

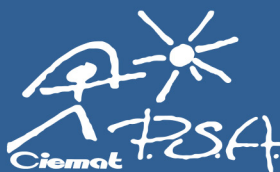
INFORME ANUAL CIESOL

CIESOL ANNUAL REPORT

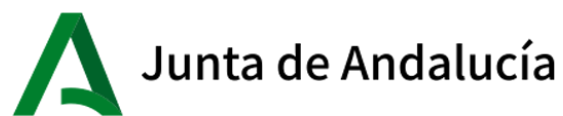
2022



CIESOL



Centro de Investigación en Energía Solar
Solar Energy Research Center



ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	7
1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA.....	7
1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO.....	7
1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO.....	8
1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO.....	9
1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2022.....	11
2. ¿QUÉ OFRECE CIESOL? - INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS.....	13
2.1 ACTUACIONES EN 2022.....	13
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR.....	13
2.3 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR.....	17
3. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.....	25
3.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA.....	25
3.1.1 Descripción de la unidad.....	25
3.1.2 Líneas estratégicas de la unidad.....	25
3.1.3 Investigadores principales de la unidad.....	25
3.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	26
3.1.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022.....	26
3.1.6 Recursos humanos de la Unidad.....	26
3.1.7 Producción científica.....	26
3.1.8 Miembros de la unidad.....	30
3.1.9 Proyectos vigentes durante 2022.....	31
3.1.10 Participación en Redes durante 2022.....	32
3.1.11 Transferencia y Actividades Complementarias.....	32
3.1.12 Actividades de Difusión.....	32
3.1.13 Proyectos solicitados durante 2022.....	32
3.1.14 Otros.....	32
3.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL.....	33
3.2.1 Descripción del Grupo de Investigación.....	33
3.2.2 Líneas estratégicas.....	33
3.2.3 Investigadores principales.....	33
3.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	34
3.2.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022.....	34
3.2.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación.....	35
3.2.7 Producción científica.....	35
3.2.8 Miembros del Grupo de Investigación.....	39
3.2.9 Proyectos vigentes durante 2022.....	40
3.2.10 Actividades de Difusión.....	47
3.2.11 Proyectos solicitados durante 2022.....	48
3.2.12 Otros.....	48
3.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS.....	50
3.3.1 Descripción de la unidad.....	50
3.3.2 Líneas estratégicas de la unidad.....	50
3.3.3 Investigadores principales de la unidad.....	50
3.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	50
3.3.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022.....	51
3.3.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional.....	52
3.3.7 Producción científica.....	52
3.3.8 Miembros de la unidad.....	58
3.3.9 Proyectos vigentes durante 2022.....	60
3.3.10 Actividades de Difusión.....	70
3.3.11 Otros.....	71
3.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL.....	72
3.4.1 Descripción del Grupo de Investigación.....	72
3.4.2 Líneas estratégicas.....	72
3.4.3 Investigadores principales.....	72
3.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	73
3.4.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022.....	75
3.4.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación.....	76
3.4.7 Producción científica.....	76
3.4.8 Miembros del Grupo de Investigación.....	82
3.4.9 Proyectos vigentes durante 2022.....	84
3.4.10 Participación en Redes durante 2022.....	93
3.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias.....	94
3.4.12 Actividades de Difusión.....	96
3.4.13 Otros.....	96

3.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR	100
3.5.1 Descripción de la Unidad	100
3.5.2 Líneas estratégicas	100
3.5.3 Investigadores principales.....	100
3.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	101
3.5.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022.....	102
3.5.6 Recursos humanos.....	102
3.5.7 Producción científica	102
3.5.8 Miembros de la Unidad	104
3.5.9 Proyectos vigentes durante 2022	105
3.5.10 Transferencia y Actividades Complementarias	111
3.5.11 Actividades de Difusión.....	111
3.5.12 Otros.....	112
3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS	113
3.6.1 Descripción de la Unidad	113
3.6.2 Líneas estratégicas	113
3.6.3 Investigadores principales.....	113
3.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022.....	114
3.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021.....	114
3.6.6 Producción científica	114
3.6.7 Miembros de la Unidad	120
3.6.8 Proyectos vigentes durante 2021	122
3.6.9 Participación en Redes durante 2022.....	140
3.6.10 Actividades de Difusión.....	141
3.6.11 Otros.....	141
4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	143
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	143
4.2 EQUIPO TÉCNICO	143
4.3 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.....	143
4.4 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	144
4.5 COMITÉ CIENTÍFICO.....	144

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.



Edificio CIESOL

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 (<https://www.ual.es/estudios/masteres/presentacion/7106>).

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 2, donde exponemos las infraestructuras con detalle.

Durante 2022, 93 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL (54 hombres y 39 mujeres), 37 de ellos (20 hombres y 17 mujeres) con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 30 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andaluz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 8 contratos con empresas e instituciones, 20 proyectos europeos y 11 redes (8 nacionales y 3 internacionales).

Por otro lado, las unidades del centro han contado con 7 estancias de investigadores internacionales de 5 países diferentes, Argentina, Brasil, Chile, Grecia e Irán.

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 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.

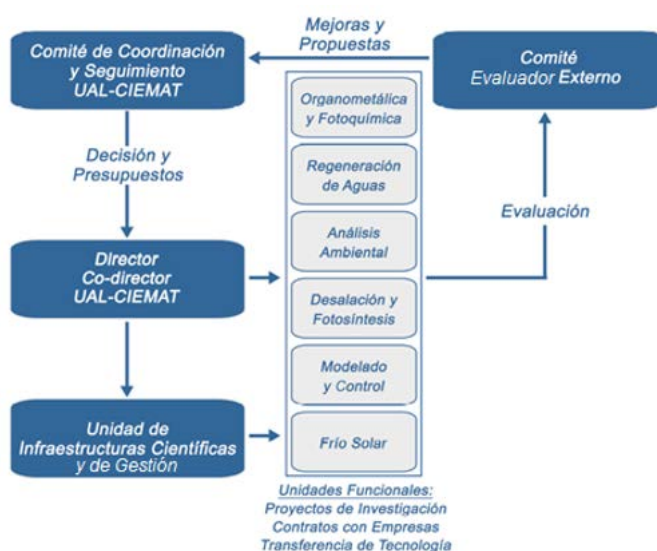


Triple TOF 5600

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 Martínez (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). Durante 2022 el director de CIESOL ha sido José Antonio Sánchez Pérez (a partir de enero de 2023 será José Luis Casas López debido al nombramiento de José Antonio Sánchez Pérez como Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería) 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.

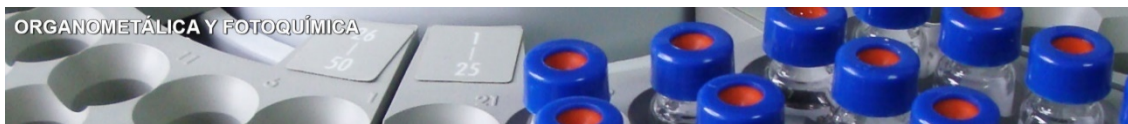
¿Cuáles son las Unidades Funcionales del CIESOL?



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.



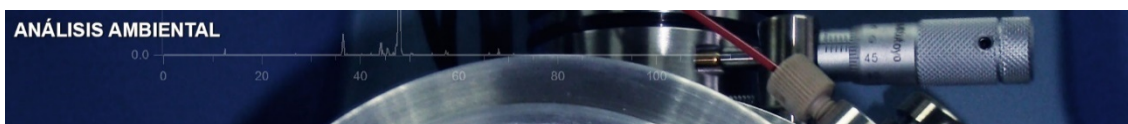
Modelado y control. Liderado por Manuel Berenguel Soria (UAL) y Lidia Roca Sobrino (PSA), el grupo trabaja en el modelado y control de plantas termosolares, fotorreactores y fotobiorreactores, al tiempo que estudia la eficiencia energética y control de confort en edificios, incluyendo redes energéticas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

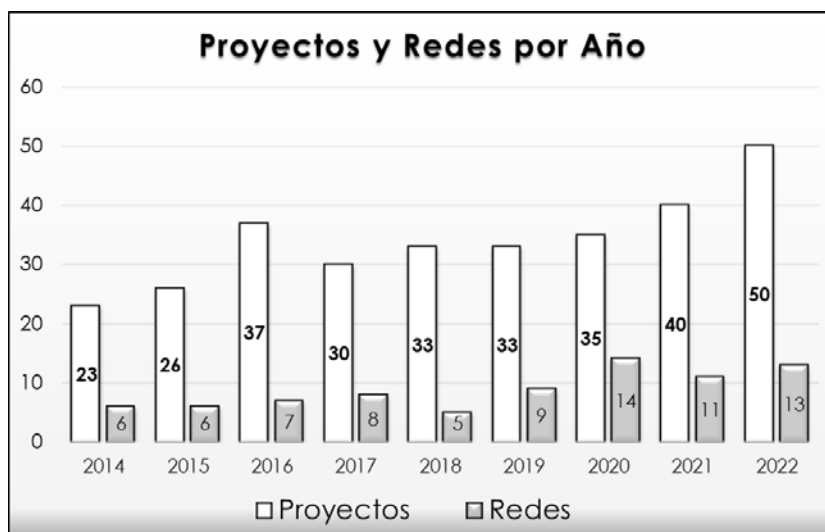


Desalación y Fotosíntesis. El grupo desarrolla dos líneas paralelas de trabajo, la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas así como la producción de microalgas y productos de interés. Los investigadores principales son José M. Fernández Sevilla (UAL) y Guillermo Zaragoza del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

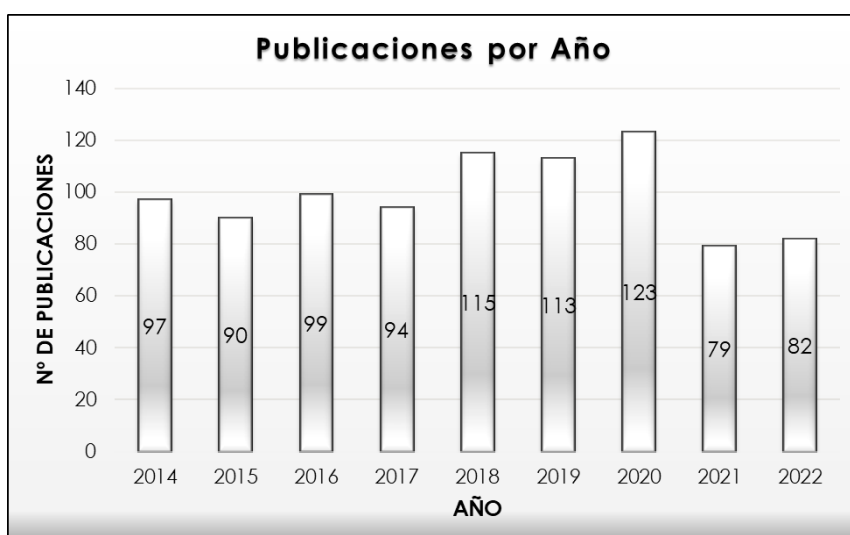
1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2022

En el año 2022 se ha continuado con 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, 2022 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 el año 2022, 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 han tenido un coste de 9000 € anuales.



