

**BRM con membranas  
externas.  
Oportunidades más allá  
de la imaginación.**



# CONTENIDO

- Serie Compact de Pentair X-Flow
- Tecnología BRM de Pentair X-Flow
- HELIX, Tecnología de mejora del flujo
- BRM Anaeróbico
- Referencias de AnMBR
- **Q&A session**







TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS TUBULARES

# SERIE COMPACT DE PENTAIR X-FLOW

# ¿Donde instalar membranas Tubulares Compact?



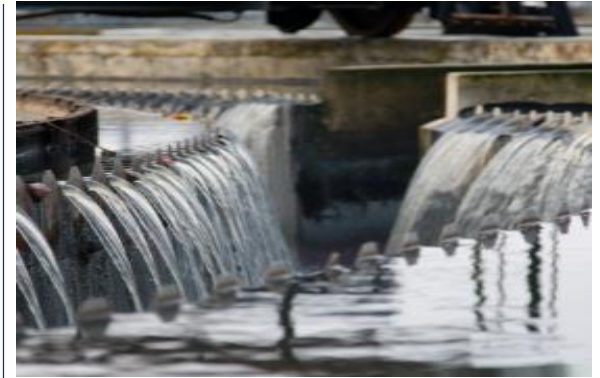
## AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE ALTA CARGA

- Lixiviados
- Alimentación y bebidas
- Curtidos
- Aguas congénitas
- Aguas de minería



## AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CARGA MEDIA

- Alimentación y bebidas
- Textiles
- Farmacéuticas
- Papeleras



## AGUAS RESIDUALES DE BAJA CARGA

- Municipales
- Comerciales
- Aguas grises
- Afino de efluentes
- Corrientes de contralavados de filtros de arena

**Aguas residuales de alta a baja carga**



# Configuraciones de membranas tubulares Compact



## BIOREACTOR DE MEMBRANAS (BRM)

- Separación de agua tratada y fango biológico.
- Aplicable a aguas residuales domésticas e industriales.
- Diferentes configuraciones:
  - Airlift MBR
  - Megablock MBR
  - Cross flow MBR
  - Anaerobic MBR (AnMBR)



## CROSSFLOW UF

Filtración turbulenta para la separación de sólidos y/o emulsiones de aceite y agua

### Aplicaciones:

- Aguas congénitas
- Aguas residuales de minería



## DIRECT HIGH SOLIDS

Filtración en Dead end de aguas con contenidos de sólidos en suspensión de > 250 ppm

### Aplicaciones:

- Efluentes de lagunajes con altos contenidos de algas
- Afino de efluentes
- Corrientes de contralavado de filtros de arena

Ofrecemos >30 años de experiencia como soporte técnico

The image shows an industrial water treatment facility. In the foreground, there are several vertical, white cylindrical modules (BRM) mounted on a metal frame. Each module has a black arrow pointing upwards. To the right, there are more similar modules. In the background, there are various pipes, valves, and structures. A blue sign on the left reads "WATER TANK (LD+05(FB))". A blue sign on the right reads "BIO A". A blue sign in the middle reads "AIR LIFT MODULES". The sky is clear and blue. A large blue diagonal overlay covers the bottom left and bottom center of the image.

# TECNOLOGÍA BRM DE PENTAIR X-FLOW

# Main Issue With MBRs?

## The 2016 MBR Survey results

📅 26 September 2016

Last year, we asked 'What's the main issue with MBRs?' This time our question was 'What is the biggest challenge posed by MBR sludge?' – most of your responses from the previous three surveys had been 'fouling' – felt it was worthy of further investigation.

However, unlike in previous surveys, fouling was well ahead of clogging by most of the correspondents. As has been discussed many times, irregular fouling and membrane channel clogging lead to the same symptoms of stubbornly ineffective chemical clean. It's only by removing the membrane that it's possible to get two, with the clogged solids visible between the flat sheets or hollow fibre modules (When Sludge Goes Bad, May 2010). Clogging is a lot less of an issue in modules in pumped systems.

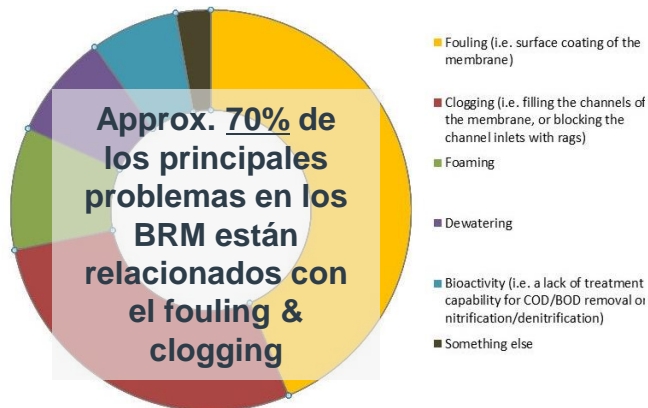


Figure 1: Responses to our question: In your experience, what is the biggest challenge posed by MBR sludge?

## About The MBR Site

The MBR Site is owned by Claire and Simon Judd (of Judd & Judd Ltd, trading as The MBR Site and Judd Water & Wastewater Consultants), based in Bedfordshire in the UK.

Launched in 2010, The MBR Site is now an established leading source of information and guidance for everyone interested in membrane bioreactors for water or wastewater treatment – practitioners, researchers and technology providers.

The website complements our books:

- The MBR Book (published by Elsevier in 2010)
- Industrial MBRs (published in 2014) and
- Watermaths, second edition (published in 2013)



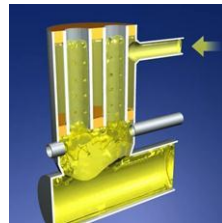
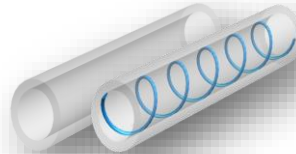
Cortesía de: [www.thembrsite.com](http://www.thembrsite.com)



# Fouling

## Pentair X-Flow

- Fouling reducido debido a la combinación de múltiples tecnologías.
- Membranas tubulares de UF de PVDF y PES de bajo ensuciamiento
- Filtración de dentro a fuera
- Aumento de turbulencia con Helix
- Aumento de turbulencia por proceso; AirLift -> Aireación y drenaje AnMBR -> Inversión del flujo alimentación I
- Contralavado
- CIP / CEB en tubo cerrado
- Sistema de CIP / CEB automático
- Mínimo consumo y volumen de reactivos químicos de limpieza
- Limpiezas químicas, 1 – 2 por mes
- Baja TMP



