

**RADIOACTIVIDAD
NATURAL EN AGUAS DE
CONSUMO HUMANO**

**NATURAL RADIOACTIVITY
IN WATER FOR HUMAN
CONSUMPTION**



LIFE ALCHEMIA

**SEMINARIO ONLINE 17 JUNIO 2021
ON-LINE SEMINAR 17 JUNE 2021**



PROYECTO LIFE16/ENV/ES/196 ECOGRANULARWATER

Proyecto demostrativo para el tratamiento de agua subterránea con un sistema innovador basado en tecnología granular aerobia.

Fco. Javier García Martínez
Jefe de Servicio del Ciclo Integral del Agua y Energía
Diputación de Granada



Socio coordinador:



Socios beneficiarios:





0. ÍNDICE DE CONTENIDOS.



- 1.- Datos generales del proyecto.
- 2.- Contexto y problema ambiental.
- 3.- Objetivo del proyecto.
- 4.- Área de Actuación.
- 5.- Diseño y construcción de la planta a escala real.
- 6.- Resultados: rendimientos del sistema.
- 7.- Resultados: análisis económico.
- 8.- Resultados: análisis de ciclo de vida.
- 9.- Acciones divulgativas.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Programa LIFE - convocatoria 2016.

Sector: Aguas (agua potable).

Fecha de inicio: 1/09/2017.

Fecha de finalización: 30/09/2021.

Socios: Diputación de Granada, Universidad de Granada, Universidad de Aalto (Finlandia), Construcciones Otero S.L. y Gedar S.L.



Presupuesto total del proyecto: 995.000 €

Subvención aprobada: 546.113 € (54,94 % del total)

Aplicación excesiva e inadecuada de fertilizantes nitrogenados en la agricultura





2. CONTEXTO Y PROBLEMA AMBIENTAL.



MAP 3. Trends in nitrates concentrations in groundwater between the reporting periods 2008-2011 and 2012-2015, for stations with an average annual nitrate concentration equal to or above 50 mg/L in 2012-2015.

NITRATES DIRECTIVE EU-28

REPORTING PERIOD 2012-2015

EU28

GROUNDWATER

STATIONS ≥ 50 NO₃ mg/l

Trend NO₃ mg/l

▼ < - 5 strong decrease

▲ > + 5 strong increase

SOURCE:

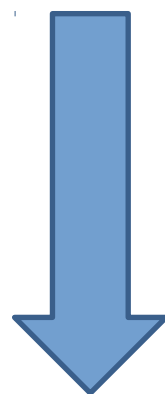
REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2012–2015 Brussels, 4.5.2018, COM(2018) 257 final

Problema extendido en toda Europa



2. CONTEXTO Y PROBLEMA AMBIENTAL.

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS POR NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA



MEDIDA PREVENTIVA



PROYECTO LIFE +. Convocatoria 2010

EUTROMED: Técnica demostrativa de prevención de la eutrofización provocada por nitrógeno agrícola en las aguas superficiales en clima mediterráneo



2. CONTEXTO Y PROBLEMA AMBIENTAL.

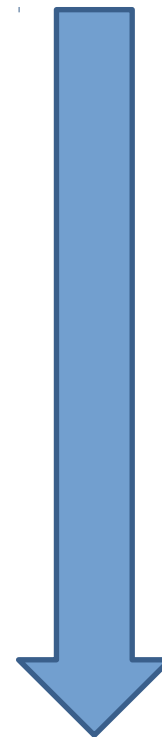


CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS POR NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA

Tecnología actual: ósmosis inversa.



MEDIDA CORRECTIVA



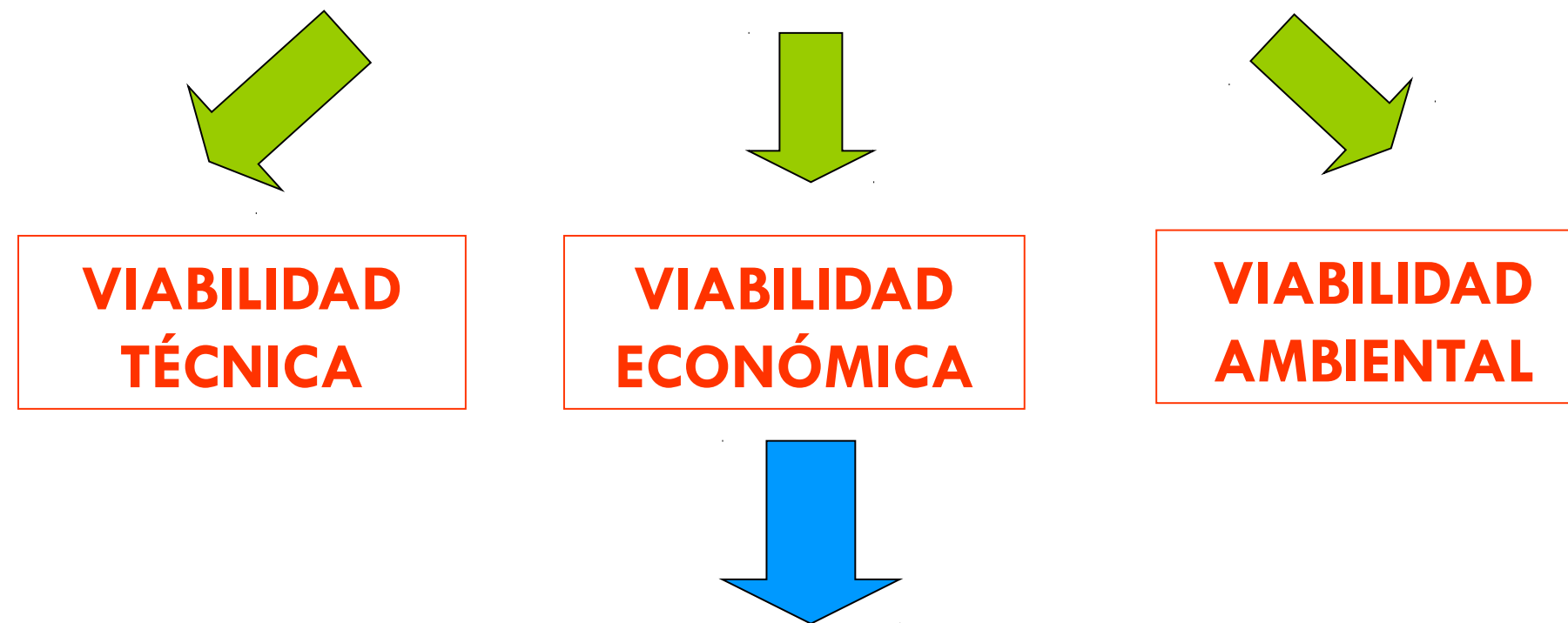
BÚSQUEDA DE UNA ALTERNATIVA MÁS SOSTENIBLE



3. OBJETIVO DEL PROYECTO.

Demostrar a escala real en municipio entre 500-1.000 habitantes

TECNOLOGÍA GRANULAR AEROBIA PARA LA ELIMINACIÓN DE NITRATOS, DEL AGUA SUBTERRÁNEA



- ❖ Agua apta para el consumo humano (RD 140/2013; Directiva UE 2020/2184).
- ❖ Menores costes de explotación.

- ❖ Menor consumo energético.
- ❖ No generación de residuos.
- ❖ Menor consumo de agua.



4. ÁREA DE ACTUACIÓN.

Municipio de Torre Cardela, Granada.

Habitantes: 813 (Padrón 2016).

Análisis realizados en pozos y manantial de Torre Cardela, Abril 2013:



	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ^{**}	Ca ^{**}
Deposit with osmosis	7,088	43,353	27,817	1,128	n.a.	0,04	32,323	65,653
Pedrín Survey	15,662	93,224	58,407	4,89	n.a.	0,393	33,475	131,774
Doña Marina Survey	22,858	2,108	40,216	9,516	n.a.	0,958	32,99	68,532
Fuente la Bella Survey	12,962	90,15	46,965	5,41	n.a.	0,329	33,792	115,512
Avenida Jaén Well	19,678	78,988	78,211	10,917	n.a.	8,75	33,329	116,85

Declaración de NO APTITUD del agua de abastecimiento en el pasado.

Actualmente dispone de un sistema de ÓSMOSIS INVERSA para la eliminación de nitratos.



5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



CONSTRUCCIÓN

INSTRUMENTACION

- Sensor PH
- Sensor Redox
- Sensor galvánico digital de oxígeno
- Controladores para sondas analógicas y digital
- Detector de nivel flotador
- Medidor electromagnético de caudal

ELECTRICIDAD Y CONTROL

- Cuadro general de protección
- Cuadro eléctrico de distribución protección y mando.
- Variadores de frecuencia
- PLC + tarjetas de entradas analógicas y digitales
- Analizador de redes
- Programación

REACTIVOS

- Bomba dosificadora compacta de membrana

AIREACION

- Soplante
- Rotámetro
- Difusor+membrana burbuja gruesa 9"

BIORREACTOR y AGUA DE PROCESO

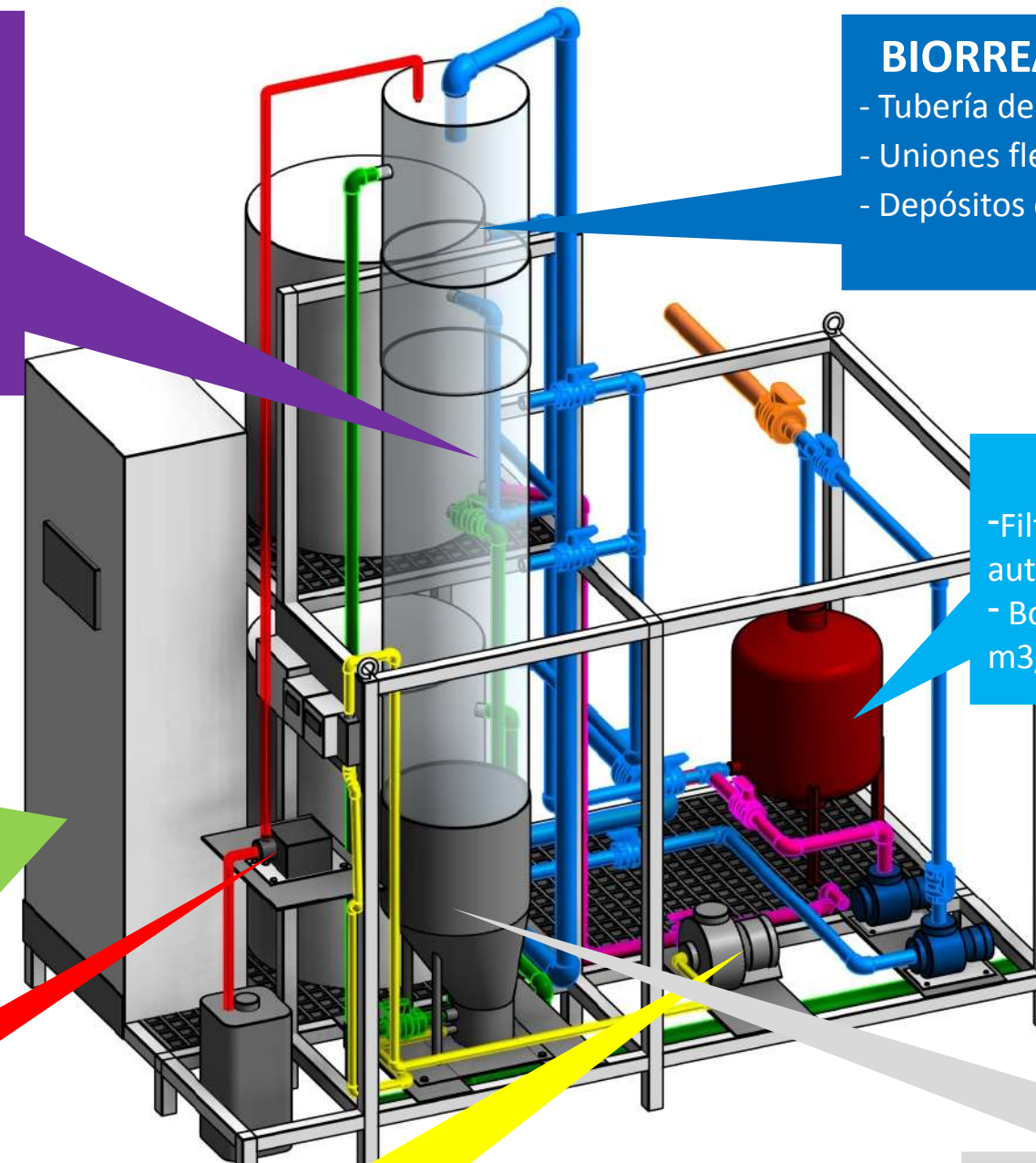
- Tubería de metacrilato de 490 mm
- Uniones flexibles en acero inoxidable
- Depósitos cilíndricos de 500 litros

BOMBEO Y FILTRACION

- Filtro de arena y equipo de control automático
- Bombas centrifugas horizontales de Q 12 m³/h, 2 m³/h y 6 m³/h

BASTIDOR y BASE REACTOR

- Estructura de acero Inox 304 en tubo 50x50x3
- Base troncocónica para soporte en acero Inox 304





5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.