Ciesol ha mantenido durante 2022 su actividad investigadora a través de los 50 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 34 proyectos en ejecución al año, con una tendencia alcista en los últimos tres años. En cuanto a las redes, se ha participado en 8 redes nacionales y 5 internacionales.



En cuanto a la producción científica correspondiente a 2022, se ha alcanzado un total de 82 publicaciones con filiación CIESOL [63 en Q1 (77%), 9 en Q2 (11%), 3 en Q3 (4%) y 4 en Q4 (5%)] de ellas, 42 con colaboración internacional, lo que supone un 51% del total, como indicador del carácter internacional del centro. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (16) e internacionales (42) con un total de 155 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 99 artículos al año.

Respecto a las tesis doctorales, en la colaboración UAL-PSA durante 2022 se han defendido 2 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 2022

En 2022 se ha seguido mejorando y ajustando el sistema de control climático del edificio y terminando de equipar los laboratorios reformados el año pasado.



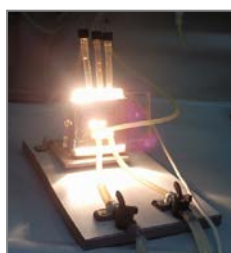
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR

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.



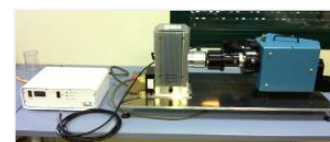
El reactor micromolar fotoquímico es un sistema que permite irradiar de forma controlada un pequeño volumen de un sistema químico reactivo, tanto homogéneo como heterogéneo, utilizando como fuente de radiación la luz solar o, en su defecto, lámparas artificiales de luz halógena, es idóneo para estudiar 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 mediados 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 termostatzada 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.



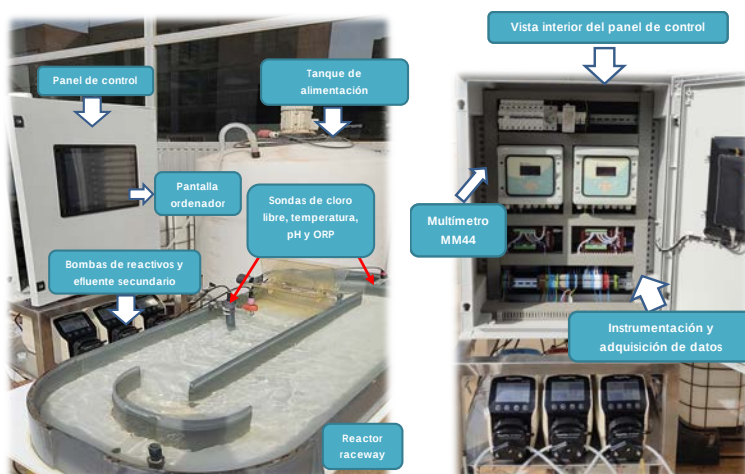
Simulador solar Suntest CPS+ de Atlas.

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.





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.



Plantas demostrativas. Contamos con tres plantas demostrativas para la regeneración de efluentes secundarios de EDAR empleando el proceso foto-Fenton. Operan con irradiación solar directa y cuentan con radiómetros para registrar la radiación incidente en cada caso. Están basados en la tecnología raceway y están totalmente equipados para el funcionamiento automático en modo continuo. Sus capacidades de tratamiento están entre 5 y 25 m³/h.

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

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.



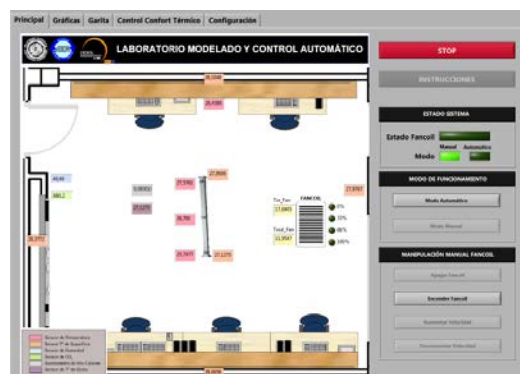
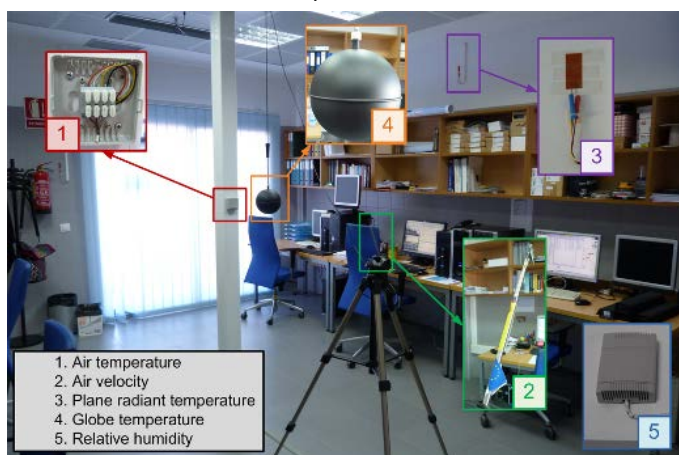
Campo de colectores solares



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

Sistema de componentes de banda ultraancha (UWB) para solución de sistema de localización en tiempo real.

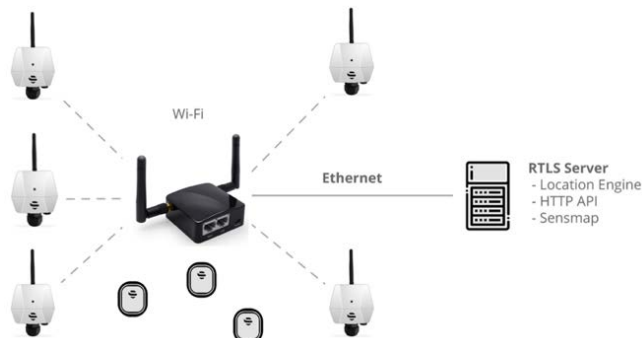
Diferentes estancias de la planta baja y la primera planta del edificio dispone de un sistema de componentes de banda ultraancha para la localización de los usuarios del edificio en tiempo real. Este sistema está compuesto por radiobalizas (*anchors*), que forman una red interna aparte de la propia de CIESOL por donde envían los datos de localización de los usuarios, y tags, que el usuario lleva en el bolsillo o atado a su muñeca, que se comunican con dichas balizas y por medio de la triangulación de las balizas situadas en una estancia permiten conocer en tiempo real donde se encuentra el usuario de dicho tag.



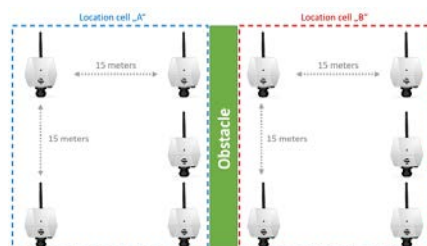
Radiobalizas



Tags



Red interna



Triangulación

Punto de recarga para vehículos eléctricos.

El centro dispone, en la cara oeste del patio, de un punto de recarga mediante corriente alterna para vehículos eléctricos. Dicho punto de recarga está conectado a una fila de paneles fotovoltaicos que es la que alimenta a dicho punto de recarga. En el caso de que no haya suficiente radiación para cubrir la demanda del coche conectado el punto de recarga será alimentado por las baterías de la microrred del edificio evitando, de esta manera, consumir energía de la red eléctrica.



Punto de recarga para vehículos eléctricos



Perfil de consumo/producción

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 tres inversores, uno de ellos gestiona la fila de ampliación de paneles fotovoltaicos y alimenta al laboratorio 6 y al punto de recarga del vehículo eléctrico, otro de los inversores gestiona dos paneles que están en la parte más alta de la cubierta, y simulan una red aislada, con una carga específica de un aire acondicionado. También se ha incorporado un Fronius Symo Gen 24 8.0 con una planta fotovoltaica de 9.3Kwp.



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 un PC de sobremesa con 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



Ejemplo registrador de datos

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.

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 energía 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 energía 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.



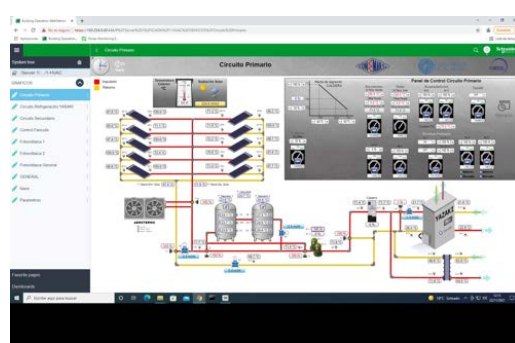
Sistema invernadero.

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). Se han instalado además 2 piranómetros (CMP

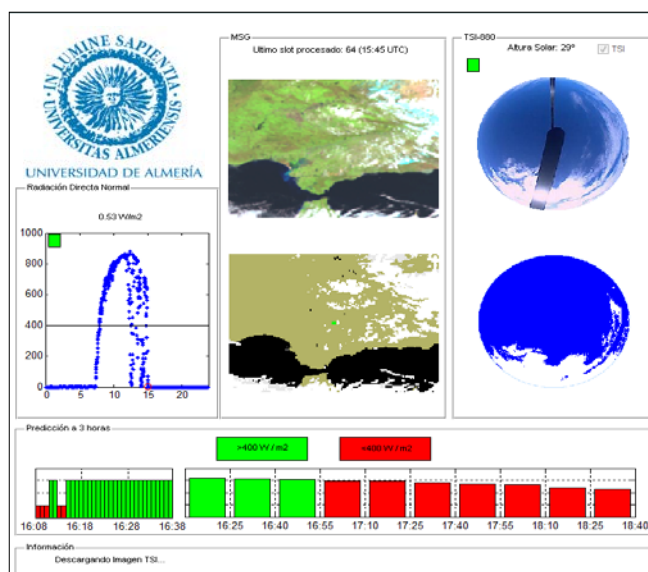
11 Kipp & Zonen) para medir la radiación en plano inclinado teniendo estos la misma inclinación del campo solar, junto con 2 piranómetros que miden la radiación normal GHI (1 CMP 11 y otro SMP6 de Kipp & Zonen)



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 para medida de precipitaciones. El pluviómetro Lambrecht meteo, permite registrar la cantidad de agua caída, además de registrarse la intensidad de la lluvia en cada intervalo de tiempo.



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.



Estacion de medida de partículas y calidad de aire. El AEROQUAL AQS1 es un medidor de partículas de aire nos permite detectar partículas simultáneamente de PM10 PM2.5 o TSP además también cuenta con medidad de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Ozono (O₃). Pudiendo obtener información de la calidad del aire a intervalos de un minuto.



3. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR

3.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA

3.1.1 Descripción de la unidad

Esta unidad se compuso en 2022 de 10 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), ahora Director de la empresa Solarway SLNE. 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 240 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 de la unidad

- Desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y heteronucleares solubles en agua y con actividad fotocatalítica 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 de la unidad

Antonio Manuel Romerosa Nievas (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 SolarPACES. En 2011 fundó la empresa Solarway SLNE con especial dedicación a la gestión del SolarPACES y su conferencia internacional anual. Desde junio del 2022 ha dejado su puesto en el DLR y se dedica como director de Solarway al SolarPACES, a parte sigue participando con su empresa Solarway en proyectos de investigación.