## Sistemas sumergidos

- Se requiere trabajo manual
- Gran cantidad de reactivos necesaria
- Limpieza química en bioreactor o en un tanque CIP separado
- Limpieza química de mantenimiento; 1 por día / 1 por semana
- Limpieza química de recuperación; 1 – 2 por año
- Largos tiempos de paradas
- Mayores riesgos para los operarios:
  - Caída en tanques abiertos
  - Formación de aerosoles
  - Manipulación del fango



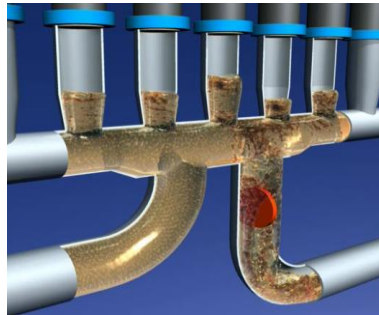
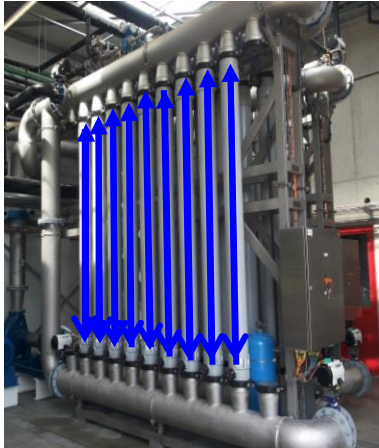
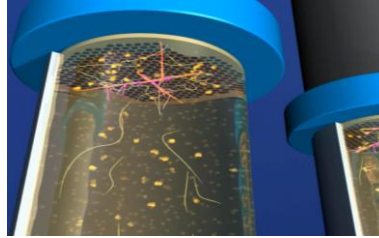
**Los sistemas externos son más seguros y robustos**



# Clogging

## Pentair X-Flow

- Mínimo o sin clogging
- El posible clogging se elimina por:  
Drenaje bastidor (AirLift);  
Inversión del flujo de alimentación (AnMBR)  
Flushing (CrossFlowMBR)
- Las partículas eliminadas se envían al pretratamiento
- Reducido tiempo de parada
- Largos tiempos de vida esperados > 7 años



## Sistemas sumergidos

- Alto potencial de clogging
- Necesario un tamizado previo exhaustivo
- Extracción de módulos de membranas de los tanques
- No es posible la eliminación química del clogging
- Intenso trabajo manual necesario
- Elevado riesgo de daños a las membranas
- Largos tiempos de parada
- Mayores riesgos para los operarios





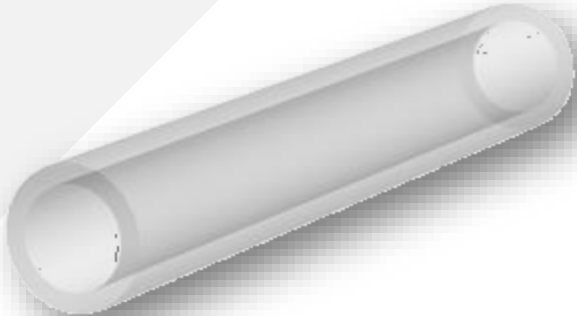
**HELIX**

**TECNOLOGÍA DE  
MEJORA DEL FLUJO**

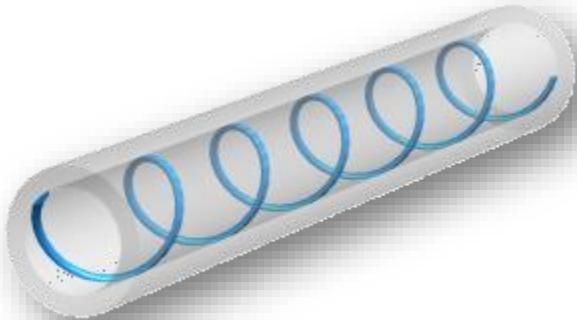
# Tecnología **HELIX** de X-flow

## REDUCCIÓN EFICIENTE DEL FOULING

Membrana tubular UF estandar

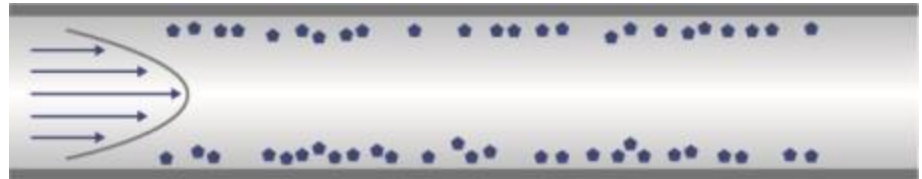


Membrana tubular UF Helix



Como funciona:

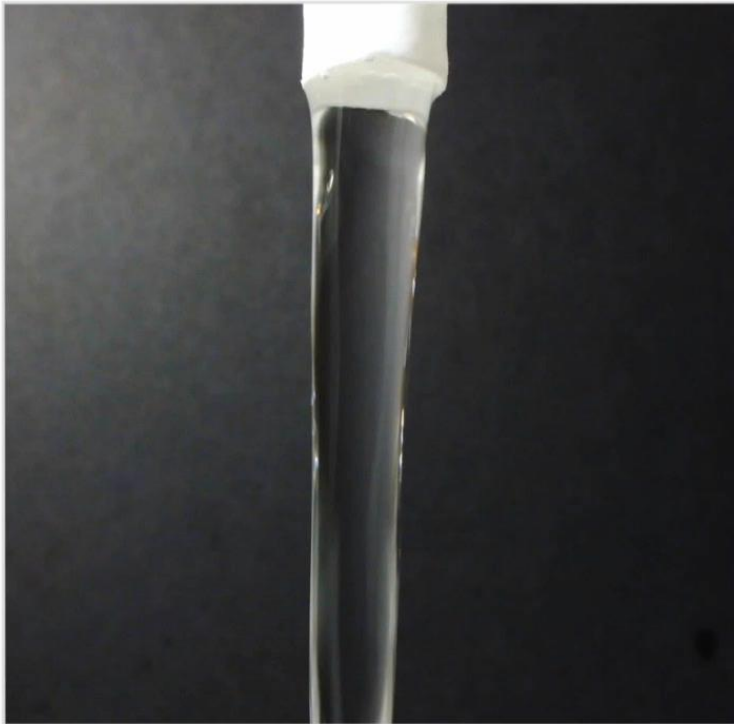
- *La protuberancia helicoidal crea mayor turbulencia en la pared de la membrana*
- *Mezcla mejorada de la alimentación*
- *Eliminación eficiente y continua de la torta*
- *A una menor velocidad de crossflow*



