

Webinar: Humedales como soluciones basadas en la naturaleza

Skills for sustainable, resilient, and socially fair communities



3-11 June 2023

**#EUGreenWeek
PARTNER EVENT**

LIFE MATRIX - Recarga gestionada de acuíferos con agua regenerada: solución innovadora integrada por aspectos físico, digital y de gobernanza.



3-11 June 2023

#EUGreenWeek
PARTNER EVENT

2



1. Problemática medioambiental
2. Información general del proyecto
3. Objetivos
4. Impacto
5. Acciones del proyecto:
 1. Adquisición de permisos
 2. Caracterización hidrogeológica y red de monitoreo y control
 3. Diseño del sistema de recarga
 4. Medidas de gestión y mitigación del riesgo
6. Cuellos de botella y próximos pasos

CONTEXTO EUROPEO

Escasez hídrica

Afecta a un 15-25% del territorio europeo total.

Costa mediterránea:

- La demanda estacional compromete la disponibilidad de recursos hídricos de origen natural:
 - Aumento de consumo mayor que el ratio de crecimiento poblacional.
 - Alta estacionalidad de la demanda en zonas turísticas.
 - Contaminación de los recursos hídricos disponibles.

Sobreexplotación de acuíferos

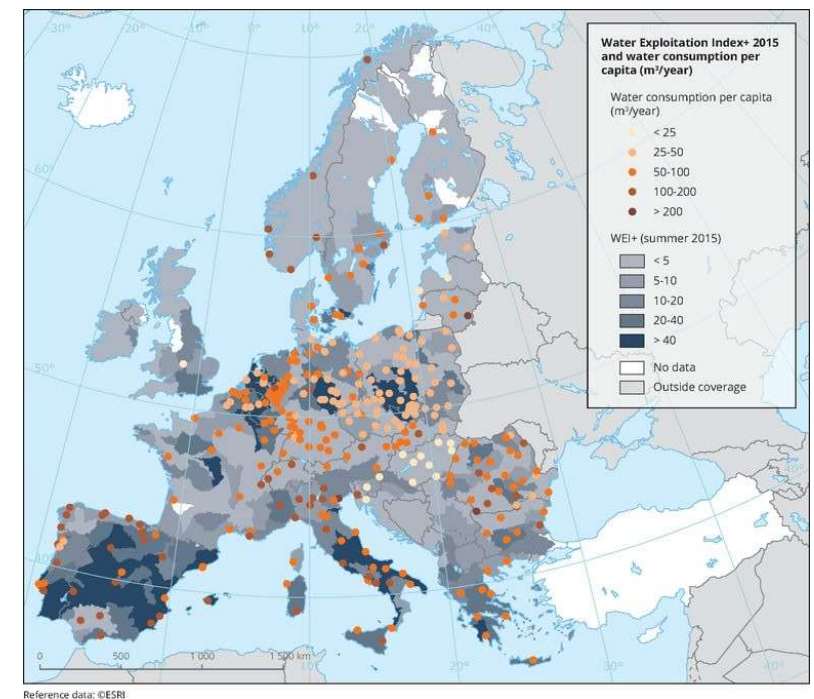
Agua subterránea recurso estratégico en la UE frente a la sequía:

- 55% abastecimiento humano (EEA, 2010).
- Más relevante en el Sur de Europa: 33% utilizada para riego (EASAC, 2010).

Para satisfacer demandas se ven comprometidos el buen estado de las MAST.

□ Agotamiento de los recursos subterráneos disponibles.

□ Intrusión salina en los acuíferos.



WIE in Europe (EEA, 2020e)

>20%: recursos hídricos están bajo estrés

>40% indican estrés severo

RECARGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS (MAR)

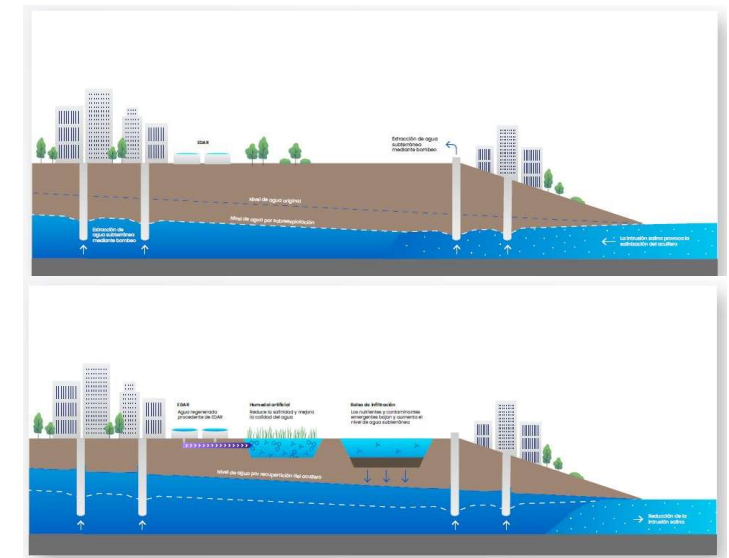
VENTAJAS

- Preservación de la cantidad.
- Preservación de la calidad.
- Preservación de ecosistemas.
- Tratamiento adicional natural.
- Asegura el recurso en época estival.

DESVENTAJAS

- Complejidad de implantación en función de:
 - Calidad.
 - Incertidumbre asociada al riesgo.
 - Falta de límites estandarizados en la UE.

- Capacidad de almacenamiento (España): 134.000 hm³ (regulación en embalses x 2)
- En la provincia de Málaga existen diferentes dispositivos de recarga artificial:
 - Señorío
 - Aloha
 - Bajo Guadalhorce – Río Vélez (propuesta de recarga con regeneradas)
- Potencial de las técnicas MAR aún por explotar (apuesta decidida Junta de Andalucía)--> ACOSOL vende regenerada a campos de golf (5 hm³) de una capacidad de producción de 50 hm³



LIFE MATRIX

"Safe water reuse in Managed Aquifer Recharge (MAR): innovative solution combining physical, digital and governance"

PRESUPUESTO:

Total : 1.675.312 €

% EC Co-financiación: 55% (912.070€)

