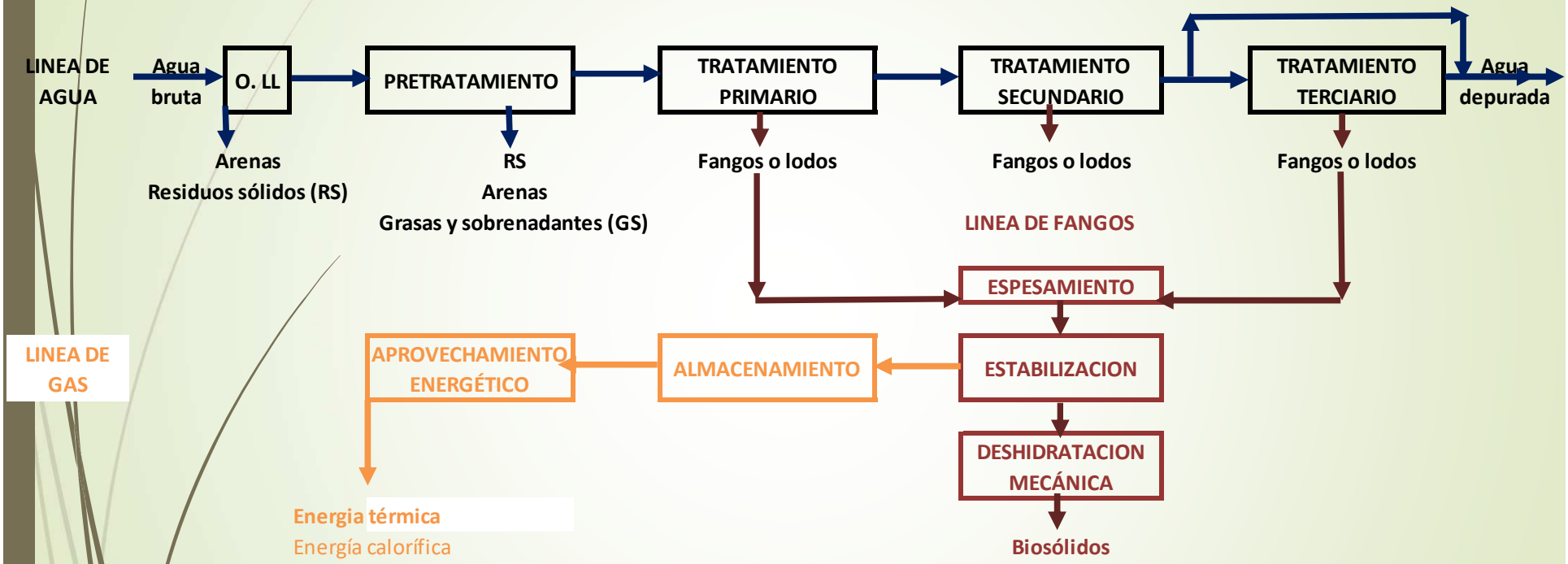
TRATAMIENTOS PRIMARIOS, BIOLÓGICOS Y LINEA DE LODOS

Ing. Jorge Chamorro Alonso

06 de octubre de 2021

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)



OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO

- Son instalaciones fundamentales para el funcionamiento de la PTAR
- Muchas tecnologías fracasaron por no disponer de un pretratamiento adecuado
- Importante:
  - Disponer de pozo de gruesos
  - Compartimentar los pozos de bombeo en dos cuerpos

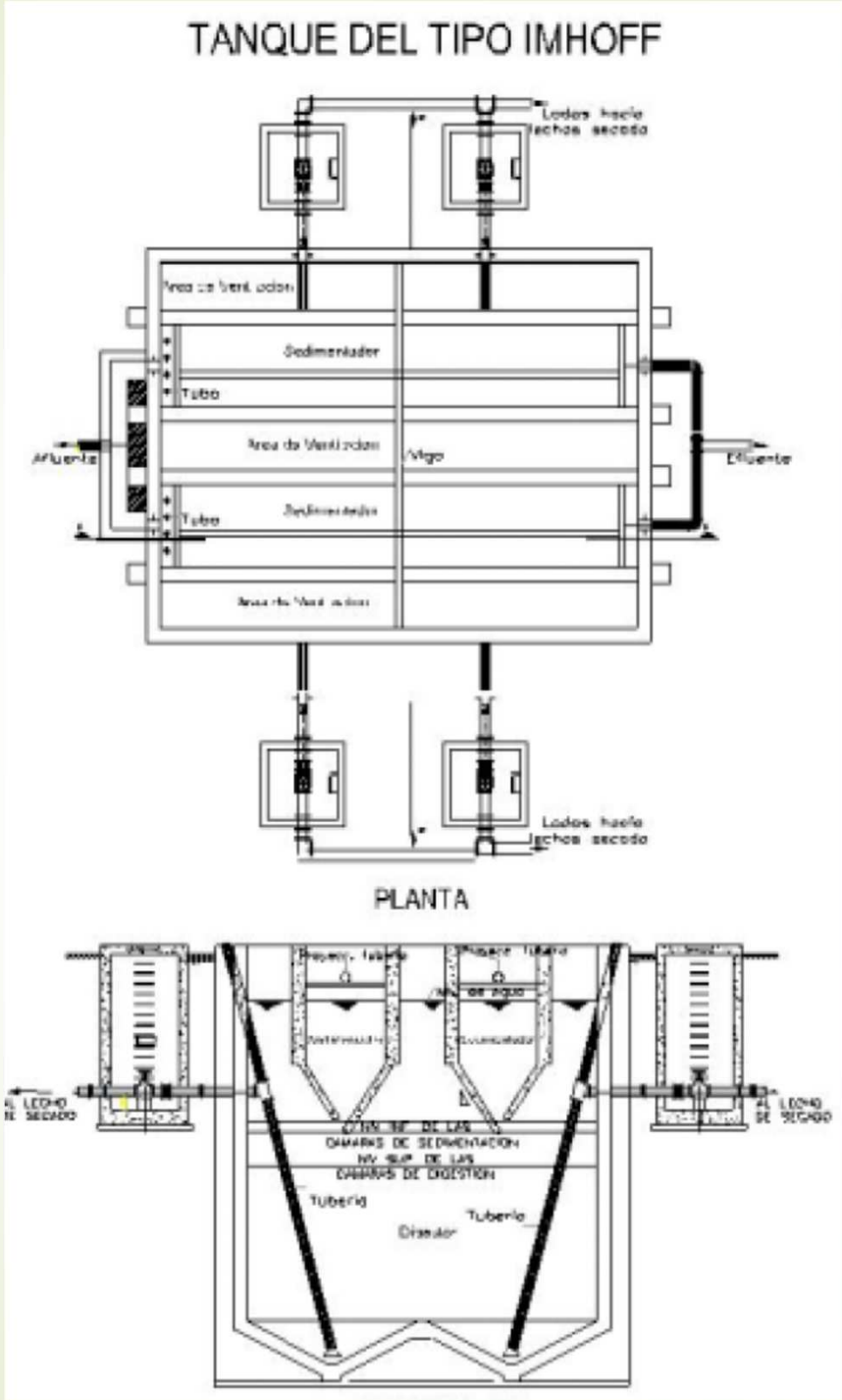
TRATAMIENTO PRIMARIO

- TECNOLOGIAS DE BAJO COSTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&M) (NO SIGNIFICA COSTE CERO). ADECUADO PARA PLANTAS PEQUEÑAS (< 10,000 E-H) Y MEDIANAS (< 20,000 E-H)
  - FOSA IMHOFF
  - UASB-RAFA
  - LAGUNAJE
- TECNOLOGIAS CONVENCIONALES. PROPIAS DE PLANTAS MEDIANAS Y MAYORES (> 60,000 E-H)
  - DECANTACION SIMPLE
  - DECANTACION REFORZADA CON:
    - FÍSICO-QUÍMICO
    - BIOLÓGICO DE ALTA CARGA

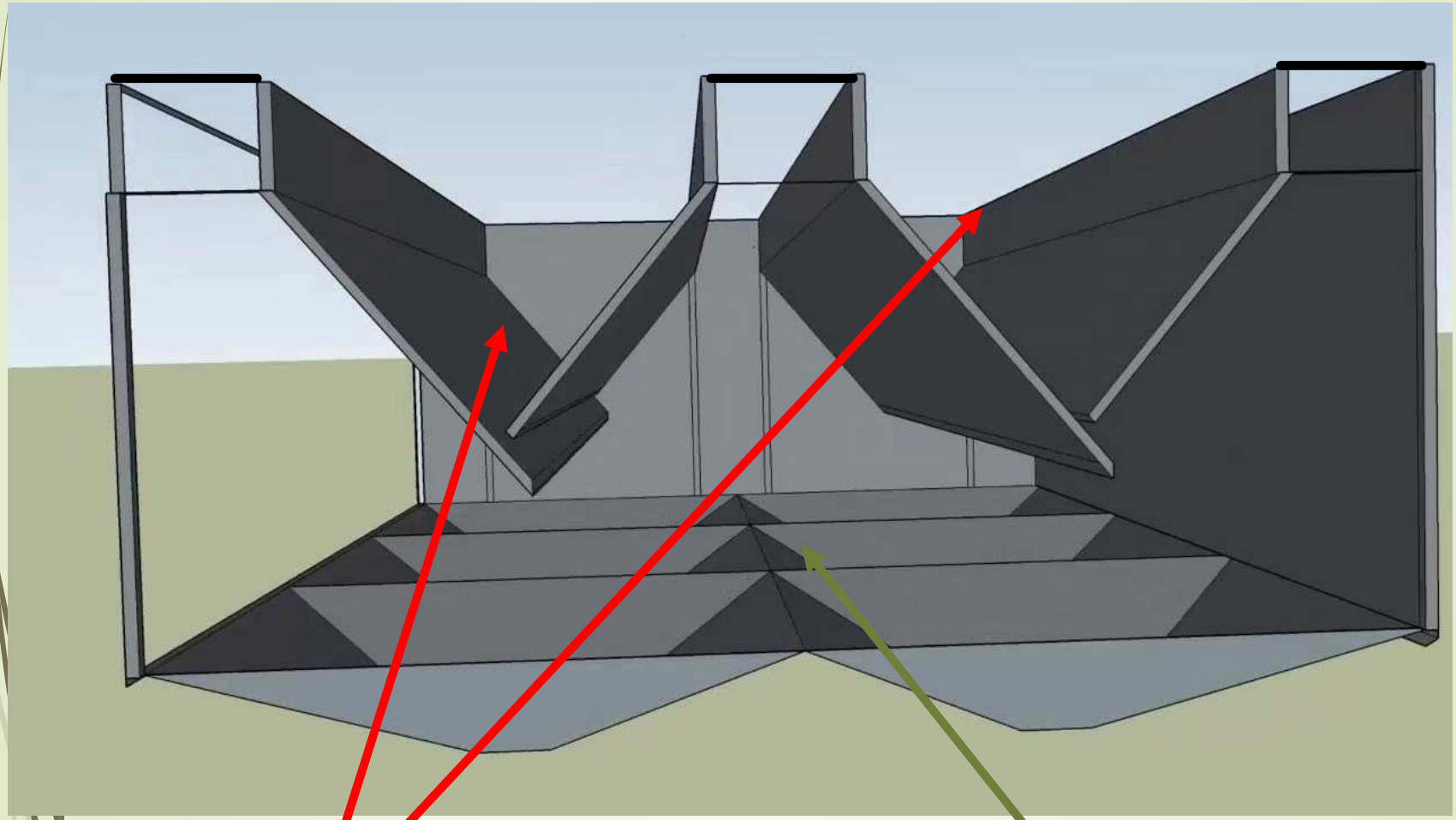
FOSA IMHOFF

- VENTAJAS
  - UNIFICA TRATAMIENTO PRIMARIO Y ESTABILIZACIÓN DE LODOS
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
- INCONVENIENTES
  - SUPERFICIE OCUPADA
  - VOLUMEN OCUPADO: ALTURAS > 5 METROS
  - RENDIMIENTOS BAJOS:
    - DBO5 < 40 %
    - SS < 80 %

FOSA IMHOFF


TANQUE DEL TIPO IMHOFF
Lodos hacia lechos secado
Sedimentador
Tubo
Afluente
Efluente
Tubo
Lodos hacia lechos secado
PLANTA
Tubería
Tubería
Difusor

FOSA IMHOFF



ZONA DECANTACION

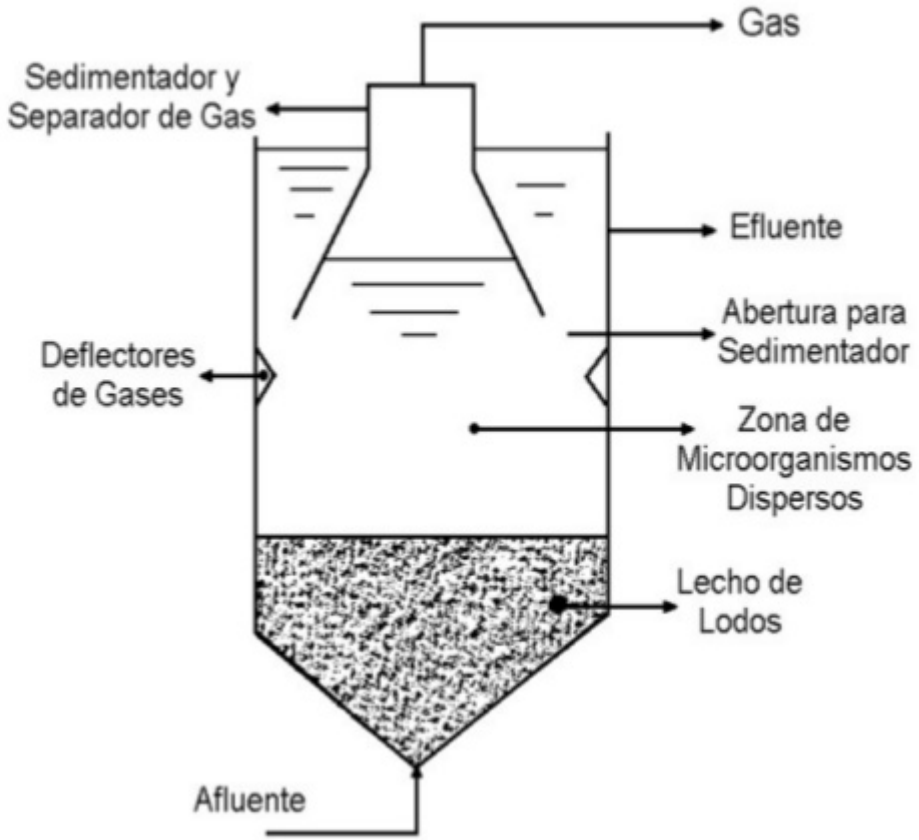
ZONA ESTABILIZACIÓN

UASB-RAFA

- VENTAJAS
  - UNIFICA TRATAMIENTO PRIMARIO Y ESTABILIZACIÓN DE LODOS
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
  - RENDIMIENTOS ALTOS:
    - DBO5: 50-60 %
    - SS: 70-80 %
- INCONVENIENTES
  - DISEÑO COMPLICADO: DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENTRADA
  - SENSIBLE A LA TEMPERATURA (ARRANQUE T >20 º C)
  - SUPERFICIE OCUPADA
  - VOLUMEN OCUPADO: ALTURAS > 5 METROS

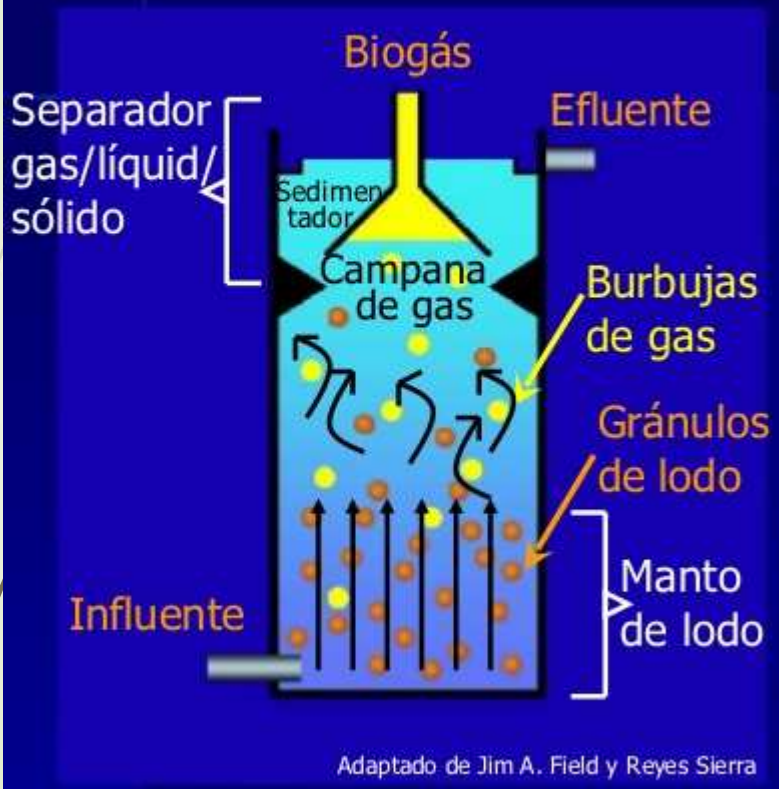
UASB-RAFA

REACTORES UASB



UASB-RAFA

Reactor UASB



- La correcta distribución del influente
- su velocidad ascensional constante; y
- el gas producido

favorecen

- la mezcla del sistema
- la granulación de la biomasa; y
- el contacto de la biomasa con el agua residual

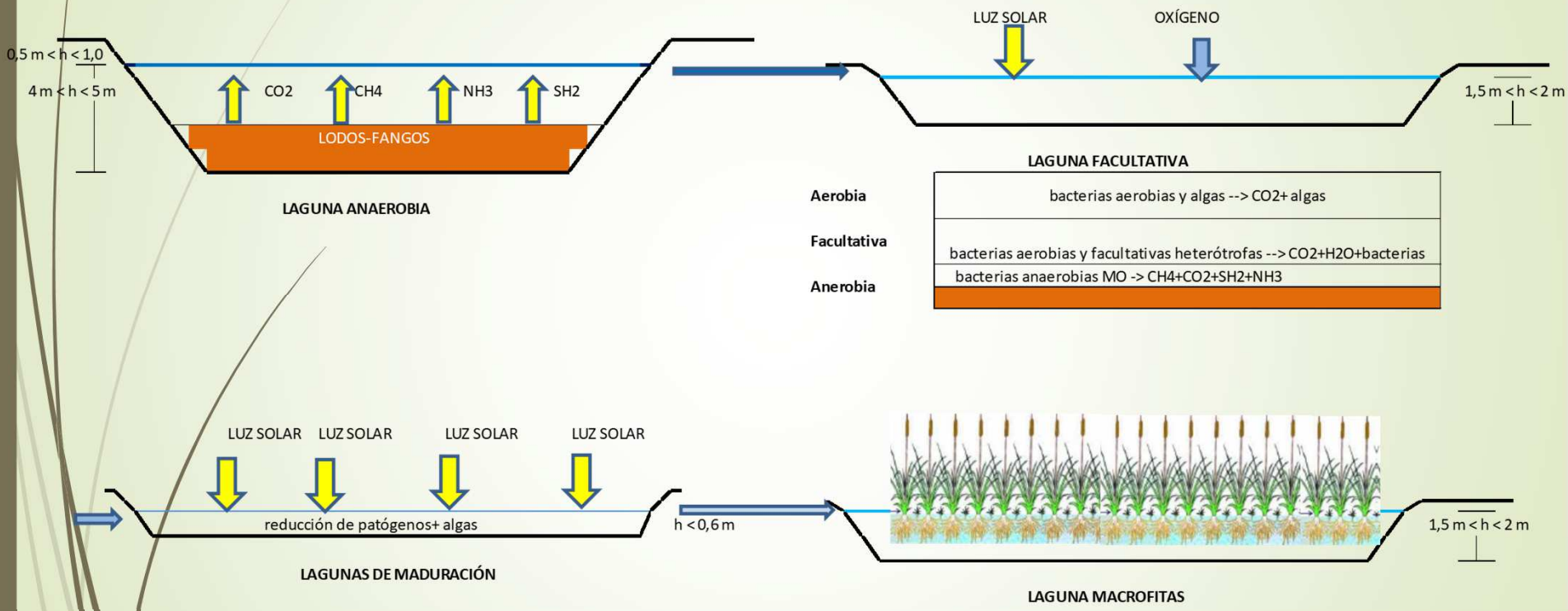
LAGUNAJE

- VENTAJAS
  - TRATAMIENTO COMPLETO
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
  - RENDIMIENTOS ALTOS:
    - DBO5: 80-90 %
    - SS: 80-90 %
- INCONVENIENTES
  - SUPERFICIE OCUPADA

