

## ANEXO VIII

### INFORME RESUMEN JUSTIFICATIVO- FICHA RESUMEN.

Justificación Octubre 2024.

Tipo de informe (marcar el que proceda):

Anual, proyecto en curso (se presentará en la justificación de octubre o en la de junio si se justifica la anualidad entera en este mes)

Final de proyecto (justificación de junio o de octubre, en función de cuando termine el proyecto). Terminan los de la convocatoria 2021. Se acompañará de power point de 30 imágenes de las distintas fases con una breve explicación de cada una de ellas.

Nº Código del grupo de cooperación:

GCP-2021-0050-00

Nombre del grupo de cooperación:

**REURIEGO: DEMOSTRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS**

Ámbito de actuación (señalar el que corresponda: productividad y sostenibilidad de explotaciones, mejora del regadío o aumento del valor añadido):

El Proyecto toca colateralmente todos los ámbitos, si bien de manera natural puede ser incluido en el de mejora del regadío.

El Proyecto promueve en las explotaciones agrarias una gestión eficiente de los recursos naturales (agua) y de los inputs (energía en este caso) y facilitar una gestión sostenible de los subproductos ganaderos y de su aprovechamiento, permitiendo la reutilización de las aguas de lavado de filtros de las instalaciones de riego que generan grandes pérdidas en términos de agua, energía (pérdida de agua ya bombeada) y medioambientales.

En relación con la protección del medio ambiente, el proyecto incluye la protección de la naturaleza y las afecciones sobre el cambio climático no solo en cuanto a la actuación mencionada en el párrafo anterior sino también evitando los vertidos municipales de Alcalá de Gurrea y sustituyéndolos por una reutilización de agua en el entorno cercano y de lodos para mejorar suelos áridos adyacentes al municipio.

Número de miembros del grupo: 5

**Beneficiarios:**

- GEEZAR Soluciones S.L.
- Comunidad de Regantes CAMPÉS
- Unión de Pequeños Agricultores (UPA – Aragón)

**Miembros no beneficiarios:**

- Universidad de Zaragoza (Grupo CREDENAT)
- Ayuntamiento de Alcalá de Gurrea

**Reseña de reuniones celebradas:**

NOTA: Se muestran las reuniones celebradas tan solo durante este Periodo 4.

**1.- De coordinación del grupo:**

- 15 de Octubre de 2023 (preparación del Periodo 4).
- 4 de Junio de 2024 (de manera posterior a la visita demostrativa a Caspe).
- 27 de Septiembre: Preparación de justificación del periodo y cierre de Proyecto.

**2.- Entre beneficiarios o socios del propio grupo:**

- Reuniones mensuales entre CAMPÉS y GEEZAR en Caspe, en primavera también con personal de la subcontratada VELABER Consulting, para revisar el plan de trabajo.

Fechas de reuniones: 15 de Octubre (tras la de coordinación), 24 de Noviembre, 4 de Diciembre, 22 de Enero, 13 de Febrero, 14 de Marzo, 19 de Abril, 15 de Mayo, 4 de Junio, 5 de Julio, 21 de Agosto y 27 de Septiembre.

- Reuniones de avances en divulgación entre GEEZAR y UPA en las diferentes Ferias y en los eventos de divulgación mencionados en el punto siguiente.

- Reunión entre CREDENAT, VELABER y GEEZAR el 3 de Noviembre para planificar el cuarto periodo (imagen):

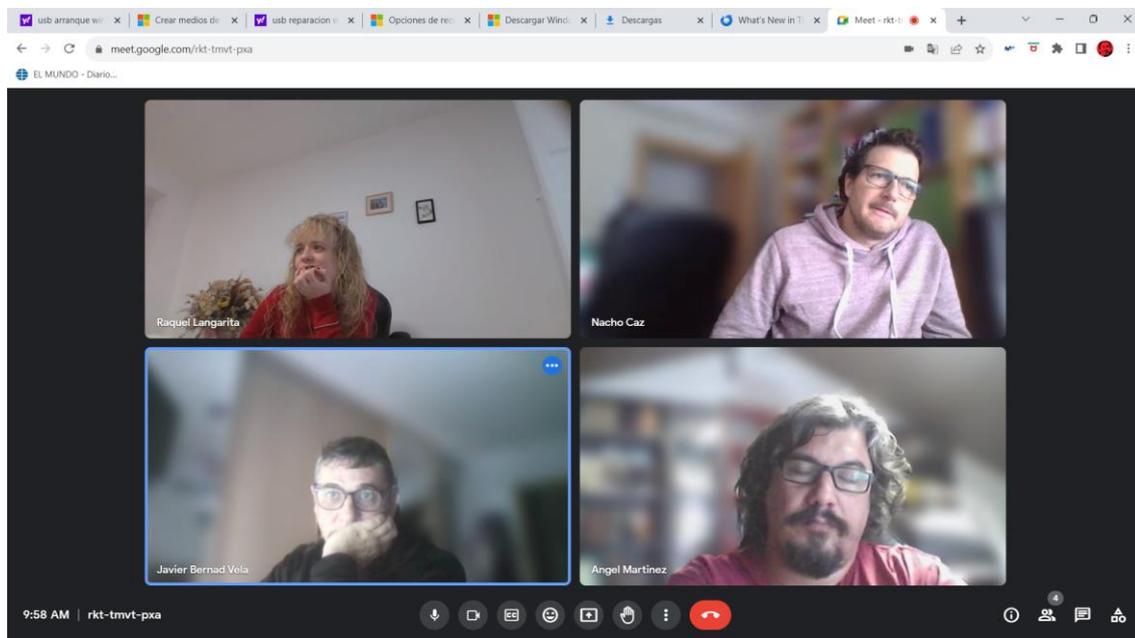


Figura 1.- Captura de reunión GEEZAR – CREDENAT - VELABER

**3.- Miembros del grupo con entidades externas:**

- 31 de enero: Reunión con ZINNAE para preparación de las acciones de divulgación con Clústeres y otras acciones de divulgación de 2024 (imagen):

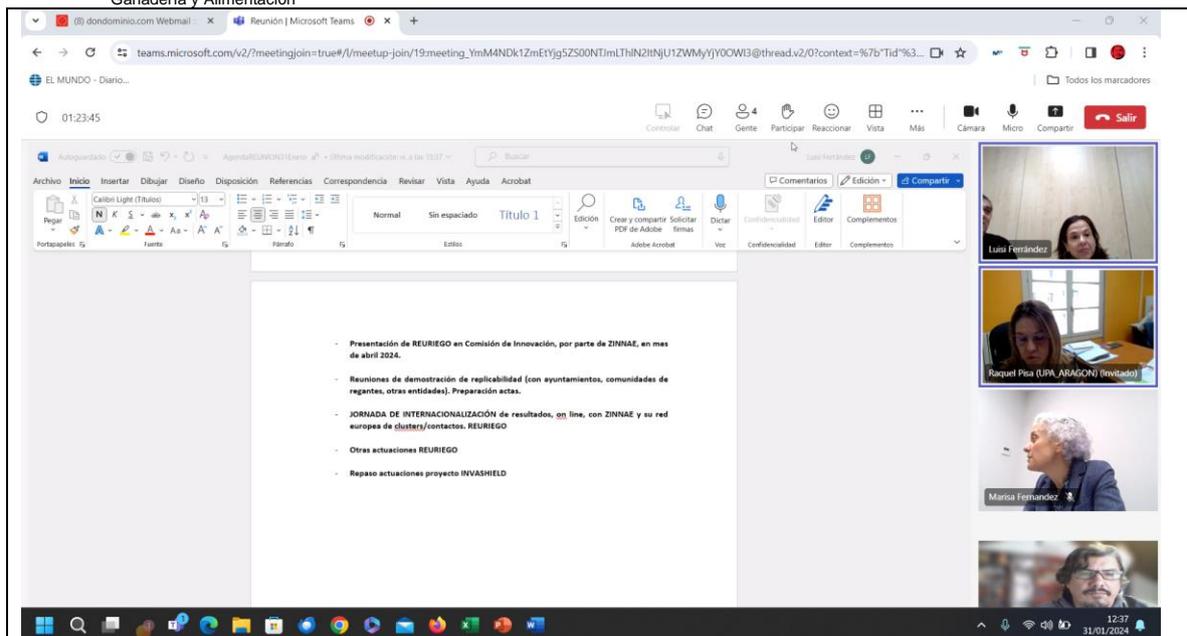


Figura 2.- Captura de Reunión de divulgación GEEZAR – UPA – CAMPES - ZINNAE

- 13 de Febrero: Reuniones con diferentes Clústeres y empresas españolas aprovechando el evento de divulgación de REURIEGO en FIMA 2024.
- 7 de Marzo: Reuniones con entidades europeas a través del evento en la Jornada EuroClusters organizada por el ECCP, donde se presentó el Proyecto REURIEGO ante gerentes y entidades miembro de diferentes Clústeres europeos.
- 4 de Junio: Bilaterales informales con la Alcaldesa de Caspe y representantes de diferentes Comunidades de Regantes en el entorno de la jornada de divulgación correspondiente.
- 19 de Septiembre: Reunión con Ignacio Oliván, Secretario técnico del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco en el entorno de la jornada de divulgación correspondiente.

