

Resultats obtinguts al llarg de 8 anys amb la planta pilot MBR-RO localitzada a l'EDAR de Castell-Platja d'Aro.

Equip investigador:

Julian Mamo, Dr. Montse Dalmau, Dr. Sara Gabarrón, Dr. Hèctor Monclús, Prof. Ignasi Rodríguez-Roda, Prof. Joaquim Comas

Contacte Mail: quim@lequia.udg.cat / jcomas@icra.cat

Centre: LEQUIA + ICRA



- Finançament rebut
- Fites científiques
- Objectius genèrics
- Planta pilot MBR-RO
- Resultats rellevants
 - Fase 1. Modelització i seguiment del procés biològic
 - Fase 2. Seguiment de l'embrutiment
 - Fase3. Optimització integrada dels processos MBR

Taula 1: Projecte involucrats en l'estudi de la planta pilot

Projecte	Codi projecte	Organisme finançador	Període	IP projecte	Finançament (€)
COLMATAR	DPI2006-15707-C01	MEC	2007-2009	Ignasi Rodríguez-Roda (UdG)	105.270
MMA	018/SGTB/2007/3.1	MMA	2008-2009	Joan Canals (GS Inima) Ignasi Rodríguez-Roda (UdG)	301.606
COLMATAR +	CTM2009-14742-C02-01	MCT	2009-2011	Joaquim Comas (UdG)	198.924
SANITAS	PITN-GA-2011-289193	FP7-ITN	2011-2015	Joaquim Comas (UdG)	251.079
WATERFATE	CTM2012-38314-C02-01	MINECO	2012-2015	Ignasi Rodríguez-Roda (ICRA)	127.530

MEC: Ministeri d'Educació i Ciència; MMA: Ministeri de Medi Ambient; MCT: Ministeri de Ciència i Tecnologia
MINECO: Ministeri d'Economia i competitivitat

- **3+1 tesis doctorals:**

Dr. Giuliana Ferrero, Dr. Hèctor Monclús, Dr. Montse Dalmau
Dr Sara Gabarrón

- **5 master's thesis:**

Íngrid Ferrer (2009), Afra Sabrià (2010), Montse Dalmau (2011),
Jordi Moreno (2012), Marta Castellà (2013),

- **~12 Treballs Fi de Grau + Treballs experimentals**

- **1 patent**

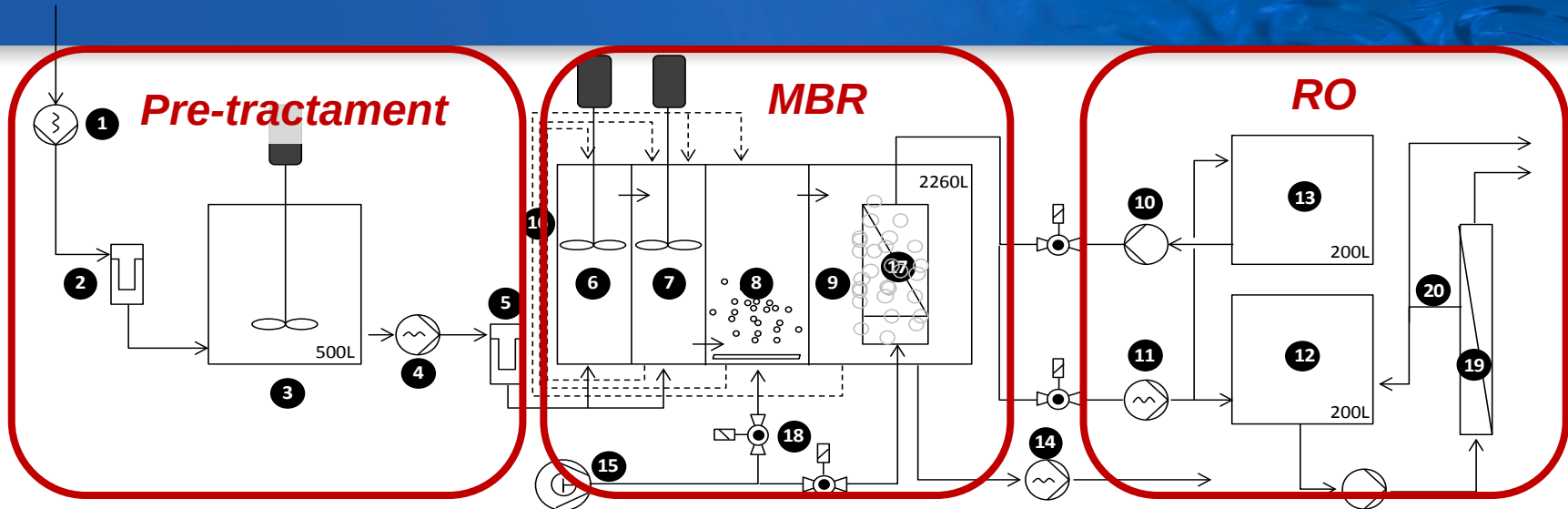
ES 2333837 (2011)

- **Marca Registrada (titularitat UdG (50%) i GS Inima (50%))**



- Avançar en el coneixement i les tècniques per entendre millor l'operació dels MBR.
- Desenvolupament d'eines per la millora del seguiment i control del MBR, que s'integrin com a nous mòduls del sistema d'ajuda a la decisió (SAD) pel control integrat de MBRs.
- Aplicar, optimitzar i validar els diferents mòduls del SAD en un pilot semi-industrial i en una EDAR real.
- Avaluar els sistemes de membrana (MBR/NF/RO) per l'eliminació de contaminants emergents
- Desenvolupar nous algoritmes de control per sistemes integrats de membrana (MBR+RO/NF)

Planta Pilot MBR-RO



1 Influent pump

2 Filter

3 Storage tank

4 Influent pump

5 Filter

6 Anaerobic reactor

7 Anoxic Reactor

8 Aerobic reactor

9 Membranes tank

10 Backwash pump

11 Permeate pump

12 Permeate tank

13 Backwash tank

14 Purge pump

15 Blower

16 Recirculation

17 Hollow fibre membrane

18 Electric valves

19 Reverse Osmosis

20 Concentrate

21 Backwash pump

22 Permeate pump

23 Permeate tank

24 Backwash tank

25 Purge pump

26 Blower

27 Recirculation

28 Hollow fibre membrane

29 Electric valves



Configuració de les membranes



MBR

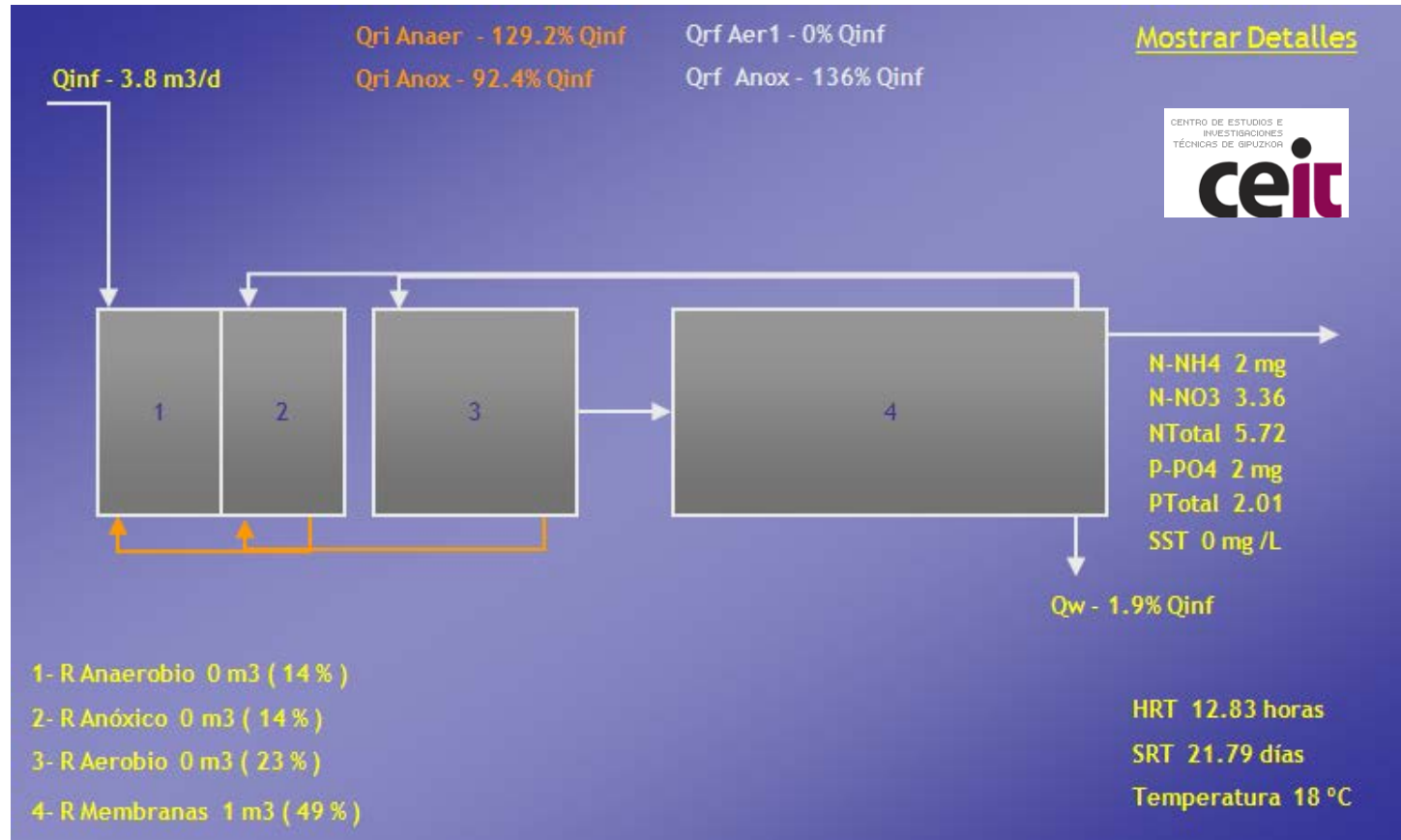


Taula 2A. Especificacions tècniques de les membranes instal·lades al MBR

Material de la Membrana	Mida de porus, μm	Mòdul no.	Mides fibres (LxWxH)	Mides del mòdul (LxWxH)	Superfície total m ²	Número total de mòduls	Membranes per mòdul	Flux de treball		TMP bar	Permeabilitat LMH/bar
								Max	Mitjà		
								LMH	LMH		
Chloride-polyethylene	0.4	LF-10	6mm 500mm 1000mm	230mm 544mm 1500mm	8	1	10	30	22.5	0.04-0.18	600-200

- Finançament rebut
- Fites científiques
- Objectius genèrics
- Planta pilot MBR-RO
- Resultats rellevants
 - ***Fase 1. Modelització i seguiment del procés biològic***
 - Fase 2. Seguiment de l'embrutiment
 - Fase3. Optimització integrada dels processos MBR