LAGUNAJE

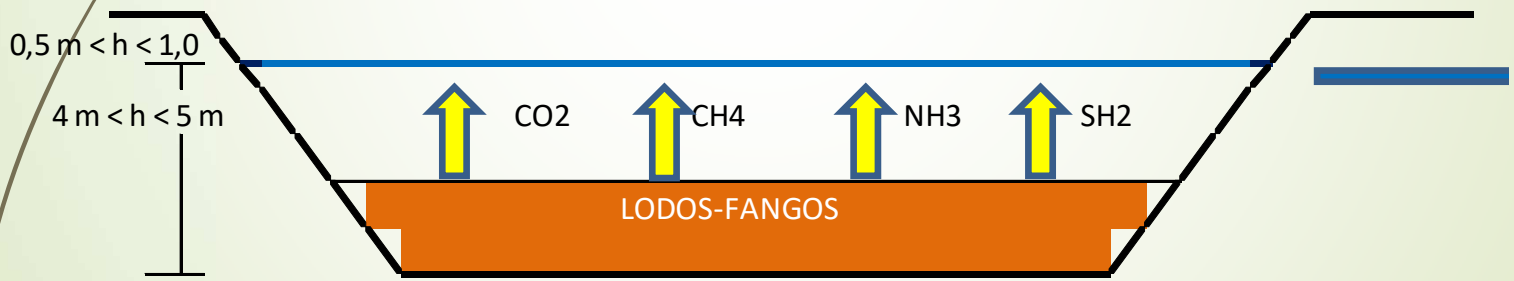
- **COMPONENTES:**
  - **LAGUNAS ANAEROBIAS**
  - **LAGUNAS FACULTATIVAS**
  - **LAGUNAS DE MADURACIÓN**
  - **LAGUNAS CON MACROFITAS**

LAGUNAJE


0,5 m < h < 1,0
4 m < h < 5 m
CO2
CH4
NH3
SH2
LODOS-FANGOS
LAGUNA ANAEROBIA
LUZ SOLAR
OXÍGENO
1,5 m < h < 2 m
LAGUNA FACULTATIVA
Aerobia
bacterias aerobias y algas --> CO2+ algas
Facultativa
bacterias aerobias y facultativas heterótrofas --> CO2+H2O+bacterias
Anerobia
bacterias anaerobias MO -> CH4+CO2+SH2+NH3
LUZ SOLAR
LUZ SOLAR
LUZ SOLAR
LUZ SOLAR
reducción de patógenos+ algas
LAGUNAS DE MADURACIÓN
h < 0,6 m
1,5 m < h < 2 m
LAGUNA MACROFITAS

LAGUNAS ANAEROBIAS

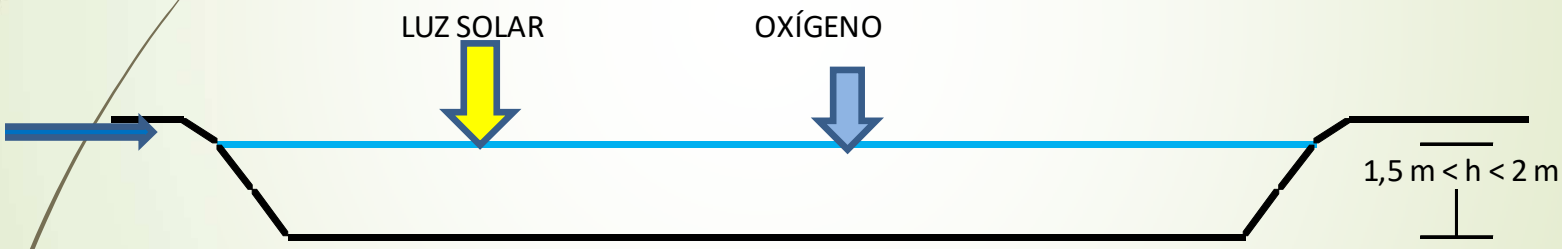
- **DESCRIPCIÓN:**
  - **Proceso formado por depósitos donde sedimentan los fangos decantables y donde se estabilizan los fangos**



LAGUNA ANAEROBIA

LAGUNAS FACULTATIVAS

- **DESCRIPCIÓN:**
  - **Proceso formado por depósitos donde se establecen las condiciones para la acción de determinados microorganismos.**

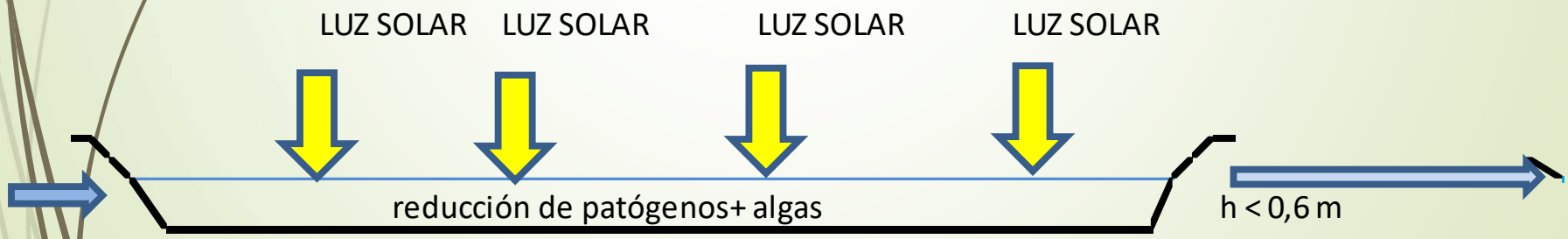


LAGUNA FACULTATIVA

Aerobia	bacterias aerobias y algas --> CO_2+ algas
Facultativa	bacterias aerobias y facultativas heterótrofas --> CO_2+H_2O+bacterias
Anerobia	bacterias anaerobias MO -> CH_4+CO_2+SH_2+NH_3

LAGUNAS DE MADURACIÓN

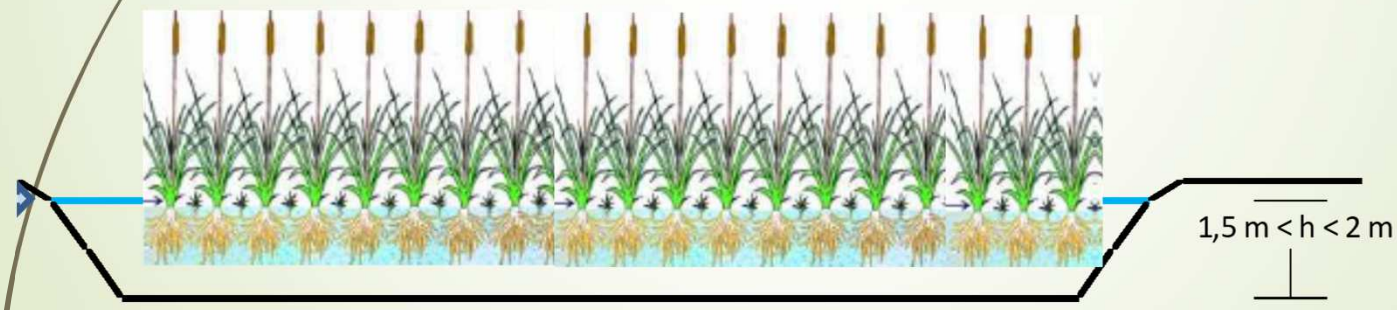
- **DESCRIPCIÓN:**
  - **Proceso formado por depósitos donde la radicación solar (UVA) produce una desinfección parcial.**



LAGUNAS DE MADURACIÓN

LAGUNAS CON MACROFITAS

- **DESCRIPCIÓN:**
  - **Proceso formado por depósitos donde las plantas macrofitas afinan el tratamiento del agua depurada.**

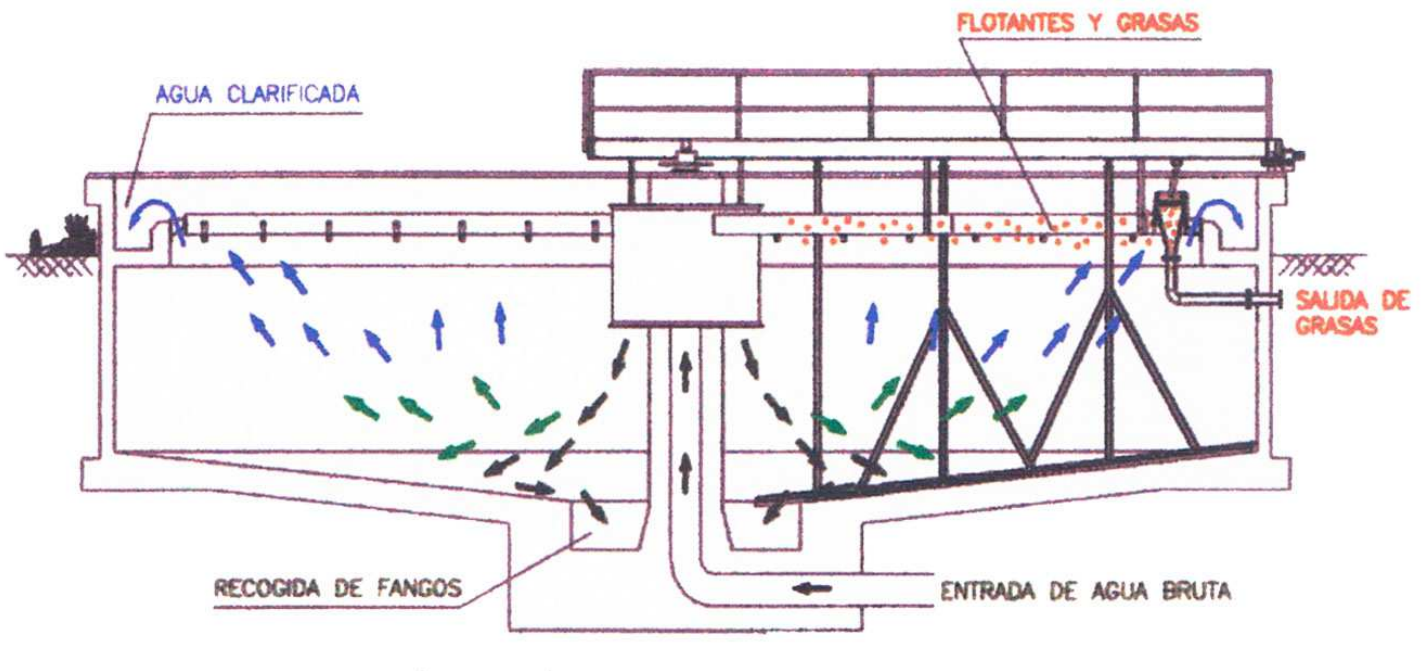


LAGUNA MACROFITAS

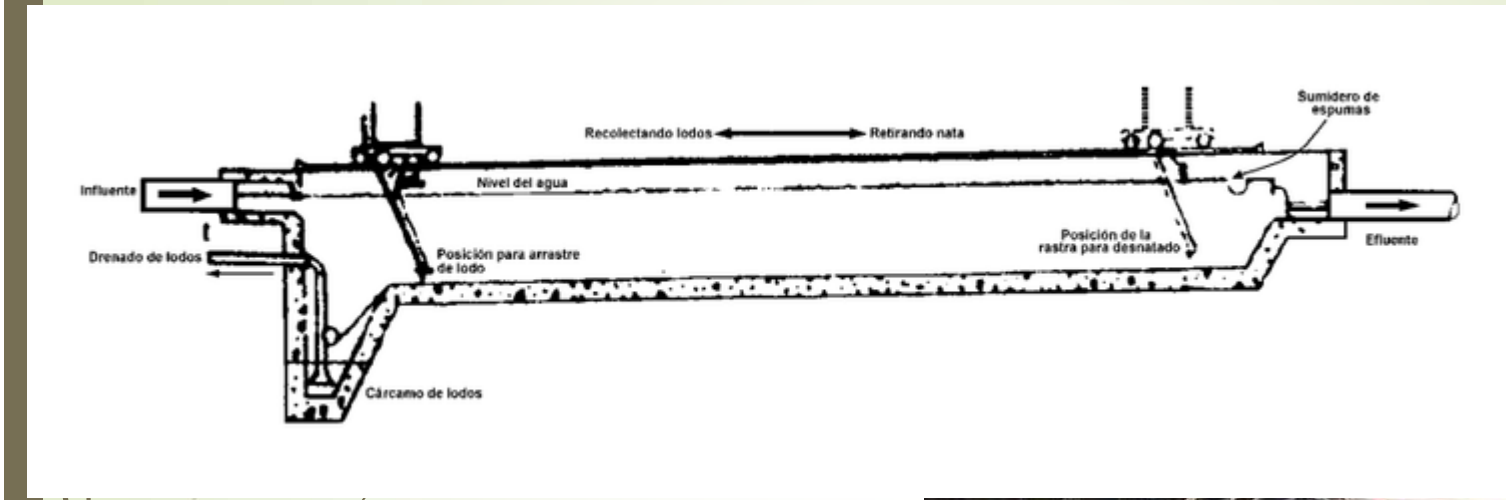
DECANTACION PRIMARIA CONVENCIONAL

- VENTAJAS
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
  - RENDIMIENTOS BAJOS:
    - DBO5: 25-30 %
    - SS: 60-70 %
- INCONVENIENTES
  - SUPERFICIE OCUPADA
  - GENERACION DE OLORES

DECANTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL



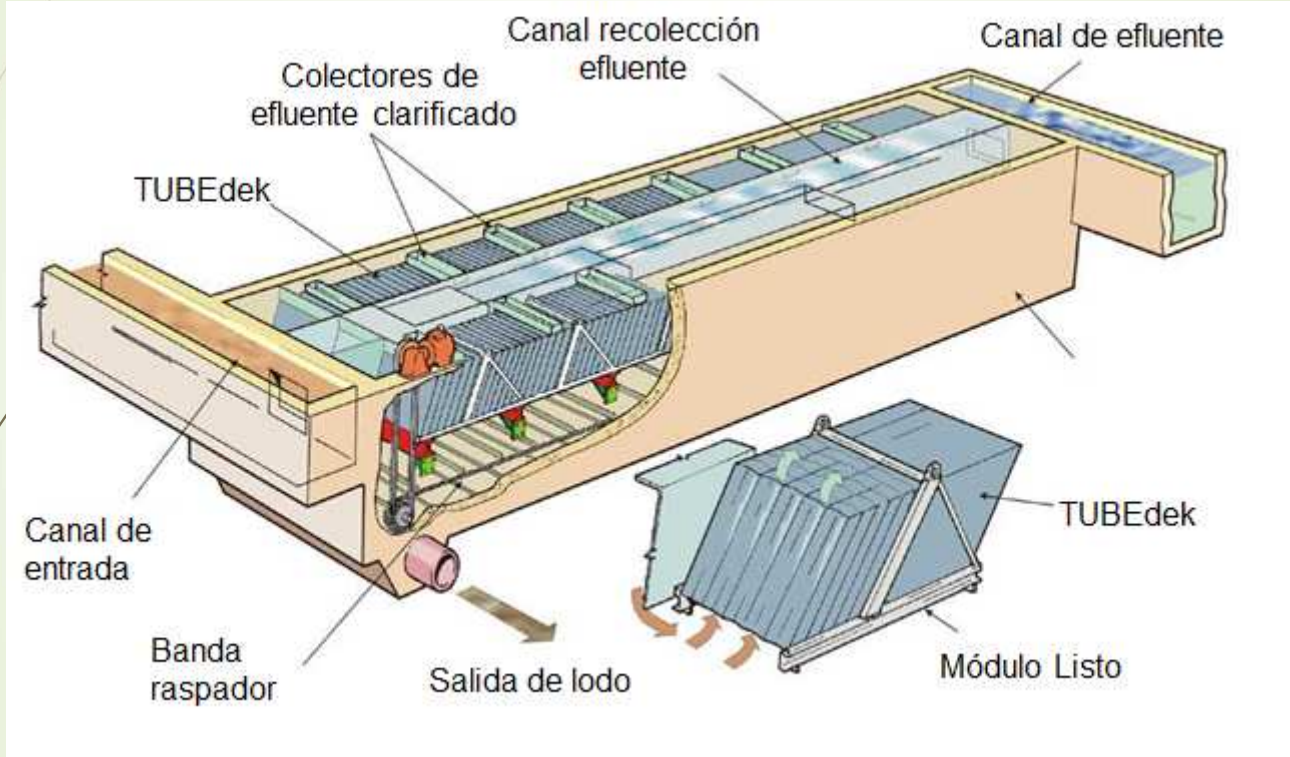
DECANTACIÓN PRIMARIA CONVENCIONAL



DECANTACION PRIMARIA LAMELAR

- VENTAJAS
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - SUPERFICIE OCUPADA
  - MENOS COSTE DE CUBRIMIENTO
  - RENDIMIENTOS BAJOS:
    - DBO5: 25-30 %
    - SS: 60-70 %
- INCONVENIENTES
  - MAYOR NECESIDAD DE ATENCIÓN EN LA O&M
  - DISEÑO: GARANTIZAR UN REPARTO HIDRÁULICO UNIFORME EN LA ENTRADA DE AGUA