Descripción de los trabajos realizados por el grupo y cronograma (resumen):

Dado que el presente informe es el correspondiente al final del Proyecto, se pretende dar una perspectiva de los cuatro periodos (años) de trabajo, aunque se focalice en los trabajos de este cuarto periodo por ser los de mayor importancia al recoger el trabajo de los años anteriores.

### 1.- Trabajos en la localización de Alcalá.

En esta localización se buscaba demostrar el potencial de las aguas de salida de la EDAR municipal para su reutilización a nivel local en entornos cercanos.

Durante el primer periodo se definieron los sistemas a utilizar y los puntos de instalación de dichos sistemas. Para el caso de Alcalá, se decidió colocar los sistemas de regeneración en el interior de la propia caseta de mando de la EDAR municipal, realizando conexiones con el exterior para situar en la parte trasera los depósitos de entrada y salida y tomando medidas para el dimensionamiento de los equipos a disponer en el interior.

Cabe destacar que el equipo principal de regeneración de aguas (equipo de filtración por membranas con capacidades NF y UF) había sido financiado por la propia GEEZAR, lo que ha abaratado este Proyecto en el que se le debía dotar de capacidades de sensorización y control y adaptarlo a la realidad de las aguas de salida de la EDAR y a las necesidades de parámetros de agua regenerada.

En periodos posteriores se realizaron los trabajos de dimensionamiento de nuevos componentes y fundamentalmente las actividades de diseño y programación de sistema digital de monitorización y actuación remota del sistema de regeneración de aguas.

Este sistema permite monitorizar tanto el agua de entrada como la de salida de la instalación, modulando y decidiendo sus posibles usos posteriores tanto por calidad de agua como por cumplimiento de requisitos legales.

En una primera Fase, trabajaron la arquitectura del sistema, su capacidad de decisión, la lógica de control, secuencias de manejo de las bombas y válvulas, etc. La siguiente imagen muestra un pantallazo del sistema al final del Periodo 2, ya conectado virtualmente a la instalación de Alcalá:

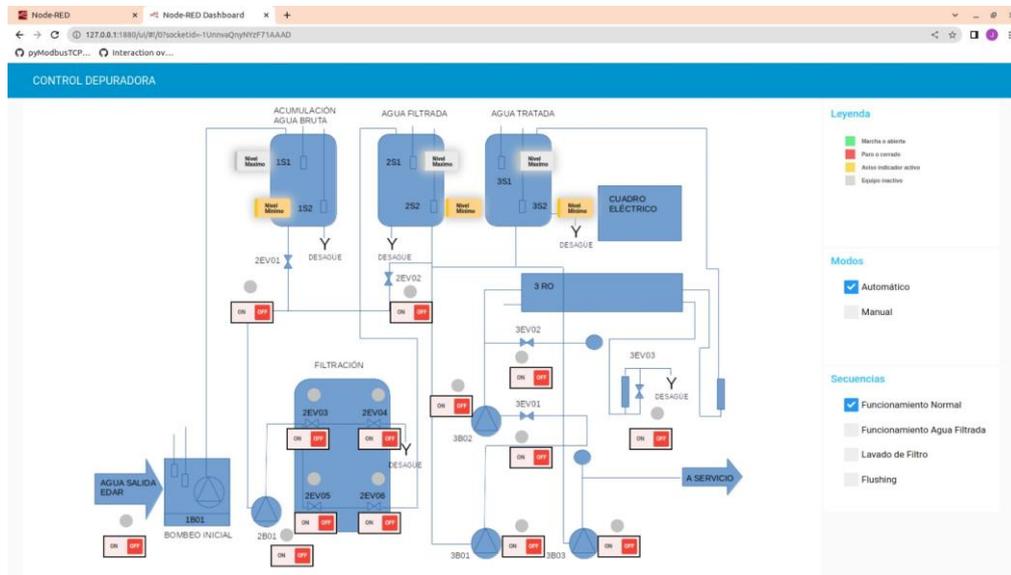


Figura 3.- Esquema inicial de la pantalla de control

Ya durante el Periodo 3, se centró el trabajo en el control y operación de la planta, realizando diferentes análisis para adaptar caudal y tiempo de retención en la planta a las aguas que efectivamente deben ser tratadas.

Además se acometieron reparaciones de diferentes elementos debido a heladas, lo que llevó a un protocolo de parada de instalación en caso de inactividad mayor de una semana.

El control fue implementado y embebido en el cuadro de la instalación, que se muestra en la figura siguiente:

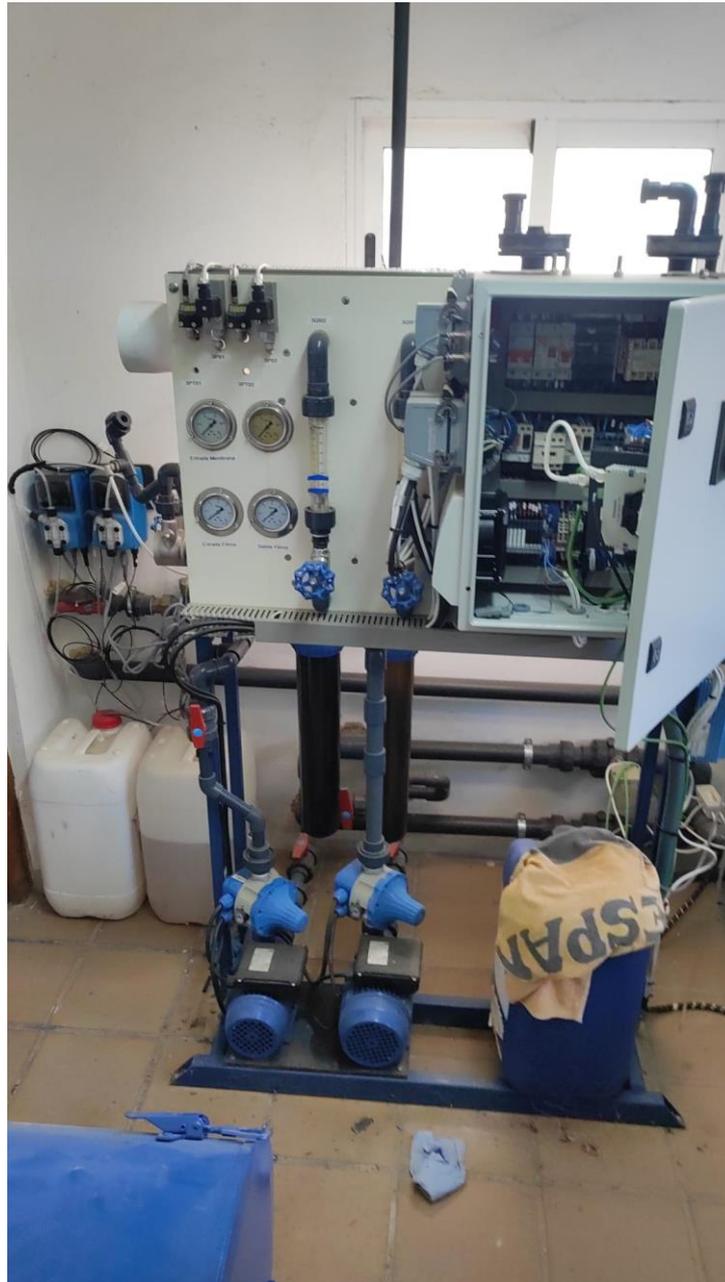


Figura 4.- Cuadro de monitorización y control en la instalación de Alcalá.

De esta forma, se consiguió comunicación con la instalación en doble dirección: Por un lado se recibe información sobre estados de elementos (bombas ON-OFF, válvulas abiertas o cerradas, caudales, etc.) y por otro se puede controlar la propia instalación en dos modos de funcionamiento:

- Modo automático: El sistema actúa según las secuencias programadas (funcionamiento normal, autolavado, etc.).
- Modo manual: El usuario puede controlar cada uno de los elementos por separado. La figura siguiente muestra este entorno de control en un portátil.