**Mayor productividad con menores costes de operación**



# Tecnología **HELIX** de X-flow



STANDARD  
TUBULAR MEMBRANE



HELIX  
TUBULAR MEMBRANE

# Piloto AnMBR en Cervecería Grolsch (3 años)



## Objetivos:

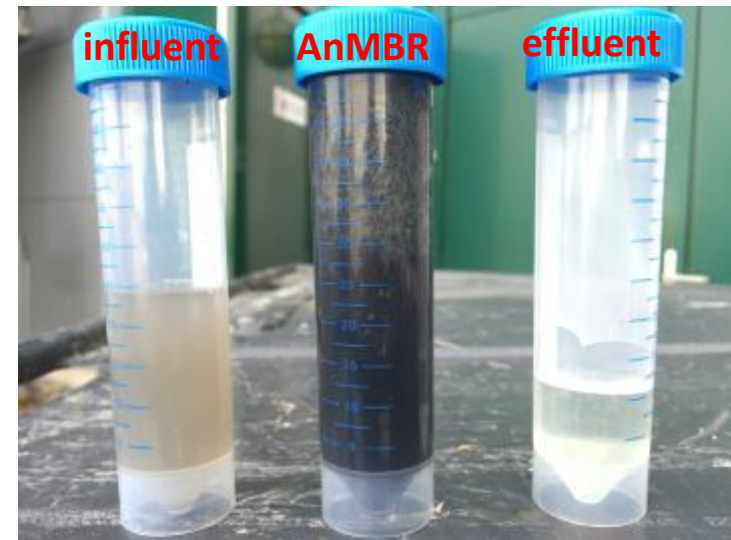
- Validar rendimiento de Helix frente a la membrana tubular lisa estándar
- Comprender la eficiencia del tratamiento AnMBR en AARR de cerveza comparada con la tecnología (EGSB)

## Parámetros de tratamiento:

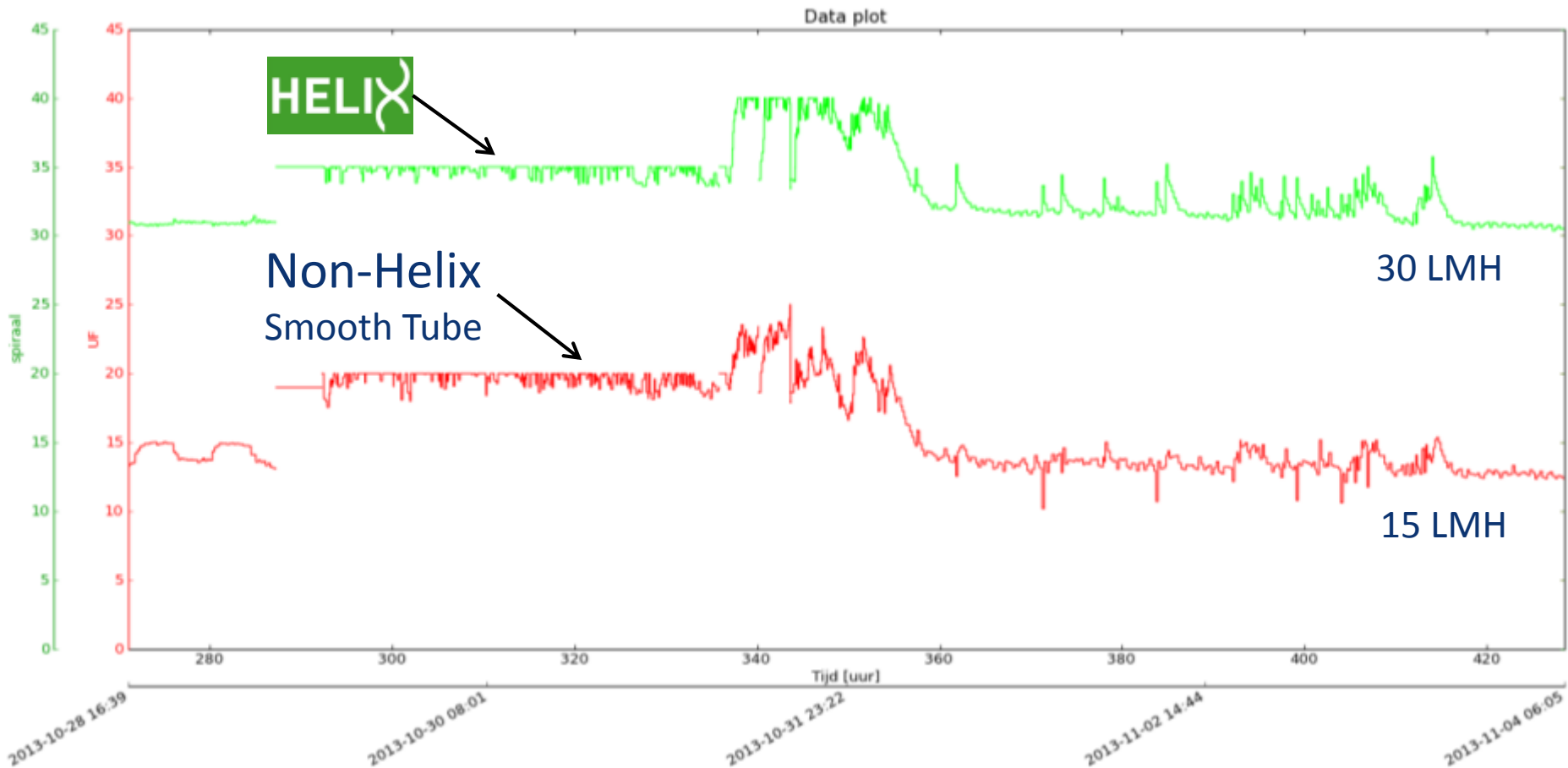
- DQO entrada: 4893 mg/L
- DQO salida: 162 mg/L
- Rdto. de eliminación de DQO: +97%
- *Reactor EGSB existente:* +80%