3.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022

Durante 2022 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 2022 se ha continuado con la formación de doctores, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales. Es de destacar que uno de sus miembros, D. Franco Scalambra, ha conseguido el puesto de profesor titular de Universidad.

3.1.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022

Durante 2022 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 de la Unidad

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 García, 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	
4	4				

Artículos

- The Significant Influence of a Second Metal on the Antiproliferative Properties of the Complex $[\text{Ru}(\eta^6\text{C}_{10}\text{H}_{14})(\text{Cl}_2)(\text{dmoPTA})]$. Nazanin Kordestani, Elisa Abas, Laura Grasa, Andres Alguacil, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. *Chem.Eur.J.* 2022, 28, 3, e202103048 (1 of 12) CLAVE: A, DOI: doi.org/10.1002/chem.202103048
- Insights into the κ -P,N-Coordination of 1,3,5-Triaza-7-2 phosphadadamantane and Derivatives: κ -P,N-Heterometallic Complexes and a ^{15}N Nuclear Magnetic Resonance Survey. Andres Alguacil, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. *Inorg. Chem.* 2022, 61, 5779–5791. DOI: doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c03831
- Photo-generation of H_2 by Heterometallic Complexes. Franco Scalambra, Ismael, Antonio Romerosa. *Dalton Trans.*, 2022, 51, 14022–14031. DOI: 10.1039/D2DT01870E
- Ru complexes containing N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphadadamantane (mPTA) as catalysts for the isomerization of 2-cyclohexen-1-ol. Belén López-Sánchez, Ana Belén Bohome-Espinosa, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. *Appl Organomet Chem.* 2022. e6971. DOI: doi.org/10.1002/aoc.6971

Participación en congresos

- XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido. Sevilla. 30 enero - 2 febrero 2022.
- 8th Latin American Symposium on Coordination and Organometallic Chemistry. On-line. 10-11 marzo 2022.
- XXXVIII Reunión bienal de la Sociedad Española de Química. Granada del 27-30 junio 2022.
- X International Meeting of the Spanish Society on Neutron Techniques. SENT2022. Almería. 18-20 julio 2022.
- XXII International symposium on homogeneous catalysis Lisbon. 24-29 julio 2022.
- 2nd Spanish Workshop on Phosphorus Chemistry. On-line. 20-21 junio 2022.
- 44th International Conference on Coordination Chemistry. Rimini, Italia. 28 agosto - 2 septiembre 2022.
- XL GEQO conference Organometallic Chemistry Group. Barcelona 7-9 septiembre 2022.

Contribuciones a congresos

Nacionales

- New insight on the κ -P,N coordination of 1,3,5-triaza-7-phosphadadamantane and derivatives and their complexes: new κ -P,N heterometal complexes and a ^{15}N NMR survey. Andrés Alguacil, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nievas. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Oral. O21.
- Important advance about catalytic isomerization of allylic alcohols in water. Belén López-Sánchez, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nievas. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Oral Flash. F-B5.

- Bis-heterometallic RAPTA type complexes as antiproliferative agents. Nazanin Kordestani, Elisa Abas, Laura Grasa, Andres Alguacil, Franco Scalambra and Antonio Manuel Romerosa Nieves. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Oral Flash. F-B7.
- Una perspectiva de los complejos metálicos con el ligando 1,3,5-triaza-7-phosphatricycle[3.3.1.1^{3,7}]decane (PTA). Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Belen Sánchez-Pérez, José Veiga, Andrés Alguacil, Ismael Díaz Ortega. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Oral Flash. F-B11.
- Catalytic isomerization and oxidation of 3-methyl-2-cyclohexen-1-ol in water. Belen López-Sánchez, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Poster. P12.
- Synthesis, characterization and antiproliferative properties of new bisheterometallic Ruthenium complexes with tetrameric structure. A. Alguacil, Z. Mendoza, P. Lorenzo-Luis, F. Scalambra, A. Romerosa. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Poster. P26.
- Interaction between plasmid DNA (pKSII) and Bipyridil-Ru(II) complexes containing 1,3,5-Triaza-7-phosphadadamantane (PTA). J. M. Veiga del Pino, A. Romerosa Nieves, F. Scalambra, F. García Maroto, A. Hernández Zanoletty. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Poster. P32.
- New Strategy for the Design of Poly-heterometallic complexes: Synthesis, Characterization and Antiproliferative Activity. Nazanin Kordestani, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. QIES22 (XIX Reunión del Grupo Especializado de Química Inorgánica/XIII Reunión del Grupo Especializado de Química de Estado Sólido) 30 enero - 2 febrero 2022. Sevilla. Poster. P33.

Internacionales

- New heterometallic Ruthenium complexes with tetrameric structure and their antiproliferative activities. A. Alguacil, Z. Mendoza, P. Lorenzo-Luis, F. Scalambra, A. Romerosa. 8th Latin American Symposium on Coordination and Organometallic Chemistry. 10-11th March, 2022. Poster. Virtual.
- Catalytic isomerization of allylic alcohols: Role of water. B. López-Sánchez, F. Scalambra and A. Romerosa. 8th Latin American Symposium on Coordination and Organometallic Chemistry. 10-11th March, 2022. Poster. Virtual.
- A study on the behavior of [RuCp(OH₂-□O)(PTA)₂](CF₃SO₃) in the catalytic isomerization of branched allylic alcohols. Cano-Asensio, J., López-Sánchez, B., Scalambra, F. and Romerosa-Nieves, A. XXXVIII Reunión bienal de la sociedad española de química. Granada del 27 al 30 de junio de 2022. Poster. PP-001. Poster session A - 28/06/2022.
- Catalytic activity of aqueous complexes of Ru(II) in the isomerization, oxidation, and 1,3-transposition reactions of the pheromone 3-methylcyclohex-2-enol. Belen López-Sánchez, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. XXXVIII Reunión bienal de la sociedad española de química. Granada del 27 al 30 de junio de 2022. Poster. PP-018. Poster session A - 28/06/2022.

- Study of the biological activity of bipyridyl-Ru(II) complexes containing 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane (PTA). J.M. Veiga Del Pino, A.M. Romerosa Nievas, F. Scalambra, F. García Maroto. XXXVIII Reunión bienal de la sociedad española de química. Granada del 27 al 30 de junio de 2022. Poster.PP-640. Poster session C - 30/06/2022.
- New series of bis-heterometallic rapta complexes as novel antiproliferative agents. Nazanin Kordestani, Franco Scalambra and Antonio Romerosa. XXXVIII Reunión bienal de la sociedad española de química. Granada del 27 al 30 de junio de 2022. Comunicación Flash. S06. New Frontiers in Organometallic Chemistry - 30/06 - 15:00
- Evaluation of the biological properties of mono and hetero-bimetallic ruthenium complexes. Andrés Alguacil, Franco Scalambra, Fernanda Marques, Ana Isabel Tomaz, Andreia Valente, Antonio Romerosa. XXXVIII Reunión bienal de la sociedad española de química. Granada del 27 al 30 de junio de 2022. Comunicación Flash. S07. Chemical Tools for Chemical Biology - 29/06 - 16:00.
- Study of α -allylic alcohol intermediates in water by NMR spectroscopy and Neutron Scattering. Belén López Sánchez, Franco Scalambra, Antonio Romerosa Nievas, Nicole Holzmann and Leonardo Bernasconi. Xth International Meeting of the Spanish Society on Neutron Techniques. SENT2022. 18th to 20th July 2022, University of Almeria. O20. Pp 13.
- Future Insights and deeply studies of a new family of water-soluble lanthanides complexes: ainteresting family of compounds to be studied by neutron scattering techniques. V. Moreno-Vera, I. F. Díaz-Ortega and A. Romerosa. Xth International Meeting of the Spanish Society on Neutron Techniques. SENT2022. 18th to 20th July 2022, University of Almeria. P8. Pp 62.
- Isomerization of allylic alcohols in water catalyzed by water-soluble ruthenium complexes. Belén López-Sánchez, Judith Cano-Asensio, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. XXII International symposium on homogeneous catalysis Lisbon, July 24-29-2022. Invited Session. IL14.
- The role of water in homogeneous catalytic processes mediated by water soluble ruthenium complexes. 2nd Spanish Workshop on Phosphorus Chemistry. 20th and 21st June 2022. Virtual. Oral Presentation.
- 3,7-dimethyl-1,3,7-triaza-5-phosphabicyclo[3.3.1]nonane (dmoPTA): A versatile ligand for the synthesis of antiproliferative polymetallic complexes. Andrés Alguacil, Nazanin Kordestani, Franco Scalambra, P. Lorenzo, Isaac de los Rios, A. Romerosa. 44th International Conference on Coordination Chemistry. Rimini, Italia. August 28th - September 2nd 2022. Invited Lecture; T8.2 Metals in medicine, therapeutics, and diagnostics. Invited Lecture. IL106.
- Neutron Scattering: a valuable technique to study metal-mediated processes in water. Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Belén López-Sánchez, Nicole Holzmann, Leonardo Bernasconi. XL GEQO conference Organometallic Chemistry Group, Barcelona 7th- 9th, September 2022. Oral Presentation. OC16

Organización de congresos

- X International Meeting of the Spanish Society on Neutron Techniques (SETN). Universidad de Almería 18-20 julio 2022.
- 28th International SolarPACES Conference, Albuquerque, USA, 27-30 Septiembre 2022.

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

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna

Ismael Diaz Ortega



Investigador Postdoctoral
UAL

Cristóbal Saraiba Bello



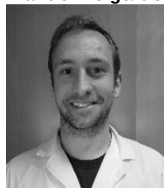
Investigador Doctor
UAL

Belén López Sánchez



Investigador Predoctoral
UAL

José Manuel Veiga del Pino



Investigador Predoctoral
UAL

Christoph Richter



Investigador
Director Solarway SLNE
christoph.richter@solarway.es
+(34) 647120001

Isaac de los Rios Hierro



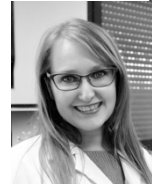
Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL

Sonia Mañas Carpio



Investigador Doctor
UAL

Lourdes Sánchez



Investigador Doctor
UAL-CTAP

Andrés Alguacil Alarcón



Investigador Predoctoral
UAL

Nazanin Kordestani



Investigador Postdoctoral
UAL

3.1.9 Proyectos vigentes durante 2022

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 2022

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 Nieves, Franco Scalambra, Nazanin Kordestani Mahani. P202030718 (2005009-ESP) (13/06/2020); Publicación: ES 2891137 A1 (26/01/2022); 2005009-WOPP (Europea). SOLICITUD DE APLICACIÓN: PCT/ES2021/070509 (12/07/2021), Publicación: WO 2022/013467 A1 (20/01/2022)

3.1.12 Actividades de Difusión

Noche de los Investigadores-2022. Universidad de Almería. Almería. 30-09-2022. Dedicada al sol y el hidrógeno.