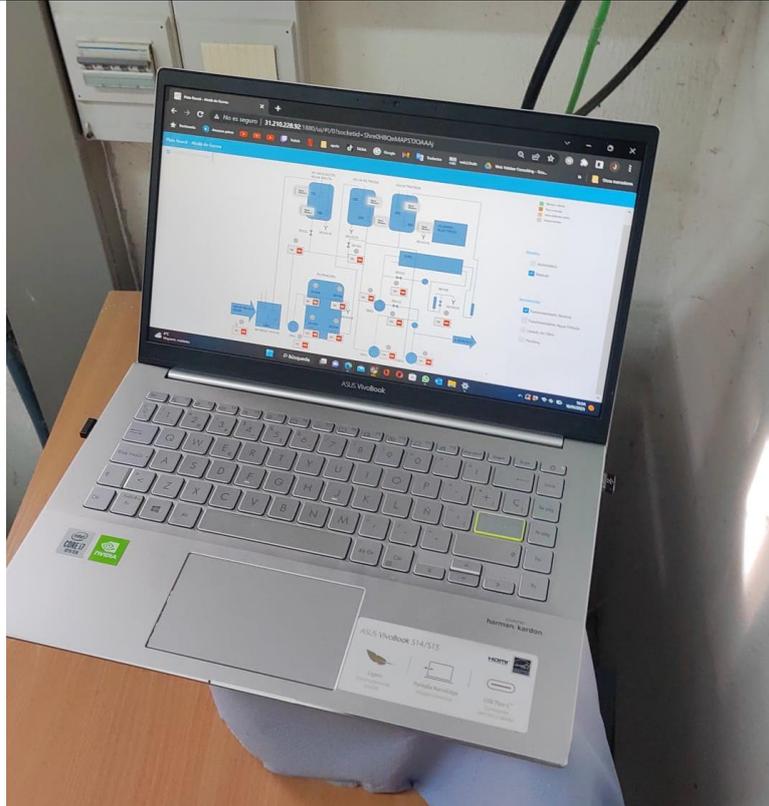


Figura 5.- Control remoto de la instalación en la fase de pruebas.

La instalación mostraba resultados excelentes en el proceso de regeneración completo (membranas) en cuanto a calidad de aguas, quedando para el actual Periodo 4 las pruebas y análisis que demuestren esta afirmación.

Esta campaña de pruebas y análisis ha sido pues realizada en este Periodo 4 con la asistencia externa de VELABER Consulting.

Para entender los ensayos y pruebas realizados se ha realizado un estudio de la legislación vigente en materia de control de calidad de aguas y de diferentes reglamentaciones que aplican también en su control, para poder establecer que parámetros se consideran más importantes a la hora de su caracterización, para poder definir los tratamientos adecuados para la utilización del agua en cualquier entorno. A continuación hacemos un resumen de la legislación aplicable focalizando finalmente en los parámetros a estudiar para darle un uso adecuada al agua resultante de los ensayos.

Teniendo en cuenta los parámetros de vertido de una EDAR Urbana y las diferentes necesidades de agua para diferentes usos, pretendemos hacer una primera aproximación de cuales van a ser los tratamientos necesarios para cualquier uso de agua reutilizada para riego y uso agrícola y establecer cuáles son las campañas de muestreo y análisis y el sistema de medida en continuo y alarmas.

Se ha analizado el Código de Aguas Normativa Estatal y todo el corpus legislativo relacionado con la depuración, regeneración y reutilización de aguas, como se resumen en el informe correspondiente.

Aunque en un principio la legislación contempla los parámetros indicados en las tablas hemos planteado otros parámetros analíticos que nos llevan a concluir cuales son los rendimientos del Sistema de filtración y de membranas tales como la DQO, los sólidos en suspensión y la DBO5 así como otras mediciones en continuo como la conductividad y otros parámetros microbiológicos representativos para llegar a conclusiones de rendimiento de mejora de la microbiología del sistema y de idoneidad del sistema de desinfección propuesto al margen de la planta inicial.

Las pruebas en la planta han sido fundamentales para comprender cómo funcionan las tecnologías en un entorno real y para evaluar su eficacia. Esto puede haber incluido el monitoreo de la calidad del agua antes y después del proceso de tratamiento y la recopilación de datos para fines de análisis y mejora.

Los costos asociados con esta actividad han incluido equipos de prueba, materiales, recursos humanos, análisis de laboratorio y otros gastos relacionados con la realización de pruebas y experimentación en la planta.

Se han realizado 2 tandas de pruebas de un seguimiento exhaustivo durante 2 semanas (10 días a razón de 6 h diarias presencia y 5 h de preparación de pruebas ) y se han realizado pruebas con una membrana de ultrafiltración y otra de nanofiltración. Las pruebas se han realizado en modo a. Se realizó un control de los parámetros de la planta y dos análisis de diferentes parámetros tales como DQO, DBO5, y sólidos en suspensión más análisis microbiológicos al final de periodo.

El informe (adjunto) muestra los resultados obtenidos (además de partes de trabajo de diferentes visitas de mantenimiento), mientras que a continuación se ofrecen las principales conclusiones:

- Las aguas de salida son reutilizables en cuanto a sus propiedades físico-químicas.
- Las aguas de salida son reutilizables en cuanto a la ausencia de elementos microbiológicos, clave en cualquier entrono de reutilización.
- Los diferentes usos futuros de las aguas regeneradas deben tener en cuenta la normativa de reutilización existente y los planes de monitorización que de ella puedan derivar.
- En algunos casos, la regeneración a través de la etapa de filtrado de arena puede ser suficiente para la reutilización, sin necesidad de usar membranas con el correspondiente coste de mantenimiento y energía.
- El sistema de monitorización y control es operativo y permite la tele-operación de la planta de regeneración de aguas, así como la recepción de información sobre su estado en cada punto.
- En una futura explotación comercial y en acciones de replicabilidad se debe tener en cuenta el coste de la instalación, el coste de operación (mantenimientos y energía) y la valoración derivada del coste del agua regenerada.

## 2.- Localización de trabajo en Caspe (CR CAMPÉS):

En el caso de Caspe, el objetivo principal del Proyecto era plantear y probar un sistema de recuperación de los flujos de agua perdidos en los procesos de lavado de filtros de la instalación de bombeo desde el Río de Ebro al sistema de infraestructura hidráulica de riego de la Comunidad de Regantes (CR).

En el periodo 1 se realizó un análisis de esta infraestructura y de los mejores puntos donde situar los sistemas a diseñar, llegando a la decisión de situar estos sistemas junto al bombeo superior y sus construcciones anexas:



Figura 6.- Localización de la futura instalación en CAMPÉS (Caspe)

Ya en la imagen, se aprecia la necesidad de acometer trabajos de desbroce, retirada de elementos previos y preparación del terreno, lo que se llevó a cabo en periodos posteriores.

También en el periodo 1, se seleccionó a ACAI Depuración como proveedor de diferentes sistemas físicos a instalar.

En el siguiente periodo se realizaron los trabajos de selección de tecnologías (decantación lamelar) y los relacionados con el diseño y fabricación de los equipos de regeneración y reutilización de aguas en la localización de Caspe, además de solicitar presupuestos de los diferentes trabajos de acondicionamiento del punto de trabajo.

Los prototipos debían ser diseñados para permitir la reutilización del agua de lavado de filtros reutilizando la pérdida actual del 10% de agua y energía en el sistema de riego.

Se muestran imágenes del prototipo, en concreto del decantador lamelar, pieza clave del sistema, todavía en las instalaciones de su fabricante ACAI Depuración en Monzón (Huesca).



Figuras 7.- Decantador lamelar antes de su transporte a Caspe..