Fase 1. Eliminació de nutrients



Fase 1. Eliminació de nutrients

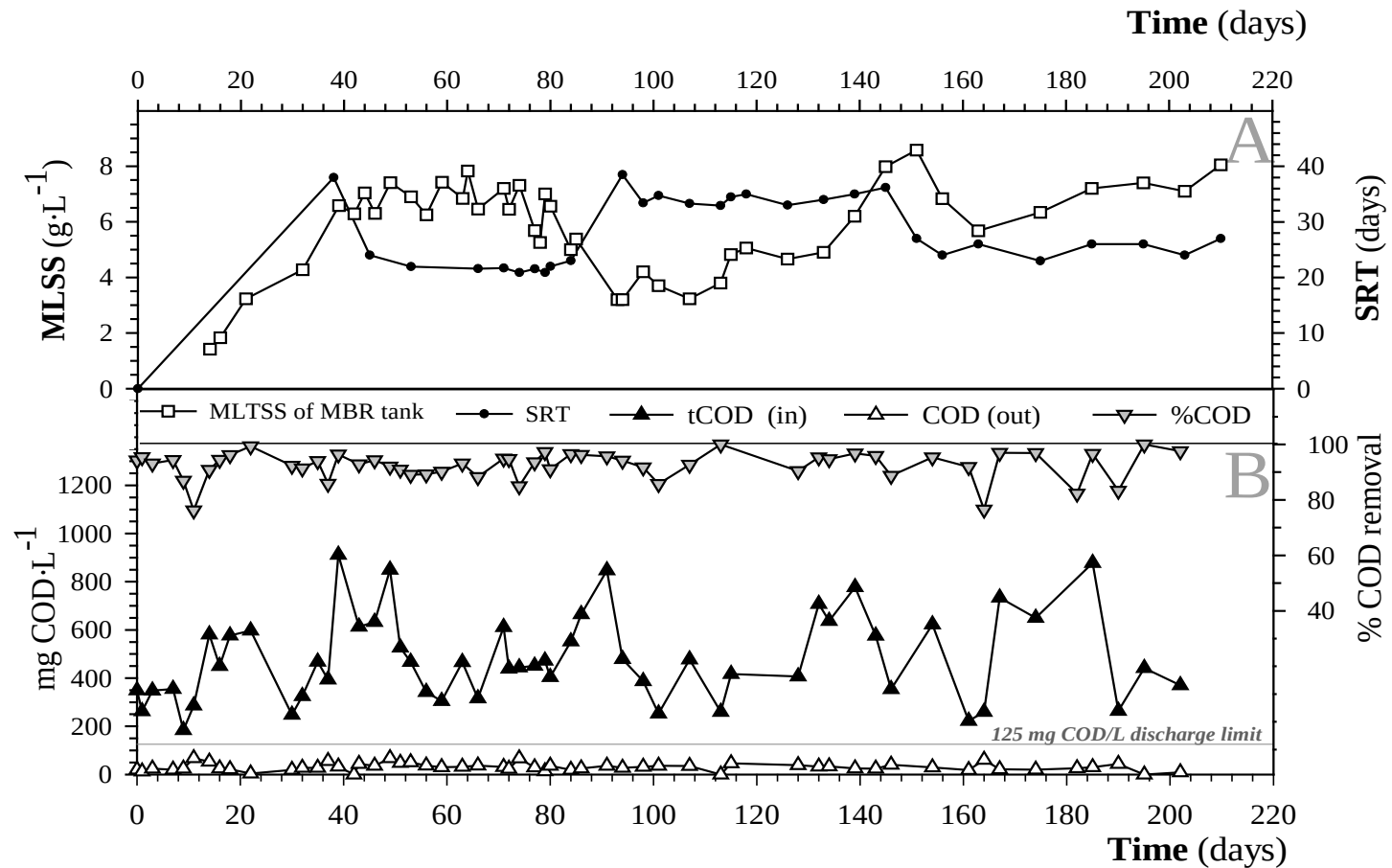
Table 4. Operational conditions of the MBR pilot plant during the experimental period.

Parameter	Units	Experimental period
Operational period	days	210
HRT	hours	14-18
LMH	$L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	10-16
Anaerobic recirculation	% of the inflow	129
Anoxic recirculation	% of the inflow	92
External recycle	% of the inflow	136
Wastage pump	% of the inflow	1.8
DO aerobic set point	$mg O_2 \cdot L^{-1}$	1.5
pH		7.3 ± 0.7
Temperature	$^{\circ}C$	16.4 ± 1.6

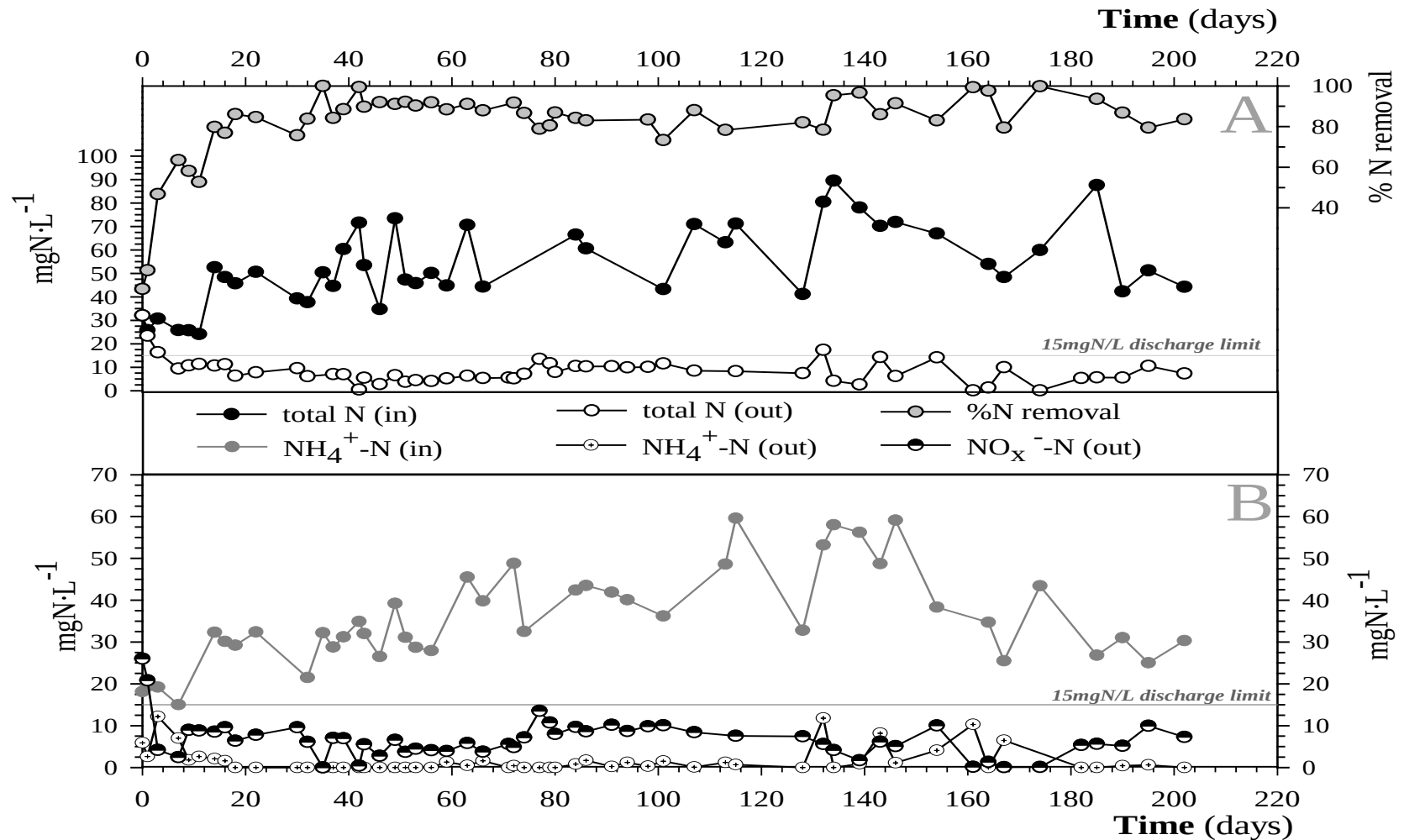
Table 5. Rendiment d'eliminació de nutrients (C, N i P) amb la planta pilot UCT-MBR

Paràmetre	Unitats	Percentatge d'eliminació
Eliminació de matèria orgànica	% de DQO	$94.2 \pm 2.4\%$
Eliminació d'amoni	% de $N-NH_4^+$	$98.2 \pm 3.3\%$
Eliminació de Nitrogen	% de N	$80 \pm 12\%$
Eliminació de fosfat	% $P-PO_4^{3-}$	$84 \pm 7.3\%$