3.1.13 Proyectos solicitados durante 2022

Se ha solicitado 1 proyecto Convocatoria 2022 - «Proyectos de Generación de Conocimiento» Ministerio de Ciencia e Innovación

3.1.14 Otros

Trabajos fin de grado y Máster:

- Alvaro Martinez Aguilera. (Grado en Química). Síntesis y caracterización de complejos tipo rapta con el ligando DMOPTA.
- Fernando Bonilla Millan. Máster en Laboratorio Avanzado de Química. Evaluación in silico de los compuestos $[Ru(N_6-C_{10}H_{14})(Cl_2)-\zeta-DMOPTA-1KP:2K_2N,N\zeta-ZNCL_2]$ Y $[Ru(N_6-C_{10}H_{14})(Cl_2)(DMOPTA)]$: identificación de sus interacciones intermoleculares con ADN y un octámero de histona.

Tesis doctorales en proceso de realización

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

Otras actividades científicas

Curso de verano de la UAL: Neutrons, electrons and X-ray techniques. . 20-22/07/2022. Universidad de Almería (<https://www.eventos.eidual.com/program/>)

3.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL

3.2.1 Descripción del Grupo de Investigación

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 30 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 40 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, en 13 de ellos como investigadora principal. Es co-autora de 2 patentes y 172 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=64, marzo, 2023). Ha co-dirigido 10 tesis doctorales y participado en más de 160 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 18 años de experiencia en el campo de la descontaminación y regeneración 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, HE). 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 165 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 180 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (abril 2023). Además, ha

participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (abril 2023): 46.

3.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022

Durante 2022, la Unidad Funcional de Análisis Ambiental ha trabajado en la ejecución de los 6 proyectos en curso y ha iniciado la ejecución de tres nuevos proyectos.

En julio de 2022 finalizó el proyecto ANBAGENS (UAL18-FQM-B001-B), completándose el informe final del mismo, y el 2 de diciembre dio comienzo el proyecto MODITRAGUA (PROYEXCEL_00585), de la convocatoria de Proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía. Asimismo, se ha aprobado la ampliación del plazo de ejecución del proyecto LIFE PureAgroH2O Water (LIFE17 ENV/GR/000387), hasta el 31/12/2023. Se ha dado un importante avance en este proyecto, al recibirse el reactor de nanofiltración fotocatalítica a escala pre-piloto diseñado y construido por el grupo del centro de investigación DEMOKRITOS (NCSR DEMOKRITOS), socio del proyecto. En este periodo se ha trabajado en la puesta a punto y operación del reactor, que ha dado lugar a una primera publicación conjunta. En el marco del proyecto LIFE ULISES (LIFE18 ENV/ES/000165), se ha completado y publicado el trabajo sobre evaluación en continuo del proceso foto-Fenton solar a escala demostrativa empleando el reactor construido en las instalaciones de la EDAR de El Bobar. En el proyecto PANI WATER (Third party Amendment Reference No AMD-820718-11), se ha trabajado en la cuantificación y monitorización de la eliminación de microcontaminantes y subproductos de desinfección (trihalometanos), generados a partir de la aplicación de ozono como tratamiento terciario para la regeneración de aguas residuales urbanas simuladas de la India con el objetivo final de su reutilización en riego de cultivo

En el proyecto LIFE PHOENIX (LIFE19 ENV/ES/000278), la Unidad ha completado la tarea correspondiente a la monitorización de 8 EDAR y ERAR seleccionadas de la provincia de Almería a fin de conocer el grado de cumplimiento de estas con la nueva Regulación europea de reutilización. Se han realizado dos intensas campañas de muestreo (verano e invierno), en las que se han determinado microcontaminantes orgánicos, hormonas y antibióticos. Finalmente, en el proyecto NAVIA (PID2019-110441RB-C31) se ha completado y publicado el estudio sobre degradación de tiabendazol y sus productos de transformación mediante dos procesos foto-asistidos en reactor raceway empleando catalizadores basados en hierro (fracción magnética de un mineral de titanio, MFTO). Se ha completado asimismo un trabajo sobre combinación de foto-Fenton solar con NaOCl en flujo continuo como tratamiento terciario, en el que el grupo de Análisis Ambiental ha realizado el seguimiento de la eliminación de microcontaminantes orgánicos, así como la formación y eliminación de subproductos de desinfección (trihalometanos).

Por último, se iniciaron los proyectos DIGI4WATER e INTEGRASOL aprobados en la convocatoria 2021 de Proyectos orientados a la Transición Ecológica y Transición Digital, del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Aunque el proyecto DIGI4WATER no está vinculado a CIESOL, se incluye aquí, dado que la unidad funcional está estrechamente vinculada con el mismo, siendo las dos investigadoras principales coordinadora (I. Oller) y miembro del equipo de investigación (A. Agüera).

3.2.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022

Durante 2022 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), ANUKIS (PDC2021-121772-I00), y NAVIA (PID2019-110441RB-C31). Además, se mantiene también la colaboración con la unidad de Modelado y Control en actividades de automatización y control de plantas de tratamiento de aguas (concretamente en procesos de nanofiltración). Asimismo, se inicia una nueva colaboración en el marco del proyecto MODITRAGUA que se

inicia este año y en el que miembros de esta unidad trabajaran en el desarrollo de una herramienta informática de decisión mediante técnicas de aprendizaje automático que permita, en función de parámetros físico-químicos y microbiológicos, prever la necesidad de aplicación de técnicas alternativas a la cloración en ERAR o indicar las concentraciones mínimas necesarias para llevar a cabo acciones de cloración de manera segura.

3.2.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

A lo largo de 2022 han dejado la Unidad Funcional por finalización de sus contratos:

- Dennis Deemter
- Melina Rocamante
- Ángela González García,
- Azahara Martínez García

Se ha incorporado,

- Dña. Sara Guerrero con un contrato del Programa Investiga.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dra. Dimitra Lambropoulou. Full professor. Aristotle University of Thessaloniki (AUTH). Estancia en el arco del Proyecto SFERA III.
- Kyriaki Anagnostopoulou, PhD Student. Aristotle University of Thessaloniki (AUTH). Estancia en el arco del Proyecto SFERA III.
- Dr. Javier Ferrer Valenzuela. Universidad de Concepción (Chile). Estancia en el marco del Programa Erasmus+ de movilidad de personal para docencia.

Alumnos en prácticas extracurriculares:

- Agustín Manuel París Reche. Contrato en prácticas de CIESOL.

Alumnos en prácticas curriculares:

- José Javier Flores Morales. Grado en Química.
- Vanesa Rubira. 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	11	2			8

Artículos

- Sulfate radical anion: Laser flash photolysis study and application in water disinfection and decontamination. Berruti, I., Polo-López, M.I., Oller, I., Flores, J., Marin, M.L., Bosca, F. Applied Catalysis B: Environmental, (2022) 315, 121519, <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121519>.
- Recent advances in solar photochemical processes for water and wastewater disinfection. Berruti, I., Nahim-Granados, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Oller, I., Polo-López, M.I. (2022) Chemical Engineering Journal Advances, 10, 100248, . <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100248>.
- Evaluation of commercial zerovalent iron sources in combination with solar energy to remove microcontaminants from natural water at circumneutral pH. Roccamante, M., Miralles-Cuevas, S.,

- Cabrera-Reina, A., Oller, I., Malato, S. (2022) *Chemosphere*, 286, 131557, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131557>.
- Natural solar activation of modified zinc oxides with rare earth elements (Ce, Yb) and Fe for the simultaneous disinfection and decontamination of urban wastewater. Berruti, I., Gonçalves, N.P.F., Calza, P., Paganini, M.C., Oller, I., Polo-López, M.I. (2022) *Chemosphere*, 303, 135017, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135017>
 - Simultaneous disinfection and microcontaminants elimination of urban wastewater secondary effluent by solar advanced oxidation sequential treatment at pilot scale. Maniakova, G., Polo-López, M.I., Oller, I., Abeledo-Lameiro, M.J., Malato, S., Rizzo, L. (2022) *Journal of Hazardous Materials*, 436, 129134, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129134>
 - Advanced microbiological tools for tracking complex wastewater treatment efficiency through the combination of physicochemical and biological technologies. Ruíz-Delgado, A., Ponce-Robles, L., Salmerón, I., Oller, I., Polo-López, M.I., Malato, S. (2022) *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 108651, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108651>
 - EEM-PARAFAC as a convenient methodology to study fluorescent emerging pollutants degradation: (fluoro)quinolones oxidation in different water matrices. Sciscenko, I., Mora, M., Micó, P., Escudero-Oñate, C., Oller, I., Arqués, A. (2022) *Science of the Total Environment*, 852, 158338, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158338>
 - Removal of microcontaminants by zero-valent iron solar processes at natural pH: Water matrix and oxidant agent's effect. Roccamante, M., Ruiz-Delgado, A., Cabrera-Reina, A., Oller, I., Malato, S., Miralles-Cuevas, S. (2022) *Science of the Total Environment*, 819, 153152., <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153152>.
 - Large-scale raceway pond reactor for CEC removal from municipal WWTP effluents by solar photo-Fenton. Gualda-Alonso, E., Soriano-Molina, P., Casas López, J.L., García Sánchez, J.L., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A. (2022) *Applied Catalysis B: Environmental*, 319, art. no. 121908. DOI: 10.1016/j.apcatb.2022.121908
 - Nutritional inter-dependencies and a carbazole-dioxygenase are key elements of a bacterial consortium relying on a *Sphingomonas* for the degradation of the fungicide thiabendazole. Vasileiadis, S., Perruchon, C., Scheer, B., Adrian, L., Steinbach, N., Trevisan, M., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Chatzinotas, A., Karpouzas, D.G. (2022) *Environmental Microbiology*, 24 (11), pp. 5105-5122. DOI: 10.1111/1462-2920.16116
 - A critical review of trends in advanced oxidation processes for the removal of benzophenone-3, fipronil, and propylparaben from aqueous matrices: Pathways and toxicity changes. Ricardo, I.A., Paniagua, C.E.S., Alberto, E.A., Starling, M.C.V.M., Agüera, A., Trovó, A.G. (2022) *Journal of Water Process Engineering*, 49, art. no. 102973. DOI: 10.1016/j.jwpe.2022.102973
 - Degradation of Thiabendazole and Its Transformation Products by Two Photo-Assisted Iron-Based Processes in a Raceway Pond Reactor. Portilla-Sangabriel, M., Martínez-Piernas, A.B., Agüera, A., Arzate, S., Sánchez Pérez, J.A., Ramírez-Zamora, R.-M. (2022) *Topics in Catalysis*, 65 (9-12), pp. 1113-1127. DOI: 10.1007/s11244-022-01638-x
 - Polystyrene nanoplastics and wastewater displayed antagonistic toxic effects due to the sorption of wastewater micropollutants. Verdú, I., Amariei, G., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Leganés, F., Rosal, R., Fernández-Piñas, F. (2022) *Science of the Total Environment*, 819, art. no. 153063. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153063

