

INFORME ANUAL CIESOL

CIESOL ANNUAL REPORT

2021



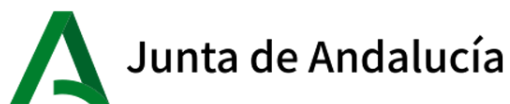
CIESOL



Centro de Investigación en Energía Solar
Solar Energy Research Center



UNIÓN EUROPEA
"Una manera de hacer Europa"



ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO.....	1
1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO.....	2
1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO	4
1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2021	6
2. ¿QUÉ OFRECE CIESOL? - INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS.....	8
2.1 ACTUACIONES EN 2021	8
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA E. SOLAR.....	10
2.3 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA E. SOLAR	14
3. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.....	21
3.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA, 2021	21
3.1.1 Descripción de la Unidad	21
3.1.2 Líneas estratégicas.....	21
3.1.3 Investigadores principales.....	21
3.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021	22
3.1.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	22
3.1.6 Recursos humanos.....	22
3.1.7 Producción científica	22
3.1.8 Miembros del la Unidad.....	24
3.1.9 Proyectos vigentes durante 2021.....	26
3.1.10 Participación en Redes durante 2021	26
3.1.11 Transferencia y Actividades Complementarias	27
3.1.12 Actividades de Difusión	27
3.1.13 Otros.....	27
3.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL.....	28
3.2.1 Descripción de la Unidad	28
3.2.2 Líneas estratégicas.....	28
3.2.3 Investigadores principales.....	28
3.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021	29
3.2.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	29
3.2.6 Recursos humanos.....	29
3.2.7 Producción científica	30
3.2.8 Miembros de la Unidad	32
3.2.9 Proyectos vigentes durante 2021.....	33
3.2.10 Participación en Redes durante 2021	38
3.2.11 Actividades de Difusión	38
3.2.12 Otros.....	38
3.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS.....	40
3.3.1 Descripción de la Unidad	40
3.3.2 Líneas estratégicas.....	40
3.3.3 Investigadores principales.....	40
3.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021	40
3.3.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	41
3.3.6 Recursos humanos.....	41
3.3.7 Producción científica.....	42
3.3.8 Miembros de la Unidad	45
3.3.9 Proyectos vigentes durante 2021.....	46
3.3.10 Participación en Redes durante 2021	56
3.3.11 Actividades de Difusión	56
3.3.12 Otros.....	56

3.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL.....	58
3.4.1 Descripción de la Unidad.....	58
3.4.2 Líneas estratégicas.....	58
3.4.3 Investigadores principales.....	58
3.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021.....	59
3.4.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	60
3.4.6 Recursos humanos	61
3.4.7 Producción científica	62
3.4.8 Miembros de la Unidad	64
3.4.9 Proyectos vigentes durante 2021	67
3.4.10 Participación en Redes durante 2021.....	76
3.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias.....	76
3.4.12 Actividades de Difusión	78
3.4.13 Otros	79
3.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR.....	81
3.5.1 Descripción de la Unidad.....	81
3.5.2 Líneas estratégicas.....	81
3.5.3 Investigadores principales.....	81
3.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021.....	82
3.5.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	83
3.5.6 Recursos humanos	83
3.5.7 Producción científica	83
3.5.8 Miembros de la Unidad	84
3.5.9 Proyectos vigentes durante 2021	85
3.5.10 Transferencia y Actividades Complementarias.....	88
3.5.11 Otros	88
3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS.....	89
3.6.1 Descripción de la Unidad.....	89
3.6.2 Líneas estratégicas.....	89
3.6.3 Investigadores principales.....	89
3.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021.....	90
3.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	90
3.6.6 Producción científica	90
3.6.7 Miembros de la Unidad	93
3.6.8 Proyectos vigentes durante 2021	94
3.6.9 Participación en Redes durante 2021.....	103
3.6.10 Actividades de Difusión	103
3.6.11 Otros	103
4. COMITÉ Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.....	105
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	105
4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.....	105
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	106
4.4 COMITÉ CIENTÍFICO	106

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA

El Centro de Investigaciones de la Energía Solar, CIESOL, es un centro mixto de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería, que desarrolla nuevas aplicaciones de la energía solar. En el centro trabajamos tanto investigadores de la Plataforma Solar como de la Universidad, aunando esfuerzos para sacarle el máximo provecho a la radiación solar, abarcando desde el uso energético, tratamiento de aguas y el estudio de la climatización y confortabilidad en la edificación.

En el centro desarrollamos, a nivel internacional, investigación, transferencia, divulgación y formación sobre diversos aspectos de la energía solar.

Colaboramos con empresas e instituciones en nuestro afán por servir a la sociedad. En el ámbito de la formación, estamos orgullosos del Máster Oficial en Energía Solar, ejemplo claro del entendimiento entre las dos instituciones que forman el CIESOL (<http://cms.ual.es/UAL/estudios/masteres/MASTER7106>).

Bienvenido al CIESOL, agradecemos tu interés por nuestro trabajo e intentamos facilitarte, en las páginas siguientes, información relevante, así como los datos de contacto de los grupos que dan vida al centro.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO

El CIESOL se encuentra en un edificio situado en el campus de la Universidad de Almería específicamente diseñado para el estudio del aprovechamiento de la radiación solar en la edificación. Así, además de laboratorios, equipamientos científicos y plantas piloto, el propio centro es una instalación científica en sí misma.



Tenemos una superficie de unos 1700 m², contando con una nave de 200 m² y un patio de 300 m², 1 taller, un laboratorio exterior, 3 cámaras frías de conservación, 1 estación meteorológica, 7 laboratorios, 5 despachos, 1 comedor, 1 sala de estudio, 1 sala de trabajo y un aula y sala de reuniones. El sistema de calefacción y refrigeración solar cubre la mayor parte de la demanda del centro, el edificio está diseñado para emplear estrategias pasivas y maximizar los recursos solares. Contamos con un equipamiento avanzado para llevar a cabo nuestros proyectos de investigación, tal y como queda reflejado en el apartado 3, donde exponemos las infraestructuras con detalle.

Durante 2021, 92 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL (51 hombres y 41 mujeres), 27 de ellos (13 hombres y 14 mujeres) con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 26 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andaluz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 4 contratos con empresas e instituciones, 14 proyectos europeos y 11 redes (7 nacionales y 4 internacionales).

Por otro lado, las unidades del centro han contado con 6 estancias de investigadores internacionales de 4 países diferentes, Argentina, Brasil, Iran y Reino Unido



1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO

¿Qué se hace en el CIESOL?

Se trabaja en distintas áreas, todas ellas centradas en el conocimiento del recurso solar y sus diversas aplicaciones, que podemos clasificar en dos líneas: una relacionada con el **uso energético de la radiación solar**, y la otra con el **desarrollo de tecnologías solares para el tratamiento de aguas**.

Convencidos de la importancia de preservar el medioambiente, en el CIESOL se investiga en dos ámbitos imprescindibles para la vida, **el agua y la energía**, unidos por el aprovechamiento de la radiación solar.

¿Cómo avanza el CIESOL en el uso de la energía?

Lo primero que debemos saber para usar la energía solar es su disponibilidad, por eso se investigan nuevos métodos para evaluar y predecir el recurso solar y la optimización de cámaras de cielo para hacer un seguimiento y predicción de la nubosidad.

También es importante la monitorización, el modelado y el control automático de las instalaciones solares, con escalas muy diferentes, desde grandes plantas termosolares para producir electricidad, hasta vehículos eléctricos alimentados con energía solar utilizando el efecto fotoeléctrico, mas conocida como energía fotovoltaica.



NAVE CIESOL – Instalación de frío solar

Además, la energía solar térmica permite producir lo que se denomina “frío solar” mediante sistemas de cambio de fase, compresión y descompresión. Se investiga en “aire acondicionado solar”, siendo el edificio

que alberga el CIESOL un ejemplo de ello. Se trabaja en el diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar, tanto para uso doméstico como industrial, siendo aquí especialmente importante el estudio de la eficiencia energética y el control del confort en edificios. La introducción de redes energéticas inteligentes es también un factor de ahorro muy significativo.

También se viene investigando en el desarrollo de nuevas sustancias con actividad fotoquímica y solubles en agua con el objetivo de abrir el camino a nuevas células fotovoltaicas ambientalmente más sostenibles.

¿Cómo avanza el CIESOL en el tratamiento de aguas?

Debemos proteger el recurso agua, tan necesario como escaso, cuyo valor para la vida se incrementa cuanto mejor sea su calidad. Para ello, en el CIESOL se desarrollan nuevas tecnologías limpias para la descontaminación basadas en la irradiancia solar, tanto de aguas tóxicas que no pueden tratarse por métodos biológicos convencionales, como de las aguas residuales tratadas, que aún tienen pequeñas cantidades de contaminantes persistentes, que afectan al medioambiente acuático.



Entre los métodos solares de depuración de aguas residuales, se abre paso un nuevo proceso basado en microalgas que aprovecha la fotosíntesis para descontaminar, con menos consumo energético y produciendo una biomasa útil para otros sectores industriales.

Una vez depuradas, las aguas pueden tener un nuevo uso, especialmente para el riego. Para ello es necesario inactivar los microorganismos patógenos que aún permanecen en el agua. La desinfección mediante fotocátalisis solar de aguas depuradas se muestra especialmente eficiente. En todos estos procesos juega un papel crucial el estudio de la influencia de los tratamientos en la calidad de las aguas depuradas y la evaluación del impacto derivado de su uso. Se hace necesario el desarrollo de métodos avanzados de análisis químico para medir la presencia de contaminantes a muy baja concentración, hasta una mil millonésima parte de gramo por litro (nanogramo/litro). Pero



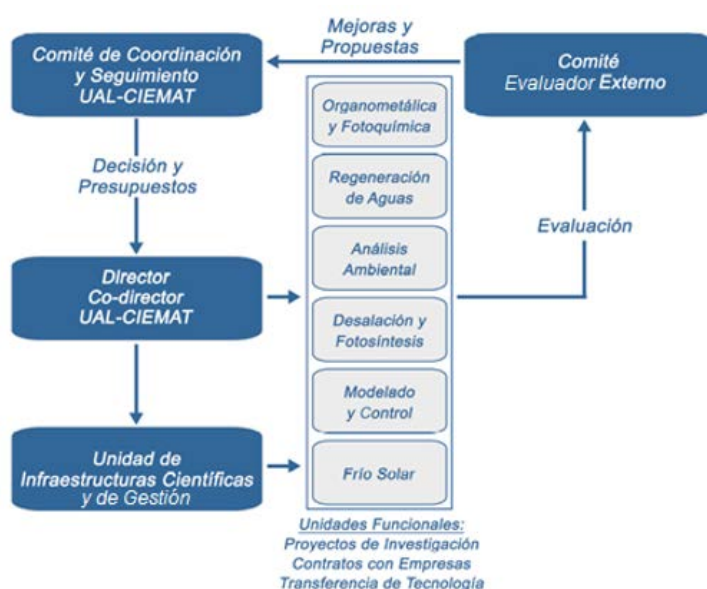
Triple TOF 5600

cuando la escasez de agua apremia, es necesario desalar para generar nueva agua dulce. La desalación de agua de mar, o aguas salobres, mediante energía solar es una alternativa muy necesaria. En este sentido, la combinación de destilación por membranas, que requiere menos aporte de calor que otros procesos, y el uso de la energía solar para aportar ese calor se plantea como una solución alternativa a las tecnologías convencionales.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO

¿Cómo funciona el CIESOL?

La estructura funcional del CIESOL está constituida por un Comité de Coordinación y Seguimiento, CCS, órgano máximo de decisión y gestión, un Equipo de Dirección y un conjunto de 6 Unidades Funcionales que agrupan a investigadores de ambas instituciones en distintas áreas temáticas específicas. Debe destacarse que CIESOL cuenta con un Comité Evaluador Externo, CEE, con cuatro miembros de reconocido prestigio e impacto nacional e internacional, que anualmente valora y supervisa la producción científica de sus diferentes unidades funcionales así como el desarrollo del centro. Se cuenta también con una Unidad de Infraestructuras Científicas y de Gestión, compuesta por técnicos especialistas, que se encarga del mantenimiento y operación del equipamiento del centro.



Organigrama funcional de CIESOL

¿Quién es y qué hace el Comité de Coordinación y Seguimiento?

El Comité de Coordinación y Seguimiento, CCS, está formado por dos investigadores de la UAL, siendo uno de ellos el Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación de la universidad y dos investigadores de la PSA, siendo uno de ellos el Director de la Plataforma Solar de Almería. Actualmente, el CCS está compuesto por Diego Valera (Vicerrector de Investigación) y Manuel Berenguel por la UAL y Julián Blanco (Director de la Plataforma Solar de Almería) y Eduardo Zarza por la PSA.

El Comité de Coordinación y Seguimiento se encarga de velar por el buen gobierno del Centro de Investigación y tiene como principal función evaluar y hacer un seguimiento de la marcha de la actividades del centro y su adecuación a los objetivos previstos.

¿Quién es y qué hace el Equipo de Dirección?

El Equipo de Dirección consta de un director y un subdirector, pertenecientes a UAL y PSA (y viceversa). En la actualidad el director es José Antonio Sánchez Pérez de la UAL y Sixto Malato Rodríguez de la PSA es subdirector. Se encargan de la asignación de espacios y recursos a los distintos proyectos y grupos de trabajo, la supervisión del personal técnico, el mantenimiento del CIESOL y, en general, todo cuanto afecte al funcionamiento ordinario del centro.

¿Quién es y qué hace el Comité Evaluador Externo?

El Comité Evaluador Externo, CEE, está compuesto por Ana María Amat Payá, Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia, Ángela Fernández Curto, Subdirectora General Adjunta de Grandes Infraestructuras Científico Técnicas (Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España), David Serrano, Director del IMDEA ENERGÍA de Madrid y Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos y Carlos Bordons Alba, Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla.

El CEE se encarga de evaluar la calidad científica del CIESOL y proponer acciones de mejora. Entre sus funciones está la valoración de las propuestas de trabajo y de líneas estratégicas de actuación para el CIESOL, nuevos proyectos o colaboraciones, así como la evaluación científica de los trabajos realizados. El CEE se reúne una vez al año con los investigadores del CIESOL, visita sus instalaciones y emite un informe sobre su actividad.

¿Cuáles son las Unidades Funcionales del CIESOL?



Recurso Solar y Frío Solar. Su principal actividad es la evaluación y predicción del recurso solar, siendo sus investigadores principales Joaquín Alonso Montesinos (UAL) y Jesús Ballestrín Bolea (PSA). También trabaja en teledetección y optimización de cámaras de cielo, así como en el diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar. Trigeneración.



Modelado y control. Liderado por Manuel Berenguel Soria (UAL) y Lidia Roca Sobrino (PSA), el grupo trabaja en el modelado y control de plantas termosolares, fotorreactores y fotobiorreactores, al tiempo que estudia la eficiencia energética y control de confort en edificios, incluyendo redes energéticas inteligentes.



Organometálica y fotoquímica. Liderada por Antonio Manuel Romerosa Nievas (UAL) y Christoph Richter (DLR-PSA), trabaja en el desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y hetero-nucleares solubles en agua y con actividad fotocatalíticas en procesos de síntesis de moléculas de alto valor añadido así como en nuevas células fotovoltaicas.



Regeneración de aguas. Centra su actividad en el estudio de la fotocátalisis solar para la descontaminación de aguas tóxicas y a la eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas (regeneración). Los investigadores principales son José Antonio Sánchez Pérez (UAL) e Inmaculada Polo López (PSA).



Análisis Ambiental. Está enfocada al desarrollo de métodos analíticos avanzados en efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos así como la identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos de aguas. Las investigadoras principales son Ana Agüera López (UAL) e Isabel Oller Alberola (PSA).



Desalación y Fotosíntesis. El grupo desarrolla dos líneas paralelas de trabajo, la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas así como la producción de microalgas y productos de interés. Los investigadores principales son José M. Fernández Sevilla (UAL) y Guillermo Zaragoza del Águila (PSA).

1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2021

El año 2021 se ha caracterizado por la dificultad para realizar una actividad normal debido a las obras de ampliación del centro, que se iniciaron en marzo y finalizaron en septiembre. Además, se ha procedido a la renovación y ampliación del mobiliario y equipamiento de los laboratorios, lo que ha tenido un gran impacto en la actividad de los grupos, especialmente aquellos cuyos laboratorios están ubicados en la planta baja. Asimismo, durante 2021 se ha procedido a la renovación del sistema de monitorización y control energético en el centro, mediante la ejecución de una ayuda de infraestructura de la Junta de Andalucía. En este sentido, 2021 también ha estado marcado por la instalación y puesta en marcha de las infraestructuras pertenecientes al proyecto Agroconnect, en las instalaciones compartidas con el IFAPA en su sede de La Cañada, adyacentes al campus universitario.

Durante este año 2021, se han ofertado 3 prácticas extracurriculares para estudiantes de máster con la intención de promover la iniciación en la investigación en el ámbito del CIESOL, dichas prácticas se establecen con una duración de 6 meses y con periodicidad anual. Hemos recibido 3 estudiantes que se han incorporado a los grupos de investigación de Análisis Ambiental, Regeneración de Aguas y Recursos Solares y Frío Solar. Estas prácticas tienen un coste de 9000 € anuales.

Ciesol ha mantenido durante 2021 su actividad investigadora a través de los 40 proyectos de investigación en ejecución. En la figura se muestra la evolución del número de proyectos en los ocho últimos años, observándose una media de 32 proyectos en ejecución al año. En cuanto a las redes, se ha participado en 7 redes nacionales y 4 internacionales.



En cuanto a la producción científica correspondiente a 2021, se ha alcanzado un total de 79 publicaciones [36 en Q1 (46%), 27 en Q2 (34%), 12 en Q3 (15%) y 3 en Q4 (4%)] de ellas, 37 con colaboración internacional, lo que supone un 47% del total, como indicador del carácter internacional del centro. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (10) e internacionales (26) con un total de 58 contribuciones. En la figura se muestra la evolución del número de publicaciones científicas internacionales en JCR en los ocho últimos años. Se observa una media de 101 artículos al año.



Respecto a las tesis doctorales, en la colaboración UAL-PSA durante 2021 se han defendido 9 tesis doctorales.

En cuanto a difusión y actividades de extensión, el Ciesol ha estado presente en los medios de comunicación mediante diversas actividades (una docena de apariciones en prensa) y participado en organización de cursos y jornadas, como se muestra en la actividad de las diferentes unidades funcionales.

2. ¿QUÉ OFRECE CIESOL? - INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

2.1 ACTUACIONES EN 2021

Este año 2021 se ampliaron los laboratorios 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8, absorbiendo los “patios” que anteriormente se encontraban en ellos. Aprovechando dicha reforma, se habilitaron en el exterior 4 casetas ventiladas cuyo objetivo es alojar las botellas de gases y el generador de N₂, pudiéndose aprovechar para diversos fines.

En las ampliaciones de los laboratorios 1 y 3 se instalaron nuevas consolas de climatización para poder climatizar estas dos estancias de modo independiente al edificio, ya que alojan equipos cromatográficos de alta resolución que requieren una T^a determinada y constante.



ANTES



CERRAMIENTO DE LABORATORIOS



CASETAS DE GASES



AMPLIACIÓN DE ACERA

Se amplió también el recinto, extendiendo el patio lateral hasta quedar a nivel con el resto del edificio, consiguiendo de este modo una mayor superficie para investigación y se habilitó la zona de carga de vehículos eléctricos.



CERRAMIENTO DE PATIO LATERAL

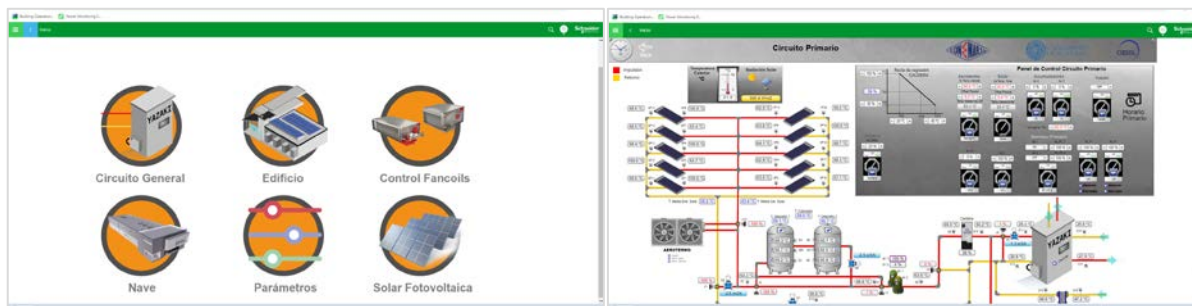


ZONA DE CARGA VEHÍCULO

Por otro lado, se ha adquirido nuevo mobiliario para equipar esas nuevas áreas y mejorar las ya existentes. Cabe destacar la adquisición de una cabina de flujo laminar y un brazo de extracción para el laboratorio

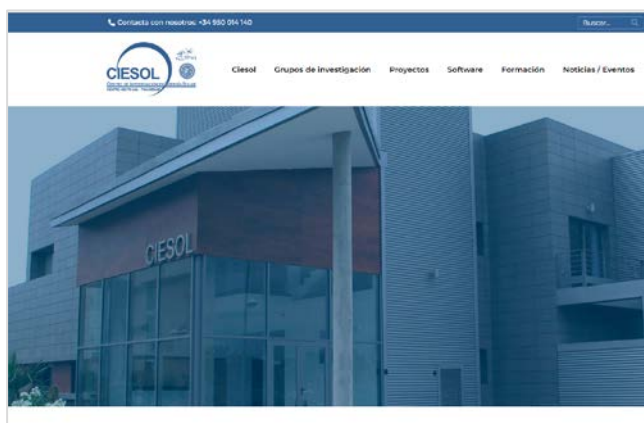
2, varios armarios de seguridad para productos químicos y dos campanas de extracción (laboratorios 3 y 4).

En cuanto al sistema de control climático del edificio, se ha implementado un nuevo software con código libre, se han renovado sensores, válvulas, controladores, ... y se han celebrado varios webinars para instruir al personal implicado.



Por último, se ha renovado totalmente la web de CIESOL ya que los servicios de informática de la Universidad de Almería, donde se encontraba alojada, nos recomendaron que se cambiara la programación por temas de seguridad. Aprovechando dicho cambio, se han realizado varias mejoras:

- se han actualizado los contenidos,
- la interconexión entre secciones se ha mejorado
- se ha ampliado la información disponible de los proyectos
- incluye una sección donde se podrá descargar el software que tengamos disponible
- hemos incluido apartados para exponer las actividades de difusión de los distintos grupos de investigación
- hemos implementado un área para destacar aquellas actividades de formación que sean de interés
- la responsividad de la web se ha revisado y actualizado, y en paralelo su aspecto visual y programación se ha modernizado



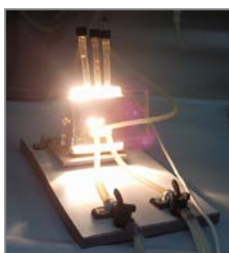
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR

XcelVap.

El sistema automatizado de evaporación XcelVap es un equipo que proporciona una rápida y suave evaporación de hasta 54 extractos de muestras que varían en tamaño (hasta 200 ml). La evaporación se lleva a cabo mediante la combinación de calor constante, burbujeo de gas controlado y la ventilación activa de los vapores de disolvente. Con el sistema XcelVap se pueden preparar extractos reproducibles para el análisis cromatográfico (GC/MS, LC/MS, GC, LC) en menos tiempo y con menor necesidad de atención, mejorando la productividad del laboratorio.



Sistema micromolar fotoquímico.



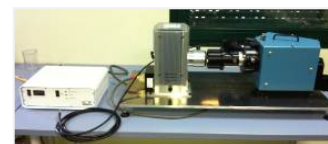
El reactor micromolar fotoquímico es un sistema que permite irradiar de forma controlada un pequeño volumen de un sistema químico reactivo, tanto homogéneo como heterogéneo, utilizando como fuente de radiación la luz solar o, en su defecto, lámparas artificiales de luz halógena, es idóneo para estudiar las reacciones fotoquímicas a tiempo real o muy corto. De este modo se evita cualquier perturbación en el medio de reacción y se controla de forma constante todos los parámetros externos que puedan influir en la reacción.

Espectrofotómetros.

- Espectrofotómetro de fluorescencia Fluoromax-4 Horiba Jobin Yvon
- Espectrofotómetro UV-Vis JASCO V650
- Espectrofotómetro UV-Vis Hach Lange

Irradiador de tubos de RMN.

Se usa principalmente para estudiar mecanismos de reacción mediadas por luz, identificación de especies intermedias y cinética de reacción.



Carruseles de reacción.

Los carruseles de reacción constan de doce tubos con tapa de teflón para trabajar en varios tipos de atmosfera de reacción, con un refrigerante en la parte superior de los tubos para condensación de líquidos. La temperatura de trabajo va desde temperatura ambiente hasta 300°C. Cada tubo se agita individualmente. Se usan principalmente para hacer estudios catalíticos variando atmosfera de reacción, tiempo de reacción y temperatura de reacción.

Fluorímetro de alta sensibilidad con control de temperatura.

El equipo permite determinar las características fluorescentes tanto de una disolución como de un sólido a diferentes temperaturas en el rango del IR cercano al UV próximo. Permite determinar todos los parámetros ópticos de una muestra así como los tiempos de vida de estados excitados en el rango de los pico-segundos.

Volta-amperometría cíclica.

Permite estudiar las propiedades redox de una disolución y de los diferentes solutos de la misma. El instrumento disponible consta de cámara termostataizada y toda una batería de posibilidades que permiten un estudio minucioso de cómo una muestra intercambia electrones.

Cromatógrafo de líquidos acoplado espectrómetro de masas AB SCIEX QTRAP 5500.

Se trata de un espectrómetro de masas híbrido cuadrupolo-trampa de iones lineal acoplado a cromatografía líquida de ultra alta resolución. Proporcionan excelente sensibilidad en full scan, MS/MS y MS³. Se aplica a la determinación de microcontaminantes orgánicos (plaguicidas, contaminantes emergentes, etc.) presentes en muestras de aguas residuales y otras matrices medioambientales, así como al seguimiento de los mismos durante los ensayos de degradación

Cromatógrafo de líquidos acoplado a espectrometría de masas de alta resolución con analizador híbrido tipo cuadrupolo-tiempo de vuelo (TripleTOF™ 5600+).

Este sistema permite determinar la masa exacta de los compuestos analizados, lo que facilita la caracterización estructural y la identificación de compuestos desconocidos, como por ejemplo productos de transformación de contaminantes en aguas tratadas para su descontaminación. Permite asimismo realizar análisis de barrido para la identificación preliminar de miles de contaminantes en muestras ambientales, caracterizando así el tipo y grado de contaminación de las mismas.

**Cromatógrafo de gases Agilent 8890 acoplado a espectrómetro de masas Agilent 7010B de triple cuadrupolo (GC-QqQ-MS/MS) con automuestreador GERSTEL de altas prestaciones.**

Permite análisis de compuestos orgánicos volátiles de baja/media polaridad, completando así el abanico de compuestos que pueden analizarse en el laboratorio de Análisis Ambiental. Se aplica especialmente a la determinación de niveles traza de contaminantes como fragancias sintéticas, plaguicidas, PAH, THM, etc.

Cromatógrafo de líquidos de ultra-presión (UHPLC) EXION acoplado a espectrómetro de masas de triple cuadrupolo (SCIEX 7500).

Este espectrómetro de masas de última generación mejora las prestaciones del QTRAP 5500 LC/MS/MS, proporcionando una excelente sensibilidad para análisis ultratrazas de contaminantes orgánicos, en muchos casos sin necesidad de pretratamiento de la muestra. Esto mejora la exactitud de los análisis, ya que se evitan pérdidas en los procesos de extracción, minimizando a su vez el coste y el tiempo de análisis.



Equipo de extracción en fase sólida (SPE) automatizado Dionex AutoTrace 280.

Este sistema permite automatizar el laborioso proceso de extracción en fase sólida (SPE). Está diseñado para la extracción de compuestos orgánicos a nivel de trazas en aguas o matrices acuosas. Permite concentrar analitos partiendo de grandes volúmenes de muestra (de 20 ml a 4 l). El sistema permite el análisis simultáneo de hasta 6 muestras, minimizando los errores de la operación manual y la exposición del operador tanto a las muestras como a los disolventes de extracción.



Cromatógrafo Iónico (Metrohm 881 Compact IC Pro).



Este cromatógrafo permite el análisis preciso de aniones o cationes en concentraciones de $\mu\text{g/L}$ a g/L , con límites de detección $<1 \mu\text{g/L}$. Este sistema es fundamental para la caracterización de efluentes acuosos con los que se lleva a cabo la experimentación, ya que la presencia de ciertos cationes como fosfatos y cloruros afectan a los procesos de descontaminación de aguas llevados a cabo (procesos de Fenton y foto-Fenton solar).

Analizadores de carbono orgánico total (TOC).

Este equipo permite determinar el carbono y el nitrógeno disueltos. En el laboratorio es usado para la determinación de carbono orgánico e inorgánico y nitrógeno disuelto en muestras líquidas de aguas residuales para evaluar su depuración cuando se le aplica un tratamiento oxidativo.



Simulador solar Suntest CPS+ de Atlas.



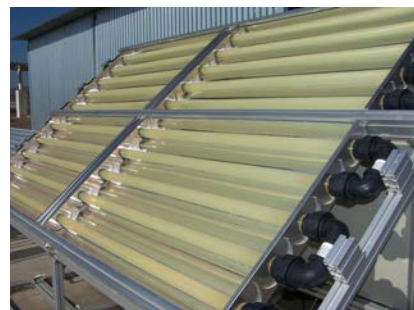
Este dispositivo simula el espectro solar, permitiendo la experimentación a escala de laboratorio, haciéndose fundamental en pruebas iniciales previas a la escala piloto.

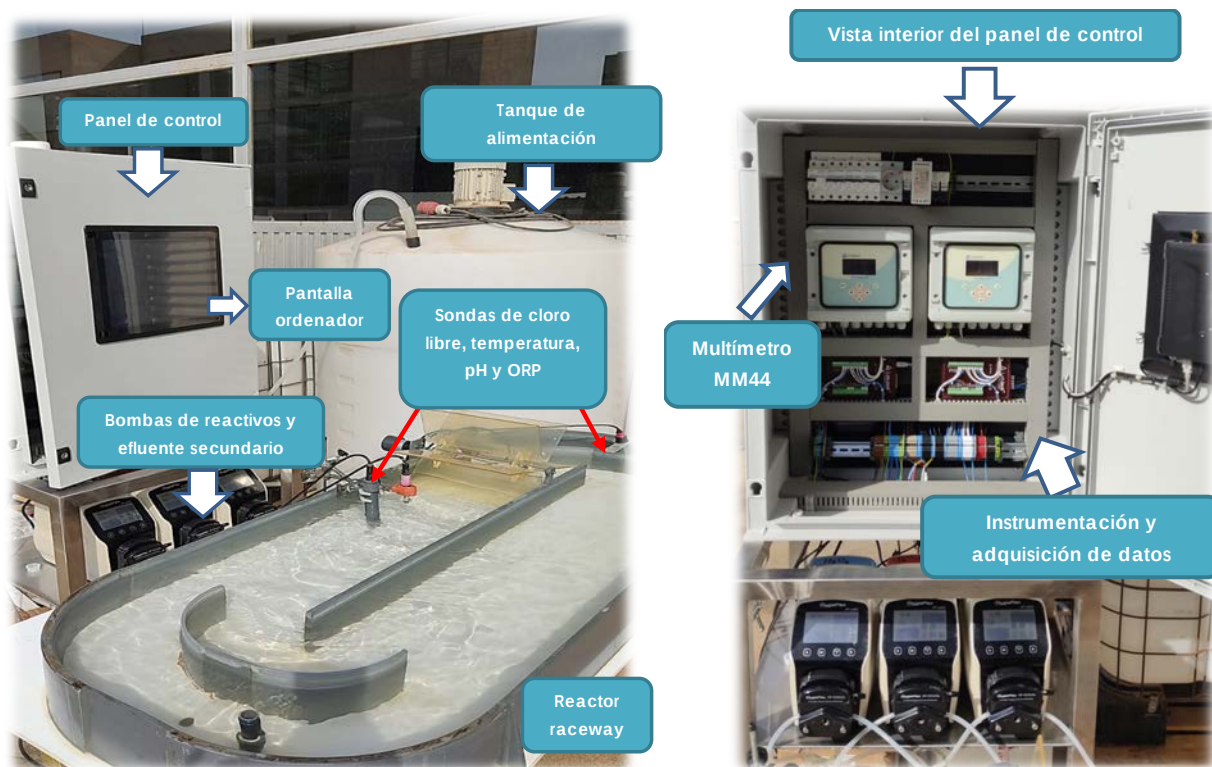
Plantas piloto. Contamos con cuatro plantas piloto para el tratamiento de aguas contaminadas empleando el proceso foto-Fenton. Operan con irradiación solar directa y cuentan con radiómetros para registrar la radiación incidente en cada caso.

Reactores biológicos.

Se emplean para simular los distintos procesos biológicos de depuración de aguas:

- De membrana Plana (MBR)
- De fibra hueca (MBR)
- Reactor biológico batch (SBR)
- Reactor biológico de membrana SiClaro® 8PE de Martin Systems AG





Sistema Automático Experimental de Foto-Fenton Solar. Los experimentos de foto-Fenton solar se realizan en reactores tipo raceway a escala de planta piloto. Un sistema SCADA monitorea y controla todo el funcionamiento del proceso en tiempo real.

2.3 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR

Planta de aprovechamiento de energía solar térmica. Sistema de calefacción/refrigeración solar.

La instalación dispone de un campo de colectores el cual se encarga de recoger la energía de la radiación solar para calentar agua que se almacena en unos tanques, posteriormente esta agua se podrá utilizar en el sistema de refrigeración o con fines fito-sanitarios.



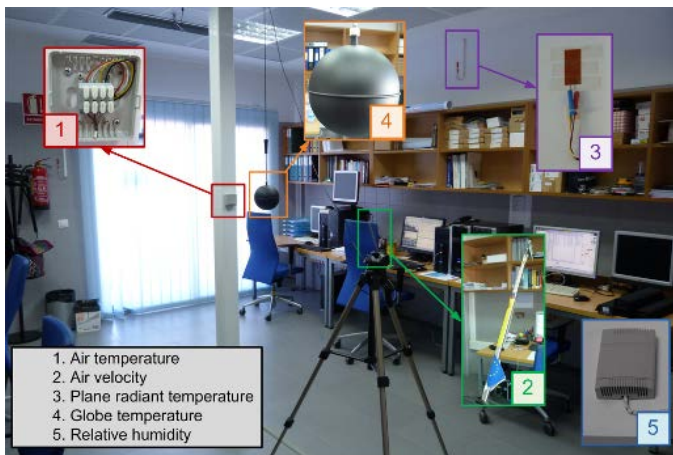
Campo de colectores solares



Máquina de absorción Yazaki y tanques de almacenamiento de agua caliente

Sistema de monitorización del edificio.