5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



BIORREACTORES:

- 1ª Fase: Biorreactor de metacrilato.

VIDEO





5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



BIORREACTORES:

- 1ª Fase: Biorreactor de metacrilato.



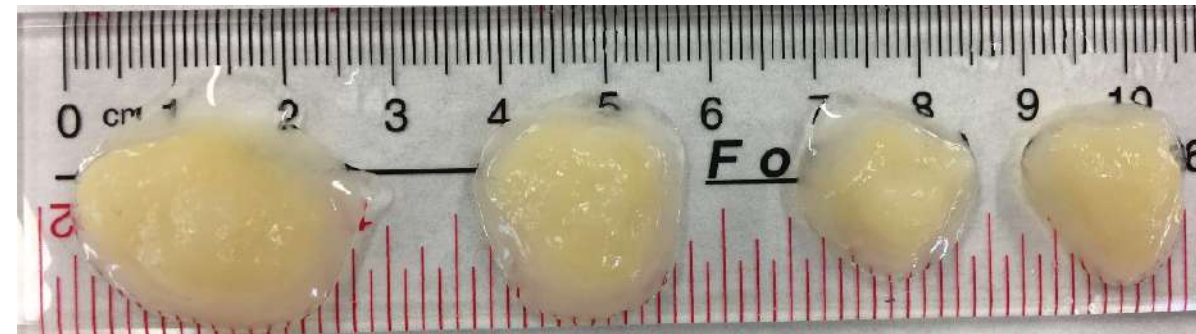


5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



BIORREACTORES:

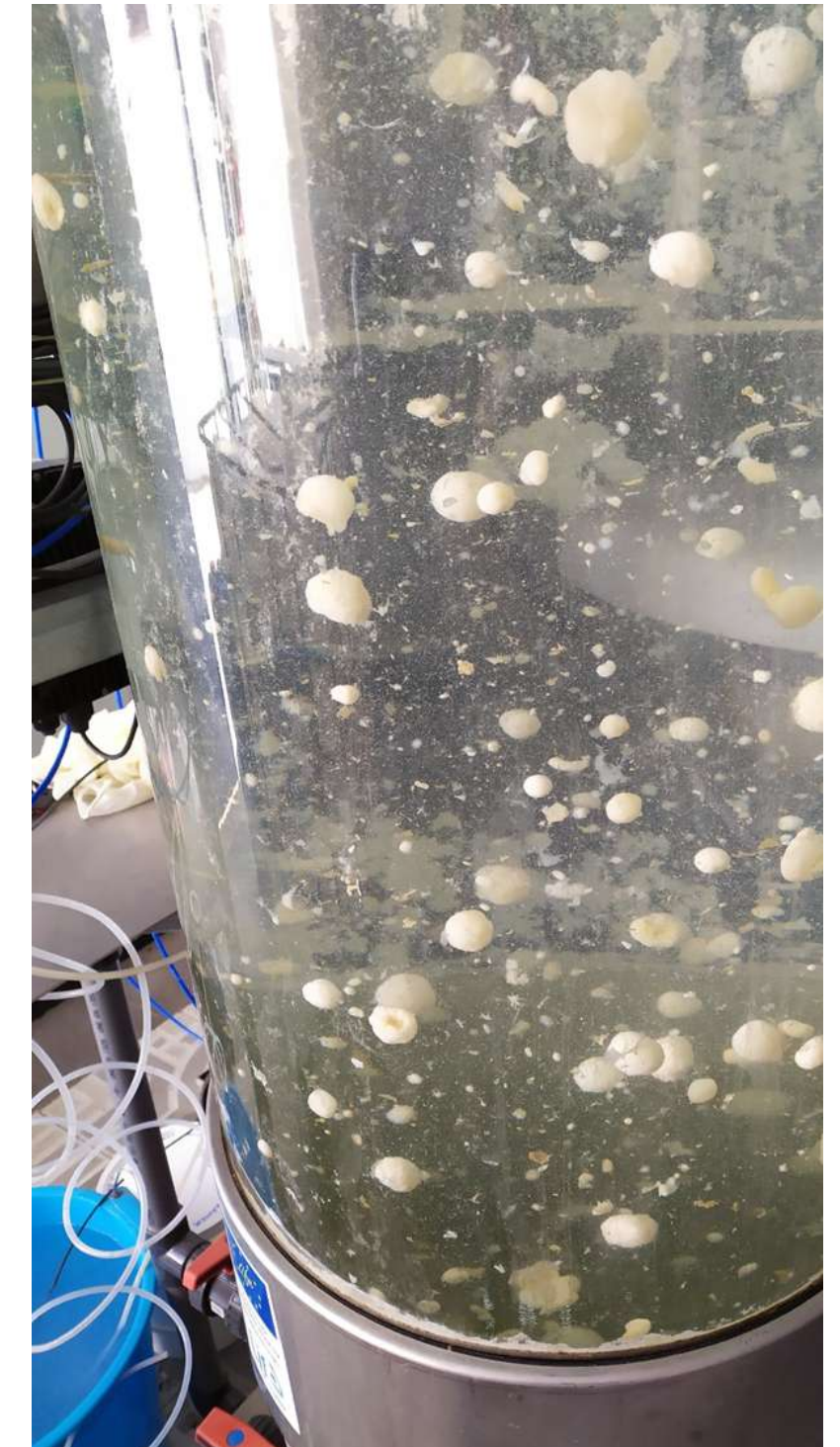
- 1ª Fase: Biorreactor de metacrilato.
- Biorreactores inoculados con gránulos formados en laboratorio a partir de lodos de EDAR.



VIDEO



VIDEO





5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



CONDICIONES OPERACIONALES:

- 4 fases secuenciales:
 - Llenado.
 - Aireación.
 - Decantación.
 - Vaciado.
- Actualmente funcionando con ciclos de 2 horas (12 ciclos/día).
- Sistema alimentado con 100 mg/l de acetato de sodio y otros nutrientes: cloruro de potasio, magnesio sulfato, dipotasio hidrógeno fosfato, entre otros.
- Agua de salida pasa a través de filtro de arena.
- Posterior cloración.
- Lavado periódico de filtro de arena.
- Tratamiento de agua de lavado en humedal artificial.

**VIDEO
DECANTACIÓN**



5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



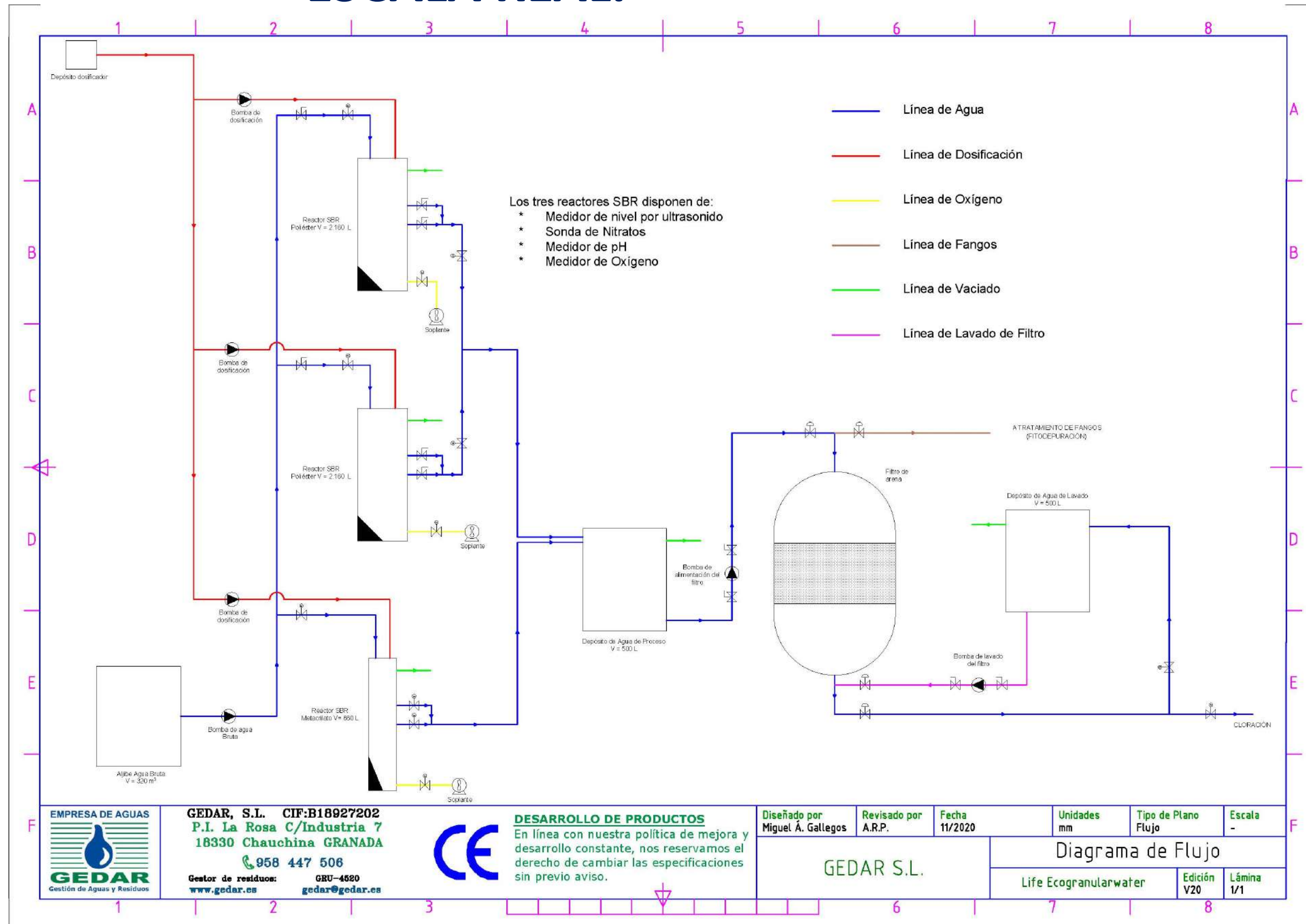
BIORREACTORES:

- 2ª Fase: 2 biorreactores adicionales de poliéster.





5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.