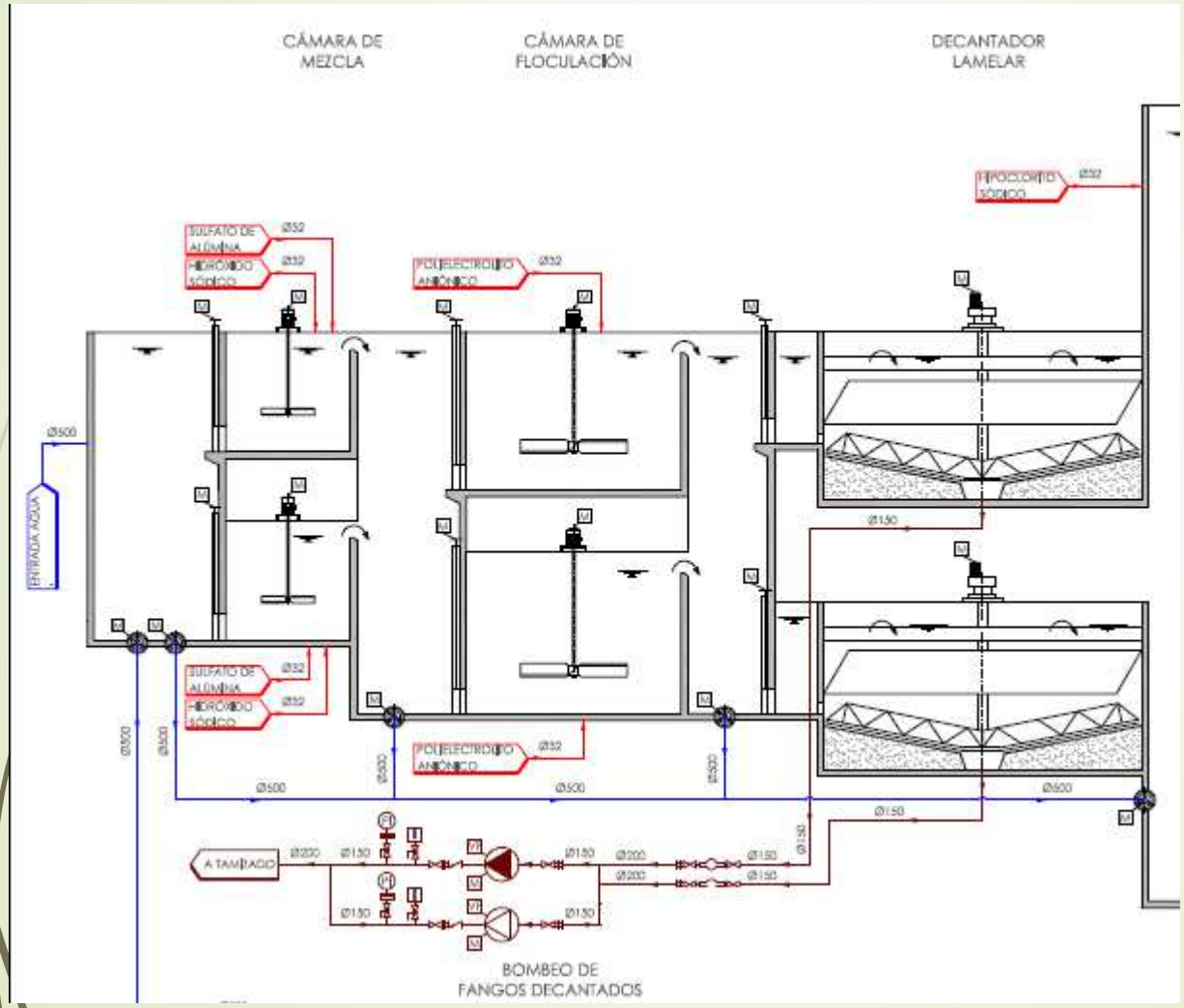
DECANTACIÓN PRIMARIA LAMELAR



TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

- VENTAJAS
  - BAJO COSTE DE OPERACIÓN: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
  - RENDIMIENTOS MEDIOS:
    - DBO5: 40-50 %
    - SS: 75-90 %
- INCONVENIENTES
  - CONSUMO DE REACTIVOS
  - MAYOR GENERACIÓN DE LODOS
  - GENERACIÓN DE LODOS QUÍMICOS
  - POCO COMPATIBLE CON TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS CON REDUCCIÓN DE NUTRIENTES
  - ALTERA LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL

TRATAMIENTO FISICO-QUÍMICO



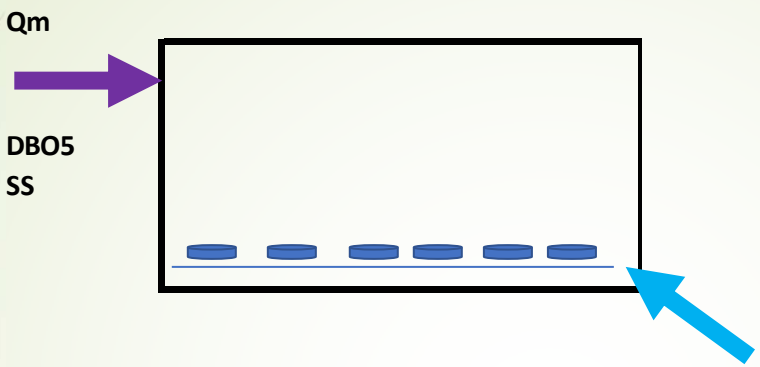
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE ALTA CARGA

- **VENTAJAS**
  - **NO GENERA LODOS QUÍMICOS**
  - **NO ALTERA LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL**
  - **IDEAL PARA ALTAS CARGAS DE ENTRADA**
  - **BAJO MANTENIMIENTO**
  - **RENDIMIENTOS MEDIOS:**
    - **DBO5: 60-80 %**
    - **SS: 75-90 %**
- **INCONVENIENTES**
  - **CONSUMO DE ENERGÍA**
  - **POCO COMPATIBLE CON TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS CON REDUCCIÓN DE NUTRIENTES**

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE ALTA CARGA

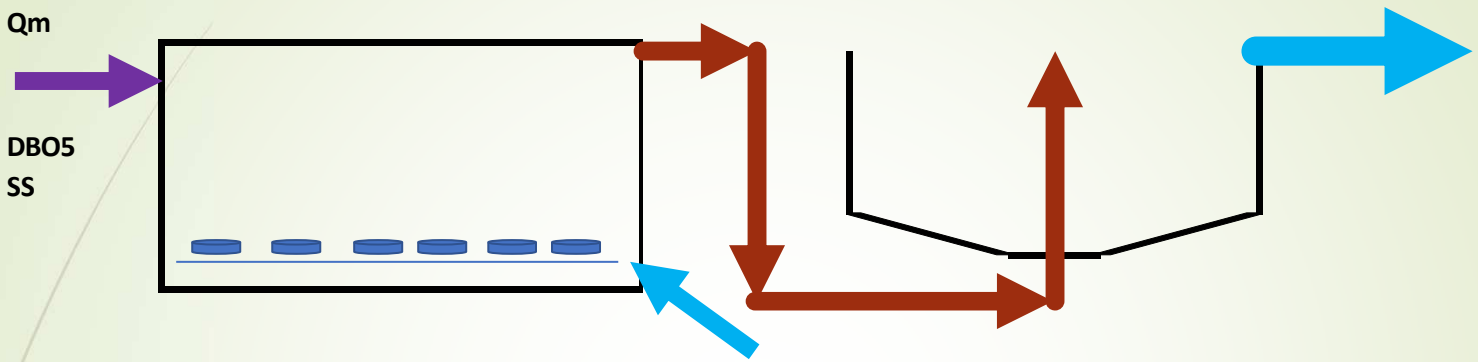
- **ELEMENTOS:**
  - Balsa Biológica
  - Decantador
- **CONCEPTOS:**
  - MLSS
  - Recirculación
  - Edad del fango

FANGOS ACTIVOS AC: Balsa biológica



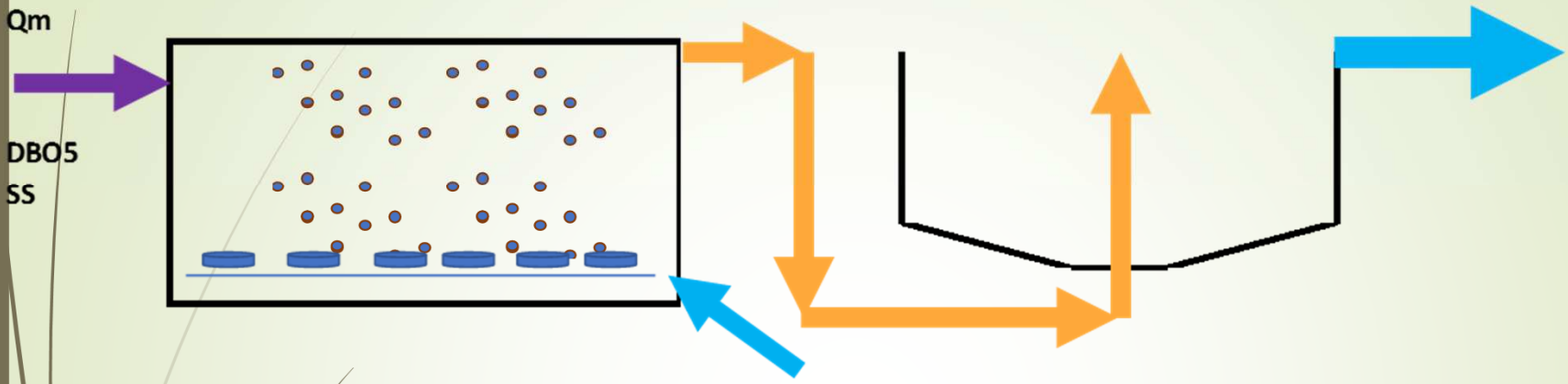
- Depósito donde tiene lugar la reducción de la carga contaminante.
- Aporte de oxígeno: Aire
- Su diseño depende de las condiciones medioambientales que el diseñador selecciona

FANGOS ACTIVOS AC: Decantación



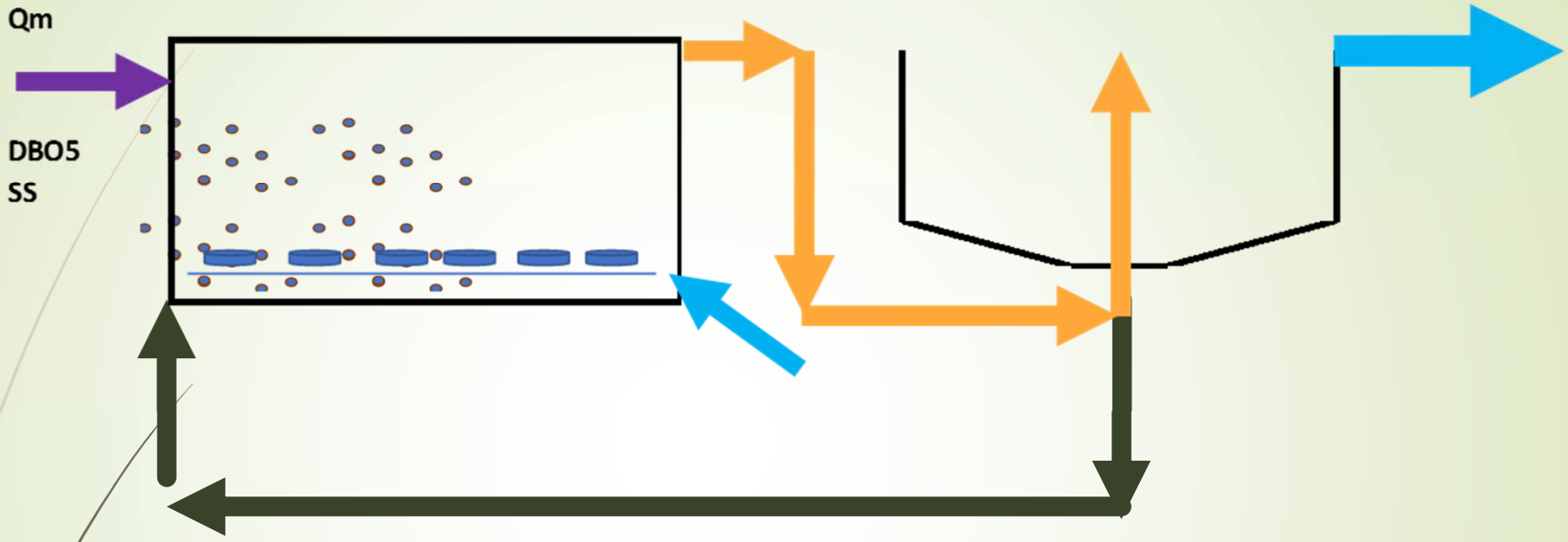
- Depósito donde tiene lugar la separación de los microrganismos responsables de la depuración y el agua depurada
- Su diseño es tan importante o mas que el de la balsa biológica, especialmente en el tratamiento secundario biológico
- Su diseño depende de las condiciones hidráulicas:
  - Caudal medio de aguas residuales
  - Caudal punta: máximo de aguas residuales

FANGOS ACTIVOS AC: MLSS



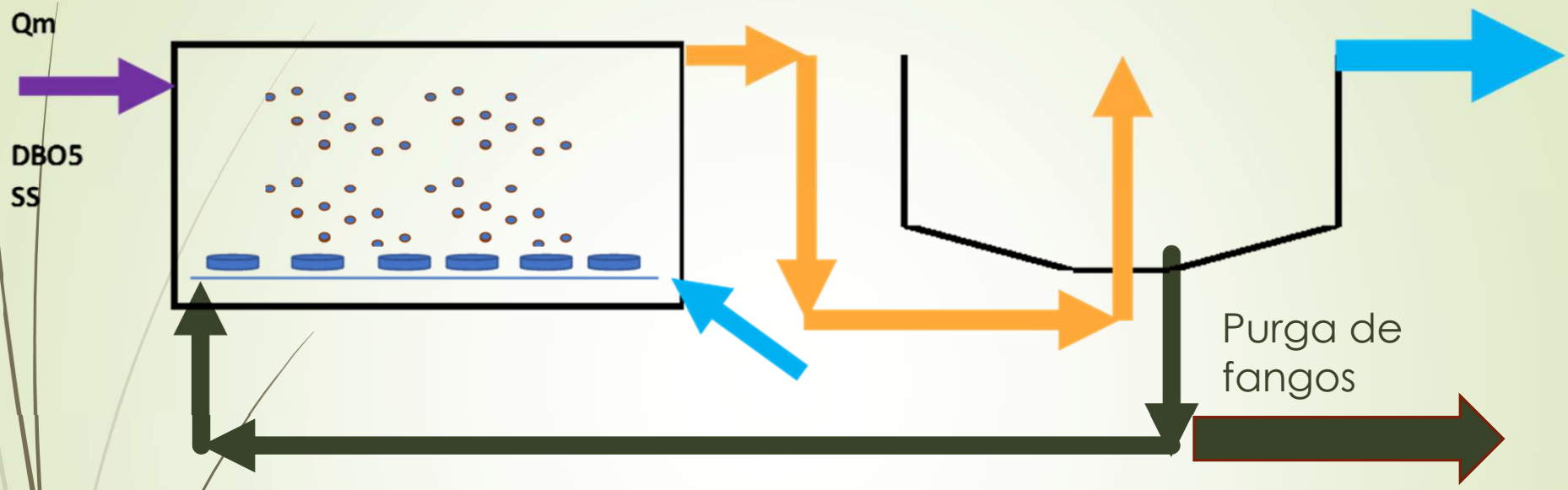
- Sólidos en suspensión del licor mezcla (MLSS)
- Microorganismos responsable de la depuración
- Su valor es establecido por el diseñador: 2.000-3.000 ppm
- Su contenido en materia volátil (orgánica) depende de la edad del fango: 80%-60%

FANGOS ACTIVOS AC:Recirculación externa



- Necesaria para disponer de los MLSS en la balsa biológica y necesario para depurar las aguas residuales
- Se recirculan desde el fondo del decantador hasta cabecera de la balsa biológica

FANGOS ACTIVOS AC: Edad del Fangos



- **La edad del fango es el tiempo medio que los MLSS están en el sistema. Se mide en días**
- **Variable y responsable del proceso:**
  - **Baja Carga**
  - **Media carga**
  - **Nitrificación-desnitrificación**
- **La purga de fangos es la que determina la edad del fango**

TRATAMIENTO SECUNDARIO O BIOLÓGICO

- **TECNOLOGIAS DE MEDIO Y ALTO COSTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O&M) Y CON UN ALTO RENDIMIENTO EN DEPURACIÓN.**
  - **LECHOS PERCOLADORES**
  - **FANGOS ACTIVOS**

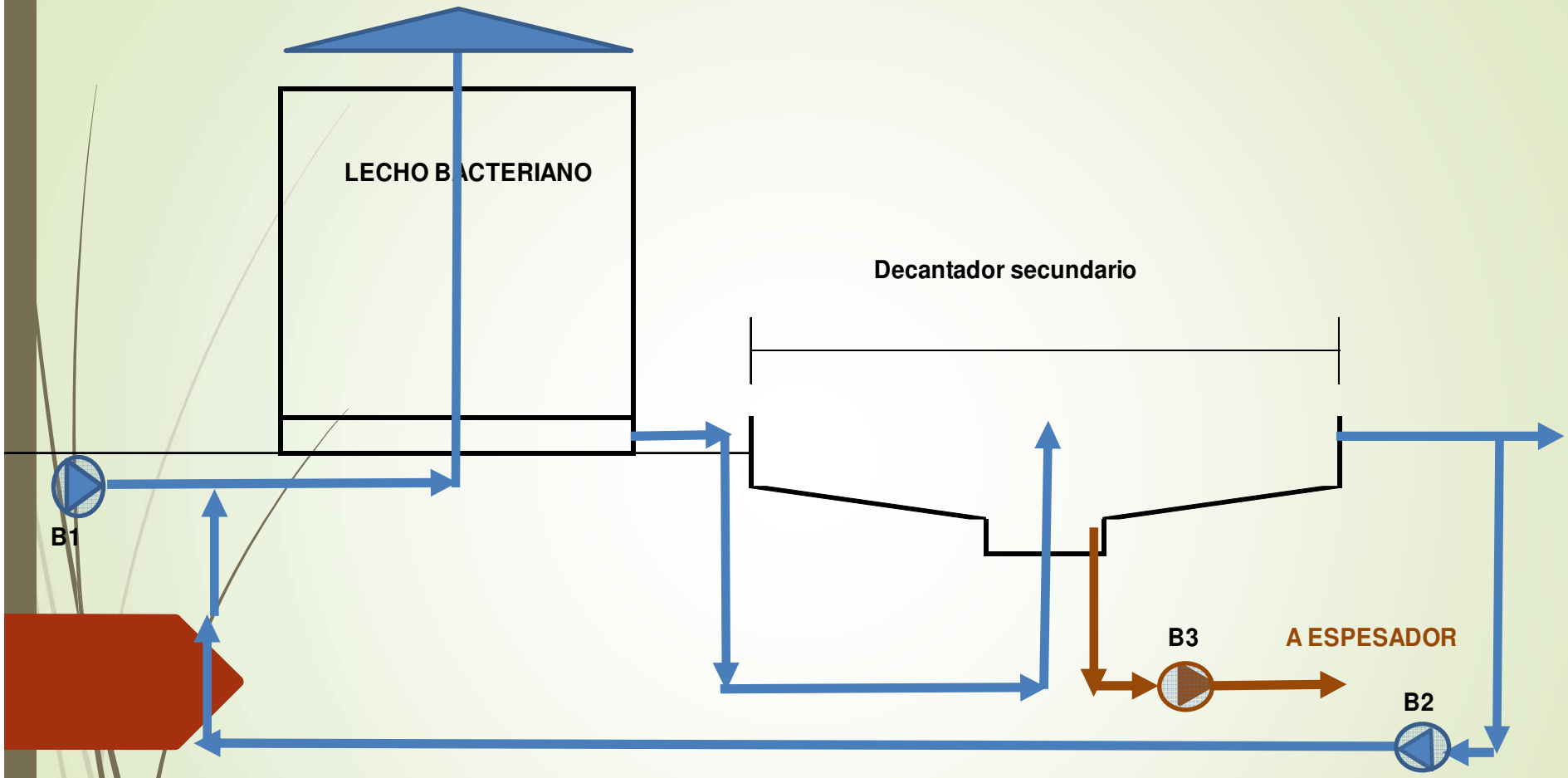
LECHOS PERCOLADORES

- VENTAJAS
  - COSTE DE OPERACIÓN MEDIO: BAJO CONSUMO DE ENERGÍA
  - BAJO MANTENIMIENTO
  - PROCESO VERSÁTIL
- INCONVENIENTES
  - SUPERFICIE OCUPADA
  - SENSIBLE A UN BUEN DISEÑO
    - DISEÑO EN UNIDADES PARES: FUNCIONAMIENTO SERIE-PARALELO
    - NECESIDAD DE RECIRCULACIÓN EXTERNA:
      - PERIODOS NOCTURNOS
      - FUNCIONAMIENTO SERIE-PARALELO

LECHOS PERCOLADORES

- **ELEMENTOS:**
  - **Bombeo de elevación**
  - **Lecho bacteriano**
  - **Decantador**
  - **Bombeo de recirculación**
- **CONCEPTOS:**
  - **Superficie específica**
  - **Recirculación > 100 %**