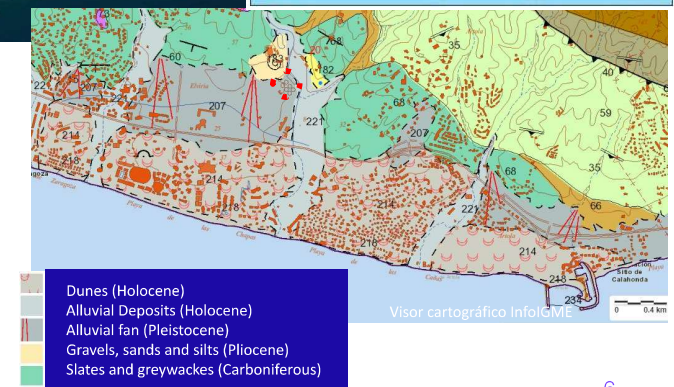
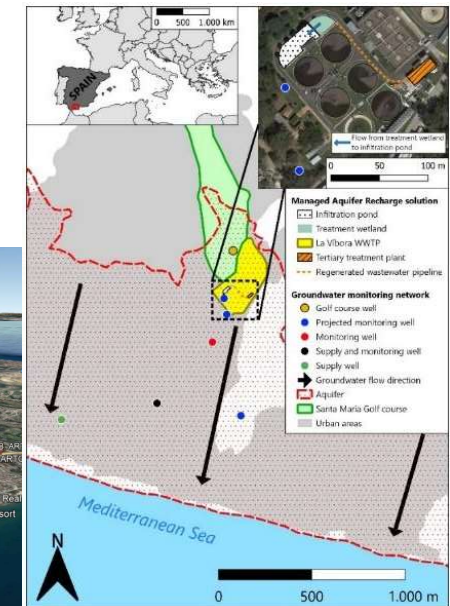
DURACIÓN: 01/10/21 - 30/09/24

DEMO SITE: WWTP La Víbora (Málaga)

Coordinador: **CETAQUA ANDALUCÍA**

Socios Beneficiarios: **CETAQUA BARCELONA**, **ACOSOL**, **CEYUMA**

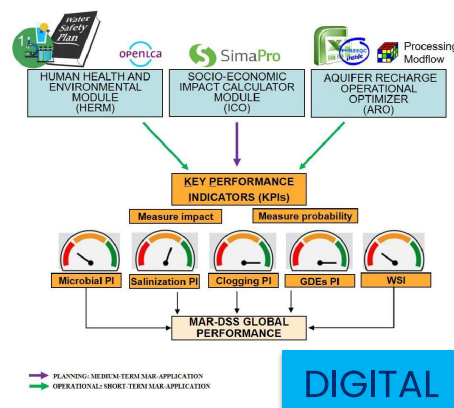
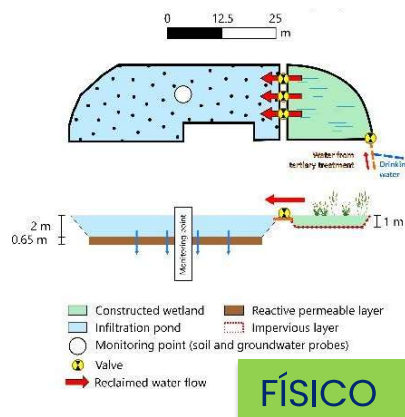
Stakeholders:



OBJETIVO GENERAL: Demostrar la viabilidad técnica, medioambiental y sanitaria de la recarga gestionada de acuíferos con agua regenerada con el fin de incrementar la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

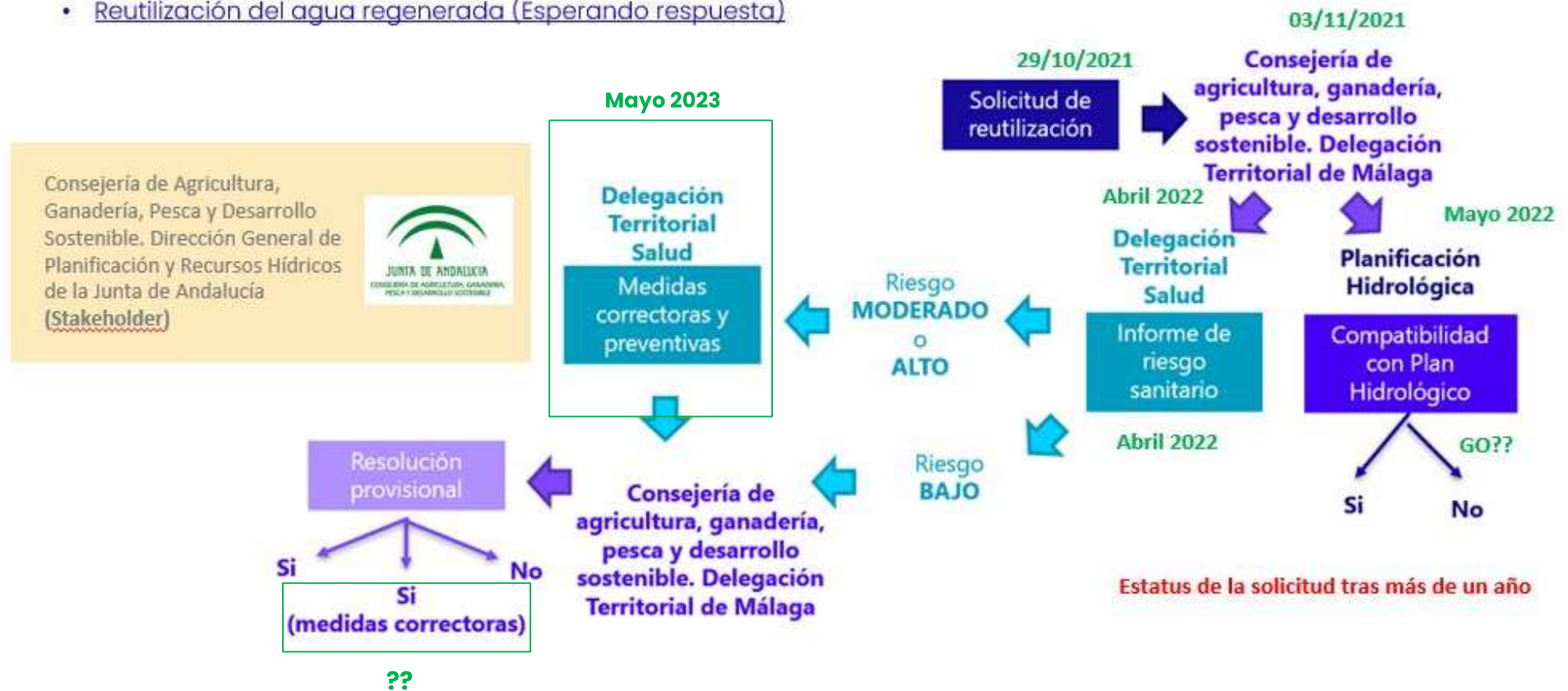
1. Validar una solución técnica basada en la combinación de Humedal reactivo + balsa de infiltración con capa reactiva permeable + red de monitoreo.
2. Integrar toda la información resultante en un Sistema de Soporte a la Decisión para la gestión del riesgo asociado a este tipo de recarga.
3. Desarrollar guías metodológicas que contribuyan a estandarizar este sistema de recarga bajo un marco legal o regulatorio a nivel nacional y europeo.



