



BRAINYMEM



# **Minimización del consumo energético en EDAR mediante estrategias de control: resultados del proyecto LIFE-BRAINYMEM**

**Teresa de la Torre, Ana Álvarez,  
Carlos Rodríguez y Jorge Malfeito**

# Índice

1. El proyecto BRAINYMEM
2. MBR y consumo energético
3. Planta de demostración
4. Sistema de control
5. Resultados
6. Conclusiones



# El proyecto Brainymem



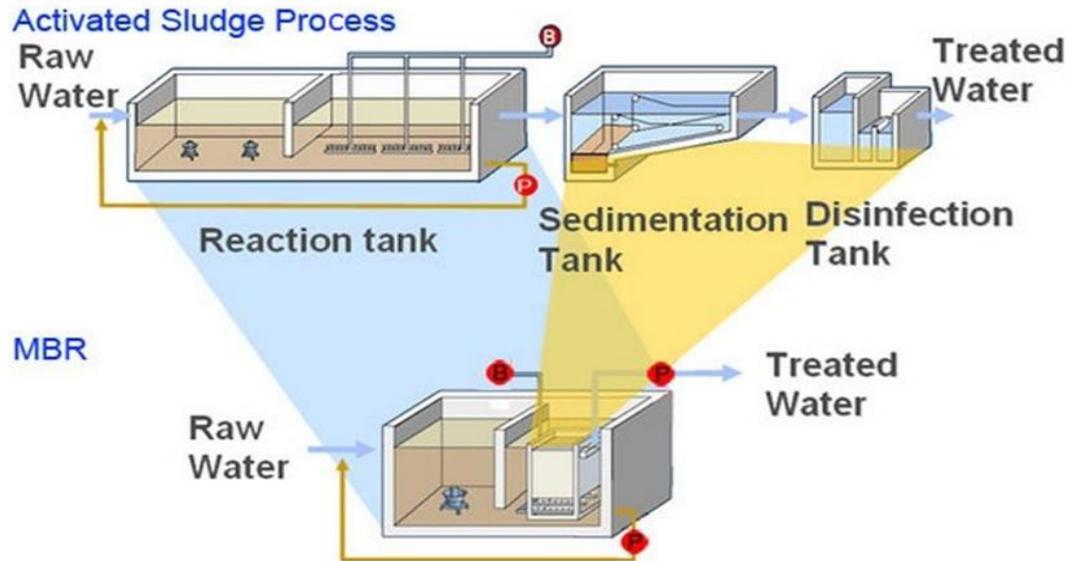
## Advanced-control MBR for wastewater reclamation (BRAINYMEM)

- **Objetivo:** La reducción del consumo energético debido a la aireación (en la membrana y en el biológico) implementando estrategias de control
- Programa life: financiación CE de proyectos para reducción impacto medioambiental
- Ubicación del proyecto: Almuñécar, Granada
- Presupuesto: 506.366 € %
- EC Co-financiación: 50 %
- Beneficiario: ACCIONA AGUA S.A.U.
- Duración: 01/07/2014 - 30/06/2017





# Introducción: MBRs

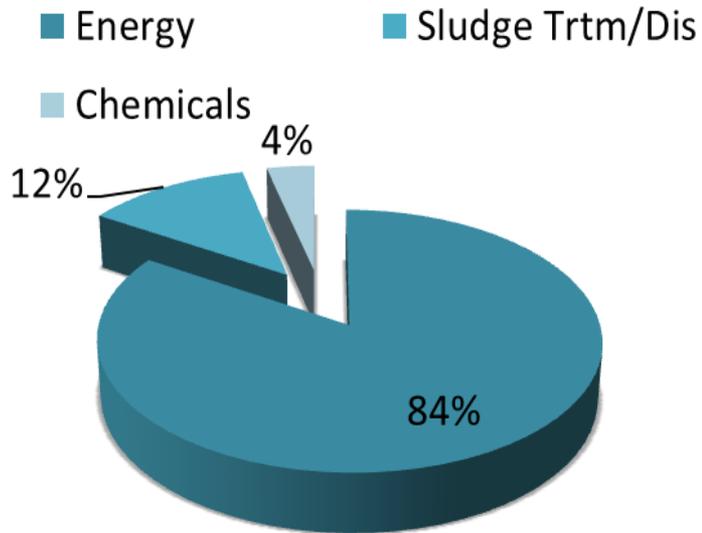


- Separación fango-agua mediante filtración.
- Menor superficie de implantación.
- Alta calidad de efluente:
  - Baja turbidez
  - Libre de sólidos y patógenos