Participación en congresos

- 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan (Italia) 27Junio– 1 Julio, 2022.
- XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas META 2022. Sevilla (España) 1-3 junio 2022.
- 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA), Turin (Italia), 6-10 Junio, 2022.
- 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela (España), 6-10 Junio 2022.
- XLIII Jornadas de Automática. Logroño, 7, 8 y 9 de septiembre de 2022.
- ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry (EUROSUN 2022). Kassel (Alemania) 25 - 29 Septiembre 2022.
- XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022

Contribuciones a congresos

- Antimicrobial resistance and wastewater reuse: a field study in the intensive agriculture of Spain. S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, A. González, I. Oller, S. Malato, P. Plaza-Bolaños, Ana Agüera, M.I. Polo-López. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan (Italia) 27Junio– 1 Julio, 2022. Comunicación oral.
- Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes for wastewater disinfection. I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M.I. Polo-López. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan (Italia), 27 Junio– 1 Julio, 2022.
- Solar treatments for urban wastewater effluent reclamation: the experience at Plataforma Solar de Almería. M. I. Polo-López, I. Oller, S. Malato, S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, A. Ruiz-Aguirre, S. Miralles-Cuevas. 3rd International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022)-PRIMA DSWAP WORKSHOP, Milan (Italia), 27 junio –1 julio, 2022. Comunicación oral.
- Procesos solares y ozonización para la reutilización de agua de lavado de la industria de IV gama: evaluación global. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López. XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas META 2022. Sevilla (España) 1-3 junio 2022. Comunicación oral.
- Simultaneous micropollutant removal and pathogen inactivation by advanced oxidation technologies for wastewater recovery. I. Oller, M.I. Polo-López, S. Nahim-Granados, S. Malato, M.J. Abeledo Lameiro, S. Miralles, A. Agüera. Keynote in 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA), Turin (Italia), 6-10 Junio, 2022. Comunicación oral.
- Solar photo-Fenton process using zero valent iron obtained from olive mill wastewater for microcontaminants removal: A pilot plant scale assessment. S. Malato, S. Miralles, M. Roccamante, I. Oller, A. Cabrera, A. Ruiz-Delgado. 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA). Turin (Italia) 6-10 Junio, 2022.
- Evaluation of new immobilized photocatalyst for simultaneous wastewater decontamination and disinfection. A. Hernández-Zanoletty, I. Oller, M.I. Polo-López, S. Malato, J. Flores, O. Cabezuelo, M.I.

Marín, F. Boscá. 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA). Turin (Italia) 6-10 Junio, 2022.

- Enhancement Effect of H₂O₂ And Dissolved Oxygen on Solar Water Disinfection. A. Martínez-García, S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M. I. Polo-López. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela (España), 6-10 Junio 2022.
- Comprehensive evaluation of a real water reuse scenery in agricultural irrigation: monitoring of antibiotics, bacteria and resistant genes. Ana Agüera; S. Nahim-Granados; A. González; M. J. Abeledo-Lameiro; I. Oller; S. Malato; I. Polo-López; P. Plaza-Bolaños. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela (España), 6-10 junio 2022. Comunicación oral.
- Solar Oxidation Processes to Fight Against the Silent Global Health Emergency: Simultaneous Removal of Antibiotics and Antibiotic-resistant Bacteria in Urban Wastewater. S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, S. Malato, I. Polo-López. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela (España), 6-10 Junio 2022.
- Diseño de un controlador multivariable para la regeneración de aguas con nanofiltración. Roca, L., Serrano, J.M., Rodríguez, F., Laconis, F., Oller, I., Malato S. (2022). XLIII Jornadas de Automática. Logroño, 7, 8 y 9 de septiembre de 2022.
- Close the water-food-energy nexus by renewable energy: reuse of agro-industrial wastewater treated by solar processes. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López. ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry (EUROSUN 2022). Kassel (Alemania) 25 - 29 Septiembre 2022.
- Determination of 31 antibiotics in real agricultural soils and leaves by ultrahigh-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry using a QUECHERS approach. F. X. Cadena Aponte; A. González; P. Plaza-Bolaños; I. Polo; A. Agüera. XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022.
- Determination of trihalomethanes in reclaimed water by headspace and gas chromatography coupled to mass spectrometry. Agustín París Reche; Solaima Belachqer El Attar; Paula Soriano-Molina; P. Plaza-Bolaños; José Antonio Sánchez-Pérez; A. Agüera. XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022
- Fast and sensitive direct injection analysis of 229 organic microcontaminants in environmental water samples using ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry. Eva Jambrina-Hernández; P. Plaza-Bolaños; I. Oller; A. Agüera. XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022.
- Monitoring of antibiotics in a real water reuse agricultural environment: Almeria greenhouses irrigated with reclaimed water. F. X. Cadena Aponte; S. Nahim-Granados; A. González; A. Agüera; P. Plaza-Bolaños. XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022
- Sensitive determination of estrogens in drinking water and secondary/tertiary wastewater effluents using solid-phase extraction (SPE) and ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry. Eva Jambrina-Hernández; P. Plaza-Bolaños; I. Oller; A. Agüera. XXI Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques. Almería, 25-27 octubre, 2022

Organización de congresos

- XX Reunión de la Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECyTA 2021). Formato online. 18-19 noviembre 2021. Ana Agüera (Chair).

Capítulos de libro.

- Sixto Malato, S. Miralles-Cuevas and A. Cabrera-Reina. Solar photocatalysis for water decontamination and disinfection (2017–2020). In: Photochemistry, Stefano Crespi and Stefano Protti (eds.), The Royal Society of Chemistry, Vol. 49, 236–269, 2022

3.2.8 Miembros del Grupo de Investigación

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



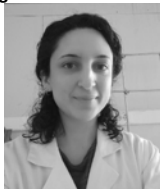
Contratada postdoctoral
CIEMAT-PSA

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

Flor Ximena Cadena Aponte

Contratada predoctoral
UAL

Ilaria Berruti

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Alba Hernández Zanoletty

Contratada predoctoral
CIEMAT-PSA

Sara Guerrero Benítez

Contratada Programa Investigo
UAL

Agustín M. París Reche

Prácticas Extracurriculares
UAL

Joyce Gloria Villachica

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Kelly Johana Castañeda

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

3.2.9 Proyectos vigentes durante 2022

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 2023 (ampliado).

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%).

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:

01/10/2019-30/07/2022 (ampliado)

Situación:

Finalizado

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 reúso, 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 2023 (ampliado)

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:

01/02/2019-31/01/2024 (ampliado)

Situación:

En curso

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

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

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

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.

3.2.9.8 Monitorización y diagnóstico de la potabilización, depuración y regeneración de aguas urbanas en comarcas con estrés hídrico y desarrollo de tratamientos sostenibles alternativos a la cloración (MODITRAGUA)

Participantes:

Unidad funcional de “Análisis Ambiental”

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

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

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyectos de investigación orientados a los retos de la sociedad andaluza

Duración prevista:

02/12/2022-31/12/2025

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo general de MODITRAGUA es proponer soluciones para afrontar los desafíos del ciclo urbano del agua, que permitan construir ciudades más resilientes a través de una gestión sostenible de los recursos hídricos. En este contexto, MODITRAGUA está focalizado en:

- El seguimiento y monitorización de diferentes Estaciones de Regeneración de Agua Residual (ERAR) y Puntos de Abastecimiento de Agua Potable (PAAP) de la provincia de Almería, con objeto de evaluar el estado de estos de acuerdo a los parámetros de calidad químicos y microbiológicos de las nuevas normativas de calidad de agua regenerada y agua de consumo humano. En esta monitorización se pondrá especial énfasis en la presencia de subproductos de la cloración y presencia de rastro genómico del virus Sars-Cov-2, dos desafíos actuales en materia de calidad de agua y de elevada preocupación social.
- Propuesta de procesos/tratamientos alternativos a la cloración para regeneración de aguas residuales urbanas eficaces y viables, garantizando la sostenibilidad del ciclo urbano del agua adaptado al cambio climático y asegurando la calidad del agua regenerada para su uso seguro en prácticas de

riego agrícola, en línea con el Reglamento sobre reutilización del agua para agricultura aprobado por el Parlamento Europeo.

- Desarrollo de una novedosa Herramienta Informática de Decisión mediante técnicas de aprendizaje automático que permita, en función de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, prever la necesidad de aplicación de técnicas alternativas a la cloración o indicar las concentraciones mínimas necesarias para llevar a cabo acciones de cloración de manera segura.

Así, los objetivos específicos que se abordarán en MODITRAGUA a través de las tareas propuestas en el proyecto, son:

1. Definición del plan de muestreo y monitorización en diferentes ERAR y PAAP en la provincia de Almería.
2. Análisis de parámetros fisicoquímicos e identificación de contaminantes: screening masivo de contaminantes de preocupación emergente (CEC) y subproductos de desinfección (cloración) (DBP).
3. Análisis de parámetros microbiológicos: bacterias y virus considerados en la nueva regulación del Parlamento Europeo sobre reutilización y el borrador de la normativa de abastecimiento de agua potable.
4. Propuesta y evaluación de tratamientos alternativos a la cloración en ERAR y PAAP.
5. Análisis del plan de monitorización y desarrollo de una Herramienta Informática de Decisión en base a técnicas de “machine learning”.

3.2.9.9 Regeneración de aguas residuales urbanas mediante la integración de tecnologías solares basadas en microalgas (tratamiento secundario) y foto-Fenton (tratamiento terciario) (INTEGRASOL)

Participantes:

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

Contactos:

J.L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. Convocatoria 2021 - «Proyectos de Transición Ecológica y Transición Digital» (TED2021-130458B-I00)

Duración prevista:

01/12/2022-28/02/2024

Situación:

En curso

Resumen:

La hipótesis de partida del proyecto INTEGRASOL es que es posible desarrollar procesos de tratamiento de aguas residuales eficientes y robustos basados en tecnologías solares (microalgas y foto-Fenton solar) para producir biomasa de microalgas y agua lista para reutilizar, de forma más sostenible y eficiente que utilizando tecnologías convencionales. Si bien ambas tecnologías han sido ampliamente estudiadas de forma separada, su combinación no ha sido ensayada hasta ahora y es necesario estudiar algunos aspectos relacionados con las condiciones de operación: (i) maximizar la capacidad de tratamiento de aguas residuales, (ii) minimizar el consumo energético y de reactivos, (iii) garantizar el cumplimiento de las estrictas normas de vertido (REGLAMENTO (UE) 2020/741), así como (iv) obtener un funcionamiento fiable en condiciones reales.

El principal objetivo del proyecto INTEGRASOL es el desarrollo de un proceso de tratamiento de aguas residuales combinado basado en el tratamiento secundario de microalgas y el proceso foto-Fenton solar como tratamiento terciario, operado en modo de flujo continuo para la obtención de aguas regeneradas. Para ello, el proyecto se centrará en la adecuación de las condiciones de operación del tratamiento

secundario para obtener un efluente con las mejores características posibles para ser tratado por foto-Fenton solar en un reactor tipo raceway operando en flujo continuo. En este sentido, las condiciones de operación estarán enfocadas a la maximización de la capacidad de tratamiento de agua y la minimización de la concentración de amonio, fosfatos y carbonatos en el efluente secundario. Para ambas etapas de tratamiento se utilizarán reactores raceway aunque en el caso del tratamiento secundario con microalgas se utilizarán membranas para mejorar la capacidad de tratamiento y reducir la concentración de amonio, fosfatos y carbonatos en el efluente secundario. El uso de membranas también permitirá operar con independencia a diferentes valores de tiempo de residencia hidráulica y tiempo de residencia celular. La evaluación técnica se basará en el análisis y monitoreo simultáneos de diferentes indicadores de calidad del agua: i) *E. coli* y coliformes totales, ii) bacterias resistentes a los antibióticos y iii) microcontaminantes orgánicos.