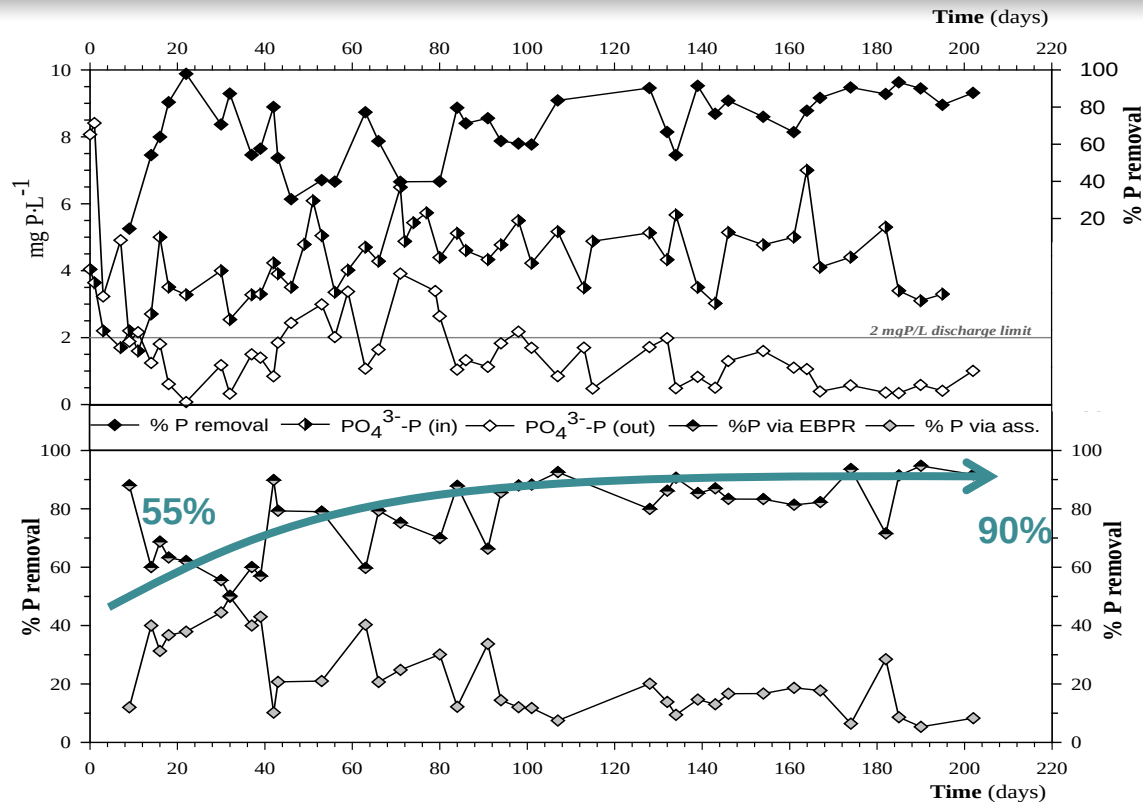
Fase 1. Eliminació de nutrients



Fase 1. Eliminació de nutrients



Fase 1. Eliminació de nutrients

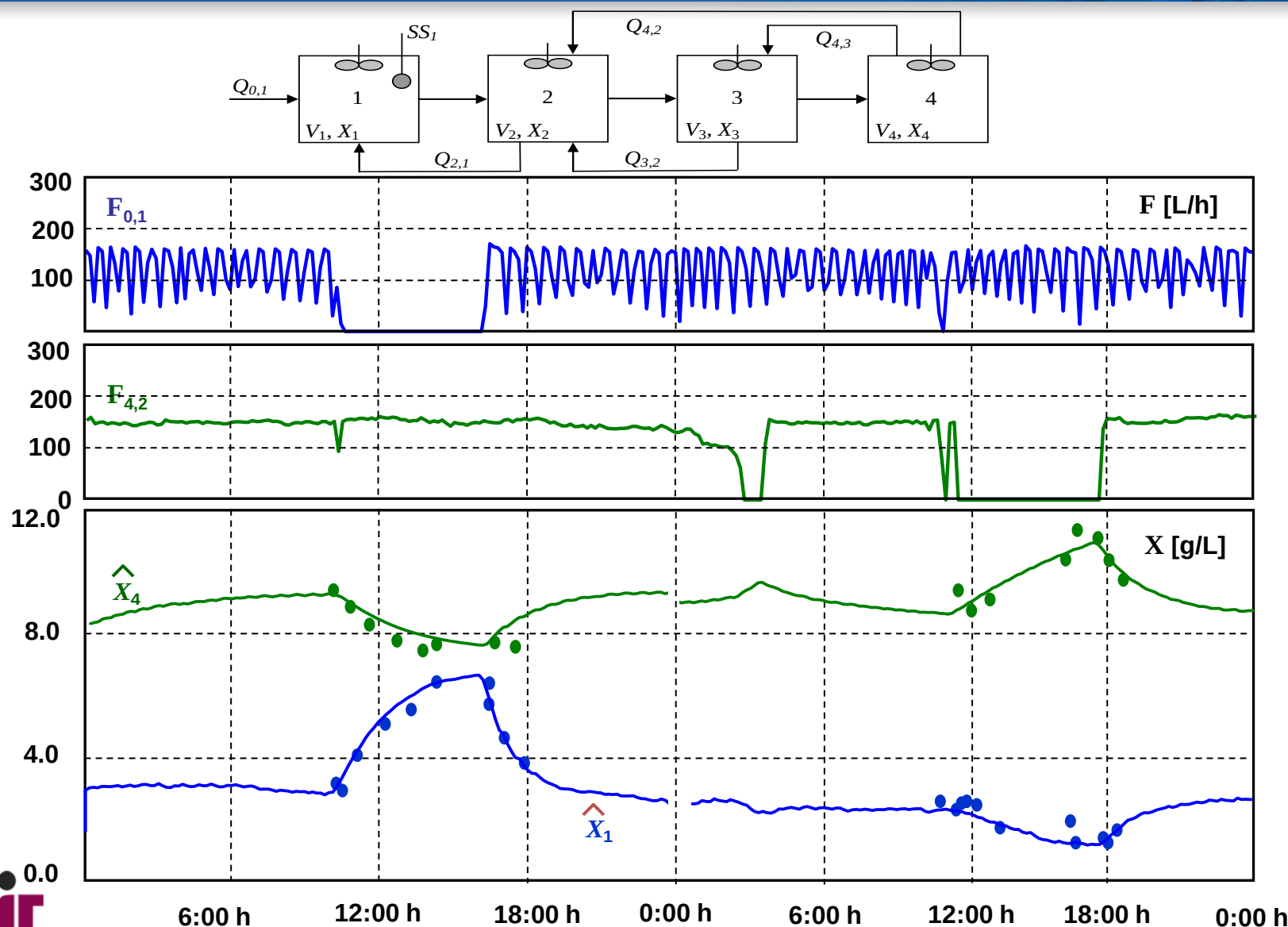


Taula 3. Estudi comparatiu de les velocitats de captació i alliberació de fòsfor en l'operació del MBR via PAOs i DPAOs

	Parametre	Unitats	Dia 0	Dia 37	Dia 65	Dia 150
Test PAO	P _{rel.} vel.	mg P·g ⁻¹ VSS·h ⁻¹	2.39	4.37	4.94	5.01
	P _{upt.} vel.	mg P·g ⁻¹ VSS·h ⁻¹	3.62	5.76	11.75	13.60
Test DPAO	P _{rel.} vel.	mg P·g ⁻¹ VSS·h ⁻¹	2.05	3.97	4.17	4.09
	P _{upt.} vel.	mg P·g ⁻¹ VSS·h ⁻¹	1.54	2.09	4.78	5.08
% DPAO	PUR ratio	-	0.42	0.45	0.40	0.37

P_{rel.}: alliberació de fòsfor P_{upt.}: captació de fòsfor PUR: velocitat de captació de fòsfor

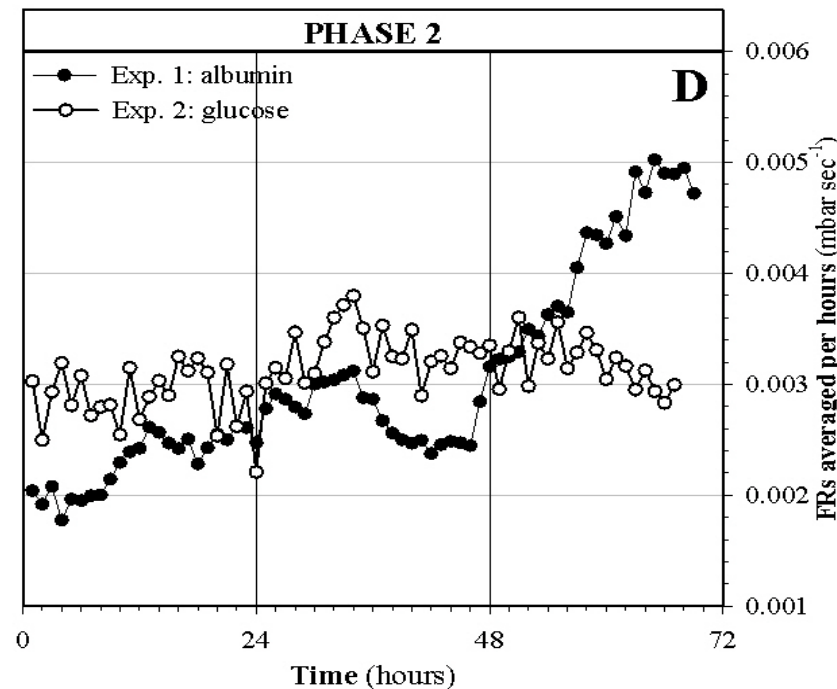
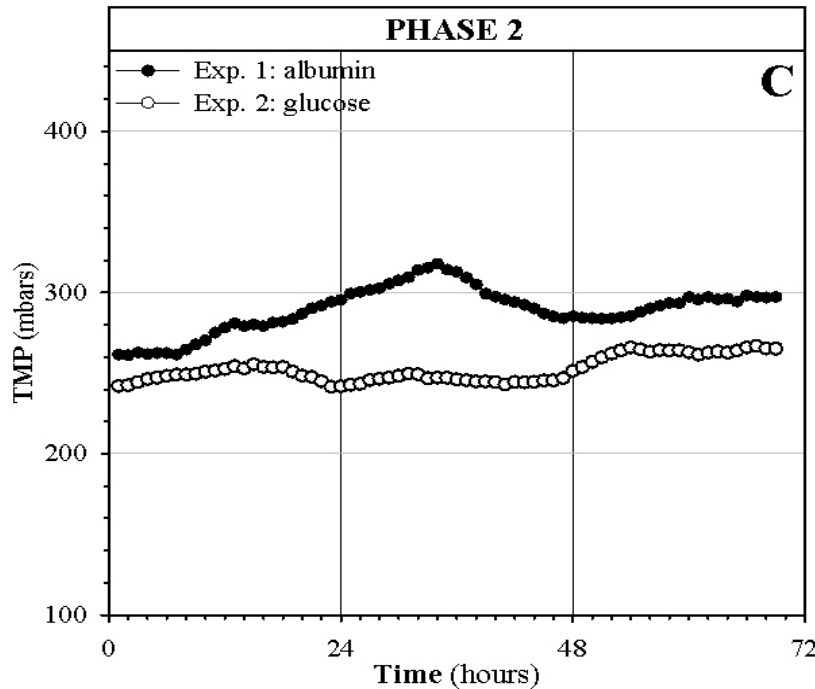
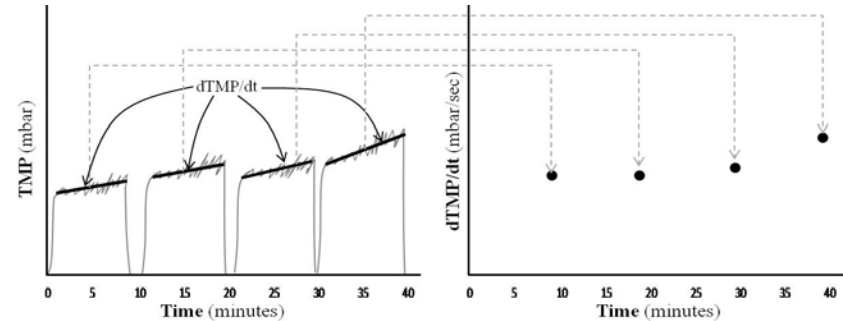
Fase 1. Model per estimar [SST]



- Finançament rebut
- Fites científiques
- Objectius genèrics
- Planta pilot MBR-RO
- Resultats rellevants
 - Fase 1. Modelització i seguiment del procés biològic
 - ***Fase 2. Seguiment de l'embrutiment***
 - Fase3. Optimització integrada dels processos MBR

Fase 2. Seguiment en línia de l'embrutiment

Seguiment del FR:
*pendent de l'embrutiment (TMP o K)
de cada cycle de filtració*