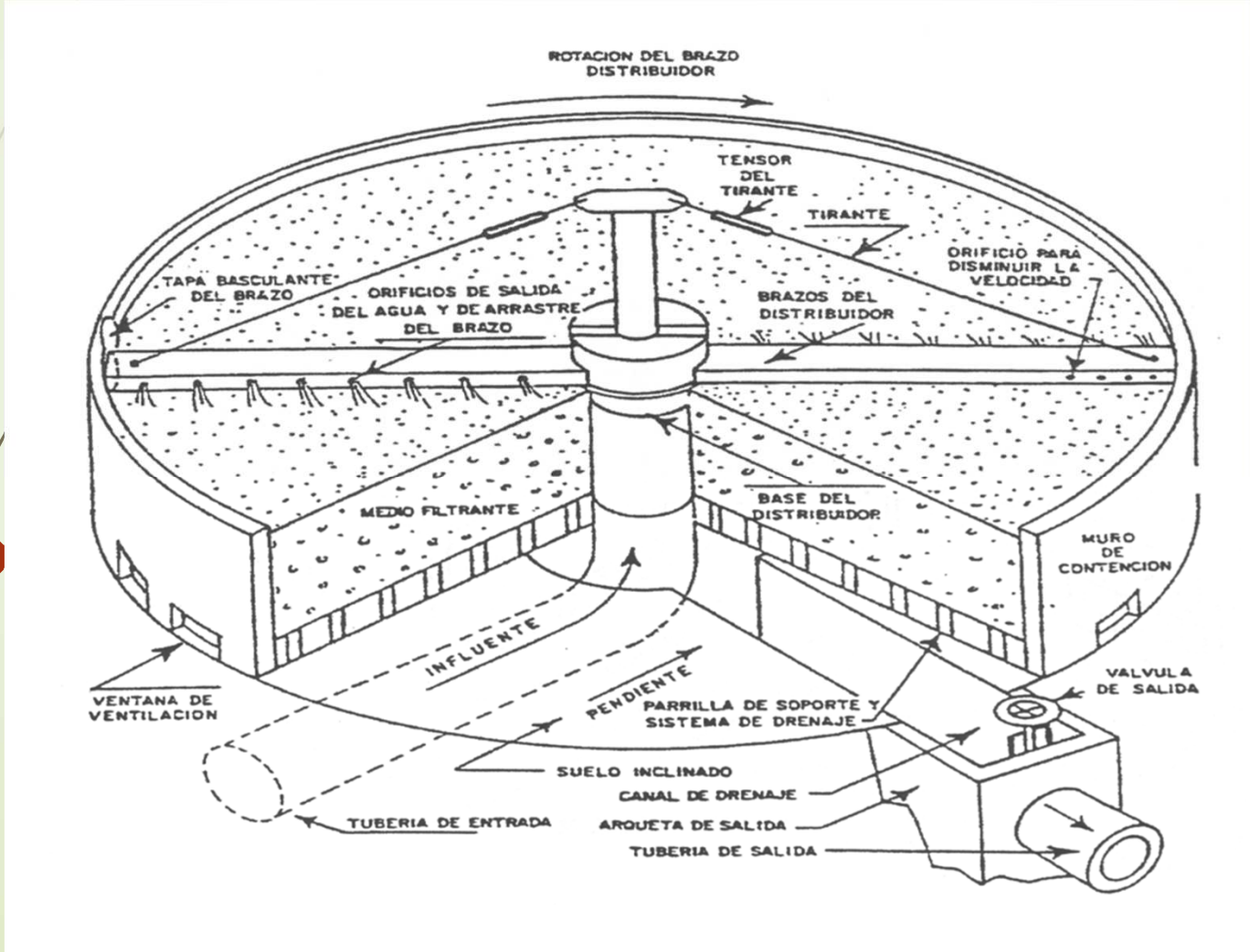
LECHO PERCOLADOR



B1: BOMBEO DE ELEVACION DE AGUA DECANTADA
B2 : BOMBEO DE RECIRCULACION DBO5
B3: BOMBEO DE PURGA

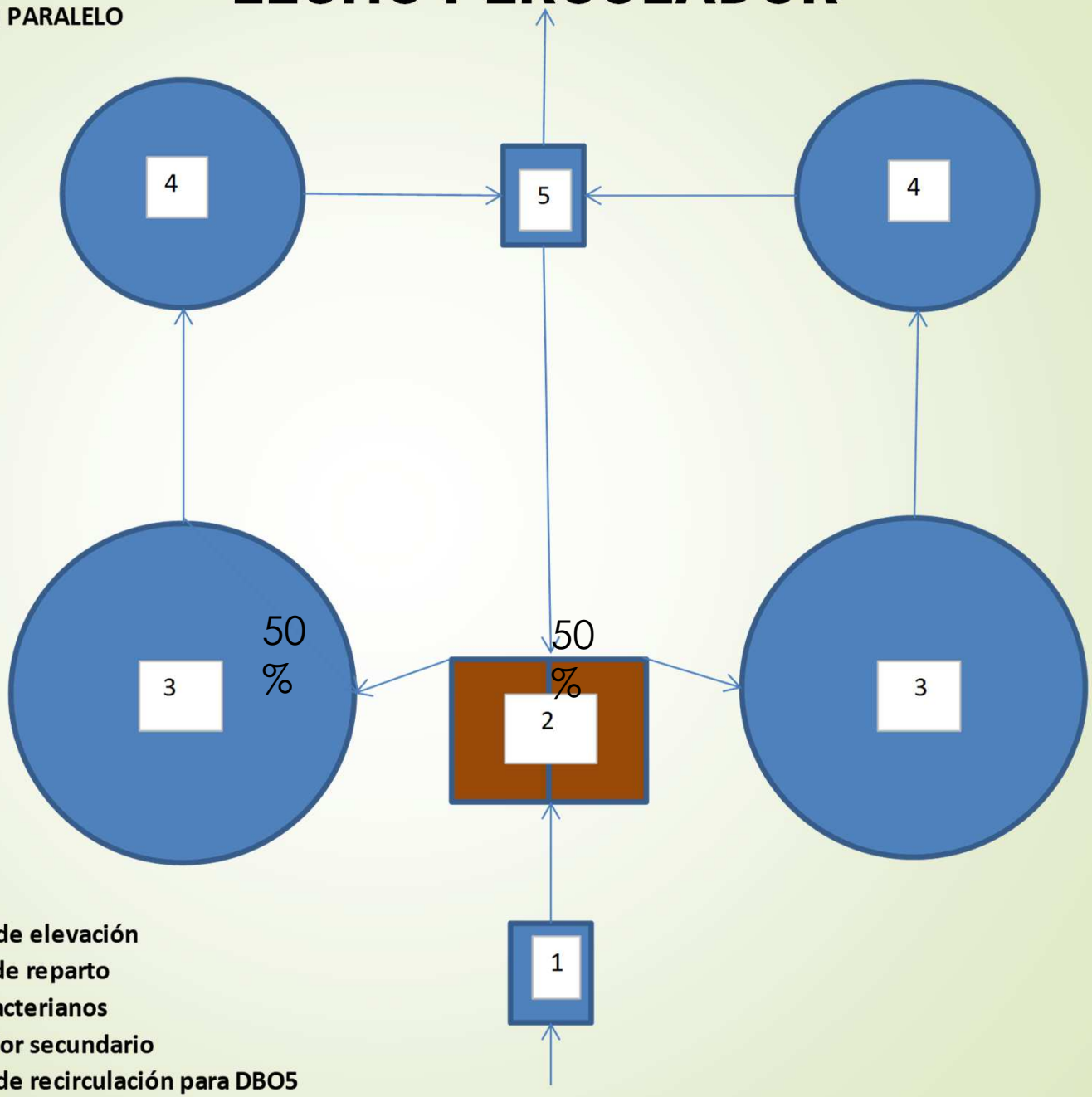
NOTA: UBICACIÓN BOMBEO B2 ANTES O DESPUES DEL DECANTADOR

LECHO PERCOLADOR



LECHO PERCOLADOR

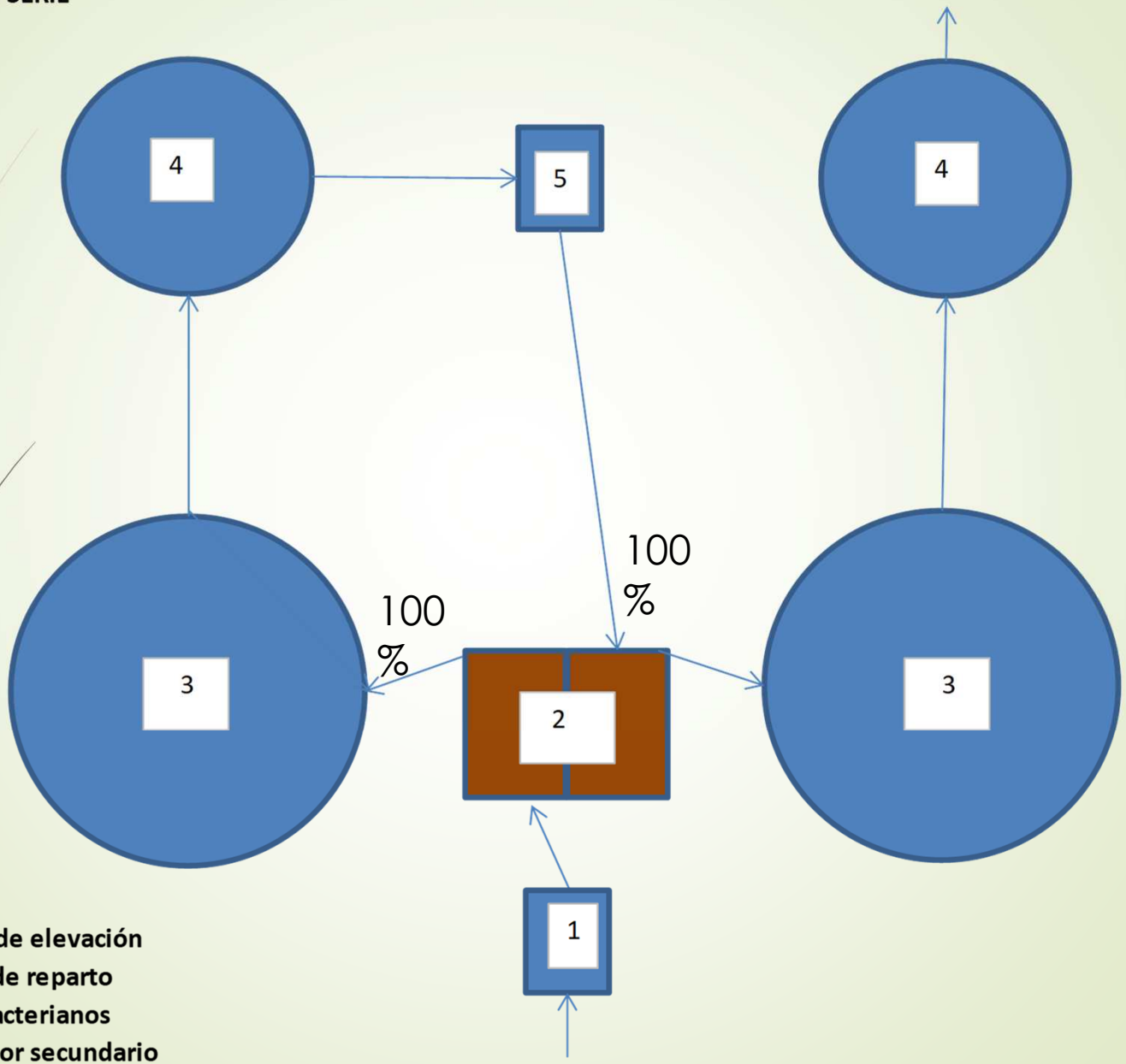
FUNCIONAMIENTO EN PARALELO



1 Bombeo de elevación
2 Arqueta de reparto
3 Lechos bacterianos
4 Decantador secundario
5 Bombeo de recirculación para DBO5

LECHO PERCOLADOR

FUNCIONAMIENTO EN SERIE



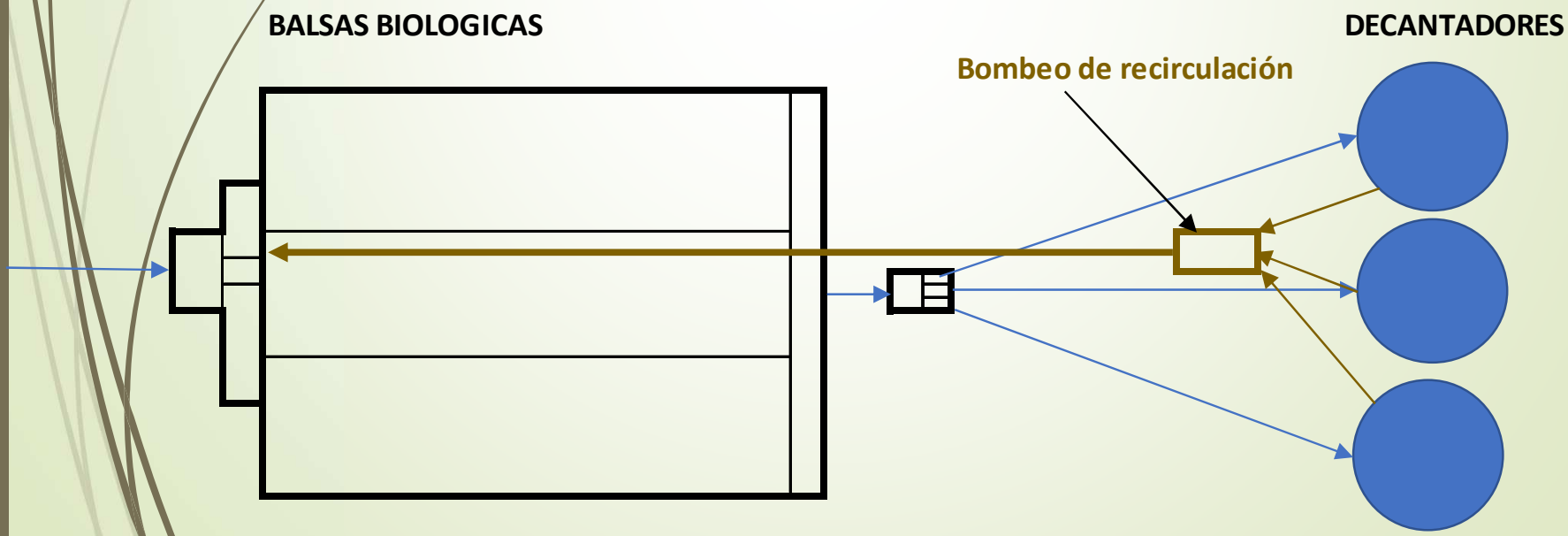
1 Bombeo de elevación
2 Arqueta de reparto
3 Lechos bacterianos
4 Decantador secundario
5 Bombeo de recirculación para serie

FANGOS ACTIVOS

- VENTAJAS
  - PROCESO MUY VERSÁTIL
  - ALTOS RENDIMIENTOS
- INCONVENIENTES
  - ALTO CONSUMO ENERGÉTICO. EXCEPCIONALMENTE ALTOS PARA ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR POR ENCIMA DE LOS 2,000 METROS
  - SENSIBLE A UN BUEN DISEÑO
    - FUNCIONAMIENTO COMO BIOLÓGICOS INDEPENDIENTES
    - BAY-PASS TRATAMIENTO PRIMARIO
    - ZONAS POLIVALENTES.
    - EL DISEÑO DEL DECANTADOR SECUNDARIO ES MUY IMPORTANTE, TANTO COMO EL DE LA BALSA BIOLÓGICA

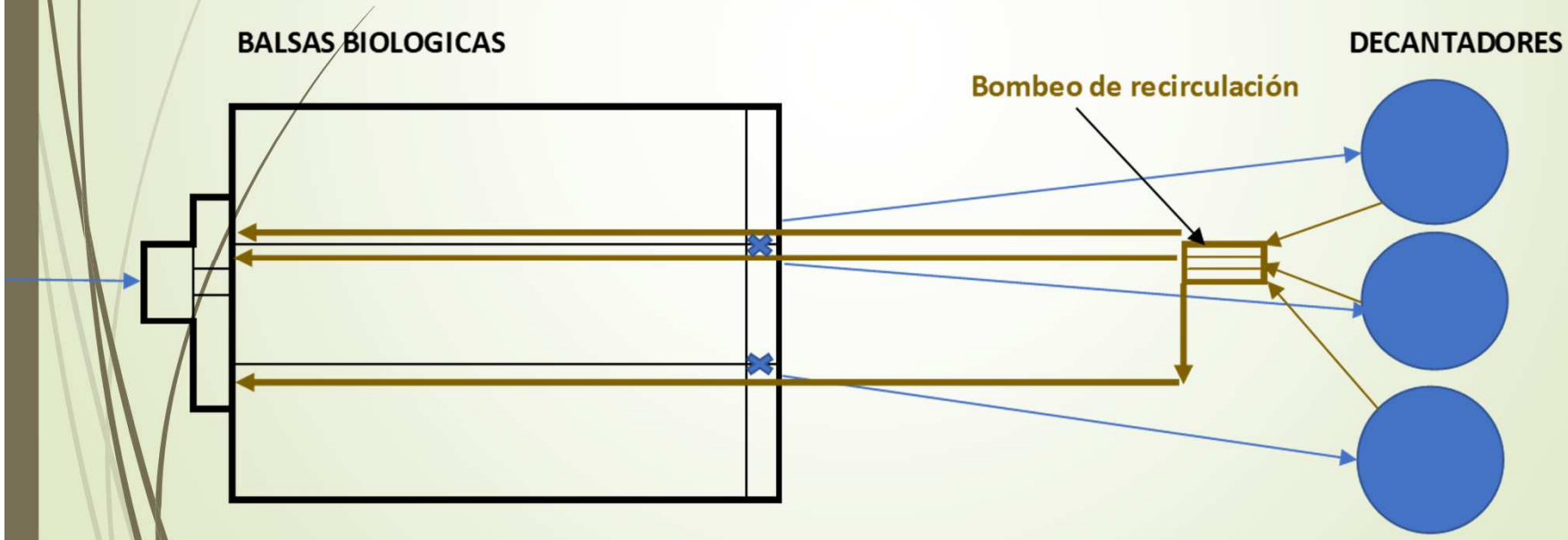
FANGOS ACTIVOS : ERROR DE DISEÑO

- UN SOLO PROCESO BIOLOGICOS CON FANGOS ACTIVOS
  - Muy común en los últimos veinte años
  - Lo mas importante es el volumen del biológico