GOBERNANZA

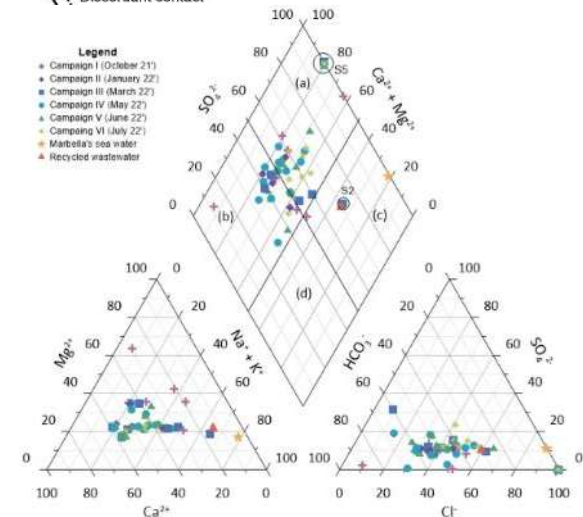
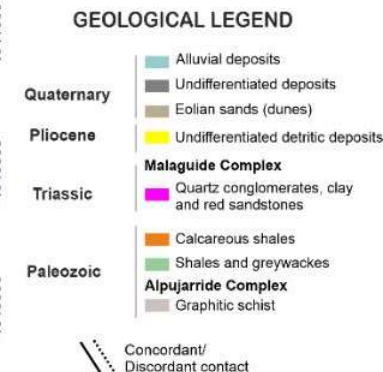
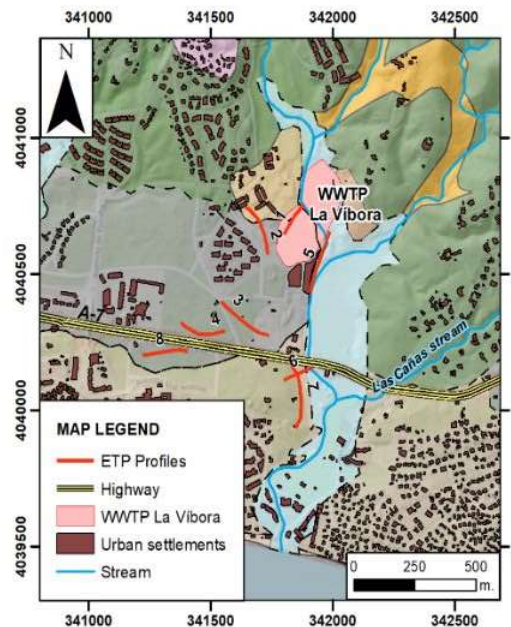
- Recargar **50.000m3/año** de agua regenerada:
 - Reducción del consumo energético en un 99% (223.050 kWh/año).
 - Reducción de gases de efecto invernadero 99% (89,22 t/año).
- Incremento de la recarga de acuíferos en la zona piloto 15% (50.000 m3/año).
- Reducción del índice de explotación (WEI+) 13%.
- Reducción de sustancias potencialmente peligrosas 50% (4,75 kg/año).

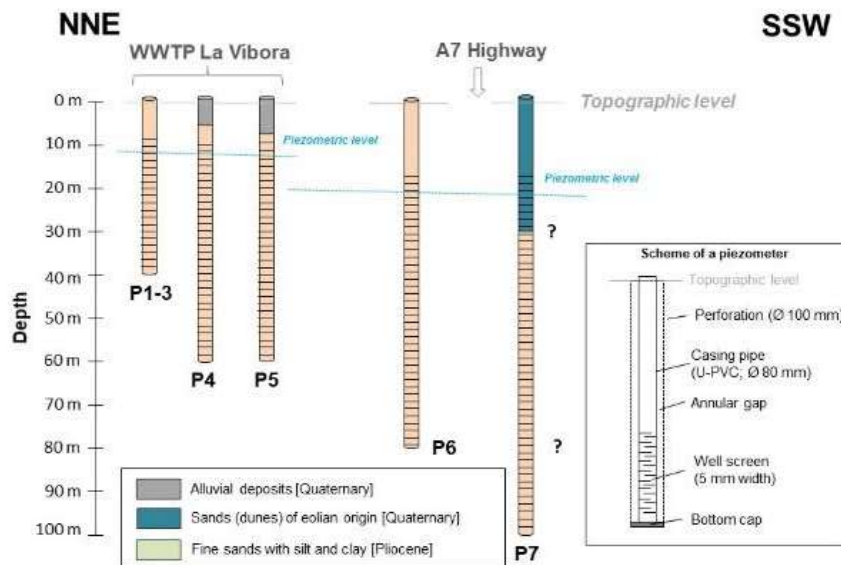
- ✓ Perforación de piezómetros (Respuesta de minas: no necesario)
- Reutilización del agua regenerada (Esperando respuesta)



5. ACCIONES DEL PROYECTO CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR HIDROGEOLÓGICA A ESCALA LOCAL

- ✓ Inventario de puntos de agua subterránea.
- ✓ Campañas de muestreo.
- ✓ Delimitación de la geometría del acuífero y distribución de materiales en profundidad.
- ✓ Interpretación estratigráfica a partir de los sondeos geotécnicos.
- ✓ Diseño de la red piezométrica de monitoreo y control de la recarga.
- ✓ Modelo conceptual preliminar del acuífero