Contamos con un sistema que monitoriza el confort térmico en nuestras instalaciones



Infraestructura de monitorización de confort en los laboratorios de CIESOL y pantalla del sistema SCADA de monitorización y ejemplos de actuadores

Simuladores de carga.

La unidad funcional de Modelado y Control dispone además de un banco de ensayos en el que se pueden simular el comportamiento de algunos de los elementos de un distrito energético con el cual sí se podrán comprobar algunas de las estrategias de control y gestión de energía. Se trata de replicar los elementos que consumen, almacenan y producen energía eléctrica. También se dispone de un banco de ensayos para el coche eléctrico que actualmente, y por motivos de espacio, se encuentra en el CITE IV. Este banco de ensayos sirve para la caracterización del sistema de propulsión de un vehículo eléctrico ligero.



Simulador de carga (izquierda). Banco de carga para vehículo eléctrico (derecha)

Inversores.

La unidad funcional de Modelado y Control dispone de dos inversores Victron: uno de ellos (modelo Quattro) gestiona la fila de ampliación de paneles fotovoltaicos y alimenta al laboratorio 6 y al punto de recarga del vehículo eléctrico, el otro inversor (modelo Multiplus) gestiona dos paneles que están en la parte más alta de la cubierta, y simulan una red aislada.



Planta de aprovechamiento de energías renovables para agricultura, Proyecto AGROCONNECT.

El proyecto de infraestructuras AgroConnect (EQC2019-006658-P): Sistema de Cultivo Intensivo Sostenible, Autónomo, Conectado y Abierto) se distribuye en:

-Sistema de almacenamiento.

Un servidor para simulación y un servicio de almacenamiento de los datos recogidos. El sistema de supervisión y control instalado en el PC de sobremesa que consta de una torre LENOVO, monitor Hp, servidor de datos NAS e infraestructura servidores CLOUD; y el sistema de supervisión aérea (dron Mavic Air).

-Estaciones de medida de condiciones climáticas.

Un conjunto de estaciones meteorológicas comerciales: una exterior y 6 interiores:

Estación meteorológica exterior (DeltaOhm Srl): formada por una unidad base (HD35APW) a la que llegan los datos que recogen dos registradores: HD35EDM...TC y HD35EDW 1NB...F TCV.

A HD35EDM...TC se conectan los sensores LPPYRA03, HD54.3, HD2015R, HP3517TC2 y HD54.D, mientras que a HD35EDW 1NB...F TCV se conecta un único sensor LP 35 PAR, teniendo un sensor de CO2 integrado.



Esquema genérico de unidad base conectada entre registradores de datos y PC.

Estación meteorológica interior 1 (DeltaOhm Srl): formada por una unidad base (HD35APW) a la que llegan los datos de 5 registradores: HD35EDWSTC, HD35ED1NTC, HD35EDWRTC, HD35EDW1NLTC y HD35ED1NB.



Estación meteorológica interior 2 (CAMPBELL): formada por una unidad base CR310 a la que se conectan directamente los siguientes sensores: HC2A-S3 Sonda T/HR, CS655, SKP215 y CS301



Data logger CR310

Estación meteorológica interior 3 (LIBELIUM): formada por una unidad base que hace la vez de registrador SA-XTR 4G EU/BR v2 al que se conectan los diferentes sensores.



Ejemplo registrador de datos

Estación meteorológica interior 4 (LABFERRER/ METER): formada por una unidad base ZL6 a la que se conectan un sensor SQ-110 y una estación meteorológica/ registrador ATMOS41.



Unidad Base ZL6.

Estación meteorológica interior 5 (HOPU): formada por una unidad base Smart Spot Core, que incluye un sensor de CO2 interno. A este llegan los datos de un sensor TEROs 11 y dos registradores SP-421 y SHT35-DIS.



Planta de Osmosis inversa (RO).

La RO tiene un consumo específico de 3 kWh/m³, que se alimenta directamente de agua de mar, y puede generar 11 m³ de agua desalada al día. Esta agua se almacena en un depósito de 100 m³. Además, la unidad de RO genera 22 m³/h de salmuera que se almacena en un tanque de 50 m³ y se utiliza para alimentar el sistema de destilación por membranas.

Planta de destilación por membranas (MD).

Este sistema se trata de una unidad MD capaz de generar 6 m³/día de agua destilada. La unidad de MD requiere una fuente de calor continua para su correcto funcionamiento. Es el segundo sistema de generación de agua que usa la tecnología de la destilación por membranas para desalar la salmuera generada de la ósmosis inversa con apoyo de energía solar.

Planta de solar fotovoltaica.

Una instalación de generación fotovoltaica con capacidad de almacenamiento eléctrico para el suministro complementario de los sistemas de riego, desalación, control climático y resto de consumos eléctricos del invernadero experimental. Consta de dos unidades de 18 módulos de placas fotovoltaicas (LONGI LR4-72



HPH 450W) con una capacidad de generación de electricidad de 16,2 kW, dos inversores Fronius Symo Gen24 8.0 Plus y dos baterías (Battery-box premium HVM 22.1), para el almacenaje de electricidad con capacidad para almacenar 44,2 kWh.

Planta de solar térmica.

Está compuesto por 30 módulos de captadores con una capacidad de generación de 92 kW, dispone de tanque de almacenamiento de 3000 l.

Sistema de acondicionamiento térmico.

Un sistema de acondicionamiento térmico (calefacción y refrigeración) para el control del clima interior del invernadero.



Sistema de acondicionamiento térmico

Sistema de almacenamiento y reinyección del CO₂ procedente de la combustión.

Un sistema de almacenamiento y reinyección del CO₂ procedente de la combustión de la biomasa en la caldera, para la realización de ensayos de mejora del cultivo.

Sistema de humidificación.

Instalación de humidificación. Sistema destinado a incrementar la humedad y disminuir la temperatura del invernadero.



Sistema de enriquecimiento carbónico con gas licuado.

Incrementa la concentración de CO₂ en el invernadero.

Sistema de fertirriego.

Una unidad de riego de las series SC800 provista de tanque de mezclas y sistema automático de inyección por Venturi, que en el invernadero dividirá su acción en dos sectores de riego mediante dos válvulas. Para satisfacer las demandas de agua y nutrientes, el invernadero cuenta con un sistema de fertirriego, mediante gotero.



Sistema invernadero.

El centro de la instalación es un invernadero experimental de 1900 m² ubicado en el centro IFAPA junto a la Universidad de Almería (Almería, Spain). El invernadero está dividido en dos sectores de igual tamaño y está equipado con multitud de sistemas que permiten tener un gran control sobre las condiciones del cultivo.

Sistema abierto y escalable de supervisión, gestión eficiente de la energía y control de confort del edificio singular y estratégico CIESOL.

El proyecto de infraestructuras concedido por la Junta de Andalucía constaba de tres lotes con la finalidad de renovar todo el hardware y software del sistema de adquisición del centro de investigación CIESOL además de incluir en él nuevas tecnologías como IoT, *Cloud* o *Big Data* no disponibles en el momento inicial de su desarrollo.

Se ha renovado tanto el hardware como software que monitorización la instalación de frío solar. Para ello se ha migrado todos los antiguos componentes de SAUTER y National Instruments a sus equivalentes de Schneider Electric. Se ha realizado un sistema de adquisición basado en nuevas tecnologías de IoT y Cloud para la recogida y almacenamiento de datos para lo cual se ha comprado un servidor NAS donde se almacenarán dichos datos de forma periódica. Respecto al hardware dedicado a la adquisición de los datos, se han renovado todos los PLCs que recogían los datos provenientes de los diferentes sensores de la instalación.



PLCs de Schneider Electric. Nueva aplicación de adquisición y servidor donde almacenar los datos.

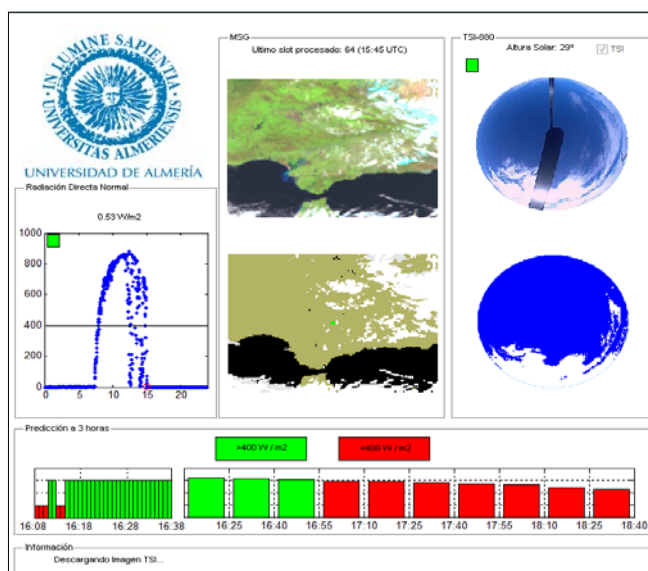
Estación de satélite Meteosat. La recepción de imágenes del satélite geoestacionario METEOSAT se realiza gracias a la configuración y adecuación de un sistema instalado en la cubierta del edificio CIESOL, donde cada 15 minutos se obtiene un mapa del globo terráqueo desde una visión espacial.

Estación radiométrica. La radiación directa, difusa y normal son medidas con una frecuencia de 1 minuto gracias al seguidor solar en dos ejes (2AP Sun Tracker - Kipp & Zonen) compuesto por un pirheliómetro (CH 1 Kipp & Zonen) y dos piranómetros (CMP 11 Kipp & Zonen).

Sistema de cámaras de cielo. La visión del cielo desde un punto de vista terrestre se realiza gracias a un sistema de cámaras de cielo de diversa índole, estructuración y funcionamiento. Con ellas, se puede caracterizar el paso de nubes, y sus imágenes han permitido y están permitiendo desarrollos meteorológicos de predicción de la nubosidad y de la radiación solar en el corto plazo.



Sistema de predicción de nubosidad. Predicción de la nubosidad en tiempo real hasta 3 horas vista, gracias al uso de imágenes de satélite y de cámaras de cielo.



Sistema de medida de caracterización atmosférica y visibilidad. El ceilómetro VAISALA CL-51 y el Visibilímetro Biral SWS-250 conforman un novedoso y preciso sistema para caracterizar las capas bajas de la atmósfera. Su misión, principalmente es descubrir nubes y contaminantes atmosféricos a longitudes de onda de 910 y 840 nm, respectivamente, uno de ellos en posición vertical y el otro en horizontal, teniendo así un exhaustivo control de aquello que acontece sobre la superficie de CIESOL.

Estación para medir deposición de polvo en paneles fotovoltaicos. Para poder caracterizar la deposición de polvo en paneles fotovoltaicos, se ha dotado de una estación de medida, ampliamente monitorizada, para evaluar las pérdidas por soiling y poder correlacionarlas con variables meteorológicas.



Cámaras solares para alimentos. En el patio de CIESOL hay tres cámaras de alimentos cuya refrigeración funciona con energía solar. El ciclo de refrigeración por compresión está impulsado por paneles fotovoltaicos, y puede utilizarse para la refrigeración directa de una cámara, para almacenar energía térmica en un depósito lleno de nódulos de material de cambio de fase, o en paneles eutécticos. El sistema también puede conectarse a la enfriadora de absorción accionada por energía solar que proporciona la

refrigeración en el CIESOL. También hay una sala de control adyacente a las tres cámaras, y todo el sistema se supervisa y puede controlarse en línea.



3. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR

3.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA, 2021

3.1.1 Descripción de la Unidad

Esta unidad se compuso en 2021 de 9 miembros (3 profesores universitarios, 3 investigador postdoctoral, 1 profesor-investigador postdoctoral y 3 investigadores predoctorales) y está constituida por personal del Grupo de Inv. "Química de Coordinación Organometálica y Fotoquímica" (FQM-317) perteneciente al departamento de Química y Física de la Universidad de Almería que a su vez está constituido por miembros de la U. de Almería, La Laguna, Cádiz y por un investigador del Centro Aeroespacial de Alemania - Plataforma Solar de Almería (DLR-PSA-CIEMAT). El grupo mantiene intercambios permanentemente con otros grupos PAI (Plan Andaluz de Investigación) así como con otros grupos del CIESOL y de otras universidades andaluzas. La unidad no ha dejado de crecer tanto en proyectos (autonómicos, nacionales e internacionales) como en producción científica (más de 230 artículos en revistas químicas de impacto internacionales). Sus intereses iniciales, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se han ido extendiendo a otras áreas como la foto-generación de hidrógeno, la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar y la generación de electricidad mediante fotoquímica basada en la radiación solar.

3.1.2 Líneas estratégicas

- Desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y heteronucleares solubles en agua y con actividad fotocatalíticas en procesos de síntesis de moléculas de alto valor añadido y generación de electricidad.
- Transformación de fósforo blanco en rojo, utilizando energía solar como fuente de energía.

3.1.3 Investigadores principales

Antonio Manuel Romerosa Nieves (ORCID ID = 0000-0002-6285-9262; Scopus Author ID 6603792206)

Antonio Romerosa nació en Granada (España) en 1964. Se graduó en 1987 (Universidad de Granada) y recibió su PhD (Universidad Autónoma de Barcelona) en enero de 1992. En el mismo año realizó una estancia postdoctoral en el antiguo CNR ISSECC, ahora ICCOM CNR, (Florencia, Italia), antes de convertirse en profesor titular (1997) y catedrático (2009) del área de química inorgánica de la Universidad de Almería (España). Sus principales líneas de investigación se dirigen a la catálisis homogénea y química organometálica en el agua, la química del fósforo, la foto-Química Inorgánica, Química Bioinorgánica y piedras naturales. Es autor de más de 156 artículos internacionales, 15 patentes españolas e internacionales y más de 260 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 23 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 19 tesis doctorales, encontrándose dirigiendo 3 más. Es responsable del grupo de la Junta de Andalucía FQM-317.

Christoph Richter (ORCID ID = 0000-0001-8386-1882; Scopus Author 55439554100)

Doctor en Química Física por la Universidad de Colonia en 1993. En 1994 comienza a trabajar en el Departamento que DLR (Centro Aeroespacial de Alemania) tiene en la Plataforma Solar de Almería (PSA-CIEMAT), en España; el mayor centro de pruebas para investigación y desarrollo en tecnologías de concentración solar a altas temperaturas. Inicialmente trabaja como director de proyectos en el área de química solar, en el desarrollo de proyectos sobre las aplicaciones fotoquímicas de la energía solar en la depuración de aguas y en la síntesis química fina. Actualmente trabaja en diferentes aspectos del funcionamiento de las plantas solares térmicas, incluyendo el almacenamiento de calor, refrigeración e

impacto ambiental, y es responsable del departamento de administración e infraestructuras de DLR en Almería. Desde marzo de 2008 es el Secretario General de Solar PACES.

3.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

Durante 2021 el grupo ha seguido su renovación con la incorporación de nuevos miembros gracias a contratos de empleo juvenil, estudiantes predoctorales, diversos alumnos de grado y máster y una alumna extranjera en estancia predoctoral. Durante el 2021 se ha continuado con la formación de doctores, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales.

3.1.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

Durante 2021 la unidad ha colaborado con la unidad de Regeneración de Aguas, y se pretende colaborar con unidades de la plataforma solar para el diseño y uso de reactores adecuados para desarrollar reacciones fotoquímicas bajo condiciones inertes.

3.1.6 Recursos humanos

Estancias y visitas en CIESOL:

- La Dr. Nazanin Kordestani, Universidad de Isfahan (IRAN).
- La Dr. Patricia Camargo Solozano, Universidad de Córdoba (Argentina)

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- María Belén López Sánchez, Universidad de Debrecen (Hungría).
- Andres Alguazil Alarcón, Universidad Técnica de Lisboa (Portugal)

Alumnos en prácticas curriculares:

- Belen Lopez Sanchez, Doctorado en Química
- Jose Veiga del Pino, Doctorado en Química
- Andrés Alguacil Alarcón, Doctorado en Química
- Cesar Fernandez Perez, TFG en Ciencias Químicas
- Alvaro Martínez Aguilera, TFG en Ciencias Químicas
- Jose Jesus Martínez Garcia, TFG en Ciencias Químicas
- Victoria Moreno Vera, TFG en Ciencias Químicas
- Fernando Bonilla Millan, TFM en Laboratorio Avanzado de Química
- Juan José Burgos Morata, TFM en Laboratorio Avanzado de Química
- Judit Cano Asensio, TFM en Laboratorio Avanzado de Química

3.1.7 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
6	6				2

Artículos

- Neutron Scattering Techniques for Studying Metal Complexes in Aqueous Solution. Franco Scalambra, Silvia Imberti, Nicole Holzmann, Leonardo Bernasconi, and Antonio Romerosa. ACS Main Cover: ACS Omega, volume 6, issue 3, January 26, 2021 1751–1757. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c05030>.
- Ru complexes containing Cp, mPTA and natural purine bases (mPTA = methyl-N-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane): Evaluation of their antiproliferative activity, solubility and redox properties. Lazhar Hajji, Cristobal Saraiba-Bello, Franco Scalambra, Gaspar Segovia-Torrente, Antonio Romerosa. Journal of Inorganic Biochemistry 218 (2021) 111404. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2021.111404>
- Phosphorus Coordination Chemistry: A Special Issue in Honor of Maurizio Peruzzini.. Antonio Romerosa, Luca Gonsalvi. Coordination Chemistry Reviews 441 (2021) 213990. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.213990>
- New achievements on C-C bond formation in water catalyzed by metal complexes. Franco Scalambra, Pablo Lorenzo-Luis, Isaac de los Ríos, Antonio Romerosa. Coordination Chemistry Reviews 443 (2021) 213997-214028. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.213997>
- Maurizio Peruzzini: a protagonist in Transition Metal Chemistry. Maria Caporali, Andrea Ienco, Luca Gonsalvi, Antonio Manuel Romerosa Nievas, Francesco Vizza. Inorganica Chimica Acta 520 (2021) 120290. www.elsevier.com/locate/ica
- Monitoring spin-crossover phenomena via Re(I) luminescence in hybrid Fe(II) silica coated nanoparticles. Diaz-Ortega, IF; Fernandez-Barbosa, EL; (...); Herrera, JM. Dalton transation . Dalton Trans., 2021,50, 16176-16184. <https://doi.org/10.1039/D1DT03334D>

Participación en congresos

- I congreso Anual de Estudiantes de Doctorado (CAED). Universidad Miguel Hernández. 2 de febrero de 2021.
- 1^{er} GEQONOVOL (Simposio de Investigadores Jóvenes del Grupo Especializado de Química Organometálica) Evento virtual. 25 de marzo de 2021.
- OWPC1- 29-31 March 2021, Virtual versión of the EWPC-18 (Rostock, Germany) that was not held due to the COVIC-19.
- Metals and Water 202-MW2021 (virtual edition), Zaragoza, 24-25th June 2021.
- International Conference on Advance Research in Applied Sciences (ICARAS-2021) (virtual edition), Bhagwan Parshu Ram College, Kurukshetra 136118 Haryana, India. 25th September 2021.
- Materials Research Meeting 2021. Pacifico Yokohama, Japan. 13th – 16th December 2021.

Contribuciones a congresos

- New Ru(II) organometallic compounds generation with PTA ligand and its derivatives: antiproliferative properties. Andrés Alguacil Alarcón, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nievas. I congreso Anual de Estudiantes de Doctorado (CAED). Universidad Miguel Hernández. 2 de febrero de 2021. P96.
- Synthesis, characterization and study of new coordination compounds with water soluble phosphines and anticancer properties. Andrés Alguacil Alarcón, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nievas. 1^{er} GEQONOVOL (Simposio de Investigadores Jóvenes del Grupo Especializado de Química Organometálica) Evento virtual. 25 de marzo de 2021. PA-03, pp 21.
- Significativo avance respecto al mecanismo de isomerización catalítica de alcoholes alílicos secundarios en agua. Belén López Sánchez, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nievas. 1^{er} GEQONOVOL (Simposio de Investigadores Jóvenes del Grupo Especializado de Química Organometálica) Evento virtual. 25 de marzo de 2021. PA-06, pp 24.
- Bipyridyl-Ru(II) complexes containing 1,3,5-Triaza-7-phosphaadamantane (PTA) vs. plasmid DNA (pKSII). J. M. Veiga del Pino, A. Romerosa Nievas, F. Scalambra, F. García Maroto, A. Hernández Zanoletty. OWPC1- 29-31 March 2021, Virtual versión of the EWPC-18 (Rostock, Germany) that was not held due to the COVIC-19. P15.

- Bipyridyl-Ru(II) complexes containing 1,3,5-Triaza-7-phosphaadamantane (PTA) vs. plasmid DNA (pKSI). J. M. Veiga del Pino, A. Romerosa Nieves, F. Scalambra, F. García Maroto, A. Hernández Zanoletty. OWPC1- 29-31 March 2021, Virtual versión of the EWPC-18 (Rostock, Germany) that was not held due to the COVIC-19. P19.
- Structures of half-sandwich Ru(II) complexes containing 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane: behaviour of water in solution and in the solid state. F. Scalambra, B. López-Sánchez, A. M. Romerosa Nieves. Metals and Water 202-MW2021 (virtual edition), Zaragoza, 24-25th June 2021. Key Note KN04, pg. 11.
- Synthesis of new ruthenium - copper tetramer. A. Alguacil Alarcón, a Z. Mendoza, b P. Lorenzo-Luis, b F. Scalambra, a A. M. Romerosa Nieves. a*. Metals and Water 202-MW2021 (virtual edition), Zaragoza, 24-25th June 2021. Flash Presentation FP-03, pg. 18.
- New water-soluble bis-heterometallic complexes: synthesis, characterization and antiproliferative activity. N. Kordestani, a E. Abas, b L. Grasa, b, c A. Alguacil, a F. Scalambra, a A. Romerosa, a*. Metals and Water 202-MW2021 (virtual edition), Zaragoza, 24-25th June 2021. Flash Presentation FP-08, pg. 23.
- Water participation in the catalytic isomerization of linear allylic alcohols. N. B. López-Sánchez, F. Scalambra, and A. Romerosa. Metals and Water 202-MW2021 (virtual edition), Zaragoza, 24-25th June 2021. Flash Presentation FP-11, pg. 26.
- Metal complexes containing 1,3,5-triaza-7-phosphatrimethylene[3,3,1,13,7]decane (PTA) and parent ligands: a survey to their most interesting properties. A. Romerosa. International Conference on Advance Research in Applied Sciences (ICARAS-2021) (virtual edition), Bhagwan Parshu Ram College, Kurukshetra 136118 Haryana, India. 25th September 2021. Expert Talk. ICARAS-A-03.
- Photo-Oxidation in Water of Aldehydes to Carboxylic Acids. I.F. Diaz-Ortega, A. Romerosa, F. Scalambra. Materials Research Meeting 2021. Pacifico Yokohama, Japan. 13th – 16th December 2021. Oral Communication. F3-O2-12.
- Lanthanide luminescent bio-probes containing 1, 3, 5- Triaza-7-phosphaadamantane derivatives: A promising new family. I.F. Diaz-Ortega, J. M. Veiga, F. Scalambra, A. Romerosa. Materials Research Meeting 2021. Pacifico Yokohama, Japan. 13th – 16th December 2021. Oral Communication. G3G4-PV23-08.

Organización de congresos

- Metals and Water 2021: IV International Conference on Water Soluble Metal Complexes. (MW2021) (<http://eventos.unizar.es/62789/section/29775/metals-and-water-2021-virtual-zaragoza.-iv-international-congress-in-water-soluble-metal-complexes.html>). Coorganizador. INTERNATIONAL. 24-25/06/2021. Virtual.

3.1.8 Miembros del la Unidad

Antonio Manuel Romerosa Nieves



Investigador principal
Catedrático de Química Inorgánica
UAL
romerosa@ual.es
(+34) 950 015 305

Christoph Richter



Investigador principal
Investigador, Director del DLR en Almería
DLR
christoph.richter@dlr.de
(+34) 950 271486

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna

Ismael Diaz Ortega



Investigador Postdoctoral
UAL

Cristóbal Saraiba Bello



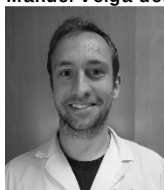
Investigador Doctor
UAL

Belén López Sánchez



Investigador Predoctoral
UAL

José Manuel Veiga del Pino



Investigador Predoctoral
UAL

Nazanin Kordestani



Investigador Postdoctoral
UAL

Isaac de los Rios Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL

Sonia Mañas Carpio



Investigador Doctor
UAL

Lourdes Sánchez



Investigador Doctor
UAL-CTAP

Andrés Alguacil Alarcón



Investigador Predoctoral
UAL

3.1.9 Proyectos vigentes durante 2021

3.1.9.1 Complejos Heterometálicos Como Agentes Antiproliferativos: Avanzando Hacia Nuevos Fármacos Contra El Cáncer.

Participantes:

Grupo de Inv. "Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica". Universidad de Almería (FQM-317)

Contactos:

A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de Excelencia Junta de Andalucía (PY20_00791)

Duración prevista:

05/10/2021 – 30/06/2023

Situación:

Activo.

Resumen

El grupo se centra en la síntesis de nuevos compuestos heterometálicos solubles en agua y sus aplicaciones como agentes anticancerígenos fotoactivos.

Objetivos.

Los objetivos es buscar nuevos compuestos solubles en agua con propiedades novedosas que sean útiles como fármacos anticancerígenos bajo irradiación visible-solar.

3.1.9.2 Producción y Almacenaje de Hidrógeno Catalizado Por Complejos Metálicos Foto Activados.

Participantes:

Grupo de Inv. "Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica". Universidad de Almería (FQM-317)

Contactos:

A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

Universidad de Almeria-FEDER (UAL2020-RNM-B2084)

Duración prevista:

01/11/2021 – 30/06/2023.

Situación:

Activo.

Resumen

El grupo se centra en la producción fotocatalítica de hidrógeno a partir de agua mediada por complejos metálicos solubles en agua.

Objetivos.

Desarrollar un proceso práctico para producir hidrógeno de agua inducido por la radiación solar.

3.1.10 Participación en Redes durante 2021

El grupo es el coordinador de la red sobre metales y agua "REDESMA" (www.redesma.es) que reúne a 18 grupos de universidades españolas interesado en la química de los metales en agua. La red funciona sin financiación directa; se ha solicitado una ayuda a la convocatoria de este año de redes temáticas.

3.1.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Solicitud de patente: Complejos de rutenio solubles en agua con los ligandos 3,7-H-3,7-dimetil-1,3,7-Triaza-5-phosphabicyclo[3.3.1]nonano (HdmoPTA), 3,7-dimetil-1,3,7-triaza-5-Phosphabicyclo[3.3.1]nonano (dmopta) e indenilo. Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra, Nazanin Kordestani Mahani. P202030718 (2005009-ESP) (13/06/2020). PCT/ES2021/070509 (12/07/2021); 2005009-WOPP

3.1.12 Actividades de Difusión

Noche de los Investigadores-2021. Universidad de Almería. Almería. 24-09-2021.

3.1.13 Otros

Trabajos fin de grado y Máster:

- Judit Cano Asensio. (Grado en Química). Isomerización del alcoholes alílicos usando el complejo [RuCp(OH₂-κO)(PTA)₂](CF₃SO₃)(Isomerization of allyl alcohols by using the complex [RuCp(OH₂-κO)(PTA)₂](CF₃SO₃)).
- Juan José Burgos Morata. (Grado en Química). Fotoisomerización catalítica de 1-hexen-3-ol en agua (Catalytic photoisomerization of 1-hexen-3-ol in water).

Tesis doctorales en proceso de realización

- Belén López Sánchez. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra.
- Jose Veiga del Pino. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra.
- Andrés Alguacil Alarcón. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra

Premios obtenidos durante 2021 (<https://arm.ual.es/arm-group/awards/>)

Premio a la mejor publicación JCR en revista número 1 de su categoría. Plan Propio de Investigación y Transferencia 2020.

Otras actividades científicas

Conferencia invitada: "Synthetic processes catalysed by water soluble metal complexes containing adamantanophosphine derivatives". Conferences in honor of Prof. Luminița Silaghi Dumitrescu at her 70th anniversary. Universitatea Babeș-Bolyai. Cluj, Rumania. 12/03/2021.

3.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL

3.2.1 Descripción de la Unidad

La Unidad Funcional está constituida por investigadores del departamento de Química y Física de la Universidad de Almería y de la unidad de Tratamientos Solares de Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). La colaboración entre ambos centros comenzó antes de 1996, año en el que se publica el primer trabajo conjunto en un congreso del área. Desde entonces, se ha colaborado activamente en proyectos nacionales e internacionales y se cuenta con más de 60 publicaciones conjuntas. Actualmente, miembros de ambos centros forman parte del grupo PAI (Plan Andaluz de Investigación) “Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374)”.

3.2.2 Líneas estratégicas

La actividad del grupo está enfocada al desarrollo, optimización y evaluación analítica de procesos avanzados de tratamiento de aguas aplicados a efluentes complejos con vistas a su regeneración y, en su caso, posible reutilización. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Desarrollo de métodos analíticos avanzados para la caracterización de efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos durante los tratamientos, a fin de garantizar su eliminación.
- Identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos y establecimiento de rutas de degradación.
- Estudio de la influencia de los tratamientos en la calidad de las aguas regeneradas y evaluación del impacto derivado de su reutilización en actividades agrícolas y en el medio ambiente.

3.2.3 Investigadores principales

Ana Agüera López (ORCID ID: 0000-0003-2649-6772; Scopus Author ID: 6701415534)

Es catedrática del Departamento de Química y Física de la Universidad de Almería. Licenciada en Ciencias Químicas (1987) y Dra. en Ciencias Químicas por la Universidad de Granada (1995). Investigadora responsable del grupo Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374) del Plan Andaluz de Investigación. Cuenta con 29 años de experiencia en el desarrollo y validación de métodos analíticos, basados en el empleo de técnicas cromatográficas acopladas a espectrometría de masas, para el análisis de contaminantes orgánicos en alimentos y matrices ambientales. Ha participado en 24 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, en 10 de ellos como investigadora principal. Es co-autora de 2 patentes y 167 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=61, febrero, 2022). Ha co-dirigido 10 tesis doctorales y participado en más de 150 comunicaciones a congresos. Es autora de 3 libros y 12 capítulos de libro y ha participado en la organización de 8 congresos de carácter internacional.

Isabel Oller Alberola (ORCID ID: 0000-0002-9893-6207; Scopus Author 8415190600)

Es responsable de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), Ingeniera Química por la Universidad de Granada (2002) y Doctora por la Universidad de Almería (2008). Cuenta con más de 16 años de experiencia en el campo de la descontaminación y reutilización de aguas residuales industriales y urbanas mediante procesos avanzados de oxidación y su combinación con sistemas físico-químicos de pre-tratamiento, así como con tratamientos biológicos avanzados. La Dr. Isabel Oller ha desarrollado esta actividad a través de su participación en diversos Proyectos de I+D nacionales y europeos (5th, 6th & 7th EU FP, H2020). Dentro de su producción científica cabe destacar que es autora y co-autora de 4 libros en Editorial Nacional y co-autora de 18 capítulos de libros de Editorial Internacional. Además, es co-

autora de 148 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 130 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (Febrero 2022). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (Febrero 2022): 43.

3.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

Durante 2021, el Grupo de Investigación ha trabajado en la ejecución de los 6 proyectos en curso. Se han continuado con los análisis de las muestras recogidas de suelos, foliares y tomate del proyecto ANBAGENS, para lo que se ha trabajado en adaptar los métodos de análisis a las nuevas matrices. Se ha solicitado la ampliación del plazo de ejecución hasta el 31 de julio de 2022. Se ha solicitado y aprobado la ampliación del plazo de ejecución del proyecto LIFE PureAgroH2O, hasta el 31/12/2023. Se espera que el reactor se reciba en 2022 y se pueda trabajar en la puesta a punto y operación del mismo. Las actividades realizadas en el proyecto LIFE ULISES han estado ligadas a la actividad desarrollada por el grupo de Regeneración de Aguas, realizándose la evaluación analítica de los ensayos realizados en la planta piloto instalada en la EDAR de El Bobar, para comprobar la eficiencia de los mismos. Para el proyecto PANI WATER se ha trabajado en la actualización y mejora de los métodos de análisis de contaminantes emergentes disponibles, que en este momento superan los 200 compuestos. Asimismo, se han adaptado los métodos al nuevo equipo LC-QqQ-MS/MS recientemente instalado en el laboratorio. Se ha mejorado con ello la capacidad de análisis, así como la eficiencia de los métodos, al mejorar este nuevo equipo las prestaciones del anterior, ya obsoleto.

En el proyecto LIFE PHOENIX (LIFE19 ENV/ES/000278), se han completado las tareas de caracterización de las EDAR involucradas en el mismo (EDAR de Almonte, Huelva; EDAR El Toyo, Almería; EDAR Fonte Quente, Abrantes, Portugal; EDAR Talavera de la Reina, Toledo). Asimismo, se ha puesto a punto y validado un método para la determinación de hormonas, cuyo seguimiento estaba contemplado en el proyecto. Finalmente, en el proyecto NAVIA (PID2019-110441RB-C31) se han investigado las rutas de degradación del sulfametoxazol, contaminante seleccionado como modelo, empleando como catalizador esferas de sílice recubiertas con TiO₂ sintetizadas por UPV. Se han identificado hasta 6 productos de transformación que evidencian las principales rutas de transformación de este compuesto.

3.2.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

Durante 2021 se ha mantenido la colaboración con la unidad de Regeneración de Aguas, con la que se tienen proyectos conjuntos: LIFE PureAgroH2O (LIFE17 ENV/GR/000387), LIFE ULISES (LIFE18 ENV/ES/000165), LIFE PHOENIX (LIFE19 ENV/ES/000278) y NAVIA (PID2019-110441RB-C31).

3.2.6 Recursos humanos

A lo largo de 2021 han dejado la Unidad Funcional por finalización de sus contratos:

- Dennis Deemter
- Illaria Berruti
- Melina Rocamante
- Azahara Martínez García

Se ha incorporado,

- Dña. Flor Ximena Cadena Aponte. Contrato de investigación con cargo al Proyecto LIFE PureAgroH2O.
- Dña. Eva Jambrina Hernández. Contrato de investigación con cargo al Proyecto PaniWater.
- Dña. Alba Hernández Zanoletty (contrato de investigación con cargo a Proyecto)

- Dña. Joyce Gloria Villachica Llamosas (contrato de investigación con cargo a Proyecto)
- Dña. Kelly Johana Castañeda Retavizca (Investigador pre-doc CIEMAT)

Contratos postdoctorales:

- Ana Ruiz Delgado. Contrato de investigación programa Margarita Salas.