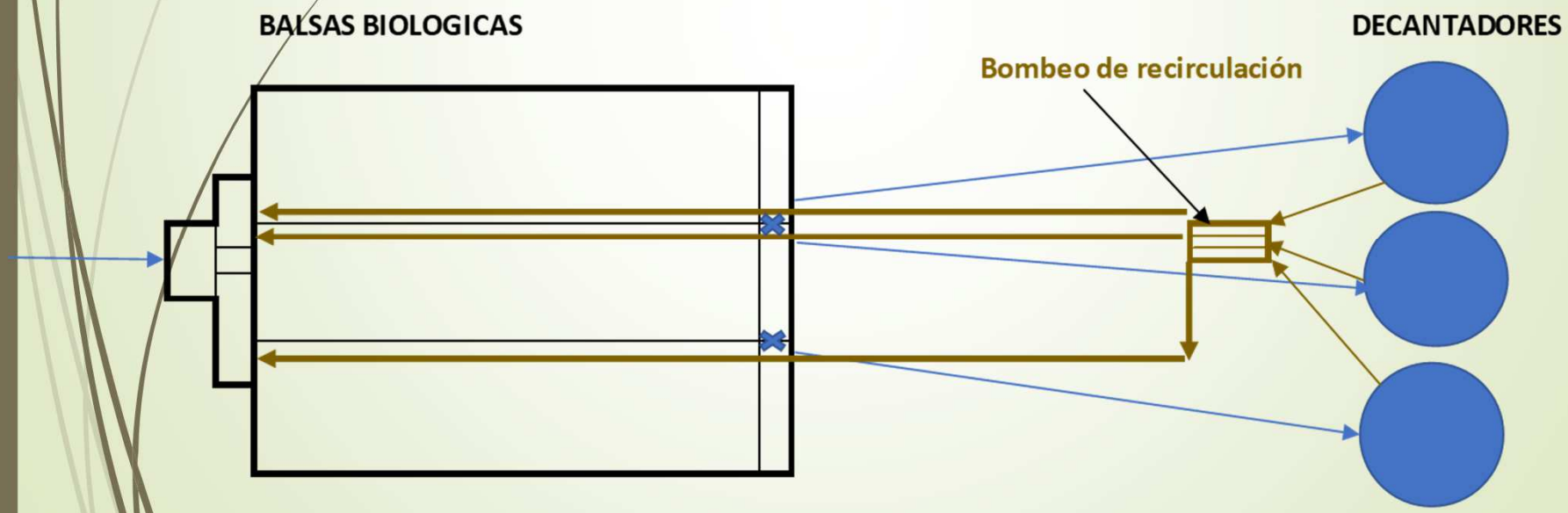
FANGOS ACTIVOS : DISEÑO CORRECTO

PROCESOS BIOLOGICOS INDEPENDIENTES



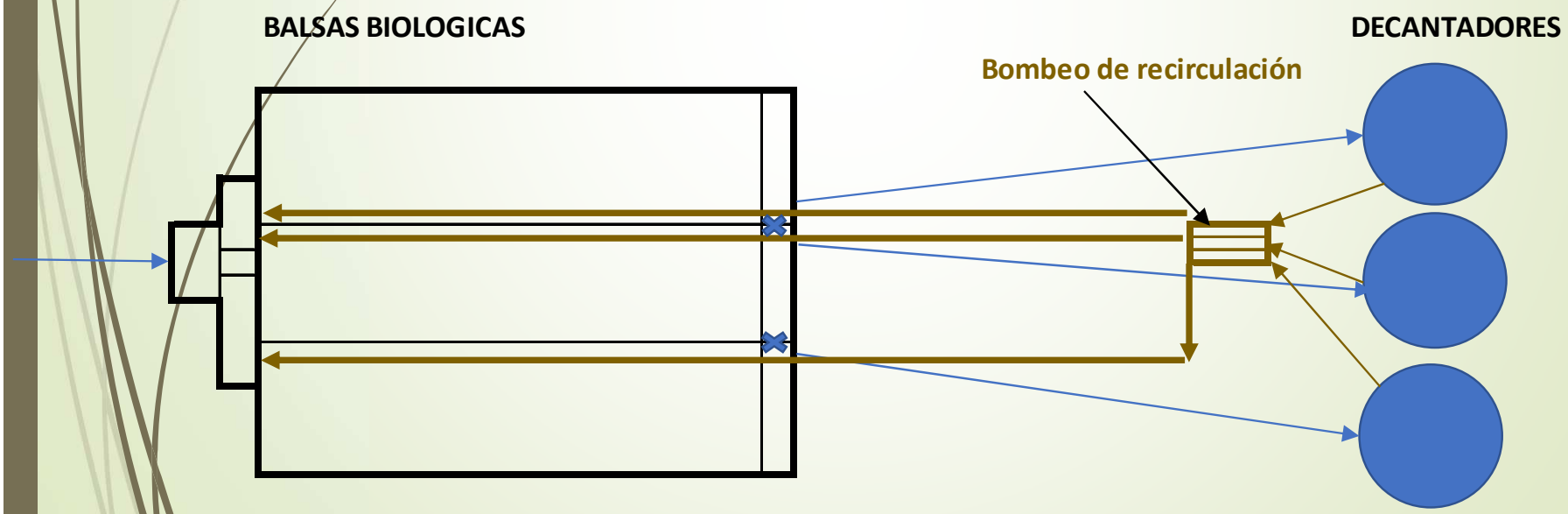
FANGOS ACTIVOS :DISEÑO CORRECTO

- Puesta en Marcha:
  - Reducción de tiempos de entrada en régimen



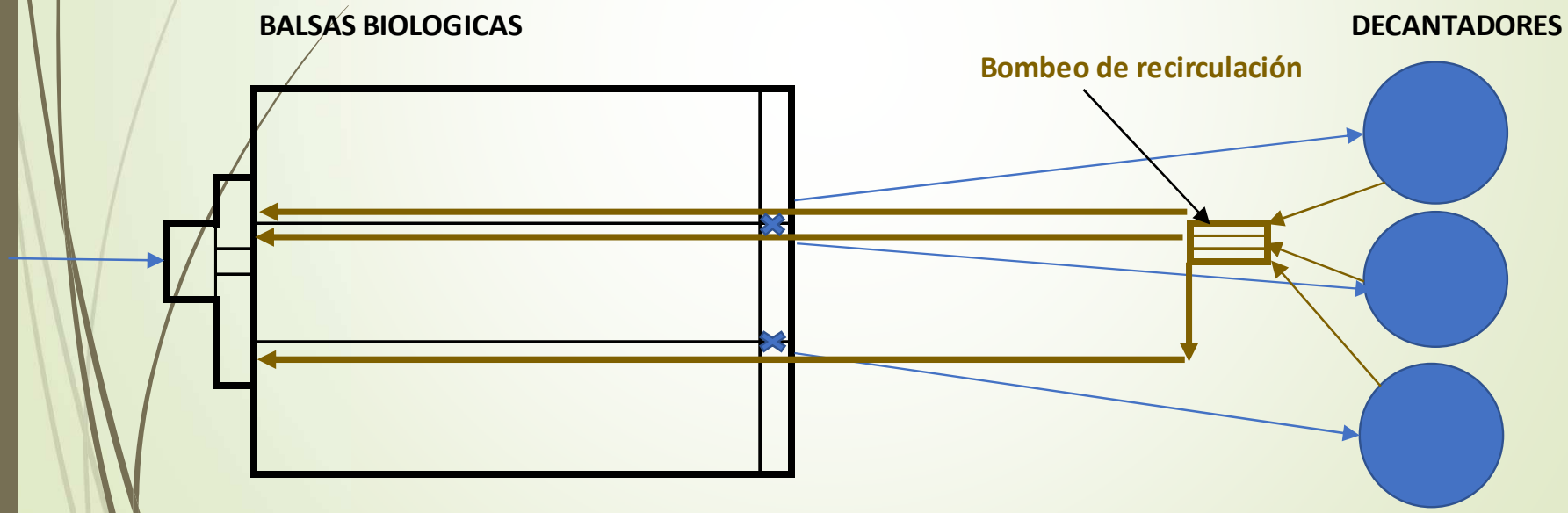
FANGOS ACTIVOS: DISEÑO CORRECTO

- Cambios estacionales:
  - Acortamientos del establecimiento de los nuevos parámetros de funcionamiento



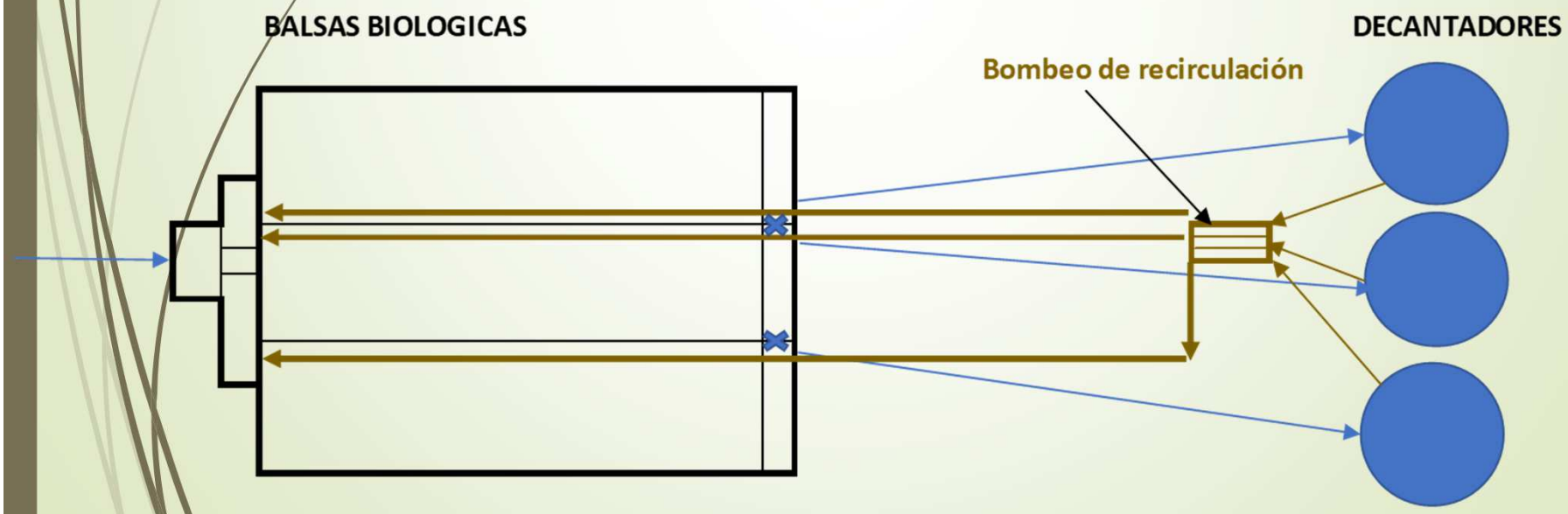
FANGOS ACTIVOS: DISEÑO CORRECTO

- Desequilibrios tróficos:
  - Reducción de los tiempos de respuesta



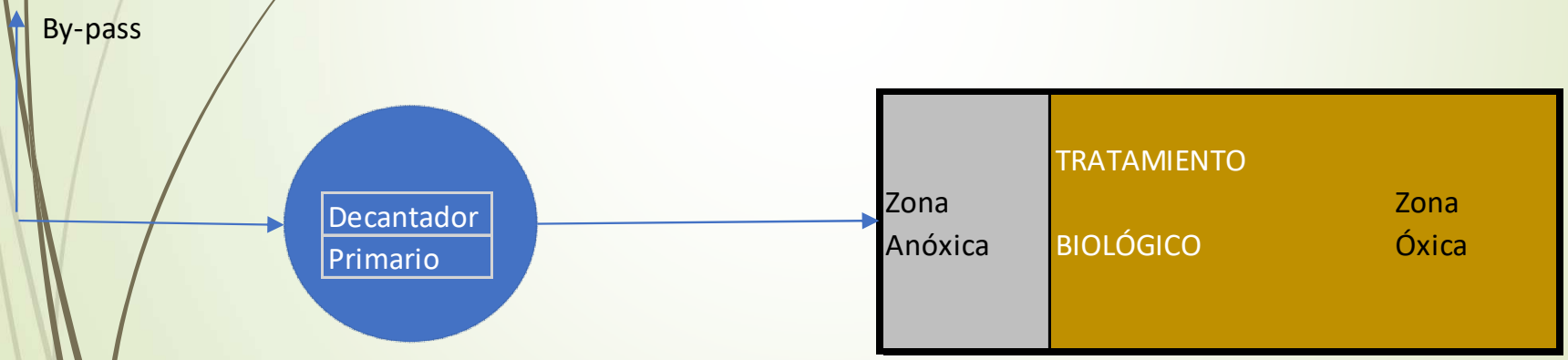
FANGOS ACTIVOS: DISEÑO CORRECTO

- 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.