Fase 2. Indicadors microbiològics vs embrutiment

Remove via size exclusion

Protozoa	$>4\mu\text{m}$
Spores	$1-5\mu\text{m}$
Bacteria	$0.5\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$
Viruses	30-90 nm

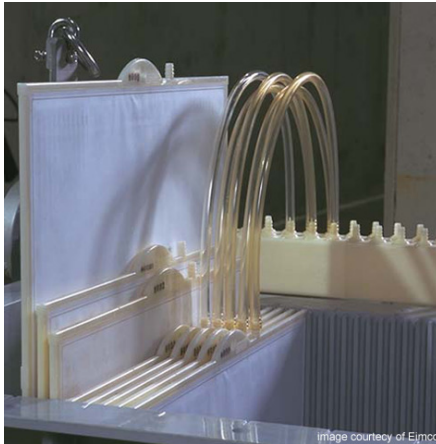
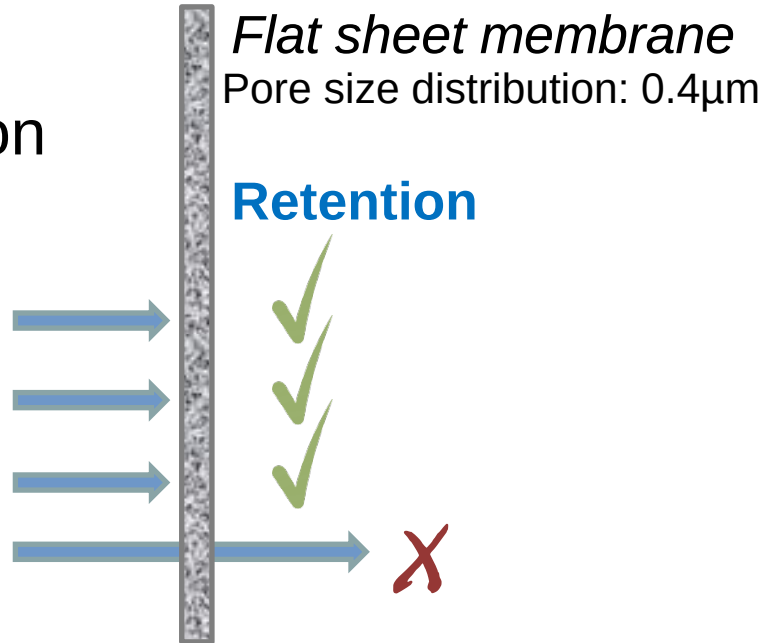
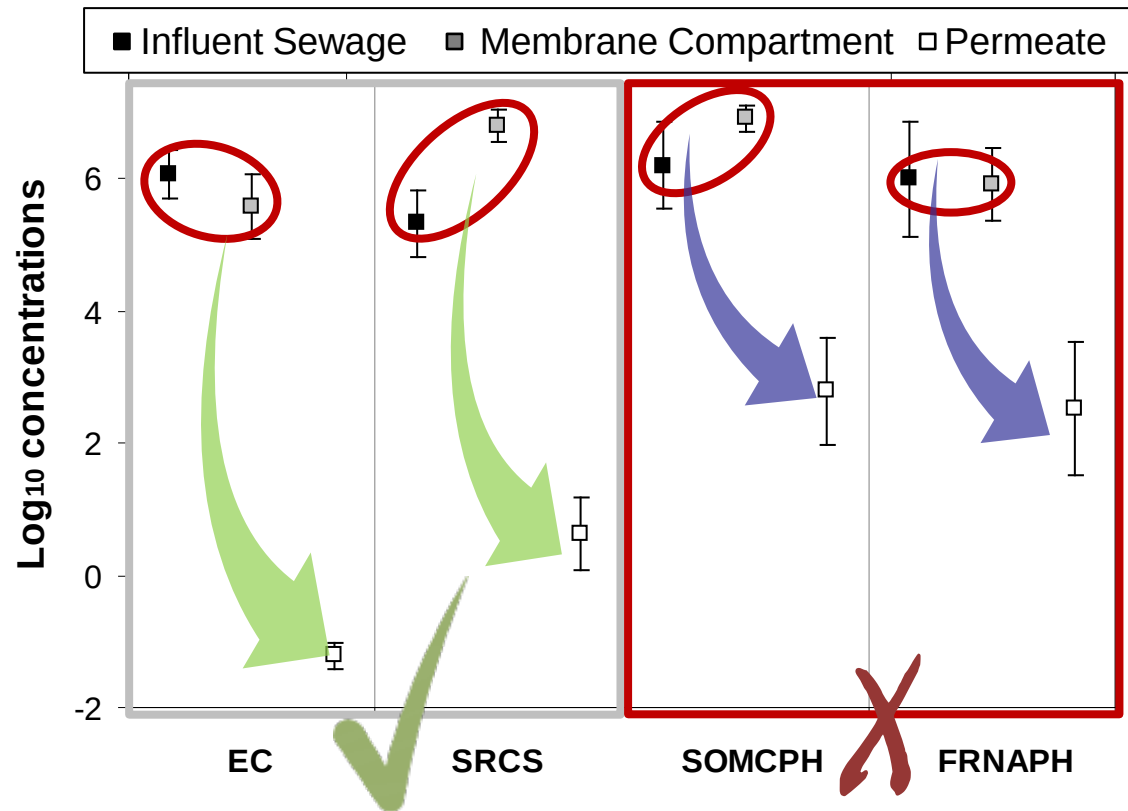


image courtesy of Elanco

Fase 2. Indicadors microbiològics vs embrutiment

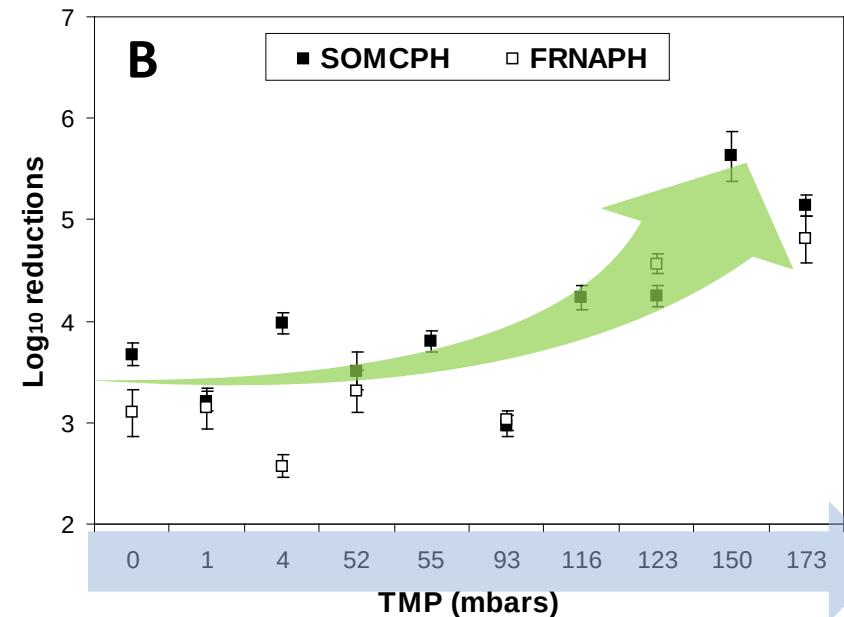
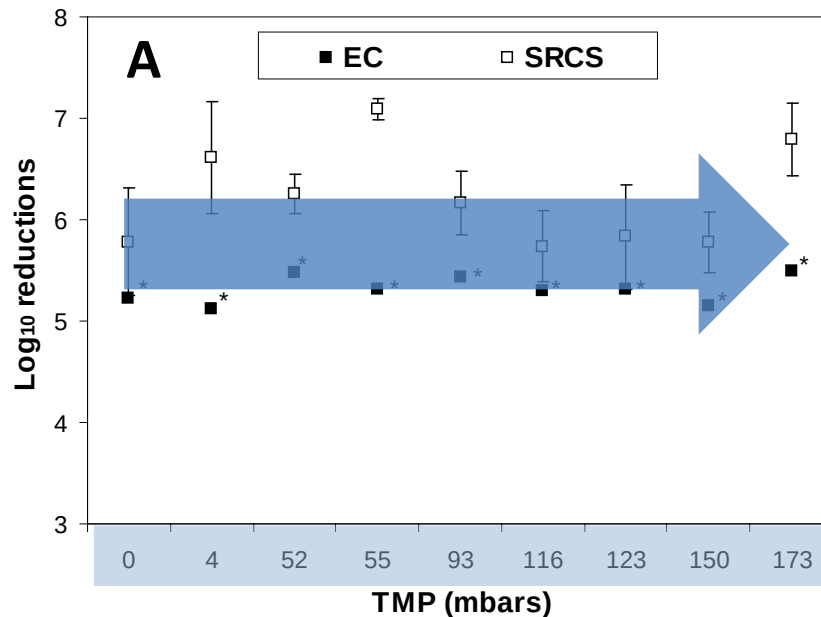


Canvis a la concentració



- Acumulació abans de la filtració
- Activitat digestiva de la biomassa
- Auto-inactivació

Fase 2. Indicadors microbiològics vs embrutiment



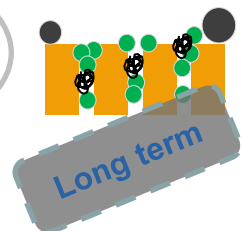
L'anàlisi estadístic ha permès concloure:

