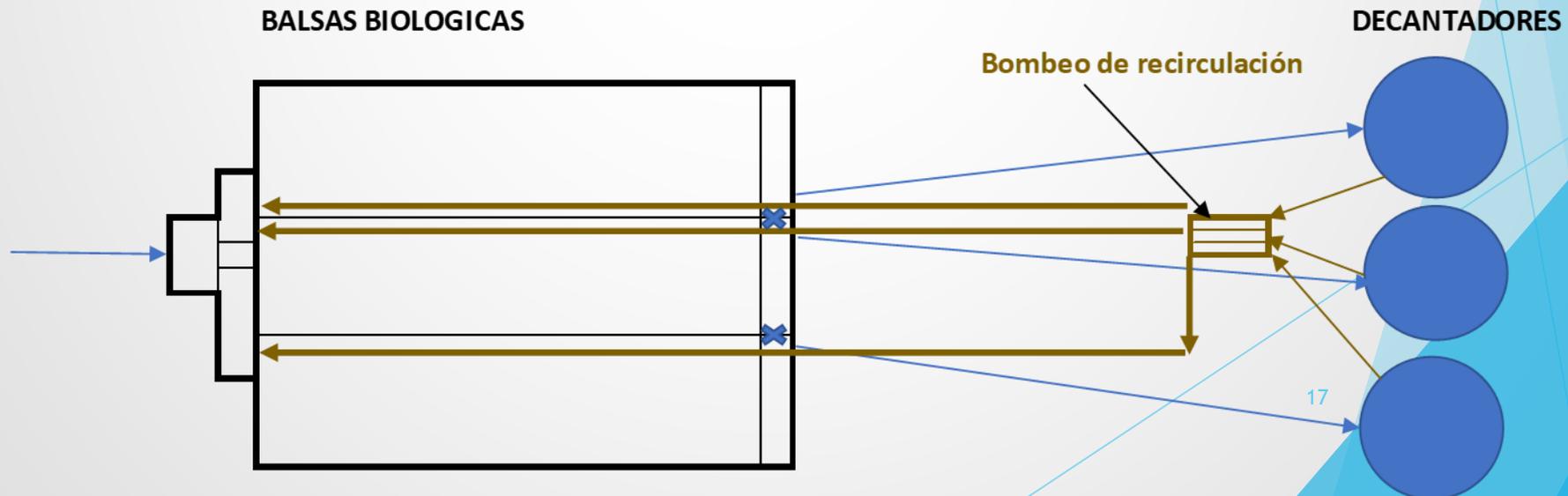
DISEÑO CORRECTO

- Evitar la contaminación de los licores mezcla a la salida de las balsas biológicas
- Evitar la contaminación de las recirculaciones externas
 - Compartimentar bombeo de recirculación
 - Independizar tuberías de impulsión