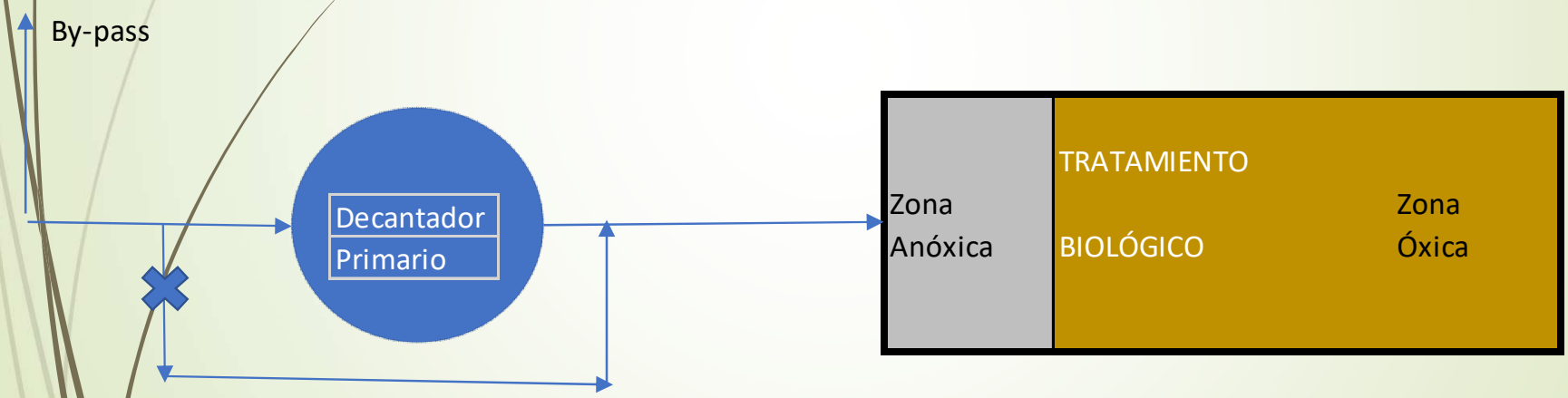
FANGOS ACTIVOS N-DN: ERROR DE DISEÑO

PROBLEMAS DE DESNITRIFICACIÓN



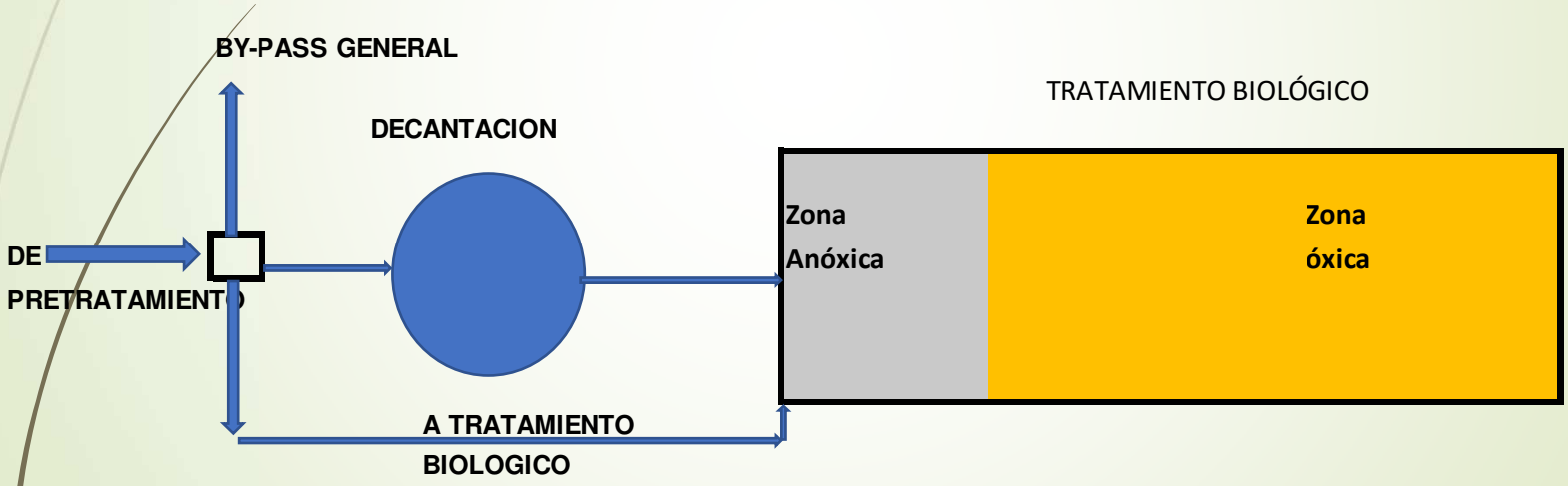
FANGOS ACTIVOS N-DN: DISEÑO CORRECTO

BY-PASS DECANTACION PRIMARIA



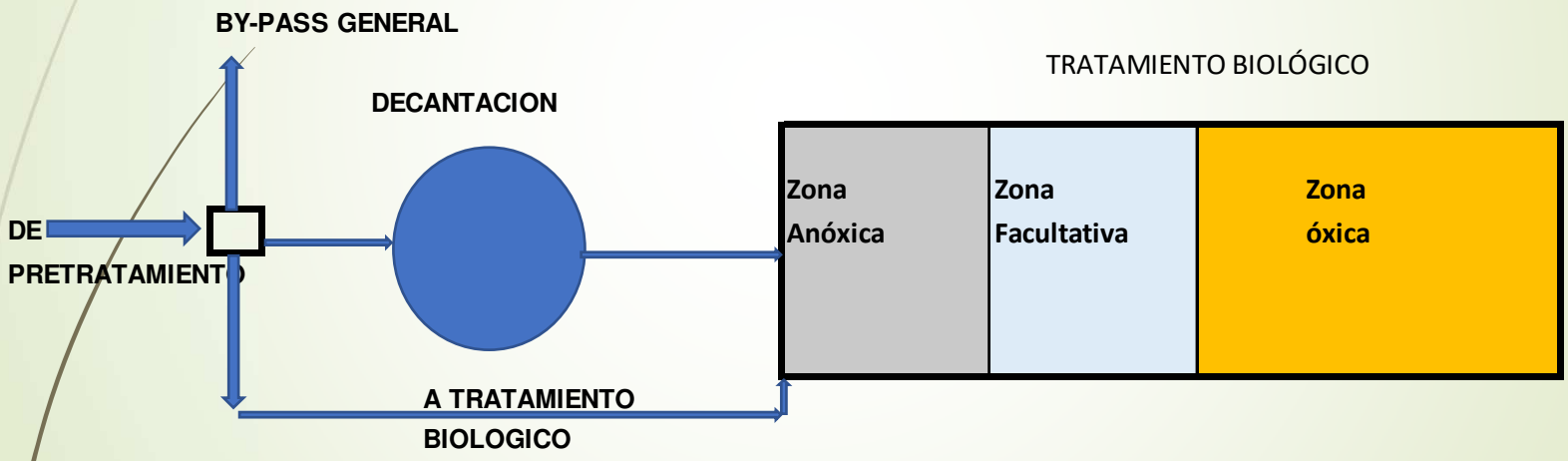
FANGOS ACTIVOS N-DN: ZONAS FIJAS

PROBLEMAS DE NITRIFICACIÓN -DESNITRIFICACIÓN



FANGOS ACTIVOS N-DN: DISEÑO CORRECTO

ZONAS POLIVALENTES



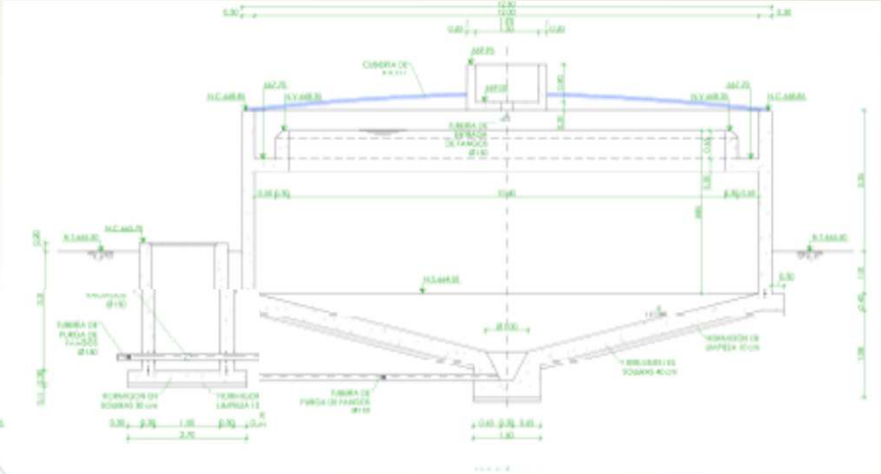
ESPESAMIENTO DE FANGOS

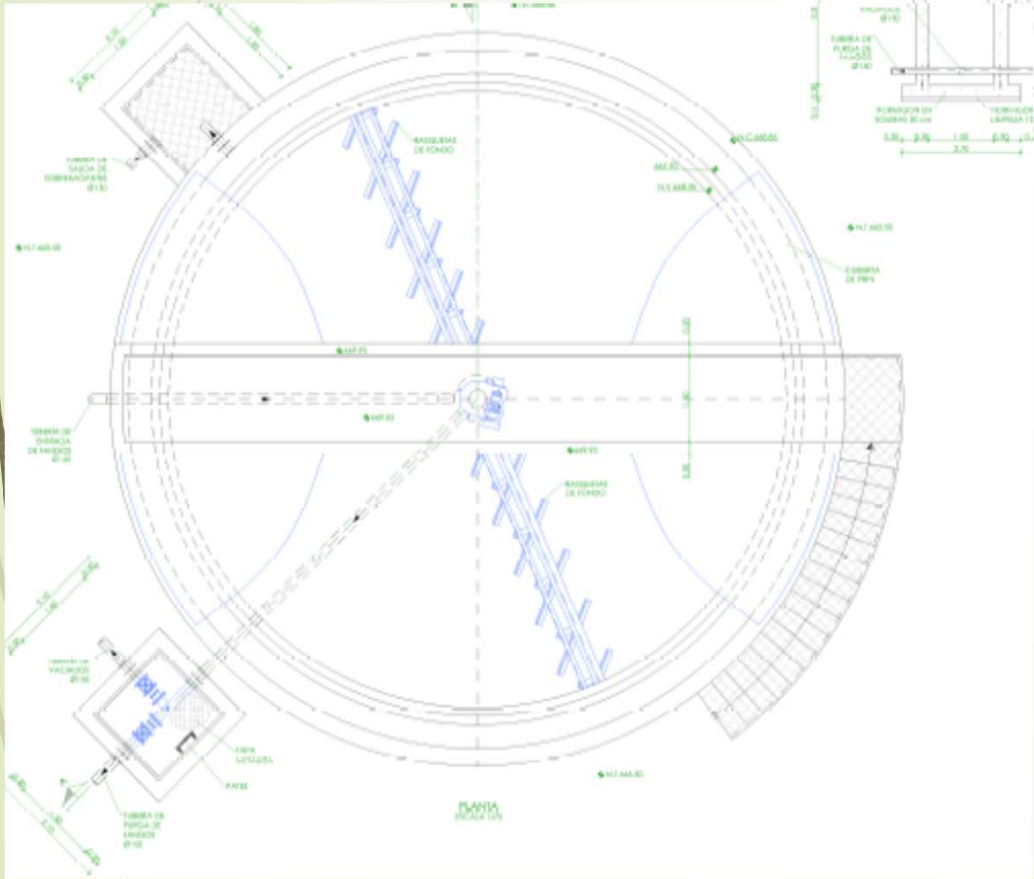
- **TIPOLOGIAS:**
  - **GRAVEDAD**
  - **FLOTACIÓN**
  - **MECÁNICOS**

ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

- **VENTAJAS**
  - **BAJO CONSUMO ENERGÉTICO**
- **INCONVENIENTES**
  - **SUPERFICIE OCUPADA**

ESPESADOR DE GRAVEDAD

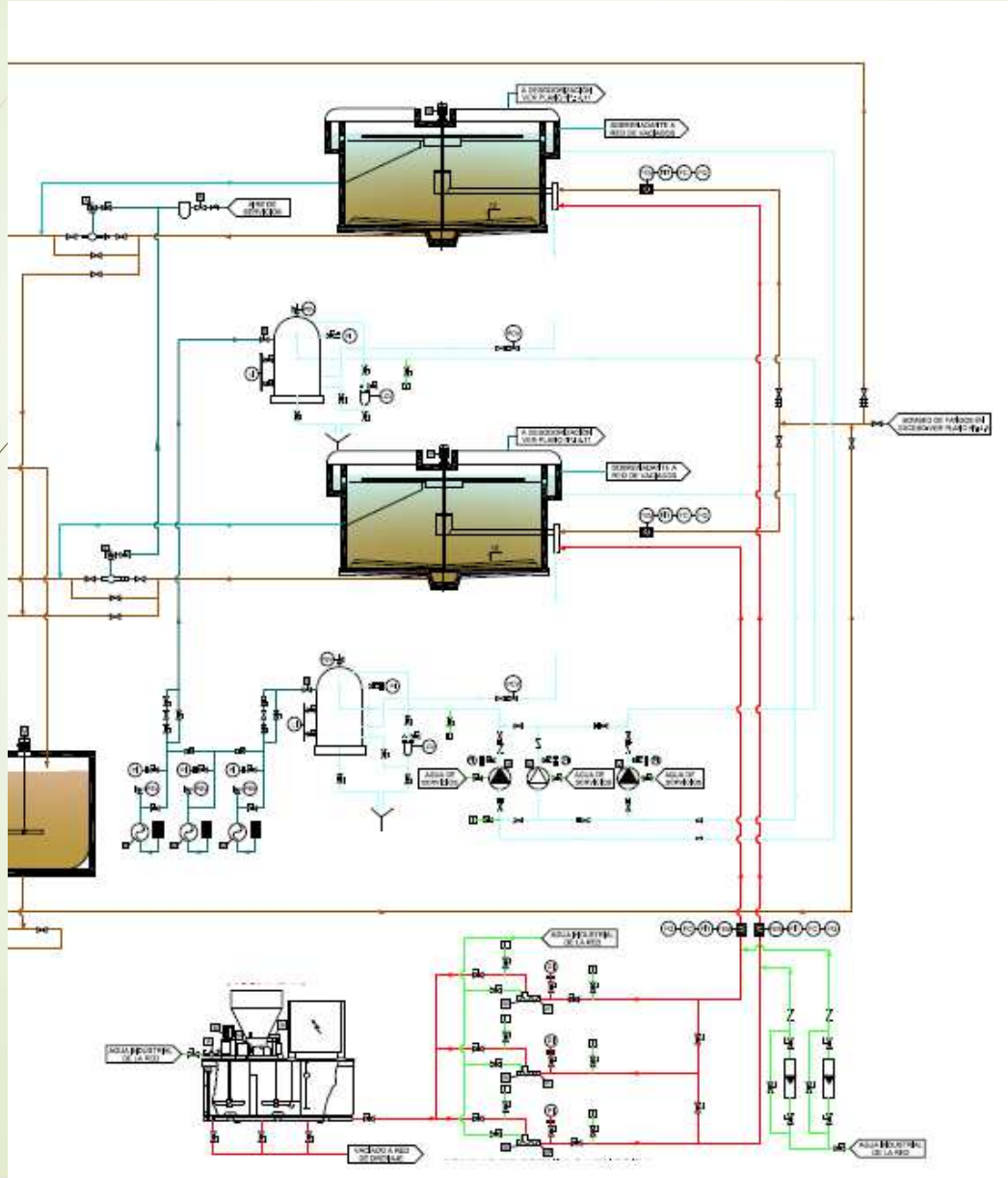




ESPESAMIENTO POR FLOTACION

- VENTAJAS
  - ADECUADO PARA FANGOS BIOLÓGICOS DE DIFICIL ESPESAMIENTO
  - MAYOR CONCENTRACIÓN QUE EL ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD PARA FANGOS BIOLÓGICOS
- INCONVENIENTES
  - CONSUMO DE ENERGÍA
  - CONSUMO DE FLOCULANTE

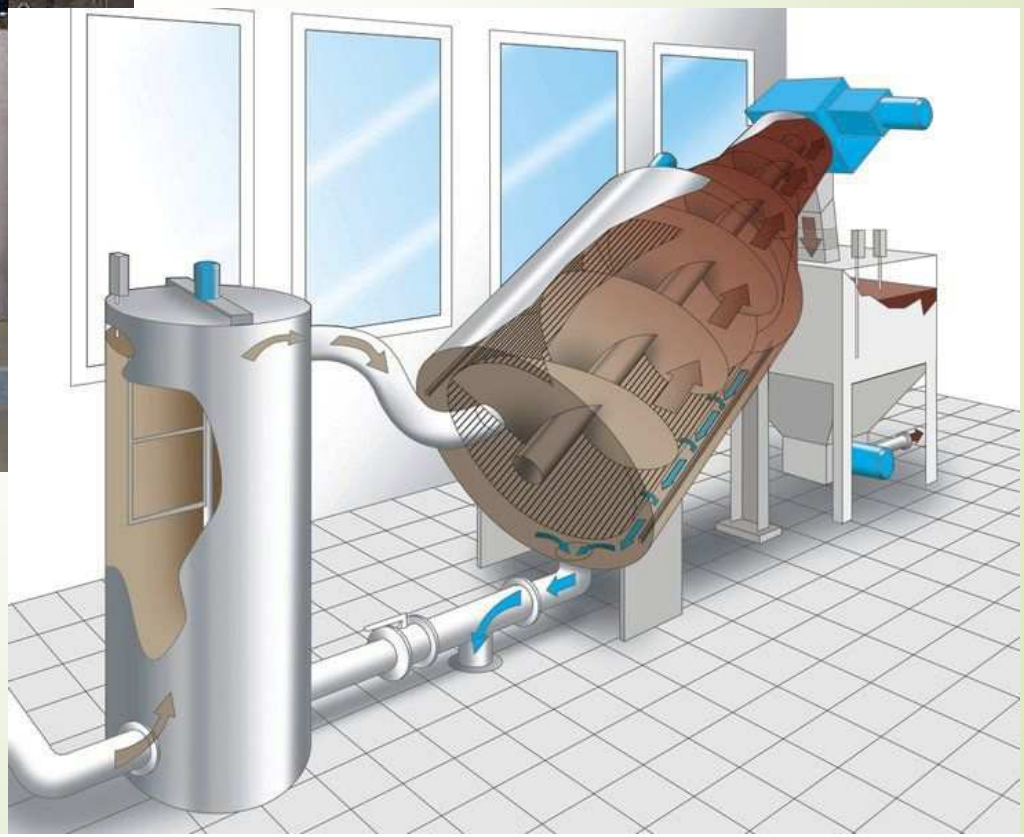
ESPESAMIENTO DE FLOTACION



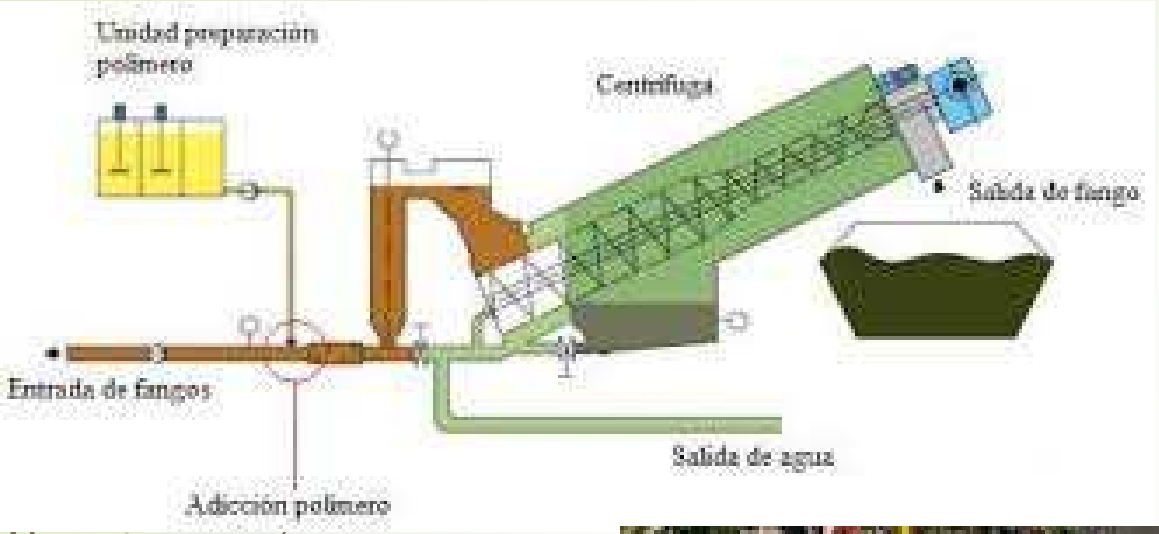
ESPESAMIENTO MECANICO

- **VENTAJAS**
  - **MENOR ESPACIO OCUPADO**
- **INCONVENIENTES**
  - **CONSUMO DE ENERGÍA**
  - **CONSUMO DE FLOCULANTE**

ESPESAMIENTO MECÁNICO



ESPESAMIENTO MECÁNICO



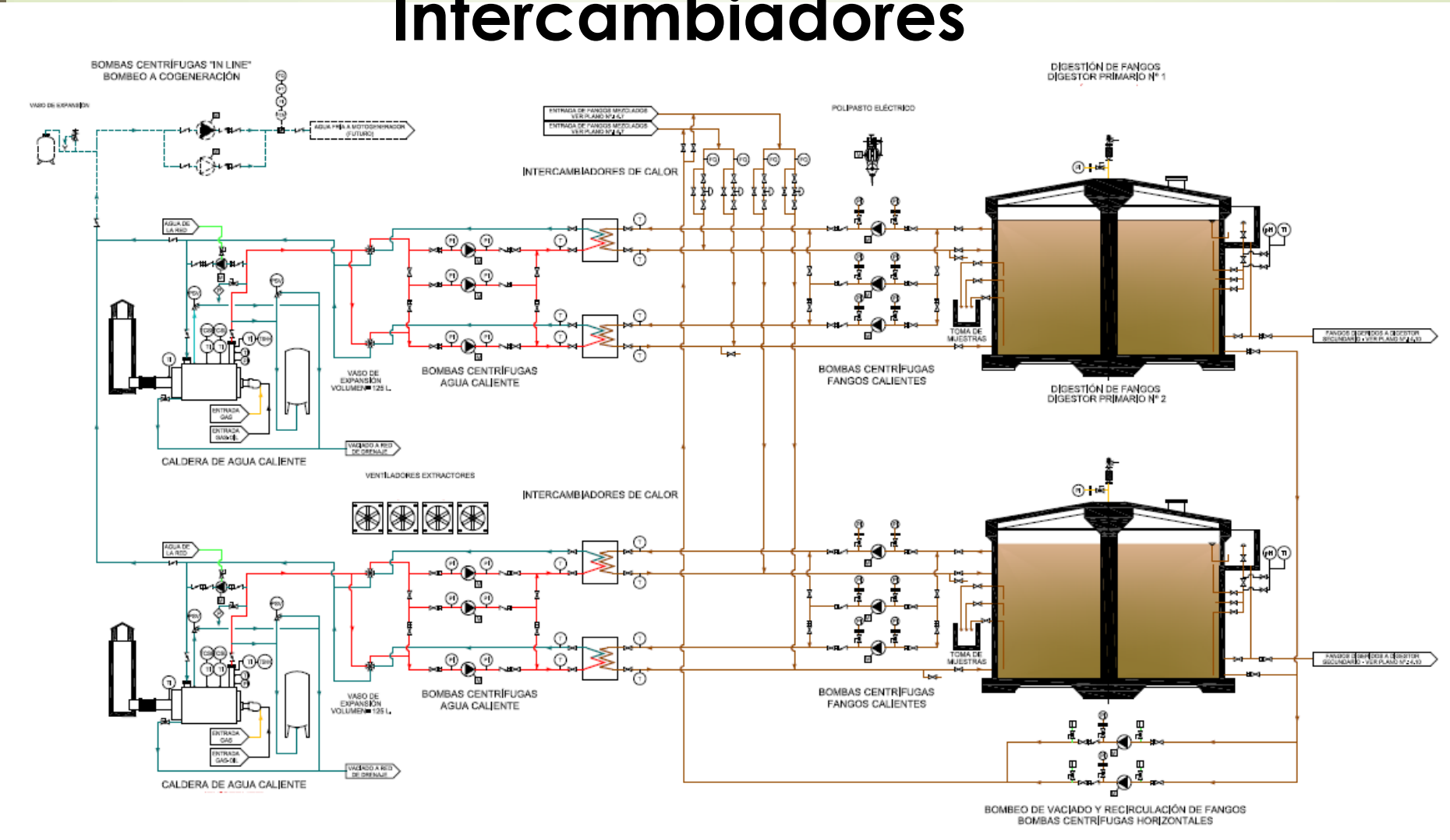
ESTABILIZACION DE FANGOS

- **TIPOLOGIAS:**
  - **ANAEROBIA**
  - **AEROBIA**
  - **QUIMICA**

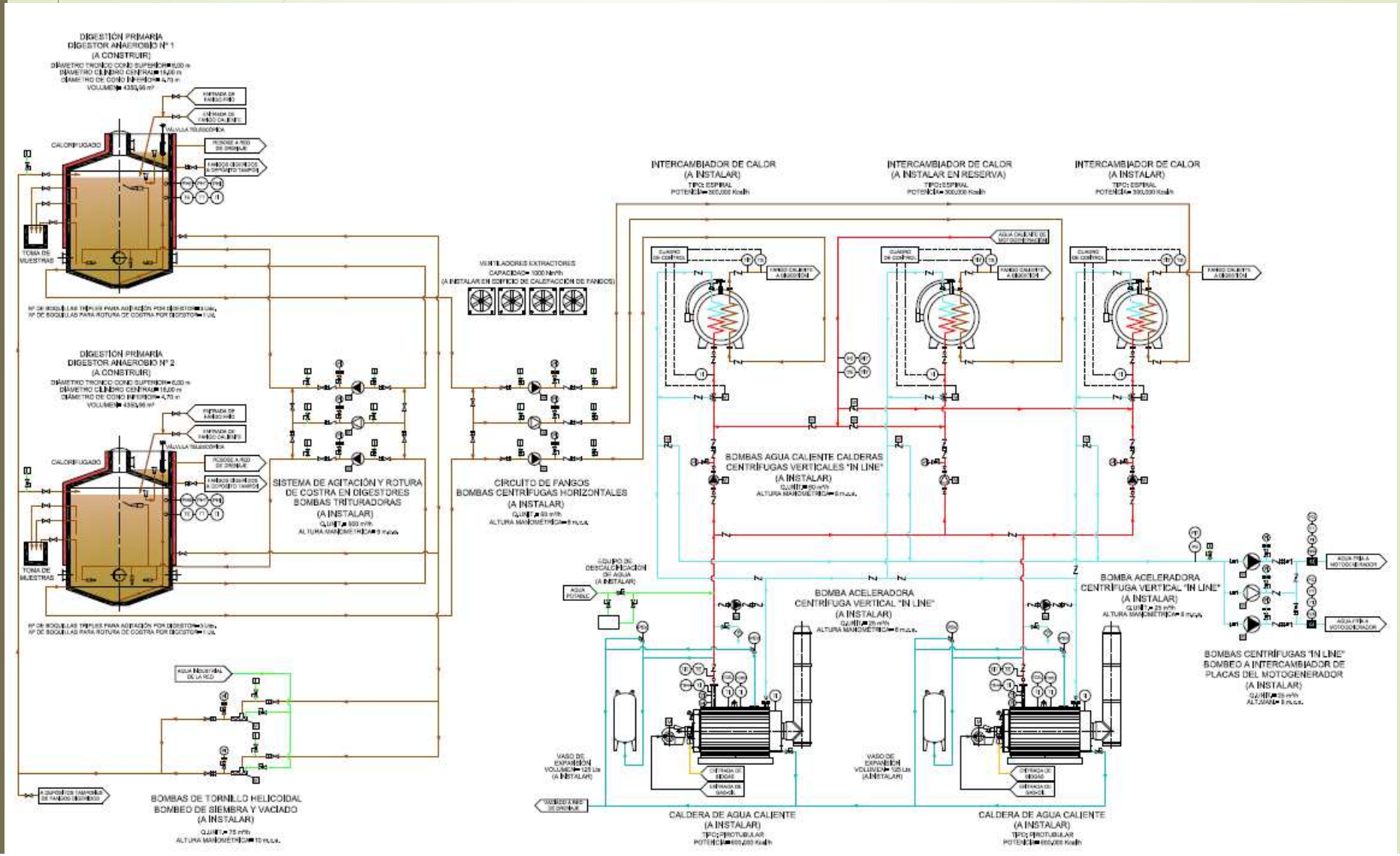
ESTABILIZACION ANAEROBIA

- **VENTAJAS**
  - **BAJO CONSUMO DE ENERGIA**
  - **GENERACIÓN DE BIOGAS**
  - **GENERACION DE ENERGÍA**
  - **REDUCCIÓN DE MV POR ENCIMA DEL 45 %**
- **INCONVENIENTES**
  - **PROCESO DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA**