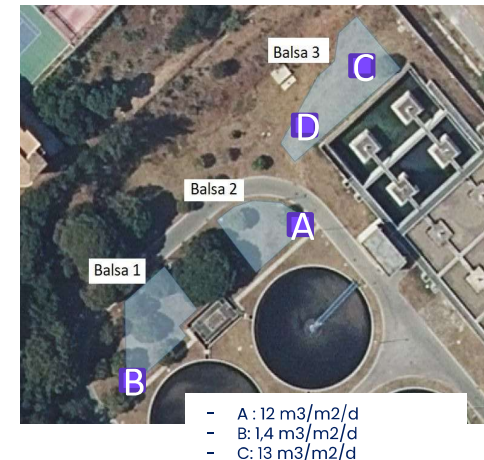




- ✓ Ensayos de permeabilidad de corta duración
- ✓ Prospección geofísica (UB)
- ✓ Estudio geotécnico (Geosand)
- ✓ Diseño de la capa reactiva (UPC)
- ✓ Diseño del humedal artificial (Consulnima)
- ✓ Diseño de las conexiones del sistema MAR

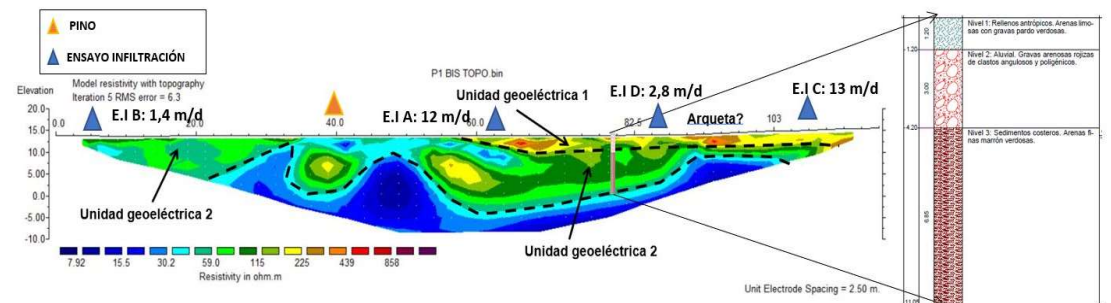


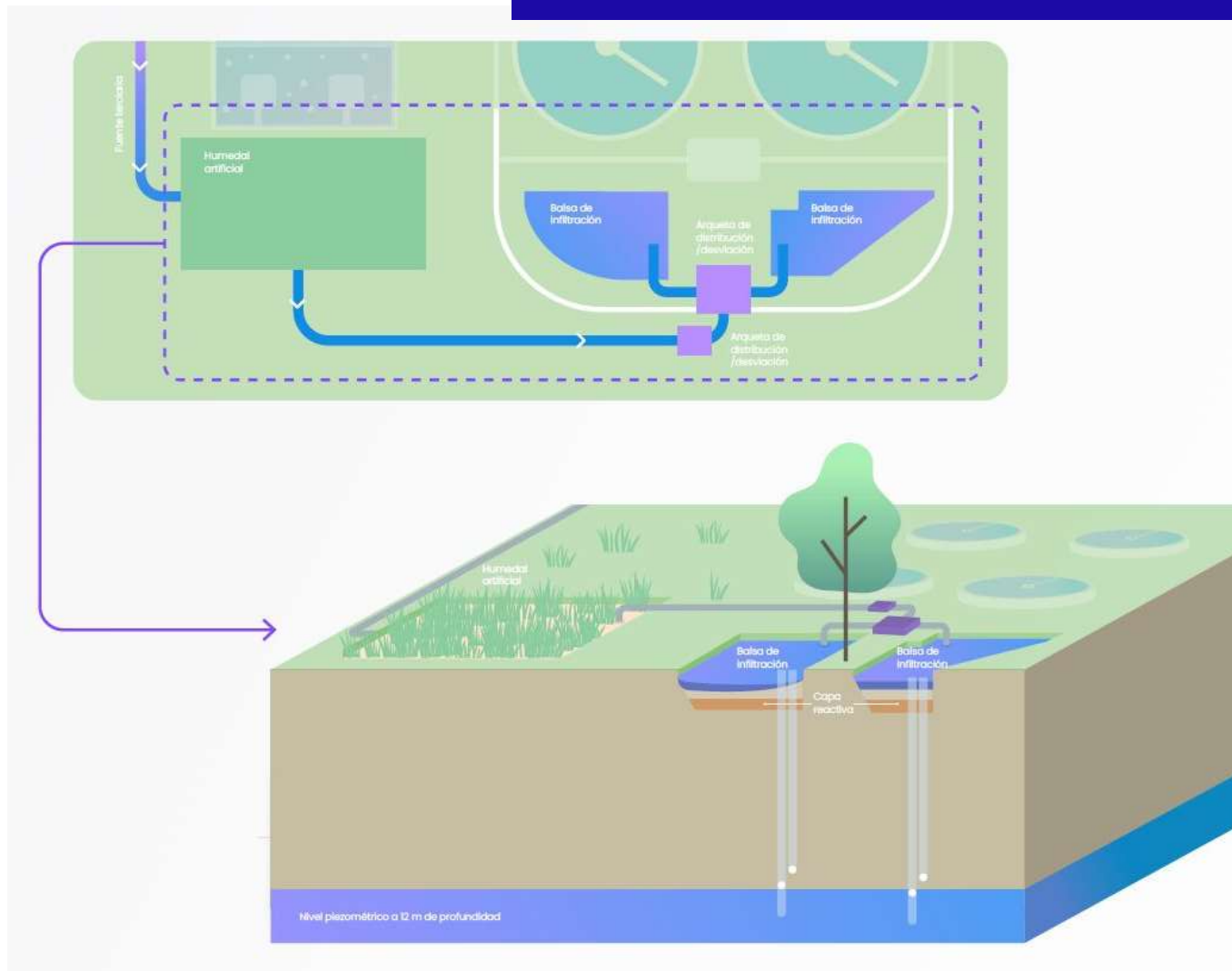
CETAQUA
ANDALUCÍA



Volumen de infiltración considerando una balsa de 300 m²:

[m ³ /día]	Llenado	Vaciado	[L/s]	Llenado	Vaciado	[m ³ /año]	[m ³ /año] 255 días
Mínimo	3.390	330	Mínimo	39	4	120.450	84.150
Promedio	4.545	405	Promedio	53	5	147.825	103.275
Máximo	5.700	480	Máximo	66	6	175.200	122.400