Student's t test $P < 0.05$

Pearson's correlation, $P < 0.01$

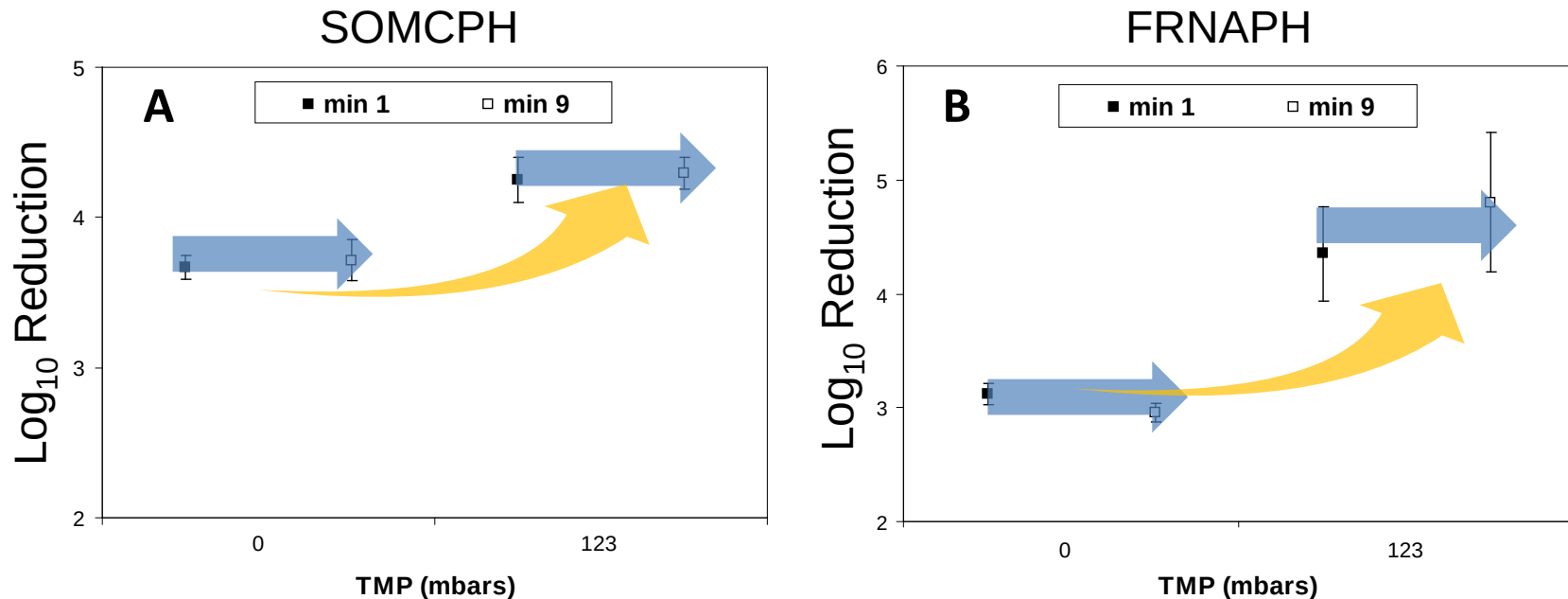
Hi ha diferències molt significatives entre els indicadors virals i bacterians

Els indicadors virals presenten correlació significativa amb la TMP



Fase 2. Indicadors microbiològics vs embrutiment

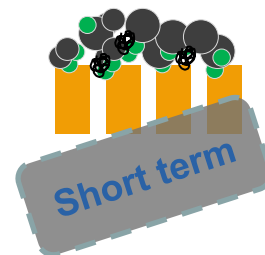
Viral indicators performance



Canvis no significatius durant un mateix cicle de filtració.

Diferències entre membranes netes (TMP=0) i després d'un llarg període d'operació (TMP>100mbars).

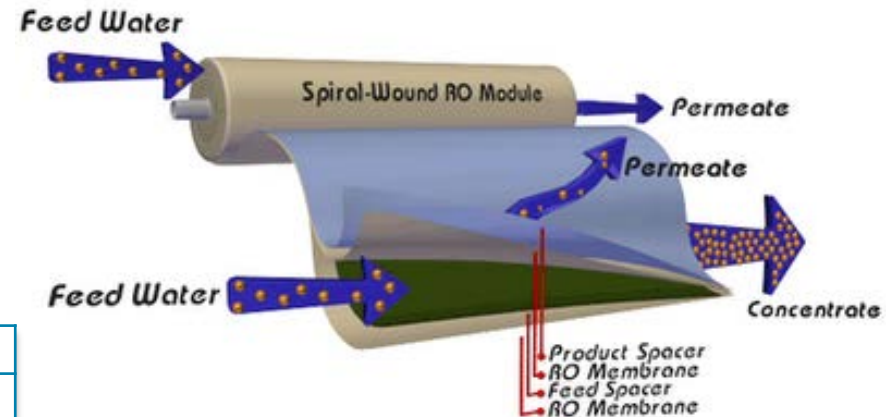
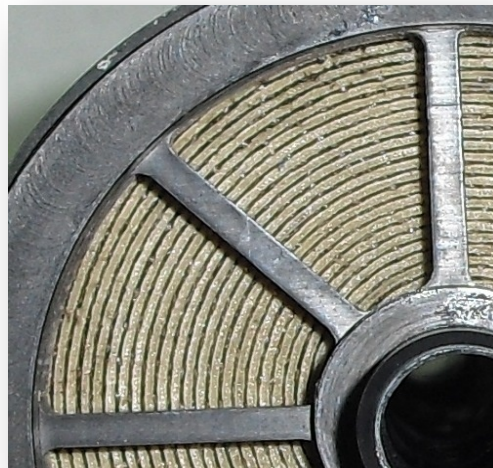
L'augment de la eficiència en la retenció quan la TMP es elevada està directament relacionat amb la fracció irreversible.



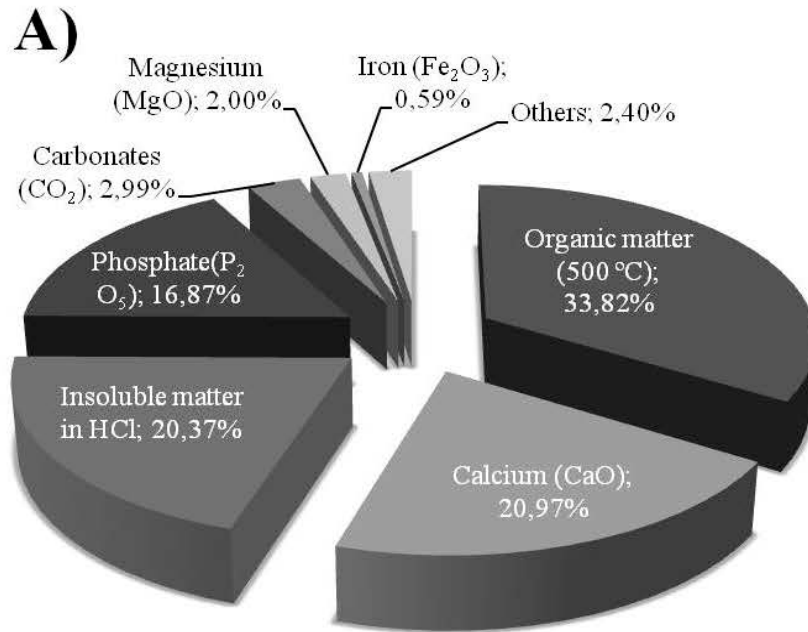
Fase 2. Caracterització embrutiment RO



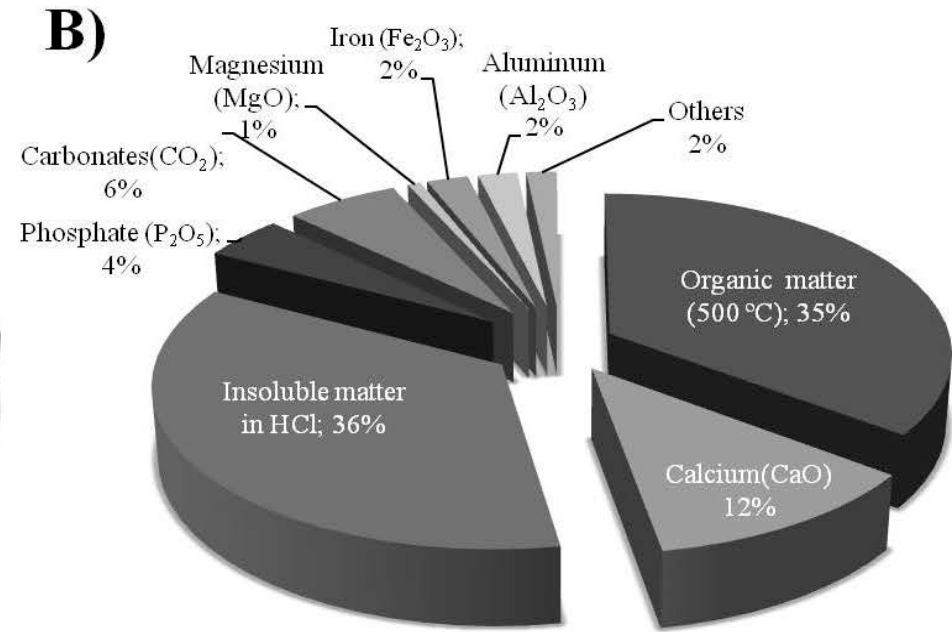
Fabricant	ROPUR
Model	TR70-4021-HF
Serial number	1101201



Fase 2. Caracterització embrutiment RO

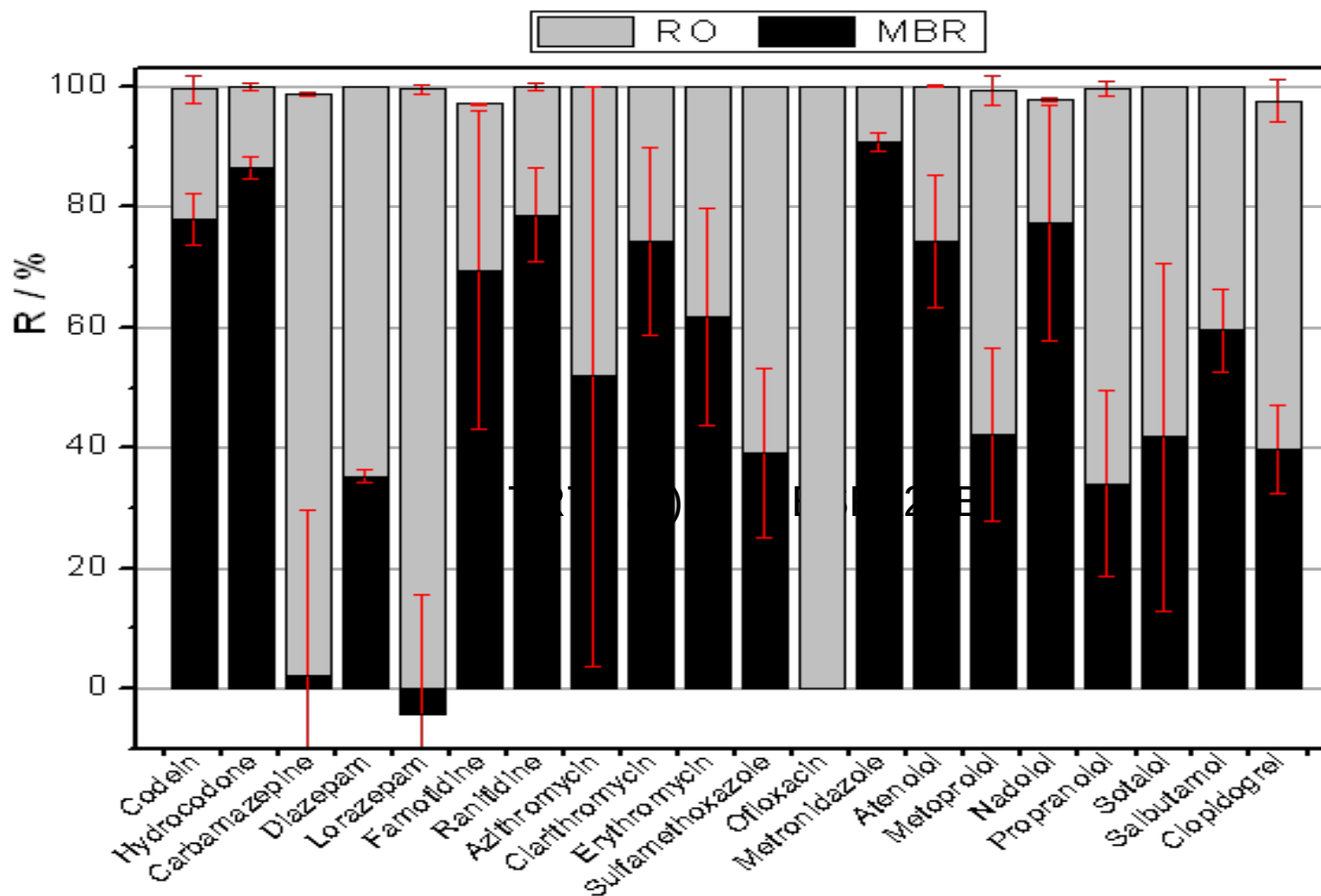


TR70 (A)



ESPA2 (B).