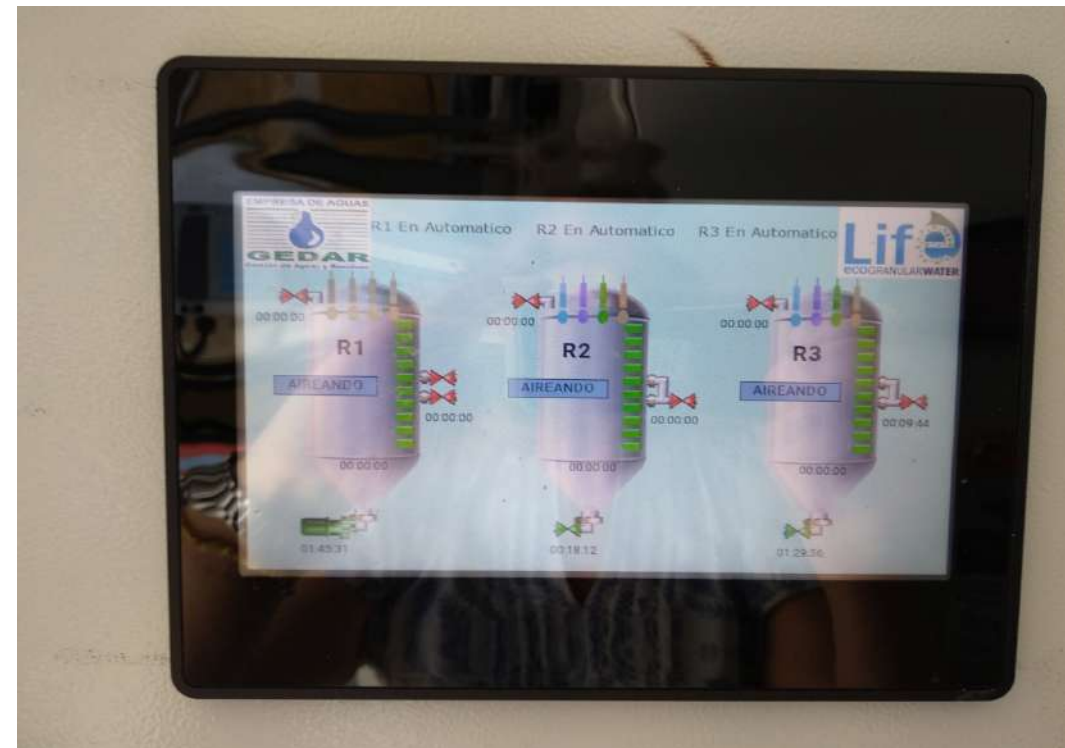




5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA A ESCALA REAL.



FILTRO DE ARENA



PANEL DE CONTROL



SONDAS DE CONTROL QUÍMICO



PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS



BATERÍAS ACUMULADORAS



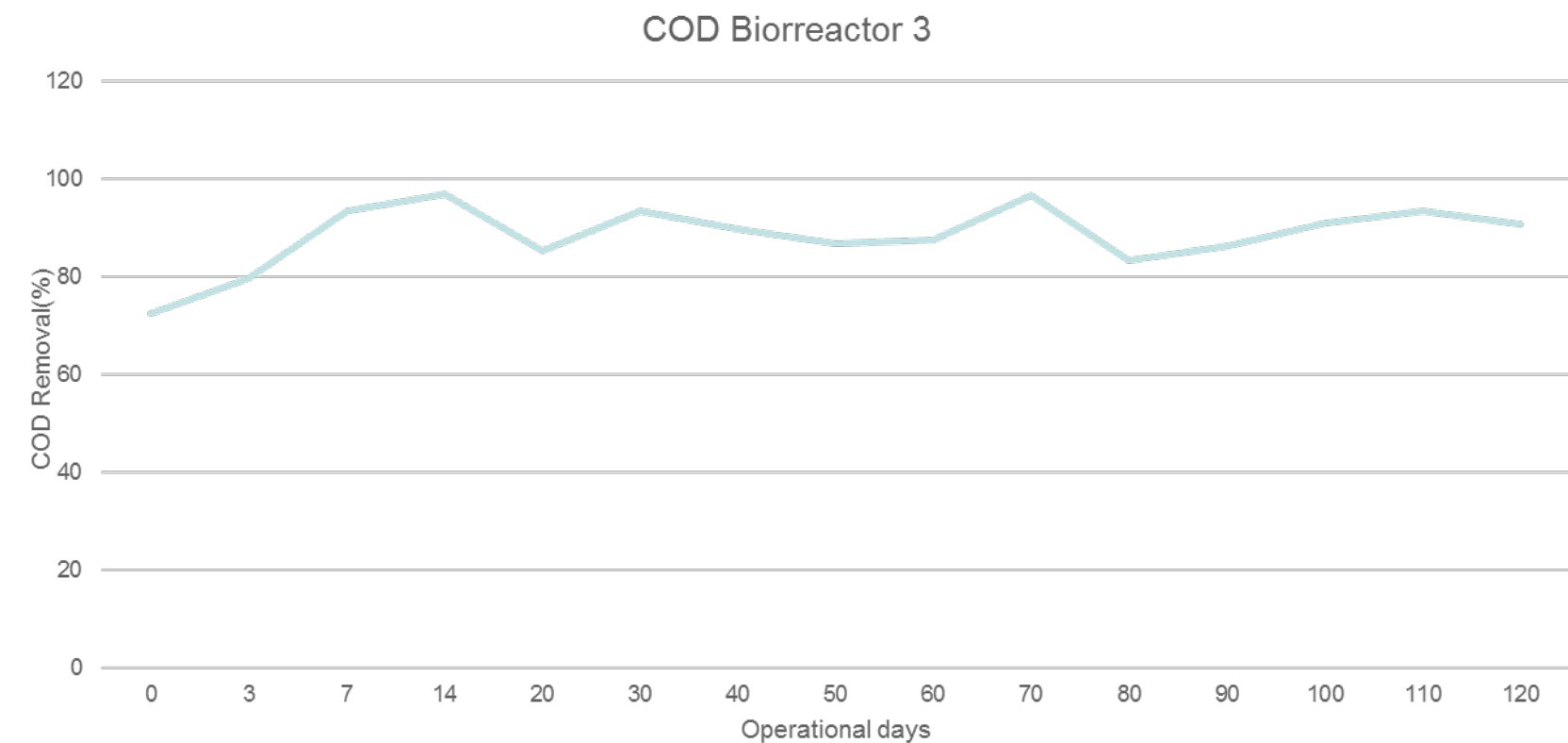
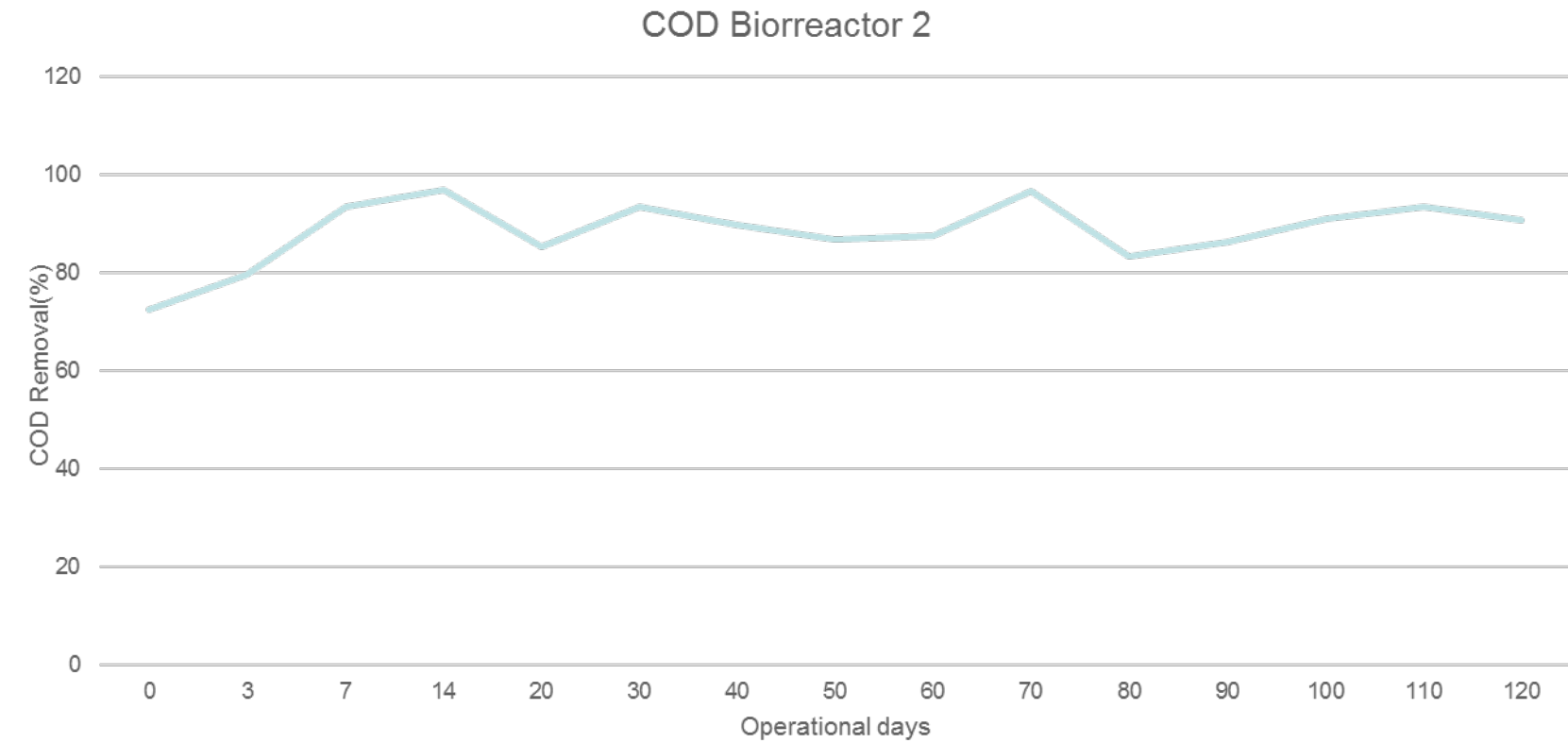
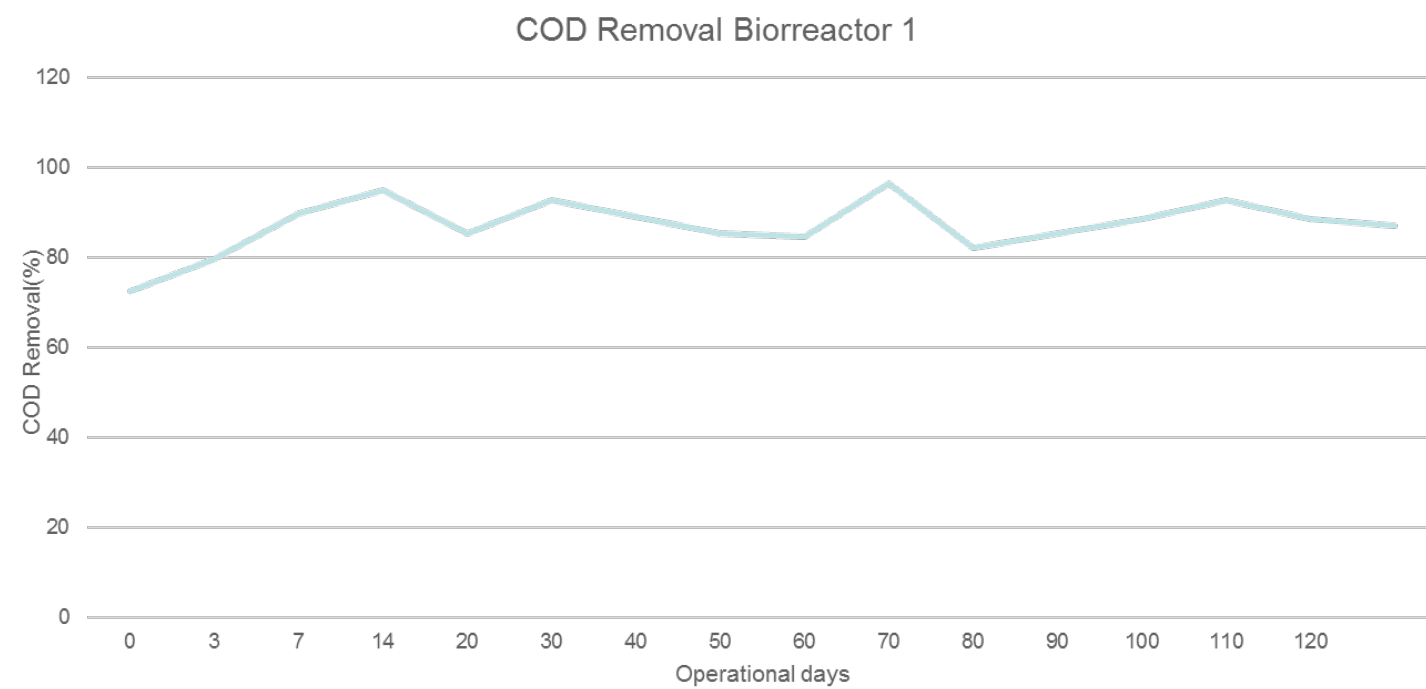
BOMBAS DOSIFICADORAS DE NUTRIENTES