5. ACCIONES DEL PROYECTO

DISEÑO DEL SISTEMA DE RECARGA – CARACTERIZACIÓN AGUA REGENERADA Y METAGENÓMICA

Parámetro	Unidades	RD 1620/2007	Valor promedio anual					
			2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sólidos en Suspensión	mg/l	35	6,0	3,0	4,3	4,3	7,4	10,7
Turbidez	UNF/UAF		2,0	1,2	3,9	3,6	6,0	8,3
Escherichia Coli	UFC/100 ml	1000	2,0	6,0	57,0	0,0	0,0	0,0
Nematodos Intestinales	Huevo/10 L		0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Cloro residual	mg Cl ₂ /l		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
pH			6,9	7,6	7,9	7,9	7,8	7,6
Conductividad 25 °C	µS/cm		1630,0	2054,0	2666,8	2923,5	2685,7	3411,1
Cloruros	mg Cl ⁻ /l		326,0	455,0	654,2	795,4	938,8	1088,3
Sodio	mg Na ⁺ /l		183,0	222,0	344,1	415,0	471,2	461,6
Potasio	mg K ⁺ /l		16,0	15,7	22,8	23,9	26,5	24,8
Calcio	mg Ca ²⁺ /l		11,0	44,8	46,1	35,5	40,0	37,3
Magnesio	mg Mg ²⁺ /l		49,0	54,0	54,6	64,4	60,0	63,3
Bicarbonatos	mg HCO ₃ ⁻ /l		281,0	360,0	435,4	443,1	448,3	442,3
Nitrógeno total	mg N/l	10	9,8	13,6	26,8	25,5	29,6	30,6
Nitrógeno orgánico	mg N-org/l		0,0	0,4	2,0	1,6	3,5	4,5
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₄ ⁺ /l		0,9	7,7	21,7	20,3	22,9	24,5
Nitrógeno de nitritos	mg N-NO ₂ ⁻ /l		0,0	0,2	0,6	0,2	0,3	0,5
Nitrógeno de nitratos	mg N-NO ₃ ⁻ /l	25	1,7	1,6	2,6	3,4	2,9	1,1
Fósforo total	mg P/l		1,0	1,2	2,5	2,6	2,2	3,2
Fósforo de ortofosfatos	mg P-PO ₄ ³⁻ /l		1,0	1,0	2,2	2,1	1,7	2,5
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /l		65,0	80,0	105,4	110,6	132,0	130,9
Boro	mg B ³⁺ /l		0,1		0,2	0,2	0,2	0,2
Cloro residual	mg Cl ₂ /l		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2

METAGENÓMICA: grupos bacterianos relacionados con Gammaproteobacteria:

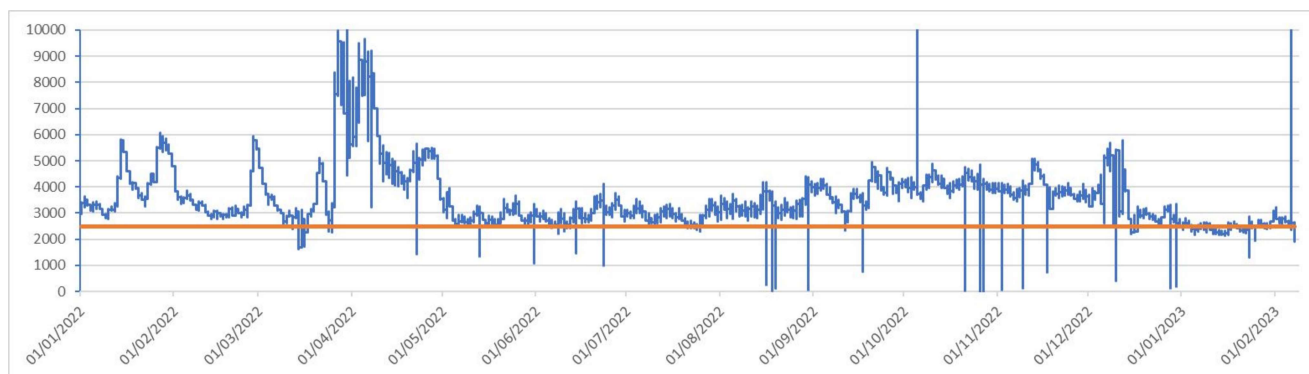
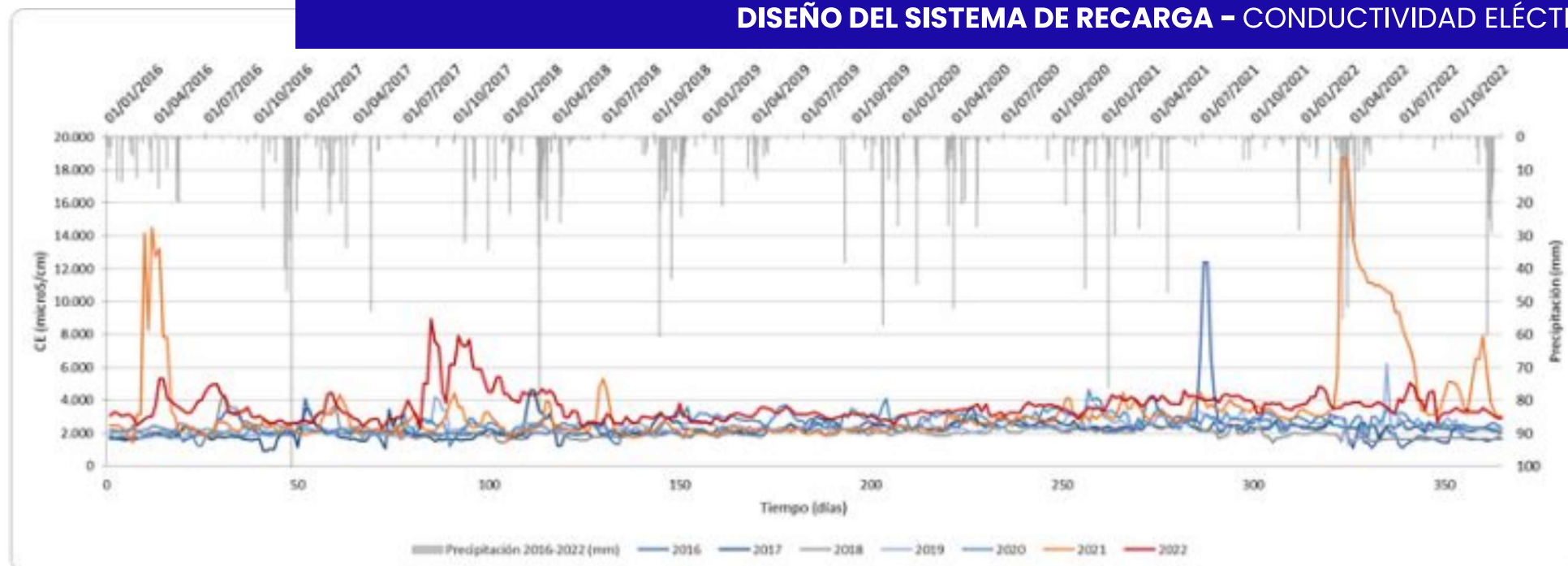
- Curvibacter (Betaproteobacteria).
- Nitrosotenus (Thaumarchaeota).
- Magnetospirillum (Alphaproteobacteria).
- Nitrospirae (phylum nitrospirae).