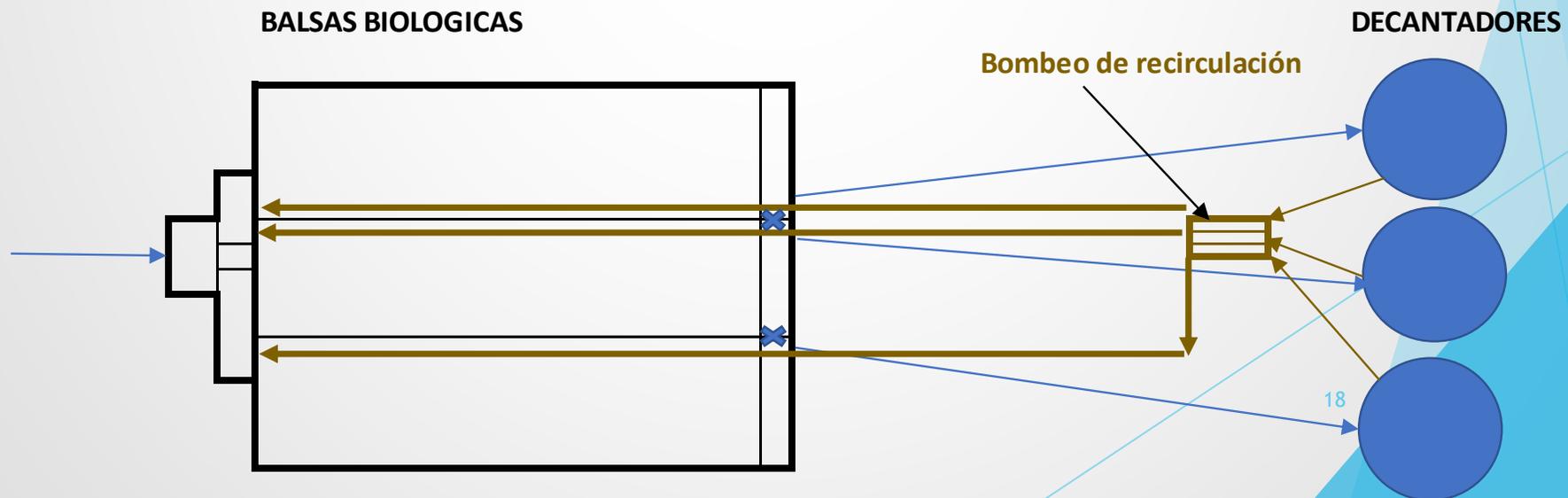
BIOLÓGICOS INDEPENDIENTES

- **Puesta en Marcha:**
 - Tiempos de crecimiento de biomasa altos (la independencia de biológicos no lo reduce)
 - Reducción de tiempos de entrada en régimen: en este caso al 33 % con las siguientes ventajas respecto a la entrada en régimen con un solo proceso biológico:
 - La misma agua de entrada
 - En las mismas condiciones ambientales