6. RESULTADOS: RENDIMIENTOS DEL SISTEMA.



ELIMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA



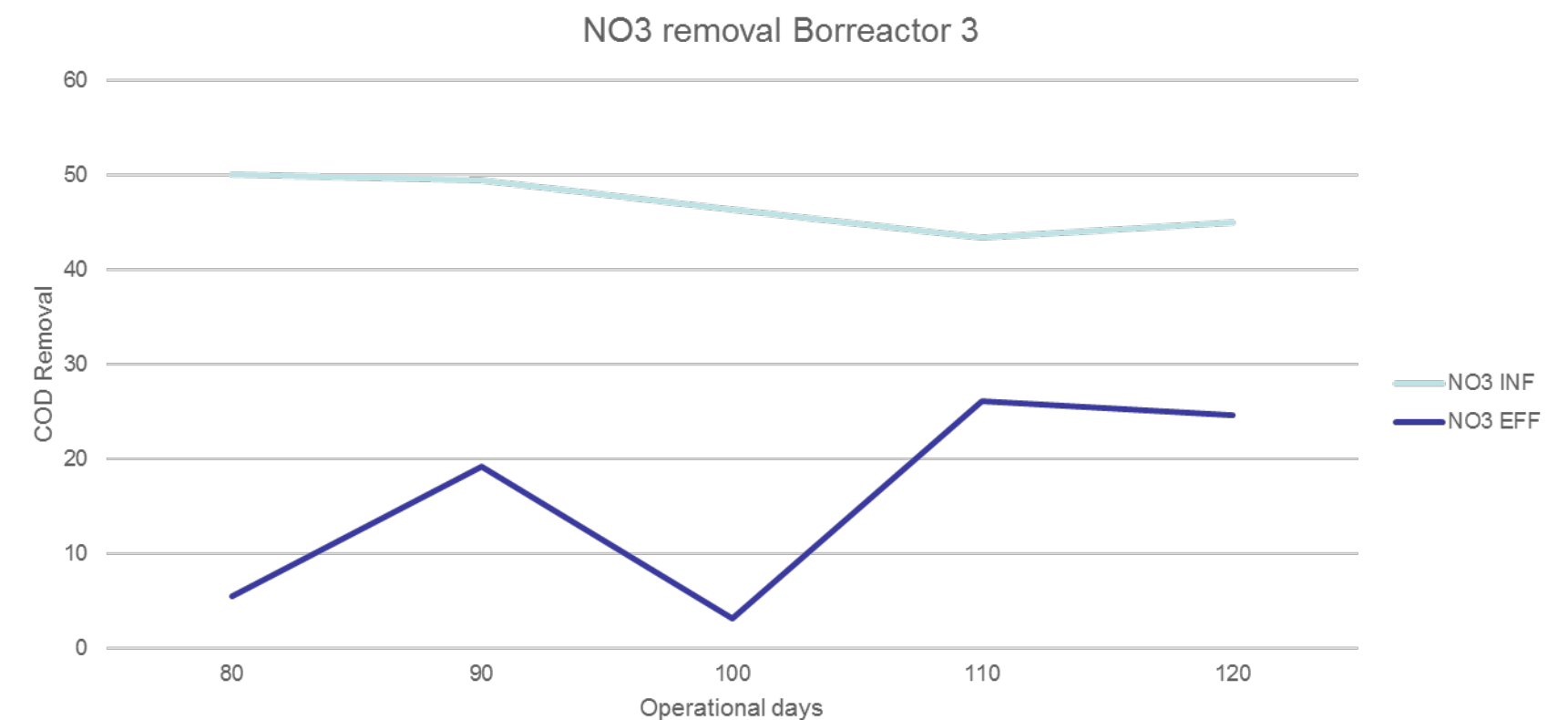
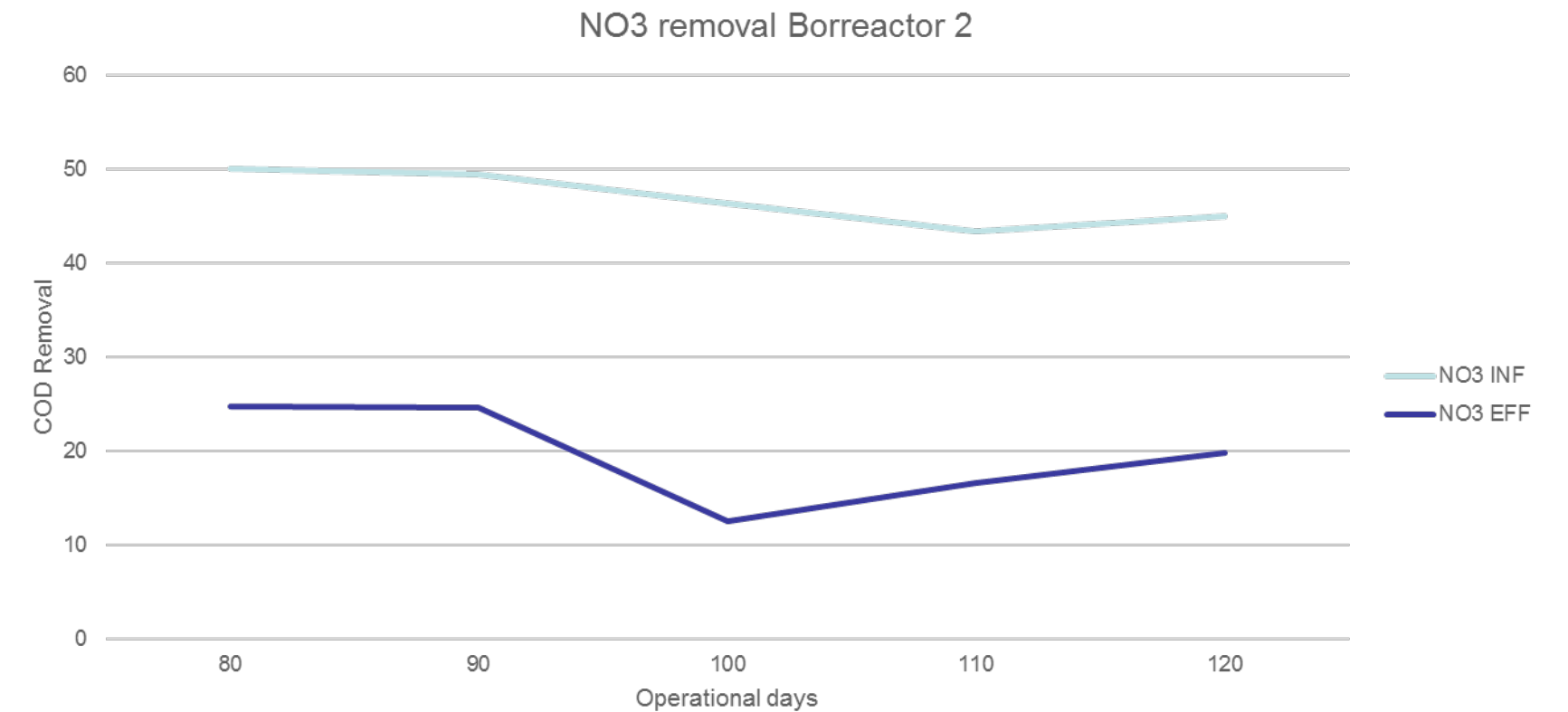
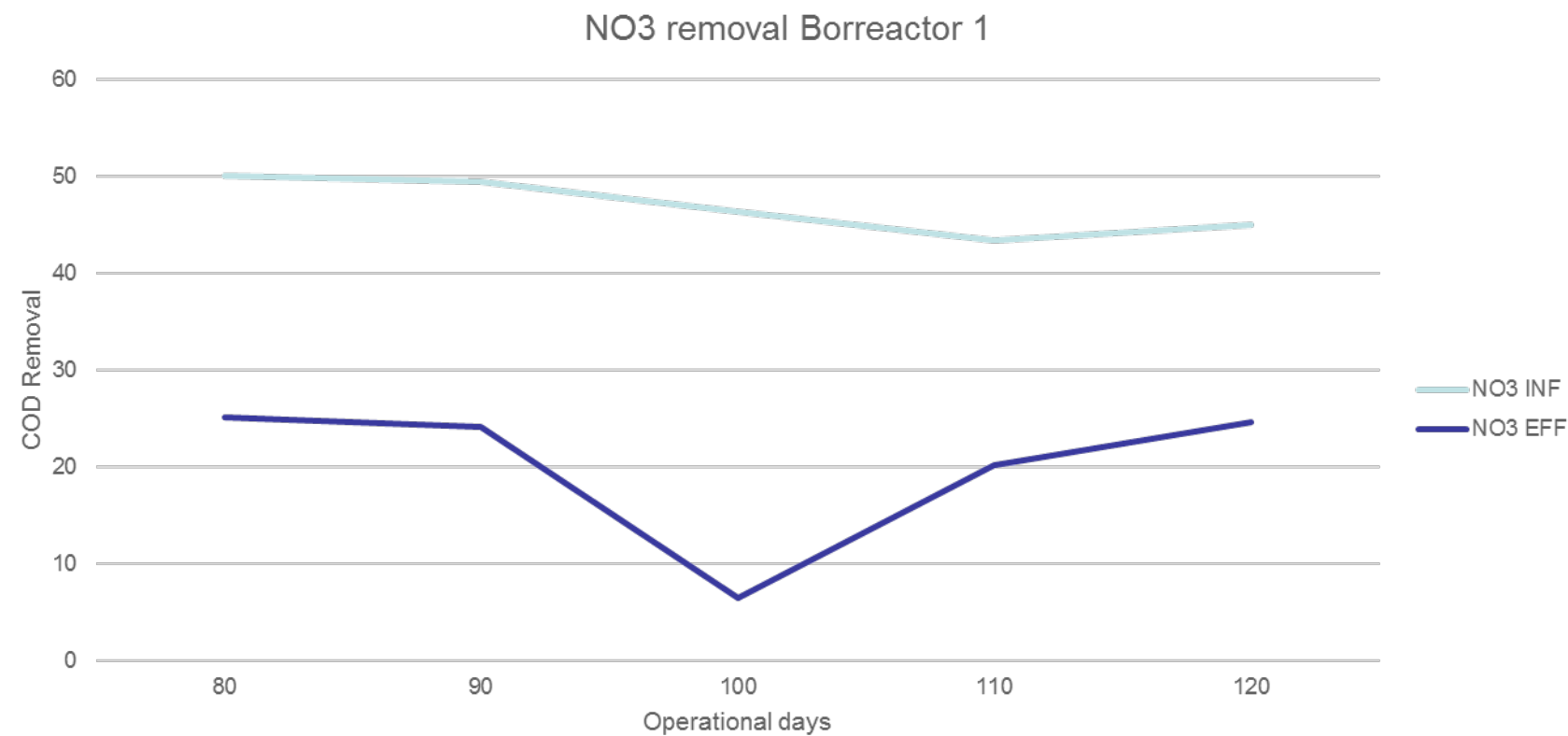
El Sistema presenta un rendimiento por encima del 95% en eliminación de materia orgánica.