Alumnos en prácticas curriculares:

- Rosa Miranda Calvache. Grado en Química.
- Ana Anguís Morillas. Grado en Química.

3.2.7 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
13	9	3	1		4

Artículos

- Solar processes and ozonation for fresh-cut wastewater reclamation and reuse: Assessment of chemical, microbiological and chlorosis risks of raw-eaten crops Nahim-Granados, S., Martínez-Piernas, A.B., Rivas-Ibáñez, G., Plaza-Bolaños, P., Oller, I., Malato, S., Pérez, J.A.S., Agüera, A., Polo-López, M.I. Water Research 2021, 203, art. no. 117532, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117532>
- Application of a fast and sensitive method for the determination of contaminants of emerging concern in wastewater using a quick, easy, cheap, effective, rugged and safe-based extraction and liquid chromatography coupled to mass spectrometry Martínez-Piernas, A.B., Plaza-Bolaños, P., Gilabert, A., Agüera, A. Journal of Chromatography A 2021, 1653, art. no. 462396. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462396>
- Assessment of the presence of transformation products of pharmaceuticals in agricultural environments irrigated with reclaimed water by wide-scope LC-QTOF-MS suspect screening Martínez-Piernas, A.B., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A. Journal of Hazardous Materials 2021, 412, art. no. 125080, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125080>.
- Enhanced activated persulfate oxidation of ciprofloxacin using a low-grade titanium ore under sunlight: influence of the irradiation source on its transformation products Macías-Vargas, J.-A., Campos-Mañas, M.C., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A., Ramírez-Zamora, R.-M. Environmental Science and Pollution Research 2021, 28 (19), pp. 24008-24022. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11564-8>
- Aluminized surface to improve solar light absorption in open reactors: Application for micropollutants removal in effluents from municipal wastewater treatment plants Costa, E.P., Roccamante, M., Plaza-Bolaños, P., Oller, I., Agüera, A., Amorim, C.C., Malato, S. Science of the Total Environment 2021, 755, art. no. 142624, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142624>
- Nanofiltration retentate treatment from urban wastewater secondary effluent by solar electrochemical oxidation processes. Salmerón, I., Rivas, G., Oller, I., Martínez-Piernas, A., Agüera, A., Malato, S. Separation and Purification Technology 2021, 254, art. no. 117614, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117614>
- A rational analysis on key parameters ruling zerovalent iron-based treatment trains: Towards the separation of reductive from oxidative phases Sciscenko, I., Arques, A., Escudero-Oñate, C., Roccamante, M., Ruiz-Delgado, A., Miralles-Cuevas, S., Malato, S., Oller, I. Nanomaterials 2021, 11 (11), art. no. 2948, <https://doi.org/10.3390/nano11112948>
- Contribution of temperature and photon absorption on solar photo-Fenton mediated by Fe³⁺-NTA for CEC removal in municipal wastewater Soriano-Molina, P., Miralles-Cuevas, S., Oller, I., García Sánchez, J.L., Sánchez Pérez, J.A. Applied Catalysis B: Environmental 2021, 294, art. no. 120251, <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2021.120251>

- Direct oxidation of peroxymonosulfate under natural solar radiation: Accelerating the simultaneous removal of organic contaminants and pathogens from water Berruti, I., Oller, I., Polo-López, M.I. *Chemosphere* 2021, 279, art. no. 130555, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130555>.
- Uv-c peroxymonosulfate activation for wastewater regeneration: Simultaneous inactivation of pathogens and degradation of contaminants of emerging concern Berruti, I., Nahim-Granados, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Oller, I., Polo-López, M.I. *Molecules* 2021, 26 (16), art. no. 4890, <https://doi.org/10.3390/molecules26164890>
- Pilot-scale removal of microcontaminants by solar-driven photo-Fenton in treated municipal effluents: Selection of operating variables based on lab-scale experiments Kowalska, K., Roccamante, M., Reina, A.C., Plaza-Bolaños, P., Oller, I., Malato, S. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2021, 9 (1), art. no. 104788, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104788>.
- Two strategies of solar photo-Fenton at neutral pH for the simultaneous disinfection and removal of contaminants of emerging concern. Comparative assessment in raceway pond reactors Soriano-Molina, P., Miralles-Cuevas, S., Esteban García, B., Plaza-Bolaños, P., Sánchez Pérez, J.A. *Catalysis Today* 2021, 361, pp. 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.11.028>.
- Removal of pharmaceuticals in hospital wastewater by solar photo-Fenton with Fe³⁺-EDDS using a pilot raceway pond reactor: Transformation products and in silico toxicity assessment. Cuervo Lumbaque, E., Cardoso, R.M., de Araújo Gomes, A., Malato, S. *Microchemical Journal* 2021, 164 106014. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106014>

Contribuciones a congresos

- Investigation of pharmaceutical transformation products in real agricultural crops irrigated with reclaimed water: Current analytical tools and main difficulties. P. Plaza Bolaños, A.B. Martínez-Piernas, A. Agüera. ACS Fall 2021, Agosto 22 - 26, 2021. Comunicación oral.
- Wastewater reuse for agricultural irrigation in real crops: analytical tools and difficulties in the investigation of pharmaceutical transformation products. P. Plaza Bolaños, A.B. Martínez-Piernas, A. Agüera. XX Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques, SECyTA 2021. Virtual edition, 18-19 noviembre, 2021.
- Combined toxicity of micropollutants from a wastewater effluent and polystyrene nanoplastics towards three freshwater organisms. Irene Verdú, Georgiana Amariei, Patricia Plaza-Bolaños, Ana Agüera, Francisco Leganés, Roberto Rosal, Francisca Fernández-Piñas. SETAC Latin America 14th Biennial Meeting. 26-29 septiembre, 2021. Edición virtual.
- Evaluation of small doses of H₂O₂ for solar water disinfection enhancement. A. Martínez-García, I. Oller, M.I. Polo-López. CONGRESO INTERNACIONAL 4th SMALLWAT21v. On-line, Sevilla (España) 17-18 June 2021.
- Solar processes and ozone as alternative treatments for wastewater reuse in agro-food industries: water, crops and risk assessment. S. Nahim-Granados, A.B. Martínez-Piernas, G. Rivas-Ibáñez, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera, M.I. Polo-López. CONGRESO INTERNACIONAL 4th SMALLWAT21V. Poster presentation. On-line, Sevilla (España) 17-18 June 2021.
- Comparison of UVC/H₂O₂ and UVC/S₂O₈²⁻ processes for simultaneous removal of microcontaminants and bacteria in simulated municipal wastewater at pilot-scale. I. Sánchez-Montes, I. Salmerón, J.M. Aquino, M.I. Polo-López, S. Malato, I. Oller. CONGRESO INTERNACIONAL 4th SMALLWAT21V. Poster presentation. On-line, Sevilla (España) 17-18 June 2021.
- Fresh-cut wastewater reclamation by solar processes and reuse in agriculture: Assessment of chemical and microbial risks of raw-eaten crops. S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, M. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. 5th IWA Specialized International Conference on ecoSTP. Hybrid event. Milan (Italy) 21-25 June 2021.
- Performance evaluation of CuO-TiO₂ catalyst for solar hydrogen production together with water detoxification and disinfection in pilot scale. Reunión Bienal de la Sociedad Española de Catálisis (SECAT 2021), Valencia (España) 18-20 de octubre 2021. Poster presentation P-041.
- Application of two different strategies for the simultaneous disinfection and decontamination of urban wastewater using solar photo-Fenton and solar/H₂O₂ processes. G. Maniakova, I. Salmeron, M.I. Polo-López, I. Oller, L. Rizzo, S. Malato. 17th International Conference on Environmental Science

and Technology CEST2021. Oral presentation. Athens, Hibrid event (cest2021_00744). Greece. 1-4 September 2021.

Organización de congresos

- XX Reunión de la Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECyTA 2021). Formato online. 18-19 noviembre 2021. Ana Agüera, miembro del comité organizador.

Capítulos de libro.

- Malato, S., Giménez, J., Oller, I., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A. Removal and Degradation of Pharmaceutically Active Compounds (PhACs) in Wastewaters by Solar Advanced Oxidation Processes (2021) Handbook of Environmental Chemistry, 108, pp. 299-326. https://doi.org/10.1007/698_2020_688

Tesis doctorales defendidas

- Tertiary treatment of urban wastewater by advanced oxidation processes. Universidad. University of Salerno, April 2021. Director: Sixto Malato Rodríguez.

3.2.8 Miembros de la Unidad

Ana Agüera López



Investigadora principal
Catedrática de Química Analítica
UAL
aaguera@ual.es
(+34) 950 215 531
www.ciesol.com

Isabel Oller Alberola



Investigadora principal
Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
isabel.oller@psa.es
(+34) 950 387 993
www.psa.es

Sixto Malato Rodríguez



Profesor de Investigación de OPI
CIEMAT-PSA

Patricia Plaza Bolaños



Contratada doctor
UAL

Ana Ruiz Delgado



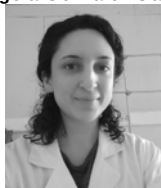
Contratada postdoctoral
CIEMAT-PSA

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA

Ángela González García



Contratada predoctoral
UAL

Azahara Martínez García



Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Eva Jambrina Hernández

Contratada predoctoral
UAL

Ilaria Berruti

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Melina Roccamante

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Joyce Gloria Villachica

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Flor Ximena Cadena Aponte

Contratada predoctoral
UAL

Alba Hernández Zanoletty

Contratada predoctoral
CIEMAT-PSA

Dennis Deemter

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Kelly Johana Castañeda

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

3.2.9 Proyectos vigentes durante 2021

3.2.9.1 Pollutant Photo-NF remediation of Agro-Water (LIFE PureAgroH2O)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE17 ENV/GR/000387)

Duración prevista:

Julio 2018 – Diciembre 2021.

Situación:

En curso (3º Anualidad)

Resumen:

El LIFE PureAgroH2O es un proyecto de carácter demostrativo, orientado al desarrollo de un reactor de nanofiltración fotocatalítica (PNFR) que utiliza un dispositivo de purificación de agua patentado y desarrollado previamente, basado en el empleo de monolitos fotocatalíticos avanzados y fotocatalizadores

activados con luz visible (VLA) estabilizados con fibra polimérica porosa, que ha sido diseñado para eliminar de forma efectiva sustancias orgánicas presentes en aguas residuales. La innovación del reactor radica en la sinergia entre dos de los procesos más eficientes para la eliminación de plaguicidas de las aguas residuales agrícolas: la nanofiltración (NF) y la fotocatalisis. Esta sinergia proporciona una intensificación significativa del proceso que, a su vez, permite una reducción de las dimensiones del reactor (costes de inversión) y una disminución en el coste operacional (costes de operación). El consorcio pretende garantizar el funcionamiento autónomo del proceso proporcionando una eficiencia estable que no dependerá de las condiciones estacionales (irradiación solar) ni de la composición de las aguas residuales agrícolas. Adicionalmente, la posibilidad de lograr una reducción del 60% en la presión transmembrana requerida permite una extensión significativa de la vida útil del proceso (2 veces) y una mayor eficacia en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos (>99.5%).

3.2.9.2 Reutilización de agua regenerada en cultivos reales de agricultura intensiva: evaluación de la transmisión de antibióticos, bacterias y genes resistentes en el nexo agua-suelo-planta (ANBAGENS)

Participantes:

Unidad funcional de “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020

Duración prevista:

01/10/2019-30/09/2021

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

El déficit de recursos hídricos es especialmente notable en zonas áridas y semiáridas como el sur de España y Andalucía, acentuándose en periodos de sequía, cada vez más frecuentes, y en un contexto de cambio climático. En la búsqueda de recursos alternativos, los recursos no-convencionales como las aguas residuales urbanas (ARU) regeneradas, suponen una alternativa eficaz que puede ser empleada en diversas actividades. Sin embargo, se ha demostrado que las ARU regeneradas pueden contener concentraciones relevantes de antibióticos y sus productos de transformación (PT), a la vez que actúan como propagadoras de bacterias y genes resistentes a los mismos (ARB y ARG). Es necesaria, por tanto, una adecuada evaluación de las prácticas de reuso, especialmente en aplicaciones tan sensibles como el riego de cultivos destinado al consumo, que permitan asegurar la protección tanto del medio ambiente como del consumidor. Desde el punto de vista socioeconómico, esta información contribuirá a elevar la confianza de la población hacia productos hortofrutícolas producidos en estas condiciones y a disminuir el recelo generalizado que provoca. Desde el punto de vista científico, resulta imprescindible profundizar en el conocimiento de la presencia y comportamiento de estos contaminantes químicos y microbiológicos en el nexo Agua-Suelo-Planta, aportando información acerca de su acumulación, distribución, persistencia y asimilación/translocación por la planta. Esta información será esencial para realizar una evaluación del riesgo emergente asociado a estas prácticas, y servirán de base para el establecimiento en su caso de criterios de calidad necesarios para la protección del medio ambiente y de la salud humana. El proyecto ANBAGENS abordará de forma integral el estudio de la contaminación química y microbiológica en un esquema completo de reutilización en condiciones reales de campo, mediante el seguimiento de un cultivo intensivo de tomate, típico de la provincia de Almería regado con ARU regeneradas reales. El proyecto engloba el desarrollo de métodos de análisis para la determinación de antibióticos y sus PT, ARB y ARG en los que se considerarán (i) antibióticos de amplio uso en España y antibióticos ampliamente reportados en

ARU tratadas; y (ii) la Lista de Patógenos Prioritarios de la OMS para bacterias y antibióticos que presentan Prioridad Crítica o Alta, tales como *Acinetobacter baumannii* (resistente a carbapenémicos), *Pseudomonas aeruginosa* (resistente a carbapenémicos), *Enterobacteriaceae* (resistente a carbapenémicos y a cefalosporinas de 3ª generación). Los resultados obtenidos contribuirán a cubrir el vacío de información actual en aspectos como la eficacia de los tratamientos de regeneración en la eliminación de ARB y ARG y el posible recrecimiento a lo largo del sistema de riego (almacenamiento y transporte), el efecto de la exposición a largo plazo a mezclas de antibióticos o a sus potencialmente tóxicos PT o el comportamiento de los contaminantes condiciones reales de cultivo.

3.2.9.3 Upgrading wastewater treatment plants by Low cost Innovative technologies for energy Self-Sufficiency and full recycling. (LIFE ULISES)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE18 ENV/ES/000165)

Duración prevista:

1 de julio de 2019 - 30 de junio de 2022

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto LIFE ULISES tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor añadido, como biocombustible vehicular, biofertilizantes agrícolas y agua apta para su reutilización, a partir de las aguas residuales. El proyecto busca reducir el consumo energético y la huella de carbono asociada al tratamiento de aguas, incrementando la eficiencia de una estación depuradora de agua residuales (EDAR) convencional mediante la integración de diferentes tecnologías en cada una de sus líneas principales (agua, gas y fango).

Durante el proyecto se implementarán en la EDAR El Bobar (Almería) las siguientes tecnologías de bajo coste:

- Enriquecimiento del biogás con sistema ABAD Bioenergy® para producir un biocombustible renovable para vehículos. (Aqualia, Energylab)
- Pretratamiento anaerobio PUSH combinado con control de la aireación avanzada para reducir a la mitad el consumo energético en el proceso de depuración. (Aqualia)
- Tratamiento solar de desinfección foto-Fenton para producir agua regenerada para su reutilización para riego. (Ciesol – UAL)
- Tratamiento de hidrólisis enzimática del lodo para obtener un biofertilizante agrícola de calidad (CETIM, Aqualia)
- Sistema de recuperación de estruvita de los concentrados mediante proceso basado en ósmosis directa (CETIM)

Todas estas tecnologías innovadoras permitirán reducir el consumo eléctrico de la depuradora de El Bobar y, por ende, minimizar su impacto ambiental y huella de carbono.

3.2.9.4 Photo-irradiation and Adsorption based Novel Innovations for Water-treatment (PANI WATER)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

I. Oller (isabel.oller@psa.es)

Fuente de financiación:

Programa Horizonte 2020, EU (Amendment Reference No AMD-820718-11)

Duración prevista:

01/02/2019-31/01/2023

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

Las aguas residuales y el agua potable en las zonas periurbanas y rurales de la India están contaminadas por contaminantes de preocupaciones emergentes (CEC), como pesticidas, materiales farmacéuticos y de cuidado personal o antibióticos. El proyecto PANI WATER, financiado con fondos europeos, tiene como objetivo ampliar y confirmar seis prototipos que eliminan las CEC y otros contaminantes de las aguas residuales. El proyecto se implementará en el sitio y en relación con las partes interesadas locales. De hecho, PANI WATER pone un énfasis particular en comprender el contexto social en el que potencialmente se desplegarán las tecnologías y revisará los posibles impactos sociales y de salud para proporcionar análisis de calidad. También apoyará el tratamiento de aguas residuales para la reutilización segura del agua en la agricultura, en industrias relacionadas y estructuras públicas de agua. La actividad de CIESOL se centra en el desarrollo, optimización y valoración analítica de procesos avanzados de tratamiento de aguas residuales aplicados a efluentes complejos con el fin de conseguir su regeneración y posibilitar su posible reutilización.

3.2.9.5 Innovative cost-effective multibarrier treatments for reusing water for agricultural irrigation (LIFE PHOENIX)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

European Union. LIFE Environment and Resource Efficiency (LIFE19 ENV/ES/000278)

Duración prevista:

01/09/2020-29/02/2024

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

La escasez de agua en Europa está aumentando debido al cambio climático, especialmente en áreas con estrés hídrico, particularmente en los países del sur (ES, PT, CY, GR, IT). La agricultura es el uso de agua más importante en la UE, representa aproximadamente el 40% del uso anual de la UE, pero aumenta hasta el 80% del uso de agua en el Mediterráneo áreas durante el verano. La reutilización de aguas residuales en la UE todavía es limitada y se implementa principalmente en países con problemas de escasez agua. La mayor parte de la reutilización es con fines de riego y algunos países ya riegan utilizando principalmente aguas regeneradas. La publicación del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre requisitos mínimos para la reutilización del agua introduce mayores restricciones sobre determinados valores máximos

permitidos (sólidos en suspensión, turbidez, DBO5 y *E. coli*, colifagos y patógenos formadores de esporas bacterias).

Estos requisitos obligarán a las EDAR a mejorar sus sistemas de tratamiento o incorporar nuevos. Además, la reutilización del agua debe considerar el progreso científico en lo que respecta a los contaminantes de preocupación emergente: productos farmacéuticos y de cuidado personal, plaguicidas, subproductos de desinfección, microplásticos y otros contaminantes, cuyos efectos potenciales pueden ser muy graves. En este contexto, LIFE PHOENIX demostrará una novedosa solución modular y flexible para la producción sostenible y segura de agua regenerada para riego agrícola.

3.2.9.6 Regeneración de agua residual urbana mediante nuevos materiales y tecnologías solares avanzadas operadas en continuo: análisis de nuevos indicadores de calidad del tratamiento (NAVIA)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

J.A. Sánchez Pérez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

I. Oller (Isabel.oller@psa.es)

I. Polo (inmaculada.polo@psa.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-110441RB-C31)

Duración prevista:

01/06/2020-31/05/2023

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

El objetivo principal del proyecto NAVIA es el desarrollo de nuevos métodos de regeneración de aguas residuales urbanas mediante el desarrollo de nuevos fotocatalizadores y tecnologías basadas en procesos de oxidación avanzada (POA) solares, operados en flujo continuo en reactores de bajo coste. Para garantizar la calidad y la seguridad del agua reutilizada, los objetivos de los procesos serán la eliminación simultánea de patógenos microbianos, como *E. coli*, *coliformes totales*, *colifagos* (somáticos y bacteriófagos específicos de RNA), bacterias resistentes a los antibióticos y sus genes (ARB y ARG), y la eliminación de microcontaminantes orgánicos (OMC). El objetivo final es cumplir con la legislación española (RD 1620/2007) y las futuras regulaciones, como la reciente propuesta del Parlamento Europeo de febrero de 2019 (EC COM 337 final, 2018/0169).

Para lograr estos objetivos, se explorarán tres áreas de investigación distintas, aunque intercaladas:

- El desarrollo de nuevos fotocatalizadores heterogéneos con alta eficiencia para la descontaminación y desinfección de aguas residuales urbanas.
- El desarrollo de nuevos POA solares a escala de planta piloto como tratamientos terciarios de efluentes reales de EDAR.
- El desarrollo de soluciones eficaces y eficientes basadas en energía solar en operación de flujo continuo

3.2.9.7 Demostración de reactores continuos para foto-Fenton solar destinados a la regeneración de efluentes secundarios de EDAR (ANUKIS)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

J.A. Sánchez Pérez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación (PDC2021-121772-I00)

Duración prevista:

01/12/2021-30/11/2023

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

El objetivo general del proyecto es la construcción a escala demostrativa de un reactor de foto-Fenton solar que operará en continuo para la regeneración de efluentes secundarios de EDAR. También se llevará a cabo la protección del conocimiento tecnológico destinado a su explotación comercial.

Para conseguir este objetivo general, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

1. Análisis de la viabilidad técnica y socioeconómica de la regeneración de aguas residuales mediante el proceso foto-Fenton solar.
2. Construcción y explotación de un prototipo de RPR a escala demostración como tratamiento terciario en una EDAR situada en zona rural.
3. Establecimiento del procedimiento de protección del conocimiento tecnológico.
4. Establecimiento de un plan de negocio para transferir la tecnología a la industria del agua o crear una spin-off.

3.2.10 Participación en Redes durante 2021

Red: Iberoamerican Solar Water Treatment Network (REDES180149). Han participado Ana Agüera, Sixto Malato e Isabel Oller. La fuente de financiación ha sido el Programa de Apoyo a la Formación de Redes Internacionales entre Centros de Investigación, Convocatoria 2018. Programa de Cooperación Internacional de CONICYT. Universidad de Tarapacá (Chile).

3.2.11 Actividades de Difusión

Isabel Oller ha impartido el webinar "Water-Energy-Food nexus in industrial and urban wastewater recovery" en ODAKTR Seminar Series (26 February 2021).

3.2.12 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Ángel Bochs Cruz (Máster en Laboratorio Avanzado de Química). "Determinación de antibióticos en tomate regado con agua regenerada mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masa".
- Ester Mangas López (Grado en Química). "Determinación de tres subproductos de desinfección en agua de consumo y agua residual mediante LC-MS/MS en modalidad HILIC".

Tesis doctorales en proceso de realización

- Melina Roccamante (Supervisores: Sixto Malato y Sara Miralles)
- Azahara Martínez (Supervisores: Inmaculada Polo e Isabel Oller)
- Dennis Deemter (Supervisores: Sixto Malato y Ana M. Amat)
- Illaria Berruti (Supervisores: Inmaculada Polo)
- Eva Jambrina (Supervisores: Patricia Plaza y Samira Nahim Granados).
- Alba Hernández Zanoletty (Supervisoras: Inmaculada Polo López e Isabel Oller)

- Joyce Gloria Villachica Llamosas (Supervisores: Sixto Malato y Alba Ruiz)
- Kelly Joahana Castañeda (Supervisores: Sixto Malato e Inmaculada Polo López)

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia

- Isabel Oller ha participado en las XIII Jornadas sobre la Unión Europea. Innovación y retos de futuro en la depuración y regeneración de aguas residuales en la Unión Europea. 2º Edición: "I+D+i en Tecnologías de oxidación avanzada para la desinfección y eliminación de contaminantes emergentes". Online, 25 Noviembre 2021.
- Ana Agüera, Sixto Malato e Isabel Oller han participado en el Seminario online de Tratamiento Solar de Aguas organizado por SEC-CHILE, 24-26 de Mayo de 2021 (formato Online).
- Isabel Oller ha participado en la Escuela Nacional de Electroquímica en Procesos Ambientales con una ponencia titulada Procesos Solares de Oxidación Avanzada. Formato online, 12 de Marzo de 2021.
- Isabel Oller ha participado en las Jornadas "El modelo Almería, un sistema agroalimentario sostenible y eficiente para luchar contra el hambre en el mundo y para garantizar el derecho universal a la alimentación". Formato presencial en la Universidad de Almería, 3 y 4 de Septiembre de 2021.

Otras actividades científicas**Publicaciones de divulgación:**

- Regeneración de agua residual urbana mediante nuevos materiales y tecnologías solares avanzadas. Proyecto NAVIA. M. I. Polo López, I. Oller, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez, M.L. Marín, F. Boscá. Industria Química, Enero 2021.
- Impacto de la reutilización de agua en riego agrícola: proyecto ANBAGENS. Samira Nahim-Granados, Ángela González, María Jesús Abeledo-Lameiro, Inmaculada Polo-López, Isabel Oller, Sixto Malato, Patricia Plaza-Bolaños, Ana Agüera. IDIAGUA, revista sobre tendencias en la I+D+i de la plataforma tecnológica española del agua. Edición Nº3 Diciembre 2021

3.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS

3.3.1 Descripción de la Unidad

La Unidad Funcional ha estado formada durante 2021 por 14 investigadores, contando con dos catedráticos de universidad, una investigadora contratada de OPI, un profesor titular de universidad, cinco doctoras contratadas a cargo de proyectos, dos doctoras contratadas Juan de la Cierva, y tres investigadores predoctorales, como se detalla en el apartado 2.3.7. El grupo trabaja en la descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes, eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas para su reutilización. Dispone de equipamiento analítico avanzado situado en los laboratorios 1 y 2 del centro, así como de plantas piloto para tratamientos biológicos y fotoquímicos de aguas, en el patio de ensayos.

3.3.2 Líneas estratégicas

Estudio de fotocatálisis solar para eliminación de sustancias tóxicas y desinfección de aguas, así como su combinación con métodos biológicos avanzados. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Aplicación de foto-Fenton solar a la descontaminación de aguas tóxicas
- Aplicación de foto-Fenton solar a la eliminación de microcontaminantes en aguas depuradas
- Aplicación de foto-Fenton solar a la desinfección de aguas depuradas (regeneración)
- Combinación de foto-Fenton solar con reactores biológicos de membrana (pre- y post-tratamiento)
- Optimización de la operación y desarrollo de nueva tecnología para foto-Fenton
- Economía de los procesos de tratamiento de aguas

3.3.3 Investigadores principales

José Antonio Sánchez Pérez (ORCID ID: 0000-0001-5635-3137; Scopus Author ID 57195586656)

Catedrático de Universidad. Departamento de Ingeniería Química. Químico Industrial (1988) y Doctor en Ciencias Químicas (1992) por la Universidad de Granada. Ha participado en 26 proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando 13 de ellos, así como en una docena de contratos con empresas. Ha dirigido 19 tesis doctorales en distintos campos como la biotecnología de microalgas, la fermentación de hongos filamentosos y el tratamiento de aguas y es coautor de cuatro patentes y más de 180 publicaciones científicas en revistas internacionales.

María Inmaculada Polo López (ORCID ID: 0000-0002-2505-721X; Scopus Author ID 26032688800)

Investigadora contratada de OPI. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Plataforma Solar de Almería. Licenciada en biología por la Universidad de Granada en 2006 y Doctora en Ingeniería Química por la Universidad de Almería (2012). Ha participado en más de 20 proyectos nacionales e internacionales de I+D, liderando actualmente 4 de ellos. Ha dirigido/co-dirigido dos tesis doctorales y dirige actualmente otras cuatro tesis doctorales en curso en el ámbito del tratamiento solar de aguas y reutilización. Autora y co-autora de más de 75 publicaciones en revistas internacionales con alto índice de impacto, autora de 1 libro y co-autora de otros 14 capítulos de libros.

3.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

El año 2021 se ha caracterizado por las obras de ampliación de los laboratorios del Ciesol, que han limitado la actividad. Se ha trabajado en los proyectos UAL-Feder AQUELOO, Life Ulises, Life Phoenix y NAVIA (Retos-AEI), y se han comenzado los proyectos ANUKIS (Prueba de concepto-AEI) y Rayo (Junta de Andalucía). Destaca la construcción y puesta en marcha de la planta demostrativa de foto-Fenton solar para tratar

hasta 18 m³/día del efluente secundario de la EDAR “El Bobar” de la ciudad de Almería. Se trata de un reactor tipo RPR (de sus siglas en inglés Raceway Pond Reactor) de 100 m² operado en modo continuo para la desinfección y eliminación de contaminantes emergentes en efluentes secundarios para su reutilización en agricultura. Se ha estudiado la fluidodinámica del reactor, así como el tratamiento a pH ácido con acidificación y neutralización en línea.

En cuanto al trabajo realizado en las instalaciones del centro, se ha puesto en marcha un fotorreactor con iluminación LED de UVC a 276 nm (el coste para LED de 254 nm es aún excesivamente elevado) y se ha continuado con los estudios experimentales en RPR a escala piloto analizando el efecto de diferentes variables de interés para la operación del proceso como son distintas fuentes de hierro y oxidantes.

En cuanto a movilidad, durante 2021 hemos acogido al Dr. Gianluca Li Puma de la Universidad de Loughborough (Reino Unido) y a la Dra. Tamara Benzaquén Investigadora Adjunta en el CITEQ (UTN-CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) (Argentina) entre los meses de septiembre a diciembre. Otras estancias previstas no han sido posibles debido al estado de pandemia.



Figura 2.3.1. Fotorreactor tipo canal para la operación del proceso foto-Fenton solar en modo continuo para el tratamiento de aguas depuradas, instalado en la EDAR “El Bobar” de Almería.

3.3.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

Existe una estrecha colaboración con el grupo “Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental”, complementando y fortaleciendo las principales líneas de trabajo actuales, con la que se comparten los proyectos NAVIA (PID2019-110441RB-C31 y PID2019-110441RB-C32), ANUKIS (PDC2021-121772-I00), Life PureAgroH2O (LIFE17 ENV/GR/000387), Life Ulises (LIFE18 ENV/ES/000165) y Life Phoenix (LIFE19 ENV/ES/000278). Con la Unidad de “Modelado y control” se colabora para la implementación de sistemas de control al proceso de desinfección y descontaminación mediante foto-Fenton solar operado en modo continuo en los proyectos ANUKIS (PDC2021-121772-I00) y Rayo (PY20_00786).

3.3.6 Recursos humanos

Durante 2021 se han incorporado la estudiante de doctorado Solaima Belachqer El Attar y el estudiante de máster Daniel Rodríguez García, así como la doctora Natalia Pichel Mira con un contrato Juan de la Cierva formación, y ha dejado el grupo la doctora Ana Belén Esteban García, que se ha incorporado a los Servicios Técnicos de la UAL mediante un contrato de personal técnico de apoyo, PTA.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dr. Gianluca Li Puma. Loughborough University (Reino Unido) (13/09/2021-09/10/2021)
- Dra. Tamara Benzaquén. CONICET (Argentina) (01/09/2021-31/12/2021)

Alumnos en prácticas curriculares:

- José Daniel Sánchez López (16/11/2020 – 23/01/2021). Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010).
- Daniel Rodríguez García (01/02/2021-16/04/2021). Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010).
- Guillermo Cabrera Saldaña (01/03/2021-04/06/2021). Ciclo formativo de Salud Ambiental.
- Estefanía Nadia Cano Lara (01/03/2021-04/06/2021). Ciclo formativo de Salud Ambiental.

3.3.7 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
16	10	5		1	10

Artículos

- Mechanistic modelling of wastewater disinfection by the photo-Fenton process at circumneutral pH. C. Casado, J. Moreno-SanSegundo, I. De la Obra, B. Esteban García, J. A. Sánchez Pérez, J. Marugán. Chemical Engineering Journal 403: 126335 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126335>
- Two strategies of solar photo-Fenton at neutral pH for the simultaneous disinfection and removal of contaminants of emerging concern. Comparative assessment in raceway pond reactors. P. Soriano Molina, S. Miralles, B. Esteban, P. Plaza-Bolaños, J. A. Sánchez Pérez. Catalysis Today 361: 17-23 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.11.028>
- Perspectives of the solar photo-Fenton process against the spreading of pathogens, antibiotic resistant bacteria and genes in the environment. M. I. Polo-López, J. A. Sánchez Pérez. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 27: 100416 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100416>
- Enhanced activated persulfate oxidation of ciprofloxacin using a low-grade titanium ore under sunlight: Influence of the irradiation source on its transformation products. J. A. Macías-Vargas, M. C. Campos Mañas, A. Agüera, R. M. Ramírez-Zamora, J. A. Sánchez Pérez. Environmental Science and Pollution Research 28, 24008–24022 (2021) <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11564-8>
- A critical evaluation of the use of accumulated energy as a parameter for the scale-up of solar photo-reactors during the treatment of simulated industrial wastewater by solar photo-Fenton. A. Cabrera-Reina, S. Miralles-Cuevas, P. Soriano Molina, J. A. Sánchez Pérez. Journal of Chemical Technology & Biotechnology 96(6): 1593-1602 (2021) <https://doi.org/10.1002/jctb.6678>
- Removal of pharmaceuticals in hospital wastewater by solar photo-Fenton with Fe³⁺-EDDS using a pilot raceway pond reactor: transformation products and in silico toxicity assessment. E. Cuervo Lumbaque, R. M. Cardoso, A. Araújo Gomes, S. Malato, J. A. Sánchez Pérez, C. Sirtori. Microchemical Journal 164: 106014 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106014>
- Contribution of temperature and photon absorption on solar photo-Fenton mediated by Fe³⁺-NTA for CEC removal in municipal wastewater. P. Soriano Molina, S. Miralles, I. Oller, J. L. García Sánchez, J. A. Sánchez Pérez. Applied Catalysis B: Environmental 294: 120251 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2021.120251>
- Assessment of different iron sources for continuous flow solar photo-Fenton at neutral pH for sulfamethoxazole removal in actual MWWTP effluents. P. Soriano Molina, I. de la Obra, S. Miralles, E. Gualda-Alonso, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez. Journal of Water Process Engineering 41: 102109 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102109>

- Simultaneous disinfection and organic microcontaminant removal by UVC-LED driven advanced oxidation processes. S. Miralles, I. de la Obra, E. Gualda-Alonso, P. Soriano Molina, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez. *Water* 13: 1507 (2021) <https://doi.org/10.3390/w13111507>
- Solar processes and ozonation for fresh-cut wastewater reclamation and reuse: assessment of chemical, microbiological and chlorosis risks of raw-eaten crops. M. I. Polo-López, S. Nahim-Granados, A. Martínez-Piernas, G. Rivas-Ibáñez, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, J. A. Sánchez Pérez, A. Agüera. *Water Research* 203: 117532 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117532>
- Application of solar photo-Fenton in raceway pond reactors: a review. A. Cabrera-Reina, S. Miralles-Cuevas, J. A. Sánchez Pérez, R. Salazar. *Science of the Total Environment* 800:149653 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149653>
- Worldwide Research Trends on Solar-Driven Water Disinfection. M.M. Ballesteros, C. Brindley, J. A. Sánchez Pérez, P. Fernández-Ibáñez. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(17): 9396 (2021) <https://doi.org/10.3390/ijerph18179396>
- Simultaneous bacterial inactivation and microcontaminant removal by solar photo-Fenton mediated by Fe³⁺-NTA in WWTP secondary effluents. S. Miralles, P. Soriano Molina, I. de la Obra, E. Gualda-Alonso, J. A. Sánchez Pérez. *Water Research* 205: 117686 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117686>
- UV-C Peroxymonosulfate Activation for Wastewater Regeneration: Simultaneous Inactivation of Pathogens and Degradation of Contaminants of Emerging Concern. I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M.I. Polo-López. *Molecules* 26: 4890 (2021) <https://doi.org/10.3390/molecules26164890>
- Direct oxidation of peroxymonosulfate under natural solar radiation: Accelerating the simultaneous removal of organic contaminants and pathogens from water. I. Berruti, I. Oller, M.I. Polo-López. *Chemosphere* 279: 130555 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130555>

Artículos de divulgación

- Regeneración de agua residual urbana mediante nuevos materiales y tecnologías solares avanzadas Proyecto Navia. M. I. Polo López, I. Oller, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez, M.L. Marín, F. Boscá. *Industria Química* Enero 2021

Participación en congresos

- 7th Latin-American Congress of Photocatalysis, Photochemistry and Photobiology, México D.F., México, 2021
- Seminario Tratamiento Solar de Aguas, Proyecto ANID/REDES 180149, Santiago de Chile, Chile, 2021
- Webinar Tecnologías para la Remediación y Mitigación de Contaminantes de Preocupación Emergente en las Aguas Residuales Urbanas, proyecto NOR-WATER, Oporto, Portugal, 2021
- ODAKtr Seminar. H2020 Project SolarTwins, on-line 2021.
- International PhD School on Advanced Oxidation Processes (IPS-AOP) Webinars series 2020-2021. Online 16th March 2021.
- 5th IWA Specialized International Conference on ecoSTP. 21-25 June 2021. Hibrid event. Mylan, Italy
- 17th International Conference on Environmental Science and Technology CEST2021. Athens, Hibrid event. Greece, 1 to 4 September 2021.