## Parámetros del bioreactor AnMBR:

- MLSS: 20,000 mg/L
- OLR: 4-6 kg/DQO\*m<sup>3</sup> día



# Piloto AnMBR en Cervecería Grolsch (3 años)



**Helix obtuvo flujos del doble respecto a la membrana estandar**



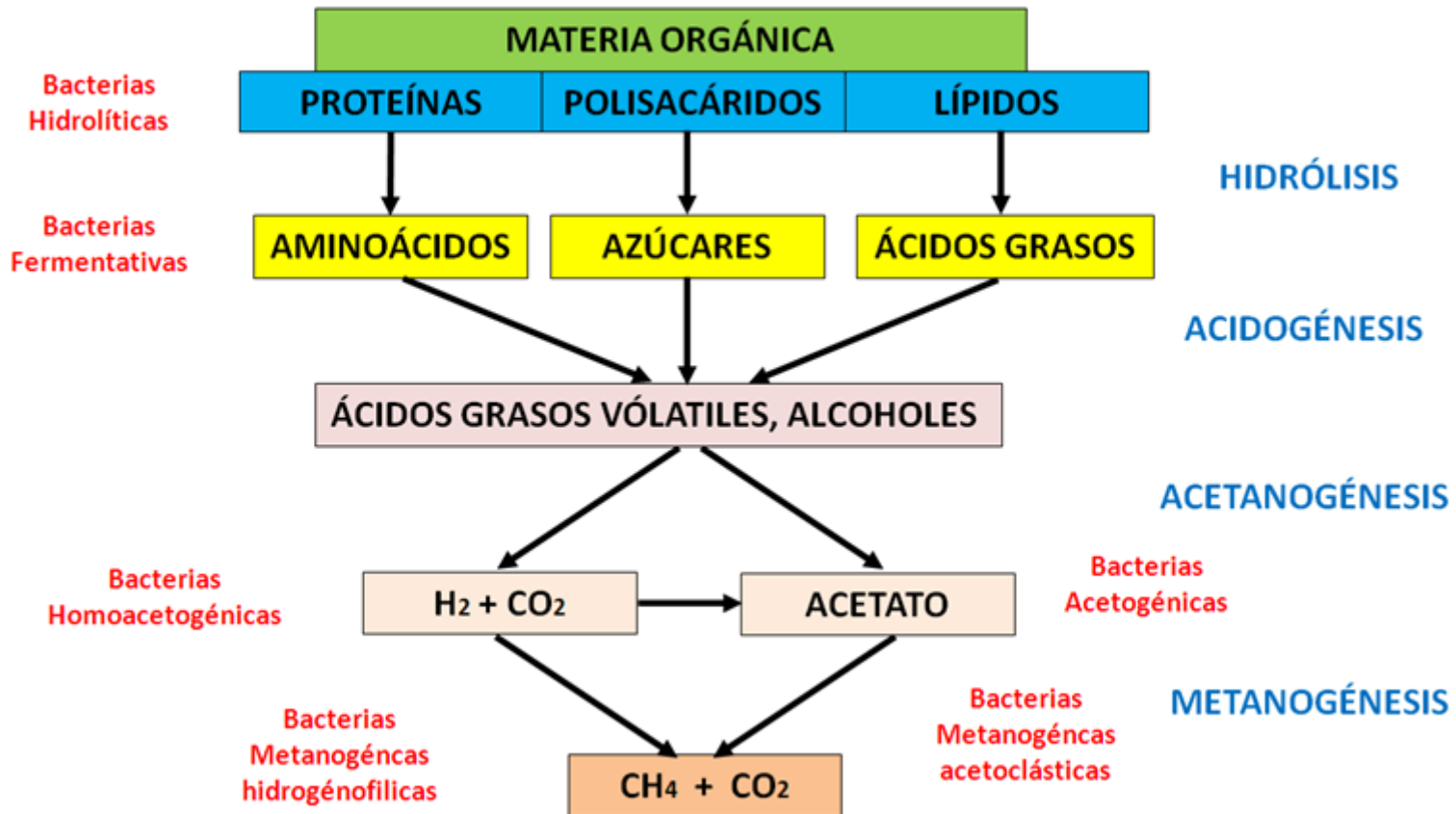
A photograph of an industrial facility, likely a wastewater treatment plant, featuring a complex network of pipes, valves, and machinery. The scene is partially obscured by a large blue diagonal overlay on the left side. The machinery includes various pumps, tanks, and control panels, with some components highlighted in blue and red.

MAXIMIZAR LA CONVERSIÓN DE RESIDUOS EN ENERGÍA

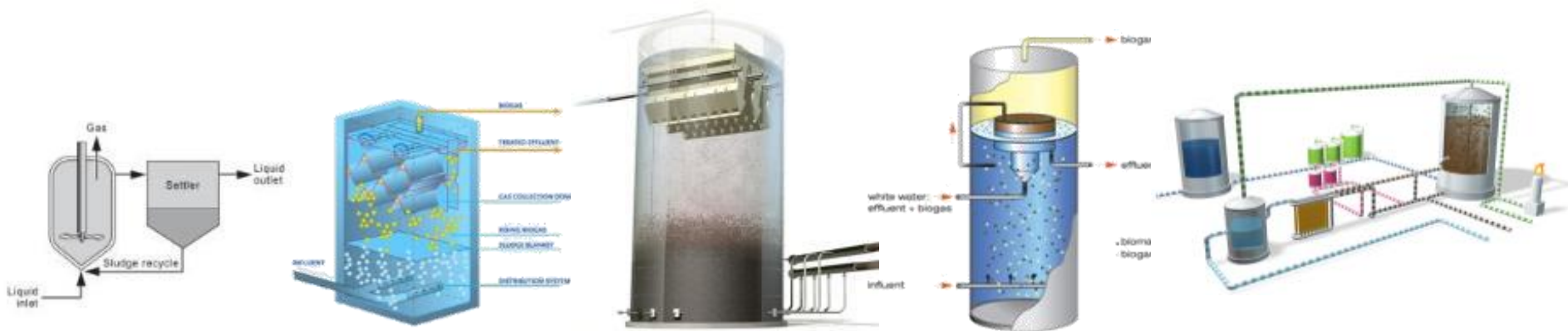
# BRM ANAERÓBICO

# Degradación anaeróbica de la materia orgánica

El proceso de degradación anaeróbica esta formado por una compleja serie de etapas donde intervienen diferentes tipos de bacterias anaeróbicas. A través de ellas, la materia organica del agua residual, se convierte en metano, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> y agua.