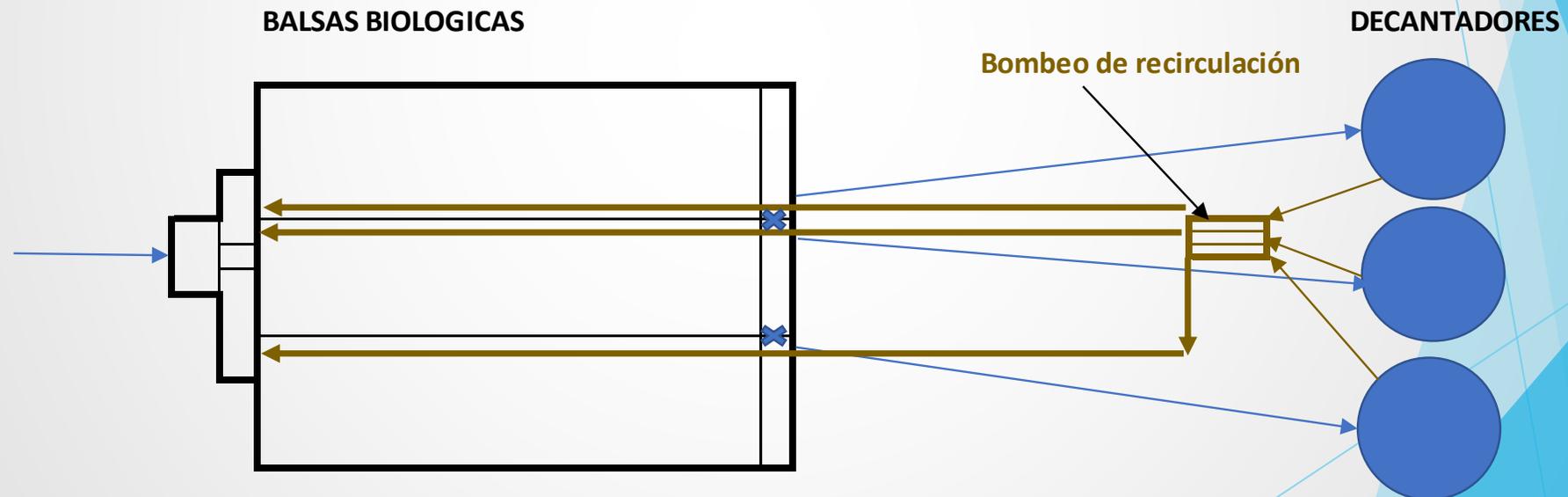
BIOLÓGICOS INDEPENDIENTES

- Cambios estacionales:
 - Acortamientos del establecimiento de los nuevos parámetros de funcionamiento cambiando:
 - Edad del fango
 - Concentraciones de oxígeno
 - Caudales de las recirculaciones
 - Configuraciones si se dispone de zonas polivalentes