Contribuciones a congresos

- Design and operation of raceway pond reactors for tertiary treatment of wastewater using solar photo-Fenton. J. A. Sánchez Pérez. 7th Latin-American Congress of Photocatalysis, Photochemistry and Photobiology, México D.F., México, 2021. (Conferencia plenaria)
- Eliminación de contaminantes de interés emergente en aguas residuales urbanas mediante foto-Fenton solar. De la fenomenología al escalado. J. A. Sánchez Pérez. Seminario Tratamiento Solar de Aguas, Proyecto ANID/REDES 180149, Santiago de Chile, Chile, 2021. (Oral)

- Desinfección de agua y aguas residuales por Procesos Avanzados de Oxidación. M.I. Polo-López. Seminario Tratamiento Solar de Aguas, Proyecto ANID/REDES 180149, Santiago de Chile, Chile, 2021. (Oral)
- Antibiotic Resistant Bacteria: occurrence and removal from urban wastewater. M.I. Polo-López. ODAKtr Seminar. H2020 Project SolarTwins .Online 5th February 2021 (oral)
- Eliminación de contaminantes de preocupación emergente en aguas residuales urbanas mediante foto-Fenton. J. A. Sánchez Pérez. Webinar Tecnologías para la Remediación y Mitigación de Contaminantes de Preocupación Emergente en las Aguas Residuales Urbanas, proyecto NOR-WATER, Oporto, Portugal, 2021. (Oral)
- Assessment of solar photo-Fenton mediated by Fe³⁺-NTA for simultaneous disinfection and removal of contaminants of emerging concern in raceway pond reactors. E. Gualda-Alonso, S. Miralles-Cuevas, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. 7th Latin-American Congress of Photocatalysis, Photochemistry and Photobiology, México D.F., México, 2021. (Oral)
- Effect of iron source on continuous flow solar photo-Fenton for the removal of sulfamethoxazole as a surrogate of contaminant of emerging concern. P. Soriano-Molina, E. Gualda-Alonso, I. de la Olla, S. Miralles-Cuevas, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. 7th Latin-American Congress of Photocatalysis, Photochemistry and Photobiology, México D.F., México, 2021. (Oral)
- Water and Wastewater disinfection by AOPs. M.I. Polo-López. International PhD School on Advanced Oxidation Processes (IPS-AOP) Webinars series 2020-2021. Online 16th March 2021. (oral)
- Novel Photocatalysts Based On Zinc Oxides For The Simultaneous Disinfection And Decontamination Of Water. I. Berruti, M.I. Polo-López, G. Nuno, I. Oller, P. Calza, M.C. Paganini. 5th IWA Specialized International Conference on ecoSTP. 21-25 June 2021. Hybrid event. Milan, Italy. (Oral)
- Fresh-cut Wastewater Reclamation By Solar Processes And Reuse In Agriculture: Assessment Of Chemical And Microbial Risks Of Raw-eaten Crops. S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, M. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. 5th IWA Specialized International Conference on ecoSTP. 21-25 June 2021. Hybrid event. Milan, Italy. (Oral)
- Application of two different strategies for the simultaneous disinfection and decontamination of urban wastewater using solar photo-Fenton and solar/H₂O₂ processes. G. Maniakova, I. Salmeron, M.I. Polo-López, I. Oller, L. Rizzo, S. Malato. 17th International Conference on Environmental Science and Technology CEST2021. Athens, Hybrid event (cest2021_00744). Greece, 1 to 4 September 2021 (oral)
- First demo-plant of solar photo-Fenton as a tertiary treatment for wastewater reclamation. E. Gualda-Alonso, S. Belachger El Attar, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. X Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2021. (Oral)
- Assessment of solar photo-Fenton with Fe³⁺-NTA for simultaneous disinfection and microcontaminant removal in raceway pond reactors. P. Soriano-Molina, E. Gualda-Alonso, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. X Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2021. (Póster)
- Combination of oxidants for disinfection and decontamination in WWTP effluents by solar photo-Fenton for reuse in agricultural irrigation. S. Belachger El Attar, P. Soriano-Molina, I. de la Olla, J.A. Sánchez Pérez. X Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2021. (Póster)

3.3.8 Miembros de la Unidad

José Antonio Sánchez Pérez



Investigador principal
Catedrático de Ingeniería Química
UAL
jsanchez@ual.es
(+34) 950 215 314
www.ciesol.com

José Luis García Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL

Sara Miralles Cuevas



Doctora contratada
Juan de la Cierva Formación Incorporación

María Guadalupe Pinna Hernández



Doctora Contratada
UAL

María Jesús Abeledo Lameiro



Doctora Contratada
CIEMAT-PSA

Maria Inmaculada Polo López



Investigadora principal
Investigadora contratada OPI
CIEMAT-PSA
mpolo@psa.es
(+34) 950 387 800
www.psa.es

José Luis Casas López



Catedrático de Ingeniería Química
UAL

Natalia Pichel Mira



Doctora contratada
Juan de la Cierva Formación

Irene de la Obra Jiménez



Doctora contratada
UAL

Paula Soriano Molina



Doctora contratada
UAL

Leila Samira Nahim Granados



Doctora contratada
CIEMAT-PSA/UAL

Elisabeth Gualda Alonso



Contratada predoctoral
UAL

Solaima Belachqer El Attar



Contratada predoctoral
UAL

Daniel Rodríguez García



Contratado predoctoral
UAL

3.3.9 Proyectos vigentes durante 2021

3.3.9.1 Toward a smart & integral treatment of natural radioactivity in water provision services (LIFE ALCHEMIA, LIFE16 ENV/ES/000437)

Participantes:

CIESOL. Unidad funcional “Tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas”
Fundación CARTIF (Coordinadores)
Diputación de Almería
Tallinn University of Technology
University of Tartu
Viimsi Vesi Ltd (Estonia)

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Unión Europea. Programa LIFE (LIFE16 ENV/ES/000437)

Duración prevista:

Octubre 2017 – Septiembre 2021

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto Life Alchemia aborda uno de los desafíos actuales en el tratamiento de aguas para consumo humano, como es la presencia de radiactividad natural. Existe una destacable falta de conocimiento por parte de los actores involucrados en la gestión de aguas y puede afirmarse que, a pesar de la legislación vigente (Directiva 2013/51/Euratom), la radiactividad no es un parámetro que se esté supervisando sistemáticamente a nivel europeo. En este sentido cabe destacar que este proyecto cuenta con el apoyo de 43 de estos actores, entre ellos las máximas autoridades nacionales de los 2 países integrantes del consorcio: el Ministerio de Medio Ambiente de Estonia y el Consejo Español de Seguridad Nuclear. Se trata de un problema medioambiental que no se puede resolver en el origen, ya que se genera por la dilución en las aguas subterráneas de minerales ricos en isótopos radiactivos, principalmente uranio (U), radio (RA) y torio (TH). Por lo tanto, se necesitan nuevos sistemas capaces de proporcionar una eliminación sostenible de la radiactividad desde el punto de vista de la rentabilidad y la sostenibilidad. La ósmosis inversa (RO) es el tratamiento más comúnmente usado para esta aplicación; sin embargo, la huella de carbono de este proceso es muy alta y genera grandes volúmenes de rechazo de agua con radiactividad que necesita tratamiento adicional. El proyecto LIFE Alchemia ofrece un avance ante este problema desde dos ángulos.

En primer lugar, con el uso de sistemas de tratamiento basados en lechos filtrantes que reducirán hasta cinco veces el costo del tratamiento del agua. En segundo lugar, considerando todo el ciclo de vida de la radiactividad, incluyendo la gestión de los residuos generados.

Objetivos:

Los principales objetivos del proyecto Life Alchemia son:

- Demostrar la viabilidad técnica y económica de los lechos filtrantes que se optimizarán para eliminar la radiactividad del agua y minimizar la generación de materiales radiactivos naturales (NORM). Se operarán 4 plantas piloto, 3 en España y una en Estonia, con diferentes estrategias para prevenir la generación de residuos NORM.
- Replicar las soluciones Life Alchemia en instalaciones de otros 5 países europeos (Italia, Polonia y Finlandia, entre otros).
- Promover la transferencia a otras instalaciones y miembros de la UE.
- Alentar la participación activa de las partes interesadas en la aplicación de la Directiva 2013/51/Euratom para minimizar el impacto medioambiental del tratamiento de los radionucléidos en los servicios de suministro de agua.

Durante la ejecución del proyecto, los stakeholders específicos de los sectores destinatarios (proveedores de agua, fabricantes, responsables de la formulación de políticas) se encargarán de garantizar el cumplimiento de los objetivos antes mencionados

3.3.9.2 Pollutant Photo-NF remediation of Agro-Water (LIFE PureAgroH2O LIFE17 ENV/GR/000387)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE17 ENV/GR/000387)

Duración prevista:

Julio 2018 – Diciembre 2021. Prorrogado hasta diciembre de 2022.

Situación:

En curso

Resumen:

El LIFE PureAgroH2O es un proyecto de carácter demostrativo, orientado al desarrollo de un reactor de nanofiltración fotocatalítica (PNFR) que utiliza un dispositivo de purificación de agua patentado y desarrollado previamente, basado en el empleo de monolitos fotocatalíticos avanzados y fotocatalizadores activados con luz visible (VLA) estabilizados con fibra polimérica porosa, que ha sido diseñado para eliminar de forma efectiva sustancias orgánicas presentes en aguas residuales. La innovación del reactor radica en la sinergia entre dos de los procesos más eficientes para la eliminación de plaguicidas de las aguas residuales agrícolas: la nanofiltración (NF) y la fotocatalisis. Esta sinergia proporciona una intensificación significativa del proceso que, a su vez, permite una reducción de las dimensiones del reactor (costes de inversión) y una disminución en el coste operacional (costes de operación). El consorcio pretende garantizar el funcionamiento autónomo del proceso proporcionando una eficiencia estable que no dependerá de las condiciones estacionales (irradiación solar) ni de la composición de las aguas residuales agrícolas. Adicionalmente, la posibilidad de lograr una reducción del 60% en la presión transmembrana requerida permite una extensión significativa de la vida útil del proceso (2 veces) y una mayor eficacia en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos (>99.5%).

Objetivos:

El principal objetivo del Proyecto LIFE PureAgroH2O es la aplicación a escala piloto de la Nanofiltración Fotocatalítica para el tratamiento del agua residual producida en las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Zagora, Grecia, y de Cítricos del Andarax S.A., en Almería, España. El proyecto LIFE PureAgroH2O pretende demostrar al sector agro-industrial- responsable del consumo de un porcentaje significativo de agua en todo el mundo- el potencial del empleo de la tecnología de Nanofiltración Fotocatalítica a nivel comercial, y así contribuir a la solución de importantes problemas medioambientales, energéticos y sociales.

3.3.9.3 Upgrading wastewater treatment plants by Low cost Innovative technologies for energy Self-Sufficiency and full recycling. (LIFE ULISES, LIFE18 ENV/ES/000165)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE18 ENV/ES/000165)

Duración prevista:

1 de julio de 2019 - 30 de junio de 2022

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto LIFE ULISES tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor añadido, como biocombustible vehicular, biofertilizantes agrícolas y agua apta para su reutilización, a partir de las aguas residuales. El proyecto busca reducir el consumo energético y la huella de carbono asociada al tratamiento de aguas, incrementando la eficiencia de una estación depuradora de agua residuales (EDAR) convencional mediante la integración de diferentes tecnologías en cada una de sus líneas principales (agua, gas y fango).

Durante el proyecto se implementarán en la EDAR El Bobar (Almería) las siguientes tecnologías de bajo coste:

- Enriquecimiento del biogás con sistema ABAD Bioenergy® para producir un biocombustible renovable para vehículos. (Aqualia, Energylab)
- Pretratamiento anaerobio PUSH combinado con control de la aireación avanzada para reducir a la mitad el consumo energético en el proceso de depuración. (Aqualia)
- Tratamiento solar de desinfección foto-Fenton para producir agua regenerada para su reutilización para riego. (Ciesol – UAL)
- Tratamiento de hidrólisis enzimática del lodo para obtener un biofertilizante agrícola de calidad (CETIM, Aqualia)
- Sistema de recuperación de estruvita de los concentrados mediante proceso basado en ósmosis directa (CETIM)

Todas estas tecnologías innovadoras permitirán reducir el consumo eléctrico de la depuradora de El Bobar y, por ende, minimizar su impacto ambiental y huella de carbono.

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto LIFE ULISES es demostrar la viabilidad de un conjunto de tecnologías para mejorar la eficiencia de los recursos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Esto incluirá: un proceso de pretratamiento y aireación anaeróbico para reducir la demanda de energía, un proceso de upgrading para aumentar la producción de biogás, una hidrólisis enzimática y precipitación de estruvita

basada en membranas para el uso de lodos como fertilizante y un tratamiento terciario basado en energía solar para la reutilización del agua.

Todos estos procesos serán probados y validados en una planta piloto ubicada en El Bobar, Almería, España.

3.3.9.4 Regeneración de aguas para riego mediante energía solar en reactores de bajo coste operados en modo continuo (AQUELOO)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D de la Universidad de Almería en el marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020, convocatoria 2018.

Duración prevista:

Octubre 2019 – Septiembre 2021. Prorrogado hasta diciembre de 2022.

Situación:

En curso

Resumen:

En el proyecto AQUELOO se aborda el desarrollo de soluciones técnicas basadas en el uso de la energía solar para la regeneración de aguas para riego en la agricultura, promoviendo así el uso de recursos hídricos no convencionales. En este proyecto, se considera el proceso foto-Fenton solar debido a que se ha demostrado su eficiencia para eliminar hasta un 80% de microcontaminantes y 6 log de UFC/mL de microorganismos patógenos presentes en efluentes procedentes de tratamientos secundarios de EDAR. Por otro lado, el uso de reactores de bajo coste tipo “raceway” (en inglés raceway pond reactor, RPR), ayuda a reducir drásticamente tanto los costes de inversión como los de operación. Se abordará la desinfección de aguas residuales mediante foto-Fenton solar en modo continuo a TRH de 30 a 60 min, con una profundidad de líquido de entre 5 y 15 cm (dependiendo de la radiación local) a escala piloto, así como la reducción de costes de operación, minimizando el uso de reactivos químicos. El reto será reducir hasta un 80% los microcontaminantes presentes y alcanzar una inactivación de la bacteria *E. coli* por debajo del límite de detección (1 UFC/mL) según los requerimientos de reutilización establecidos para riego en España (RD 1620/2007). Asimismo, el proyecto AQUELOO contribuirá a cubrir la brecha existente entre los tratamientos validados a escala de laboratorio y su aplicación en condiciones reales a escala piloto y en flujo continuo.

Objetivos:

En este proyecto se plantea la operación en continuo de reactores de fotocatalisis solar con tiempos de residencia (30 - 60 min) inferiores a los actualmente utilizados con la cloración (90 min). Los objetivos generales del proyecto pueden sintetizarse en:

- Optimizar las variables de operación en continuo de los reactores “raceway” para la regeneración de aguas residuales a escala piloto mediante foto-Fenton solar a pH neutro.
- Realizar el diseño conceptual de un reactor a escala comercial y estimación de costes.

3.3.9.5 Regeneración de agua residual urbana mediante Nuevos materiales y tecnologías solares avanzadas: evaluación de nuevos indicadores de calidad del tratamiento (NAVIA)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”

Unidad funcional de “Análisis ambiental”

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Agencia Estatal de Investigación, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, convocatoria 2019. Ministerio de Ciencia e Innovación.

Duración prevista:

Junio 2020 – Mayo 2023.

Situación:

En curso

Resumen:

NAVIA es un proyecto coordinado entre la Universidad de Almería (coordinador), la Plataforma Solar de Almería y la Universidad Politécnica de Valencia. El estrés hídrico es un problema mundial creciente, agravado por el cambio climático. España está especialmente amenazada por la escasez de agua y se prevé un deterioro de la disponibilidad de agua dulce en un futuro próximo. Entre las soluciones contra el estrés hídrico, la regeneración de aguas residuales urbanas (UWW) puede desempeñar un papel clave como fuente de agua no convencional, destinada al mayor consumidor de agua en España, el riego agrícola. Con este fin, los nuevos tratamientos terciarios deben resolver los principales desafíos de la reutilización del agua: calidad aceptable, bajo coste y sostenibilidad. El objetivo principal del proyecto NAVIA es el desarrollo de nuevos métodos de regeneración de UWW mediante el desarrollo de nuevos fotocatalizadores y tecnologías basadas en procesos de oxidación avanzada (AOP) solares, operados en flujo continuo en reactores de bajo coste. Para garantizar la calidad y la seguridad del agua reutilizada, los objetivos de los procesos serán la eliminación simultánea de patógenos microbianos, como *E. coli*, coliformes totales, colifagos (somáticos y bacteriófagos específicos de RNA), bacterias resistentes a los antibióticos y sus genes (ARB y ARG), y la eliminación de microcontaminantes orgánicos (OMC). El objetivo final es cumplir con la legislación española (RD 1620/2007) y las futuras regulaciones, como la reciente propuesta del Parlamento Europeo de febrero de 2019 (EC COM 337 final, 2018/0169). Finalmente, agrupando todos los datos obtenidos durante el proyecto, así como de la literatura más relevante, se seleccionarán nuevos indicadores fisicoquímicos, energéticos y microbiológicos como un conjunto de parámetros clave para un monitoreo simple, rápido y confiable del rendimiento de tratamientos de regeneración, con la intención generar una herramienta para la toma de decisiones del usuario final, especialmente desarrollada para el riego agrícola.

Objetivos:

Se explorarán tres áreas de investigación distintas, aunque intercaladas:

- El desarrollo de nuevos fotocatalizadores heterogéneos con alta eficiencia para la descontaminación y desinfección de UWW. Se llevará a cabo la síntesis y caracterización de estos fotocatalizadores, tanto orgánicos como basados en semiconductores. Se evaluará su eficiencia y estabilidad frente a la degradación simultánea de los OMC y la inactivación microbiana, con especial atención a la realización de estudios mecanísticos como base del modelado cinético de los procesos.
- El desarrollo de nuevos AOP solares a escala de planta piloto como tratamientos terciarios de efluentes reales de EDAR. La desinfección microbiana y la eliminación de OMC se evaluarán mediante tratamientos como el proceso foto-Fenton solar a pH neutro, tanto en modo discontinuo como continuo. Se analizarán nuevas fuentes de hierro junto con la utilización de agentes quelantes, así como los fotocatalizadores heterogéneos más eficientes obtenidos en (i). También se evaluará la irradiación solar con dosis bajas de oxidantes (PDS/PMS, H₂O₂ y HClO/CLO-) para la desinfección simultánea y la eliminación de la OMC.
- El desarrollo de soluciones eficaces y eficientes basadas en energía solar en operación de flujo continuo: se investigarán los efectos del tiempo de residencia hidráulico (30-60 min), y profundidad del líquido (5-10 cm) en la eliminación de los contaminantes objetivo (bacterias, ARB y ARG, colifagos, OMC), en los procesos desarrollados en i) y ii).

3.3.9.6 Innovative cost-effective multibarrier treatments for reusing water for agricultural irrigation (LIFE PHOENIX LIFE19 ENV/ES/000278)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”
Unidad funcional de “Análisis ambiental”

Contactos:

J. L. Casas (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. LIFE19 ENV/ES/000278

Duración prevista:

01 Septiembre 2020 – 29 Febrero 2024.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto Life Phoenix surge de la necesidad de actualizar los sistemas de depuración y regeneración de aguas residuales debido a la reciente aprobación del nuevo Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua. El proyecto, cuenta con un presupuesto superior a los 3 millones de euros. El consorcio internacional, liderado por Aqualia FCC, está formado por 8 entidades e incluye socios internacionales como Águas de Portugal y la compañía holandesa MicroLAN; otras nacionales como CETIM o Newland EnTech; y entidades públicas españolas como la Universidad de Almería, a través del Centro de Investigación de la Energía Solar, la Diputación Provincial de Almería y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG).

El proyecto Life PHOENIX representa un caso claro de adaptación tecnológica a los requerimientos legislativos, y más concretamente de los sistemas de depuración y regeneración existentes al nuevo Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua. Desde el punto de vista de la tecnología que aporta la Universidad de Almería a través de CIESOL, Life Phoenix representa el salto de escala que la tecnología basada en el proceso foto Fenton operado en modo continuo en reactores de bajo coste tipo raceway, necesita para poder estudiar su definitiva implantación comercial. Asimismo, Life Phoenix representa la oportunidad de llevar la tecnología foto Fenton UV LED desde el laboratorio a la escala piloto. El desarrollo de la tecnología foto Fenton para el tratamiento terciario de aguas depuradas puede suponer una solución para muchos emplazamientos en los que el recurso solar no sea una limitación.

La Universidad de Almería, a través del Centro de Investigación de la Energía Solar CIESOL, participa en el proyecto Life Phoenix siendo su principal objetivo la regeneración del agua depurada aplicando el proceso foto Fenton en modo continuo tanto en reactores de bajo coste tipo raceway, como en reactores intensivos iluminados con tecnología UV LED. Con el fin de evaluar energéticamente las distintas opciones, está previsto que todos los sistemas estén equipados de suministro constante de energía eléctrica fotovoltaica. La participación de miembros del grupo de Análisis Ambiental permite contar con su gran experiencia en el seguimiento de contaminantes emergentes y sus productos de transformación, debido a esto CIESOL asume parte de la carga analítica del proyecto.

Objetivos:

Los objetivos y retos que afronta Life Phoenix son:

- Desarrollar soluciones innovadoras de regeneración de aguas residuales urbanas para pequeñas, medianas y grandes depuradoras, ajustando las soluciones a cada caso específico, en función del tamaño de población, calidad del agua, así como la capacidad económica. Para cada tamaño de población se desarrollarán soluciones a medida, acorde a sus necesidades, para así alcanzar la sostenibilidad total, que se traduce en viabilidad técnica, económica y medioambiental.

- Cuantificar y eliminar contaminantes emergentes mediante procesos de oxidación avanzada.
- Cuantificar y eliminar microplásticos mediante procesos de filtración avanzada.
- Diseñar una planta demostrativa transportable con más de 12 tecnologías diferentes basadas en un concepto multi-barrera flexible. Concepto plug & play.
- Optimización del riego mediante gestión inteligente.
- Diagnosticar los sistemas terciarios existentes en la provincia de Almería para su optimización, con el fin de alcanzar los nuevos requisitos de calidad para uso agrícola, viabilidad de actualización de plantas existentes para alcanzar los nuevos requisitos.
- Finalmente, desarrollar una herramienta de diagnóstico que permitirá seleccionar la mejor combinación de tecnologías para cada caso, realizando, además, un mapeo de los tratamientos terciarios de las depuradoras existentes tanto a nivel nacional como internacional.

3.3.9.7 Demostración de reactores continuos para foto-Fenton solar destinados a la regeneración de efluentes secundarios de EDAR (ANUKIS)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”
Unidad funcional de “Análisis ambiental”

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)
A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Agencia Estatal de Investigación, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, convocatoria Pruebas de concepto 2021. Ministerio de Ciencia e Innovación.

Duración prevista:

Diciembre 2021 – Noviembre 2023.

Situación:

En curso

Resumen:

La escasez de agua es un problema creciente en España, agravado por los impactos del cambio climático, y Almería está especialmente amenazada por el estrés hídrico. Entre las soluciones a este problema, la regeneración de aguas residuales urbanas puede jugar un papel clave como fuente de agua no convencional destinada al riego agrícola. Los nuevos avances en los tratamientos basados en la radiación solar fomentan su aplicación para la regeneración de aguas residuales. Entre ellos, el proceso foto-Fenton solar ha demostrado su eficacia para la desinfección de aguas residuales y la eliminación de microcontaminantes, debido a la gran cantidad de radicales hidroxilo ($\text{HO}^\bullet$) generados mediante el ciclo catalítico de iones de hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}) activado por la radiación UV-vis y su reacción con peróxido de hidrógeno. Es considerado como un tratamiento con mucho potencial debido a la abundancia de hierro en la naturaleza y su baja toxicidad, y que el H_2O_2 es fácil de manejar y ambientalmente seguro. Una vez que los fundamentos del proceso foto-Fenton han sido ampliamente estudiados en proyectos anteriores, el proyecto ANUKIS aborda la necesidad de nuevos desarrollos de ingeniería en fotorreactores de flujo continuo para la desinfección de aguas residuales urbanas y la eliminación de microcontaminantes, una materia aun pendiente para transferir la tecnología a la industria del agua.

Se construirá una planta de demostración que operará en la EDAR de Uleila del Campo, Almería, una pequeña población rural (750 habitantes), que es explotada por la empresa Calares Obras Servicios y Medioambiente S.L. que apoya el proyecto y está muy interesada en la explotación de los resultados.

En cuanto al impacto socioeconómico del proyecto ANUKIS, actualmente la EDAR vierte a dominio público hidráulico y un tratamiento terciario permitiría la reutilización de esta agua para el riego de campos de olivos o bien mejoraría la recarga del acuífero sobreexplotado. Además, la replicabilidad de los resultados en otras poblaciones con estrés hídrico promovería la reutilización para riego, mejoraría los beneficios de la agricultura y crearía nuevos empleos fijando la población en áreas rurales. En términos de nivel de madurez

tecnológica, la propuesta comenzará en un TRL 5 y se espera que llegue a TRL 8. Así, el proyecto ANUKIS demostrará una nueva solución basada en energía solar para la producción sostenible y segura de agua regenerada para riego agrícola.

Objetivos:

Los objetivos generales del proyecto ANUKIS son la construcción de un prototipo, a escala demostrativa, de un reactor continuo para foto-Fenton solar con el fin de regenerar aguas residuales urbanas, así como la protección del conocimiento adquirido, con el fin de permitir su explotación comercial. El fotorreactor será un reactor en canal, tipo “raceway pond reactor, RPR” de bajo coste y con altas capacidades de tratamiento (alrededor de 400 m³/m² día). Para ello se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Análisis de la viabilidad técnica y socioeconómica de la regeneración de aguas residuales mediante el proceso foto-Fenton solar.
- Construcción y operación de un prototipo de RPR a escala demostrativa como tratamiento terciario en una EDAR ubicada en una zona rural.
- Establecimiento del procedimiento de protección del conocimiento.
- Establecimiento de un plan de negocios para transferir la tecnología a la industria del agua o crear una spin-off.

3.3.9.8 Regeneración de aguas mediante energía solar concentrada (RAYO)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”

Unidad funcional de “Desalación y fotosíntesis”

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad. Secretaría General de Universidades, Investigación y Tecnología. Junta de Andalucía. Convocatoria de subvenciones a «proyectos de I+D+i» universidades y entidades públicas de investigación. Modalidad RETOS.

Duración prevista:

05/10/2021-30/06/2023

Situación:

En curso

Resumen:

El pasado 25 de mayo de 2020 se publicó el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, aplicable a partir de junio de 2023. Este reglamento viene a impulsar la regeneración de aguas residuales en Europa, principalmente para riego agrícola, de especial importancia en Almería, con un elevado déficit hídrico y una economía vinculada a la agricultura intensiva. Además, debe impulsar el desarrollo de tecnologías sostenibles, que alcancen tales requisitos de forma segura para el medioambiente. La presente propuesta supone un cambio de paradigma en la desinfección de aguas mediante energía solar, como es la utilización de radiación solar concentrada. Hasta la fecha, la investigación en este ámbito se ha llevado a cabo en sistemas de captación estáticos sin seguimiento activo de la posición solar. Por un lado, en botellas PET para desinfección de agua para consumo humano en zonas sin acceso directo a agua potable; por otro, en fotorreactores tubulares con captadores solares parabólicos compuestos (CPC), o reactores de canal abierto (raceway pond reactor, RPR) mediante el proceso foto-Fenton que utiliza hierro y peróxido de hidrógeno junto a la radiación solar. En esta propuesta se desinfectará el agua residual, por primera vez, con energía solar concentrada, en reactores tubulares situados en el área focal de captadores cilíndroparabólicos de bajo coste con factores de concentración entre 3 y 5. Con ello, se operará a temperaturas entre 60-70°C e irradiancias UV hasta 150W/m², acelerando la inactivación de microorganismos y la degradación de contaminantes emergentes. Además, se prestará especial atención

a la economía del proceso, el impacto de la regeneración y el impulso económico a una agricultura enfocada en el uso de recursos renovables. En este proyecto, de dos años de duración, se pondrán las bases científicas y económicas de una nueva tecnología limpia de regeneración de aguas para riego agrícola.

Objetivos:

En este proyecto se plantea, por primera vez, la desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante radiación solar concentrada en fotorreactores operados en modo continuo. Los objetivos generales del proyecto, teniendo en consideración la financiación disponible y la duración de dos años, pueden sintetizarse en:

- Diseñar y construir un prototipo de fotorreactor solar con factores de concentración entre 3 y 5, que pueda operarse en flujo continuo.
- Estudiar la desinfección solar concentrada desde el punto de vista fenomenológico y cinético. Determinar la dosis UV segura para todos los patógenos contemplados en la nueva regulación europea: E. coli, colifagos y esporas de bacterias sulfato-reductoras.
- Optimizar las variables de operación en continuo del fotorreactor para la regeneración de aguas residuales a escala piloto.
- Estudiar la viabilidad económica del nuevo proceso propuesto e investigar la potencialidad de las nuevas tecnologías de regeneración en el mercado del agua, su impacto en el desarrollo económico de la región, con especial referencia a la agricultura y al turismo.

3.3.9.9 Photo-irradiation and Adsorption based Novel Innovations for Water-treatment (PANI WATER)

Participantes:

Unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

I. Oller (isabel.oller@psa.es)

Fuente de financiación:

Programa Horizonte 2020, EU (Amendment Reference No AMD-820718-11)

Duración prevista:

01/02/2019-31/01/2023

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

Las aguas residuales y el agua potable en las zonas periurbanas y rurales de la India están contaminadas por contaminantes de preocupaciones emergentes (CEC), como pesticidas, materiales farmacéuticos y de cuidado personal o antibióticos. El proyecto PANI WATER, financiado con fondos europeos, tiene como objetivo ampliar y confirmar seis prototipos que eliminan las CEC y otros contaminantes de las aguas residuales. El proyecto se implementará en el sitio y en relación con las partes interesadas locales. De hecho, PANI WATER pone un énfasis particular en comprender el contexto social en el que potencialmente se desplegarán las tecnologías y revisará los posibles impactos sociales y de salud para proporcionar análisis de calidad. También apoyará el tratamiento de aguas residuales para la reutilización segura del agua en la agricultura, en industrias relacionadas y estructuras públicas de agua. La actividad de CIESOL se centra en el desarrollo, optimización y valoración analítica de procesos avanzados de tratamiento de aguas residuales aplicados a efluentes complejos con el fin de conseguir su regeneración y posibilitar su posible reutilización.

3.3.10 Participación en Redes durante 2021

- Participación en la "Iberoamerican Solar Water Treatment Network". Programa de Apoyo a la Formación de Redes Internacionales entre Centros de Investigación, Convocatoria 2018. Programa de Cooperación Internacional de CONICYT.

3.3.11 Actividades de Difusión

Como en años anteriores, la unidad funcional ha participado en la Noche Europea de los investigadores 2021, actividad desarrollada en el marco del proyecto europeo de divulgación científica OpenResearchers aprobado por la Comisión Europea en la convocatoria de acciones Marie Skłodowska-Curie. Además, también se ha participado en actividades previas a la Noche Europea de los Investigadores mediante la difusión de la investigación en institutos de enseñanza secundaria.

Con el objetivo de mostrar la labor de las científicas, y fomentar vocaciones STEM en las niñas ayudando a cerrar la brecha de género en ciencia, la unidad funcional ha participado en charlas de divulgación en institutos de enseñanza secundaria organizadas por la Universidad de Almería, a través de igUALdad (Delegación del Rector para la Igualdad de Género).

Participación en la I Feria de la Ciencia con la actividad "Diseño de una EDAR", en colaboración con el IES GALILEO organizada por la Universidad de Almería, los días 22 y 23 de abril de 2021.

Organización del Curso de Verano "Gestión integral del agua en un escenario de estrés hídrico". Almería, del 6 al 8 de julio de 2021. En el curso se trataron diversos aspectos del ciclo integral del agua, desde el abastecimiento urbano, el regadío, la economía circular y la gobernanza, así como la investigación y el desarrollo en tecnologías del agua. Para ello, se contó con la participación de ponentes de la máxima calidad tanto del ámbito industrial, como académico y de la gestión pública, con un reconocido prestigio nacional e internacional.