Estos grupos bacterianos son significativamente abundantes en suelos, lagos, ríos y océanos y no suponen un impacto hacia el medio ambiente, por el contrario, los grupos bacterianos Nitrosotenus y Nitrospirae tienen un papel fundamental en el ciclo del nitrógeno que contribuirá positivamente en los procesos de geodepuración del acuífero.

Grupo	Parámetros	Método	18/11/2022	Unidades
Caracteres Físico-Químicos	1,7-Dimetilxantina	A-PE-BS0090 ESPECIAL HPLC-MS/MS	< 0.05	µg/L
	Sucralosa	A-PE-BS0090 ESPECIAL HPLC-MS/MS	< 0.20	µg/L
Compuestos orgánicos volátiles	MDMA	A-PE-BS0090 ESPECIAL HPLC-MS/MS	< 0.10	µg/L
Plaguicidas	DEET	A-PE-BS0090 ESPECIAL HPLC-MS/MS	< 0.05	µg/L
Plaguicidas organofosforados	Clorpirifós	BS/0079-Halogenados SBSE-MSMS	< 0.0100 ± 32 %	µg/L
	Diazinón	BS/0079-Halogenados SBSE-MSMS	< 0.0100 ± 33 %	µg/L
Plaguicidas organonitrogenados	Simazina	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.03 ± 30 %	µg/L
	Terbutilazina	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.03 ± 27 %	µg/L
	Terbutrina	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.03 ± 27 %	µg/L
	Cafeína	BS/110 ESPECIAL HPLC-MS/MS	0.58	µg/L
Fármacos	Carbamazepine	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	0.34 ± 32 %	µg/L
	Codeína	BS/110 ESPECIAL HPLC-MS/MS	0.03	µg/L
	Cotinina	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	0.11	µg/L
	Diclofenac	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	0.02 ± 32 %	µg/L
	Erythromycin	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.01 ± 32 %	µg/L
	Gemfibrozil	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.03	µg/L
	Metformina	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.100	µg/L
	Metoprolol	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.10	µg/L
	Paracetamol	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.10	µg/L
	Sulfamethoxazole	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	0.19	µg/L
	Venlafaxina	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.03	µg/L
Fenoles	Pentaclorofenol	A-BS-PE-0055 Derivatización-SBSE-TD-GC-MS	< 0.05 ± 31 %	µg/L
Otros plaguicidas	Acetamidrid	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	0.040 ± 25 %	µg/L
	AMPA	A-BS-PE-0073 Derivatización-SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	1.220 ± 30%	µg/L
	Diuron	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.1 ± 31 %	µg/L
	Glifosato	A-BS-PE-0073 Derivatización-SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	0.170 ± 22%	µg/L
	Imidacloprid	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	0.200 ± 25 %	µg/L
	Isoproturon	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.03 ± 20 %	µg/L
Compuestos orgánicos semivolátiles	MCPP (mecoprop)	A-BS-PE-0049 Inyección directa HPLC-MS-MS	< 0.100 ± 30 %	µg/L
	CLARITROMICINA	A-BS-PE-0076 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.01 ± 32 %	µg/L
	n-Nitrosodimetilamina	A-BS-PE-0051 LLE-GC-MS	< 200.00 ± 34%	ng/L
Hormonas y derivados	Triclosan	A-BS-PE-0038 SBSE-GC-MS	< 0.0100	µg/L
	a-Estradiol	A-BS-PE-0083 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.10	µg/L
	b-Estradiol	A-BS-PE-0083 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.30 ± 20 %	µg/L
	Estrilol	A-BS-PE-0083 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.30 ± 19 %	µg/L
	Estrona	A-BS-PE-0083 SPE ON LINE-HPLC-MS-MS	< 0.30 ± 21 %	µg/L
Higiene, emisión e inmisión	Nicotina	A-PE-BS0090 ESPECIAL HPLC-MS/MS	2,80	µg/L

5. ACCIONES DEL PROYECTO

DISEÑO DEL SISTEMA DE RECARGA – CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



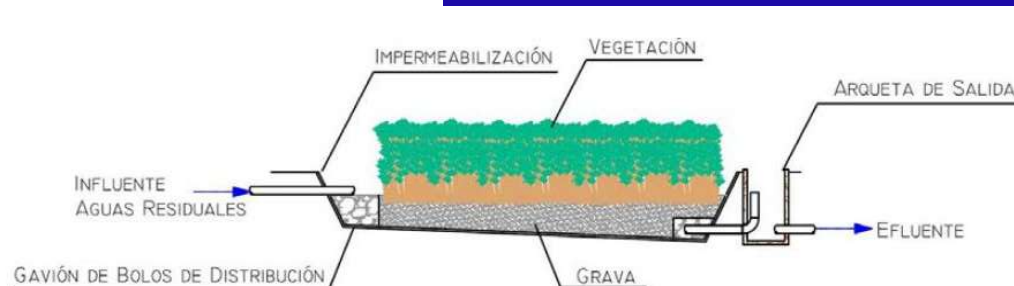
Number of days with EC below the following values:

	<2.000	<2.500	<3.000	<3.500
2016	117	281	343	356
2017	103	292	351	362
2018	146	323	355	359
2019	63	231	342	361
2020	22	150	283	350
2021	25	156	228	285
2022	0	6	82	201

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PROMEDIO	2.310	2.237	2.106	2.409	2.635	3.428	3.597
MAX	12.410	5.030	4.320	6.214	4.665	18.740	8.960
MIN	1.115	1.074	1.493	1.302	1.206	1.434	2.250