A continuación, el Periodo 3 fue el relativo a afinar los diseños e instalar los diferentes equipos (principalmente tres) y sus instalaciones auxiliares. Para ello, se preparó el terreno (siendo necesarias multitud de limpiezas posteriores por las condiciones de trabajo en pleno campo), se dispuso una losa de hormigón y posteriormente se instalaron los diferentes equipos fabricados (con un depósito a caballo entre Periodo 3 y Periodo 4), que funcionan según el esquema siguiente (esquema final):

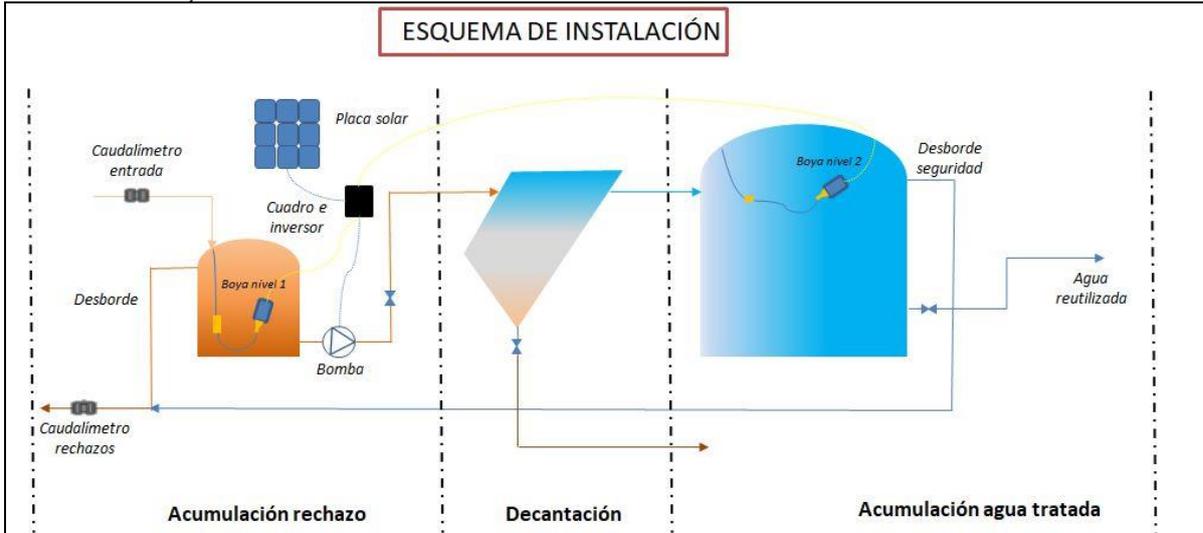


Figura 8.- Esquema de funcionamiento de la instalación de regeneración de aguas de Caspe.

De acuerdo con este esquema, al final del Periodo 3 se habían instalado varios subsistemas (depósito y decantador lamelar) y se había recibido (9 de Octubre, todavía sin instalar) el depósito de la primera etapa del plano anterior, además de comenzar los trabajos de diseño e instalación de parte de los sistemas de control, suministro energético solar y fontanería (interconexión entre equipos).

La siguiente figura muestra los elementos ya instalados a final del Periodo 3:



Figura 9.- Elementos ya instalados (depósito de salida y decantador lamelar) en el Periodo 3.

Cabe destacar la necesidad de limpieza del depósito pre-existente, que recoge los lodos procedentes de la limpieza de los filtros, antes de la puesta en marcha de la instalación y de forma preventiva en el Periodo 3. Estos trabajos deben repetirse periódicamente para la correcta operación de los sistemas, si bien en fase operativa estos lodos no deberían aparecer por ser extraídos y filtrados, ahorrando de forma adicional costes de operación a la Comunidad de Regantes.

Finalmente, el Periodo 4 ha sido el de la instalación del resto de subsistemas y las pruebas de funcionamiento.

En este último periodo del Proyecto se han realizado, entre otras tareas, el definitivo ensamblaje de todos los sistemas. Esto implica todo el recorrido de agua desde el depósito donde se acumulan las aguas de salida de los filtros tras su lavado (objeto principal de los trabajos del Proyecto) hasta la salida final de agua

regenerada para su reutilización, además de los sistemas auxiliares de control y suministro de energía por paneles fotovoltaicos.

En estos trabajos han sido clave tanto el trabajo del personal de CAMPÉS (Julian Esteban) como la correcta coordinación entre GEEZAR, CAMPÉS, VELABER como subcontrata y los diferentes proveedores. Finalmente, la instalación tomó forma y quedó lista para pruebas en el mes de Junio de 2024.

A continuación se muestran diferentes imágenes de la instalación, tanto en cuanto al recorrido de los procesos de agua como a las instalaciones auxiliares:

En primer lugar, el agua debe ser extraída del depósito de lodos procedentes del lavado de filtros de la infraestructura y conducida hacia los sistemas de regeneración.



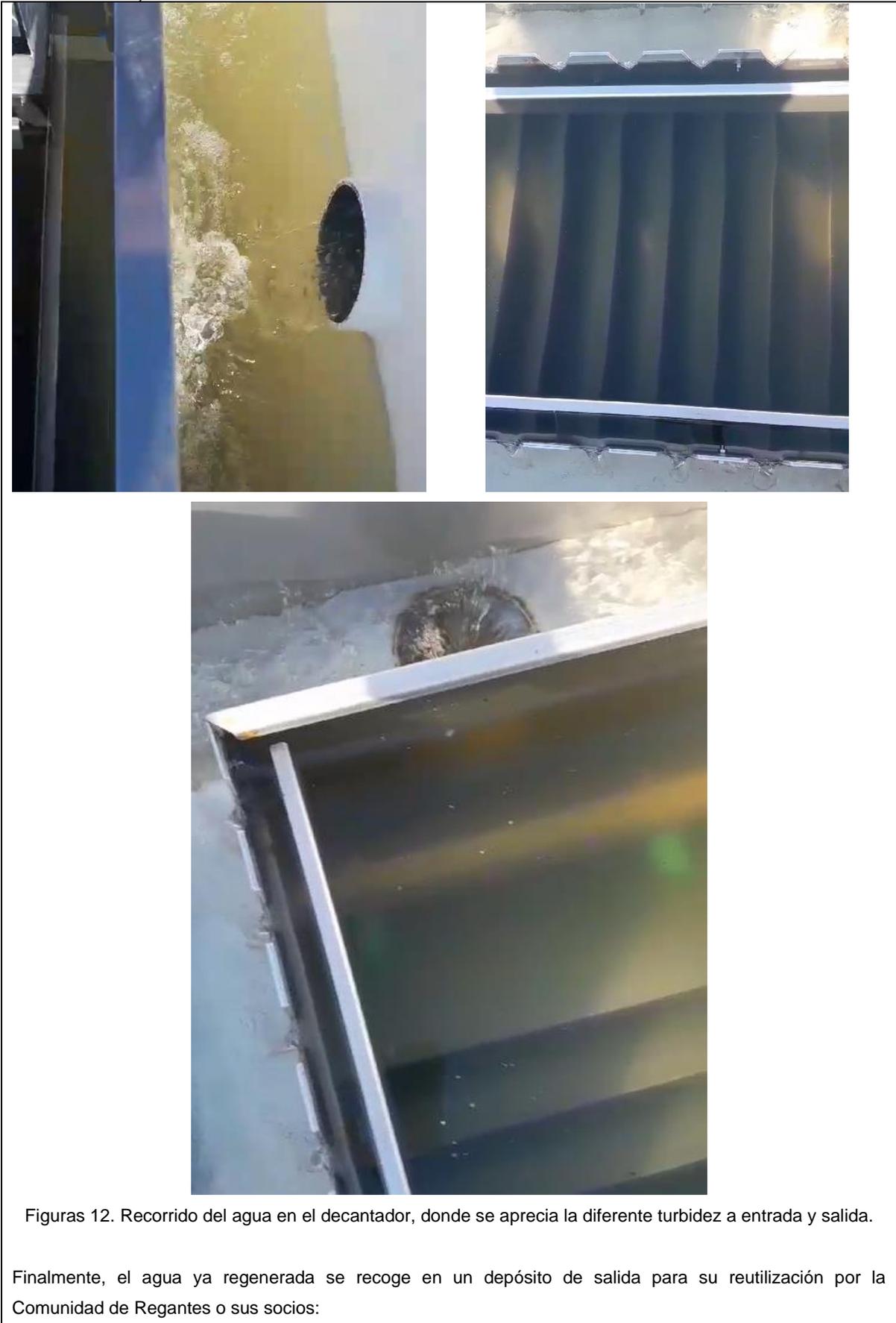
Figura 10: Conexión a red de la Comunidad y parte del recorrido hasta el sistema de regeneración.

Entonces, el agua llega al depósito de acumulación inicial, que se encarga de suministrar (bombear) de forma continua agua para alimentar el decantador del Proyecto. Además, recibe los rechazos del sistema y cuenta con un desborde para salida de agua sobrante.



Figura 11: Conexión a red de la Comunidad y parte del recorrido hasta el sistema de regeneración.

Desde este depósito, el agua es conducida al corazón de la instalación de regeneración: El decantador lamelar donde se separan sus componentes sólidos (limos) y se extrae agua regenerada mediante un rebosadero en la salida, como se muestra en las figuras siguientes, siendo destacable que ya a simple vista se aprecia la diferente turbidez a la entrada y a la salida.



Figuras 12. Recorrido del agua en el decantador, donde se aprecia la diferente turbidez a entrada y salida.

Finalmente, el agua ya regenerada se recoge en un depósito de salida para su reutilización por la Comunidad de Regantes o sus socios:



Figura 13.- Depósito de acumulación de agua regenerada y manguera de salida

Además, existen una serie de sistemas auxiliares como son la instalación de producción fotovoltaica o los sistemas de control, situados debajo del decantador para su protección.