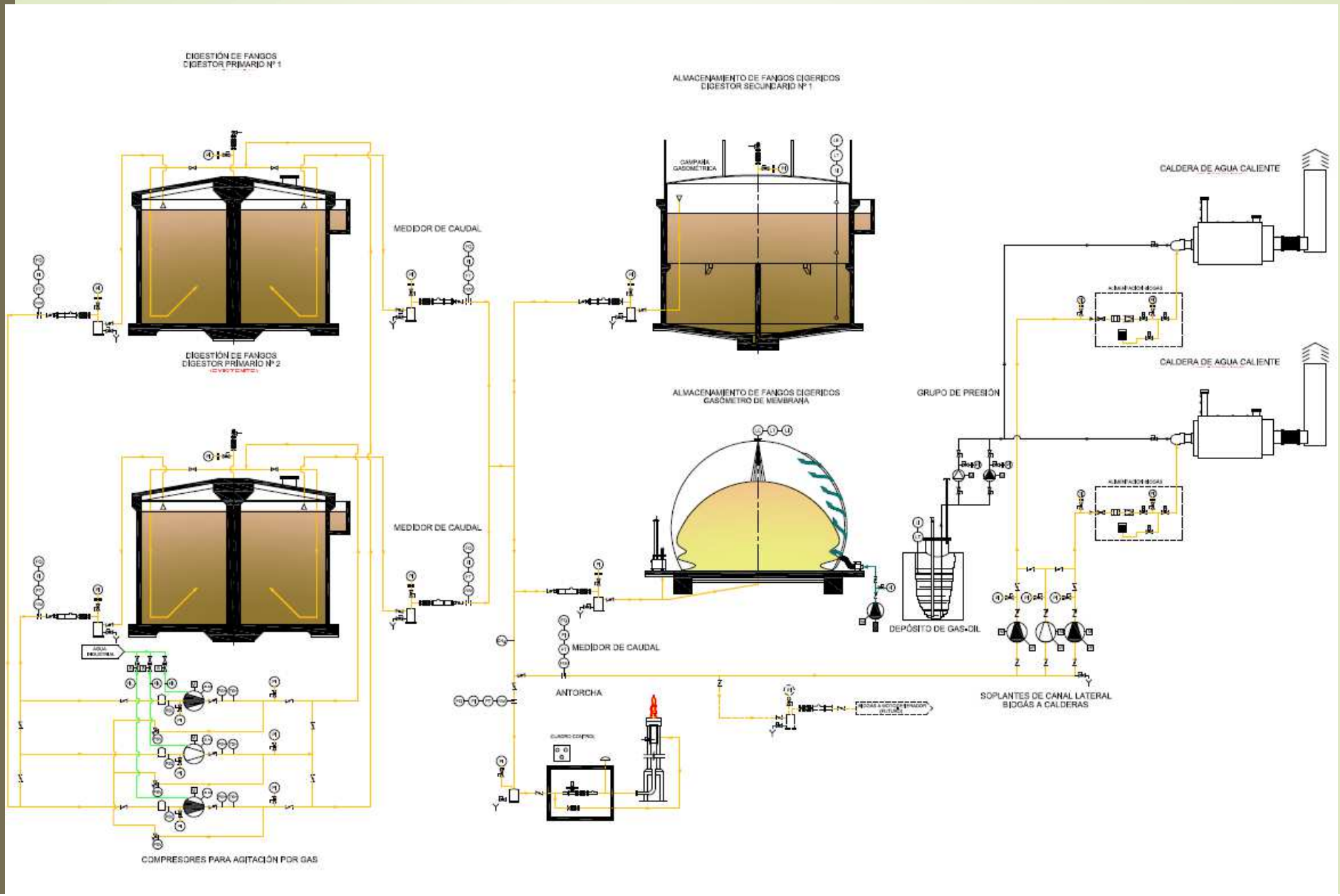
Digestores con - Calderas- Intercambiadores



Digestores-Calderas-Intercambiadores

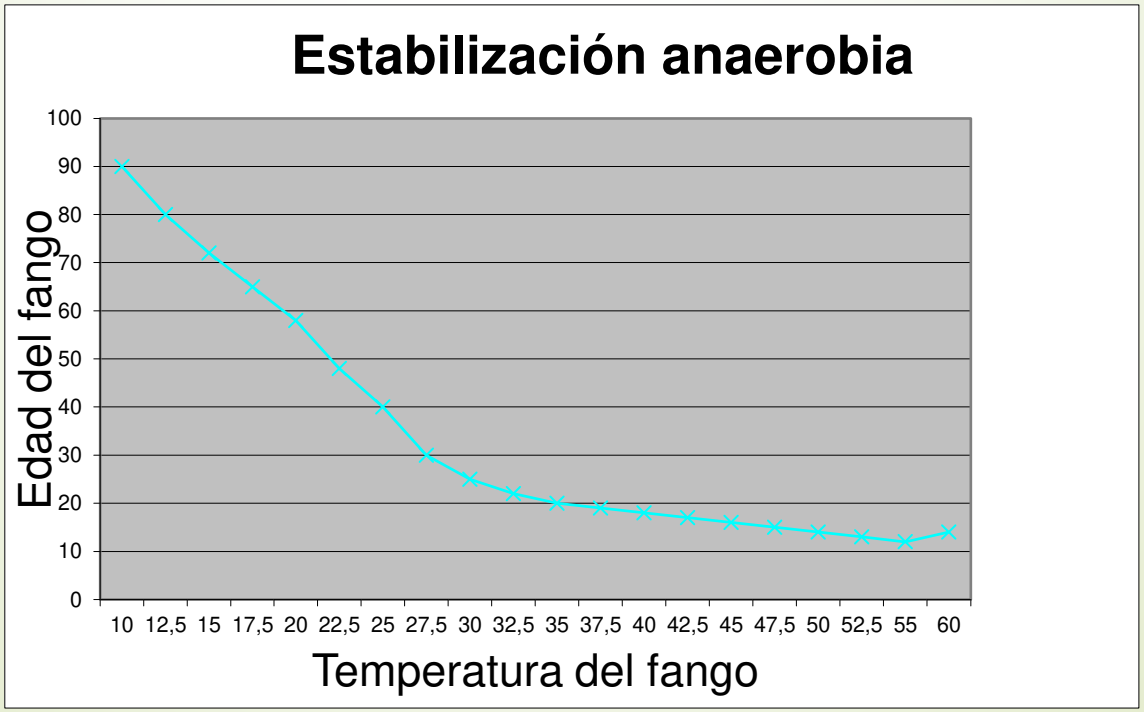


Digestores-Gasómetros-Quemador



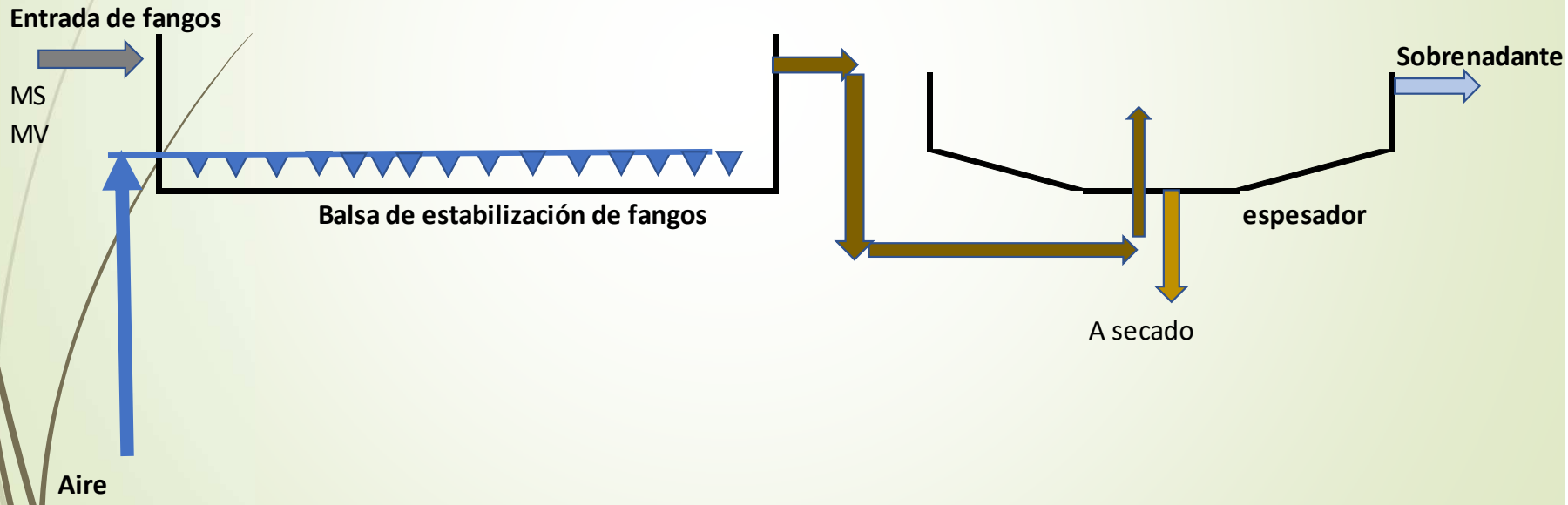
ESTABILIZACION ANAEROBIA

- **PARÁMETROS DE DISEÑO:**
  - **Edad del fango (θ) Tiempo de retención hidráulico (TRH)**



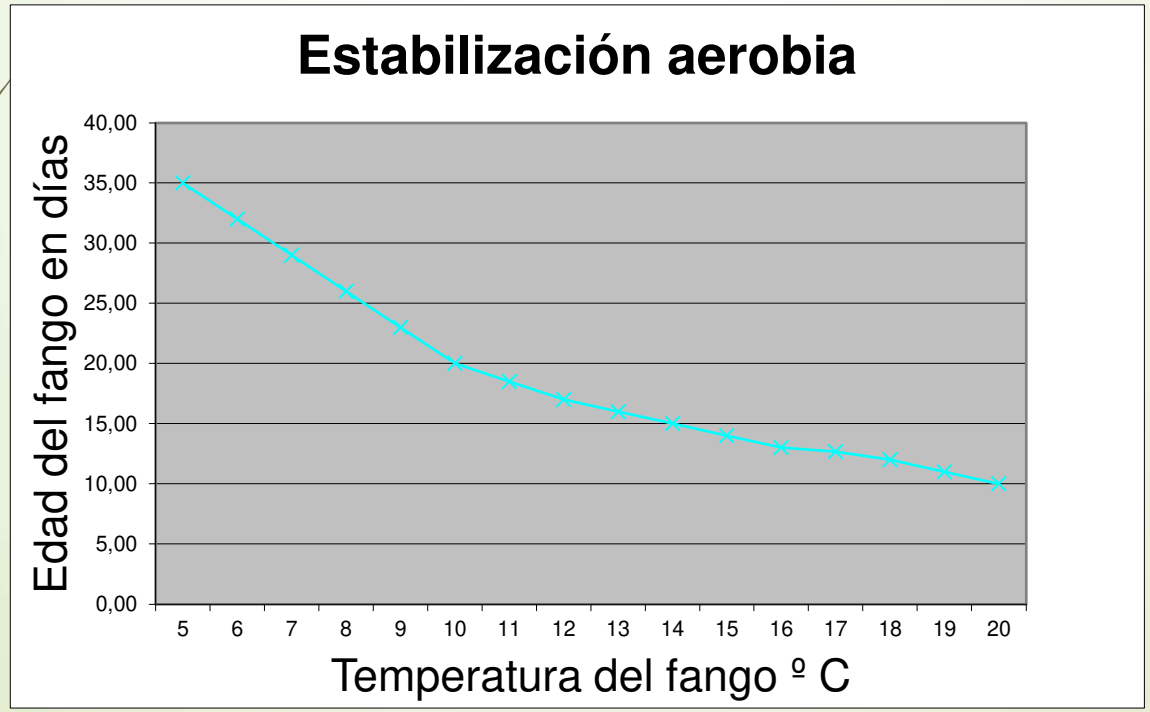
ESTABILIZACION AEROBIA

- **VENTAJAS**
  - **REDUCCIÓN MV: 40 %**
- **INCONVENIENTES**
  - **ALTO CONSUMO ENERGÉTICO**



ESTABILIZACION AEROBIA

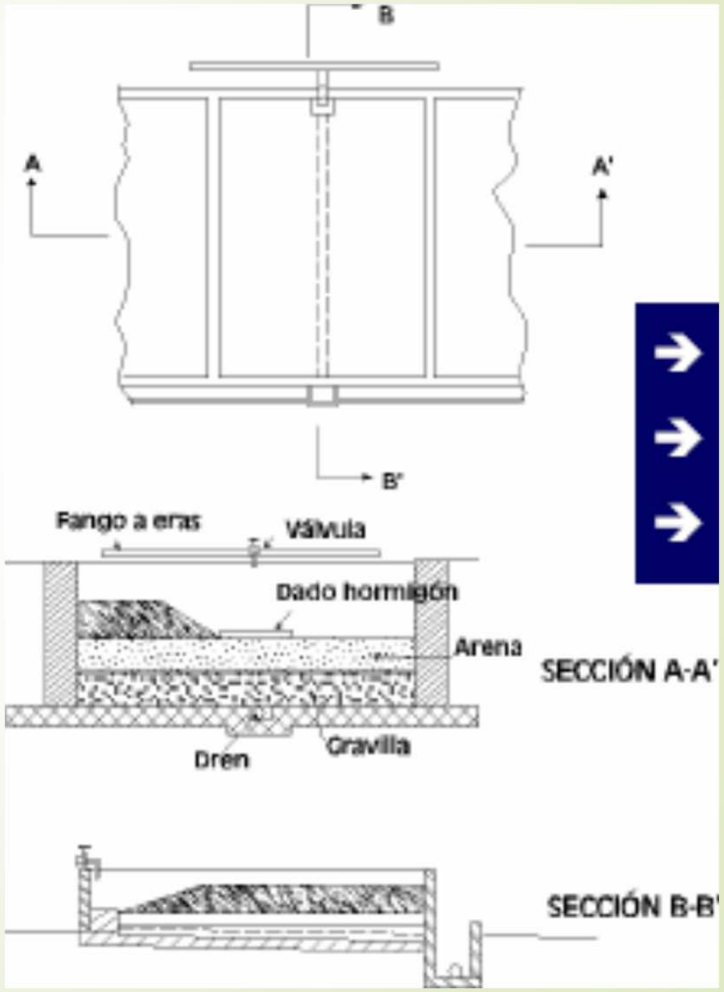
- **PARÁMETROS DE DISEÑO:**
  - **Edad del fango (θ) Tiempo de retención hidráulico (TRH)**



DESHIDRATACION DE FANGOS

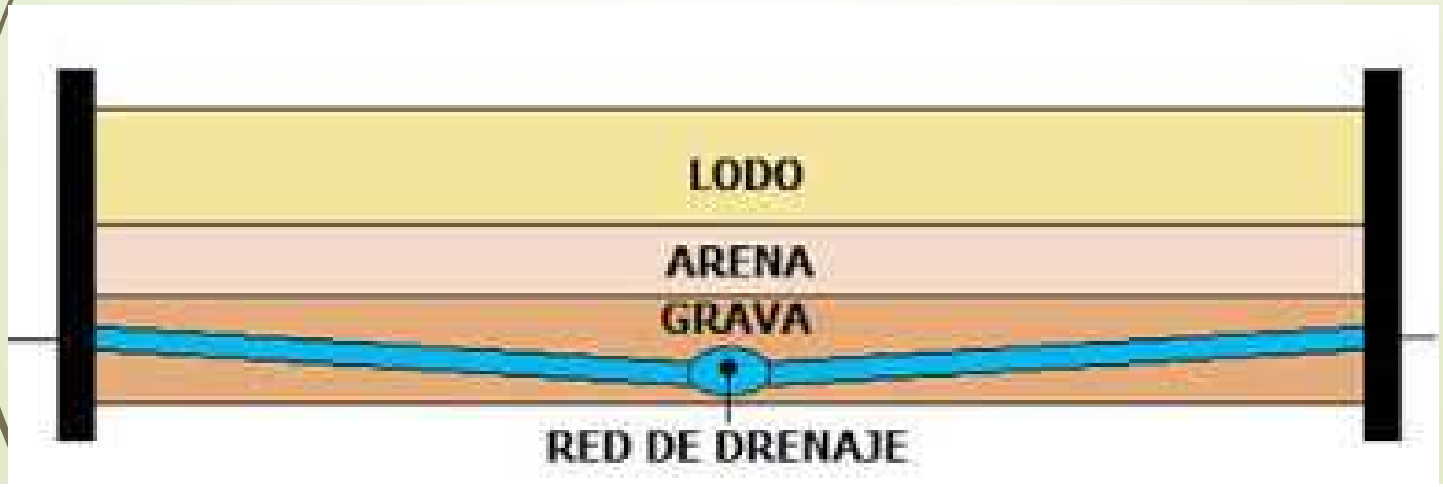
- **E.D.A.R. PEQUEÑAS (< 5.000 e-h)**
  - **Eras de secado**
  - **Lechos de carrizos**
  - **Sacos filtrantes**
  - **Sistemas mecánicos**
- **E.D.A.R. MEDIANAS Y GRANDES:**
  - **Centrifugadoras**
  - **Filtros banda**
  - **Filtros prensa**
  - **Tornillo**