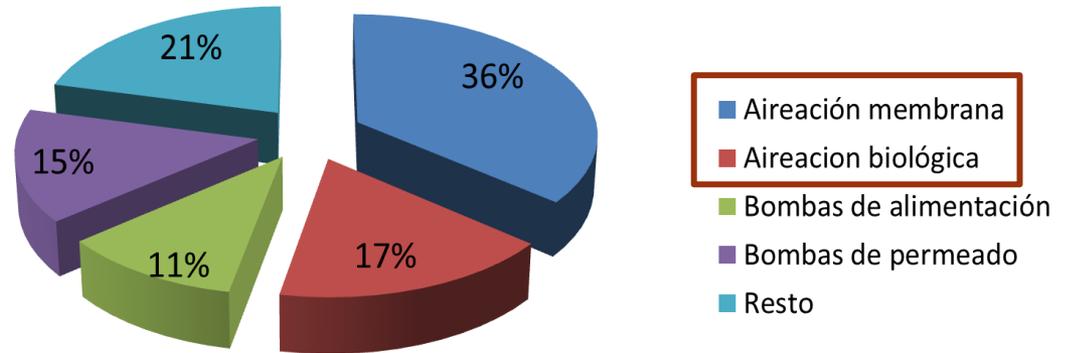
# Introducción: MBRs

## Costes operacionales



Fuente: Judd, 2011

## Consumo energético



Fuente: Krzeminski, 2013

## Aireación para controlar el ensuciamiento en la membrana

Consumo energético de la aireación: >50% de los costes energéticos



Optimización del proceso en términos energéticos

# Planta de demostración



## Planta piloto de MBR en Almuñécar (Granada)



- Alimentación: 5m<sup>3</sup>/h.
- Agua residual urbana
- Situada en la EDAR Almuñécar
- Pretratamiento 0.4 mm
- MBR a escala semi-real.

SRT	MLSS aerobic tank	MLSS membrane tank	HRT	T	COD filtered
d	g/L	g/L	h	°C	mg/L
20	8	10	13	12-30	147