6. RESULTADOS: RENDIMIENTOS DEL SISTEMA.



ELIMINACIÓN DE NITRATOS



Con la puesta en marcha de los 3 biorreactores, sistema presenta un rendimiento por encima del 60 % en eliminación de nitratos.

En una primera fase se llegó al **80 %**.



6. RESULTADOS: RENDIMIENTOS DEL SISTEMA.



BIOSEGURIDAD: RECUENTO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN EL AGUA

Recuento a 24 Horas	Media colonias 37°C	Media colonias 22°C
Agua Entrada	110	≥300
Agua Salida Filtro	1	7
Mezcla 50/50	58	116

El agua a la salida del filtro de arena cuenta con menor presencia de bacterias que el agua subterránea.

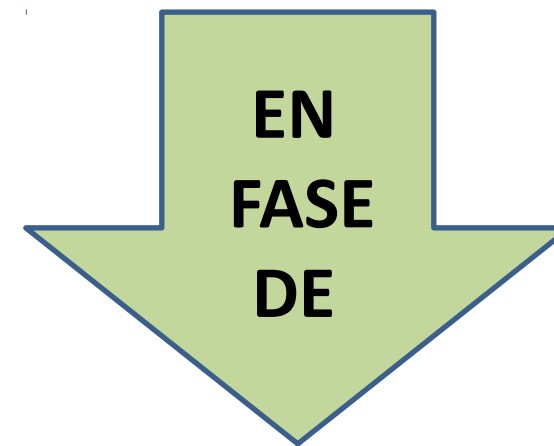
ESTUDIOS DE ECOTOXICIDAD: los realizados hasta ahora no han detectado ningún tóxico en el agua de salida del sistema biológico.



6. RESULTADOS: RENDIMIENTOS DEL SISTEMA.



**A PARTIR DE ESTOS RESULTADOS DE EFICIENCIA DEL SISTEMA,
RENDIMIENTO, AUSENCIA DE TOXICIDAD**



- Solicitud de Informe sanitario de “proyecto de nuevas instalaciones”. RD 70/2009-Reglamento de Vigilancia Sanitaria y Calidad del Agua de Consumo Humano de Andalucía.
- Estudio de patentabilidad del sistema.
- Análisis económico y análisis de ciclo de vida, comparando Ósmosis inversa y sistema Ecogranularwater.



7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



Planta de ósmosis
inversa

Vs.

Planta biológica
-ECOGRANULARWATER-

Análisis Coste Efectividad



€/m³



7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



**DIRECTIVA MARCO DEL
AGUA**

- Costes financieros (I): operativos.
- Costes financieros (II): inversión en infraestructura
- Costes del recurso (de oportunidad) y costes ambientales



7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



COSTES FINANCIEROS (I). Operativos

Conceptos	Tecnología				Variación porcentual del coste en €/m ³ de agua entre ambas plantas
	€/m ³		Estructura porcentual (%)		
	Ósmosis Inversa	Planta ECW	Ósmosis Inversa	Planta ECW	
Personal	0,0893	0,2228	8,84	33,74	149,50
Energía	0,3856	0,0701	38,19	10,61	-81,82
Reactivos	0,4231	0,3675	41,90	55,65	-13,14
Membranas y filtros	0,1117	0,0000	11,06	0,00	-100,00
TOTAL	1,0097	0,6604	100,00	100,00	-34,59



7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



COSTES FINANCIEROS (II). Operativos + **Inversión***

Conceptos	Tecnología				Variación porcentual del coste en €/m ³ de agua entre ambas plantas
	€/m ³		Estructura porcentual (%)		
	Ósmosis Inversa	Planta ECW	Ósmosis Inversa	Planta ECW	
Personal	0,0893	0,2228	7,69	28,52	149,50
Energía	0,3856	0,0701	33,19	8,97	-81,82
Reactivos	0,4231	0,3675	36,41	47,04	-13,14
Membranas	0,1117	0,0000	9,61	0,00	-100,00
CAE de la planta de tratamiento	0,1522	0,1208	13,10	15,46	-20,63
TOTAL	1,1619	0,7812	100,00	100,00	-32,77

Inversión



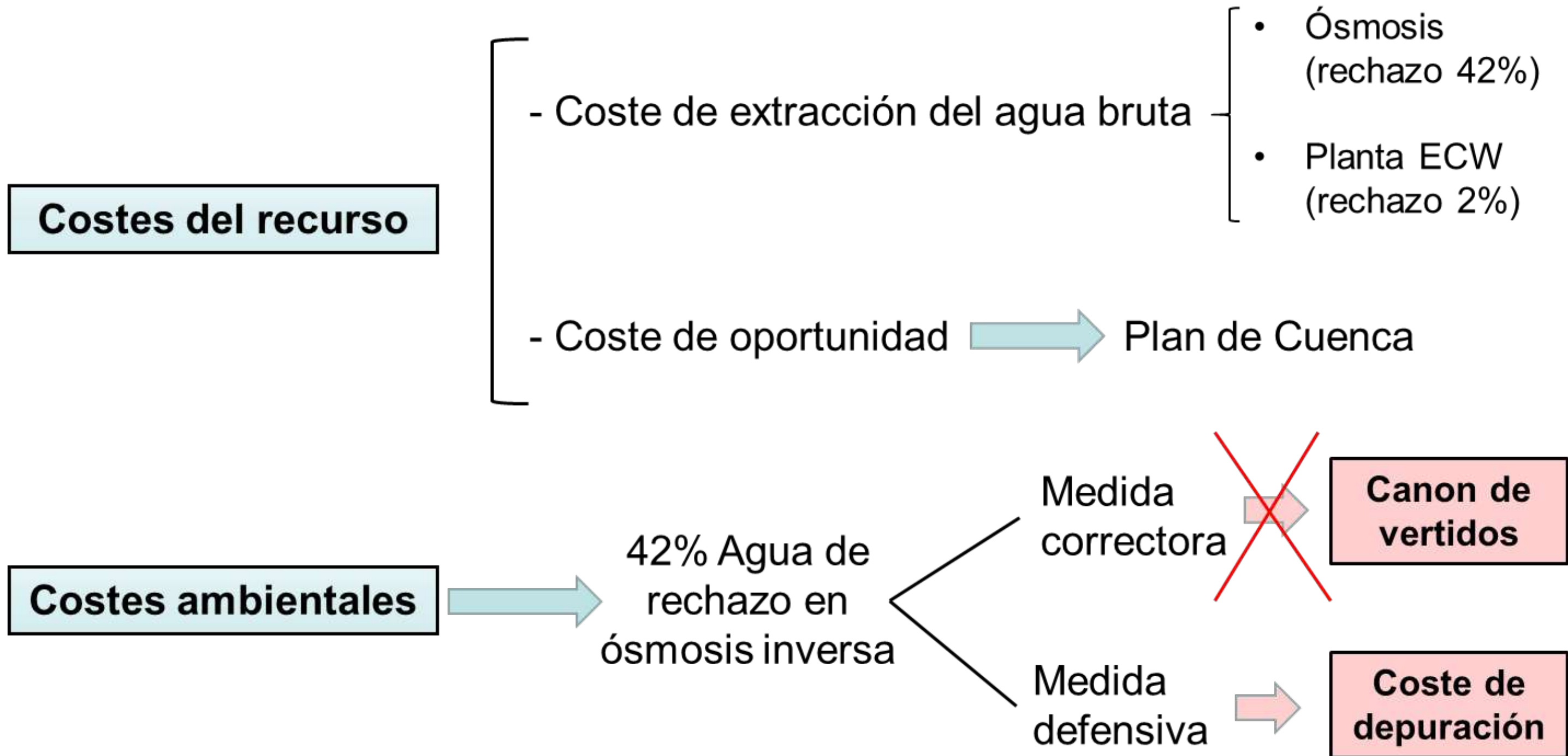
**Planta ECW = 500 Hab*



7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



COSTES DEL RECURSO Y AMBIENTALES. Financ. + Recurso + ambientales





7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.



COSTES DEL RECURSO Y AMBIENTALES. Financ. + **Recurso + ambientales**

Conceptos	Tecnología				Variación porcentual del coste en €/m ³ de agua entre ambas plantas
	€/m ³		Estructura porcentual (%)		
	Ósmosis Inversa	Planta ECW	Ósmosis Inversa	Planta ECW	
Personal	0,0893	0,2228	5,95	28,06	149,496
Energía	0,3856	0,0701	25,71	8,83	-81,821
Reactivos	0,4231	0,3675	28,21	46,29	-13,141
Membranas	0,1117	0,0000	7,45	0,00	-100,000
CAE de la planta de tratamiento	0,1522	0,1208	10,15	15,22	-20,631
Coste por bombeo de agua bruta	0,0599	0,0037	3,99	0,47	-93,823
Coste de oportunidad	0,1464	0,0090	9,76	1,13	-93,852
Costes ambientales	0,1315	0,0000	8,77	0,00	-100,000
TOTAL	1,4997	0,7939	100,00	100,00	-47,063



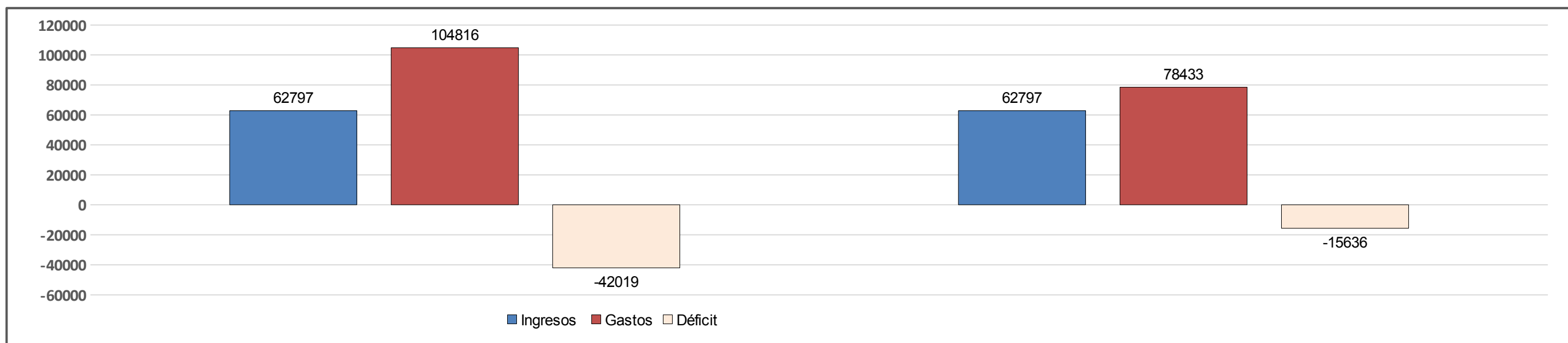
7. RESULTADOS: ANÁLISIS ECONÓMICO.