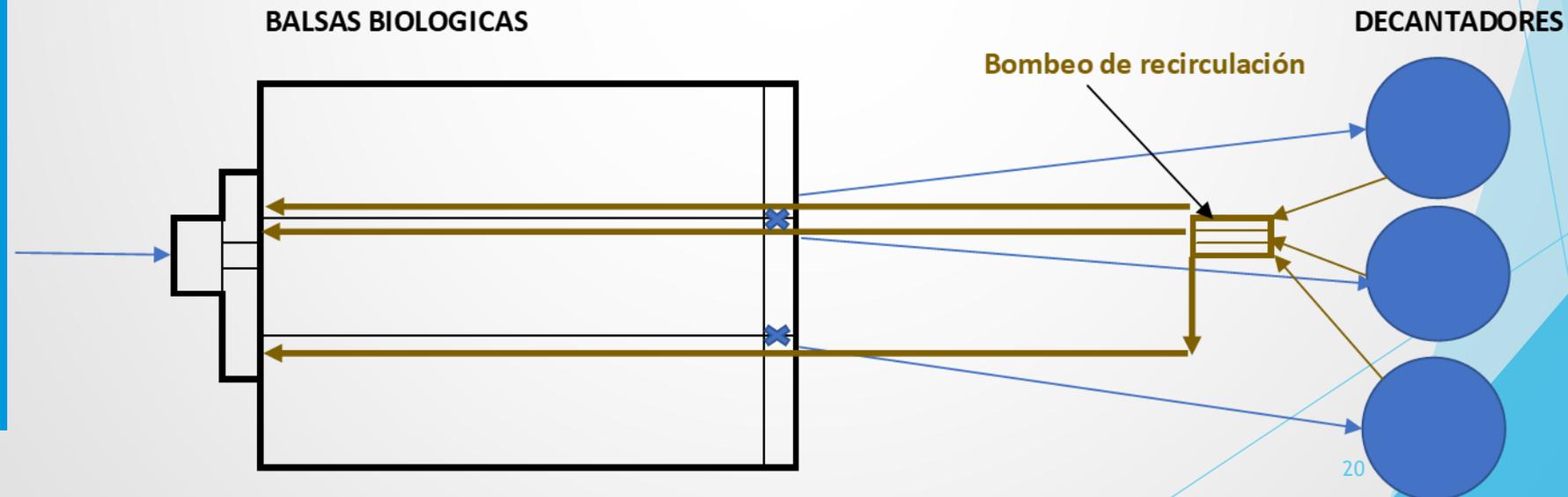
BIOLÓGICOS INDEPENDIENTES

- Desequilibrios tróficos:
 - Reducción de los tiempos de respuesta



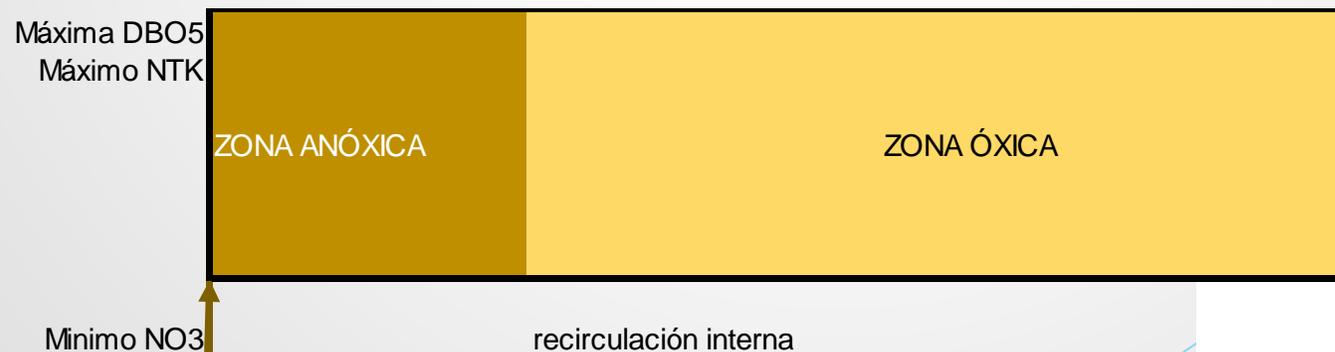
Biológicos Independientes

- **Vertidos:**
 - Daños a solo un tercio de la biomasa
 - Reducción de los tiempos de recuperación:
 - Inmediato para todas las unidades menos una
 - Menor para la unidad afectada.



AUSENCIA DE ZONAS POLIVALENTES

- **AUSENCIA DE ZONAS POLIVALENTES:**
 - El diseño se realiza para condiciones medias de caudales y cargas contaminantes para el año de diseño (25 años)
 - El diseño se realiza para la temperatura mínima de diseño (10-14 ° C). Salvo para las necesidades de aires (que se realiza a máxima temperatura)
 - A lo largo del día existen variaciones significativas en las cargas contaminantes y es previsible que cuando entre la máxima carga de NTK y DBO5 la carga de NO3 a desnitrificar sea la menor, con lo que se desaprovecha parte de la zona anóxica.

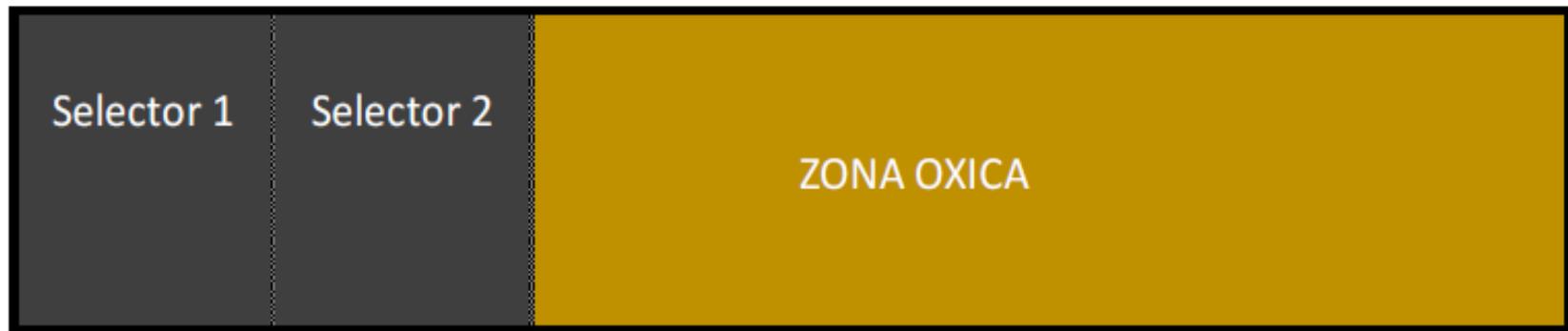


AUSENCIA DE ZONAS POLIVALENTES

- **AUSENCIA DE ZONAS POLIVALENTES:**
 - El diseño se realiza para condiciones medias de caudales y cargas contaminantes para el año de diseño (25 años)
 - El diseño se realiza para la temperatura mínima de diseño (10-14 ° C). Salvo para las necesidades de aires (que se realiza a máxima temperatura)
 - A lo largo del día existen variaciones significativas en las cargas contaminantes y es previsible que cuando entre la máxima carga de NTK y DBO5 la carga de NO3 a desnitrificar sea la menor, con lo que se desaprovecha parte de la zona anóxica