Fase 2. Eliminació de fàrmacs MBR+RO

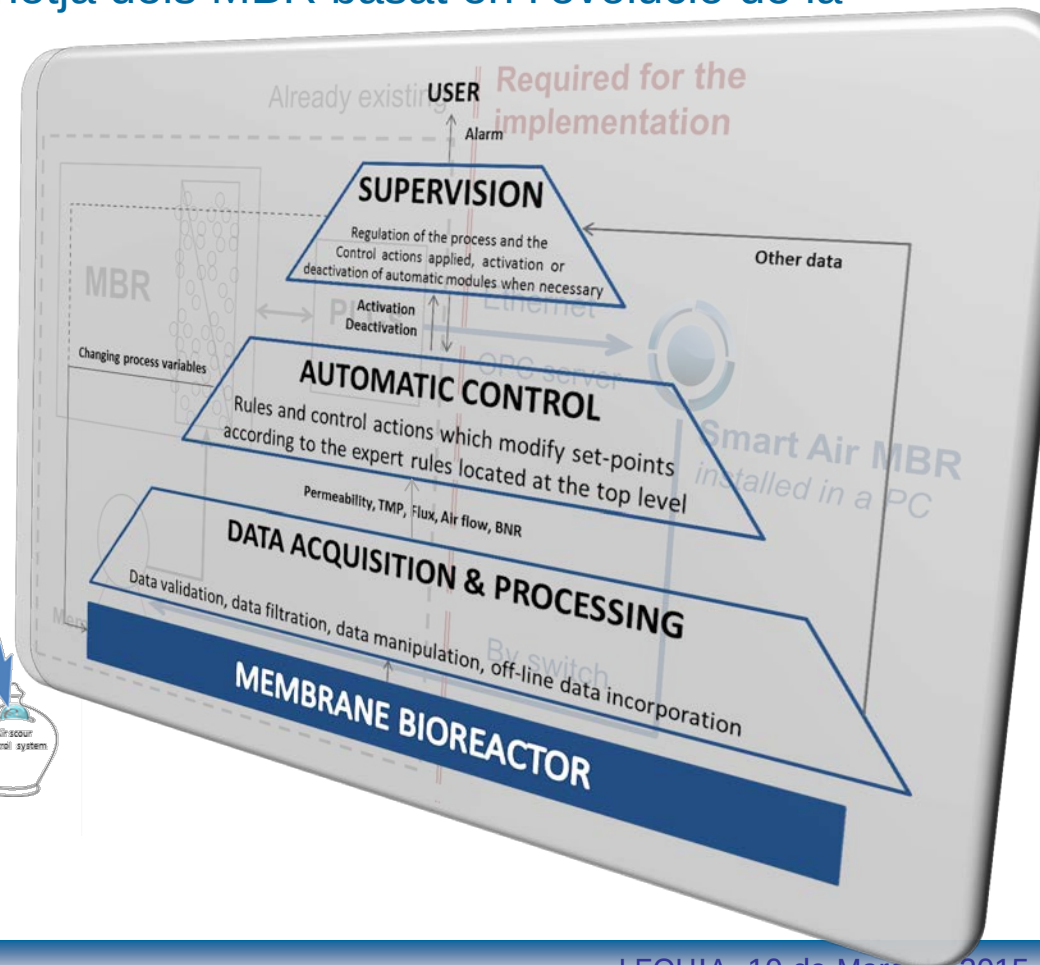
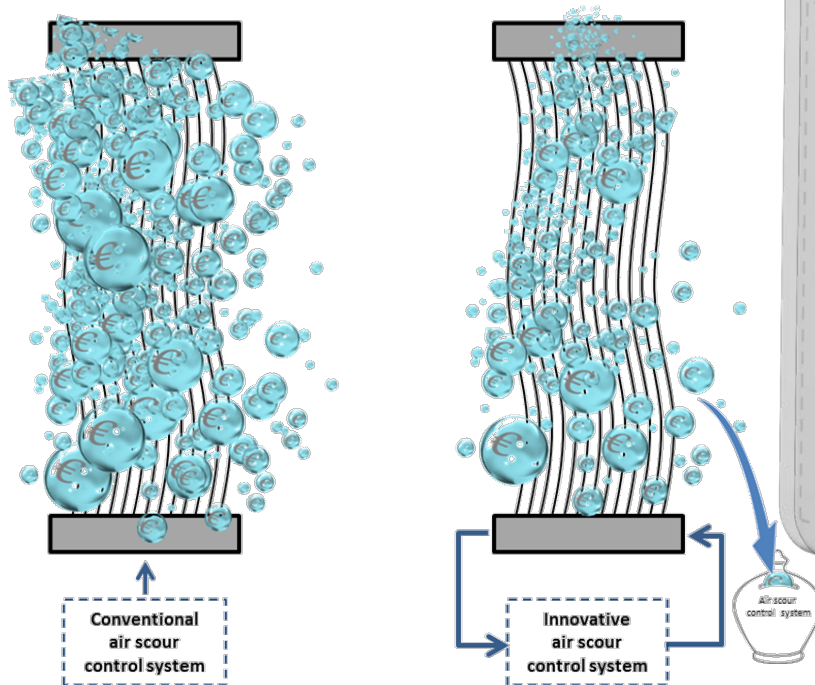


- Finançament rebut
- Fites científiques
- Objectius genèrics
- Planta pilot MBR-RO
- Resultats rellevants
 - Fase 1. Modelització i seguiment del procés biològic
 - Fase 2. Seguiment de l'embrutiment
 - ***Fase3. Optimització integrada dels processos MBR***

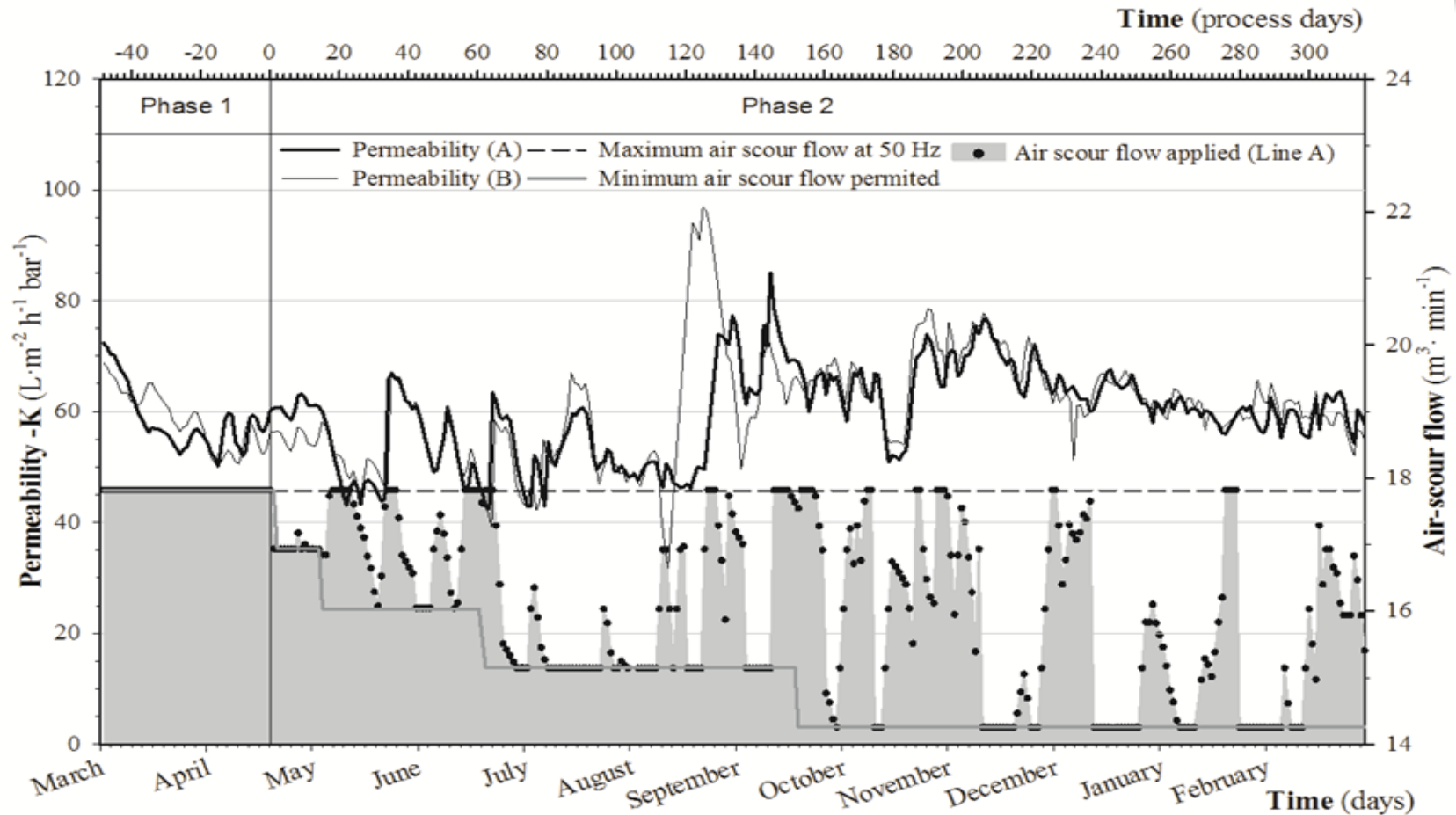
Fase 3. Optimització aeració per la neteja de membranes



Smart Air MBR® es un sistema de control automàtics patentat i registrat per UdG i GS Inima que regula el cabal d'aire de netja dels MBR basat en l'evolució de la permeabilitat