Impacto en el equilibrio financiero del servicio de aguas en Torre Cardela

Ingresos y gastos del servicio de aguas en Torre Cardela (en euros)

Planta de ósmosis. TR = 60%

Planta de ECW. TR = 85%



Estimación del ahorro en costes del servicio de agua de Torre Cardela

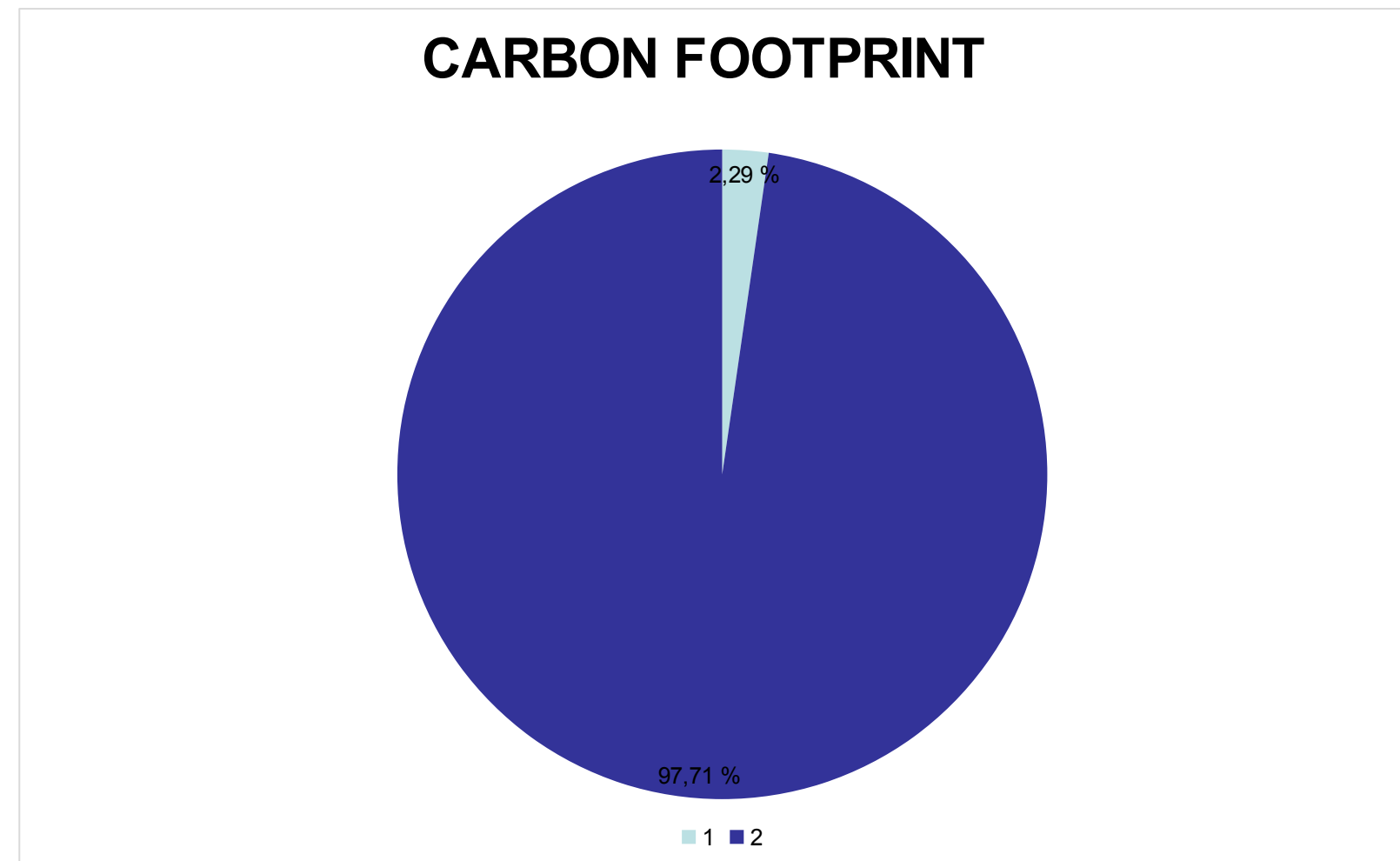
	Costes presupuestados con la planta de ósmosis inversa	Costes estimados con la planta Ecogranularwater	Ahorro de costes
Ahorro en costes de energía en la planta de ósmosis	8.181,51	1.859,43	6.322,08
Ahorro en costes de energía en pozos	20.383,83	1.258,92	19.121,91
Ahorro en costes de reactivos	7.143,04	6.204,36	938,68
Ahorro en costes ambientales (vertidos)	1,648,81	0,00	1.648,81
TOTAL	37.354,19	9.322,71	28.031,48



8. RESULTADOS: ANÁLISIS CICLO DE VIDA.

COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURAS (HUELLA DE CARBONO)

Inputs	CARBON FOOTPRINT (kg CO2 eq)
INFRAESTRUCTURA (ósmosis)	1,51E-04
INFRAESTRUCTURA (ecogranularwater)	6,42E-03





8. RESULTADOS: ANÁLISIS CICLO DE VIDA.

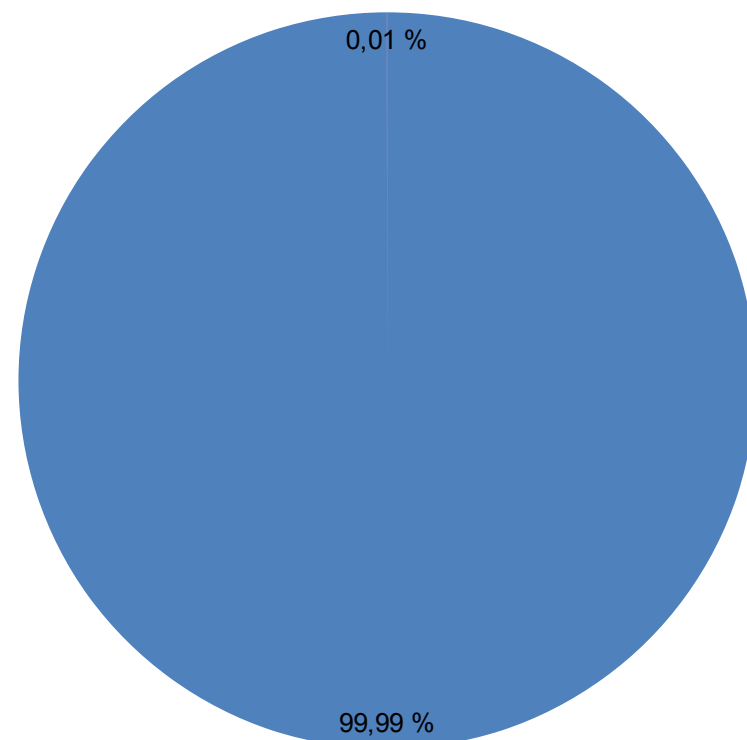


COMPARACIÓN INFRAESTRUCTURA-PRODUCCION DE LA PLANTA DE OSMOSIS (HUELLA DE CARBONO)

Inputs	CARBON FOOTPRINT (kg CO2 eq)
Proceso Producción (osmosis)	1,02E+00
Infraestructura (osmosis)	1,51E-04

TOTAL 1,02E+00

CARBON FOOTPRINT



■ Proceso Producción (osmosis) ■ Infraestructura (osmosis)

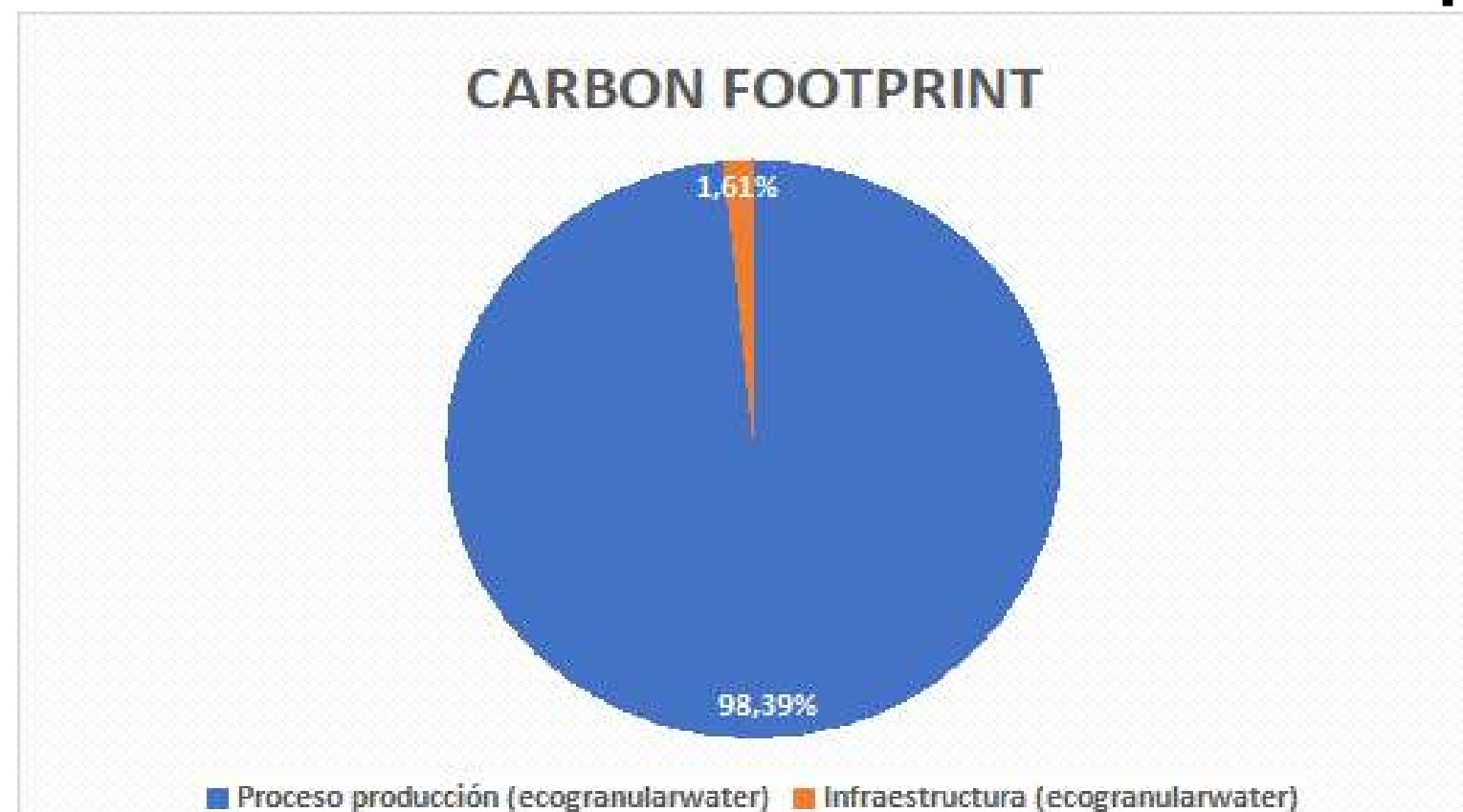


8. RESULTADOS: ANÁLISIS CICLO DE VIDA.

COMPARACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA Y PRODUCCIÓN DE LA PLANTA ECOGRANULARWATER (HUELLA DE CARBONO)

Inputs	CARBON FOOTPRINT (kg CO2 eq)
Proceso producción (ecogranularwater)	3,92E-01
Infraestructura (ecogranularwater)	6,42E-03