FANGOS ACTIVOS SIN N-DN

- El diseño se hace para unos caudales y cargas de percentil (85) y a la temperatura mas desfavorable.
- Las cargas contaminantes de las aguas residuales no son estáticas. Suelen cambiar por años, temporadas, meses e incluso días.
- Procesos convencionales: selectores con agitadores y sistema de aireación

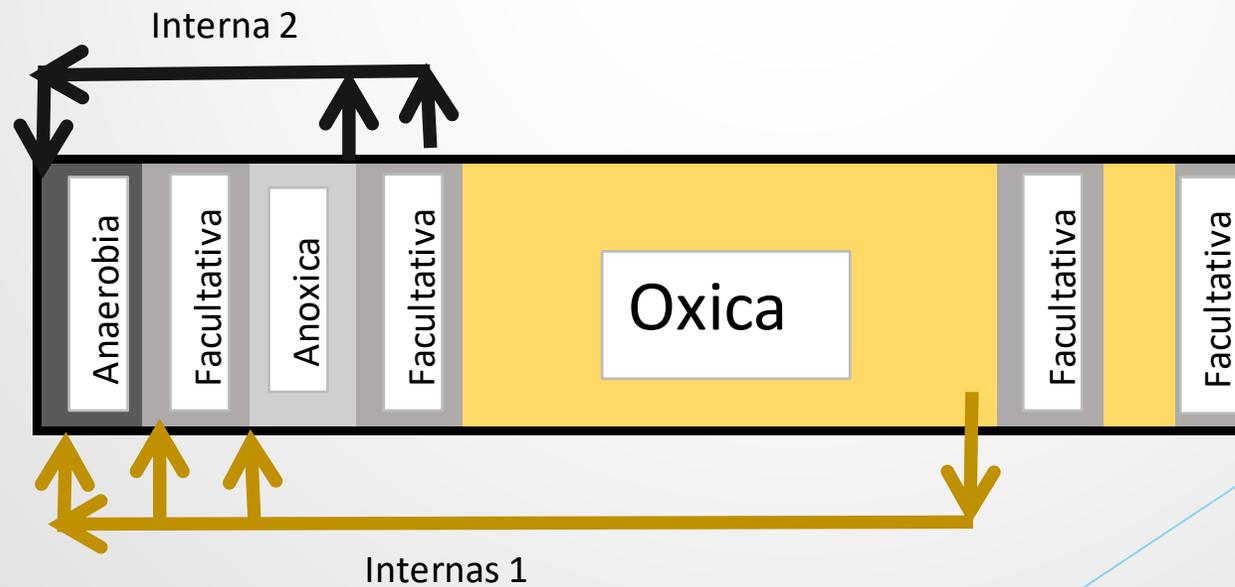


FANGOS ACTIVOS CON N-DN

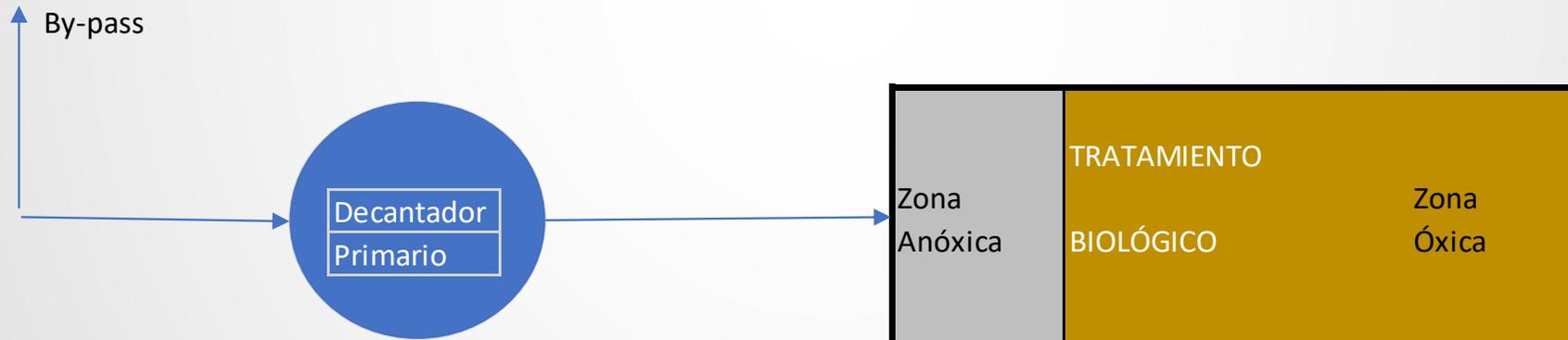
➤ Configuraciones complejas



➤ Dobles recirculaciones internas:

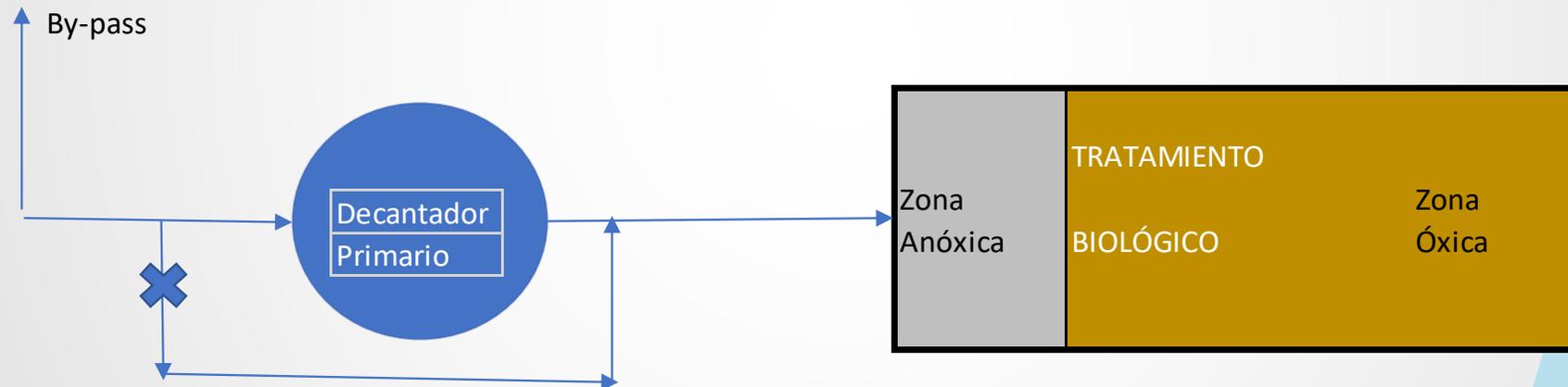


FANGOS ACTIVOS CON N-DN



FANGOS ACTIVOS CON N-DN

BY-PASS DECANTACION PRIMARIA



COSAS QUE NUNCA TE HAN CONTADO

RESUMEN

- EDAR: Fábrica de fango
- Diseñar correctamente el desbaste y el secado de fangos: Invertir en equipos con capacidad suficiente
- Mas importante que el volumen del biológico es la flexibilidad funcional:
 - Unidades independientes
 - Zonas polivalentes
 - By-pass decantación primaria
 - Superficie de decantación adecuada
 - Altura del decantador secundario adecuada ($h > 4$ m)

**Muchas gracias
por su atención.**

AGUASRESIDUALES.INFO



Ciclo de 20
MasterClass
AGUASRESIDUALES.INFO