# Breve historia del Tratamiento Anaeróbico de AARR



aprox. 1950



2019

## CSTR

## UASB

## EGSB

## AFR

## AnMBR

- TODO TIPO DE AARR
- CAPACIDAD LIMITADA
- EFLUENTE DE BAJA CALIDAD

- LIMITACIÓN DE GRASAS Y SÓLIDOS
- ALTA CAPACIDAD
- EFLUENTE DE CALIDAD MEDIA

- LIMITACIÓN DE GRASAS
- MUY ALTA CAPACIDAD
- EFLUENTE DE CALIDAD MEDIA

- ALTA CAPACIDAD
- MAX 50% GRASAS
- LIMITACIÓN DE SÓLIDOS

- CAPACIDAD MEDIA
- EXCELENTE CALIDAD DEL EFLUENTE
- MENORES REQUISITOS DE PRETRATAMIENTO
- MAYOR PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

❖ 1-2 kg DQO/m<sup>3</sup>\*día

❖ 10-15 kg DQO/m<sup>3</sup>\*día

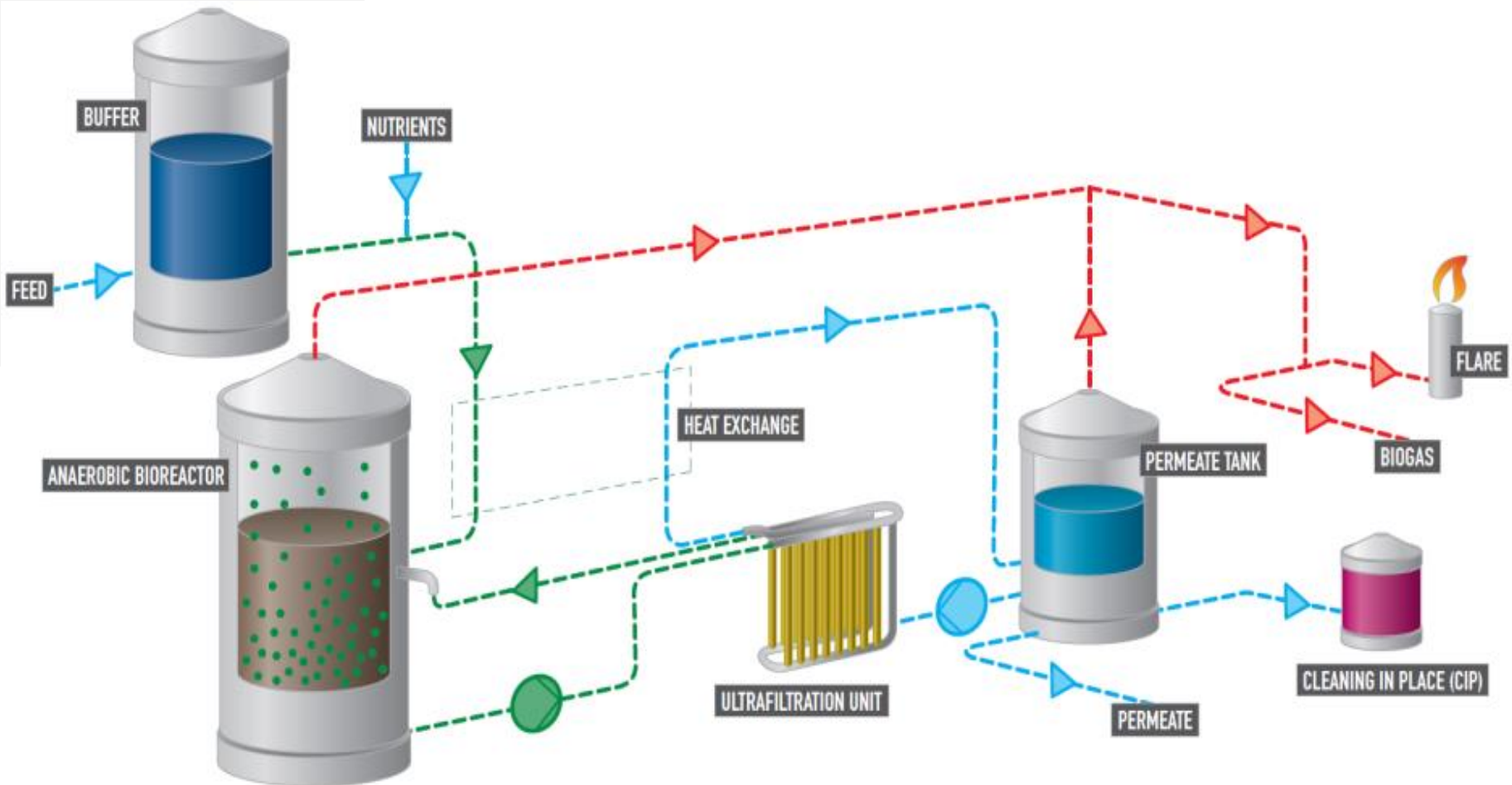
❖ 20-30 kg DQO/m<sup>3</sup>\*día

❖ 7-15 kg DQO/M<sup>3</sup>\*día

❖ 6-10 kg DQO/M<sup>3</sup>\*día

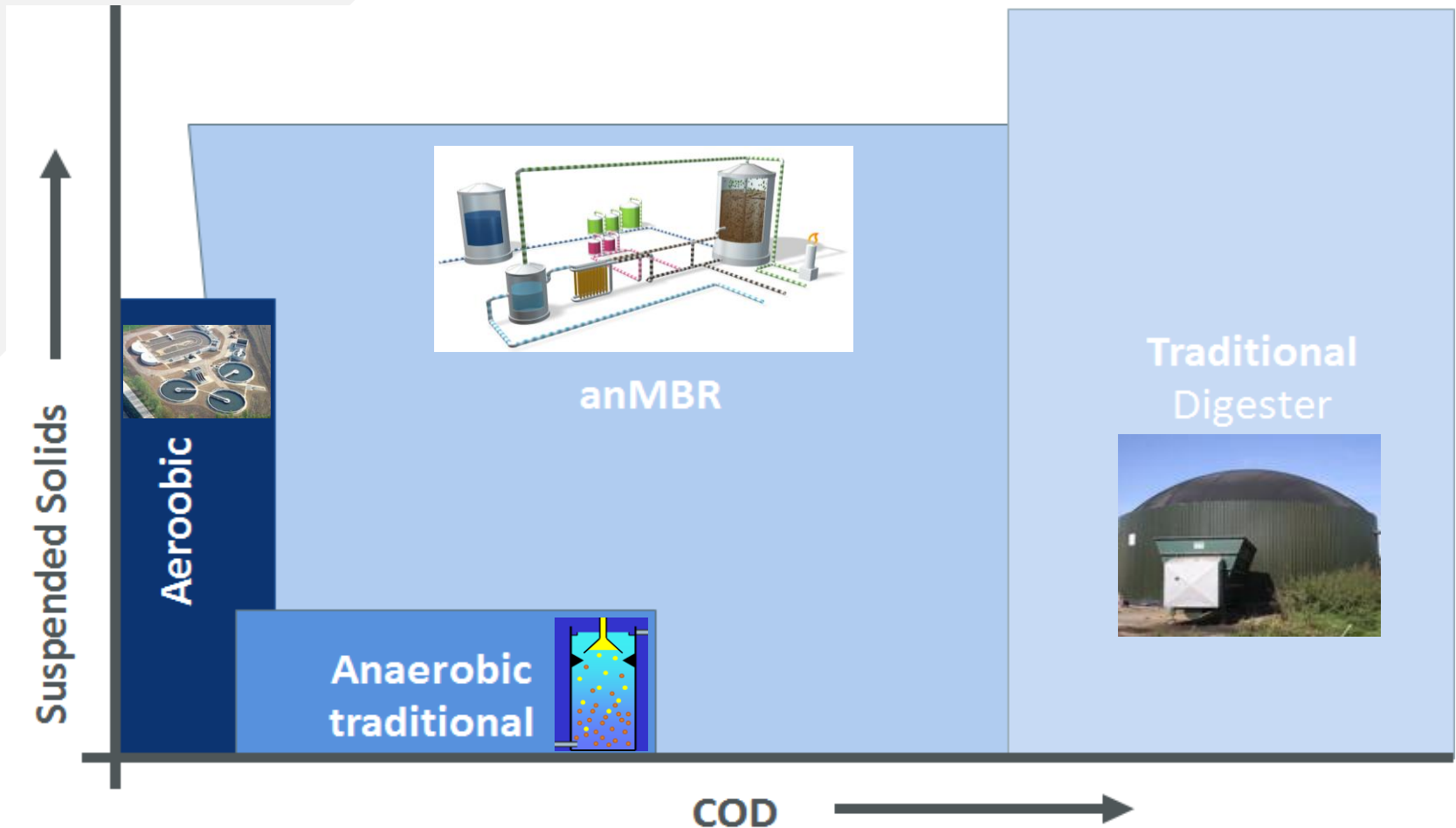


# Etapas y proceso del BRM Anaeróbico



Tecnologías probadas y robustas (UF y digestión anaerobia)

# Posición del BRM Anaeróbico en el mercado



**AnMBR es un tratamiento de AARR, no un digester de sólidos**

# Anaeróbico convencional Vs. AnMBR

## Anaeróbico Convencional

Biogás  
 $\text{CH}_4$  28  $\text{Nm}^3 \approx 280 \text{ kWh}$   
 $\text{CO}_2$  9  $\text{Nm}^3$

Anaeróbico  