Membrane	Module	Supplier	Pore size (µm)
Hollow fiber (HF)	LeapMBR	GE	0.04

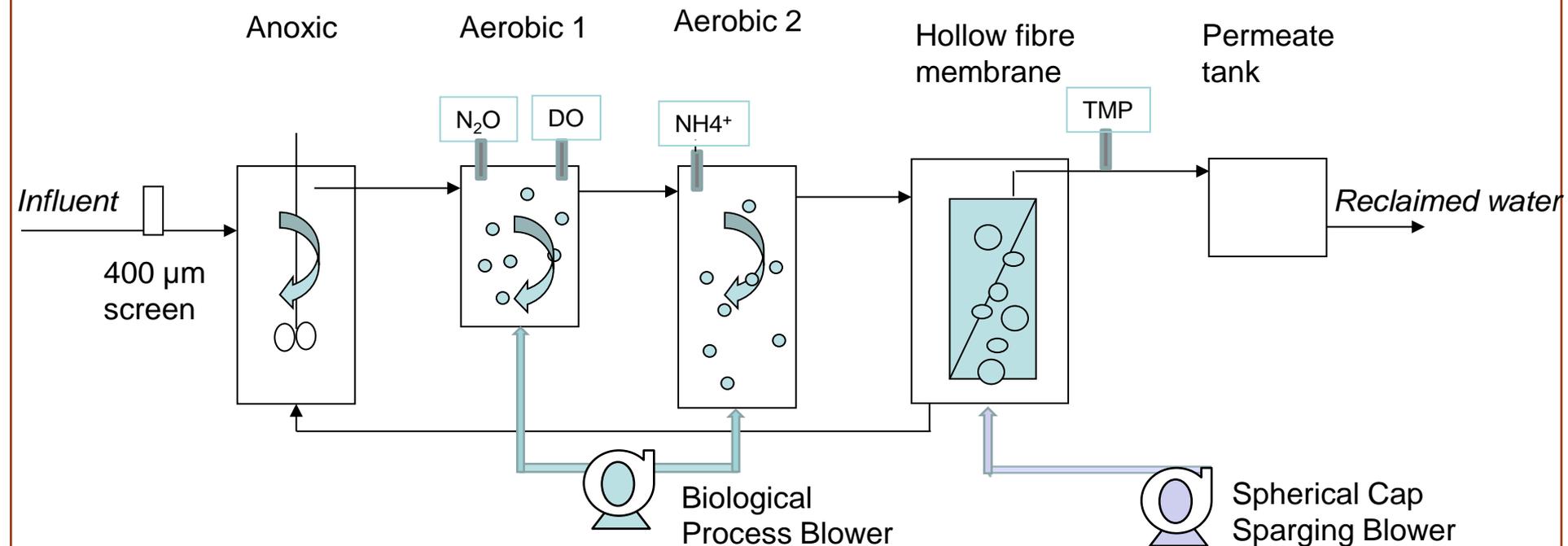
# Planta de demostración



## Esquema general planta piloto BRAINYMEM

### Sensores implicados en los sistemas de control:

- Sensores DO, NH<sub>4</sub> y Presión: Hach Lange y Endress-Hauser
- Sensor N<sub>2</sub>O: Unisense

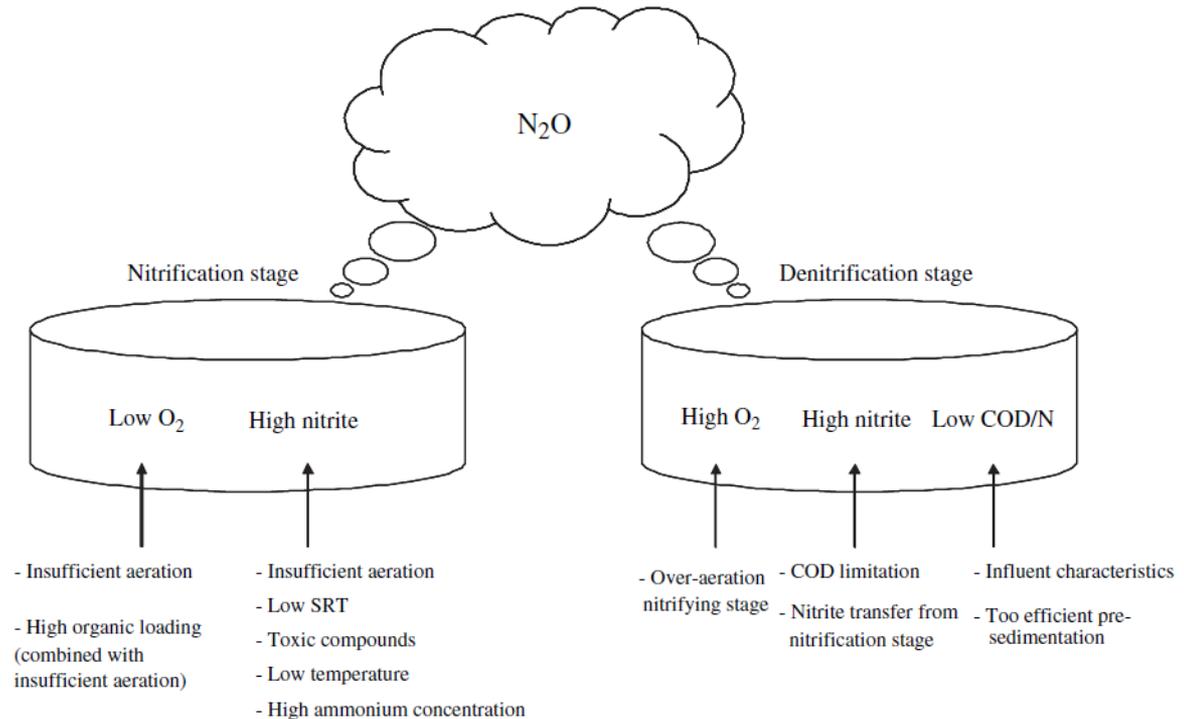
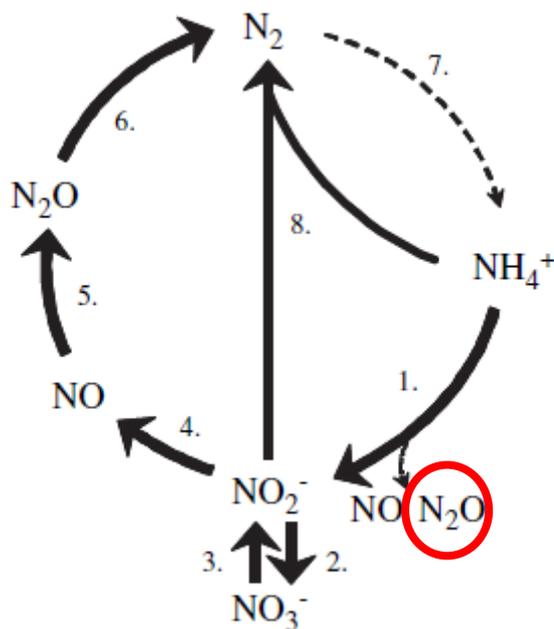