5. ACCIONES DEL PROYECTO

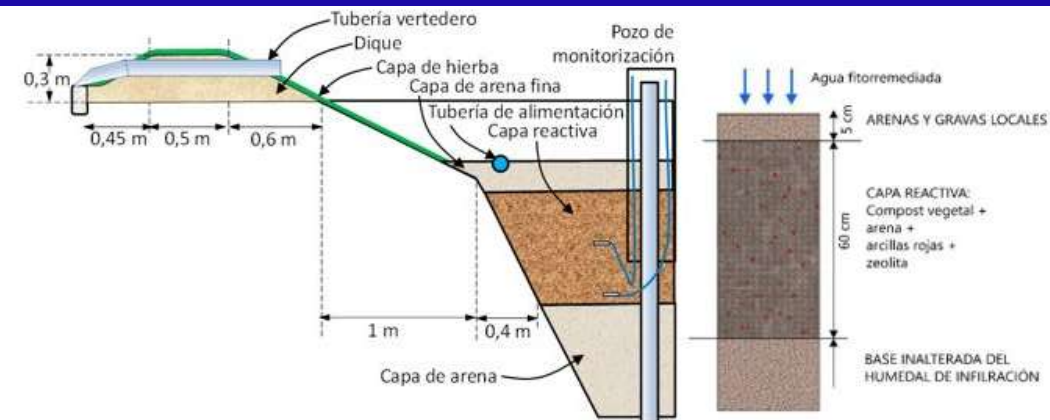
DISEÑO DEL SISTEMA DE RECARGA – HUMEDAL ARTIFICIAL Y BALSAS DE INFILTRACIÓN (CPR)



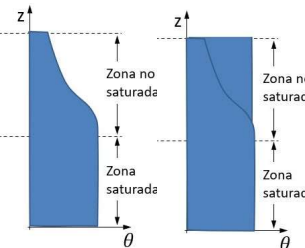
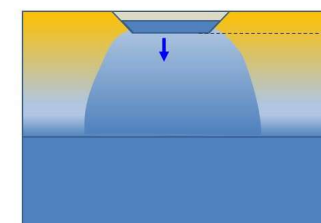
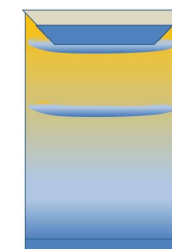
Variable	Unidades	Escenario 1	Escenario 2
t	d	1,51	1,25
L	m	25	25
W	m	13	13
Dm	m	0,25	0,25
n		0,35	0,35
Dw	m	0,55	0,55
Qmed,d	m3/d	136,9	166,4

Periodo	IR (h)	Meses de pilotaje																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	12																		
2	6																		
3	2																		
4	48																		
5	Continuo																		

Parámetro	Unidades	Escenario 1	Escenario 2
Q	m³/día	136,99	166,44
N (e)	mg/l	30.6	30.6
Superficie min	m²	400	400
N (s)	mg/l	27.93	28.33
% red. humedal	%	8,72	7,4
RD/1620/2007	mg/l	10	10
CPR (s)	mg/l	9.21	9.91
% red. balsas	%	67	65