100 kg DQO

80% Biogás  
(75% Metano)

5% Biomass

15 kg DQO

Fango 5 kg DQO

## AnMBR

Biogás  
 $\text{CH}_4$  33  $\text{Nm}^3 \approx 330 \text{ kWh}$   
 $\text{CO}_2$  11  $\text{Nm}^3$

\* Basado en un 95% de producción de Biogás

AnMBR  
100 kg DQO

95-99% Biogás  
(75% Metano)

5-7% Biomass

1- 5 kg DQO

Fango 5 - 7 kg DQO

1 Kg. de DQO eliminado  $\approx 0.35 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 \approx 3.8 \text{ kWh}$



# AnMBR (Fango floculento) Vs. Tecnología granular

Punto a considerar	AnMBR	Fango Granular	Por que?
AARR de alta carga > 10000 mg/l DQO	+	-	La alta DQO limita el crecimiento del fango granular y necesita ser diluida.
Alta conc. de MES	+	-	MES bloquean los canales entre los gránulos y dificultan que estos sean compactos.
Alta conc. de Aceites y Grasas (AyG)	+	-	Capa de AyG alrededor del granulo que disminuye su peso específico.
Cantidad elevada de Mat. Org. Coloidal	+	-	Mayor eliminación, baja DQO en el permeado, mayor producción de Biogás.
Reutilización	+	-	Ausencia de MES gracias a las membranas.
Área de implantación total	+	-	Otros (pre/post)tratamientos pueden ser menores o incluso eliminados.
Descarga	+	-	Efluente / permeado de mayor calidad