Figura 14.- Instalación fotovoltaica.



Figura 15.- Sistemas de control de la instalación.

El control es relativamente sencillo. La instalación solo funciona (produce agua regenerada) cuando existe suministro de energía eléctrica desde la instalación fotovoltaica. Este hecho es conveniente para reducir a cero el coste energético de operación y aprovecha la simultaneidad del recurso (Sol) con el funcionamiento de la infraestructura de riego, por lo que no es problema que en invierno no se disponga de recurso (cabe estudiar el destino de la electricidad generada en invierno).

En cuanto al funcionamiento en sí, la instalación es controlada mediante boyas en los depósitos, que indican los trasiegos de agua requeridos para regeneración. La presencia de desbordes y la ausencia de criticidad en los mismos permite la máxima simplificación de funcionamiento.

Respecto a las pruebas realizadas, más detalladamente descritas en el informe correspondiente, el objetivo principal del estudio es medir la eficiencia del sistema en la eliminación de sólidos suspendidos, evaluada a través de la reducción de la turbidez del agua en el proceso de decantación.

El sistema de decantación lamelar, alimentado por energía solar, busca ofrecer una solución sostenible para la recuperación de agua de lavado con bajos costos energéticos y ambientales.

Para evaluar el mencionado rendimiento del sistema, se realizaron trabajos de recogida de muestras (antes y después de la regeneración y durante días diferentes), se ensayaron medidas de turbidez y se llevaron a cabo valuaciones de la eficiencia del sistema entendida como la capacidad de la instalación para reducir un cierto porcentaje de la turbidez inicial.

El sistema mostró una eficiencia promedio de reducción de turbidez del 84.78%, lo que indica un buen desempeño en la reducción de partículas suspendidas en el agua. Esto sugiere que el decantador lamelar, accionado por energía solar, puede ser una opción viable y sostenible para el tratamiento de aguas residuales de lavado.

La variabilidad en la eficiencia puede deberse a factores como pequeñas diferencias en la calidad del agua de entrada o fluctuaciones en la radiación solar que afectan el sistema fotovoltaico. Sin embargo, incluso en las muestras con menor eficiencia, el sistema mantuvo la turbidez final por debajo de 1 NTU, cumpliendo con estándares de calidad para la reutilización del agua.

A modo de conclusiones, se pueden emitir los siguientes juicios:

- La instalación de decantación diseñada, ensamblada y probada en Caspe (CR Campés) cumple con los objetivos de regeneración de las aguas procedentes del lavado de filtros de la infraestructura hídrica de bombeo.
- El sistema de recuperación de agua mediante decantación lamelar mostró ser altamente eficiente, alcanzando una reducción promedio del 84.78% en la turbidez del agua tratada, logrando valores finales menores a 1 NTU. Este sistema es adecuado para la recuperación de agua en procesos industriales, y su operación mediante energía **solar** refuerza su sostenibilidad y bajo costo operativo.
- Recomendaciones para la operación futura de los sistemas:
  - Monitorización continua: Se recomienda implementar un sistema de monitoreo continuo de turbidez para mantener la eficiencia del sistema y optimizarlo en tiempo real.
  - Filtración adicional: En casos donde se requiera una calidad de agua superior, sería recomendable incluir un proceso de filtración adicional después de la decantación, aunque para los usos agrícolas objetivo no es necesario.
  - Ampliación del sistema: Para plantas más grandes, se podría considerar la expansión del área de placas fotovoltaicas para asegurar un suministro de energía adecuado en todas las condiciones climáticas.
- CAMPÉS y sus regantes han detectado un gran potencial de reutilización del agua de salida de la instalación para el llenado de cubas para aplicación de fitosanitarios dada su gran pureza y ausencia de sólidos que podrían atorar las boquillas.

### 3.- Actividades relacionadas con la utilización de los sólidos separados para enmienda de suelos.

A lo largo del Proyecto, ha resultado destacable la escasa cantidad de materia sólida y componentes aprovechables generada en las instalaciones de regeneración de aguas, tanto a nivel de filtración (arena-membranas) en Alcalá de Gurrea como de decantación en Caspe.

Este hecho ha conducido a diferentes consideraciones en el Proyecto como son:

- El hecho de contar con potencial reutilización de aguas en Alcalá tras el filtro de arena y sin necesidad de contar con membranas no ya de nanofiltración sino incluso de ultrafiltración.
- Variaciones (abaratamiento) de los costes de operación y mantenimiento en ambas localizaciones, al reducirse drásticamente el residuo a extraer.
- Lógica imposibilidad de reaprovechamiento de los sólidos extraídos y desecados para enmienda de terrenos, dado que no tiene sentido al generarse tan poco material. Es cierto que, en particular en Caspe, la extracción periódica de los limos decantados (parte inferior del decantador) permitiría su aprovechamiento cercano, pero en cantidades muy escasas a nivel anual.

### 4.- Aspectos económicos y medioambientales.

Los informes anuales de los trabajos de la Universidad de Zaragoza, y en particular el referido a este Periodo 4 que ya contiene conclusiones finales y números concretos, arrojan luz sobre aspectos sociales (encuesta realizada principalmente entre regantes y guardas de riego), económicos (cifras del sector y rentabilidad de las instalaciones del Proyecto) y medioambientales (relacionadas con los ahorros de aguas producidos por la reutilización). Toda esta información se muestra en dichos informes y se resumen a continuación.

Centrándonos en los costes energéticos, cabe destacar la subida del precio de la energía en el año 2022, así como el mayor coste energético que parecen tener los/as agricultores/as de Aragón en comparación con los/as agricultores/as del conjunto de España. Esto puede deberse a la menor eficiencia tecnológica de los cultivos de Aragón, los cuales generan menor valor añadido y parecen tener un menor rendimiento (expresado como kg/ha), y su mayor extensión, lo que supondría unos mayores costes de energía asociados al bombeo de agua.

Tras el análisis previo sobre costes de energía, se realizan después algunas estimaciones con los datos disponibles, así como entrevistas con agentes representativos, y expertos/as en el tema, realizadas a través de cuestionarios/entrevistas. En el Anexo del informe, la UZ presenta dicho cuestionario, que puede considerarse como un cuestionario piloto, que puede ser aplicado en otros contextos y a una escala mayor para analizar el impacto de este tipo de proyectos.

Una de las ventajas de la propuesta es que permite tener respuestas diferenciadas por tipo de agente representativo como administración pública, comunidades de regantes o agricultores/as. Así, hemos realizado un análisis exploratorio que nos permite tener una primera visión de la repercusión del proyecto en los municipios involucrados, y de las opiniones de prácticamente todos los agentes implicados en el mismo.

Los principales resultados sugieren que el uso alternativo en agricultura del agua reutilizada en las instalaciones tanto de Alcalá de Gurrea como de Caspe puede llevar a reducir tanto el gasto en energía

como en agua. En el segundo caso, el ahorro de costes en agua y energía puede estar respectivamente en torno a los 500-2500 y 125-500 euros para un cultivo de tamaño medio, si bien mantenemos el comentario general de la grandísima importancia en el sector de cuestiones adicionales sobre cómo en los beneficios generales afectan los niveles de escasez (de agua y producción) y los niveles de precios pagados y percibidos en general.

Además, el proyecto está muy bien valorado por los y las participantes de éste y esperan su continuación en el futuro, sobre todo, teniendo en cuenta que los periodos de sequía son cada vez más frecuentes.

Asimismo, la adaptación a la nueva normativa de aguas residuales también parece requerir el uso de nuevas tecnologías que permitan obtener agua de calidad y que pueda ser usada en diferentes ámbitos.

Por otra parte, según las personas entrevistadas, el desarrollo de estos proyectos parece que ha servido para aumentar la concienciación de la población en términos ambientales, a pesar de que la promoción del mismo en los municipios haya sido escasa. Esto concuerda con la percepción a nivel nacional de la necesidad de una mayor educación sobre el cuidado del medioambiente.

Finalmente, el ejemplo de cuestionario utilizado en este Proyecto puede ser aplicado para el análisis del impacto de otros proyectos similares. Si bien se trata de un cuestionario con una consulta a unos pocos agentes ("piloto" o muestra de las posibilidades para captar la sensibilidad de diferentes agentes clave en Aragón en torno al uso y reutilización del agua), sirve para reflejar, junto con análisis previos, la significatividad de estos proyectos, que permiten un uso más eficiente de los recursos, reduciendo los costes de los/as agricultores/as, y favoreciendo la adaptación de los municipios a los cambios de normativa con relación al agua tratada y depurada.

En cualquier caso, no solamente beneficia a los municipios concretos, sino a la población en general dados los ahorros en agua y en energía, y la reducción de emisiones que esto conlleva.