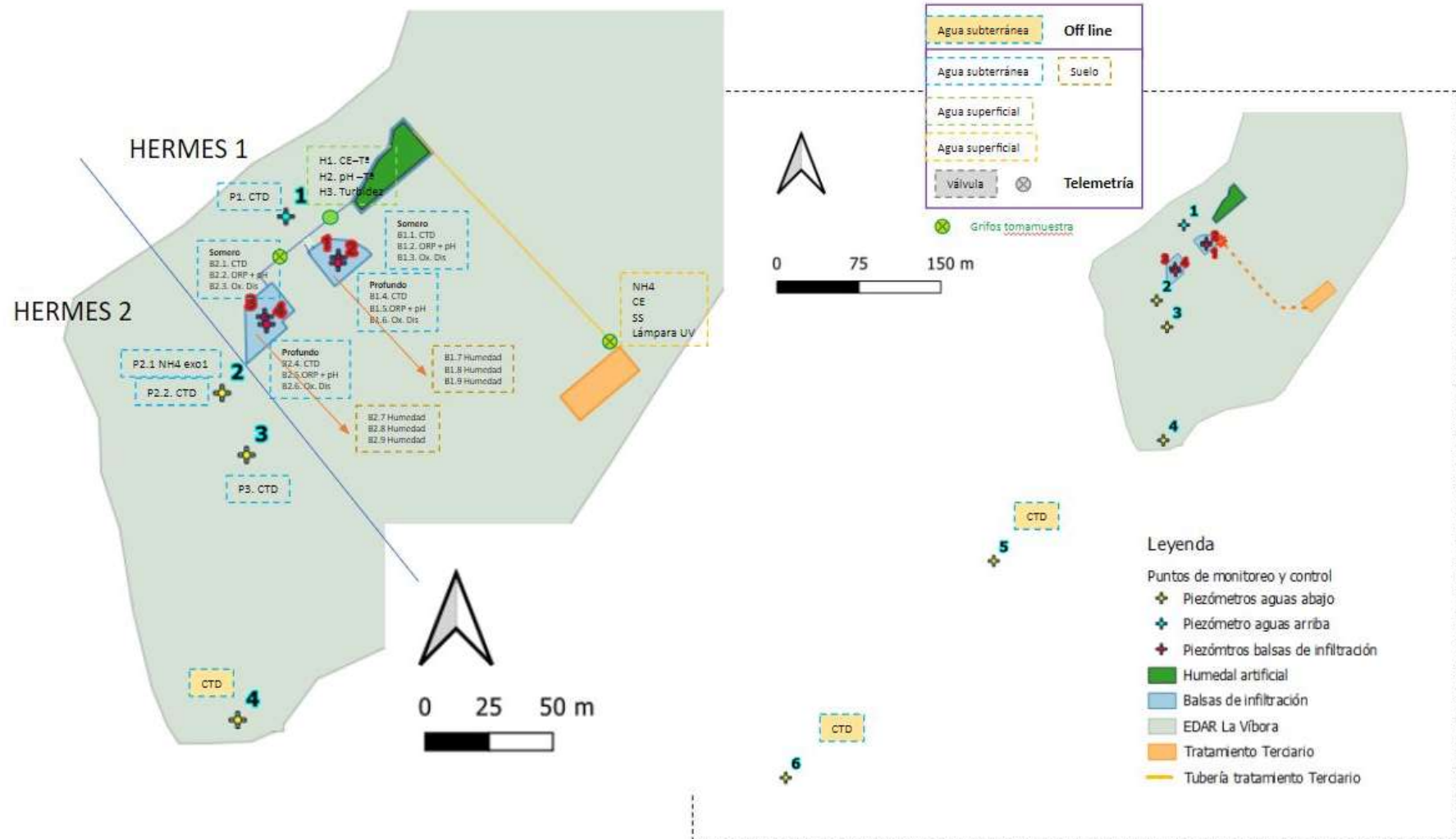


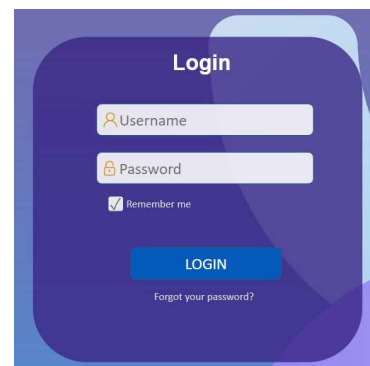
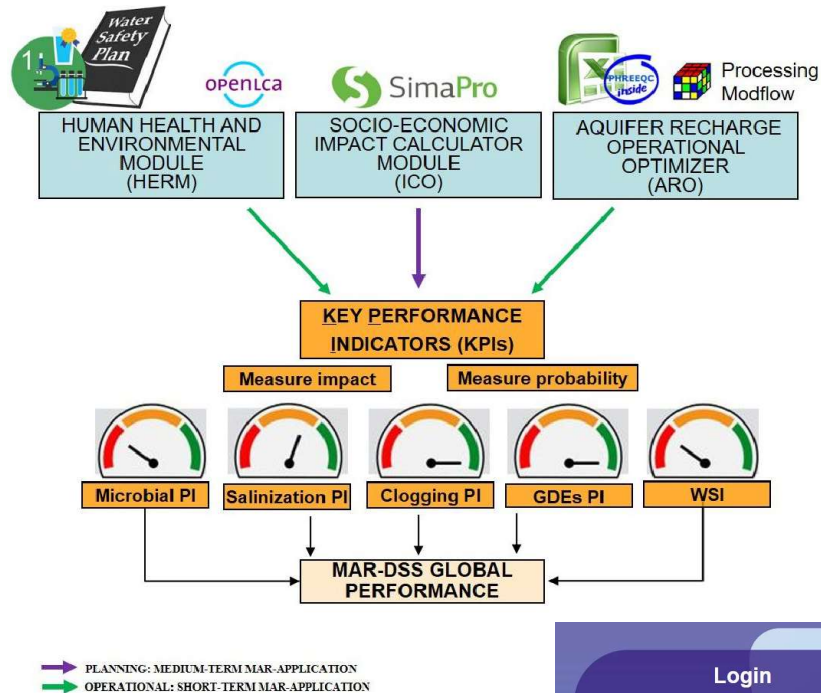
- Control automatizado de la CE, amonio, SS.
- Asegurar suficiente O2 para nitrificación.



5. ACCIONES DEL PROYECTO

DISEÑO DEL SISTEMA DE RECARGA – EQUIPOS DE MEDICIÓN EN CONTINUO





5. ACCIONES DEL PROYECTO MEDIDAS DE GESTIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO

HERM

Módulo de ayuda a la gestión de la recarga para reducir el impacto ambiental y sanitario

- Monitorizar parámetros clave
- Reflejar las mediciones (continuas y puntuales)
- Categorizar en base a consignas y alertas pre-defenidas
- Proporcionar recomendaciones de medidas preventivas y correctivas, responsables y registros

ICO

Cálculo de impactos socioeconómicos derivados del MAR para establecer prioridades en el medio-largo plazo de mejoras del esquema de recarga y adaptarlo a posibles cambios legales de la UE

ARO

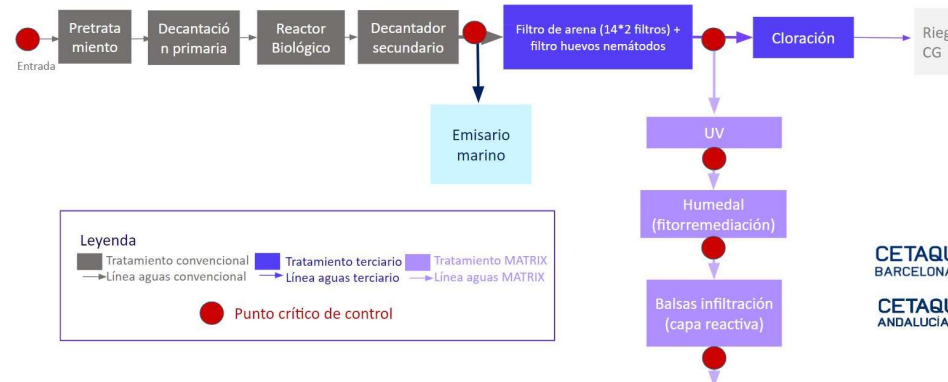
Simulará diferentes escenarios para recomendar parámetros operativos de recarga en función de la calidad del agua.



5. ACCIONES DEL PROYECTO

MEDIDAS DE GESTIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO – MAR–Safety Plans: Proceso

1. Caracterización del efluente de la Víbora
2. Identificación de los riesgos:
 - a. parámetros críticos
 - b. puntos críticos
3. Definición de
 - a. límites críticos y los puntos críticos de control
 - b. sensores en continuo para monitorear los riesgos
 - c. campañas de muestreo
 - d. acciones correctivas
 - e. Establecimiento de procesos de verificación y procesos de registro



6. Cuellos de botella y siguientes pasos

Trámites administrativos

- A1.2. Expediente reutilización

Próximos pasos

- Lanzamiento de licitaciones: red de control de agua subterránea y construcción del sistema de recarga.
- Adecuación del plan analítico a los requerimientos de Sanidad.
- Definición de protocolos/acciones correctivas/recomendaciones (DSS - MAR SP)

matrix

More info at
www.life-matrix-project.eu

Contacto:

saraespinosa@cetaqua.com

@SaraEspMar



CETAQUA
ANDALUCÍA

CETAQUA
BARCELONA