# Mejora de la eficiencia a través del tiempo

Estándar  
cross flow



3-4 m/s  
J: 20-30 lmh  
P: 9,5 kW/m<sup>3</sup>

cross flow  
Reducido



2 m/s  
J: 20 lmh  
P: 2,5 kW/m<sup>3</sup>

Low CF  
+ FFR



1 m/s  
J: 15-20 lmh  
P: 0,42 kW/m<sup>3</sup>

Helix



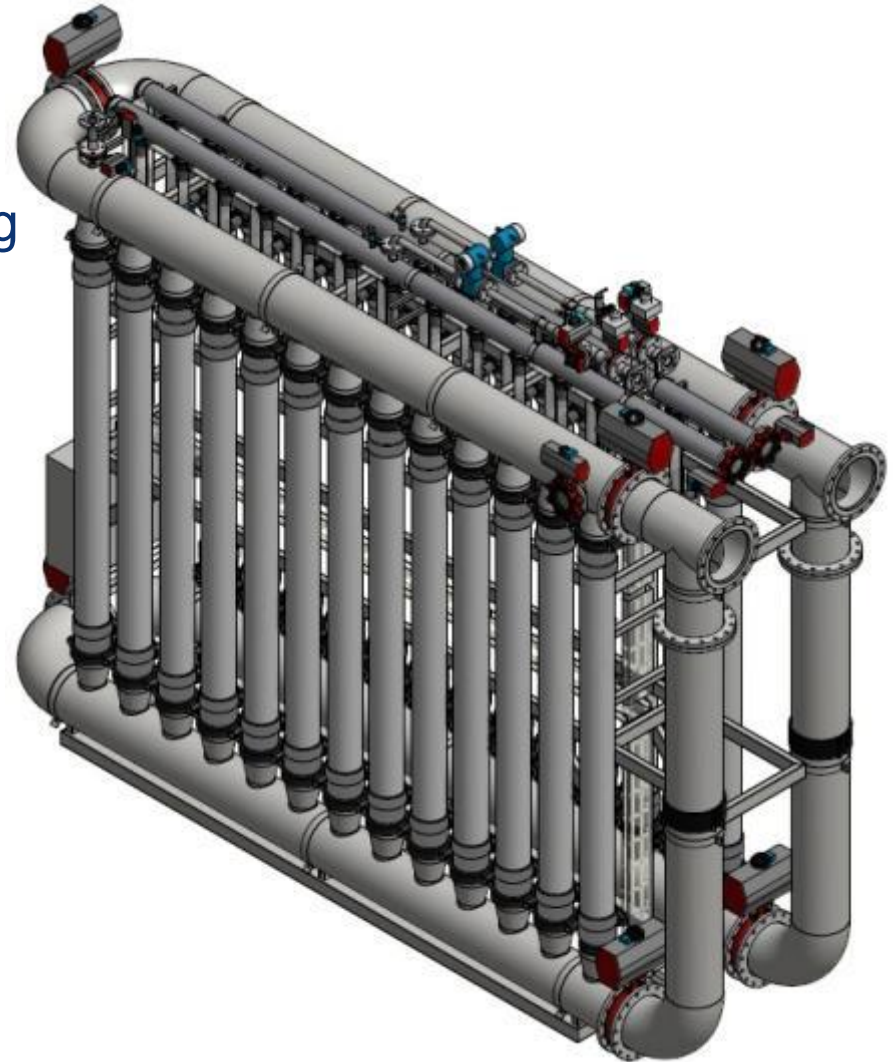
1 m/s  
J: 20-40 lmh  
P: 0,3 kW/m<sup>3</sup>

**El consumo energético varía mucho con la viscosidad del fango**

# Experiencia del AnMBR en Industria alimentaria

## Diseño único del bastidor:

- Flow reversal que elimina el clogging
- Baja velocidad de cross flow que reduce el consumo energético
- Configuración vertical que permite ahorrar espacio
- Membranas Helix de flujo elevado





The image shows an industrial facility, likely a water treatment plant, featuring a large array of vertical grey pipes supported by a metal frame. A blue cylindrical tank is visible at the bottom. In the background, there are red doors and a concrete wall. A dark blue diagonal overlay covers the left side of the image, containing the text.

# REFERENCIAS EN AnMBR

# Referencias de AnMBR con membranas X-Flow

Año	Capacidad Diaria	Industria	País
2017 (U.C.)	600 m <sup>3</sup>	Lactea	Grecia
2017 (U.C.)	1,700 m <sup>3</sup>	Lactea	Luxemburgo
2016	600 m <sup>3</sup>	Lactea	Sudáfrica
2016	1,200 m <sup>3</sup>	Lactea	Sudáfrica
2014	650 m <sup>3</sup>	Chocolatinas + Comida mascotas	Polonia
2014	600 m <sup>3</sup>	Chocolatinas	Países Bajos
2013	550 m <sup>3</sup>	Lactea	Reino Unido
2014	380 m <sup>3</sup>	Carnica	EE.UU.
2013	500 m <sup>3</sup>	Lactea	EE.UU.

# AnMBR: Treehouse Foods

## Descripción del Proyecto

<b>Emplazamiento</b>	USA
<b>Industria</b>	Lactea (Quesos)
<b>Tecnología Pentair</b>	AnMBR
<b>Membrana</b>	(40) Hor. Compact 33 (no Helix)
<b>Puesta en Marcha</b>	2013
<b>DQO Entrada</b>	22,669 mg/L
<b>Capacidad</b>	500 m <sup>3</sup> /día
<b>DQO Salida</b>	279 mg/L (98.8% eliminación)
<b>Organic Loading Rate</b>	6.7 kg/m <sup>3</sup> -d

## Resumen

AnMBR escogido como solución robusta para unas AARR de alta carga y unos requisitos de vertido muy exigentes.



# AnMBR: Arla Foods

## Descripción del Proyecto

<b>Emplazamiento</b>	UK
<b>Industria</b>	Lactea (leche)
<b>Tecnología Pentair</b>	AnMBR
<b>Membrana</b>	(42) Horizontal Compact 33G ( <b>Helix</b> )
<b>Puesta en Marcha</b>	2013
<b>DQO Entrada</b>	11,000 mg/L
<b>Capacidad</b>	550 m <sup>3</sup> /día
<b>DQO Salida</b>	100 mg/L (99.1% eliminación)
<b>Organic Loading Rate</b>	8.1 kg/m <sup>3</sup> -d

## Resumen

AnMBR escogido por la alta presencia de grasas y por su capacidad de retener la biomasa en el reactor, generar más biogás y conseguir emisiones cero de CO<sub>2</sub>.



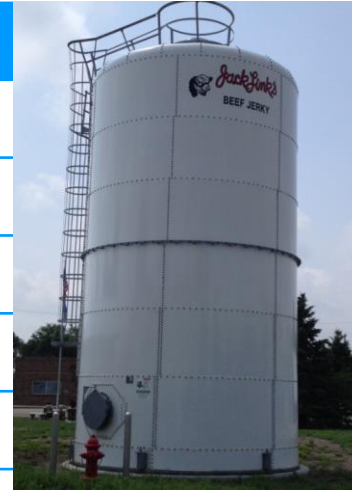




# AnMBR: Jack Links

## Descripción del Proyecto

<b>Emplazamiento</b>	USA
<b>Industria</b>	Cárnica
<b>Tecnología Pentair</b>	AnMBR
<b>Membrana</b>	(32) Hor. Compact 33 (no Helix)
<b>Puesta en Marcha</b>	2014
<b>DQO Entrada</b>	15,000 mg/L
<b>Capacidad</b>	380 m <sup>3</sup> /día
<b>DQO Salida</b>	220 mg/L (98.5% eliminación)
<b>Organic Loading Rate</b>	5.9 kg/m <sup>3</sup> -d