Participación en la Semana de la Ciencia organizada por la Universidad de Almería, del 8 al 11 de noviembre de 2021, Con el objetivo de acercar el conocimiento científico y tecnológico a los estudiantes de 4º de ESO, Bachillerato y Formación Profesional de la provincia.

Organización de las XIII JORNADAS SOBRE LA UNIÓN EUROPEA. "Innovación en la Depuración y Regeneración de Aguas Residuales en la Unión Europea" Almería, del 22 al 26 de noviembre de 2021. Varios miembros de la unidad funcional han asistido y realizado actividades de difusión mediante presentaciones científico-técnicas: "Introducción a la I+D+I en materia de aguas" Dr. José Antonio Sánchez Pérez.

Organización de cuatro workshops vinculados a los proyectos LIFE PureAgroH2O, Alchemia, Ulises y Phoenix.

3.3.12 Otros

Trabajos fin de grado:

- Nerea López Serrano (Grado en Ingeniería Química Industrial). Desinfección y descontaminación simultánea de efluentes secundarios de EDAR mediante el proceso foto-Fenton solar con Fe^{3+} -NTA en reactores tipo raceway. Fecha de defensa: 03/06/2021. Directores: José Antonio Sánchez Pérez y Paula Soriano Molina.
- Elena Olivares Ligero (Grado en Ingeniería Química Industrial). Primera planta demostrativa de foto-Fenton solar para la regeneración de efluentes secundarios de EDAR. Fecha de defensa: 03/06/2021. Directores: José Antonio Sánchez Pérez y Paula Soriano Molina.

- Daniel Rodríguez García (Grado en Ingeniería Química Industrial). Estrategias de monitorización y control de un reactor de regeneración de aguas mediante foto-Fenton solar. Fecha de defensa: 27/07/2021. Directores: José Luis Casas López y Paula Soriano Molina.
- Solaima Belchqer El Attar (Máster en Ingeniería Química). Estudio reológico de lodos de microalgas cultivados en diferentes medios de cultivo.
- Alejandro Jamil Esteban Martínez Martínez (Máster en Energía Solar). Diseño y evaluación de un planta solar fotovoltaica para el suministro energético de una planta piloto de regeneración de aguas mediante foto-Fenton solar-UVA.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Melina Roccamante (Directores: Sixto Malato y Sara Miralles)
- Azahara Martínez García (Directores: Inmaculada Polo e Isabel Oller)
- Ilaria Berruti (Directora: Inmaculada Polo)
- Elizabeth Gualda Alonso (Directores: José Luis Casas López y Paula Soriano Molina)
- Solaima Belachqer El Attar (Directores: José Antonio Sánchez Pérez y Paula Soriano Molina)
- Kelly Johana Castañeda Retavizca (Directores: Sixto Malato e Inmaculada Polo)
- Alba Hernández Zanoletty (Directores: Isabel Oller e Inmaculada Polo)

Premios obtenidos durante 2021

- Irene de la Obra Jiménez. Premio Extraordinario de Doctorado en la categoría de Ingeniería por la Universidad de Almería, Curso 2018/2019. 28 de septiembre de 2021.
- Paula Soriano Molina. Premio Extraordinario de Doctorado en la categoría de Ingeniería por la Universidad de Almería, Curso 2018/2019. 28 de septiembre de 2021.
- Leila Samira Nahim Granados. Premio Extraordinario de Doctorado en la categoría de Ingeniería por la Universidad de Almería, curso 2019/2020. 4 de junio de 2021
- Leila Samira Nahim Granados. Premio "BEST PHD THESIS FOR 2020" otorgado por International Ph.D. School on Advanced Oxidation Processes. 23 de abril de 2021.
- Elizabeth Gualda Alonso. 1^{er} Premio por póster y exposición oral tipo flash en el área de Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente, con el trabajo titulado "First demo-plant of solar photo-Fenton as a tertiary treatment for wastewater reclamation". X Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales. Almería, España. 15 de noviembre de 2021

3.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL

3.4.1 Descripción de la Unidad

A esta unidad funcional pertenecen investigadores del grupo “Automática, Robótica y Mecatrónica” (TEP 197, arm.ual.es) de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. El grupo TEP197 tiene entre sus ámbitos de trabajo la agricultura intensiva, la energía solar, la biotecnología y la bioingeniería, además de la educación en automática, mecanización y robótica en general. El grupo tiene también una línea de actuación vinculada a las aplicaciones de los sistemas de control al confort térmico, visual y de calidad de aire y la eficiencia energética en la edificación. Las actividades colaborativas entre el grupo y la PSA vienen desarrollándose de forma ininterrumpida a lo largo de los últimos 25 años, siendo destacable la participación de investigadores de la UAL en el desarrollo de algunos de los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) de plantas de ensayo ubicados en las instalaciones de la PSA.

Más información en: <https://arm.ual.es/arm-group/about-us/>

3.4.2 Líneas estratégicas

Las principales líneas estratégicas del grupo dentro del Centro Mixto CIESOL son las siguientes:

- Modelado y control de plantas termosolares.
- Modelado, control y robótica en agro-industria.
- Eficiencia energética y control de confort en edificios.
- Educación en ingeniería.
- Modelado y control de fotobiorreactores.
- Redes energéticas inteligentes y vehículos eléctricos.
- Control predictivo, jerárquico y robusto.
- Sistemas de supervisión y comunicaciones industriales.
- Inteligencia artificial en aplicaciones de energía solar.
- Estimadores de estado.

Una información más detallada se puede consultar en los siguientes enlaces:

<https://arm.ual.es/arm-group/research-lines/>

<https://arm.ual.es/arm-group/facilities-and-infrastructures/>

3.4.3 Investigadores principales

Jose Domingo Álvarez Hervás (ORCID 0000-0003-2791-8105, Scopus Author ID 16303147700)

José Domingo Álvarez es un Profesor Titular de la Universidad de Almería, España. Obtuvo el título de Ingeniero Informático por la Universidad de Almería en el año 2003. Posteriormente, en el año 2008 obtuvo, por la misma universidad, el grado de Doctor Ingeniero Informático. Durante su etapa postdoctoral estuvo contratado durante tres años a cargo del proyecto singular-estratégico de Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL). Luego pasó dos años en la Universidad de Sevilla mediante una beca postdoctoral Juan de la Cierva (convocatoria 2011). Posteriormente disfrutó de una beca postdoctoral Ramón y Cajal (convocatoria 2013) en la Universidad de Almería. Sus líneas de investigación principales están centradas en el control predictivo, el control repetitivo y el control PID clásico con aplicaciones prácticas a plantas basadas en energía solar y eficiencia energética en edificios. Producto del trabajo en estos temas, en los últimos diez años destaca la coautoría del libro *Comfort Control in Buildings* (Springer, 2014). Es coautor de 38 publicaciones científicas en revistas con índice de impacto y más de 50 trabajos aceptados en congresos nacionales e internacionales H-index: 19 (Google Scholar), 16 (Scopus), 15 (WOS). Además, ha sido

codirector de 3 tesis doctorales sobre estos temas y ha participado en varios proyectos I+D+i dentro del ámbito nacional e internacional con financiación pública y privada.

Actualmente, él es miembro del grupo de investigación 'Automática, Robótica y Mecatrónica' de la Universidad de Almería (código TEP-197 del Plan Andaluz de Investigación, <http://arm.ual.es>), miembro del Comité Español de Automática (CEA). Ha sido parte del comité organizador de las XXVII Jornadas de Automática en 2006, del II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola en 2016, y del XVI Simposio CEA de Ingeniería de Control en 2018. Es revisor de más de 20 importantes revistas internacionales (con más de 100 trabajos revisados), ANEP y ANECA. Es coordinador del Máster en Energía Solar de la UAL. También es miembro de: i) el comité editorial de la revista 'Mathematical Problems in Engineering' (1.305 JCR index), ii) el comité de temas de la revista 'Energies' (3.004 JCR index), iii) y revisor del panel RP2 de las acciones COST (European Cooperation in Science and Technology).

Más información en: <https://arm.ual.es/arm-group/people/jose-domingo-alvarez-hervas/>

Lidia Roca Sobrino (ORCID 0000-0002-8724-5136, Scopus Author ID 23467603800)

Es investigadora contratada del CIEMAT desde 2012. Licenciada en Ingeniería Electrónica por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada (2004), Master en Energía Solar por la Universidad de Almería (2007). Doctora por la Universidad de Almería (2009), recibiendo el premio extraordinario de investigación en el área de ingeniería. En la actualidad está adscrita a la Unidad de Aplicaciones Solares Térmicas en la Plataforma Solar de Almería, cuenta con 41 publicaciones en revistas científicas con índice de impacto, 43 aportaciones a congresos internacionales y la publicación de 2 libros. Sus principales líneas de investigación son el modelado, control y optimización de sistemas alimentados con energía solar térmica, contando con más de 10 años de experiencia en este campo y desarrollando su actividad a través de la participación en 18 Proyectos de I+D nacionales e internacionales.

Más información en: <https://arm.ual.es/arm-group/people/lidia-roca-sobrino/>

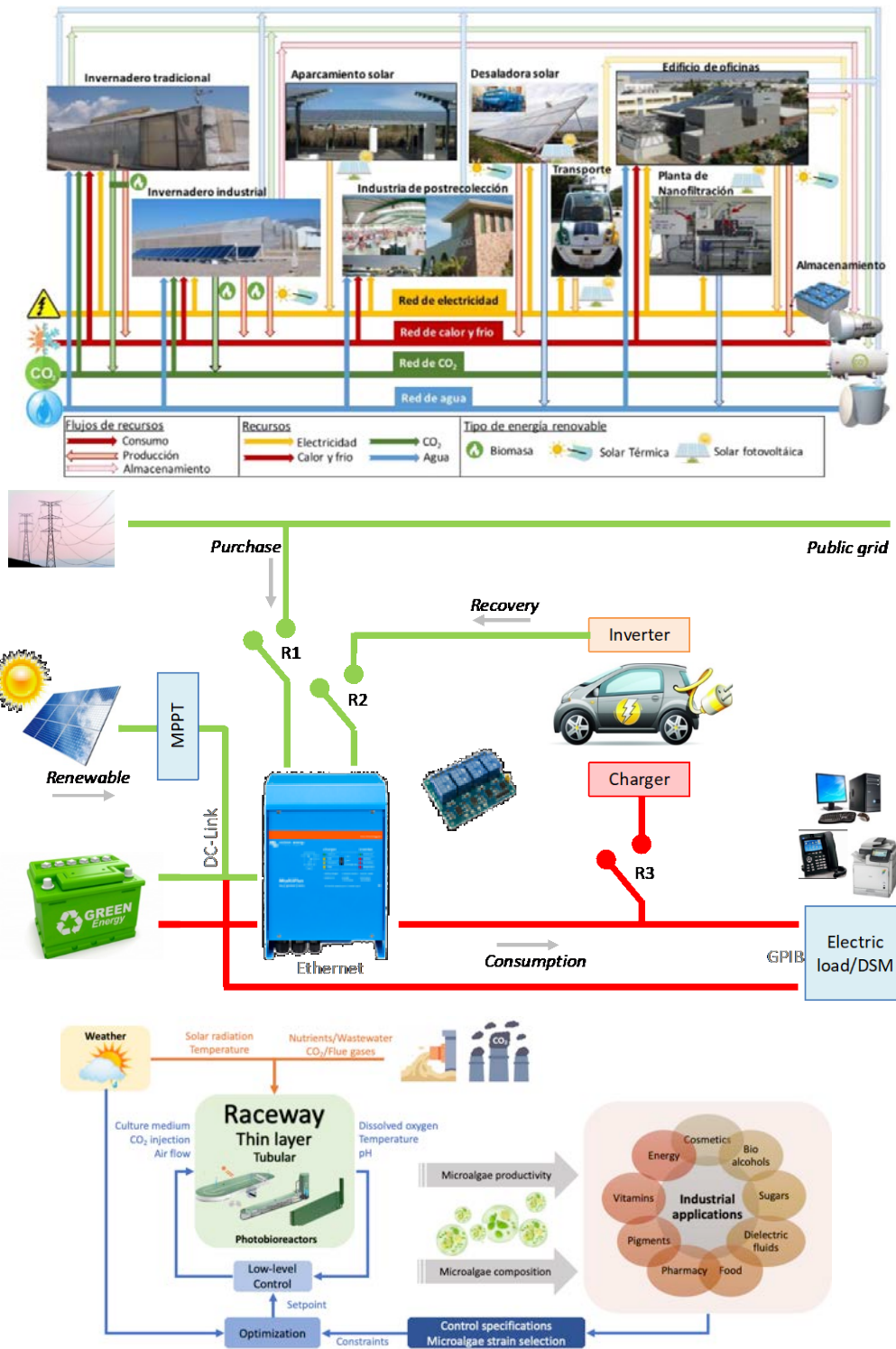
Resumen del grupo:

<https://arm.ual.es/arm-group/main-figures/>

3.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

- Diseño de estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables, con especial énfasis en distritos agro-alimentarios.
- Modelado y control del proceso combinado de producción de microalgas y tratamiento de aguas residuales con reactores industriales.
- Modelado y control de desaladoras solares. Modelado y optimización para una gestión eficiente de recursos en desalación solar.
- Desarrollo de modelos y controladores de fertirriego y control de humedad en invernaderos y acoplamiento a una desaladora solar.
- Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad y económicos.
- Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindro parabólicos en aplicaciones industriales y refrigeración.
- Modelado y optimización para una gestión eficiente de recursos en tecnología termosolar.
- Modelado y control cinemático, dinámico y energético de vehículos eléctricos con apoyo de energía solar.
- Control de vehículos aéreos no tripulados.
- Desarrollo de herramientas interactivas, laboratorios virtuales y remotos para Automática.

- Diseño y control de robots.



Diversos ejemplos de la actividad de la unidad de modelado y control

3.4.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

En 2021 la Unidad de Modelado y Control ha mantenido colaboraciones con las siguientes Unidades Funcionales de CIESOL:

- Desalación y Fotosíntesis: Proyectos europeos (SABANA, India H2O), proyectos del plan nacional (CALRESI, HYCO2BIO), proyectos autonómicos (Carbon4Green), publicaciones conjuntas (desalación, fotobioreactores, invernaderos, ...) Dirección conjunta de TFG, TFM y Tesis Doctorales. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera III.
- Análisis Ambiental: colaboración a nivel de dirección conjunta de TFG y TFM. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera III.
- Regeneración de Aguas: colaboración a nivel de dirección conjunta de TFG y TFM. Planificación de publicaciones conjuntas. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera III.
- Recursos Solares y Frío Solar. Participación conjunta en el equipo de investigación del proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía UrbanITA: Un modelo de referencia de servicios IoT abiertos dirigido a estrategias de eficiencia energética en edificios públicos inteligentes, coordinado por Luis Iribarne (Depto. de Informática, UAL)

Además, se mantienen colaboraciones con PSA en los siguientes ámbitos:

- Máster en Energía Solar (<http://www2.ual.es/master-solar/>), cuyo coordinador pertenece a la Unidad Funcional de Modelado y Control.
- El grupo de investigación "Automática, Robótica y Mecatrónica" de la Universidad de Almería junto con CIEMAT han colaborado durante los últimos diez años en la línea de investigación de I+D de Automática en plantas termosolares con distintas unidades de la PSA y en el marco de diversos proyectos nacionales: DPI2014-56364-C2-R, DPI2017-85007-R, ENE2017-83973-R.
- Colaboración con la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UIE3 del CIEMAT. La colaboración establecida a partir del proyecto ARFRISOL, ya concluido, ha abierto nuevas opciones de desarrollo de actividades conjuntas de interés común en el ámbito de la caracterización dinámica de las propiedades térmicas de materiales y elementos.
- Colaboración con la Unidad Tecnologías Termosolares de Foco Lineal en el marco del proyecto MICROPROD SOLAR, proyecto del programa CYTED P918PTE0258 sobre aplicaciones de la energía solar térmica a procesos industriales en enclaves rurales y aislados en España e Iberoamérica. La colaboración se establece en base a la necesidad de incorporar en los sistemas bajo estudio captadores solares cilindroparábolicos de baja apertura y captadores solares tipo Fresnel.

3.4.6 Recursos humanos

Estancias y visitas en CIESOL:

- Pataro, Igor. Universidad Federal de Bahía, Brasil (01/09/2020-31/08/2024).
- Americano da Costa, Marcus V. Universidad Federal de Bahía, Brasil (02/11/2021-26/11/2021).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Francesco Iaconis. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (09/02/2021-16/04/2021).
- Francisco José García Garcés. Grado en Ingeniería Eléctrica, mención en Energías Renovables (01/03/2021-31/05/2021).
- Javier Latorre Rodríguez. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/11/2020-05/02/2021).
- Jesús Pérez González. Grado en Ingeniería Informática (18/01/2021-01/04/2021).
- Jesús Ropero Moreno. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (11/11/2020-22/01/2021).
- Pablo Arias Moreno. Grado en Ingeniería Mecánica (8/2/2021-24/04/2021).
- José Jesús La Casa Nieto. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (16/11/2020-30/01/2021).
- José Ruiz Capel. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (08/11/2021-23/01/2022).
- Angel Salvador. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (09/11/2020-28/01/2021).
- David París Góngora. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (28/01/2021-08/05/2021).

3.4.7 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
23	4	9	9	1	11

El histórico de publicaciones se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://arm.ual.es/arm-group/publications/>

Artículos

- Characterization of electricity demand in the auxiliary industry of the greenhouses agriculture in the province of Almería. M. Martínez-Molina, A. Vizcaino-Pérez, M. Pérez, F. Rodríguez. DYNA Ingeniería e Industria, 96(4), 359-363, 2021. <https://doi.org/10.6036/9879>
- Optimal Water Management in Agro-Industrial Districts: An Energy Hub's Case Study in the Southeast of Spain. J. Ramos-Teodoro, J.D. Gil, L. Roca, F. Rodríguez, M. Berenguel. Processes, vol. 9, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.3390/pr9020333>
- Experimental evaluation of feedforward tuning rules. F. García-Mañas, J.L. Guzmán, F. Rodríguez, M. Berenguel, T. Hagglund. Control Engineering Practice, vol. 114, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2021.104877>
- A fast and practical one-dimensional transient model for greenhouse temperature and humidity. R. Liu, J.L. Guzmán, F. Rodríguez. Computers and Electronics in Agriculture, no. 186, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106186>
- Modelado y control de la producción de microalgas en fotobiorreactores industriales. J.L. Guzmán, F. G. Acien, M. Berenguel. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial, v. 18, n. 1, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.13604>
- Towards Optimal Management in Microgrids: An Overview. Á.O. Topa Gavilema, J.D. Álvarez, J.L. Torres Moreno, M.P. García. Energies 14, 5202, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14165202>
- Optimal Management of a Microgrid with Radiation and Wind-Speed Forecasting: A Case Study Applied to a Bioclimatic Building. L.O.P. Vásquez, V.M. Ramírez, D. Langerica Córdova, J.L. Redondo, J.D. Álvarez, J.L. Torres-Moreno. Energies, 14, 2398, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14092398>
- Control automático de la temperatura diurna en invernaderos mediante ventilación natural. F. García-Mañas, F. Rodríguez, J.L. Guzmán, M. Berenguel. Horticultura, 353, 64-68, 2021.
- The CHROMAE Project: resource management in agro-industrial district plants of the energy-water-food nexus. F. Rodríguez, J. Ramos-Teodoro. FuturEnergy, 84, 41-44, 2021.
- Demand-Side Optimal Sizing of a Solar Energy-Biomass Hybrid System for Isolated Greenhouse Environments: Methodology and Application Example. J.D. Gil, J. Ramos-Teodoro, J.A. Romero-Ramos, R. Escobar, J.M. Cardemil, C. Giagnocavo, M. Pérez. Energies, vol. 14, no. 13, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14133724>
- Microalgae classification based on machine learning techniques. P. Otálora, J.L. Guzmán, F.G. Acien, M. Berenguel, A. Reul. Algal Research, 55, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102256>
- Real-time adaptation of a greenhouse microclimate model using an online parameter estimator based on a bat algorithm variant. M. Guesbaya, F. García-Mañas, H. Megherbi, F. Rodríguez. Computers and Electronics in Agriculture, 192, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106627>
- A nonlinear control approach for hybrid thermal solar plants based on operational conditions. I.M.L. Pataro, J.D. Gil, M.V. Americano da Costa, J.L. Guzmán, M. Renewable Energy, Volume 183, 2022, Pages 114-129, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.057>.
- A computer-based tool to simulate raceway photobioreactors for design, operation and control purposes. Á. Hoyo, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, F.G. Acien, M. Berenguel, J.C. Moreno. Computers & Chemical Engineering, 156, 107572, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107572>

- A general framework for modeling and dynamic simulation of multibody systems using factor graphs. J.L. Blanco-Claraco, A. Leanza, G. Reina. *Nonlinear Dynamics*, 105, 2031–2053, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s11071-021-06731-6>
- Evaluation of an Interpolated Controller in an Industrial Photobioreactor. J.C. Moreno, P. Mercader, J.L. Guzmán, A. Baños, P. -O. Gutman. *IEEE Access*, 9, pp. 24406-24415, 2021. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3057031>
- A new model to analyze the temperature effect on the microalgae performance at large scale raceway reactors. E. Rodríguez-Miranda, J. L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel and A. Visioli. *Biotechnology and Bioengineering*, 877-889, 118(2), 2021. <https://doi.org/10.1002/bit.27617>
- Indirect regulation of temperature in raceway reactors by optimal management of culture depth. E. Rodríguez-Miranda, J. L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel and A. Visioli. *Biotechnology and Bioengineering*, 1186-1198, 118(3). <https://doi.org/10.1002/bit.27642>
- ABACO: A new model of microalgae-bacteria consortia for biological treatment of wastewaters. A. Sánchez-Zurano, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, F. G. Ación, J.M. Fernández-Sevilla and E. Molina. *Applied Sciences*, 11(3), 998, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11030998>
- Modelling and pH control in raceway and thin-layer photobioreactors for wastewater treatment. M. Rodríguez-Torres, A. Morillas-España, J.L. Guzmán, F. G. Ación. *Energies*, 14(4), 1099, 2021. <https://doi.org/10.3390/en14041099>
- Web-based virtual lab for learning design, operation, control and optimization of an anaerobic digestion process. J.L. Guzmán and B. Joseph. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 319-330, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09860-6>
- Tuning rules for feedforward control from measurable disturbances combined with PID control: A review. J. L. Guzmán and T. Hägglund. *International Journal of Control*, 2021. <https://doi.org/10.1080/00207179.2021.1978537>
- Boiler Combustion Optimization of Vegetal Crop Residues from Greenhouses. J.V. Moreno, M.G. Pinna, M.D. Fernández, J.A. Sánchez-Molina, J.C. López, F.G. Ación. *Agronomy*, 11, 626, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040626>

Participación en congresos

- XI Congreso Ibérico de Agroingeniería (Online), Valladolid, España, 2021
- 19th International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'21), Almería, España, 2021
- IV Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2021), Almería, España, 2021.
- SFERA-III 2nd Doctoral Colloquium, Almería, España, 2021.
- 27th SolarPACES conference, conferencia online, 2021.
- XLII Jornadas de Automática, Castellón, España, 2021.
- Solar World Congress 2021, conferencia online, 2021.

Contribuciones a congresos

- Virtual sensor for ventilation flux estimation in greenhouses. M. Guesbaya, F. García-Mañas, F. Rodríguez, H. Megherbi, M.R. Ouamane. *XI Congreso Ibérico de Agroingeniería (online), Valladolid, España, 2021. (Oral, póster)*
- A comparative study of model fitting for estimating the overall efficiency of grid-connected photovoltaic inverters. J. Ramos-Teodoro, F. Rodríguez, M. Pérez, M. Berenguel. *19th International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Almería, España. (Póster)*
- Technological developments for solar multi-effect distillation processes. J. M. Serrano, L. Roca, P. Palenzuela, D. Alarcón. M. Berenguel. *SFERA-III 2nd Doctoral Colloquium, Almería, España, 2021. (Oral)*
- Herramienta gráfica para la caracterización de cultivos de microalgas basada en redes neuronales artificiales. P. Otálora, J.L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel. *XLII Jornadas de Automática, Castellón, España, 2021. (Oral, póster)*

- Control automático y gestión de recursos en distritos agroindustriales. F. García-Mañas. *IV Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2021), Almería, España, 2021. (Póster)*
- Uso del paradigma Take-Home Labs para la enseñanza del control automático en estudios de ingeniería. Á. Hoyo, F. García-Mañas, J. Ramos-Teodoro, J.A. Sánchez-Molina, J.L. Guzmán, F. Rodríguez. *XLII Jornadas de Automática, Castellón, España, 2021. (Póster)*
- Contribuciones de control robusto para sistemas sometidos a perturbaciones. Á. Hoyo. *IV Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2021), Almería, España, 2021. (Póster)*
- El paradigma Take-Home Labs como entorno de experimentación en enseñanzas científico-técnicas. F. Rodríguez, J.A. Sánchez-Molina, J.L. Guzmán Sánchez, Á. Hoyo, F. García-Mañas, J. García-Donaire, J. Ramos-Teodoro. *Jornadas de Innovación Docente, Almería, España, 2021. (Póster)*
- Integración de modelos como servicio (GMaaS) en iVeg, plataforma IoT para la agricultura intensiva protegida. M. Muñoz-Rodríguez. *IV Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2021), Almería, España, 2021. (Póster)*
- Towards the Optimal Design and Control of Solar-biomass Heating Networks for Greenhouse Applications: Methodology and Preliminary Results. J.D. Gil, J. Ramos-Teodoro, M. Martínez, J.A. Sánchez, M. Pérez. *ISES Solar World Congress 2021 (SWC'2021), Online, 2021. (Oral)*
- Techno-economic assessment of the use of Linear Fresnel Solar Collectors for the supply of heat in traditional fruits and vegetable processing industries in Almeria's province. J.D. Gil, J.A. Romero-Ramos, M. Pérez, M. Martínez-Molina, J. Ropero, A. Rodríguez. *19th International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Almería, España, 2021. (Oral)*
- Desarrollo de un controlador predictivo con compensación por adelanto y garantía de estabilidad: Resultados preliminares. I. Pataro, J.D. Gil, M.V. Americano, J.L. Guzmán, M. Berenguel. *XLII Jornadas de Automática, Castellón, España, 2021. (Póster)*
- Optimización de temperatura en reactores raceway para la producción de microalgas mediante regulación de nivel. J. González, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. *XLII Jornadas de Automática, Castellón, España, 2021. (Póster)*
- Nexo CO₂-agua-energía para una producción intensiva sostenible. R. Gónzales-Morales, M. Martínez-Molina, J.A. Sánchez-Molina, F. Rodríguez, M. Berenguel Soria, P. Fernández del Olmo. *XI Congreso Ibérico de Agroingeniería, Online, Online, 2021. (Oral)*

Tesis doctorales defendidas

- Energy management strategies in production environments with support of solar energy. Jerónimo Ramos Teodoro. Universidad de Almería, 22 de enero de 2021, Sobresaliente cum Laude.
- Aportaciones al modelado y control climático de invernaderos. Ana Paola Montoya Ríos. Universidad de Almería, 4 de mayo de 2021, Sobresaliente cum Laude
- Modeling and control of the microalgae biomass production process in raceway reactors. Enrique Rodríguez Miranda. Universidad de Almería, 15 de marzo de 2021, Sobresaliente cum Laude.
- Modelado y simulación de un nuevo concepto de vehículo urbano eléctrico ligero basado en la optimización del uso de energías renovables y la reducción de emisiones de CO₂. Francisco José Gómez Navarro. Universidad de Almería, 2 de julio de 2021, Sobresaliente cum Laude.

3.4.8 Miembros de la Unidad

Dr. José Domingo Álvarez Hervás



Investigador principal
Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL
jhervas@ual.es (+34) 950214274

Dra. Lidia Roca Sobrino



Investigadora principal
Investigadora contratada
CIEMAT-PSA
lidia.roca@psa.es (+34) 950387900 (ext. 964)

Dr. Manuel Berenguel Soria



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
CIEMAT-PSA

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL

Dr. Antonio Giménez Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura y Tecnología de Computadores
UAL

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Luis Blanco Claraco



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Jorge Antonio Sánchez Molina



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesora Titular Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Antonio Carballo López



Contratado
CIEMAT-PSA

Dr. José Luis Torres Moreno



Profesor Ayudante Doctor de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Juan Diego Gil Vergel



Becario posdoctoral
UAL

Dra. Marta Barceló Villalobos



Contratada Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPI

Dr. Jerónimo Ramos Teodoro



Contratado proyecto CHROMAE
UAL

Enrique Rodríguez Miranda



Contratado Predoctoral
Universidad de Brescia

Manuel Muñoz Rodríguez



Contratado
IoF2020

Ángeles Hoyo Sánchez



Contratada Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPI

Francisco García Mañas



Contratado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPU

Pablo Otálora Berenguel



Contratado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPU

Marina Martínez Molina



Contratada CHROMAE
UAL

Juan Miguel Serrano Rodríguez



Contratado predoctoral
CIEMAT

3.4.9 Proyectos vigentes durante 2021

3.4.9.1 Hybrid control and optimization of a sustainable biorefinery for the industrial production of microalgae, HYCO2BIO

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería
Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Inv. "Informática Industrial". Universidad de Murcia.

Contactos:

José Luis Guzmán Sánchez (joseluis.guzman@ual.es)
José Carlos Moreno Úbeda (jcmoreno@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D+I en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+I y de I+D+I orientada a los retos de la sociedad, convocatoria 2020.
Ministerio de Ciencia e Innovación.

Duración prevista:

Septiembre 2021 – Agosto 2024

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto trata sobre el análisis, desarrollo y aplicación de estrategias de modelado, control híbrido y aprendizaje basado en datos, para la optimización del proceso productivo de microalgas con fines simultáneos de generación de biocombustibles, obtención de biofertilizantes, tratamiento de aguas residuales y elaboración de productos alimenticios derivados. En las últimas décadas, las microalgas han demostrado poseer un enorme potencial gracias a su alto contenido en proteínas, lípidos y carbohidratos, lo que las sitúan como una de las soluciones más prometedoras en la creación de biorrefinerías. Por tanto, el principal objetivo de este proyecto consiste en la implantación de un proceso auto-sostenible de producción de biomasa que permita la mitigación de emisiones de gases tipo invernadero, la transformación de residuos y la generación de productos derivados de alto valor añadido. Debido al carácter biológico del sistema y la alta influencia de las condiciones medioambientales, estos procesos presentan una dinámica altamente compleja y fuertemente no lineal con diferentes escalas de tiempo. Es por ello que se plantean diferentes tareas de modelado y control para alcanzar los siguientes objetivos principales:

1. Desarrollo y propuesta de estrategias de modelado, estimación e identificación para la producción industrial de microalgas en una biorrefinería sostenible.
2. Desarrollo y propuesta de diferentes estrategias de control híbrido y técnicas de aprendizaje basadas en datos, para la producción eficiente y sostenible de biomasa de microalgas.
3. Implementación y validación de las estrategias de modelado y control desarrolladas en fotobiorreactores como parte de una biorrefinería de microalgas.

Esta propuesta constituye la continuación de dos líneas de investigación consolidadas por parte de los grupos solicitantes. En primer lugar, como una continuación natural de la línea de investigación sobre la producción de biomasa de microalgas en fotobiorreactores industriales, que ha dado lugar a 3 proyectos del Plan Nacional en convocatorias anteriores liderados por el grupo de Almería. En segundo lugar, por parte del grupo de la Murcia, constituye una continuación de la línea de investigación en control híbrido avalada igualmente por 3 proyectos de investigación del Plan Nacional. Destacar que los grupos implicados poseen una fuerte colaboración mediante proyectos y publicaciones conjuntas, y que gracias a la experiencia de ambos grupos se pretende explotar este potencial mediante una sinergia teórico-práctica de alto nivel. Además, cabe remarcar el alcance internacional del proyecto con la presencia de cuatro investigadores extranjeros (Suecia, Italia, Israel y EEUU). De la misma forma, la temática del proyecto se encuentra enmarcada en las líneas estratégicas de la UE y del Plan Estatal de investigación, dentro del reto

Bioeconomía: sostenibilidad de los sistemas de producción primaria y forestales, seguridad y calidad alimentaria, investigación marina y marítima y bioproductos. En este sentido, la consecución de los objetivos planteados tendría una contribución significativa en este campo y permitiría tener un impacto real en la competitividad de este tipo de procesos a nivel industrial. Debido a ello, compañías y centros de investigación han mostrado su interés: European Algae Biomass Association, Aqualia, Biorizon, CIESOL, Mtorres, Centro Tecnológico Naval y del Mary Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación.

3.4.9.2 Next Generation Training on Intelligent Greenhouses NEGHTRA

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería
Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)

Contactos:

Francisco Rodríguez Díaz (frrodrig@ual.es)

Fuente de financiación:

Erasmus+ KA2: Cooperation for innovation and the exchange of good practices - Knowledge Alliances. Call: EAC/A02/2019. Project ID. 621723-EPP-1-2020-1-EL-PPKA2-KA

Duración prevista:

Noviembre 2020 - Octubre 2023

Situación:

En curso

Resumen:

La Capacitación de la Próxima Generación en Invernaderos Inteligentes (NEGHTRA) es un proyecto de capacitación especializada que aborda la transferencia de conocimientos en la agricultura de precisión basada en necesidades y desafíos específicos, identificados a partir de un análisis exhaustivo de las necesidades. Su objetivo es proporcionar una capacitación innovadora sobre tecnologías de invernaderos inteligentes, junto con una selección de combinaciones óptimas de tecnologías/cultivos con regiones que incluyan condiciones para la sostenibilidad económica y ambiental. NEGHTRA tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de aprendizaje permanente adaptable y flexible, que garantice una enseñanza de alta calidad y eficiente. Aspira a que los agricultores conozcan la forma en que la innovación, el espíritu empresarial y la utilización de la tecnología pueden beneficiar a sus empresas, sus aptitudes personales y el desarrollo de sus competencias. Los grupos destinatarios son: a) las instituciones de enseñanza superior y las instituciones de investigación que actualizarán la cartera de programas de capacitación, b) los intermediarios agrícolas que prestan asesoramiento y capacitación a las comunidades agrícolas y c) la comunidad agrícola de los países participantes y de otros países.

3.4.9.3 Microrredes para el autoabastecimiento solar de entornos productivos aislados MICROPROD-SOLAR

Participantes:

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT
Centro de Tecnologías para Energía Solar CSET (Chile) centro mixto Fundación Fraunhofer
Inventive Power (México), empresa fabricante de captadores solares cilindroparabólicos para aplicaciones industriales
SOLATOM (España), empresa fabricante de captadores solares Fresnel para aplicaciones industriales.