3.2.9.10 Hacia la mejora de la Resiliencia del Ciclo Urbano del Agua a través de la implementación de herramientas digitales basadas en modelos de “Machine Learning” y Tecnologías de Regeneración de Aguas (DIGI4WATER).

Participantes:

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

Contactos:

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

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

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. Convocatoria 2021 - «Proyectos de Transición Ecológica y Transición Digital» (TED2021-129969B-C31)

Duración prevista:

01/12/2022-30/11/2024

Situación:

En curso

Resumen:

El principal objetivo de DIGI4WATER es crear las bases para la implementación de una herramienta de apoyo a la decisión y al diseño tecnológico basada en modelos de aprendizaje automático. Dichos modelos se alimentarán de una base de datos abierta sobre las características fisicoquímicas del afluente y efluente crudo de la EDAR, así como de tratamientos terciarios de regeneración avanzada probados a escala de laboratorio y planta piloto para cumplir con la nueva normativa europea (UE 2020/741) sobre reutilización de agua. Se prestará especial atención a la eliminación de ARB & ARGs así como a la prevención de DBPs que se producen comúnmente en los procesos de desinfección convencionales. También se diseñará una Herramienta de Apoyo a la Decisión (DST) y un Sistema de Alerta Temprana (EWS) basados en los modelos desarrollados. El objetivo principal del DST es diseñar técnicas avanzadas de tratamiento terciario para instalaciones de tratamiento de agua, seleccionando los parámetros más adecuados. El EWS está destinado a generar alarmas cuando la calidad del agua regenerada está por debajo de los requisitos mínimos legales y sanitarios en función de los fines de reutilización final.

3.2.10 Actividades de Difusión

Miembros de la Unidad Funcional de “Análisis Ambiental” participaron en la exhibición técnica del proyecto PANI4WATER organizada durante el IWA World Water Congress & Exhibition. Copenhagen (Dinamarca). 11-15 septiembre, 2022.

3.2.11 Proyectos solicitados durante 2022

- “Tratamientos terciarios avanzados basados en la combinación de procesos de reducción/oxidación y materiales fotocatalíticos novedosos aplicados a la desinfección y simultánea eliminación de compuestos móviles y persistentes en agua residual urbana (ANDROMEDA)”. Proyectos coordinados de la AEI. Convocatoria 2022 - «Proyectos de Generación de Conocimiento». Pendiente de resolución.
- “Development of an integrated database for the systematic identification of transformation products of organic contaminants in water – CECTPBD”. WATER 4 ALL, JOINT TRANSNATIONAL CALL 2022: “Management of water resources: resilience, adaptation and mitigation to hydroclimatic extreme events and management tools”.

3.2.12 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Ana Anguís Morillas (Grado en Químicas). “Determinación de estrona (E1), 17 β -estradiol (E2) y 17- α -etinilestradiol (EE2) en aguas residuales tratadas y aguas de consumo mediante UHPLC-MS/MS”.
- Rosa Miranda Calvache (Grado en Química). “Determinación de antibióticos en suelo regado con agua regenerada mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas”.
- Agustín M. París Reche (Máster en Laboratorio Avanzado de Química). “Determinación de trihalometanos en aguas de consumo y aguas regeneradas mediante extracción por espacio de cabeza y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)”

Tesis doctorales en proceso de realización

- Azahara Martínez (Superisores: Inmaculada Polo e Isabel Oller).
- Dennis Deemter (Supervisores: Sixto Malato y Ana M. Amat).
- 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).
- Agustín Manuel París Reche (Supervisores: Patricia Plaza y Ana Agüera).
- Flor Ximena Cadena Aponte (Supervisores: Ana Agüera y Patricia Plaza).

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia

- Isabel Oller ha participado en el XXIII Curso de verano de la UAL: Nuevas fuentes de agua: desalación y regeneración hacia la sostenibilidad del ciclo integral del agua con la ponencia “Procesos de Oxidación Avanzada para la Regeneración de Aguas: eliminación de contaminantes de preocupación emergente e inactivación de patógenos”. 14 de Julio de 2022 en Almería.
- Isabel Oller ha participado con la ponencia “Lucha contra la escasez de agua: Integración de tecnologías (solares) para el tratamiento y recuperación de aguas residuales en la Plataforma Solar de Almería (España)” en el Taller de Energía Solar para la Industria del Agua organizado de forma virtual por la Universidad de Melbourne (Australia) el 28 de noviembre 2022.
- Isabel Oller ha participado con la conferencia “Tecnologías Solares para la obtención de agua en países con recursos limitados y zonas aisladas” en las “Jornadas Sobre el Valor del Agua” organizadas por la Academia de Ciencias Matemáticas, Fisicoquímicas y Naturales de Granada, la Universidad de Granada y Junta de Andalucía. 11 de noviembre 2022 en Granada (España).
- Sixto Malato impartió la conferencia “Procesos de oxidación avanzada basados en energía solar: la larga experiencia en la PSA” e Isabel Oller moderó y participó en la “Sesión de trabajo en equipo

sobre un caso concreto: Almería y Murcia (España): dos áreas una junto a el otro: ¿reutilizar o no reutilizar el agua? Esta es la cuestión", en la Escuela internacional de reutilización del agua. 19-21 de septiembre 2022 en Turín (Italia).

- Participación de Sixto Malato como Panelista en la Mesa Redonda titulada "Reutilización de Aguas Residuales Hacia una Economía Circular" en la 5ª Conferencia Iberoamericana de Tecnologías Avanzadas de Oxidación (CIPOA 2022). 11 de noviembre 2022 en Cusco, Perú.
- Sixto Malato ha participado en la "Escuela Nacional en Procesos Ambientales (ENPA 2022)" con una ponencia titulada "Regeneración de aguas contaminadas mediante tratamientos avanzados para cerrar el ciclo integral del agua: una aproximación utilizando radiación solar" en la n Univ. Guanajuato (Mexico) en formato online el 1 de Abril de 2022.
- Sixto Malato ha intervenido en la Jornada Life AMIA con la ponencia "Investigación en tratamientos avanzados para regeneración de aguas: estado actual" en el CEBAS-CSIC, Murcia, el 17 de marzo de 2022.

Premios obtenidos durante 2022

- Flor Ximena Cadena Aponte. Premio al mejor Trabajo de Fin de Máster titulado "Evaluación química del proceso foto-Fenton solar para el tratamiento de aguas residuales por UHPLC-QqLIT-MS/MS" otorgado por la Cátedra del Agua en Agricultura, Regadíos y Agroalimentación, en la Universidad de Almería.

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 2022 por 14 investigadores, contando con dos catedráticos de universidad, una investigadora contratada de OPI, un profesor titular de universidad, una doctora contratada a cargo de proyecto, una doctora contratada CIEMAT-PSA, una doctora contratada Junta de Andalucía PAIDI2020, dos doctoras contratadas Juan de la Cierva, cuatro investigadores predoctorales y un técnico, 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 la nave y en el patio de ensayos.

3.3.2 Líneas estratégicas de la unidad

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)
- Regeneración de aguas mediante foto-Fenton asistido con radiación UV LED
- Regeneración de aguas mediante radiación solar concentrada
- 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 de la unidad

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 25 proyectos nacionales e internacionales de I+D, liderando actualmente 3 de ellos. Ha dirigido/co-dirigido tres 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 90 publicaciones en revistas internacionales con alto índice de impacto, autora de 1 libro y co-autora de otros 16 capítulos de libros.

3.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022

El año 2022 se ha trabajado en los proyectos UAL-Feder AQUELOO, Life Ulises, Life Phoenix, NAVIA (Retos-AEI), ANUKIS (Prueba de concepto-AEI) y Rayo (Junta de Andalucía), así mismo se han puesto en marcha los proyectos Integrasol (TED2021-130458B-I00) y AT21(Prueba de concepto-Junta de Andalucía). Destaca

la operación de la planta demostrativa de foto-Fenton solar en la que se han tratado hasta 24 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, alcanzándose eliminaciones de microcontaminantes superiores al 80% y niveles de desinfección del agua que permitirían su reutilización para riego agrícola. En el marco del proyecto Rayo se ha instalado un prototipo de fotoreactor solar de concentración en la EDAR El Bobar basado en la tecnología Fresnel. En el marco del proyecto Phoenix se ha instalado una planta de tratamiento mediante foto Fenton solar de 37 m² en la EDAR El Toyo del municipio de Almería con una capacidad de tratamiento de 5,4 m³/h, y en el marco del proyecto Anukis se ha instalado una planta de tratamiento mediante foto Fenton solar de 37 m² en la EDAR de Uleila del Campo capaz de tratar en torno a 7 m³/h (Figura 2.3.1.).

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 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 2022 hemos acogido al Dr. Giorgos Vrod en el marco del proyecto SFERA III (Grant Agreement No 823802), desde el 1 de septiembre hasta 30 de septiembre.

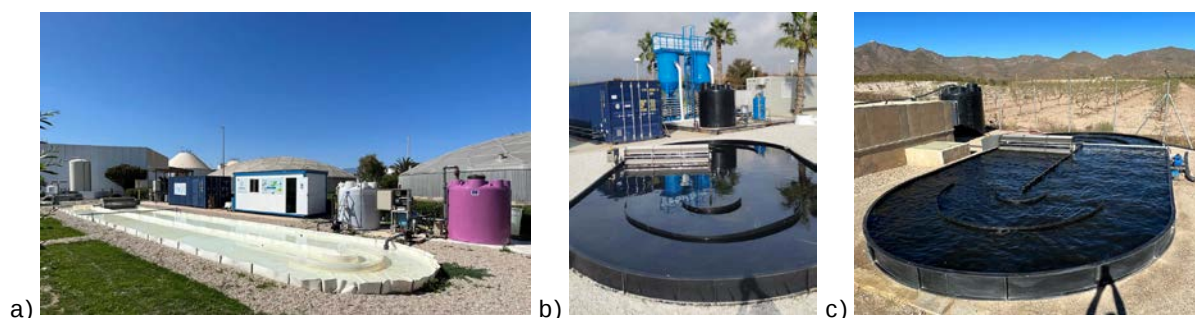


Figura 2.3.1. Fotorreactores tipo canal para la operación del proceso foto-Fenton solar en modo continuo para el tratamiento de aguas depuradas, instalados en las EDAR de a) “El Bobar” de Almería, b) “El Toyo” de Almería y c) Uleila del Campo.

3.3.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022

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), Rayo (PY20_00786) e Integrasol (TED2021-130458B-I00). Con la Unidad de “Desalación y Fotosíntesis” se colabora en el marco de los proyectos Rayo (PY20_00786) e Integrasol (TED2021-130458B-I00).