## Resumen

AnMBR escogido para reducir el OPEX de la antigua EDAR (gestión de los fangos producidos en el DAF y del aeróbico posterior)

# AnMBR: Mars Veghel

## Descripción del Proyecto

<b>Emplazamiento</b>	The Netherlands
<b>Industria</b>	Chocolatines y dulces
<b>Tecnología Pentair</b>	AnMBR
<b>Membrana</b>	(36) Vertical Compact 33
<b>Puesta en Marcha</b>	2014
<b>DQO Entrada</b>	12.000 – 15.000 mg/L
<b>Capacidad</b>	600 m3/d
<b>DQO Salida</b>	< 150 mg/L (99.1% eliminación)
<b>Organic Loading Rate</b>	5.7 kg/m <sup>3</sup> -d

## Resumen

AnMBR minimiza el OPEX de las AARR al posibilitar un tratamiento de un solo paso, que además produce biogás y permite una futura reutilización



# AnMBR: Woodlands Dairy



## Descripción del Proyecto

<b>Emplazamiento</b>	Sudáfrica
<b>Industria</b>	Lactea
<b>Tecnología Pentair</b>	AnMBR (UF part)
<b>Membrana</b>	(104) Compact 33 (Helix)
<b>Puesta en Marcha</b>	2016
<b>DQO Entrada</b>	10,000 mg/L
<b>Capacidad</b>	1200 m <sup>3</sup> /d
<b>DQO Salida</b>	< 100 mg/L (99.0% eliminación)
<b>Organic Loading Rate</b>	5 kg/m <sup>3</sup> -d



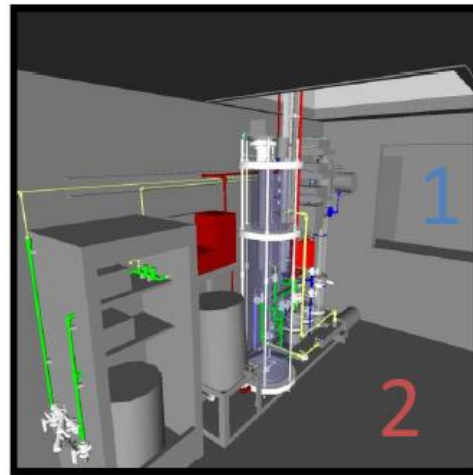
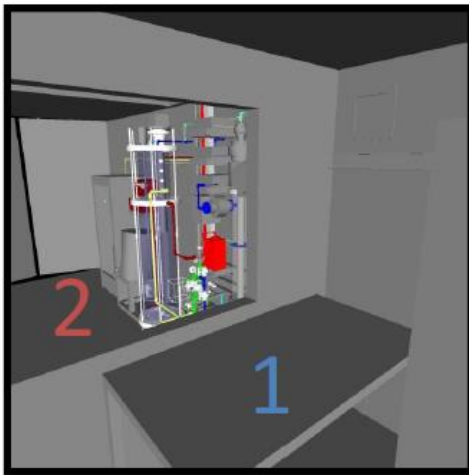
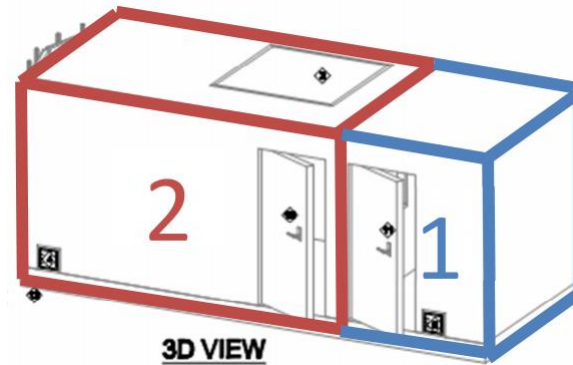
## Resumen

El rendimiento del AnMBR reduce los requisitos del postratamiento permitiendo la reutilización del agua.





# Dos plantas piloto de AnMBR disponibles

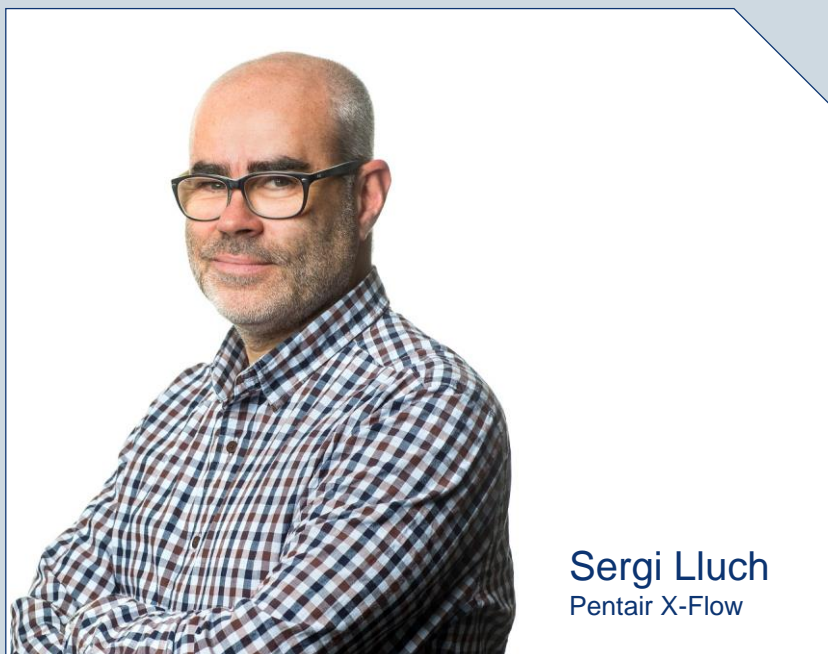


Habitaciones separadas para el proceso de depuración y el operador



# CONCLUSIONES

- Las membranas tubulares ofrecen amplias posibilidades de utilización
- Permiten minimizar el fouling y el clogging
- La tecnología Helix ha aumentado los flujos de permeado
- La evolución de la UF en los AnMBR ha permitido ampliar su area de aplicación
- Las membranas externas de UF son la mejor tecnología disponible actualmente para el AnMBR **usando Helix**



Sergi Lluch  
Pentair X-Flow

**¡Muchas gracias por su atención!**

Para posibles consultas

[Sergi.Lluch@Pentair.com](mailto:Sergi.Lluch@Pentair.com)