Contactos:

Manuel Pérez (mperez@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria a Proyectos en Temas Estratégicos 2018 ERANET LAC. P918PTE0258

Duración prevista:

Enero 2019 – Diciembre 2022

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un conjunto de instrumentos de análisis y toma de decisiones que justifiquen y favorezcan la implantación de microrredes energéticas distribuidas para el autoabastecimiento de enclaves productivos aislados en Iberoamérica. El tipo de suministro a considerar incluirá tanto el de electricidad como el de calor de proceso y frío industrial, en ambos casos de origen solar, sin perjuicio de otras aportaciones renovables en aquellos casos que el recurso disponible lo permita. Este objetivo se desarrollará a través de una intensificación inicial en las siguientes actividades productivas, seleccionadas en base a la experiencia y capacidades de los miembros de consorcio: 1) el autoabastecimiento energético de pequeñas industrias o comunidades dedicadas a la elaboración del vino y destilados, 2) granjas pecuarias dedicadas al tratamiento y conservación de la leche y sus derivados y 3) industrias conserveras cultivos tradicionales (espárrago, frijol,...).

Más información: http://www.cytcd.org/es/microprod_solar

3.4.9.4 Control y gestión óptima de recursos heterogéneos en distritos productivos agroindustriales integrando energías renovables (CHROMAE – Control and Optimal Management of Heterogeneous Resources in Agroindustrial production districts integrating renewable Energies)

Participantes:

Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

F. Rodríguez (frodridg@ual.es)
A. Giménez (agimfer@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Plan Nacional 2014 (DPI2017-85007-R)

Duración prevista:

Enero 2018 – Diciembre 2021

Situación:

Finalizado.

Resumen:

Actualmente existe una creciente preocupación por la sobreexplotación de recursos energéticos y materiales no renovables, asociada al cambio climático y a la necesidad de mantener la economía moderna y la calidad de vida. Esta propuesta pretende contribuir, desde la disciplina del control automático, a la gestión óptima de esos recursos de forma que asegure el acceso equitativo, la eficiencia y la sostenibilidad en los ámbitos del agua, la energía y otros haciendo uso de energías renovables. En concreto, el proyecto aborda el problema de la gestión óptima de recursos en distritos agroindustriales, constituidos por explotaciones agrícolas, empresas de transformación y de suministro de insumos localizadas en un determinado territorio. Todos estos elementos tienen diferentes objetivos industriales por lo que presentan distintas necesidades de recursos heterogéneos tanto energéticos (electricidad y calor/frío) como materiales (agua y CO₂). En este marco de colaboración, caracterizado por la heterogeneidad en la demanda, es necesario gestionar convenientemente el uso eficiente de los recursos en cada uno de los sistemas y, que se coordine el flujo entre los elementos del distrito, más aún si se usan energías renovables, estableciendo como premisa que el resultado de la gestión óptima produzca un impacto ambiental lo más reducido posible. Teniendo en cuenta estas consideraciones, los objetivos principales de esta propuesta son:

- Caracterización y modelado de los flujos de recursos e interrelaciones entre los elementos del distrito que determinan la actividad productiva, ya sea con el papel de consumidor, productor o almacén de los mismos basándose en el paradigma de los sistemas multi-generación distribuida y multi-energía. Se propone como resultado prioritario del proyecto un entorno de simulación de consumo y producción de recursos heterogéneos para distritos agroalimentarios (aunque fácilmente

extrapolable a cualquier otro) que permitan analizar casos concretos, probar nuevos enfoques de gestión y tomar decisiones que optimicen su uso.

- Desarrollo de estrategias de control de las variables descriptivas de funcionamiento de los elementos del distrito de manera que puedan satisfacer sus objetivos cumpliendo determinadas especificaciones técnicas, pero también minimizando el uso de los recursos necesarios para ello, utilizando principalmente técnicas de control predictivo.
- Desarrollo de estrategias de control y gestión integral y óptima de recursos heterogéneos necesarios para el funcionamiento de los elementos que conforman un distrito agroindustrial utilizando técnicas de control (predictivo centralizado y/o distribuido, controladores óptimos o controladores basados en reglas entre otros) que consideren aspectos tanto económicos y medioambientales como el uso eficiente de los mismos.

El cumplimiento de estos objetivos representa una contribución significativa con impacto real en esta clase de procesos, como demuestra la colaboración en el proyecto de Instituciones como la Fundación Cajamar y el IFAPA y el interés que ha despertado en diferentes empresas interesadas en los resultados, de forma que se espera sean de aplicabilidad a medio plazo. La propuesta es una continuación natural de actividades de proyectos anteriores, en las que se adquirió una considerable experiencia en control de sistemas energéticos, con numerosos artículos publicados en revistas de prestigio y relaciones con grupos de investigación internacionales

Más información: <http://www2.ual.es/chromae/>

3.4.9.5 Optimización de sistema integral de calefacción y enriquecimiento carbónico en invernaderos CARBON4GREEN

Participantes:

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

Francisco Gabriel Acién (facien@ual.es)

Jorge Antonio Sánchez-Molina (jorgesanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de investigación orientados a los retos de la Sociedad Andaluza. Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Convocatoria 2018 de Proyectos I+D+i en el Marco del Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020 (resolución de 23 de marzo de 2018, del Rector de la Universidad de Almería, BOJA nº 59 de 26 de marzo de 2018). Referencia UAL18-TEP-A055-B.

Duración prevista:

Octubre 2019 – Septiembre 2021

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo del proyecto es el desarrollo y optimización, así como la evaluación y demostración en condiciones reales, de un proceso previamente patentado de calefacción y enriquecimiento carbónico en invernaderos, utilizando los residuos vegetales producidos en la producción de hortalizas en dichos invernaderos.

Más información: <http://www2.ual.es/carbon4green/>

3.4.9.6 Sistema abierto y escalable de supervisión, gestión eficiente de la energía y control de confort del edificio singular estratégico CIESOL

Participantes:

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

José Domingo Álvarez Hervás (jhervas@ual.es)

Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria de incentivos a los agentes del sistema andaluz de conocimiento, ayudas a infraestructuras y equipamientos de I+D+i (orden de 7 de abril de 2017, convocatoria 2017). Referencia proyecto: 5447-20 (153.320 €).

Duración prevista:

Enero 2020 - Diciembre 2021

Situación:

Finalizado.

Resumen:

Esta ayuda de infraestructura tiene como objetivo dotar al Centro Mixto CIESOL de un nuevo sistema de monitorización y control que incorpore las últimas tecnologías de adquisición de datos, IoT, monitorización, etc.

3.4.9.7 Sistema de Cultivo Intensivo Sostenible, Autónomo, Conectado y Abierto (AgroConnect).**Participantes:**

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
IFAPA - Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica
Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

Jorge Antonio Sánchez (jorgesanchez@ual.es)
Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Ayudas para la adquisición de equipamiento científico-técnico del subprograma estatal de infraestructuras de investigación y equipamiento científico-técnico (Plan Estatal I+D+I 2017-2020), convocatoria 2019. Centro Mixto de Investigación en Energía Solar UAL-CIEMAT (CIESOL). Referencia proyecto: EQC2019-006658-P (308.850 €).

Duración prevista:

Enero 2020 – Diciembre 2021

Situación:

Finalizado.

Resumen:

Esta ayuda de infraestructura tiene como objetivo adquirir infraestructuras que permitan montar un sistema de producción agrícola con gestión de agua y energía bajo el paradigma de economía circular. Incorpora dos plantas de desalación apoyadas en energía solar, un invernadero y fotobioreactores. Es un paso más para la creación de un centro de competencia en agua y energía.

3.4.9.8 Agricultural Collaborative Robot Inside IoT (AGRICOBOT)**Participantes:**

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

Antonio Giménez Fernández (agimfer@ual.es)
José Carlos Moreno Úbeda (jcmoreno@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de investigación orientados a los retos de la Sociedad Andaluza. Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Convocatoria 2020 de Proyectos I+D+i en el Marco del Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020 (resolución de 31 de enero de 2020, del Rector de la Universidad de Almería, BOJA nº 30 de 13 de febrero de 2020). Referencia UAL2020-TEP-A1991.

Duración prevista:

Enero 2021 – Diciembre 2022

Situación:

En marcha

Resumen:

En este proyecto se pretende desarrollar una plataforma autónoma colaborativa que sea capaz de asistir al operario en su trabajo diario dentro de un invernadero, permitiendo mantener la trazabilidad de las tareas realizadas por el humano y por el robot, redundando así en una mejora en términos de seguridad en el trabajo, seguridad alimentaria y sostenibilidad. El robot deberá ser capaz de transportar de forma inteligente material dentro del invernadero, entre estaciones previamente definidas y el operador humano. Para ello, se distinguirán dos tareas de especial relevancia: la navegación del robot dentro del invernadero y la interacción con el operador humano, de modo que el trabajador pueda moverse libremente cerca de la plataforma minimizando los riesgos para la seguridad del humano, del robot y del propio cultivo. Con el fin de conseguir un comportamiento global óptimo, en términos de sostenibilidad, de todos los elementos tecnológicos usados en el invernadero, el robot deberá ser capaz de comunicarse con otras máquinas agrícolas. Para ello el robot implementará la reciente norma ISO 11783 de comunicación entre dispositivos electrónicos en maquinaria agrícola. Asimismo, y con el fin de aprovechar las ventajas de interoperabilidad que ofrece el “Internet de las Cosas” (IoT), se aprovechará la experiencia del grupo en la plataforma FI-WARE para dotar al sistema de una característica que permitirá al agricultor conocer en todo momento y en tiempo real el estado del invernadero y de los trabajadores (cantidad de producto recolectado, zonas de cultivo trabajadas, estado del vehículo, ...). Adicionalmente el robot podrá equiparse con sensores para adquirir información del estado del invernadero y el cultivo, con el fin de usar esa información en su desplazamiento o para compartirla con el agricultor en tiempo real. El elemento clave de la arquitectura de trabajo propuesta es el robot. Por ese motivo y teniendo en cuenta que actualmente no existe ningún desarrollo que cumpla con las necesidades requeridas, el principal objetivo de este proyecto será el diseño y la fabricación de la plataforma móvil, quedando el resto del sistema como trabajo para un proyecto futuro.

3.4.9.9 Agricultural Collaborative Robot Inside IoT (AGRICOBOT II)

Participantes:

Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

Antonio Giménez Fernández (agimfer@ual.es)
José Carlos Moreno Úbeda (jcmoreno@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria 2020 para la concesión de ayudas para la realización de proyectos de I+D+i, en régimen de concurrencia competitiva, destinadas a universidades y entidades públicas de investigación calificadas como Agentes del Sistema Andaluz del Conocimiento, en el ámbito del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020), mediante Resolución de 16 de junio de 2020 de la Secretaría General de Universidades, Investigación y Tecnología (BOJA, núm.119, de 23 de junio de 2020), Referencia P20_00767

Duración prevista:

Enero 2021 – Diciembre 2022

Situación:

En curso

Resumen:

En este proyecto se pretende desarrollar una flota de robot móviles colaborativos capaces de asistir al operario en su trabajo diario dentro de un invernadero, permitiendo mantener la trazabilidad de las tareas realizadas por el humano y por el robot, redundando así en una mejora en términos de seguridad en el trabajo, seguridad alimentaria y sostenibilidad. Los robots deberán ser capaces de transportar de forma inteligente material dentro del invernadero, entre estaciones previamente definidas y el operador humano. Para ello, se distinguirán dos tareas de especial relevancia: la navegación de los robots dentro del invernadero y su interacción con el operador humano, de modo que el trabajador pueda moverse libremente cerca de la plataforma minimizando los riesgos para la seguridad del humano, del robot y del

propio cultivo. Con el fin de conseguir un comportamiento global óptimo, en términos de sostenibilidad, de todos los elementos tecnológicos usados en el invernadero, el robot deberá ser capaz de comunicarse con otras máquinas agrícolas.

3.4.9.10 Análisis y diseño de un concentrador solar multifuncional (MULTISOL)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

José Domingo Álvarez Hervás (jhervas@ual.es)
Manuel Pérez García (mperez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Proyectos de Fomento y Generación de Conocimiento "Frontera". Convocatoria 2020 de Proyectos I+D+i en el Marco del Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020 (resolución de 31 de enero de 2020, del Rector de la Universidad de Almería, BOJA nº 30 de 13 de febrero de 2020). Referencia UAL2020-TEP-A2003.

Duración prevista:

Enero 2021 – Diciembre 2022

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo el diseño y el análisis del funcionamiento de un nuevo concepto de concentrador solar con capacidad para producir, a través de un solo elemento, electricidad y calor solar de alto y bajo rango. Dicha multifuncionalidad permitiría hacer frente a curvas de demanda anuales de alta variabilidad provocadas por dependencias estacionales o por programación según proceso, propias de las aplicaciones solares de naturaleza industrial. Las experiencias y avances en el proyecto deberán, además, orientarse a la obtención de la patente internacional del diseño, así como a su difusión en foros especializados (grupos de trabajo de proyectos nacionales e internacionales y agrupaciones industriales) con el fin de, en una fase posterior, abordar su fabricación y ensayo y promover y alcanzar la explotación comercial del mismo.

3.4.9.11 Modelado y Control del proceso combinado de producción de microALgas y tratamiento de aguas RESiduales con reactores industriales, CALRESI

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería
Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Inv. "Informática". UNED.

Contactos:

José Luis Guzmán Sánchez (joseluis.guzman@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D+i en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i y de I+D+i orientada a los retos de la sociedad, convocatoria 2017.
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. DPI2017 84259-C2-1-R

Duración prevista:

Enero 2018 – Diciembre 2021

Situación:

Finalizado

Resumen:

El proyecto trata sobre el análisis, estudio y aplicación de estrategias de modelado y control para la optimización del proceso de tratamiento de aguas residuales y producción de biomasa de microalgas en fotobioreactores industriales de gran escala. El principal objetivo consiste en alcanzar las condiciones de trabajo óptimas que permitan un sinergia eficiente del proceso combinado del crecimiento óptimo de

microalgas y el tratamiento de aguas residuales, tratando de alcanzar un balance adecuado entre la energía requerida para dicho proceso, la inyección de CO₂ para la maximización de producción de microalgas y la recuperación de costes a través de los productos derivados resultantes. Las microalgas utilizan nutrientes derivados de las aguas residuales (carbono, nitrógeno y fósforo), evitando así el uso de fertilizantes químicos. La adecuada combinación de microalgas con aguas residuales permitirá alcanzar un balance energético adecuado para este tipo de procesos y de la misma forma contribuyendo a la mitigación de emisión de gases al medio ambiente. Destacar que la presencia de microalgas, bacterias y materia orgánica hace que este tipo de sistemas presenten unas dinámicas altamente complejas y con un carácter fuertemente no lineal. Debido a ello, se plantean diferentes tareas de modelado y control para alcanzar los siguientes objetivos principales de este proyecto:

1. Desarrollo y propuesta de estrategias de modelado, estimación e identificación para el proceso combinado de la producción de microalgas y tratamiento de aguas residuales en reactores raceway.
2. Desarrollo y propuesta de diferentes estrategias de control para la producción eficiente de biomasa y el tratamiento de agua residuales con el fin de contribuir a la reducción de costes y reducción del impacto medioambiental.
3. Implementación y validación de las estrategias de modelado y control desarrolladas en dos fotobiorreactores industriales raceway de gran escala.

Esta propuesta constituye la continuación de una nueva línea de investigación sobre la producción de biomasa a partir de microalgas cultivadas en fotobiorreactores industriales, que ha dado lugar a dos proyectos anteriores del Plan Nacional de Investigación liderados por los grupos de investigación solicitantes. Los grupos implicados poseen una fuerte colaboración mediante proyectos y publicaciones conjuntas, con un destacable número de artículos científicos en revistas de prestigio internacional. Además, cabe remarcar el alcance internacional del proyecto con la presencia de dos investigadores europeos (Suecia e Italia) y un investigador de Australia. De la misma forma, la temática del proyecto se encuentra enmarcada en las líneas estratégicas de la Unión Europea y del Plan Estatal de investigación, dentro de los retos de Seguridad, calidad alimentaria; actividad agraria productiva y sostenible; sostenibilidad de recursos naturales, investigación marina y marítima, formando parte de una línea de investigación de candente actualidad. En este sentido, la consecución de los objetivos planteados tendría una contribución significativa en este campo y permitiría tener un impacto real en la competitividad de este tipo de procesos en el sector industrial. Debido a ello, varias compañías y centros de investigación han mostrado su interés por esta propuesta, tales como Aqualia, Biorizon, CIESOL y el Centro Experimental “Las Palmerillas” (Fundación Cajamar).

3.4.9.12 Go inverconec. Invernadero conectado. Desde el cultivo hasta el consumidor final

Participantes:

Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
Asociación de organizaciones de productores de frutas y hortalizas de almería, COEXPHAL
Asociación de productores-exportadores de frutas y hortalizas de la región de murcia, PROEXPORT ANECOOP SCA
Grupo Hispatec Informática Empresarial, S.A.
Fundación Cajamar
Agroplanning Agricultura Inteligente, S.L.

Contactos:

Jorge Antonio Sánchez Molina (jorgesanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de innovación de interés general por grupos operativos de la asociación europea para la innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-AGRI), en el marco del programa nacional de desarrollo rural 2014-2020, para el año 2020.

Duración prevista:

Junio 2021 – Mayo 2023

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto innovador pretende construir una plataforma tecnológica para la digitalización y control completo de la producción bajo invernadero, relacionada con la productividad, la sostenibilidad, el óptimo rendimiento y la trazabilidad para mejorar la competitividad de nuestro sistema de producción y, a la par, mejorar su sostenibilidad, promoviendo el emprendimiento. La plataforma, una vez evaluada, y asociada a una estrategia de control y reducción de insumos y de mano de obra, será la base para desarrollar una APP para los agricultores y para enriquecer, con datos de sostenibilidad, la información que la norma requiere en materia de trazabilidad.

3.4.9.13 SOLWARIS - Solving Water Issues for CSP Plants.**Participantes:**

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT
 Plataforma Solar de Almería
 Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)
 Lidia Roca (lidia.roca@psa.es)

Fuente de financiación:

Horizon 2020 Framework Programme. Grant Agreement number: 792103.

Duración prevista:

30/09/2019-30/04/2022.

Situación:

En curso

Resumen:

SOLWARIS es un proyecto financiado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, coordinado por TSK ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD SA, España.

El objetivo de SOLWARIS es reducir significativamente el agua utilizada por las plantas de energía solar térmica de concentración. El proyecto se propone demostrar la eficiencia de las innovaciones en la limpieza del campo solar, la refrigeración de los bloques de potencia, el sistema de reciclado de agua y la estrategia de funcionamiento de las plantas.

Más información: <https://solwaris.eu/>

3.4.9.14 PARTICIPACIÓN – SFERA III Solar Facilities for the European Research Area**Participantes:**

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT

Contactos:

J.A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Contactos en la Unidad de Modelado y Control:

José Domingo Álvarez (jhervas@ual.es)
 María del Mar Castilla (mcastilla@ual.es)
 Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

European Commission-DG RTD Horizon 2020 Framework Programme H2020-INFRAIA-2018-2020
 (H2020-INFRAIA-2018-1)

Duración prevista:

Enero 2019 – Diciembre 2022

Situación:

En curso

Resumen:

SFERA III es un proyecto Horizonte 2020 financiado en el marco del Programa de Infraestructura de la Investigación. El consorcio está coordinado por el CIEMAT-PSA y está formado por un total de 15 socios de 9 países miembros de la UE. El proyecto se extiende desde enero de 2019 hasta diciembre de 2022 y recibirá una subvención de 9.103 millones de euros de la CE durante estos 4 años. El objetivo general de este proyecto es continuar con el trabajo realizado durante los últimos 8 años en los proyectos SFERA 1 y SFERA 2 y reforzar la sostenibilidad de las actividades de las infraestructuras avanzadas de investigación de energía solar de concentración europeas.

Esas actividades comprenderán: i) actividades de creación de redes para seguir desarrollando la cooperación entre las infraestructuras de investigación, la comunidad científica, las industrias y otros interesados; ii) actividades de acceso transnacional destinadas a proporcionar a todos los investigadores europeos, tanto del mundo académico como de la industria, acceso a infraestructuras singulares de investigación solar científica y tecnológica; y iii) actividades de investigación conjunta cuya única finalidad sea mejorar los servicios integrados que presta la infraestructura.

3.4.10 Participación en Redes durante 2021

El histórico de redes se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://arm.ual.es/arm-group/networks-operating-groups/>

- Solarconcentra – Plataforma Tecnológica de la Energía Solar de Concentración. Expediente PTR-2018-001094. En desarrollo (<http://www.solarconcentra.org/>)
- Plataforma Tecnológica del CO₂. Expediente PTR2018-001099. En desarrollo (<https://www.pteco2.es/es>)
- Hisparob – Plataforma Tecnológica Española de Robótica. Expediente PTR2018-001073. En desarrollo (<https://www.pteco2.es/es>)
- Red Automática ES. Acciones de Dinamización “Redes de Investigación”. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. RED2018-102688-T. IP. Carlos Balaguer Bernaldo de Quirós (UC3M)
- Red temática en Ingeniería de Control. Acciones de Dinamización “Redes de Excelencia”. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. DPI2017-90823-REDT. IP Ramón Vilanova i Arbós (UAB). En desarrollo
- Red temática de Educación en Control. Acciones de Dinamización “Redes de Excelencia”. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. En desarrollo
- Red Nacional de Robótica. Acciones de Dinamización “Redes de Investigación”. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. DPI2017-90853-REDT. IP. Miguel Ángel Salichs Sánchez-Caballero. En desarrollo

Grupos operativos

- Go Invernconec: Desde el cultivo hasta el consumidor final. https://www.coexphal.es/wp-content/uploads/2018/10/GOINVERCONEC_Cartel.pdf
- ES-Agri – Energía sostenible para agricultura protegida. <http://www.coexphal.es/grupos-operativos-autonomicos/>
- A4P. Agrodato 4 Prediction. <http://www.coexphal.es/grupos-operativos-autonomicos/>
- RENTIA: Inteligencia Artificial y Big Data para la mejora de la rentabilidad del agricultor andaluz. <https://unicagroup.es/bigdata/>

3.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias

El histórico de actividades de transferencia se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://arm.ual.es/arm-group/knowledge-transfer/>

Contratos con empresas

- Contrato con la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: “Proyecto piloto para la determinación del momento óptimo de recolección para la mejora de la calidad en el sector del aceite de oliva”.
El presupuesto del contrato menor es de DIECIOCHO MIL CIENTO CINCUENTA EUROS (18.150,00 €). El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un modelo matemático que permita determinar el momento óptimo de cosecha de la aceituna: (i) Se tendrán en cuenta diversos factores agronómicos como la variedad del olivo, el sistema de cultivo o las condiciones climáticas entre otros, además de parámetros del fruto como el contenido en aceite o estado sanitario del mismo. (ii) El proyecto se focalizará en la región de Jaén y la variedad Picual lo que permitirá sentar las bases para el desarrollo futuro de un modelo análogo aplicable al resto de regiones productivas.
- Contrato con la empresa Albedo Solar, S.L.
El presupuesto del contrato menor es de DIECIOCHO MIL CIENTO CINCUENTA EUROS (28.100,00 €). El presente contrato se basa en un sistema previamente patentado (ES2514090) que reutiliza el CO2 contenido en los gases de combustión generados en los sistemas de calefacción para ser utilizado en enriquecimiento carbónico en invernaderos, y conseguir con ello una aumento de la calidad y cantidad de frutos producidos, a la vez que mejora la sostenibilidad del proceso en su conjunto. Es importante destacar que los sistemas de cultivo intensivos son adecuados para la implementación de tecnologías de Captura, Transporte, Almacenamiento y Usos del CO2 (CAC) por tres razones principales: (i) es uno de los motores económicos de la provincia de Almería; (ii) son estructuras cerradas con baja tasa de ventilación, lo que junto al gran consumo de CO2 de los cultivos intensivos durante la fotosíntesis, provocan déficits de CO2 en el aire interior que puede llegar a ser del 20% con la ventilación abierta, y (iii) en parte debido a este déficit de CO2, el sector agrícola almeriense presenta bajos rendimientos productivos, por lo que la calefacción junto al enriquecimiento pueden llegar a aumentarlo hasta un 60%. Por todo ello, el objetivo del contrato “CO2-FOOD” vinculado a la convocatoria “Transfiere 2021” es el estudio de diferentes alternativas para escalar y adaptar el sistema patentado a invernaderos comerciales. El sistema propuesto ha sido desarrollado en proyectos previos y actualmente está siendo mejorado en el proyecto UAL-FEDER de 2018 “Carbon4Green”. Este proyecto se ha centrado en las condiciones de operación, abordando el problema de la interoperabilidad e integración con sistemas comerciales. En esta línea, esta nueva propuesta solicitada en la convocatoria “UALTransfiere” tiene como objetivo adaptar el prototipo a condiciones comerciales de cultivo. Para ello, deben cumplirse tres hitos: (i) estudiar las alternativas para escalar el sistema a 10 veces el tamaño de los actuales pilotos; (ii) estudiar los nuevos componentes necesarios para ello, (iii) modificar el sistema de supervisión y control para adaptarlo a las fincas comerciales y (iv) evaluar el sistema en condiciones reales. Por lo tanto, para el desarrollo del contrato es importante la coparticipación de investigadores de la Universidad de Almería propietaria de la patente y del centro de ensayos, y de la empresa Albedo Solar, spin-off de la UAL, que cuenta con una dilatada experiencia en la aplicación de sistemas renovables.

Convenios con Universidades

- **Convenio entre el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) y la Universidad de Almería para la gestión compartida de sistema de cultivo (Agroconnect) – Expediente IFAPA 116/2020, 25 de noviembre de 2020.**
Desde la unidad de Modelado y Control se ha promovido un convenio cuyo objetivo es regular la colaboración entre UAL e IFAPA para la instalación de la Infraestructura AGROCONNECT, a fin de contar con una infraestructura de ensayo y demostración de investigación a escala y funcionalidad reales, con capacidad de generar un banco de datos público que pueda ser utilizado para verificar y evaluar características operativas y la eficiencia de las tecnologías, y así obtener el máximo rendimiento en la fase de producción de cultivos en invernadero, que tradicionalmente

posee un menor desarrollo tecnológico. Se han instalado sistemas solares térmicos y fotovoltaicos que permiten el aporte de calor y frío de proceso y la desalación de agua para ser utilizados en cultivo bajo invernadero.

- **Convenio con la Universidad de Brescia**

El convenio incluye co-tutela de Tesis, intercambio de alumnos Erasmus, doble título en Mecatrónica para la automatización industrial, etc. Fruto del convenio el Prof. José Luis Guzmán ha dirigido junto al Prof. Visioli la tesis doctoral de Enrique Rodríguez Miranda.

Colaboración con programas:

- **Colaboración en el programa ERASMUS+ KA 107**

El programa Erasmus+ KA 107 es un programa de intercambio de estudiantes y profesores orientado a la colaboración con países asociados. En el mismo se admiten estancias de profesores y estudiantes de máster y doctorado que incluyen actividades de investigación.

- **Colaboración en el programa PIMA**

Intercambio de estudiantes de la UAL y de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil).

Colaboración con otros centros:

- **Colaboración con el convenio Schneider Electric**

Formación de profesores y estudiantes en tecnologías digitales para gestión energética y automatización

3.4.12 Actividades de Difusión

Un resumen de las principales actividades de difusión se puede encontrar en:

<https://arm.ual.es/arm-group/dissemination-of-results/> y <https://arm.ual.es/arm-group/news/>

- Evento: SFERA-III Summer School "Solar Heat for Industrial Processes (SHIP)". Título de la conferencia "Advanced control of solar process heat applications". Año: 2021. Lugar: Almería.
- Torneo Clasificatorio de la FIRST Lego League
- La Noche Europea de los Investigadores, Almería
- Semana de la Ciencia, Almería
- Club de Robótica
- European Robotics Week
- Semana de la Informática
- Feria de la Ciencia 2021
- I Feria Aula Almería
- Webinar - Recursos humanos, digitalización y robotización en la horticultura de Almería
- Jornadas organizadas en la Universidad de Almería con motivo del Año Internacional de las Frutas y las Hortalizas y de la Cumbre Mundial Agroalimentaria (2021 Food Systems Summit) convocados por la Organización de las Naciones Unidas
- I Jornada nuevas tecnologías en invernadero 2021
- Webinar - Sensores y TICs para fertirriego: una visión práctica
- IV Programa Ciencia y Tecnología en Femenino. Año 2021. Lugar: Parque Científico - Tecnológico de Almería (PITA), Almería.

3.4.13 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Ana Isabel Fernández Milán (Máster en Energía Solar). Diseño, implementación y estudio de un controlador de campos de helióstatos mejorado.
- Juan Miguel Serrano Rodríguez (Máster en Ingeniería Industrial). Desarrollo de una arquitectura abierta y modular implementada en Python para la interacción de dispositivos y servicios industriales mediante estándar OPC.
- Pablo Otálora Berenguel (Máster en Ingeniería Industrial). Aplicación de técnicas de Deep Learning a procesos basados en Microalgas.
- Normandi Rocío Tirado Ríos (Máster en Tecnologías y Aplicaciones en Ingeniería Informática). Cálculo de la actividad metabólica utilizando técnicas de deep learning y visión artificial en Python.
- Francisco Martínez Castro (Máster en Ingeniería Industrial). Estrategias de modelado y control de un horno solar.
- Alejandro Fernández Mengibar (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño de un sistema de detección de fallos para un campo solar de captadores de placa plana acoplados a una planta de desalación.
- Ángel Salvador Criado (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Inclusión de Teaching-Learning-Based Optimization dentro de la metodología de diseño de campos de helióstatos 'HECTOR'.
- Jesús Ropero Moreno (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de predictores para el clima mediante técnicas de machine learning.
- Alberto Cruz González (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Análisis y propuestas de mejora de modelos dinámicos y técnicas de control climático en invernaderos.
- Manuel Francisco Cruz Caparrós (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de índices y controladores para el confort térmico y la calidad del aire en edificios bioclimáticos.
- Javier Latorre Rodríguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelos de consumo energético utilizando técnicas de machine learning.
- Pablo Arias Moreno (Grado en Ingeniería Mecánica). Caracterización del sistema de propulsión de un vehículo eléctrico ligero.
- Cristina del Mar Jiménez Ibañez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado y Simulación del sistema de producción del tomate variedad "Daniela" en la Cooperativa Agrícola CorprohNijar.
- Georgiy Kalmutskyy Kalmutskyy (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Simulación de un sistema de clasificación robotizado de propósito general utilizando técnicas de Deep-Learning y visión artificial en Python.
- Jesús Aporta Costela (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Control de flotas de robots utilizando el software CoppeliaSim en Python.
- David Berbel Cabrerizo (Grado en Ingeniería Informática). Realidad Aumentada para la enseñanza en estudios de Ingeniería.
- Andrés Fernández Marín (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un sistema para control de robot SCORBOT-ER 4U a través de interfaz visual y comandos verbales.
- Sergio Fernández Mayor (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un puesto de visión de bajo coste para robot SCORBOT ER V Plus.
- Mariachiara Mariotti (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial - Doble título Brescia). Design of a control strategy for guiding collaborative robots using wearable EMG and IMU sensors.
- Fernando Cañadas Aranega (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño y desarrollo de una plataforma automatizada multinivel para la toma de medidas del cultivo de microalgas en reactores Raceway
- Juan Jesús Berenguel Sánchez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Estrategias de control de hornos solares.

- Adriana Morales Sierra (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Estrategias de control en sistemas de refrigeración híbridos para plantas termosolares de concentración (CSP).

Tesis doctorales en proceso de realización

- Artero Carrillo, Francisco (supervisor Pérez García, Manuel).
- Carreño Zagarra, José (supervisores José Carlos Moreno, José Luis Guzmán).
- García Mañas, Francisco (supervisores Francisco Rodríguez, Manuel Berenguel).
- García Ruiz, Rubén Antonio (supervisores José Luis Blanco Claraco, Javier López Martínez).
- González, Rubén (supervisores Francisco Rodríguez, Jerónimo Ramos).
- Hoyo Sánchez, Ángeles (supervisores José Luis Guzmán, José Carlos Moreno Úbeda).
- Muñoz Rodríguez, Manuel (supervisores Jorge Antonio Sánchez-Molina, Manuel Torres).
- Otálora Berenguel, Pablo (supervisor José Luis Guzmán).
- Pataro, Igor (supervisores José Luis Guzmán, Juan Diego Gil, Manuel Berenguel).
- Ran, Liu (supervisores José Luis Guzmán, Li Ming).
- Romero Ramos, Jose Alfonso (supervisor Pérez García, Manuel).
- Serrano Rodríguez, Juan Miguel (supervisores Lidia Roca, Patricia Palenzuela, Manuel Berenguel).
- Topa Gavilema, Alex Omar (supervisores José Domingo Álvarez, José Luis Torres).

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- Solar Heat for Industrial Processes (SHIP), Almería, España, 2021
- Redes neuronales aplicada a problemas científico-técnicos, virtual, España, 2021.
- Divulgación de la ciencia y la tecnología, virtual, España, 2021.
- Control de trayectorias en sistemas no lineales, Almería, España, 2021
- Nuevos avances en estimadores de estado, virtual, España, 2021
- Tecnologías habilitadoras para la Industria 4.0: hacia la fábrica del futuro, virtual, España, 2021

Premios obtenidos durante 2021 (<https://arm.ual.es/arm-group/awards/>)

- Juan Diego Gil. Premio a la mejor tesis en el área de ingeniería de control por el Comité Español de Automática en 2021.
- “Control y gestión óptima de recursos heterogéneos en distritos productivos agroindustriales integrando energías renovables (CHROMAE)”. Proyecto Finalista en la Categoría “Renewable Energy” de los enerTIC Awards 2021.

3.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR

3.5.1 Descripción de la Unidad

La Unidad de Recursos Solares y Frío Solar está compuesta por los miembros de los grupos “Recursos Energético Solares y Climatología (TEP165)” y el “Grupo Interdisciplinar de fluidos complejos (FQM230)”. La experiencia en las últimas décadas del grupo TEP 165 en el estudio del recurso solar y la nubosidad, han permitido desarrollar sistemas de predicción de radiación solar y de la nubosidad en el corto plazo, orientados a la optimización de plantas de energía solar, fundamentalmente de concentración (cilindroparábolicas y de torre central) y fotovoltaicas. Asimismo, se ha llegado a formar una estación METEO de referencia en el Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), para monitorización de la atmósfera y desarrollo de sistemas predictivos que afectan a la producción de plantas solares en general. Referente a la integración del grupo FQM230, se viene trabajando de manera continuada en el desarrollo de nuevos escenarios para aprovechamiento de energía en materiales con cambio de fase, gracias al conocimiento y dedicación de los expertos con los que cuenta el grupo de dinámica de fluidos complejos. Estas técnicas se están aplicando, fundamentalmente a refrigeración y calefacción en edificios autosuficientes, así como en otros ámbitos como el industrial o en invernaderos.