3.3.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Durante 2022 se han incorporado la estudiante de máster Elena Olivares y el técnico de laboratorio Guillermo Sánchez, y ha dejado el grupo la doctora Natalia Pichel Mira, que se ha incorporado a la Universidad Rey Juan Carlos en calidad de Profesora Contratada Ayudante Doctor.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dr. Giorgos Vrod enmarcada en el proyecto SFERA III (Grant Agreement No 823802), 1 de septiembre hasta 30 de septiembre. Technical University of Crete, School of Chemical and Environmental Engineering, University Campus, GR-73100 Chania, Greece

Alumnos en prácticas curriculares:

- María Gabriela Álvarez Rodríguez (14/02/2022 – 13/05/2022). Grado en Biotecnología.
- Ayyoub Selmaoui (14/02/2022 – 13/05/2022). Grado en Biotecnología.
- Nerea López Serrano (28/03/2022 – 30/06/2022). Máster en Ingeniería Química.
- Elena Olivares Ligero (02/11/2022 – 17/01/2023). Máster en Ingeniería Química.
- Daniel Rodríguez García (02/11/2022 – 16/01/2023). Máster en Ingeniería Química.
- Luis Francisco Simón Salvador (7/11/2022- 20/1/2023). Grado de Ingeniería Química.
- Paola Vico Aguilera (21/12/2022-10/02/2023). Grado en Ciencias Químicas.
- Ana Isabel Segovia Morales (14/11/2022-24/02/2023). Grado en ingeniería Química

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	
13	10	2	1	0	7

Artículos

- Large-scale raceway pond reactor for CEC removal from municipal WWTP effluents by solar photoFenton. E.Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López, J.L.García Sánchez, P.Plaza-Bolaños, A.Agüera, J.A.Sánchez Pérez. Applied Catalysis B. Environmental 319 (2022) 121908. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121908>
- Mechanistic modeling of solar photo-Fenton with Fe³⁺-NTA for microcontaminant removal. E.Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, J.L.Casas López, J.A.Sánchez Pérez. Applied Catalysis B. Environmental 318 (2022) 121795. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121795>
- A new solar photo-Fenton strategy for wastewater reclamation based on simultaneous supply of H₂O₂ and NaOCl. S.Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, I. de la Oba, J.A. Sánchez Pérez. Science of The Total Environment 834 (2022) 155273. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155273>
- Rheology of microalgae concentrates and its influence in the power consumption of enzymatic hydrolysis processing. S.Belachqer-El Attar, A.Morillas-España, J.L.López Casas, M.G. Pinna-Hernández, G.Acien Fernández. New Biotechnology 72 (2022) 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2022.10.005>

- Virtual labs for the study of enzymatic stirred tank bioreactors. Sánchez Zurano, A., Fernández Sevilla, J.M., Esteban García, A.B., Pinna-Hernández, M.G., Casas López, J.L.. Computer Applications in Engineering Education, 2022;1–12. <https://doi.org/10.1002/cae.22510>
- Simultaneous disinfection and microcontaminants elimination of urban wastewater secondary effluent by solar advanced oxidation sequential treatment at pilot scale. G. Maniakova, M.I. Polo-López, I. Oller, M.J. Abeledo-Lameiro, S. Malato, L. Rizzo. Journal of Hazardous Materials, 436: 129134 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129134>
- Recent advances in solar photochemical processes for water and wastewater disinfection. I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M.I. Polo-López. Chemical Engineering Journal Advances, 10: (2022) 100248. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100248>
- Sulfate radical anion: Laser flash photolysis study and application in water disinfection and decontamination. I. Berruti, M.I. Polo-López, I. Oller, J. Flores, M.L. Marin, F. Bosca. Applied Catalysis B: Environmental, 315: 121519 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121519>
- Natural solar activation of modified zinc oxides with rare earth elements (Ce, Yb) and Fe for the simultaneous disinfection and decontamination of urban wastewater. I. Berruti, N.P.F. Gonçalves, P. Calza, M.C. Paganini, I. Oller, M.I. Polo-López. Chemosphere, 303: 135017 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135017>
- Advanced microbiological tools for tracking complex wastewater treatment efficiency through the combination of physicochemical and biological technologies. A. Ruiz-Delgado, L. Ponce-Robles, I. Salmerón, I. Oller, M.I. Polo-López, S. Malato. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10: 108651 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108651>
- Neutral (Fe³⁺-NTA) and acidic (Fe²⁺) pH solar photo-Fenton Vs chlorination: Effective urban wastewater disinfection does not mean control of antibiotic resistance. A. Fiorentino, P. Soriano-Molina, M.J. Abeledo-Lameiro, I. de la Obra, A. Proto, M.I. Polo-López, J. A. Sánchez Pérez, L. Rizzo. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10: 108777 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108777>
- Effect of Iron Complex Source on MWWTP Effluent Treatment by Solar Photo-Fenton: Micropollutant Degradation, Toxicity Removal and Operating Costs. Marson, E.O., Ricardo, I.A., Paniagua, C.E.S., Malta, S.M., Ueira-Vieira, C., Starling, M.C.V.M., Sánchez Pérez, J.A., Trovó, A.G. (2022) Molecules, 27 (17), art. no. 5521, . <https://doi.org/10.3390/molecules27175521>
- Degradation of Thiabendazole and Its Transformation Products by Two Photo-Assisted Iron-Based Processes in a Raceway Pond Reactor. Portilla-Sangabriel, M., Martínez-Piernas, A.B., Agüera, A., Arzate, S., Sánchez Pérez, J.A., Ramírez-Zamora, R.-M. (2022) Topics in Catalysis, 65 (9-12), pp. 1113-1127. <https://doi.org/10.1007/s11244-022-01638-x>

Proceedings

- Solar processes to treat and reuse agro-industrial wastewater: close the water-food energy nexus in fresh-cut industries. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López Proceedings of the 39th IAHR World Congress 19–24 June 2022, Granada, Spain. ISSN-L 2521-7119. 3461-3466. doi://10.3850/IAHR-39WC2521716X2022777.

Participación en congresos

- Workshop on Photo-irradiation and Adsorption based Novel Innovations for Water-treatment, PANIWATER. Lecce, Italia, 4 mayo 2022

- XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas META 2022. Sevilla, España, 1-3 junio 2022
- 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA), Turin, Italia, 6-10 junio, 2022.
- 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela, España, 6-10 junio, 2022
- 39th IAHR World Congress, Granada, España, 19-24 junio, 2022
- 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan, Italia, 27 junio- 1 julio, 2022
- VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, 11-13 de julio 2022, Madrid
- ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry (EUROSUN 2022). Kassel, Alemania, 25 - 29 septiembre, 2022
- XXI Reunión Científica de la Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECyTA 2022). Almería, España, 25-27 octubre, 2022
- 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco, Perú, 7-11 noviembre, 2022
- XI SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN-UAL. Almería, España, 15 noviembre, 2022
- III National Congress of International Water Association – Young Water Professional – Spanish Chapter. Valencia (España). 16 – 19 de noviembre de 2022.

Contribuciones a congresos

Orales

- Simultaneous decontamination and disinfection of real urban wastewater using solar processes at pilot scale. M.J. Abeledo-Lameiro, A. Hernandez-Zanoletty, S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, I. Oller, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, S. Malato. Workshop on Photo-irradiation and Adsorption based Novel Innovations for Water-treatment, PANIWATER. Lecce, Italia, 4 Mayo 2022. (Oral)
- N. Pichel, S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Foto-Fenton combinado con NaClO para el cumplimiento de los nuevos requisitos de desinfección establecidos por EU 2020/741. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas META 2022. Sevilla (España). 1-3 Junio 2022. Oral.
- Procesos solares y ozonización para la reutilización de agua de lavado de la industria de IV gama: evaluación global. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López. XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas META 2022. Sevilla, España, 1-3 junio 2022. (Oral)
- Simultaneous micropollutant removal and pathogen inactivation by advanced oxidation technologies for wastewater recovery. I. Oller, M.I. Polo-López, S. Nahim-Granados, S. Malato, M.J. Abeledo Lameiro, S. Miralles, A. Agüera. 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA), Turin, Italia, 6-10 junio. (Conferencia plenaria)
- Comprehensive Evaluation Of A Real Water Reuse Scenery In Agricultural Irrigation: Monitoring Of Antibiotics, Bacteria And Resistant Genes. M.I. Polo-López, A. Agüera, S. Nahim-Granados, A. González, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, S. Malato, P. Plaza-Bolaños. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela, España, 6-10 Junio, 2022. (Oral)

- Solar processes to treat and reuse agro-industrial wastewater: close the water-food-energy nexus in fresh-cut industries. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López. 39th IAHR World Congress, Granada, España, 19-24 junio, 2022. (Oral)
- N. Pichel, T.B. Benzaquén, P. Soriano-Molina, J.A. Sánchez Pérez. Comparative analysis of a UVC-LED assisted photo-Fenton performance for microcontaminants and bacteria removal. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022). Milán (Italia). 27 de junio – 1 de julio de 2022. Oral.
- S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, N. Pichel, J.A. Sánchez Pérez. A new solar photo-Fenton strategy for wastewater reclamation based on simultaneous supply of H₂O₂ and NaOCl. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022). Milán (Italia). 27 de junio – 1 de julio de 2022. Oral.
- J.A. Sánchez-Pérez, E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, N. Pichel, J.L. Casas López, P. Plaza Bolaños, A. Agüera. Simultaneous disinfection and microcontaminant removal by solar photo-Fenton at demonstration scale. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022). Milán (Italia). 27 de junio – 1 de julio de 2022. Oral.
- Antimicrobial resistance and wastewater reuse: a field study in the intensive agriculture of Spain. S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, A. González, I. Oller, S. Malato, P. Plaza-Bolaños, Ana Agüera, M.I. Polo-López. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan, Italia, 27 junio- 1 julio, 2022 (Oral)
- E. Gualda-Alonso, D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. FentonSims: An interactive simulation tool for the mechanistic understanding of the solar photo-Fenton process. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022. Oral.
- J.L. Casas López, D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J. L. Guzmán, J.L. García Sánchez, J. A. Sánchez Pérez. Design and Simulation of a Control System for the Automatic Operation of the Solar photo-Fenton Process. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022, Oral.
- J.A. Sánchez Pérez, E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, N. Pichel, S. Belachqer El Attar, J.L. Casas López, Large-Scale Solar Photo-Fenton Continuous Flow Reactors for WWTP Secondary Effluent Reclamation. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022. Keynote.
- D. Rodríguez-García, E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López, J.L. Guzmán, J.L. García Sánchez, J.A. Sánchez Pérez. Interactive tool for computational kinetics of microcontaminant removal by the solar photo-Fenton process. III National Congress of International Water Association – Young Water Professional – Spanish Chapter. Valencia (España). 16 – 19 de noviembre de 2022. Oral.
- R. López Pastor, M.G. Pinna-Hernández, F.G. Acien Fernández. Viability of the use of thermal solar energy for microalgae frying. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84-1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Oral.
- P. Soriano-Molina, E. Gualda-Alonso, N. Pichel, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Large-scale raceway pond reactor for wastewater reclamation by solar photo-Fenton. III National Congress of International Water Association – Young Water Professional – Spanish Chapter. Valencia (España). 16 – 19 de noviembre de 2022. Oral.