**Objetivos alcanzados (si no se han alcanzado los objetivos esperados, indicarlo):**

Objetivos del Proyecto según lo expuesto en la propuesta técnica aprobada (2021):

**1.- Diseño y pilotaje de prototipos** de nuevas tecnologías aplicadas a la reutilización de aguas para uso agrícola, con origen urbano o de lavado de filtros de riego.

**OBJETIVO CONSEGUIDO EN SU TOTALIDAD** gracias a las tecnologías y sistemas implementados, como se describe en la sección anterior y diferentes informes adjuntos.

**1.- Ahorro de agua, energía y emisiones de CO2 eliminando las pérdidas de agua del lavado de filtros** en comunidades de regantes (estimado en un 10% de su consumo de agua y energía).

**OBJETIVO CONSEGUIDO EN SU TOTALIDAD**, si bien el funcionamiento y operación futuros dictarán si la instalación es capaz de evitar absoluta o parcialmente el vertido de estas aguas en un funcionamiento continuo y a medio plazo.

**3.- Evitar el vertido desde la EDAR** a una corriente natural (que desemboca en zona protegida).

**OBJETIVO CONSEGUIDO EN SU TOTALIDAD**. La capacidad de tratamiento de la planta puede hacerse cargo de la totalidad de la salida de la EDAR; salvo episodios especiales de gran caudal por lluvias o acontecimientos en la localidad.

**4.- Mejorar suelos áridos cercanos mediante enmiendas** procedentes de los sólidos separados en los prototipos.

**OBJETIVO NO CONSEGUIDO EN SU TOTALIDAD**. Aunque los sistemas son capaces de separar estos sólidos y además hemos detectado y analizado su capacidad para enmendar-mejorar suelos (sobre todo áridos), su presencia en las aguas de trabajo para ambas localizaciones no es tan alta como se esperaba, por lo que la extracción (que sí tiene lugar) no es en cantidades suficientes para plantear esta actividad como rentable o de gran utilidad de cara al futuro.

Este hecho no es óbice para que en el caso de CAMPÉS, los limos extraídos periódicamente (según plan de mantenimiento) por la parte inferior del decantador sean esparcidos donde consideren más conveniente, resultando en una verdadera aplicación como la esperada en un principio aunque a pequeña escala.

Además de estos objetivos, el Proyecto **planteaba diferentes incidencias sobre la Comunidad de Regantes CAMPÉS, el Ayuntamiento de Alcalá y el medioambiente, que sí resultan ser satisfactorias** de acuerdo con la información aportada en este documento y los documentos adjuntos.

**Descripción de los potenciales beneficiarios de los objetivos alcanzados (p.e.: regantes, ganaderos de ovino, industrias conserveras...):**

**Incluimos como colectivos beneficiarios potenciales del Proyecto tanto a comunidades de regantes como a entidades locales** o aquellas de mayor entidad que gestionan las aguas residuales de los municipios.

Las distinciones a realizar implican incluir tan solo a las **comunidades de regantes que utilizan riego por goteo** por sus mayores necesidades de filtrado dado el tamaño de poro final que al agua debe atravesar (en el caso de pivots no hay problemas por ser mayor el poro, si bien se pueden realizar acciones similares en ciertos puntos de la red).

**En cuanto a entidades públicas, no es necesario distinguir por características o tamaño**, dado que un tamaño mayor implica simplemente una mayor cantidad de sistemas en paralelo, algo ya habitual por ejemplo en desaladoras por ósmosis inversa.

**Es preferible la ausencia de ciertos sectores industriales vertiendo sobre la EDAR** urbana por la reutilización directa que se puede producir sin otros tratamientos de extracción de sustancias peligrosas como metales pesados.

En cualquier caso, **GEEZAR trabaja en acometer este tipo de vertidos** y está desarrollando (fuera del alcance de REURIEGO) un software que permitirá su regeneración y reutilización futura en entornos cercanos.

**Conclusiones del proyecto (éxito o fracaso del proyecto y motivos, si es aplicable en el sector al que va dirigido, si debe tener continuidad, etc.):**

- La regeneración de aguas a partir de EDAR municipales será perfectamente factible gracias a las tecnologías implementadas e incluso desde puntos intermedios de la instalación sin los tratamientos completos.
- La calidad de aguas regeneradas procedentes de la EDAR es a priori válida para su reutilización.
- Esta regeneración y sus resultados deben empujar normativamente a las entidades públicas para apoyar la reutilización de aguas, muy limitada actualmente (RD 1620/2007).
- Los sistemas de regeneración de aguas de limpieza de filtros han podido ser finalmente instalados con el uso de espacio previsto y funcionarán perfectamente de manera autónoma en cuanto a energía y comunicaciones, con una eficiencia en reducción de turbidez alrededor del 85%.
- Las aguas de salida de la instalación son idóneas para su reutilización y los regantes de CAMPÉS plantean su utilización para llenado de cubas, dado que su gran pureza no obstruye los pulverizadores.
- Económicamente (ver informe de la UZ), el Proyecto arroja luz sobre los difícilmente estimables costes del agua en agricultura, además de demostrar los ahorros económicos, beneficios medioambientales y de satisfacer demandas sociales de conocimiento (encuestas realizadas).

Indicar los medios de divulgación de los resultados obtenidos (publicaciones, manual de buenas prácticas, recomendaciones, folletos divulgativos, página web u otros):

A continuación se muestra un resumen de los medios de divulgación del Proyecto.

1.- Acciones genéricas y diseño de materiales.

1.1.- Secciones en las web de los beneficiarios.

1.2.- Diseño de un logotipo para el Proyecto, mostrado a continuación:



Figura 16.- Logo del Proyecto.

1.3.- Diseño de unos trípticos, actualmente en fase de. Pasaron por proceso de validación correspondiente validación por parte de la Comisión de Comunicación Institucional.

**"REURIEGO: DEMOSTRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS"** es un Proyecto financiado por el Plan de Desarrollo Rural (PDR) de Aragón y cofinanciado por FEADER con un Presupuesto de 150,000 euros y una financiación de 120,000 euros para promover en las explotaciones agrarias una gestión eficiente de los recursos naturales (agua) y de los inputs (energía en este caso) y facilitar una gestión sostenible de los subproductos y su aprovechamiento, permitiendo la reutilización de las aguas de lavado de filtros de las instalaciones de riego que generan grandes pérdidas en términos de agua, energía (pérdida de agua ya bombeada) y medioambientales.

El Proyecto tendrá lugar en las instalaciones de la Comunidad de Regantes Campés (Caspé) y en Alcalá de Gurrea.

DEMOSTRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS



Regeneración y reutilización de aguas provenientes de lavado de filtros de riegos.

Ahorro de agua y energía para Comunidades de Regantes.

Aprovechamientos de nutrientes de aguas de riegos y municipales para mejora de suelos áridos.

**LÍNEAS DE ACTUACIÓN**

- Diseño y pilotaje de prototipos de nuevas tecnologías aplicadas a la reutilización de aguas para uso agrícola, con origen urbano o de lavado de filtros de riego.
- Ahorro de agua, energía y emisiones de CO2 eliminando las pérdidas de agua del lavado de filtros en comunidades de regantes (estimado en un 10% de su consumo de agua y energía).
- Evitar vertidos a corrientes naturales.
- Mejorar suelos áridos cercanos mediante enmiendas procedentes de los sólidos separados en los prototipos.

**SOCIOS**



Ayuntamiento de Alcalá de Gurrea



Fondo Europea Agrícola de Desarrollo Rural. Europa invierte en las zonas rurales

**PROBLEMA**

Las dos localizaciones y procedencias de las aguas a reutilizar muestran diferentes situaciones de partida y problemas iniciales, si bien ambas comparten su potencial de reutilización.

El principal problema a resolver es la necesidad de los regantes de reducir las pérdidas de agua (ya bombeada) en el lavado de filtros de instalaciones de goteo. Estas pérdidas son cuantificadas por la propia comunidad de regantes en un mínimo del 10%.

Los lavados son necesarios dado que la incrustación de partículas en los filtros lleva a una mayor demanda de potencia (y consumo de energía) para el bombeo, incrementado esta presión en hasta 6 metros de columna de agua.

De esta manera, el problema tiene una doble vertiente: Los pérdidas de agua y energía superiores al 10% debido a los lavados y la potencia extra requerida debido a las incrustaciones.