Fase 3. Optimització aeració per la neteja de membranes



0,183 kWh/m³

-14%
air-scour flow

0,141 kWh/m³



Fase 3. Modelització de l'embrutiment i millor estratègia d'operació

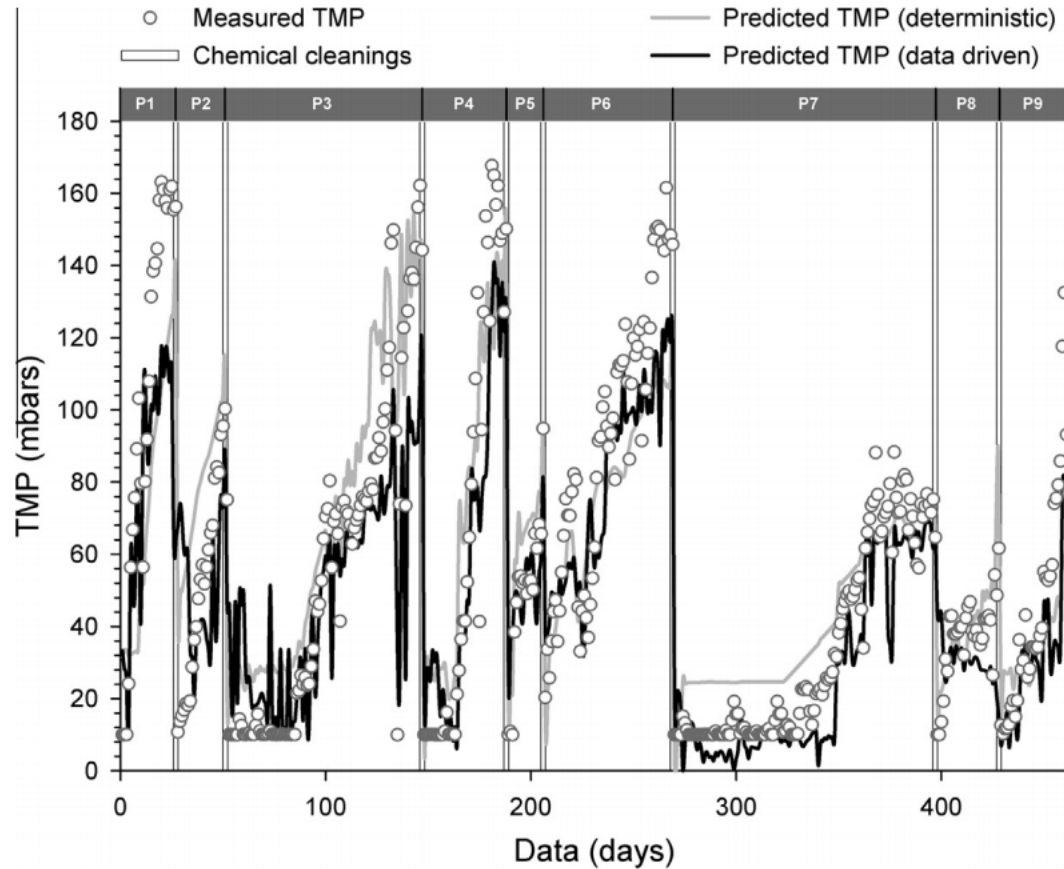


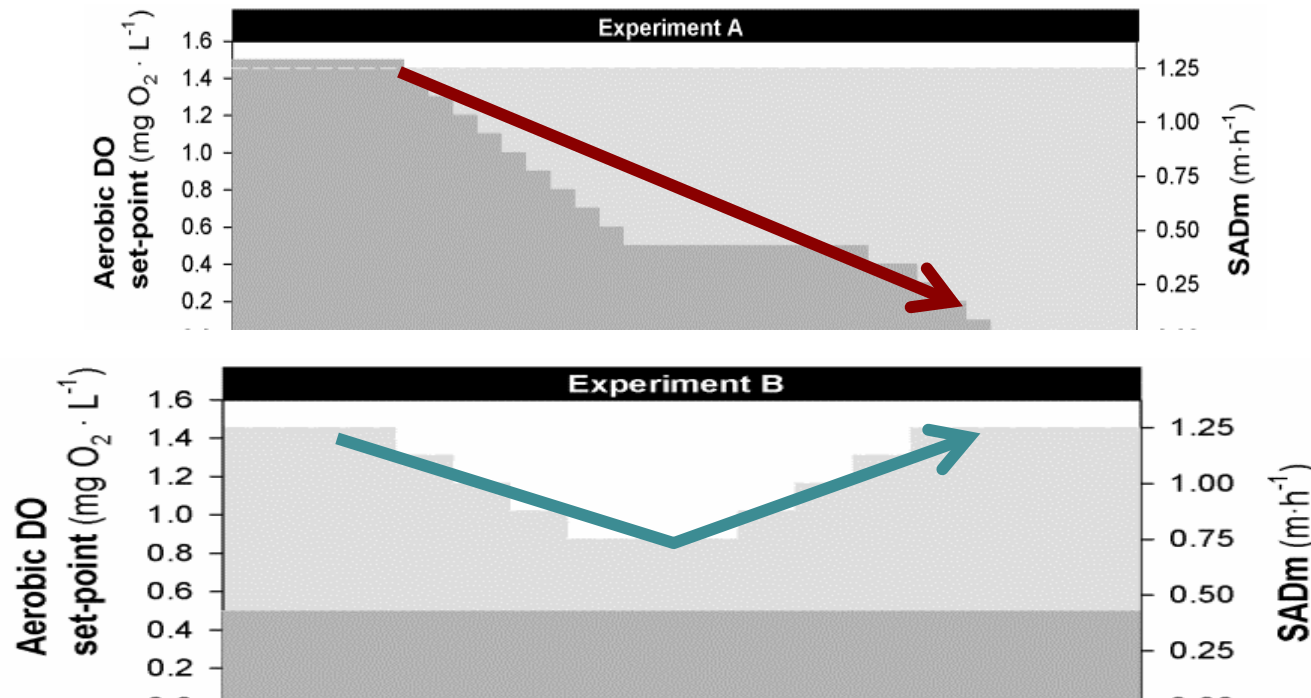
Fig. 3. Measured TMP and simulated TMP values using both data-driven and deterministic models versus time.

El model determinístic va permetre la descripció de la PTM en condicions d'estat estacionari
El model basat en dades va captar millor les dinàmiques canviants del sistema.

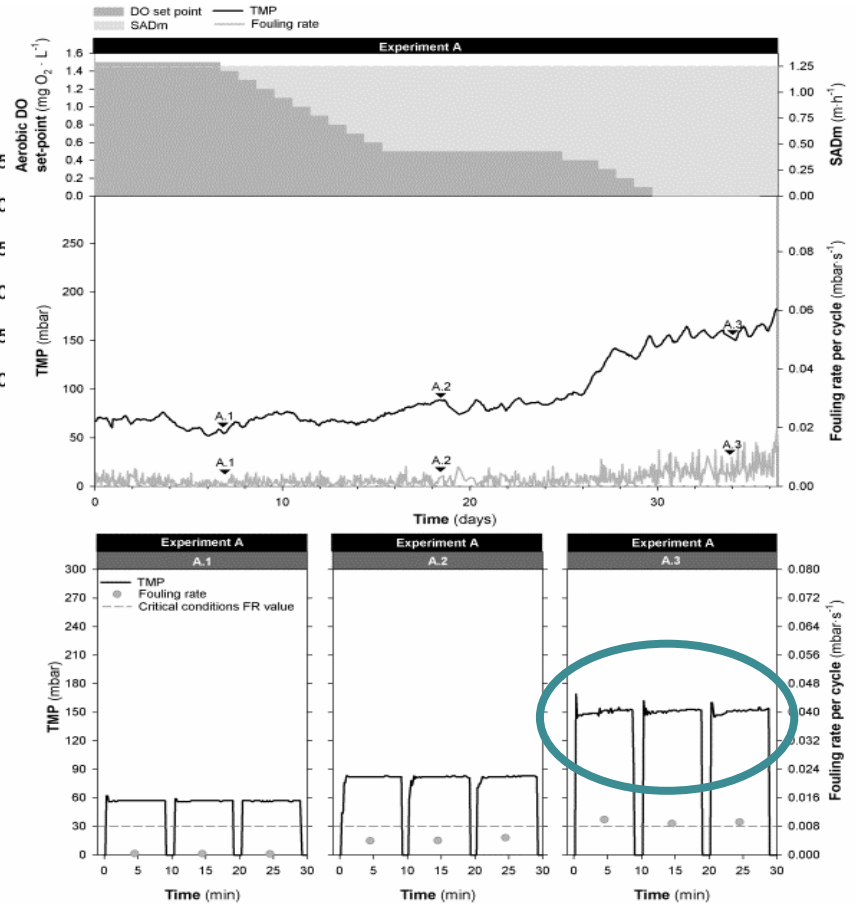
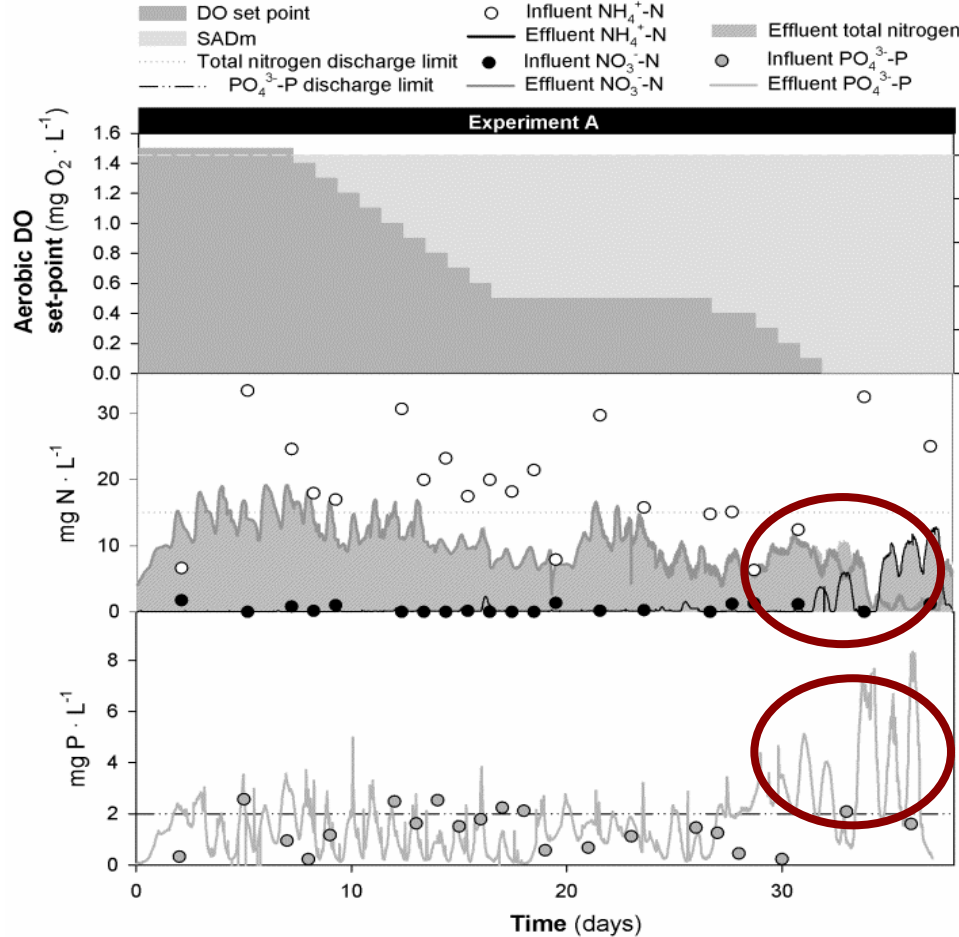
Fase 3. Optimització integrada de l'aeració d'un MBR