# Sistema de control



## • Control de la aireación biológica:

- Estrategia de control del DO en función del valor de N<sub>2</sub>O:
  - Producto intermedio de las reacciones de nitrificación
  - Indicador temprano de posibles perturbaciones en la eliminación de N
  - Butler et al., 2009: 3-5 h desde pico de N<sub>2</sub>O hasta pico de NH<sub>4</sub> en el efluente
- Patente Acciona Agua



(Kampschreur et al., 2009)

# Sistema de control

BRAINMEM



- **Control de la aireación de membrana:**

- Ajuste del variador de frecuencia de la soplante para alcanzar la velocidad de ensuciamiento de la membrana
- Calculado en base a un modelo semiempírico filtración (Saroj et al., 2014 , modificado) y datos de planta
- Selección de la frecuencia de lavado químico deseada
- No requiere instrumentación adicional



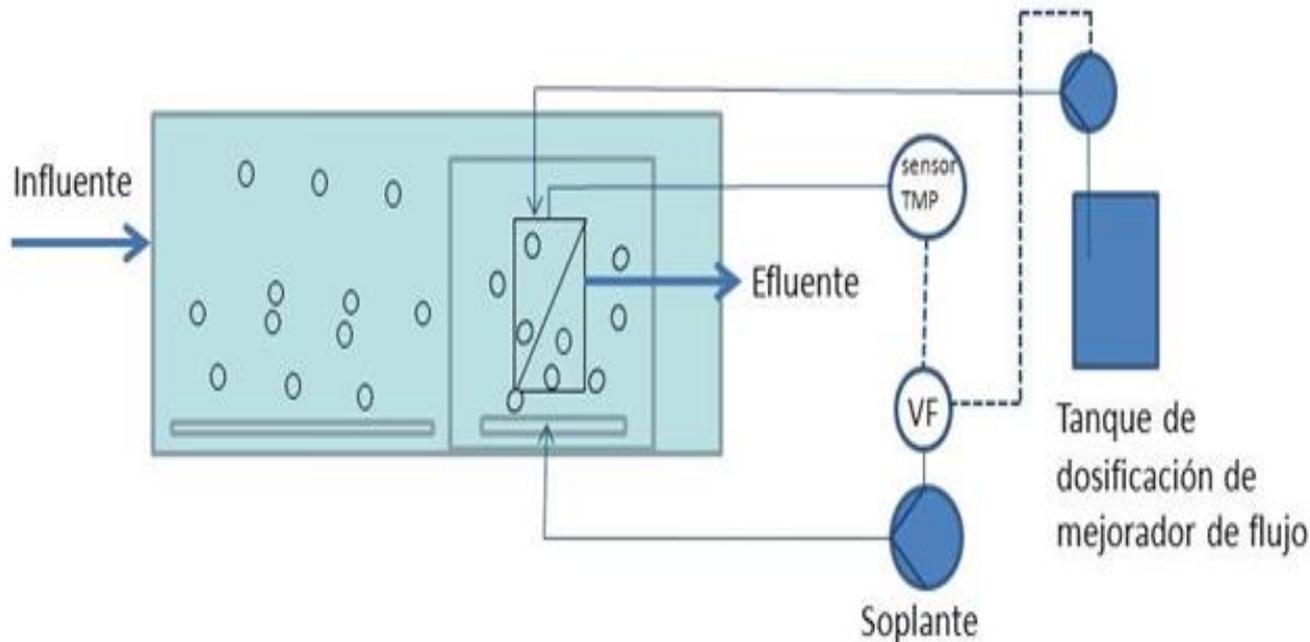
# Sistema de control

BRAINMEM



- **Control del ensuciamiento en emergencias:**

- Cuando la velocidad de ensuciamiento es mayor a la deseada y no puede ser contrarrestada con la aireación, se activa la dosificación de mejorador de flujo.
- Mejorador de flujo (flux-enhancer (FE)): sustancia que ayuda a mejorar la filtrabilidad del fango