3.5.2 Líneas estratégicas

Las principales líneas estratégicas del grupo dentro del Centro Mixto CIESOL son las siguientes:

- Evaluación y predicción del recurso solar.
- Teledetección.
- Cámaras de cielo.
- Optimización de cámaras de cielos
- Diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar.
- Diseño y optimización de sistemas de refrigeración y calefacción utilizando agua de subsuelo e intercambiadores geotérmicos.
- Diseño y optimización de plantas de trigeneración.
- Integración de los sistemas térmicos y fotovoltaicos a la construcción, naves, almacenes e invernaderos.
- Almacenamiento de energía térmica con materiales de cambio de fase.

3.5.3 Investigadores principales

Joaquín Alonso Montesinos (ORCID 0000-0002-0902-5680, Scopus Author ID 57219382156)

Doctor por la Universidad de Almería en Ciencias Aplicadas al Medio Ambiente (2014), concretamente en el perfil investigador en Energía Solar. Investigador principal de un proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Miembro de cinco proyectos de investigación (uno internacional, dos nacionales y dos contratos con empresas privadas). Miembro del grupo de investigación del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación PAIDI "TEP 165, Recursos Energéticos Solares, Climatología y Física de la Atmósfera" de la Universidad de Almería desde 2013. Entre mis inquietudes para la mejora de la sociedad, he podido desarrollar y aportar trabajos enfocados a la optimización del recurso solar para plantas termosolares comerciales, como es el caso de Gemasolar (Sevilla) que ha sido la planta de referencia mundial en tecnología de torre central y producción eléctrica diurna y nocturna; o las plantas cilindro parabólicas Valle 1 y 2 (Cádiz). Han sido numerosas las publicaciones científicas desarrolladas a lo largo de mi carrera como investigador, con más de 50 artículos indexados en revistas científicas de impacto, siendo el primer autor de la mitad de las publicaciones, y unas 50 comunicaciones a congresos, organizados por las más altas entidades en el ámbito de las energías renovables (ISES, SolarPACES, Enersol, ECAC). Miembro activo de la tarea internacional 16 "Solar Resource for High Penetration and Large Scale Applications" de la

Agencia Internacional de la Energía e invitado por varios foros internacionales, como es el caso de ENERSOL 2017 o SOLAR WORLD CONGRESS 2019. Director de una tesis doctoral y director de aproximadamente 20 trabajos fin de titulación (máster y grado). Participante en la Noche Europea de los Investigadores y revisor en varias revistas científicas de alto impacto y relacionadas con las renovables, y editor invitado de las revistas: Remote Sensing y Journal of Energy and Power Technology.

Jesús María Ballestrín Bolea (ORCID 0000-0002-1800-7273, Scopus Author ID 56202533400)

Jesús Ballestrín es Doctor en CC Físicas desde 1997. Ha desarrollado su actividad investigadora en CIEMAT desde 1990. Desde 1997 ha participado como responsable de proyecto y de tareas en numerosos proyectos nacionales e internacionales sobre energía solar abordando diferentes temas relacionados con los sistemas solares de concentración. Ha desarrollado su actividad investigadora en las instalaciones que CIEMAT tiene en la Plataforma Solar de Almería (PSA) y cuenta con más de veinticinco años de experiencia en tecnologías de concentración solar relacionadas con plantas solares termoeléctricas de torre (receptores y helióstatos) y hornos solares. Es el responsable del Laboratorio de Radiometría de la PSA y desde 2010 es responsable del grupo de investigación andaluz Tecnología de Concentración Solar TEP247 formado por 19 investigadores. Actualmente sus temas de investigación están relacionados con el desarrollo de sistemas y procedimientos de medida de magnitudes relacionadas con la radiación solar concentrada tales como la alta irradiancia, altas temperaturas superficiales, emitancia de materiales y atenuación atmosférica de la radiación solar. Es autor de una patente, la comercialización a nivel mundial de un sistema de medida de extinción solar, numerosas publicaciones científicas en revistas de impacto, capítulos de libros y director de tesis doctorales sobre la materia. Es además revisor habitual de múltiples revistas relacionadas con su campo: Solar Energy, Applied Energy, Measurement Science and Technology, etc. Es también revisor habitual de propuestas de proyectos nacionales de la ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva), CDTI, Torres Quevedo, etc.

3.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

Referente a la línea estratégica de recursos solares, se ha obtenido un proyecto por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación, en la convocatoria 2020 de Jóvenes Investigadores de «proyectos DE I+D+i» en el



marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i y de I+D+i orientada a los retos de la sociedad, cuyo Investigador Principal es el Prof. Joaquín Alonso Montesinos. El proyecto comenzó el día 1 de noviembre de 2021, con una duración de 3 años. Además, se han llevado a cabo varios trabajos fin de titulación desarrollados en las

instalaciones de CIESOL. También se ha obtenido otro proyecto de la Junta de Andalucía en el marco de inteligencia en edificios, siendo CIESOL uno de los escenarios a abordar. Este ha sido un proyecto liderado por el Prof. Luis Iribarne, del grupo TIC-211 de Informática Aplicada de la Universidad de Almería, donde colaboran los Profs. e investigadores de CIESOL, Joaquín Alonso Montesinos y Manuel Pérez García. Además,

se sigue trabajando en la optimización de sistemas de predicción, a corto plazo, de la nubosidad y de la radiación solar con sistemas de bajo coste.

En la línea de climatización solar se ha continuado dando servicio de climatización.

También, hay que destacar la consecución de un proyecto LIFE (COOLSPACES 4 LIFE), cuya Investigadora Principal es la Prof. Sabina Rosiek, de la Universidad Politécnica de Brelavia (Polonia). El proyecto comenzó el 1 de Septiembre de 2021 y durante este año nos encontramos en la fase de diseño de experimentos y ensayos y adquisición del material necesario.

3.5.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

En la línea del proyeco de la Junta de Andalucía, Proyecto I+D UrbanITA, ref. P20_00809, de eficiencia energética en al edificación y modelado, se está colaborando entre los grupos de investigación TEP165 y TEP 197, ligado a las unidades de recursos solares y frío solar; y modelado y control, respectivamente.

3.5.6 Recursos humanos

Alumnos en prácticas curriculares:

- Andreea Castillo Cucura. Grado en Ingeniería Informática (inicio-fin de las prácticcas 08/11/2021-21/01/2022).
- David Camacho Jurado. Grado en Ingeniería Informática (inicio-fin de las prácticas (30/11/2011-11/02/2022).

3.5.7 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
6	3	3			5

Artículos

- The use of ANN and conventional solar-plant meteorological variables to estimate atmospheric horizontal extinction. J. Alonso-Montesinos, J. Ballestrín, G. López, E. Carra, J. Polo, A. Marzo, J. Barbero, F. J. Batlles. Journal of Cleaner Production 285, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125395>
- Development and comparison of PV production estimation models for mc-Si technologies in Chile and Spain. M. Trigo-Gonzalez, M. Cortés, J. Alonso-Montesinos, M. Martínez-Durbán, P. Ferrada, J. Rabanal, C. Portillo, G. López, F. J. Batlles. Journal of Cleaner Production, 281, 125360, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125360>
- Estimation of soiling losses from an experimental photovoltaic plant using artificial intelligence techniques. N. Simal Pérez, J. Alonso-Montesinos, F. J. Batlles. Applied Sciences, 11(4), 1-18, 2021. <http://doi.org/10.3390/app11041516>
- Comparison and analysis of two measurement systems of horizontal atmospheric extinction of solar radiation. F.J. Barbero, G. López, J. Ballestrín, J.L. Bosch, J. Alonso-Montesinos, M.E. Carra, A. Marzo, J. Polo, J. Fernández-Reche, F.J. Batlles, R. Enrique. Atmospheric Environment 26, 118608, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118608>
- Field Quality Control of Spectral Solar Irradiance Measurements by Comparison with Broadband Measurements. Aitor Marzo, Jesús Ballestrín, Joaquín Alonso-Montesinos, Pablo Ferrada, Jesús Polo, Gabriel López, Javier Barbero. Sustainability 13, 10585, 2021. <https://doi.org/10.3390/su131910585>
- Application of thermal storage in over-night refrigeration of an institutional building". FJ Batlles, AM Puertas, MS Romero-Cano, S Rosiek, B Gil, J Kasperski, A Nemš, M Nemš, M Grágeda, S Ushak, M Luján, D Maldonado. Solar Energy, 220, 450-461, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.01.070>

Participación en congresos

- Solar World Congress, Virtual, 2021.

Contribuciones a congresos

- Assessment of the Atmospheric Extinction for Solar Tower Power Plants along the Sun Belt: Preliminary Results. Aitor Marzo, Aloïs Salmon, Jesús Polo, Jesús Ballestrín, Joaquín Alonso-Montesinos and Diego Pulido. Solar World Congress, Virtual, 2021. (Póster).
- Increasing the Resolution and Spectral Range of Measured Direct Irradiance Spectra for PV Applications. Gabriel López, Christian A. Gueymard, Jesús Polo, Joaquín Alonso-Montesinos, Aitor Marzo, Nuria Martín-Chivelet, Pablo Ferrada, Francisco Javier Batlles and Martha Escalona-Llaguno. Solar World Congress, Virtual, 2021. (Póster).

Capítulos de libro

- Heat flux and temperature measurement technologies. Jesús Ballestrín, Jeffrey Cumpston and Greg Burgess. Concentrating solar power technology. Principles, developments and applications. Woodhead Publishing Series in Energy-Elsevier. United Kingdom. 2021.

Tesis doctorales defendidas

- Caracterización y predicción de la nubosidad a corto plazo, a partir de imágenes de cámara de cielo en la Ciudad de México. Román Damián Mondragón Rodríguez. Ciudad de México (virtual), 6 abril 2021, Mención Honorífica (máxima calificación).
- Medida de Alta Irradiancia en Centrales Solares Termoeléctricas de Receptor Central. Marina Casanova Molina. Universidad de Almería, 11 octubre 2021, Sobresaliente Cum Laude.

3.5.8 Miembros de la Unidad

12Joaquín Alonso Montesinos



Investigador principal
Profesor Contratado Doctor
UAL
joaquin.alonso@ual.es
(+34) 950015916

Francisco Javier Batlles Garrido



Catedrático de Universidad
UAL

Mercedes Martínez Durbán



Profesor Titular de Universidad
UAL

Jesús María Ballestrín Bolea



Investigador principal
Científico Titular OPI
CIEMAT-PSA
jballestrin@psa.es
(+34) 950 387900- Ext:956

Antonio Manuel Puertas López



Profesor Titular de Universidad
UAL

María Jesús Ariza Camacho



Profesor Titular de Universidad
UAL

Manuel Servando Romero CanoProfesor Titular de Universidad
UAL**Sabina Rosiek-Pawlowska**Investigadora
Wroclaw University of Science and Technology

3.5.9 Proyectos vigentes durante 2021

3.5.9.1 Predicción a corto plazo de la producción de energía en una planta fotovoltaica e influencia de ensuciamiento de los paneles en la producción de la misma (PVCASTSOIL)

Participantes:

Universidad de Almería
Universidad de Huelva
CIEMAT

Contactos:

F.J. Batlles (fbatlles@ual.es).

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración:

Enero 2018 – 30 septiembre 2021.

Situación:

Finalizado

Resumen:

La energía solar fotovoltaica (FV) es la tecnología para la generación eléctrica que presenta un mayor crecimiento desde el año 2002, experimentando un incremento medio anual del 48%. La predicción del recurso solar para una planta FV, conectada a la red, es absolutamente necesaria para asegurar una captura y transformación óptima de la energía solar disponible y una producción confiable de potencia. El desarrollo de métodos de predicción a corto plazo de la producción de las plantas es particularmente importante debido a su creciente incorporación a las redes eléctricas y a la variabilidad del recurso solar, debido principalmente a los fenómenos transitorios originados por la alternancia de nubes y claros. La acumulación de suciedad en la superficie de los módulos fotovoltaicos tiene un impacto notable en la producción de una instalación fotovoltaica. Este fenómeno, más conocido por el término anglosajón "soiling" está íntimamente relacionado con el ángulo de inclinación del panel y las condiciones meteorológicas, como son la cantidad de aerosoles presentes en la atmósfera, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitación.

3.5.9.2 Desarrollo de un mapa de rentabilidad económica para sistemas solares fotovoltaicos en España, a partir de parámetros meteorológicos, teledetección e inteligencia artificial (MAPVSpain)

Participantes:

Universidad de Almería.

Contactos:

Joaquín Alonso Montesinos (joaquin.alonso@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación.

Duración:

Noviembre 2021 – octubre 2024.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto que se presenta tiene como objetivo desarrollar una metodología de evaluación del potencial y capacidad de producir electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos incluyendo pérdidas por polvo en cualquier geolocalización nacional. Fundamentalmente, el proyecto está estructurado en tres etapas diferenciadas y muy ligadas unas a otras: estimación del recurso solar con imágenes de satélite; determinación de las pérdidas por polvo de acuerdo con variables meteorológicas; análisis económico de las pérdidas producidas en los sistemas fotovoltaicos; estudio de rentabilidad económica de la planta de acuerdo al mercado de valores del momento de una planta instalada en el lugar de estudio; técnicas de optimización de limpiezas y mantenimiento del sistema fotovoltaico una vez esté en funcionamiento; predicción de la producción de electricidad en tiempo real.

3.5.9.3 An innovative solar-powered cooling device, based on climate-friendly refrigerant and thermal energy storage (COOLSPACES 4 LIFE)

Participantes:

Universidad Politécnica de Breslavia, PWR (Polonia)
PROZON Fundacja Ochrony Klimatu (Polonia)
Universidad de Almería
Hedera Helix Ingeniería y Biotecnología S.L.

Contactos:

Sabina Rosiek (sabina.rosiek@pwr.edu.pl)
Antonio Manuel Puertas López (apuestas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE20 action - LIFE CLIMATE CHANGE MITIGATION.

Duración:

Septiembre 2021 – Agosto 2026.

Situación:

En curso

Resumen:

En este proyecto se pretende desarrollar un prototipo de máquina de refrigeración con refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global, que funcione con energía solar fotovoltaica y un sistema de almacenamiento de energía térmica a baja temperatura. El grupo de la UAL-CIESOL tiene la responsabilidad de diseñar y testear un prototipo del sistema de almacenamiento a escala de laboratorio, incluyendo el material de cambio de fase a utilizar, y posteriormente implementar el prototipo de máquina de refrigeración diseñado y construido por el grupo de la PWR y PROZON incluyendo dos tanques de almacenamiento térmico con una capacidad total de 4000 litros. En la etapa final del proyecto, a partir del verano de 2024, se ha proyectado comenzar los ensayos para testear todo el sistema de refrigeración implementado y comparar los resultados con los obtenidos en un montaje similar en Polonia, con unas condiciones climáticas muy diferentes.

3.5.9.4 Un modelo de referencia de servicios IoT abiertos dirigido a estrategias de eficiencia energética (UrbanITA)

Participantes:

Universidad de Almería
Centro tecnológico CARTIF
Universidad de Thessaly, Volos (Grecia)

Contactos:

Luis Iribarne Martínez (luis.iribarne@ual.es)
Joaquín Alonso Montesinos (joaquin.alonso@ual.es)
Manuel Pérez García (mperez@ual.es)

Fuente de financiación:

Dirección General de Investigación y Transferencia del Conocimiento, Junta de Andalucía.

Duración:

Octubre 2021 – Diciembre 2022.

Situación:

En curso

Resumen:

Nos encontramos inmersos en un cambio drástico del modelo energético en nuestros edificios, con el incremento de su eficiencia energética y un mejor aprovechamiento de los recursos. Por otro lado, también estamos presenciando un aumento notable de soluciones TIC en los entornos edificados. Las estrategias de Edificios Inteligentes suponen un elemento crucial en la mejora del comportamiento energético de los mismos, ya que la integración y la optimización de los sistemas, el almacenamiento energético o la flexibilidad del consumo requiere de tecnologías inteligentes, interoperables e integradas. En este sentido, las particularidades de los edificios públicos del parque edificado (perfiles de uso, sistemas energéticos, materiales con que fueron contruidos, etc.) suponen, al mismo tiempo, un reto mayor respecto a los edificios de nueva construcción, y un ámbito con un gran potencial de optimización de los recursos y aumento de su eficiencia energética con objeto de lograr Edificios de consumo de Energía Casi Nula (EECN). El presente proyecto tiene como objetivo fundamental el desarrollo de un modelo de referencia que permita integrar servicios para la gestión energética basado en plataformas software que habiliten la integración de tecnologías relevantes como el Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things) y de la Web de las Cosas (WoT, Web of Things). Este modelo se desarrollará en base a una selección previa de edificios piloto de la Universidad de Almería donde realizar el estudio, estableciendo una metodología que permita la caracterización de su comportamiento energético y el potencial de mejora de este a través de estrategias de automatización y de integración de Tecnologías Informáticas (TIN). Asimismo, en el proyecto se busca estudiar una solución interoperable para una arquitectura de referencia que permita el desarrollo de servicios abiertos. Este modelo presenta un gran potencial de replicabilidad a otros edificios de la universidad y, posteriormente, a otros edificios públicos de la ciudad de Almería. El desarrollo del proyecto está alineado con los retos sociales en “Economía y Sociedad Digital” y de “Energía segura, limpia y eficiente” de la Estrategia de Innovación de Andalucía 2020 (RIS3 Andalucía) y al Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020). Dado su carácter interdisciplinar en Informática y Energía, este proyecto está promovido por los grupos de investigación de la Universidad de Almería “Informática Aplicada” (TIC211), “Recursos energéticos solares, climatología, física de la atm.” (TEP165) y “Automática, Robótica y Mecatrónica” (TEP197). El proyecto tendrá una duración de 24 meses.

3.5.9.5 Solar Facilities for the European Research Area - third phase (SFERA III)**Participantes:**

CIEMAT, CNRS (Francia), DLR (Alemania), ENEA (Italia), ETHZ (Suiza),
CEA (Francia), UEVORA (Portugal), IMDEA (España), CYI (Chipre), FRAUNHOFER (Alemania), LNEG (Portugal), METU (Turquía), UAL (España), EURO (Francia), ESTELA (Bélgica)

Contactos:

Ricardo Sanchez (ricardo.sanchez@psa.es)
Jesús Ballestrín (jballestrin@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission-DG RTD. Proyecto 823802 H2020-INFRAIA-2018-1

Duración prevista:

Enero 2019 – Diciembre 2022

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El objetivo general de este proyecto es continuar con el trabajo realizado durante los últimos 8 años para la sostenibilidad de las actividades de los laboratorios solares avanzados europeos que participan en el SFERA y en la 2ª fase del SFERA, y ampliar estas actividades a los nuevos laboratorios solares que aportarán un valor añadido a esta Infraestructura Europea de Investigación para la Energía Solar de

Concentración. El objetivo específico es contribuir a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos laboratorios solares avanzados europeos, apoyando a Europa como líder mundial en infraestructuras de investigación solar. Dichas actividades incluirán (i) actividades de creación de redes para seguir desarrollando la cooperación entre las infraestructuras de investigación, la comunidad científica, las industrias y otras partes interesadas; (ii) actividades de acceso transnacional destinadas a facilitar el acceso de todos los investigadores europeos, tanto del mundo académico como de la industria, a infraestructuras de investigación solar singulares desde el punto de vista científico y tecnológico; y (iii) actividades de investigación conjuntas cuyo único objetivo es mejorar los servicios integrados prestados por la infraestructura. Todo ello contribuiría a alcanzar la excelencia científica de estas infraestructuras de investigación (IR), a reforzar la interacción entre la industria de la energía solar térmica de concentración (CST) y estas IR, a potenciar aún más la innovación, a desarrollar nuevas actividades, y también a impulsar la productividad y la competitividad de la economía europea contribuyendo a la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector CST. Además, estas actividades contribuirán al desarrollo de nuevas normas comunes que apoyarán a la industria del CST en el desarrollo de nuevos componentes y sistemas y en la construcción de nuevas instalaciones comerciales. Al mismo tiempo, estas normas también apoyarán a la Comisión Europea en el desarrollo de la política europea para el sector de las ESC.

3.5.10 Transferencia y Actividades Complementarias

Contratos con empresas

- Comercialización a escala mundial de un Sistema para medida de extinción solar. Empresa BCB Informática y control 2018. Adquisición del sistema por NOOR ENERGY 1 (Dubai) en 2021.

3.5.11 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Raúl José García Sánchez (Grado en Ingeniería Eléctrica). Predicción de la producción de una planta solar fotovoltaica, utilizando imágenes de una cámara de cielo. (Joaquín Alonso Montesinos)
- Joaquín Jesús Utrera Martínez (Grado en Ingeniería Eléctrica). Desarrollo de una interfaz de usuario, para el análisis y la visualización de datos procedentes de sistemas fotovoltaicos y meteorológicos. (Joaquín Alonso Montesinos)
- Jerónimo Ramos Teodoro (Máster en Profesorado de Educación Secundaria). Fundamentos de sistemas fotovoltaicos: una propuesta de enseñanza basada en el desarrollo de un laboratorio virtual. (Joaquín Alonso Montesinos)

Tesis doctorales en proceso de realización

- Mauricio Trigo González (Francisco Javier Batlles Garrido – Joaquín Alonso Montesinos).

Premios obtenidos durante 2021 (<https://arm.ual.es/arm-group/awards/>)

- PREMIO DE INVESTIGACIÓN SAN ALBERTO 2021 los mejores artículos de investigación dentro del Q1 publicados en 2021. 250,00€. Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería, Almería, España. 27 septiembre 2021.

3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

3.6.1 Descripción de la Unidad

El grupo de Desalación y fotosíntesis está conformado por investigadores del departamento de Ingeniería de la Universidad de Almería así como de la Plataforma Solar de Almería. Recientemente se ha creado el grupo PAI “Desalación y Fotosíntesis (BIO352)” por los miembros de la unidad. Otros investigadores de esta unidad también pertenecen a los grupos de investigación “Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263”, “Biotecnología de microalgas marinas, BIO173”, y la Plataforma Solar de Almería. La unidad funcional se conformó como tal en 2014 y ha comenzado su desarrollo con la instalación de nuevas infraestructuras y la integración en el equipo de diversos investigadores con actividad en campos comunes relacionados con la energía solar ya sea para desalación de agua mediante membranas usando la energía solar o la utilización de la energía solar en procesos biológicos de depuración empleando microalgas. Estas líneas presentan puntos en común con otros grupos de CIESOL con los que se mantiene una estrecha colaboración.

3.6.2 Líneas estratégicas

El grupo desarrolla dos líneas de trabajo, ambas relacionadas en el uso de la energía solar, ya sea para la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas o para la producción de microalgas y productos de interés. En ambos casos se emplea habitualmente agua de mar como materia de partida, aunque los procesos pueden extenderse al uso de aguas de diversas calidades, desde agua dulce a salmueras concentradas. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Desarrollo de sistemas basados en membranas para desalación solar y tratamiento de efluentes.
- Aplicación de energía solar al tratamiento de medios hipersalinos
- Recuperación de compuestos de interés de salmueras y efluentes concentrados
- Desarrollo de fotobiorreactores para la producción de microalgas
- Aplicaciones de las microalgas en tratamiento de efluentes
- Obtención de productos de valor a partir de microalgas.

3.6.3 Investigadores principales

Jose M. Fernández Sevilla (ORCID 0000-0002-0290-5810, Scopus Author 6602856181)

Catedrático de de Universidad. Departamento de Ingeniería. Químico Industrial (1991) por la Universidad de Granada, Doctor en Ciencias Químicas (1995) por la Universidad de Almería. Ha participado en doce proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando tres de ellos, así como en quince contratos con empresas. Ha dirigido cinco tesis doctorales en el campo de la biotecnología de microalgas, y es coautor de siete patentes más de cien publicaciones científicas en revistas internacionales.

Guillermo Zaragoza del Águila (ORCID 0000-0002-4452-9980, Scopus Author 6701505211)

Investigador Científico del CIEMAT. Departamento Unidad de Desalación Solar (Plataforma Solar de Almería) desde 2009. Astrofísico (1991) por la Universidad Complutense de Madrid, Doctor en Ciencias Físicas (1996) por la Universidad de Granada. Previamente ha realizado su investigación en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), la Universidad de Oxford y la Estación Experimental “Las Palmerillas” de la Fundación Cajamar, donde se encargó de la aplicación de energías renovables a los invernaderos y la desalación. Ha publicado más de 85 artículos en revistas internacionales, ha presentado más de 125 contribuciones en conferencias internacionales, es autor de 9 capítulos de libros y es coautor de 4 libros. Enseña en cursos internacionales sobre desalinización solar organizados por la Sociedad Europea de Desalinización (EDS) y en el Curso de Máster sobre Energía Solar organizado por

CIESOL. Es director de la junta directiva de la EDS y actualmente coordina el Grupo de Acción para la Desalinización de Energía Renovable de la European Innovation Partnership on Water de la Comisión Europea, así como el Grupo de Trabajo sobre el mismo tema en la Plataforma Europea del Agua Water Europe.

3.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2021

Durante 2021, en la línea de producción de microalgas, se continúan desarrollando diferentes proyectos como los relacionados con la producción de microalgas para aplicaciones de alto valor, principalmente alimentos y piensos, también la producción de bioestimulantes y biopesticidas, o aquellas relacionadas con el tratamiento de residuos, principalmente aguas residuales, tanto urbanas como de origen animal, y gases de combustión. Estos incluyen ALQUABIOTIC con BIORIZON BIOTECH enfocado en la producción de alimentos acuícolas para acuicultura, AL4BIO con UPC enfocado en la producción de bioestimulantes a partir de efluentes después del tratamiento secundario, ALGAE4CONTROL con BIORIZON BIOTECH enfocado a la producción de biopesticidas de microalgas, BLUECARE con BIORIZON BIOTECH enfocado a producción de productos cosméticos de microalgas, SETEC con SYTCOM enfocado a la producción de bioplásticos a partir de gases de combustión utilizando microalgas. En este campo, también se ha desarrollado el proyecto SABANA, que ha concluido este año. El proyecto SABANA sabana, financiado por la Comisión de la UE a través del programa H2020, se ha centrado en la producción de productos relacionados con la agricultura y la acuicultura a partir de microalgas utilizando residuos. Durante este ejercicio, también ha terminado el proyecto PURASOL, focalizado en la depuración de purines con microalgas. El proyecto ha quedado finalizado listo para su justificación durante 2022. La exitosa ejecución del proyecto PURASOL ha dado origen a la solicitud y concesión del proyecto tipo “prueba de concepto” denominado GREENFARM, que fue solicitado y concedido en 2021 y ha comenzado a ejecutarse en 2022. También se han presentado y concedido los proyectos VALIMA y ALGA4FF en el ámbito del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020). El proyecto VALIMA está dedicado a la valorización de lixiviados de residuos vegetales mediante microalgas mientras que ALGA4FF estudiará la formulación de alimentos con biomasa microalgal y la influencia de ésta en las cualidades nutricionales y funcionales. Se desarrollan además dos líneas de investigación adicionales en colaboración con otras unidades funcionales de CIESOL, como la recuperación de calor y CO₂ de los gases de combustión que se utilizarán en los invernaderos a través del proyecto CARBON4GREN financiado por el programa UAL-FEDER, y la eliminación de contaminantes emergentes a través del proyecto ULISES financiado por el programa LIFE de la UE.

3.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

Cabe destacar la colaboración entre nuestra Unidad y la de “Modelado y control” en el marco del proyecto SOLWARIS. Se ha trabajado conjuntamente en las tareas de modelado, optimización y control cumpliendo hasta ahora con todos los objetivos del proyecto.

3.6.6 Producción científica

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
15	4	7	2	1	5

Artículos

- Performance Modelling and Optimization of Three Vacuum-Enhanced Membrane Distillation Modules for Upscaled Solar Seawater Desalination. Andrés-Mañas, J.A., I. Requena, A. Ruiz-Aguirre,

- G. Zaragoza. Separation and Purification Technology in press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.120396>.
- Characterization of the use of vacuum enhancement in commercial pilot-scale air gap membrane distillation modules with different designs. Andrés-Mañas, J.A., I. Requena, G. Zaragoza. Desalination in press. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2021.115490>
 - Removal of organic matter from wastewater coming from fruit juice production using solar photo-Fenton process. Poblete, R., Cortés, E., Pérez, N., Valdivia, M., Maldonado, M.I. International Journal of Chemical Reactor Engineering, 2021, 19(8), pp. 809–815. <https://doi.org/10.1515/ijcre-2020-0228>
 - Annual assessment of the wastewater treatment capacity of the microalga *Scenedesmus almeriensis* and optimisation of operational conditions. Sánchez-Zurano A., Morillas-España A., Gómez-Serrano C., Ciardi M., Acien G., Lafarga T.. Scientific Reports. 11. 21651. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01163-z>
 - Potential of the cyanobacteria *Anabaena* sp. and *Dolichospermum* sp. for being produced using wastewater or pig slurry: Validation using pilot-scale raceway reactors. Morillas-España A., Sánchez-Zurano A., Gómez-Serrano C., Ciardi M., Acien G., Clagnan E., Adani F., Lafarga T.. Algal Research. 60. 102517. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102517>
 - Year-long evaluation of microalgae production in wastewater using pilot-scale raceway photobioreactors: Assessment of biomass productivity and nutrient recovery capacity. Morillas-España A., Lafarga T., Sánchez-Zurano A., Acien-Fernández F.G., Rodríguez-Miranda E., Gómez-Serrano C., González-López C.V.. Algal Research. 60. 2021 <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102500>
 - Microalgae derived astaxanthin: Research and consumer trends and industrial use as food. Villaró S., Ciardi M., Morillas-españa A., Sánchez-zurano A., Acien-fernández G., Lafarga T.. Foods. 10. 2303. 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10102303>
 - Microalgae classification based on machine learning techniques. Otálora P., Guzmán J.L., Acien F.G., Berenguel M., Reul A.. Algal Research. 55. 102256. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102256>
 - Boiler combustion optimization of vegetal crop residues from greenhouses. Reinoso Moreno J.V., Pinna Hernández M.G., Fernández Fernández M.D., Sánchez Molina J.A., López Hernández J.C., Acien Fernández F.G.. Agronomy. 11. 626. 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040626>
 - Indirect regulation of temperature in raceway reactors by optimal management of culture depth. Rodríguez-Miranda E., Guzmán J.L., Acien F.G., Berenguel M., Visioli A.. Biotechnology and Bioengineering. <https://doi.org/10.1002/bit.27642>
 - Modelling and ph control in raceway and thin-layer photobioreactors for wastewater treatment. Rodríguez-Torres M.J., Morillas-España A., Guzmán J.L., Acien F.G.. Energies. 14. 1099. 2021. <https://doi.org/10.3390/en14041099>
 - Abaco: A new model of microalgae-bacteria consortia for biological treatment of wastewaters. Sánchez-zurano A., Rodríguez-miranda E., Guzmán J.L., Acien-fernández F.G., Fernández-sevilla J.M., Grima E.M.. Applied Sciences (Switzerland). 11. 998. 2021. <https://doi.org/10.3390/app11030998>
 - A new model to analyze the temperature effect on the microalgae performance at large scale raceway reactors. Rodríguez-Miranda E., Acien F.G., Guzmán J.L., Berenguel M., Visioli A.. Biotechnology and Bioengineering. 118. 877. 2021. <https://doi.org/10.1002/bit.27617>
 - Modelling and control of microalgae production in industrial photobioreactors [Modelado y control de la producción de microalgas en fotobiorreactores industriales]. Guzmán J.L., Acien F.G., Berenguel M.. RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial. 18. 1. 2021. <https://doi.org/10.4995/RIAI.2020.13604>
 - Dynamic model for the ph in a raceway reactor using deep learning techniques. Otálora P., Guzmán J.L., Berenguel M., Acien F.G.. Lecture Notes in Electrical Engineering. 695. 199. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58653-9_18

Participación en congresos

- International Conference on Polygeneration ICP 2021, 04-06 October, 2021. Online

- Conference on sustainable development of energy, water and environment systems. October 10-15, 2021. Online.
- 15th Sollab and 2nd SFERA III-Doctoral Colloquium. Almería, España, 2021.
- Secat 2021. Nuevos retos de la catálisis en Química, Medio Ambiente y Energía, Valencia, España, 2021.
- ICheap 15, The 15th international conference on chemical and process engineering, Napoles, Italia, 2021
- European algae biomass Association. 07/12/2021. Roma, Italia.
- 29th European Biomass Conference and Exhibition 26-29 April 2021. Online.
- The 7th Conference of the International Society For Applied Phycology. 14 May - 13 August 2021. Tsukuba, Japan. Online.