TOTAL 3,98E-01

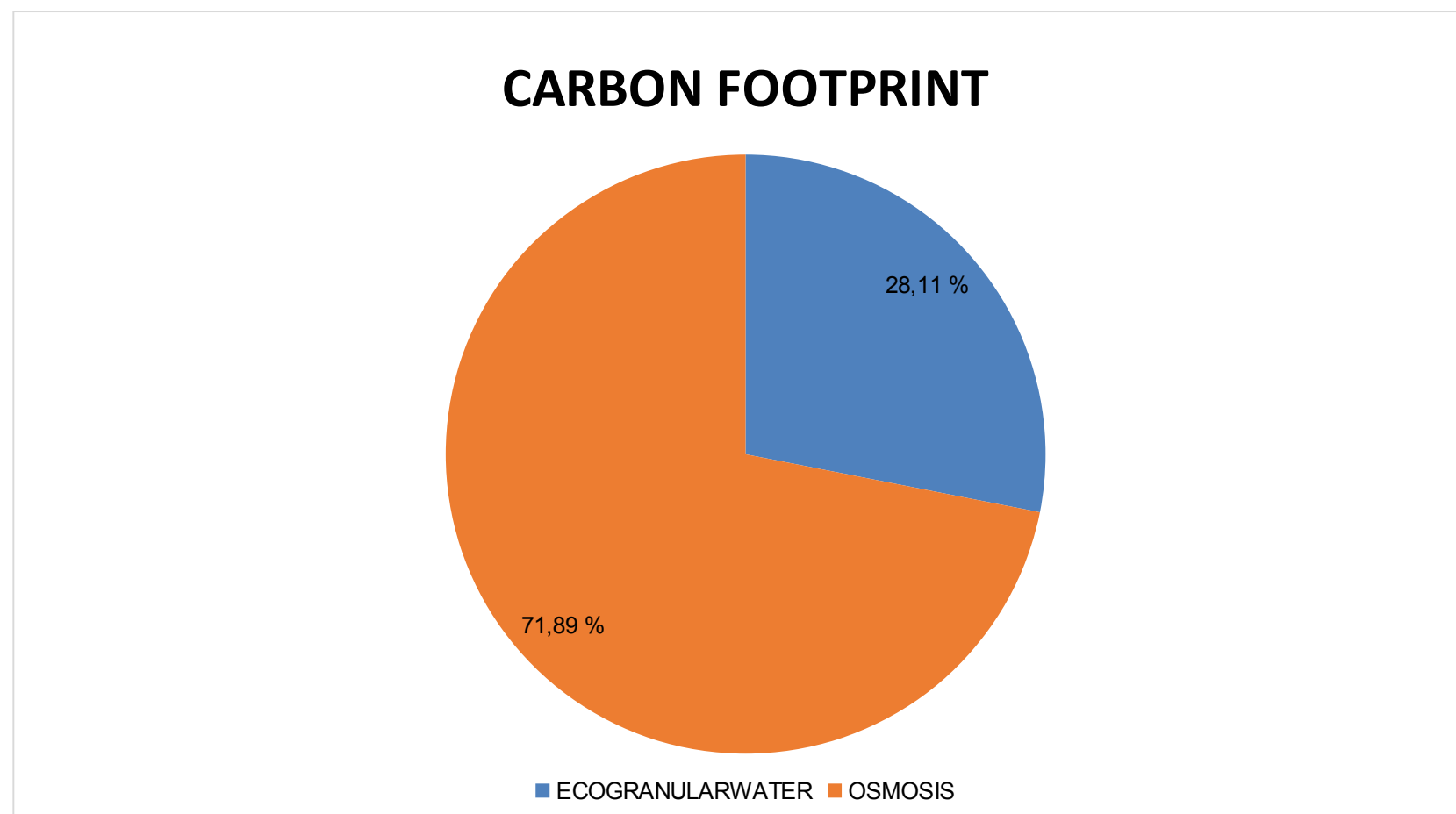




8. RESULTADOS: ANÁLISIS CICLO DE VIDA.

COMPARACIÓN ENTRE PLANTAS (HUELLA DE CARBONO) Infraestructura + proceso de producción

Inputs	CARBON FOOTPRINT (kg CO2 eq)
PROCESO FÍSICO (ósmosis)	1,02E+00
PROCESO BIOLÓGICO (ecogranularwater)	3,980E-01



OI > 2,5ECW

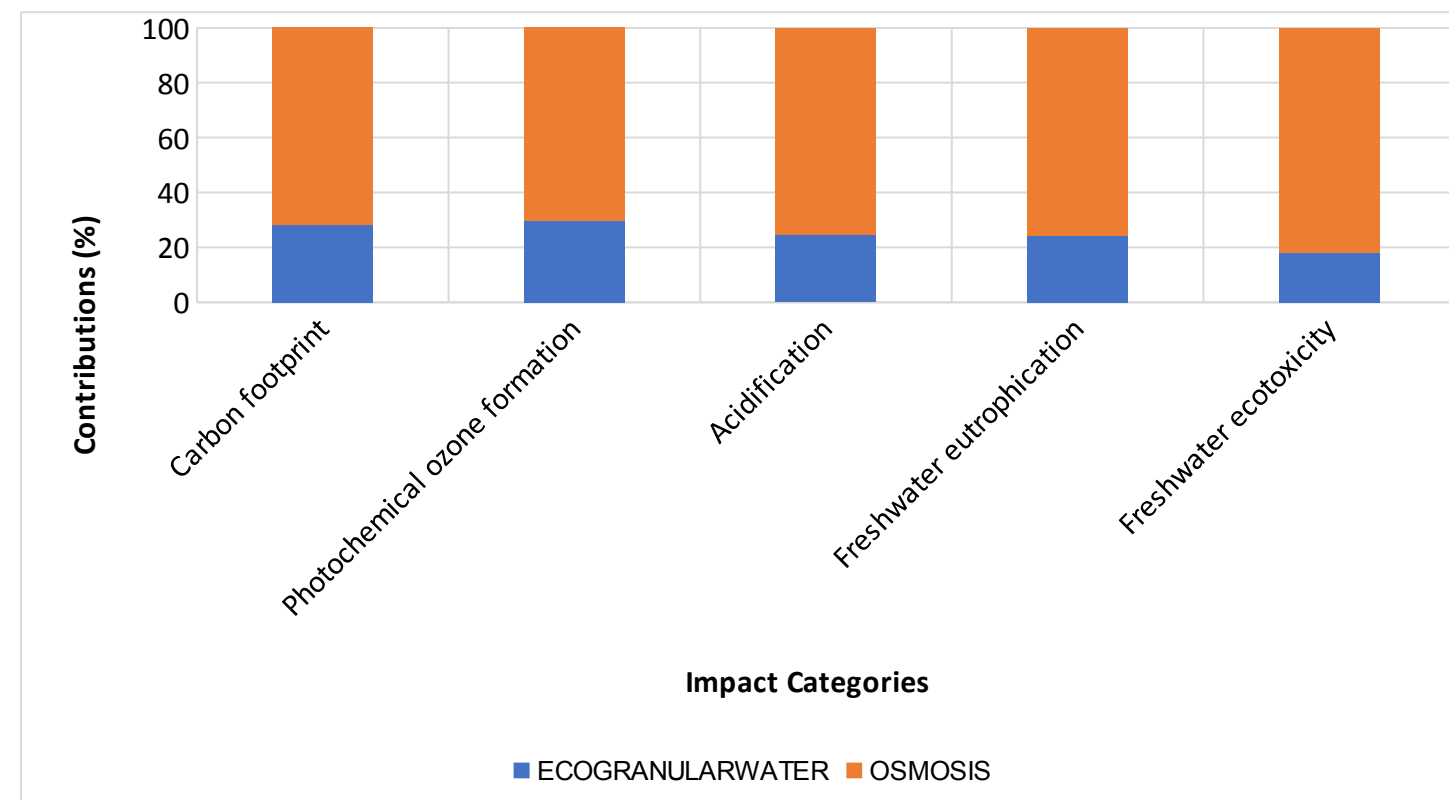


8. RESULTADOS: ANÁLISIS CICLO DE VIDA.

COMPARACIÓN ENTRE PLANTAS (HUELLA AMBIENTAL)

Infraestructura + proceso de producción

Impacts per m3 Water		PROCESO FÍSICO (ósmosis)	PROCESO BIOLÓGICO (ecogranularwater)
Carbon footprint	kg CO2 eq	1,02E+00	4,80E-01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,27E-03	1,63E-03
Acidification	molc H+ eq	8,17E-03	3,36E-03
Freshwater eutrophication	kg P eq	3,34E-04	1,32E-04
Freshwater ecotoxicity	CTUe	2,41E+01	7,24E+00

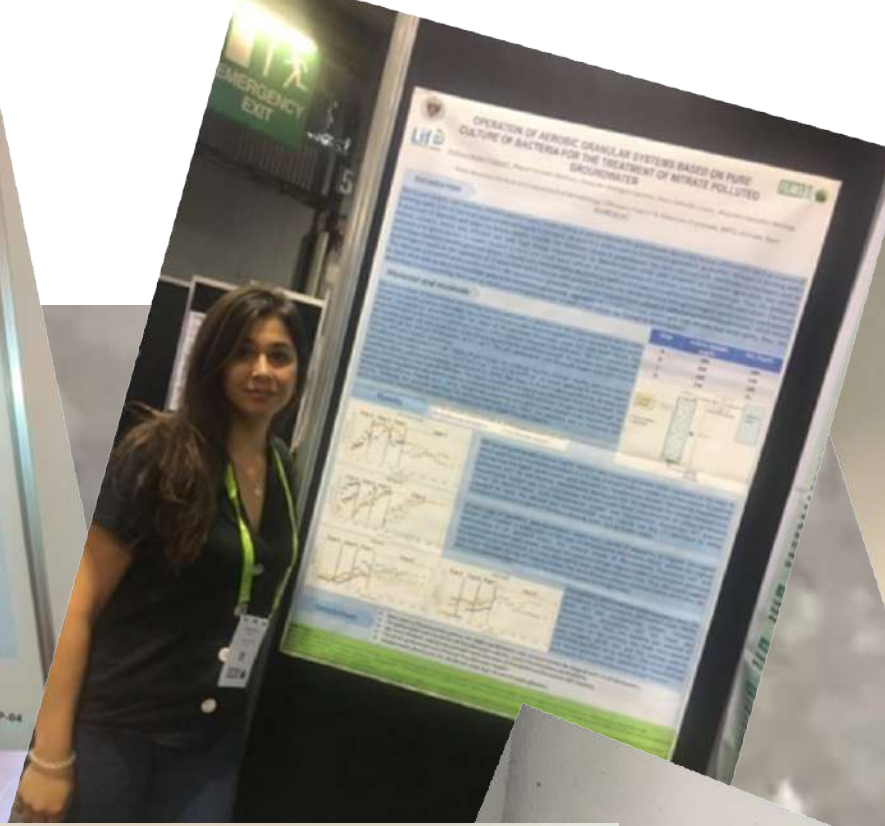




11. CONCLUSIONES.



- Sistema biológico eficiente en la eliminación de nitratos.
- Costes de explotación por debajo de la ósmosis inversa.
- Menor huella ambiental y de carbono que la ósmosis inversa.
- Menor consumo energético.
- Menor consumo de agua.
- Sistema versátil, ampliable, adaptable a las necesidades de la población.
- Ausencia de ecotoxicidad en el proceso.
- Iniciativa de economía circular: menor consumo de agua embotellada, reducción del consumo energético, reducción de vertidos de salmuera.



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN



9. PLAN DE NEGOCIO.



TERRITORIO

**HORIZONTE 3 AÑOS
(Corto plazo)**

ANDALUCIA



FORTALEZAS

- Cercanía a la planta piloto, para explotar el efecto de demostración.
- Existencia de contactos previos con potenciales clientes.
- Amplio conocimiento del territorio y su realidad socioeconómica.