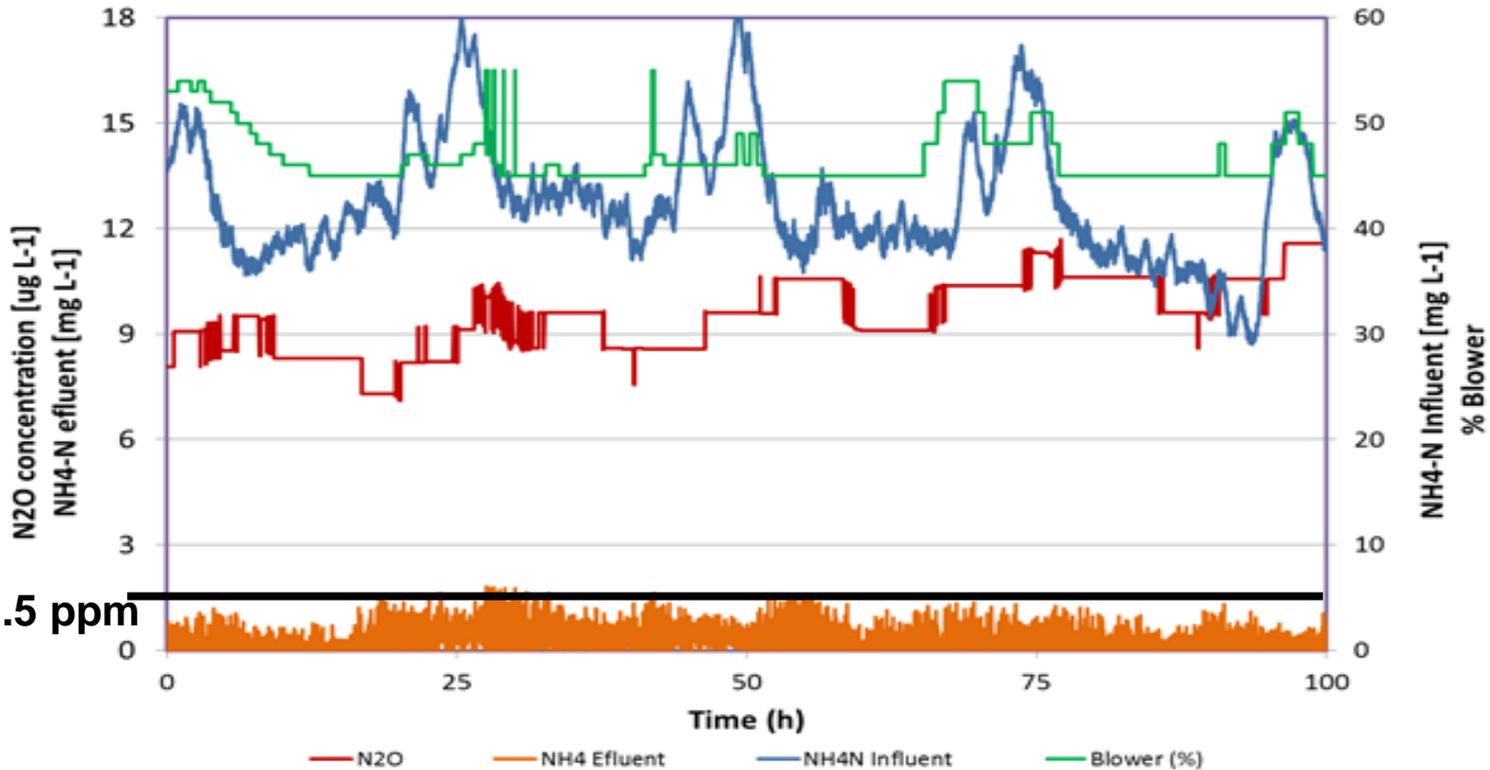


# Resultados técnicos

BRAINYMEM



## Control de la aireación biológica



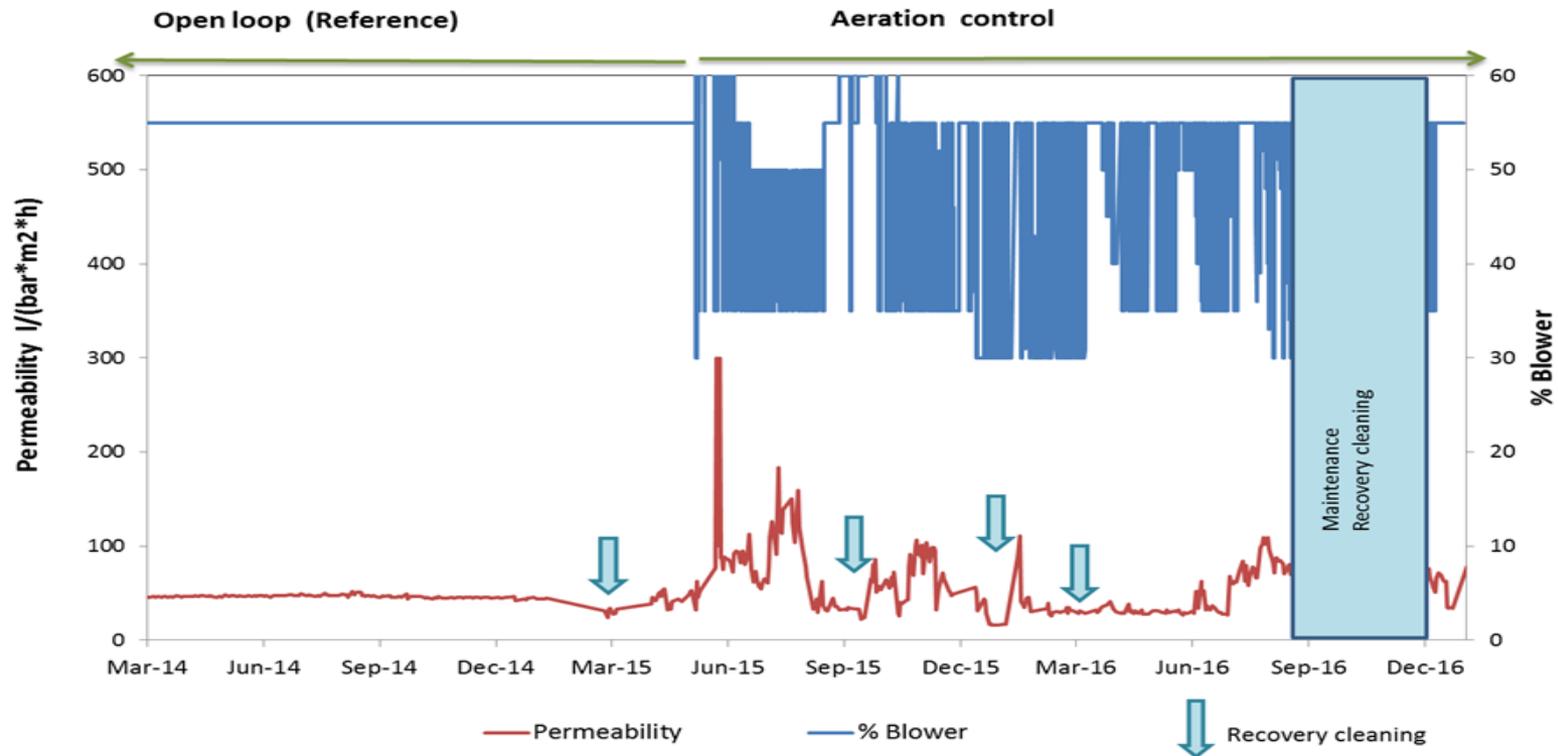
Límite 1.5 ppm

- Baja concentración de N<sub>2</sub>O (µg/L): 0.01% TKN del influente (0.001-4% en la literatura)
- NH<sub>4</sub><1.5 ppm: el sistema de control asegura la calidad del efluente.
- Comparación con control biológico basado en setpoint de DO.