Además, se obtendrán nutrientes que podrán mejorar (enmienda) suelos áridos cercanos, en una actuación que se replicará en Alcalá de Gurrea aprovechando las instalaciones de regeneración de agua de un Proyecto anterior (REURAL)



**SOLUCIÓN**

Las soluciones planteadas pasan por el reaprovechamiento completo de agua y sólidos en ambas localizaciones y su reutilización para riego y enmienda de suelos

Para ello, se plantean diferentes actuaciones:

- Aprovechamiento y adaptación del prototipo actual de reutilización de aguas basado en nanotecnología de membranas, incluyendo también membranas a nivel de ultrafiltración y otras etapas de filtrado y alcanzando el total de caudal esperado de salida de EDAR. Su rechazo se unirá a los lodos de la EDAR creando los lodos de enmienda de suelos de Alcalá.
- Prototipo de purificación y reutilización de aguas procedentes del lavado de filtros de Campés, que permita la separación del agua depurada (a reintroducir en el sistema de riego) y su contenido en sólidos basados en limos del río (a utilizar en suelos áridos cercanos como enmienda aprovechando sus nutrientes).
- Digitalización de ambos dispositivos con lecturas en tiempo real y telecontrol (diseño 4.0)
- Análisis de laboratorio de aguas de entrada, aguas de salida, sólidos de salida y suelos pre y post enmienda.
- Enmienda de suelos áridos cercanos en ambas localizaciones, con seguimiento de mejora de sus propiedades y capacidades de producción.
- Cuantificación de beneficios económicos y medioambientales de la actuación, según metodología desarrollada por el Grupo CREDENAT (IA2 - Universidad de Zaragoza).

**RESUMEN DE BENEFICIOS DEL PROYECTO**

Primeras estimaciones: Existe un potencial de ahorro de 1,25 millones de euros en Aragón y 10 millones en España, solo en la actuación de reintroducción de agua regenerada en los sistemas de riego.

Beneficios principales:

- Se reutilizará el agua (desperdicio actual del 10%).
- Se reducirá el desperdicio de energía embebido en dicha agua (ya bombeada).
- Se permitirán lavados más frecuentes, reduciendo la potencia requerida de forma continua.
- Se aprovecharán los limos para enmendar suelos áridos.
- Beneficios medioambientales provenientes de los vertidos evitados sobre cauces naturales.
- Garantía de replicabilidad del Proyecto.




Figura 17.- Trípticos imprimidos.

1.4.- 2022: Diseño de carteles.

Además del diseño de logo, cartel oficial y folletos a mencionados en la justificación del año 2021, se han elaborado carteles informativos nuevos (ver imagen). Estos carteles no se han incluido como gasto al cumplir requisitos

funcionales puramente comerciales y no de representación.

A continuación se muestran imágenes del stand con los carteles informativos:



Figura 18.- Carteles del Proyecto.

## 2.- Actividades de divulgación del Proyecto.

### 2.1.- Difusión en el stand de UPA en FIGAN.

Se colocaron materiales de divulgación y se realizaron reuniones con los visitantes al stand en FIGAN (Septiembre 2021).

2.2.- Se presentó el Proyecto y sus avances de nuevo ante los visitantes interesados en el stand de UPA en FEMOGA entre el 16 y el 18 de Septiembre de 2022 con presencia de personal de UPA y GEEZAR

En esta ocasión ya se contaba con los carteles diseñados y fabricados, mostrados en la parte superior (punto 1.4 de este capítulo de divulgación) y que posteriormente se llevaron a las diferentes Ferias.

### 2.3.- Divulgación en Ferias:

Periodo 3: UPA realizó acciones de divulgación en diferentes ferias comarcales y locales, según se lista a

continuación:

- Calatayud: 16 de Febrero de 2023
- Calamocho: 17 de Marzo de 2023
- Huesca: 24 de Mayo de 2023

Periodo 4: UPA realizó acciones de divulgación en diferentes ferias comarcales y locales, según se lista a continuación:

- Calamocho: 21 de Febrero de 2024
- Gotor: 29 de Febrero de 2024
- Mainar: 06 de Marzo de 2024
- FIMA: Febrero de 2024.

En estas acciones, UPA contó con la asistencia de CLOVER Formación (Huesca).

2.4.- Jornada de divulgación del Proyecto en Alcalá de Gurrea:

Esta jornada fue celebrada el 28 de Septiembre de 2023 en una doble sesión, presentando el Proyecto en primer lugar en el salón de actos del Ayuntamiento de Alcalá de Gurrea y posteriormente demostrando las tecnologías desarrolladas e instaladas para la regeneración de aguas de la depuradora del municipio (ver las fotos siguientes):



Figura 19.- Jornada en Alcalá. Parte 1: Charla en el Ayuntamiento.



Figuras 20.- Jornada en Alcalá. Parte 2: Explicación técnica y demostración de funcionamiento.

En esta jornada se contó con el apoyo del Clúster ZINNAE a nivel organizativo, de contactos y de publicación en medios y de la subcontratada (trabajos técnicos) VELABER Consulting

El informe correspondiente, incluido en la documentación justificativa del Periodo 3, muestra el impacto en diferentes medios como la Cadena SER o el Diario de Huesca, además de otras publicaciones de índole sectorial o local.

#### 2.5.- Divulgación en FIMA: Presentación pública del Proyecto.

Gracias a la organización del Clúster de Maquinaria y Medios de Producción de Aragón (CAMPAG) en colaboración con el Clúster del Agua y Medioambiente de Aragón (ZINNAE), el Proyecto REURIEGO se mostró en una jornada sobre innovación en materia de agua en FIMA el día 13 de Febrero de 2024.

Se adjuntan imágenes de esta presentación:



Figura 21.- Aco de divulgación del Proyecto en FIMA.

Enlace a la agenda: <https://www.agroslab.com/wp-content/uploads/congreso-clusters-fima-2024.pdf>

#### 2.6.- Jornada de divulgación del Proyecto en Caspe:

Esta jornada fue celebrada el 4 de Junio de 2024, presentando el Proyecto en primer lugar en el salón de actos de APEC y posteriormente demostrando las tecnologías desarrolladas e instaladas para la regeneración de aguas de la depuradora del municipio (ver las fotos siguientes con la intervención de la Alcaldesa de Caspe, la presentación de REURIEGO por Ángel Martínez y la visita posterior a las instalaciones.):



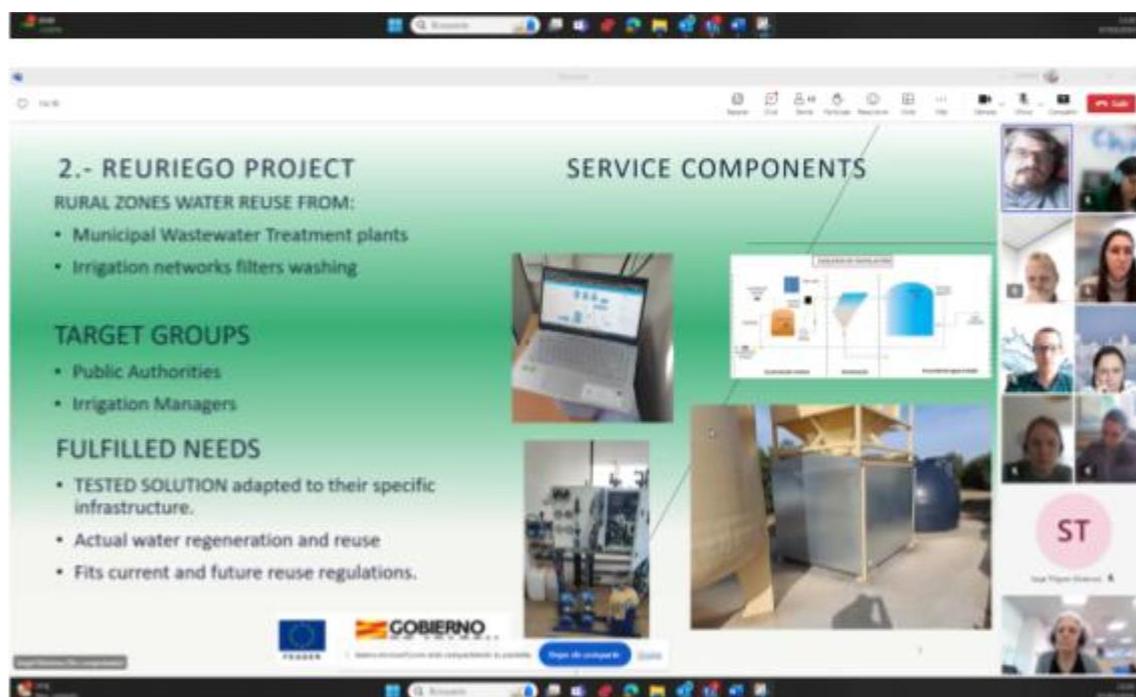
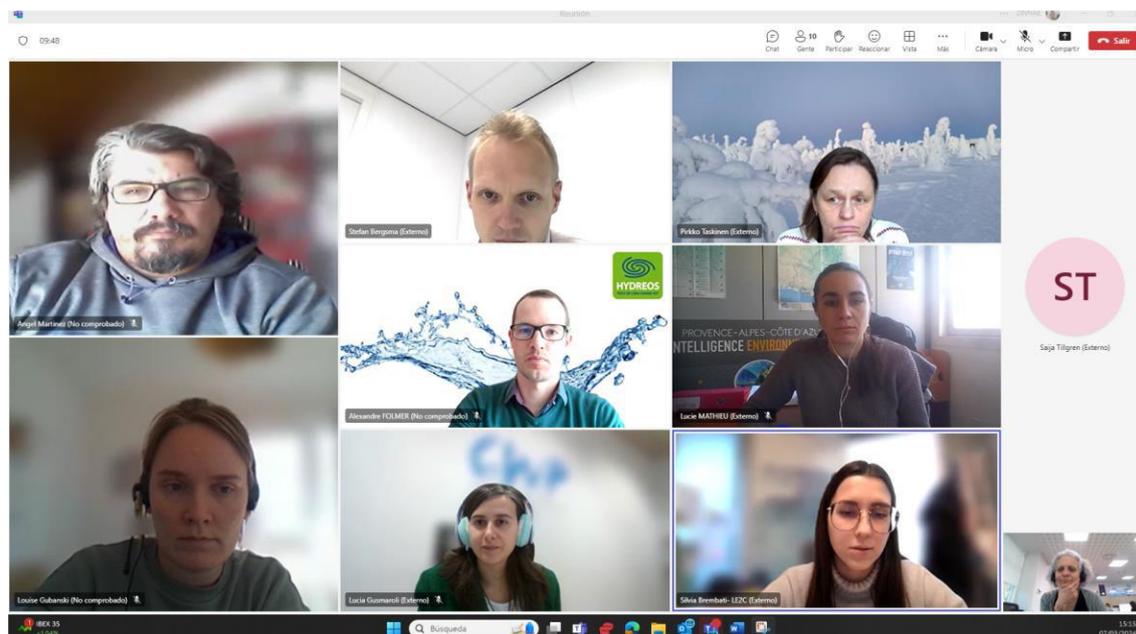
Figuras 22.- Jornada en Caspe. Charla en el salón de actos de APEC con la Alcaldesa y visita a la instalación.