ERAS DE SECADO

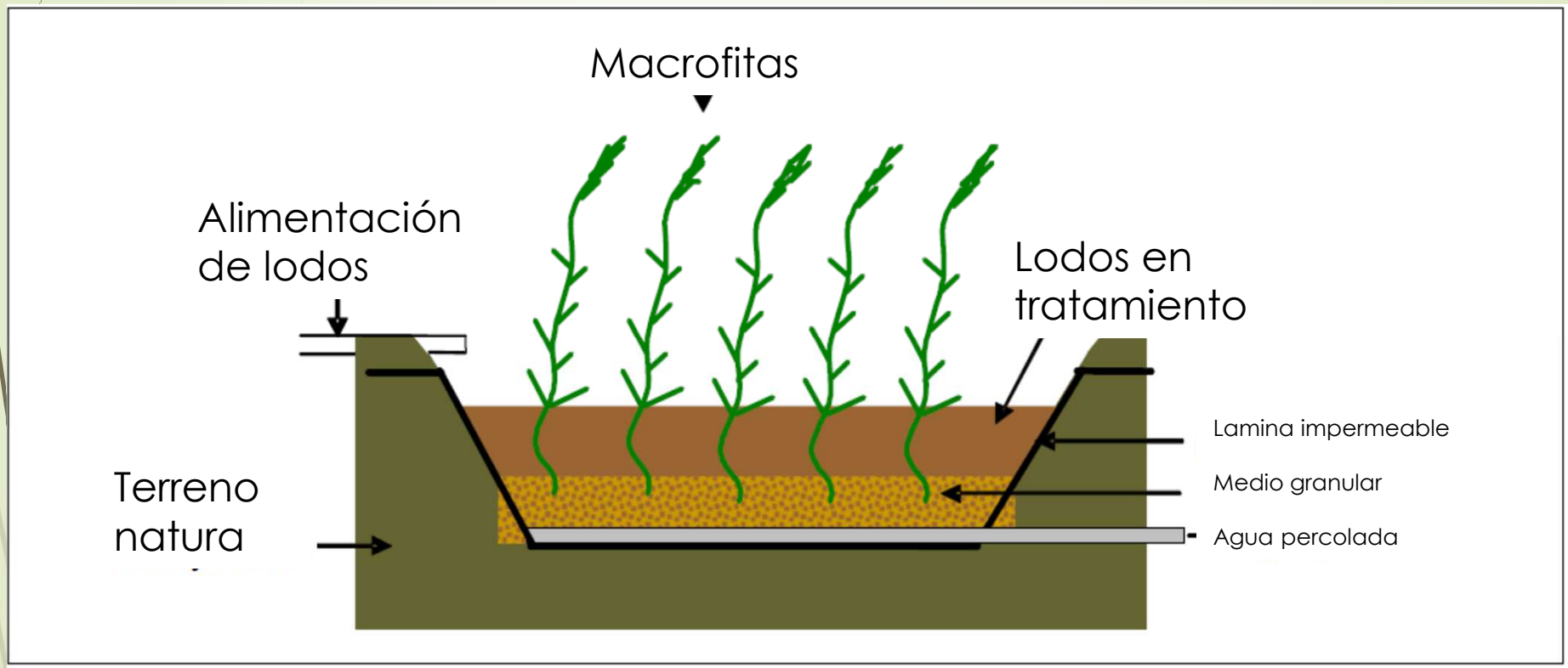


ERAS DE SECADO

- Ventajas:
  - Bajo coste de implantación
  - Bajo coste de mantenimiento
  - Mano de obra sin cualificar
  - Sin reactivos
- Inconvenientes.
  - Alta superficie ocupada
  - Necesidades puntuales de mano de obra
  - Afecciones ambientales: Olores, vectores sanitarios



LECHOS DE CARRIZO



LECHOS DE CARRIZO

- Ventajas:
  - Bajo coste de implantación
  - Bajo coste de mantenimiento
  - Mano de obra sin cualificar
  - Sin reactivos
- Inconvenientes.
  - Alta superficie ocupada
  - Necesidades puntuales de mano de obra
  - Afecciones ambientales: Olores, vectores sanitarios

SACOS DE SECADO

SACOS DE SECADO

- Ventajas:
  - Bajo coste de implantación
  - Bajo coste de mantenimiento
  - Mano de obra sin cualificar
- Inconvenientes.
  - Uso de reactivos
  - Proceso poco controlable
  - Sequedad baja
  - Afecciones ambientales: Olores, vectores sanitarios

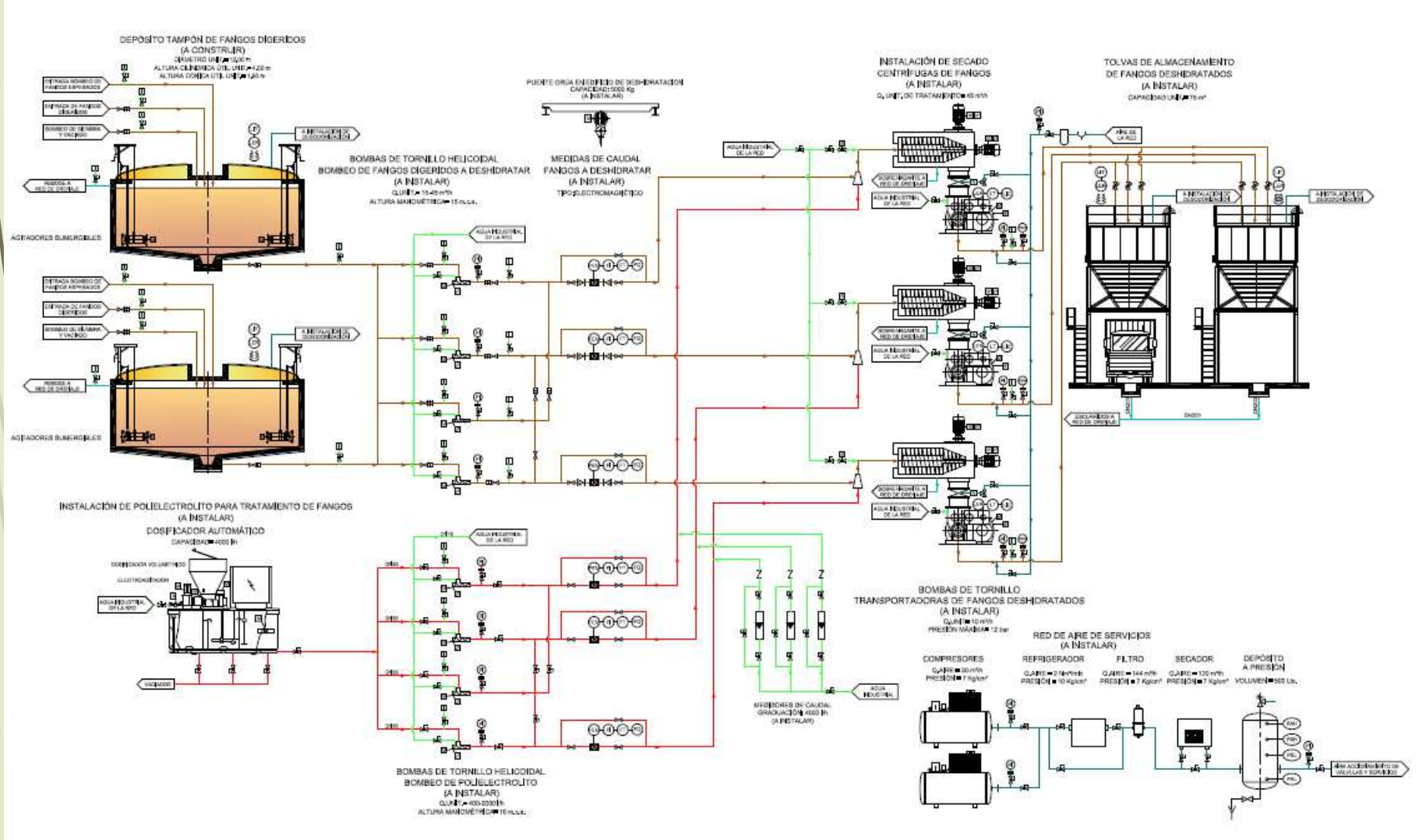
DESHIDRATACION MECÁNICA DE FANGOS

- **TIPOLOGIAS:**
  - **CENTRIFUGADORAS**
  - **FILTROS BANDA**
  - **FILTROS PRENSA**
  - **OTRAS**

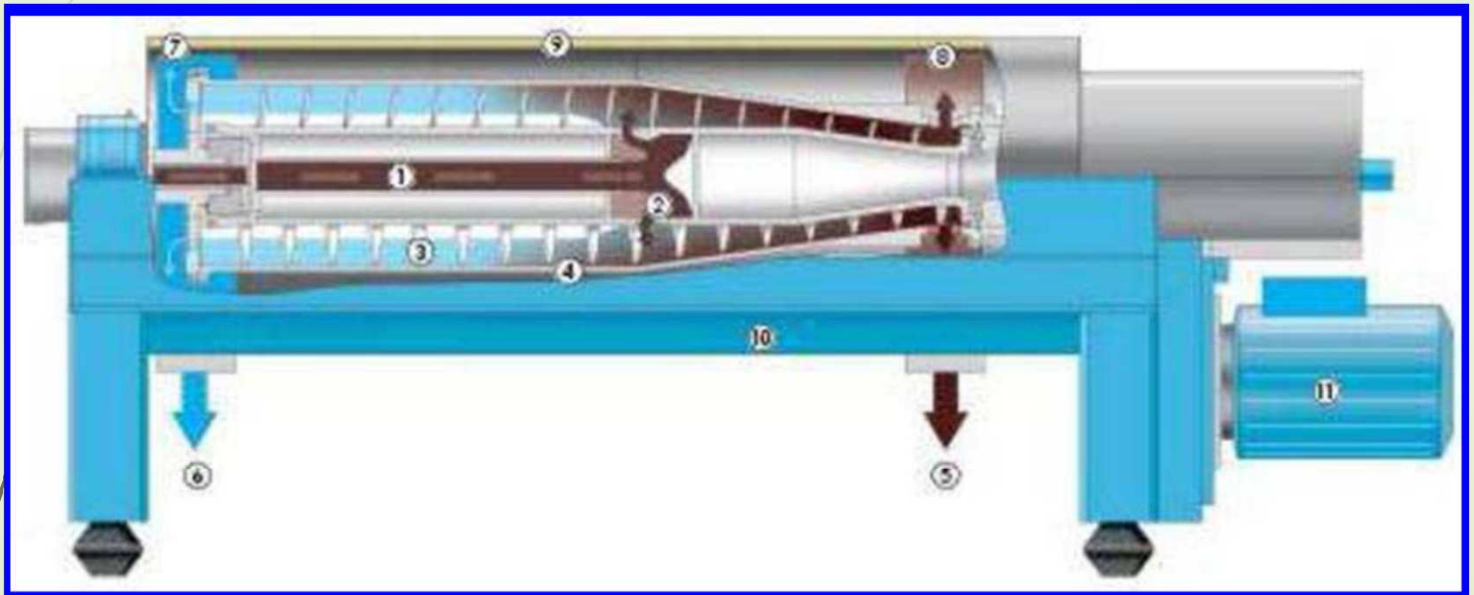
DESHIDRATACIÓN MECÁNICA DE FANGOS

- **COMPONENTES:**
  - **EQUIPO PRINCIPAL**
  - **BOMBAS DE FANGOS**
  - **EQUIPO DE PREAPRACIÓN DE POLIELECTROLITO**
  - **BOMBAS DE POLIELECTROLITO**
  - **DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO**

DESHIDRATACIÓN MECÁNICA DE FANGOS



Centrifugadora

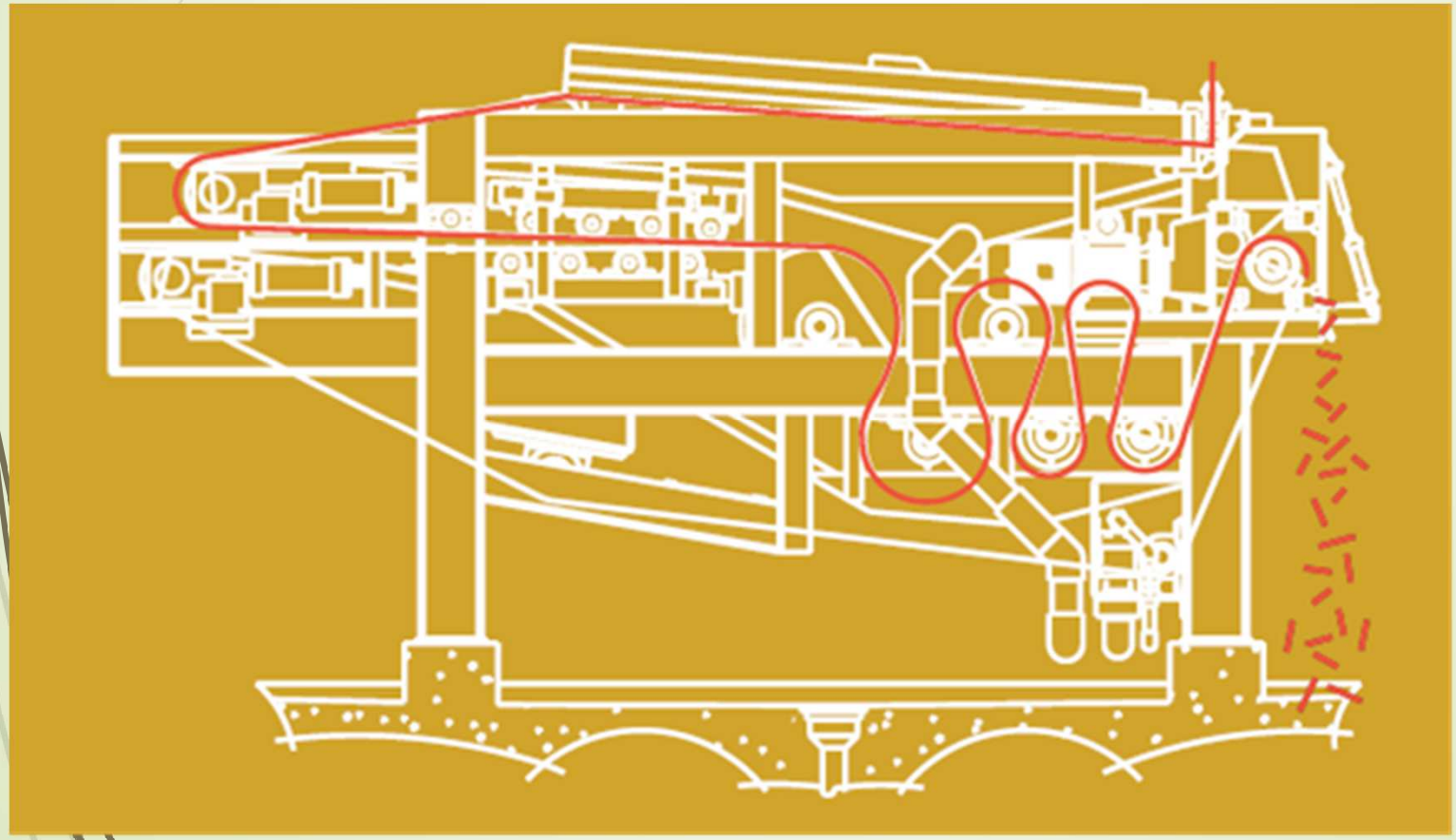


1	tubería alimentación	5	descarga sólidos	9	cubierta aislante acústico
2	cámara alimentación	6	descarga filtrado	10	estructura
3	tornillo transportador	7	cámara des. filtrado	11	motor
4	bol o carcasa	8	cámara des. sólidos		

Centrifugadoras

- **VENTAJAS**
  - **Proceso continuo**
  - **Proceso muy fiable**
  - **No demandan mano de obra de forma continua**
  - **Sin afecciones medioambientales directas**
- **INCONVENIENTES**
  - **Alto coste de implantación**
  - **Alto coste de mantenimiento**
  - **Sensible a la presencia de arenas**
  - **Mantenimiento por personal cualificado y talleres específicos**

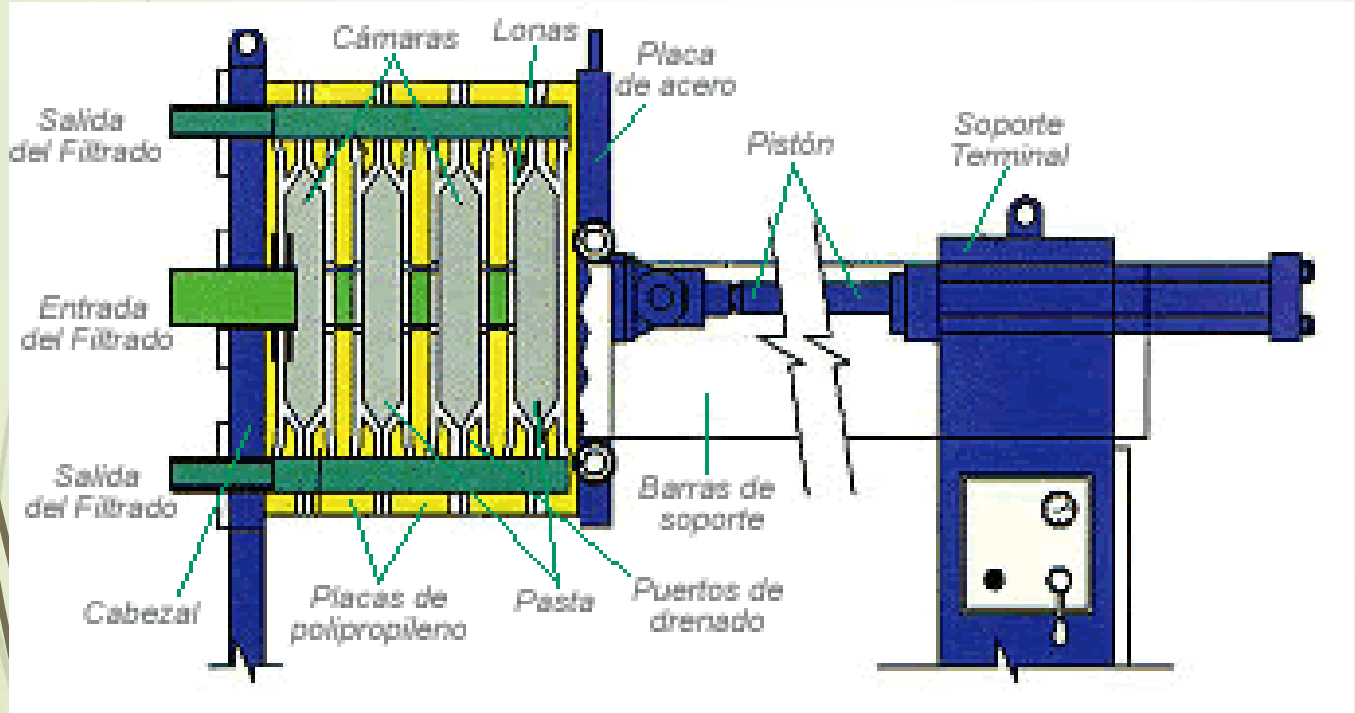
Filtros banda



Filtros banda

- **VENTAJAS**
  - **Proceso continuo**
  - **Consumo energético bajo**
  - **No requiere instalaciones auxiliares**
  - **Facilidad en las labores de mantenimiento**
- **INCONVENIENTES**
  - **Alto coste de implantación**
  - **Alto coste de mantenimiento: Cambios periódicos de telas**
  - **Demandan mano de obra de forma continuada**
  - **Consumo de agua para limpieza de telas**
  - **Afecciones medioambientales: Aerosoles**
  - **Necesidad de protocolos de seguridad**
  - **Incremento del caudal de los escurridos**
  - **Afecciones a los tratamientos de escurridos (Anamox, Sharon, etc.)**

Filtros prensa



Filtros prensa

- VENTAJAS
  - Alta sequedad
  - Ideal con proceso de estabilizaciones químicas
  - Costes de operación medios
  - Fácil de operar
  - Fácil de mantener
- INCONVENIENTES
  - Alto coste de implantación
  - Proceso discontinuo
  - Requiere un depósito tampón
  - Presencia periódica del personal operador (descarga)
  - Necesidad de protocolos de seguridad
  - Altos costes de mantenimiento: Cambios periódicos de telas
  - Consumo elevado de reactivos: Cal y sal de hierro o aluminio
  - Incremento de biosólidos debido a los reactivos (si no se usa polielectrolitos)
  - Problemas (por mal diseño) en la descarga y el almacenamiento de los biosólidos

POR SU ATENCIÓN