# Resultados técnicos



## Control de la aireación de membrana



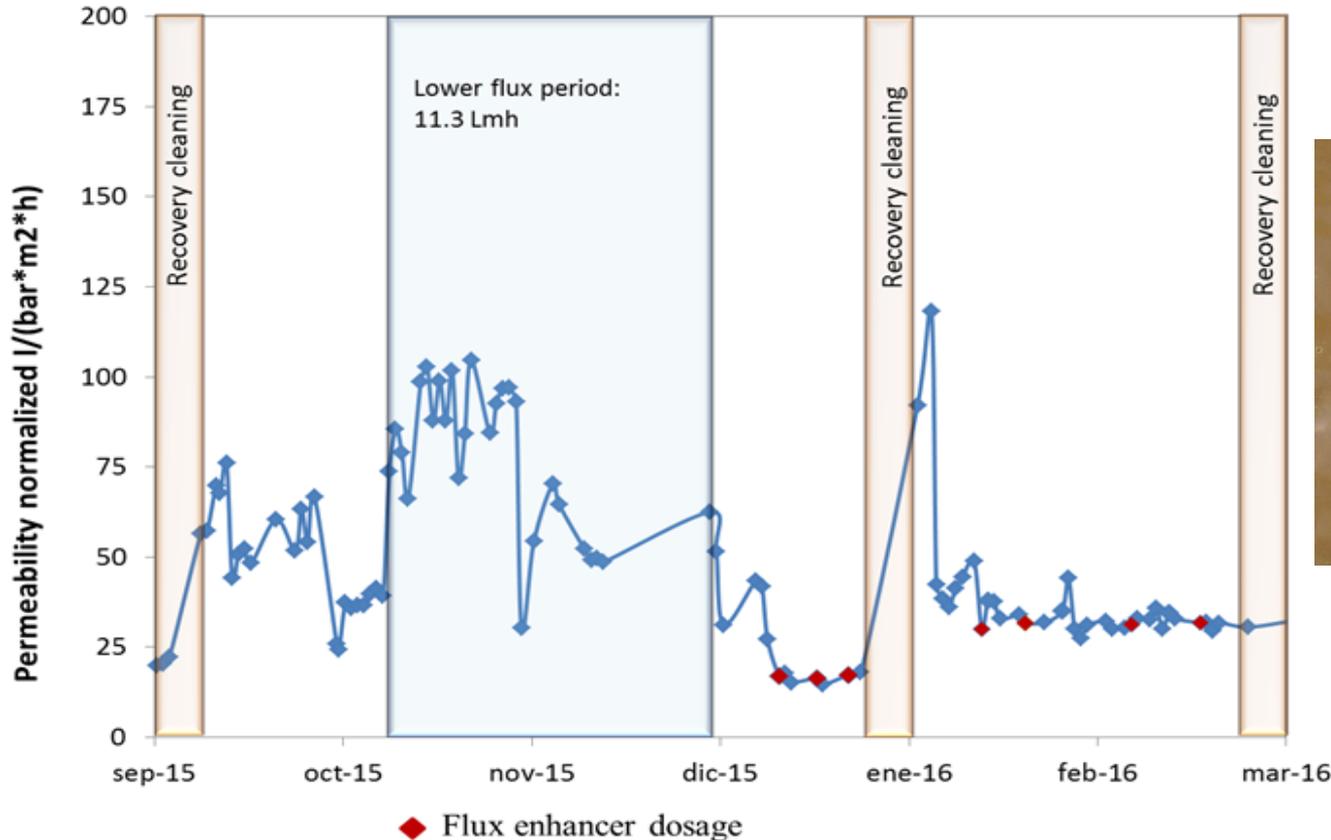
- Variador de frecuencia de la soplante entre 30-55%
- Frecuencia de lavado químico deseada: 4 meses → buen ajuste del modelo
- Menor frecuencia de lavado → menor ahorro energético

# Resultados técnicos

BRAINYMEM



## Dosificación de mejorador de flujo (FE)



Sin FE

Con FE

- 300-350 ppm MPE50 dosificado en momentos puntuales de alto ensuciamiento
- Sin efecto notorio sobre la permeabilidad de la membrana

# Resultados técnicos



## Eliminación de nutrientes y DQO

INFLUENTE					
	TSS	DQO	NH <sub>4</sub> -N	Nt	Pt
	mg/L	mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mg/L	mg/L
<b>Referencia (sin control)</b>	1946	147	31	37	10
<b>Control de aireación de membrana</b>	1627	103	31	35	15
<b>Control de aireación biológica</b>	811	112	29	34	13
EFLUENTE					
	SS	DQO	NH <sub>4</sub> -N	Nt	Pt
	mg/L	mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mg/L	mg/L
<b>Referencia (sin control)</b>	<1	19.7	0.2	7	4
<b>Control de aireación de membrana</b>	<1	20.5	0.7	6	4
<b>Control de aireación biológica</b>	<1	23.4	0.7	7	5