**HORIZONTE 4-6
AÑOS
(Medio plazo)**

**ANDALUCIA +
RESTO DE ESPAÑA
+ PORTUGAL**



FORTALEZAS

- Acumulación de experiencias en la réplica del proyecto, que ayuden a mejorar la comercialización de la tecnología por el efecto demostración.
- Know-How acumulado para la solución de problemas técnicos, búsqueda de fuentes de financiación y adaptación de la tecnología a municipios con diferentes realidades.
- Beneficios acumulados de la inversión en promoción y difusión de tecnología previamente realizada.

**HORIZONTE 7-10
AÑOS
(Largo plazo)**

**ESPAÑA +
PORTUGAL + MALTA
+ ITALIA + OTROS
PAÍSES EUROPEOS**





9. PLAN DE NEGOCIO.



IDENTIFICACIÓN DE SECTORES ECONÓMICOS QUE PODRÍAN BENEFICIARSE DE LA TECNOLOGÍA APARTE DEL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Distribución en % del consumo de agua suministrada por red, según actividades empresariales





10. ACCIONES DIVULGATIVAS.



PÁGINA WEB: www.lifeecogranularwater.com

The screenshot shows the website interface for 'Life ECOGRANULARWATER'. On the left is a navigation menu with items: INICIO, PROYECTO, PARTICIPANTES, NETWORKING, NOTICIAS, PUBLICACIONES / DESCARGAS, CONTACTO, and SOBRE LIFE. Below the menu is a button 'Suscríbete a nuestro BOLETÍN' and social media icons for Facebook and LinkedIn. The main content area is titled 'NOTICIAS Y EVENTOS' and contains three news items:

- Seminario Técnico del Proyecto LIFE ALCHEMIA**
ON: 05/20/2021
La Diputación de Almería es uno de los socios de este proyecto. Fecha: 17 de junio 2021, on-line.
[VER / MORE](#)
- Primera toma de contacto por parte de la autoridad sanitaria**
ON: 04/15/2021
Inspectores de la Delegación Territorial de Salud de Granada han realizado una primera visita a Torre Cardela para conocer de primera mano el sistema biológico instalado en la estación de tratamiento de agua potable para la eliminación de nitratos del agua de consumo humano.
[VER / MORE](#)
- El sistema muestra rendimientos de eliminación de nitratos alrededor del 80 %**
ON: 03/05/2021
Los resultados de la puesta en marcha de la planta de tratamiento biológico se encuentran publicados en la revista científica Journal of Water
- Nuevas entrevistas para el vídeo del proyecto**
ON: 02/15/2021
El pasado 4 de febrero, se grabaron nuevas entrevistas a agentes clave del proyecto LIFE ECOGRANULARW... que formarán parte del vídeo fi... proyecto.



10. ACCIONES DIVULGATIVAS.



ENVÍO DE BOLETINES PERIÓDICOS





BOLETÍN / Septiembre 2020

Octavo Boletín Informativo con los Avances del Proyecto LIFE ECOGRANULARWATER



NEWSLETTER / September 2020

Eighth Newsletter with the Advances of the LIFE ECOGRANULARWATER Project



[Los microorganismos siguen confinados en el biorreactor, eliminando nitratos.](#)
07/05/2020

La eficiencia del sistema en la primera fase del prototipo ha quedado demostrada. El sistema granular elimina el 80% de los nitratos presentes en el agua.
[Ver noticia](#)

[Microorganisms continue confined in the bioreactor, removing nitrates.](#)
07/05/2020

In the first phase of the prototype, the efficiency of the system has been demonstrated. The granular system removes by 80% of the nitrates dissolved in the water.
[See more](#)





BOLETÍN / Abril 2021

Noveno Boletín Informativo con los Avances del Proyecto LIFE ECOGRANULARWATER



NEWSLETTER / April 2021

Ninth Newsletter with the Advances of the LIFE ECOGRANULARWATER Project



MICROBIOS PURIFICADORES

[LIFE ECOGRANULARWATER presente en la pequeña pantalla.](#)
09/10/2020

ConCiencia, el programa de Canal Sur, ha dedicado un espacio a este interesante proyecto que afecta a un bien tan básico como es el agua potable.
[Ver noticia](#)

[LIFE ECOGRANULARWATER present on the small screen.](#)
09/10/2020

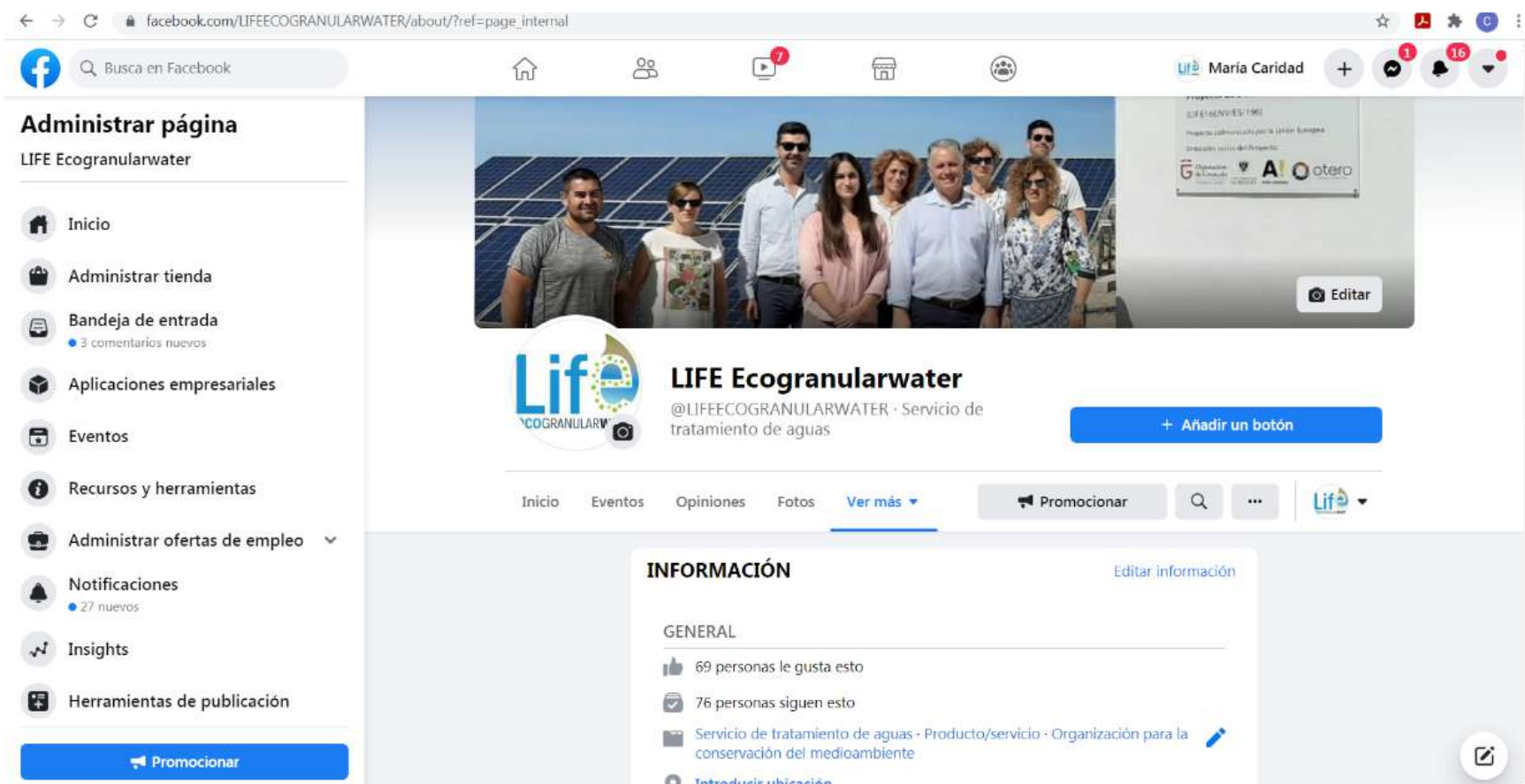
ConCiencia, the Canal Sur programme, has dedicated a space to this interesting project that affects such a basic good as drinking water.
[See more](#)



10. ACCIONES DIVULGATIVAS.



REDES SOCIALES: FACEBOOK Y LINKEDIN





10. ACCIONES DIVULGATIVAS.

AUDIOVISUALES: 2 SPOTS Y 2 VÍDEOS DOCUMENTALES



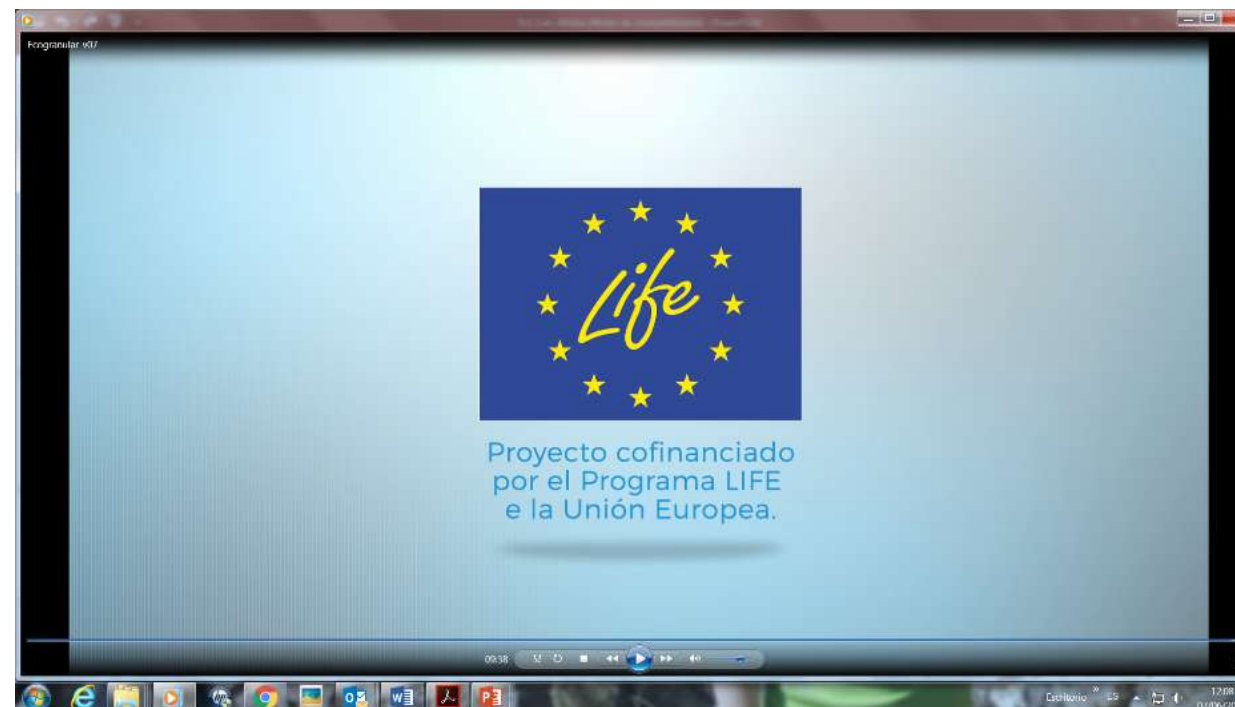
Spot divulgativo proyecto LIFE ECOGRANULARWATER.

Proyecto demostrativo de un sistema de potabilización del agua contaminada por nitratos basado en métodos biológicos. Utilización de sistema granular aerobio.



Spot LIFE ECOGRANULARWATER.

Presentación general del proyecto LIFE ECOGRANULARWATER, invitando a participar en la Jornada Técnica del proyecto que tuvo lugar el 10 de octubre de 2019 en la Diputación Provincial de Granada.





10. ACCIONES DIVULGATIVAS.



NETWORKING CON OTROS PROYECTOS / DIFUSIÓN TÉCNICA EN SEMINARIOS Y CONGRESOS