En esta jornada se contó con el apoyo del Clúster ZINNAE a nivel organizativo, de contactos y de publicación en

medios y de la subcontratada (trabajos técnicos) VELABER Consulting.

2.7.- Divulgación internacional: Jornada de presentación del Proyecto en ECCP (online).

El Proyecto fue presentado en el marco de la reunión grupal y de demostración de Proyectos innovadores del 7 de Marzo de 2024 en una sesión online.



Figuras 23.- Captura de la charla a entidades europeas en el contexto de ECCP (Euroclústeres).

2.8.- Jornada divulgación final de Proyecto en el Colegio de Agrónomos (Zaragoza, 19 de Septiembre de 2024):

La Jornada, con el nombre “PROYECTOS DE DESARROLLO RURAL LIDERADOS DESDE ARAGÓN”, fue Organizada por GEEZAR con la asistencia de ZINNAE y permitió invitar a otros Proyectos liderados desde nuestra Comunidad Autónoma.



Figuras 24.- Jornada en el Colegio de Agrónomos.

3.- Publicaciones del Proyecto.

**3.1.- Medios de comunicación y revistas técnicas:**

- Diario de Huesca (27/09/2023): Jornada en Alcalá.  
[https://www.eldiariodehuesca.com/actualidad/alcala-gurrea-modelo-reutilizacion-aguas-urbanas-en-medio-rural\\_13363\\_102.html](https://www.eldiariodehuesca.com/actualidad/alcala-gurrea-modelo-reutilizacion-aguas-urbanas-en-medio-rural_13363_102.html)
- Cadena Ser: Referencia a actuación en Alcalá de Gurrea.  
<https://cadenaser.com/aragon/2023/10/01/alcala-de-gurrea-se-convierte-en-un-ejemplo-de-reutilizacion-de-las-aguas-urbanas-en-el-medio-rural-radio-huesca/>
- RETEMA (Revista Técnica del Medioambiente): Impacto de la parte de EDAR Urbana  
<https://www.retema.es/actualidad/alcala-de-gurrea-en-huesca-sera-ejemplo-de-depuracion-urbana-gracias-al-proyecto>
- Aguas Residuales (revista referencia en tratamiento y reutilización):  
<https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/nuevas-tecnologias-y-digitalizacion-convierten-al--3FB5>  
<https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/el-cluster-del-agua-zinnae-organiza-una-jornada-te-eGOIM>
- ARAID (Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo):  
[https://araid.es/es/actividades/proyectos?field\\_investigador\\_uid=3628](https://araid.es/es/actividades/proyectos?field_investigador_uid=3628)

**3.2.- Publicaciones en RRSS:**

- [https://www.linkedin.com/posts/zinnae\\_zinnae-colabora-en-los-proyectos-reuriego-demostraci%C3%B3n-activity-7204745166446829568-ulXi/?originalSubdomain=es](https://www.linkedin.com/posts/zinnae_zinnae-colabora-en-los-proyectos-reuriego-demostraci%C3%B3n-activity-7204745166446829568-ulXi/?originalSubdomain=es)
- <https://www.facebook.com/100063529783432/posts/990881079706209/>
- [https://www.instagram.com/clustercampag/p/C\\_-lyfios6L/?locale=hi\\_IN](https://www.instagram.com/clustercampag/p/C_-lyfios6L/?locale=hi_IN)
- [https://www.linkedin.com/posts/zinnae\\_cora-dtconedarf2-watertruff2-activity-7184084589701672960-BqSu/](https://www.linkedin.com/posts/zinnae_cora-dtconedarf2-watertruff2-activity-7184084589701672960-BqSu/)
- [https://www.facebook.com/photo.php%3Ffbid%3D804060555054930%26id%3D100063529783432%26set%3Da.2787657677968780%26locale%3Dur\\_PK](https://www.facebook.com/photo.php%3Ffbid%3D804060555054930%26id%3D100063529783432%26set%3Da.2787657677968780%26locale%3Dur_PK)
- [https://www.instagram.com/clustercampag/reel/C\\_srQrys\\_TQ/?locale=ne\\_NP&hl=ar](https://www.instagram.com/clustercampag/reel/C_srQrys_TQ/?locale=ne_NP&hl=ar)

**3.3.- Publicaciones de otras entidades públicas y privadas no miembros del Proyecto:**

- Clúster ZINNAE::  
<https://zinnae.org/jornada-en-caspe-sobre-optimizacion-de-recursos-en-un-contexto-de-crisis-climatica/>  
<https://zinnae.org/jornada-proyectos-desarrollo-rural/>
- VELABER Consulting:  
<https://velaber.es/reuriego/>
- Clúster CAMPAG:  
<https://www.campag.es/noticias/2024/jornada-proyectos-de-desarrollo-rural-liderados-desde-aragon/>
- CEEI Aragón (Gobierno de Aragón):  
<https://www.ceeiaragon.es/noticia/zinnae-el-cluster-aragones-de-uso-eficiente-del-agua-que-opera-desde-ceeiaragon-celebra-la-comision-de-innovacion-2024/>
- Comarca Hoya de Huesca (Ganas de Vivir):  
<https://ganasdevivir.es/alcala-de-gurrea-ejemplo-de-reutilizacion-de-las-aguas-urbanas-en-el-medio-rural/>
- Ayuntamiento de Caspe:  
<https://www.caspe.es/jornada-sobre-optimizacion-de-recursos-en-un-contexto-de-crisis-climatica-en-caspe/>

**3.4.- Referencias en publicaciones científicas:**

- [https://www.researchgate.net/publication/367187861\\_Networks\\_of\\_action\\_situations\\_in\\_point-source\\_pollution\\_the\\_case\\_of\\_winery\\_wastewater\\_in\\_Aragon\\_Spain](https://www.researchgate.net/publication/367187861_Networks_of_action_situations_in_point-source_pollution_the_case_of_winery_wastewater_in_Aragon_Spain)

NOTA: Se han acordado y solicitado publicaciones en otras revistas que se producirán en próximas fechas, si bien no han llegado a tiempo para este periodo de justificación. En concreto, la publicación del Proyecto en "Ventana al Campo" tendrá lugar en la última semana de Octubre, siendo una revista que cuenta con

En Zaragoza a fecha de la firma electrónica

Firmado: LA PERSONA COORDINADORA

**DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO RURAL**