Es va avaluar amb dos fases:

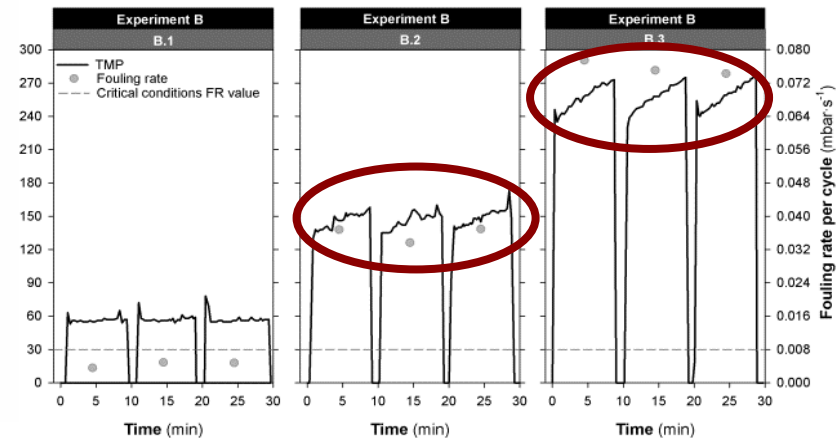
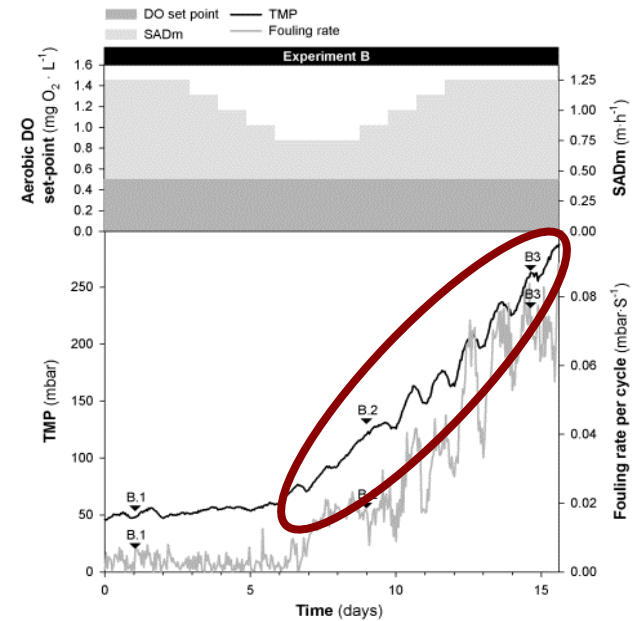
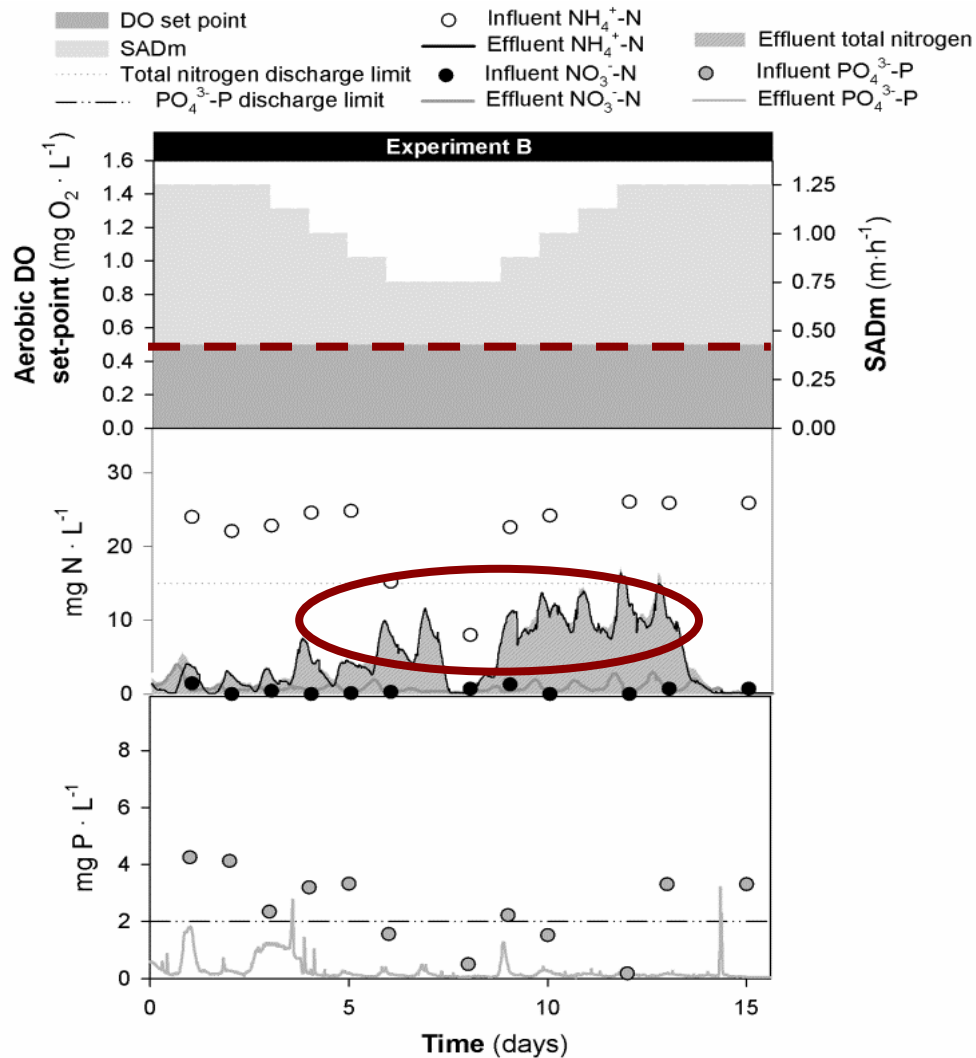
- Fase 1: Disminució del DO del reactor aerobi
- Fase 2: Disminució i augment del cabal d'aeració de neteja (air-scouring)



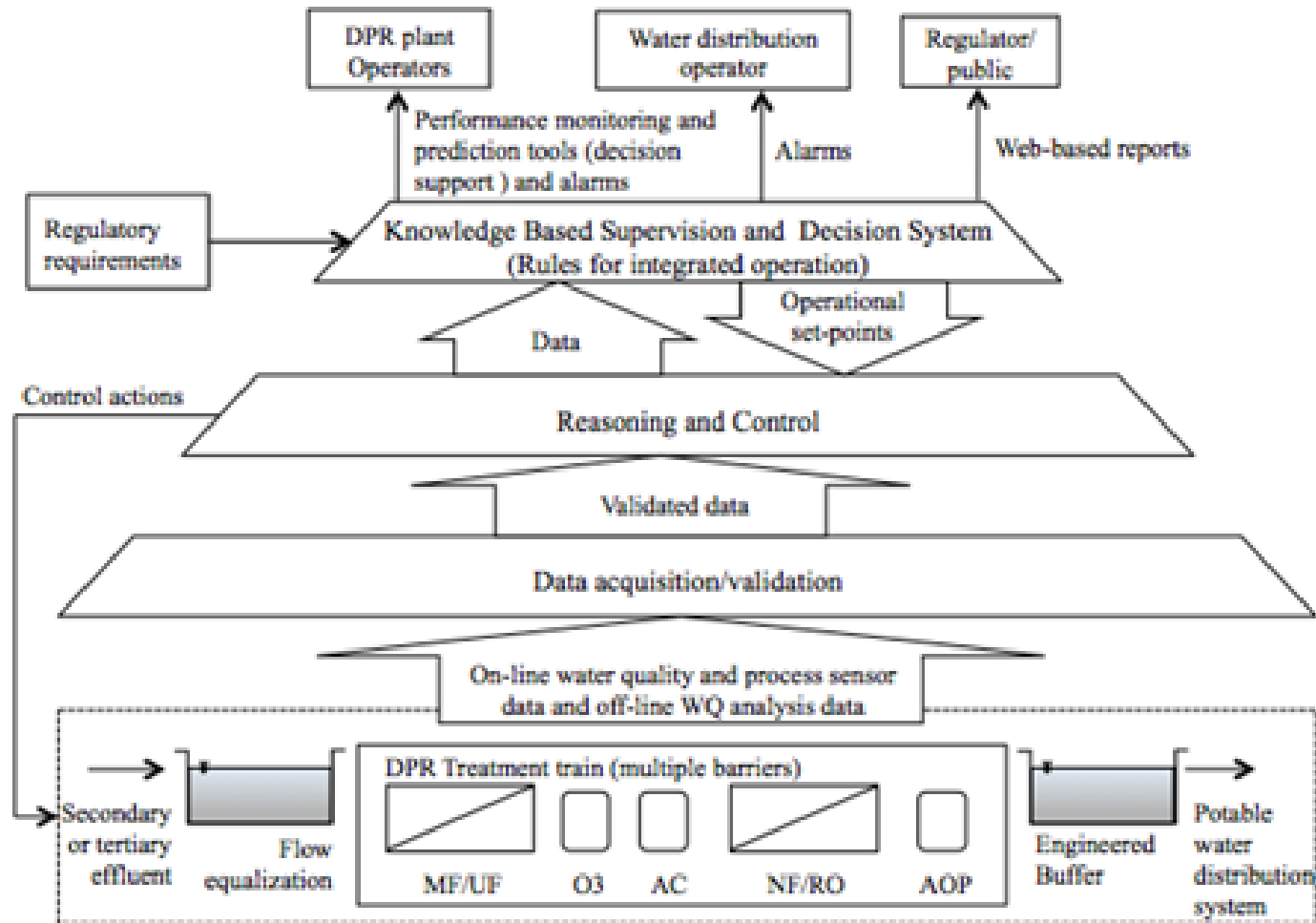
Fase 3. Optimització integrada de l'aeració d'un MBR



Fase 3. Optimització integrada de l'aeració d'un MBR



Fase 3. Optimització integrada de l'aeració d'un MBR



Resultats obtinguts al llarg de 8 anys amb la planta pilot MBR-RO localitzada a l'EDAR de Castell-Platja d'Aro.