# Resultados técnicos

## Consumo energético

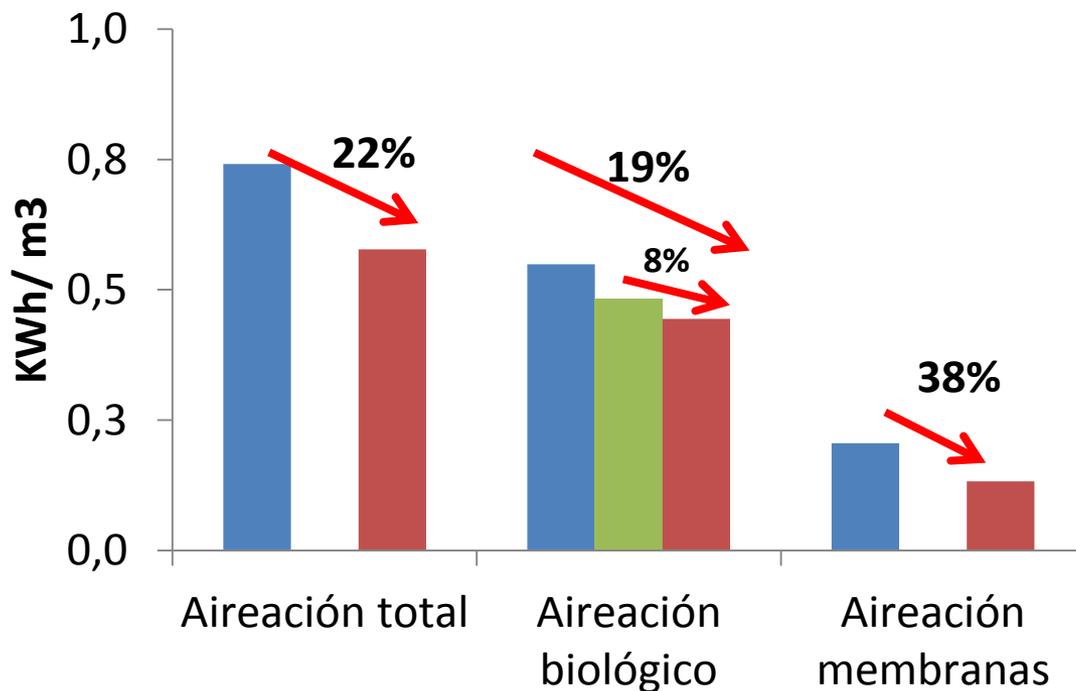
2 años de experimentación

BRAINYMEM



El control BRAINYMEM reduce el consumo energético de la aireación >20%

- Sin control
- Control de referencia
- Control aireación biológica BRAINYMEM



Aireación de membrana

MBRs convencionales

0,7-1,2 kWh/m3

MBR sin control

0,21 kWh/m3

Control BrainyMem

0,13 kWh/m3

Fuente: Cedex, 2013

# Conclusiones



- El control implementado reduce significativamente el consumo energético:
  - **Reducción del consumo de la aireación de membrana (38%)**
  - **Reducción del consumo de la aireación biológica (19%)**
  - **Reducción de la energía total de aireación (22%)**
- El ahorro conseguido dependerá de los límites de operación de la soplante, la frecuencia de lavado químico deseada
- La dosificación no mejoró la permeabilidad aplicada puntualmente en situaciones de alto ensuciamiento → El producto no es efectivo para esta aplicación
- La calidad del efluente no se ha visto afectada for el control
- El control BRAINYMEM de la aireación:
  - Del biológico es aplicable a cualquier EDAR
  - De la membrana es aplicable a cualquier sistema MBR y no requiere instrumentación adicional
  - Primera aplicación real en MBR Kobaron (Vizcaya)

# Agradecimientos

BRAINYMEM



- Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada
- LIFE+ Programme of the European Commission (LIFE13/ENV/ES/000160 LIFE BRAINYMEM)

[www.life-brainymem.com](http://www.life-brainymem.com)

BRAINYMEM



*The research leading to these results has received funding from the People Program (Marie Curie Actions) of the European Union's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under REA agreement 289193.*

*This presentation reflects only the author's views and the European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.*

## Gracias por su atención

BRAINMEM