Contribuciones a congresos

- Evaluation of Operational Conditions on the Performance of Microalgae-Based Wastewater Treatment. Variation in the Bioremediation Capacity of Primary Urban Wastewater and Microalgae-Bacteria Consortia. Morillas-España A., Sánchez-Zurano, A., Lafarga, T., Morales, M., Gómez Serrano, C., Pinar, M., Acién-Fernández, F.G., Fernandez-Sevilla, J.M. 29th European Biomass Conference and Exhibition 2021. Type of presentation: Poster. Place: Online.
- Yearly assessment of a pilot scale thin-layer reactor for microalgae wastewater treatment. Variation of the microalgae-bacteria consortium and impact of the environmental conditions. Sánchez-Zurano, A., Garrido-Cárdenas, J.A., Gómez, C., Morales Amaral M., Acién-Fernández, F.G., Fernández Sevilla, J.M., Molina, E. 7th Congress of the International Society for Applied Phycology 2021. Type of presentation: Poster. Place: Online.
- Microalgae-based wastewater treatment: Understanding the effect of operational conditions on biomass productivity, nutrients removal, and composition of the microalgae-bacteria consortium. Sánchez-Zurano, A., Lafarga, T., Morales, M., Gómez-Serrano, C., Acién, G., Molina, E. 10th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts 2021. Online.
- Recuperación de agua para el tratamiento de purines con microalgas. Ciardi, M., Sánchez-Zurano, A., Fernandez-Sevilla, J.M., Acién-Fernández, F.G. III Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar 2021. Motril, España.
- Pilot-scale production of *A. platensis* as a source of functional and bioactive proteins. Ainoa Morillas España, Tomas Lafarga. European algae biomass Association. 07/12/2021. Roma, Italia.
- Production of high-Value microalgae using secondary wastewater. Cynthia Victoria González López; Lisa Maggioli; Cintia Gómez Serrano; Francisco Gabriel Acien Fernandez. 14/05/2021, The 7th Conference of the International Society For Applied Phycology. Tokyo, Japan (Virtual).
- Evaluation of Operational Conditions on the Performance of Microalgae-Based Wastewater Treatment. Variation in the Bioremediation Capacity of Primary Urban Wastewater and Microalgae-Bacteria Consortia. Ainoa Morillas España; Tomas Lafarga; Maria del Mar Morales Amaral; Cintia Gómez Serrano; Maria Guadalupe Pinna Hernandez; José María Fernández Sevilla; Francisco Gabriel Acien Fernandez. European Biomass converence.26/04/2021. Marsella, Francia

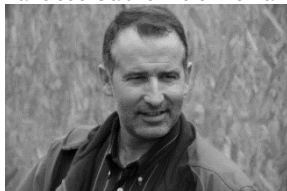
3.6.7 Miembros de la Unidad

24 José María Fernández Sevilla



Investigador principal
Catedrático de Ingeniería Química
UAL
jfernand@ual.es
(+34) 950 015 899
www.jfernand.es

22 Francisco Gabriel Acién Fernández



Catedrático de Ingeniería Química
UAL

20 Cintia Gómez Serrano



Investigadora asociada
UAL

18 Patricia Palenzuela



Investigador postdoctoral
CIEMAT – PSA

16 Jose Peña Martín



Investigador asociado
UAL

14 Tomás Lafarga Poyo



Investigador asociado Juan de la Cierva
UAL

Guillermo Zaragoza del Águila



Investigador principal
Investigador Científico de OPIs
CIEMAT-PSA
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387 941
www.psa.es

Diego César Alarcón Padilla



Científico Titular de OPIs
CIEMAT - PSA

Alba Ruiz Aguirre



Investigadora asociada
CIEMAT - PSA)

Juan Antonio Andrés Mañas



Investigador postdoctoral
CIEMAT - PSA

Martina Ciardi



Investigadora asociada
UAL

Silvia Villaró Cos



Investigadora asociada
UAL

12 Ainoa Morillas España



Investigadora asociada
UAL

Ana Sanchez Zurano



Investigadora asociada
UAL

10 José Escáñez



Investigador asociado
UAL

M. Ignacio Maldonado



Investigador Científico de OPIs
CIEMAT-PSA

3.6.8 Proyectos vigentes durante 2021

3.6.8.1 Optimización del tratamiento de purines con microalgas en fotobiorreactores cerrados para la producción de biofertilizantes (PURASOL)

Participantes:

Universidad de Valladolid (ES)
Universidad de Almería

Investigador Principal:

Silvia Bolado (UV) (Coordinated project)
Jose Maria Fernandez Sevilla (UAL) (Subproject 2)

Contactos:

JM Fernandez-Sevilla (jfernand@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Duración prevista:

Diciembre 2017 – Diciembre 2020. Prorrogado hasta Octubre de 2021.

Situación: Finalizado.

Resumen

El objetivo de PURASOL es optimizar la valorización del estiércol mediante el uso de microalgas. De esta manera, se obtiene una corriente de agua (adecuada para el riego) y una recuperación de nutrientes (como bioproductos y bioenergía). La falta de recursos naturales junto con la creciente necesidad de importar compuestos básicos hacen que la industria ganadera sea de gran importancia en nuestro país. La producción de estiércol está estrechamente relacionada con ella y el desafío de convertir una fuente potencial de problemas ambientales, como estiércol, en un recurso renovable con un alto valor económico, es uno de los problemas en Europa hoy en día. Estudios previos confirmaron que es posible utilizar el estiércol como fuente de nutrientes para el crecimiento de microalgas. Sin embargo, todavía hay algunos problemas por optimizar, como la productividad de las microalgas y la calidad del agua. Además, se demostró que la biomasa de las microalgas se puede convertir con éxito en biofertilizantes, alimentos para animales o biocombustibles, pero estos procesos deben optimizarse y validarse aún más.

El proyecto PURASOL tiene como objetivo encontrar una solución a todos esos problemas. Más específicamente:

- Se estudiarán diferentes tratamientos previos para reducir la turbidez del estiércol, maximizando el uso de la luz por las microalgas.
- Para aumentar la recuperación de agua, la evaporación se reducirá al cubrir los fotobiorreactores de capa delgada.

- Se estudiarán los consorcios de microalgas y bacterias para determinar su forma óptima de valorización, ya que se ha demostrado que su composición depende de las condiciones ambientales y de operación.
- Estudiar la presencia de contaminantes emergentes y metales pesados en el agua tratada y la biomasa de microalgas, que además de representar un riesgo para el medio ambiente y la salud pública, influyen en las poblaciones microbianas en el sistema, la capacidad de tratamiento y las formas de valorización.

3.6.8.2 Sustainable algae biorefinery for agriculture and aquaculture (SABANA)

Participantes:

MIKROBIOLOGICKY USTAV - AVCR, V.V.I., Czech Republic
 GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GMBH, Germany
 UNIVERSITA DEGLI STUDI DI MILANO, Italy
 UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, Spain
 SZECHENYI ISTVAN UNIVERSITY, Hungary
 KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE, Germany
 A.I.A. S.p.A., Italy
 FCC AQUALIA SA, Spain
 BIORIZON BIOTECH S.L., Spain
 CIB-CONSORZIO ITALIANO BIOGAS E GASSIFICAZIONE
 UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain

Contacto:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under the Grant Agreement No. 727874

Duración:

Diciembre 2016 – Noviembre 2021

Situación

Finalizado.

Resumen:

SABANA tiene como objetivo el desarrollo de una biorefinería integrada de microalgas a gran escala para la producción de bioestimulantes, biopesticidas y aditivos para piensos, además de los biofertilizantes y la acuicultura, utilizando únicamente agua marina y nutrientes de las aguas residuales. El objetivo es lograr un proceso de residuos cero en una escala de demostración de hasta 5 ha sostenibles tanto desde el punto de vista medioambiental como económico. Se utilizará un Centro de Demostración de esta biorefinería para demostrar la tecnología, evaluar las características operativas del sistema, evaluar los impactos ambientales y colaborar con los clientes potenciales para su uso.

Objetivos:

El objetivo de SABANA es desarrollar y demostrar una biorefinería sostenible basada en microalgas para producir una gama de productos de valor agregado (bioestimulantes, biopesticidas y aditivos para acuiferos) y productos de bajo valor (biofertilizantes, aquafeed) para la agricultura y la acuicultura. El agua y la recuperación de nutrientes de aguas residuales (aguas residuales, centros y estiércol de cerdo), cumpliendo con requisitos de mercado (calidad, precio, regulaciones) y sociales (aceptación, capacitación, habilidades). Proporciona una solución a tres problemas clave de actualidad en la UE: i) mejora de la seguridad y sostenibilidad de la producción de alimentos en la agricultura y la acuicultura, ii) problemas de contaminación derivados de la diseminación de nutrientes y escasez de fósforo, y iii) De las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los residuos (aguas residuales y gases de combustión).

3.6.8.3 Bioplastics production from carbon captured in household waste incineration fumes (SETEC)

Participantes:

Universidad de Almería.
SETEC Environnement (France)

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Contrato privado

Duración:

Mayo 2016– Mayo 2021.

Situación:

Prorrogado

Resumen:

Setec Environnement ha firmado un contrato de investigación y desarrollo con Syctom, el Sindicato Intercomunitario de Tratamiento y Reciclaje de Residuos Intercomunales (denominado en lo sucesivo «Syctom»), cuyo objetivo es el proyecto de producción de bioplásticos a partir de carbono capturado en los humos de incineración de residuos domésticos (en lo sucesivo denominado «PROYECTO»). Setec Environnement solicita a la UNIVERSIDAD DE ALMERIA, que está de acuerdo, prestar su apoyo como subcontratista para la realización de misiones experimentales de selección de microalgas.

3.6.8.4 Production of biopesticides from cyanobacteria for their use in agriculture (ALGAE4CONTROL)

Participantes:

Universidad de Almería.
BIORIZON BIOTECH S.L.
Fundación Cajamar

Contacto:

F. Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

RETOS COLABORACION 2017, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración:

Octubre 2018– Septiembre 2021.

Situación:

Finalizado.

Resumen:

El proyecto ALGAE4CONTROL tiene como objetivo desarrollar formulaciones de biopesticidas basadas en el uso de metabolitos antimicrobianos de cianobacterias (microalgas) para uso agrícola como fitosanitarios naturales de origen biológico y sostenible en comparación con agentes microbianos fitopatógenos. Este es un proyecto de investigación implementado por la compañía de biotecnología Bioripple Biotech S.L., que también incluye dos organizaciones de investigación, como la Universidad de Almería y la Fundación Jamar. Biocurly Biotech S.L. Se especializa en el desarrollo y comercialización de nuevos productos de uso agrícola que permitan mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la producción intensiva de plástico y otros cultivos extensivos, siendo la principal empresa europea en el desarrollo de biorrefechos y bioestimulantes a partir de microalgas. En esta línea la compañía está interesada en desarrollar productos basados en metabolitos inhibidores del crecimiento de agentes microbianos fitopatógenos para suelos y plantas. Este tipo de compuestos de bioplaguicidas presentes en algunas microalgas se han reportado en la bibliografía, pero en este momento no hay un solo producto de bioplaguicidas de estas características en todo el mercado mundial. Esto se debe a que es difícil acceder a la fuente de la materia prima y cuyo efecto positivo no se ha contrastado lo suficiente y no se muestra en condiciones reales. Por eso, en el proyecto ALGAE4CONTROL se pretende resolver estos problemas al abordar todas las etapas de caracterización, producción y aplicación de este tipo de extractos de cianobacterias, demostrando finalmente las ventajas de este tipo de bioproductos tanto en la rentabilidad como en la sostenibilidad de la producción agrícola.

Objetivo:

El objetivo general del proyecto es desarrollar nuevos bioplaguicidas a partir de microalgas como alternativa a los pesticidas químicos para la prevención de enfermedades en plantas y protección de cultivos.

3.6.8.5 Biorefinería sostenible de microalgas para la producción de extractos fotoprotectores para la industria cosmética y formulados sustitutivos de harinas de pescado en piensos de acuicultura – Bluecare**Participantes:**

ALGAETECH INNOVATION
Universidad de Almería

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

NEOTEC-CDTI, EXP - 00104234 / SNEO-20171045

Duración prevista:

Enero 2019 – Diciembre 2021

Situación:

Finalizado

Resumen

El Proyecto BLUECARE consiste en la puesta en marcha de un nuevo concepto de Biorefinería para el aprovechamiento integral de biomasa algal para la producción de formulados fotoprotectores para la industria cosmética procedentes de microalgas y el aprovechamiento integral de la biomasa para la producción de hidrolizados como formulados alimenticios para acuicultura. Una novedad en este sector que, según ensayos previos, han demostrado mejorar la digestibilidad y calidad de peces cultivados en cautividad. La tecnología a desarrollar se basa en la identificación de antígenos asociados a la infección que son reconocidos diferencialmente en animales vacunados no infectados.

Objetivos.

Desarrollo de nuevos fotobiorreactores y tecnologías de procesamiento de la biomasa para obtener productos de interés cosmético.

3.6.8.6 Microalgas para la Producción sostenible de bioproductos y agua regenerada (AL4BIO).**Participantes:**

Universidad Politécnica de Cataluña
Universidad de Almería

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D+i RETOS INVESTIGACIÓN 2018
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Duración prevista:

1 Enero 2019 – 31 Diciembre 2021

Situación:

En curso

Resumen

The AL4BIO project aims at producing high-value bioproducts and reclaimed water in microalgaebased systems for tertiary wastewater treatment. The bioproducts include biopolymers, biological pigments, biostimulants, biopesticides and biogas, along with reclaimed water. This approach calls for a multidisciplinary research group, which is better suited by combining the expertise of two complementary groups in a coordinated proposal: the Environmental Engineering and Microbiology Research Group of the Universitat Politècnica de Catalunya (GEMMA-UPC, Subproject 1) and the Chemical Engineering Department of the Universidad de Almería (DIQUAL, Subproject 2).

Objetivos.

DIQUAL has a large experience on the design, construction and operation of microalgae-based bioprocesses both for high-value applications and wastewater treatment. This group has different pilot and demonstrative plants to study the production of microalgae and downstream processing, and obtain high-value products under real conditions. The group also has a fully equipped laboratory to characterize and evaluate the microalgae-based processes. DIQUAL will have the following external collaborators: an expert in energy engineering (Universidad Politécnica de Madrid), an expert on valuable compounds extraction from microalgae (University of Jaen), and an expert on the evaluation of bioproducts for the enhancement of crops production and protection (Cajamar Foundation).

3.6.8.7 Valorización de lixiviados de residuos vegetales para la producción de bioestimulantes y biopesticidas de interés agrícola mediante microalgas (VALIMA)

Participantes:

Universidad de Almería

Contactos:

José María Fernández Sevilla (jfernand@ual.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Convocatoria de subvenciones a «proyectos de I+D+i» universidades y entidades públicas de investigación (BOJA n.º 119, 23 de junio de 2020).

Duración prevista:

Enero 2021 – Julio 2023

Situación:

En curso.

Resumen

El objetivo del proyecto VALIMA es desarrollar y demostrar un proceso integrado de transformación de lixiviados procedentes del compostaje de residuos vegetales en bioestimulantes y/o biopesticidas de uso en agricultura, empleando microalgas. Se persigue mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción de alimentos por el sector agrícola, además de ofrecer una alternativa a los actuales sistemas de gestión de residuos vegetales, además de generar nuevas herramientas de mejora de la producción y protección de los cultivos. Todo ello mediante el desarrollo de bioprocesos basados en microalgas que empleen tecnologías sencillas y robustas para una operación desasistida. Este tipo de procesos son especialmente interesantes para zonas con elevada producción agrícola, donde normalmente se ubican poblaciones de pequeño y medio tamaño, y en las que existe una elevada disponibilidad de terreno y óptimas condiciones ambientales, tanto para la producción agrícola como de microalgas. Mediante su implementación se podría resolver simultáneamente distintos problemas como: (i) reducción del coste de gestión de los lixiviados vegetales para los agricultores, (ii) posibilidad de implantación de nuevos procesos y oportunidades de trabajo en ambientes rurales, (iii) reducción de los problemas ambientales y de rechazo social asociados a los lixiviados vegetales, (iv) aumento en la disponibilidad de biomasa de microalgas para diversas aplicaciones, (v) mejora de la sostenibilidad y rentabilidad de la producción agrícola.

Objetivos.

Desarrollo de nuevos fotobiorreactores y tecnologías de procesado orientados a la depuración y valorización de lixiviados de residuos vegetales en la provincia de almería.

3.6.8.8 Valorización de subproductos agroalimentarios mediante microalgas para la producción de alimentos y piensos animales (ALGA4FF)

Participantes:

Universidad de Almería

Contactos:

Francisco Gabriel Acien Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Convocatoria de subvenciones a «proyectos de I+D+i» universidades y entidades públicas de investigación (BOJA n.º 119, 23 de junio de 2020).

Duración prevista:

Enero 2021 – Julio 2023

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto ALGA4FF pretende formular distintos alimentos, principalmente productos horneados (salados y dulces), productos líquidos (sopas, purés y zumos) y snacks y estudiar cómo afecta la incorporación de biomasa a sus formulaciones, sino también estudiar el efecto de añadir distintas concentraciones de biomasa sobre la aceptación de los consumidores del producto, y también conocer e incrementar el conocimiento de los consumidores sobre las microalgas como aditivos alimentarios. El objetivo del proyecto ALGA4FF es desarrollar y demostrar un proceso integrado de valorización de subproductos agroalimentarios mediante microalgas para la producción de alimentos y piensos animales. Se persigue mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción de alimentos por la industria agroalimentaria además de ofrecer una alternativa

a los actuales sistemas de gestión de subproductos. Todo ello mediante el desarrollo de bioprocesos basados en microalgas que empleen tecnologías sencillas y robustas. La producción cada vez más sostenible de alimentos es un objetivo prioritario, así como garantizar el suministro, calidad y seguridad de dicha producción. Mediante su implementación se podría resolver simultáneamente distintos problemas como: (i) reducción del coste de gestión de los subproductos, (ii) posibilidad de implantación de nuevos procesos y oportunidades de trabajo, (iii) aumento en la disponibilidad de biomasa de microalgas para diversas aplicaciones, (iv) mejora de la sostenibilidad y rentabilidad de la producción de alimentos.

Objetivos.

Food formulation with biomass of microalgae. Study the effect on physical-chemical, functional, nutritional properties and consumer acceptance.

3.6.8.9 Regeneración de aguas mediante energía solar concentrada (RAYO)**Participantes:**

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”

Unidad funcional de “Desalación y fotosíntesis”

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad. Secretaría General de Universidades, Investigación y Tecnología. Junta de Andalucía. Convocatoria de subvenciones a «proyectos de I+D+i» universidades y entidades públicas de investigación. Modalidad RETOS.

Duración prevista:

05/10/2021-30/06/2023

Situación:

En curso

Resumen:

El pasado 25 de mayo de 2020 se publicó el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, aplicable a partir de junio de 2023. Este reglamento viene a impulsar la regeneración de aguas residuales en Europa, principalmente para riego agrícola, de especial importancia en Almería, con un elevado déficit hídrico y una economía vinculada a la agricultura intensiva. Además, debe impulsar el desarrollo de tecnologías sostenibles, que alcancen tales requisitos de forma segura para el medioambiente. La presente propuesta supone un cambio de paradigma en la desinfección de aguas mediante energía solar, como es la utilización de radiación solar concentrada. Hasta la fecha, la investigación en este ámbito se ha llevado a cabo en sistemas de

captación estáticos sin seguimiento activo de la posición solar. Por un lado, en botellas PET para desinfección de agua para consumo humano en zonas sin acceso directo a agua potable; por otro, en fotorreactores tubulares con captadores solares parabólicos compuestos (CPC), o reactores de canal abierto (raceway pond reactor, RPR) mediante el proceso foto-Fenton que utiliza hierro y peróxido de hidrógeno junto a la radiación solar. En esta propuesta se desinfectará el agua residual, por primera vez, con energía solar concentrada, en reactores tubulares situados en el área focal de captadores cilindroparabólicos de bajo coste con factores de concentración entre 3 y 5. Con ello, se operará a temperaturas entre 60-70°C e irradiancias UV hasta 150W/m², acelerando la inactivación de microorganismos y la degradación de contaminantes emergentes. Además, se prestará especial atención a la economía del proceso, el impacto de la regeneración y el impulso económico a una agricultura enfocada en el uso de recursos renovables. En este proyecto, de dos años de duración, se pondrán las bases científicas y económicas de una nueva tecnología limpia de regeneración de aguas para riego agrícola.

Objetivos:

En este proyecto se plantea, por primera vez, la desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante radiación solar concentrada en fotorreactores operados en modo continuo. Los objetivos generales del proyecto, teniendo en consideración la financiación disponible y la duración de dos años, pueden sintetizarse en:

- Diseñar y construir un prototipo de fotorreactor solar con factores de concentración entre 3 y 5, que pueda operarse en flujo continuo.
- Estudiar la desinfección solar concentrada desde el punto de vista fenomenológico y cinético. Determinar la dosis UV segura para todos los patógenos contemplados en la nueva regulación europea: E. coli, colifagos y esporas de bacterias sulfato-reductoras.
- Optimizar las variables de operación en continuo del fotorreactor para la regeneración de aguas residuales a escala piloto.
- Estudiar la viabilidad económica del nuevo proceso propuesto e investigar la potencialidad de las nuevas tecnologías de regeneración en el mercado del agua, su impacto en el desarrollo económico de la región, con especial referencia a la agricultura y al turismo.

3.6.8.10 Next generation water-smart management systems: large scale demonstrations for a circular economy and society (WATER-MINING)**Participantes:**

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT (NL)
SEALEAU BV (NL)
KWR WATER BV (NL)
FUNDACIO EURECAT (ES)
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS (HE)
S.E.L.I.S. LAMPEDUSA SPA (IT)
CIEMAT-PSA (ES)
DEHEMA GESELLSCHAFT FUER CHEMISCHE TECHNIK UND BIOTECHNOLOGIE E.V. (DE)
BRUNEL UNIVERSITY LONDON (UK)
UNIVERSITY OF ABERDEEN (UK)
WATER EUROPE (BE)
RESOLUTION RESEARCH NEDERLAND BV (NL)
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PALERMO (IT)
WETSUS (NL)
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA (ES)
STICHTING JOINT IMPLEMENTATION NETWORK (NL)
ACSA OBRAS E INFRAESTRUCTURAS SAU (ES)
INSTITUTE OF COMMUNICATION AND COMPUTER SYSTEMS (HE)
HASKONINGDHV NEDERLAND BV (NL)

KANZLER VERFAHRENSTECHNIK GMBH (AT)
LARNACA SEWERAGE AND DRAINAGE BOARD (CY)
STICHTING NATIONAAL CENTRUM VOOR WETENSCHAPS- EN TECHNOLOGIECOMMUNICATIE (NL)
ACCIONA AGUA SA (ES)
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (ES)
JERUSALEM INSTITUTE FOR ISRAELI STUDIES (IL)
AGUAS DO ALGARVE SA (PT)
REVOLVE (ES)
EUROPEAN NETWORK OF LIVING LABS IVZW (BE)
WATER & ENERGY INTELLIGENCE BV (NL)
LENNTech BV (NL)
TITAN SALT BV (NL)
ASSOCIATION EUROPEENNE DES EXPOSITIONS SCIENTIFIQUES TECHNIQUES ET INDUSTRIELLES (BE)
SOFINTER SPA (IT)
THE VASANTDADA SUGAR INSTITUTE (IN)
THERMOSOL ATMOLVITES ANONIMI ETAREIA (HE)
NOURYON INDUSTRIAL CHEMICALS B.V. (NL)
FLOATING FARM HOLDING BV (NL)
MADISI LTD (CY)

Investigador Principal:

Patricia Osseweijer (TU Delft)

Contactos:

Dr. Guillermo Zaragoza (guillermo.zaragoza@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Septiembre 2020 – Agosto 2023

Situación:

En curso.

Resumen

La seguridad del suministro de agua es uno de los desafíos más cruciales para la gestión del agua en la actualidad. Como consecuencia, se requieren soluciones innovadoras de gestión del agua y recursos hídricos alternativos. El proyecto WATER-MINING demostrará y validará soluciones innovadoras de recursos hídricos de próxima generación a escala precomercial de acuerdo con la legislación pertinente, como la Directiva Marco del Agua, la Economía Circular y el Pacto Verde de la UE. Combinará los servicios de gestión del agua con la mejora de recursos renovables como el agua de minería. Se prevé que la obtención de productos con valor añadido ofrezca suministros de recursos regionales para aumentar el crecimiento económico. El proyecto examinará diferentes diseños propuestos para el tratamiento de aguas residuales urbanas y la desalación de agua de mar, así como modelos comerciales innovadores basados en servicios con el objetivo de mejorar la participación de las partes interesadas públicas y privadas.

Objetivos:

Este proyecto tiene como objetivo implementar en casos reales la Directiva Marco del Agua (y otra legislación relacionada con el agua), así como los paquetes de Economía Circular y Pacto Verde de la UE al demostrar y validar soluciones innovadoras de próxima generación a escala de demostración precomercial. Estas soluciones combinan servicios de gestión del agua y recuperación de recursos renovables de alto valor añadido extraídos de recursos hídricos alternativos ("minería de agua"). El proyecto integrará tecnologías innovadoras que han alcanzado niveles de prueba de concepto en proyectos anteriores de la UE. Se espera que los productos finales con valor añadido (agua, sustancias químicas de plataforma, energía, nutrientes, minerales) proporcionen suministros a nivel regional para impulsar el desarrollo económico dentro de una creciente demanda de garantía de recursos. Se proponen diferentes diseños para el tratamiento de aguas residuales urbanas y la desalación del agua de mar, con el fin de demostrar el potencial para replicar el enfoque planteado en ámbitos más amplios de la gestión del agua y los recursos. Se introducirán modelos comerciales innovadores basados en servicios (como el arrendamiento de productos químicos) para estimular formas progresivas de colaboración entre actores públicos y privados y el acceso a inversiones privadas, así como medidas políticas para hacer que las soluciones propuestas sean relevantes y accesibles para su despliegue comercial. El objetivo es permitir que los costes de la recuperación de los recursos se distribuyan en toda la cadena de valor de manera justa, promoviendo incentivos comerciales para las inversiones tanto de proveedores como de usuarios finales a lo largo de la cadena de valor.

PSA-CIEMAT es responsable de uno de los casos de estudio de minería del mar, en el que se demostrará la viabilidad de las tecnologías solares térmicas para mejorar la sostenibilidad de la desalación de agua de mar. En concreto, se plantea demostrar la mejora en la eficiencia de una planta de destilación multi-efecto (MED) alimentada con energía térmica solar tras realizar un pre-tratamiento de nanofiltración que le permita operar a mayor temperatura y con mayor factor recuperación, para después acoplar un cristalizador que produzca NaCl de alta pureza a partir de la salmuera. El rechazo de la nanofiltración se mezclará con el agua destilada producida en la planta MED para destinarla a agua de riego.

3.6.8.11 Solving water issues for csp plants (SOLWARIS)

Participantes:

TSK
CEA
DLR
CIEMAT
Cranfield University
Fundación Tekniker
Rioglass Solar S.A

Archimede Solar Energy S.r.l.
Ingeniería para el desarrollo tecnológico S.I.
FENIKS Cleaning and Safety S.I.
Barcelona Supercomputing Center-
Brightsource industries Israel LTD
AMIRES s.r.o.

Investigador Principal:

Luis Millán (TSK)

Contactos:

Dra. Patricia Palenzuela (patricia.palenzuela@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Mayo 2018 - Abril 2021

Situación:

En curso

Resumen

El propósito general del proyecto SOLWARIS es ampliar, implementar y demostrar tecnologías y estrategias rentables que produzcan una reducción significativa del agua de las plantas de CSP al tiempo que garantizan un excelente rendimiento de la producción de energía eléctrica. El propósito general del proyecto SOLWARIS es ampliar, implementar y demostrar tecnologías y estrategias rentables que produzcan una reducción significativa del agua de las plantas de CSP al tiempo que garantizan un excelente rendimiento de la producción de energía eléctrica. El enfoque SOLWARIS propuesto abordará todos los segmentos de consumo de agua en una planta de CSP mediante:

- 90% para reducción de operaciones de limpieza;
- 15 a 28% para enfriamiento de condensador de turbina;
- 90% para recuperación y reciclaje de agua;
- Y además, una reducción total del consumo de agua por:
- 35% para una planta de CSP enfriada en húmedo
- 90% para una planta de CSP enfriada en seco

Objetivos

- Reducción de las operaciones de limpieza del agua. SOLWARIS apunta a una reducción del consumo de agua en un 90%, es decir, ahorros de casi 0.25m^3 / MWhe dependiendo de la tasa de suciedad y la ubicación del campo solar.
- Enfriamiento retardado del condensador de turbina. Para mantener una temperatura baja en el condensador de la turbina, es decir, una alta eficiencia mientras se reduce el consumo de agua, SOLWARIS demostrará la eficiencia de un depósito de almacenamiento en frío, regenerado por las temperaturas más bajas que ocurren durante la noche.
- Tecnologías de recuperación de agua. SOLWARIS demostrará la eficiencia del uso de un sistema de Evaporación de Efecto Múltiple (MEE) para reciclar y reutilizar el 90% de estas corrientes de aguas residuales (0.5 m^3 / MWhe) usando energía térmica que de otro modo se descargaría desenfocando partes del campo solar, logrando un agua Consumo reducido a 0.05 m^3 / MWhe. La producción de agua dulce ahorrará hasta 0.45 m^3 / MWhe.
- Optimizador de la operación de la planta incluyendo el pronóstico de la tasa de suciedad El tratamiento probabilístico de los pronósticos para los días siguientes es esencial para la optimización de las operaciones de la planta de CSP. SOLWARIS demostrará la eficiencia del control global optimizado de la planta gracias a una aplicación dedicada.
- Estudios socioeconómicos y medioambientales. Los impactos sociales, económicos y ambientales en las comunidades locales cercanas a las plantas de CSP son un punto de preocupación.

- Demostración y validación de tecnologías SOLWARIS.

Todas las tecnologías se instalarán, demostrarán y validarán en condiciones reales en la planta de CSP "La Africana" en España y en la estación de energía solar térmica "Ashalim" en Israel.

3.6.9 Participación en Redes durante 2021

RENUWAL action supported by the CYTED from 2020 to 2022.

3.6.10 Actividades de Difusión

- "Desalación solar y reutilización de salmuera para riego", por Guillermo Zaragoza en el webinar "Regando con agua cada vez más salina" organizado por COEXPHAL y Universidad de Almería, 10 junio 2021.
- "Decentralized solutions for solar-powered desalination", por Guillermo Zaragoza en la sesión "Decentralized solutions for securing safe water in the face of climate change" de la G-STIC Conference "Accelerating technological solutions for the SDGs", Dubai (Emiratos Árabes), 26 octubre 2021. (online)
- "Aplicación de sistemas de desalación solar a pequeña escala", por Guillermo Zaragoza en el Webinar "Desarrollo de tecnologías solares e integración multidisciplinaria de soluciones productivas a pequeña escala aplicadas a la macro zona Chile-Perú-Bolivia" organizado por Solar Energy Research Center Chile, 23 noviembre 2021.
- La noche europea de los investigadores. Almería, España, 2021
- X Simposio de Investigación en ciencias experimentales, Almería, España, 2021

3.6.11 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Silvia Villaro Cos (Master en biotecnología Industrial y agroalimentaria). Optimización de la producción de *Haematococcus pluvialis* como fuente sostenible de astaxantina.
- Francisco Javier Delgado Puerto (Master en biotecnología Industrial y agroalimentaria). Análisis comparativo de la producción de microalgas empleando fertilizantes o aguas residuales.
- Rubén López Pastor (Master en Energía Solar). Energía Solar Térmica Aplicada al Secado de Microalgas.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Caracterización y modelado de sistemas de destilación por membranas batch para concentrar salmueras. Tesis de I. Requena, supervisores: G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas.
- Desarrollo de técnicas de control avanzado para su aplicación en procesos de desalación solar. Doctorando: Juan Miguel Serrano Rodríguez, Universidad de Almería, Programa de Doctorado: Informática. Supervisores: Lidia Roca, Patricia Palenzuela.
- Desarrollo y escalado de procesos basados en microalgas para la producción de ingredientes funcionales para consumo humano. Silvia Villaró Cos. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: José María Fernández Sevilla
- Modelado y control de consorcios de microalgas y bacterias para el tratamiento de aguas residuales. Rebeca Nordio. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: Francisco Gabriel Acien Fernandez
- Diseño y optimización de fotobiorreactores raceway mediante dinámica computacional de fluidos (DCF). Cristian Inostroza González. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: José María Fernández Sevilla

- Caracterización mediante simulaciones numéricas (CFD) del comportamiento fluidodinámico y del régimen de luz en fotobiorreactores destinados al cultivo de microalgas. Aplicación a la mejora de la productividad. Pablo Fernández del Olmo. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: José María Fernández Sevilla.
- Aprovechamiento de residuos vegetales de invernadero para calefacción y enriquecimiento carbónico. Jose Vicente Reinoso Moreno. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: Francisco Gabriel Acien Fernandez.
- Obtención, evaluación y rendimiento de bioestimulantes mediante el cultivo de microalgas en aguas residuales y análisis de calidad de agua de riego para su utilización en agricultura del desierto. Loreto Cavieres Sena. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente. Director: Francisco Gabriel Acien Fernandez.

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- Curso “Curso Básico de Igualdad de Género”. INAP, Madrid (España), 3, 8 y 10 de junio de 2021.
- Curso “Formación general para la promoción y acceso del personal a las plazas del CIEMAT”. CIEMAT, Madrid (España), 4 al 13 de mayo – 21 al 23 de junio de 2021
- Gestión integral del agua en un escenario de estrés hídrico, Almería, España, 2021.

4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.

4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO

Director	José Antonio Sánchez Pérez Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería jsanchez@ual.es
Subdirector	Sixto Malato Rodríguez Profesor de Investigación de O.P.I., CIEMAT sixto.malato@psa.es
Equipo Técnico:	Octavio Malato Rodríguez omalato@ual.es

4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES

Actividad	Universidad de Almería (UAL)	Plataforma Solar de Almería (PSA)
Organometálica y Fotoquímica	Antonio Romerosa Catedrático de la UAL romerosa@ual.es	Christoph Richter Investigador de DLR en la PSA christoph.richter@dlr.de
Análisis Ambiental	Ana Agüera Catedrática de la UAL aaguera@ual.es	Isabel Oller Investigadora de O.P.I. CIEMAT isabel.oller@psa.es
Regeneración de Aguas	José A. Sánchez Catedrático de la UAL jsanchez@ual.es	Inmaculada Polo López Investigador de O.P.I. CIEMAT mpolo@psa.es
Modelado y Control Automático	José D. Álvarez Hervás Profesor Titular de la UAL jhervas@ual.es	Lidia Roca Sobrino Investigador de O.P.I. CIEMAT lroca@psa.es
Desalación y Fotosíntesis	José M. Fernández Catedrático de la UAL jfernand@ual.es	Guillermo Zaragoza Investigador de O.P.I. CIEMAT guillermo.zaragoza@psa.es
Frío Solar	Joaquín Alonso Montesinos Profesor Titular de la UAL joaquin.alonso@ual.es	Jesús María Ballestrín Bolea Investigador de O.P.I. CIEMAT jballestrin@psa.es

4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Diego Valera

Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería

vinvest@ual.es

Manuel Berenguel

Catedrático de la Universidad de Almería

beren@ual.es

Julián Blanco

Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT

julian.blanco@psa.es

Eduardo Zarza

Profesor de Investigación de CIEMAT

eduardo.zarza@psa.es

4.4 COMITÉ CIENTÍFICO

Ángela Fernández Curto

Subdirectora General Adjunta de Grandes Infraestructuras Científico Técnicas
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Gobierno de España

af.curto@ciencia.gob.es

Carlos Bordons Alba

Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla

bordons@us.es

Ana María Amat Payá

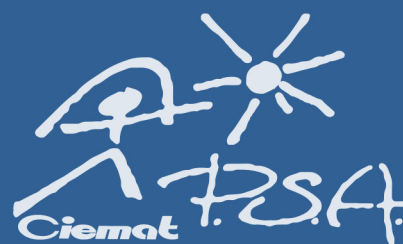
Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia

aamat@txp.upv.es

David Serrano

Catedrático de Ingeniería Química y Director de IMDEA-Energía

david.serrano@imdea.org



Más Info (More Info):
www.ciesol.es – www.ciesol.com