Posters

- M.G.Pinna-Hernández, J.L.Casas López, I.M. Rodríguez Ruana, F.J Martínez Rodríguez. Reducción de la radiactividad natural en aguas subterráneas de la provincia de Almería a partir de óxidos de magnesio y de hierro. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas. Sevilla (España). 1-3 Junio 2022.
- M.G.Pinna-Hernández, J.L.Casas López, I.M. Rodríguez Ruana, F.J Martínez Rodríguez. Influencia de la salinidad en la eliminación de radioisótopos de radio y uranio en aguas subterráneas mediante lechos filtrantes. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas. Sevilla (España). 1-3 Junio 2022.
- M. Gomez, F. Verdugo, M.G.Pinna-Hernández, J.L. Casas López, I.Rodríguez Ruano, F.J. Martinez Rodríguez. Evaluación del impacto ambiental se sistemas de tratamiento de aguas para elimicación de radiactividad natural. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas. Sevilla (España). 1-3 Junio 2022.
- P. Soriano-Molina, E. Gualda-Alonso, N. Pichel, S. Belachqer-El Attar, D. Rodríguez-García, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Tratamiento terciario de aguas residuales mediante foto-Fenton solar. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas. Sevilla (España). 1-3 Junio 2022). Póster.
- E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Influencia de la mezcla en un reactor tipo raceway de 100 m2 sobre el proceso foto-Fenton solar para la regeneración de efluentes de EDAR. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas Sevilla (España). 1-3 Junio 2022. Póster.
- S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, N. Pichel, D. Rodríguez-García, J.A. Sánchez-Pérez. Nueva estrategia de foto-Fenton solar para la regeneración de aguas residuales basada en la adición simultánea de H_2O_2 y $NaClO$. XIV Congreso de la Mesa Española de Tratamiento de Aguas, Sevilla (España). 1-3 Junio 2022). Póster.
- Evaluation of new immobilized photocatalyst for simultaneous wastewater decontamination and disinfection. A. Hernández-Zanoletty, I. Oller, M.I. Polo-López, S. Malato, J. Flores, O. Cabezuelo, M.L. Marín, F. Boscá. 11th European Conference on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA). Turin, Italia, 6-10 junio, 2022. (Poster)
- Enhancement Effect Of H_2O_2 And Dissolved Oxygen On Solar Water Disinfection. A. Martínez-García, S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M. I. Polo-López. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela , España, 6-10 junio 2022. (Poster)
- Solar Oxidation Processes To Fight Against The Silent Global Health Emergency: Simultaneous Removal Of Antibiotics And Antibiotic-resistant Bacteria In Urban Wastewater. S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, S. Malato, I. Polo-López. 12th Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostela, España, 6-10 junio 2022. (Poster)
- Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes for wastewater disinfection. I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M.I. Polo-López. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan, Italia, 27 junio-1 julio, 2022 (Poster)
- Solar water disinfection of rainwater by H_2O_2 and dissolved oxygen: a pilot plant scale study. M.I. Polo-López, A. Martínez-García, I. Oller. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs 2022. Milan, Italia, 27 junio-1 julio, 2022 (Poster)

- Close the water-food-energy nexus by renewable energy: reuse of M.G. Pinna-Hernández, A. Sanchez-Zurano, J.L. Casas López, J.M. Fernández, A.B. Esteban García. Laboratorios virtuales para el estudio de biorreactores enzimáticos. VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, 11-13 de julio, Madrid
- J.L. Casas López, M.G. Pinna-Hernández, A.B. Esteban García, A. Sanchez-Zurano, M. Fernández. Estudio experimental de eliminación de microcontaminantes de aguas residuales mediante photo-Fenton solar utilizando un laboratorio virtual basado en Easy JavaScript Simulation. VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, 11-13 de julio, Madrid
- N. Pichel, T.B. Benzaquén, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Continuous flow operation of a UVC-LED assisted photo-Fenton reactor for CECs and bacteria removal. 3rd IWA Specialized International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022). Milán (Italia). 27 de junio – 1 de julio de 2022. Póster.
- D. Rodríguez-García, E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López, J.L. Guzmán Sánchez, J.L. García Sánchez, J.A. Sánchez Pérez. FentonSims: Herramienta interactiva de simulación para el estudio didáctico del proceso foto-Fenton. VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química ISBN: (978- 84-09-42482-5). Madrid (España). 11 – 13 de julio de 2022. Póster.
- agro-industrial wastewater treated by solar processes. S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Agüera, J.A. Sánchez-Pérez, M.I. Polo-López. ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry (EUROSUN 2022). Kassel, Alemania, 25 - 29 septiembre, 2022. (Poster)
- Monitoring of antibiotics in a real water reuse agricultural environment: Almería greenhouses irrigated with reclaimed wastewater. F. X. Cadena-Aponte, S. Nahim-Granados, A. Gonzáles-García, A. Agüera, P. Plaza-Bolaños. XXI Reunión Científica de la Sociedad Española de Cromatografía y Técnicas Afines (SECyTA 2022). Almería, España, 25-27 octubre, 2022 (Poster)
- A. París Reche, S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera. Determination of trihalomethanes in reclaimed water by headspace and gas chromatography coupled to mass spectrometry. XXI Scientific Meeting of the Spanish Society of Chromatography and related Techniques (SECYTA 2022). Almería (España). 25 – 27 de octubre de 2022. Póster.
- Monitoring of antibiotics in a real water reuse agricultural environment: water, soil and tomato. F. X. Cadena-Aponte, S. Nahim-Granados, A. Gonzáles-García, A. Agüera, I. Polo, P. Plaza-Bolaños. XI SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN-UAL. Almería, España, 15 noviembre, 2022.(Poster)
- M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas López, A. Salas, I. Rodríguez Ruano, F.J. Martínez Rodríguez. Reduction of natural radioactivity in groundwater with different salinity in real pilot plant. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84- 1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022
- S. Belachqer-El Attar, A. Morillas-España, J.L. López Casas, M.G. Pinna-Hernández, G. Acien Fernández. The influence of microalgae concentrates rheology on the energy consumption applied to enzymatic hydrolysis process. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84- 1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022.
- P. Soriano-Molina, E. Gualda-Alonso, S. Belachqer-El Attar, J. L. García Sánchez, J. L. Casas López y J. A. Sánchez Pérez. Modelo mecanístico del proceso foto-fenton solar con Fe^{3+} -NTA para la eliminación de microcontaminantes. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84- 1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Póster.

- E. Gualda-Alonso, D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, J.L. Guzmán, J.L. Casas López y J.A. Sánchez Pérez. Fentonsims®: A computer-based tool for the mechanistic understanding of the solar photo-Fenton process. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84-1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Póster.
- S. Belachqer-El Attar, N. Pichel, P. Soriano-Molina, A. París-Reche, J.A. Sánchez-Pérez. Solar photo-Fenton fused with NaOCl as novel tertiary treatment. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84-1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Póster.
- D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J.L. Guzmán, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. A novel control system approach to enhance the efficiency of solar photo-Fenton microcontaminant removal in continuous flow raceway pond reactors. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84-1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Póster.
- A. París, S. Belachqer, P. Soriano-Molina, P. Plaza-Bolaños, J. A. Sánchez Pérez, A. Agüera. Evaluation of the formation of trihalomethanes in reclaimed water generated by chlorination and solar photo-Fenton processes. XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales (ISBN: 978-84-1351-179-5). Almería (España). 15 de noviembre de 2022. Póster.
- E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. Influence of Mixing in the Operation of Large-scale Raceway Pond Reactors for Treatment of WWTP Effluents by Solar photo-Fenton. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022. Póster.
- J.L. Casas López, N. Pichel, P. Soriano-Molina, T.B. Benzaquén, J.A. Sánchez Pérez. UVC-LED Assisted Photo-Fenton System Operated in Continuous Flow for Water Reclamation Meeting EU 2020/741 Regulation. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022. Póster.
- J.A. Sánchez Pérez, S. Belachqer-El Attar, N. Pichel, P. Soriano-Molina. Solar Photo-Fenton Based on the Concurrent Supply of H_2O_2 and NaOCl for Bacteria, Virus and Microcontaminant Removal. 5th Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (V CIPOA). Cuzco (Perú). 7 – 11 de noviembre de 2022. 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

Maria Inmaculada Polo López



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

José Luis García Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL

José Luis Casas López



Catedrático de Ingeniería Química
UAL

Paula Soriano Molina



Doctora contratada
UAL

María Guadalupe Pinna Hernández



Doctora Contratada
UAL

Leila Samira Nahim Granados



Doctora contratada
CIEMAT-PSA/UAL

Natalia Pichel Mira



Doctora contratada
Juan de la Cierva Formación UAL

María Jesús Abeledo Lameiro



Doctora Contratada
CIEMAT-PSA

Elisabeth Gualda Alonso



Contratada predoctoral
UAL

Solaima Belachqer El Attar



Contratada predoctoral
UAL

Daniel Rodríguez García



Contratado predoctoral
UAL

Elena Olivares Ligero



Investigadora contratada
UAL

Guillermo Sánchez Cabrera



Técnico contratado
UAL

3.3.9 Proyectos vigentes durante 2022

3.3.9.1 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 2023.

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.

3.3.9.2 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”

Unidad funcional de “Análisis Ambiental”

Unidad funcional de “Modelado y control”

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. Prorrogado hasta 30 de junio de 2023.

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.

3.3.9.3 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.

3.3.9.4 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. Prorrogado hasta 31 de diciembre de 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, colífagos (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, H_2O_2 y $HClO/CIO^-$) 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, colífagos, OMC), en los procesos desarrollados en i) y ii).

3.3.9.5 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”
- Unidad funcional de “Modelado y control”

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.

3.3.9.6 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.

3.3.9.7 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:

05/10/2021-31/12/2022. Prorrogado hasta el 31 de marzo de 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 cilíndro-parabólicos 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.

3.3.9.8 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.

3.3.9.9 Photoreactor for disinfection and removal of contaminants of emerging concern in treated water (AT21)

Participantes:

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

Contactos:

J.A. Sánchez Pérez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Consejería de Universidad, Investigación e Innovación. Junta de Andalucía. Convocatoria 2021 de ayudas a actividades de transferencia de conocimiento entre los agentes del sistema andaluz del conocimiento y el tejido productivo

Duración prevista:

01/09/2021-31/05/2023

Situación:

En curso

Resumen:

Teniendo en cuenta que el Reglamento (UE) 2020/741 se aplicará a partir de junio de 2023, las instalaciones de regeneración de aguas, en servicio durante años, deben mejorar sus sistemas de tratamiento o incorporar nuevos tratamientos para cumplir con los nuevos requisitos de calidad. En este sentido, el proceso foto-Fenton destaca como un tratamiento terciario muy eficaz tanto en la eliminación de microcontaminantes como en la inactivación de microorganismos. Respecto a la fuente de radiación UV, existe un creciente interés por el uso de diodos emisores de luz (LED) como alternativa a las lámparas de mercurio. Este sistema tiene ventajas significativas, como bajo consumo de energía, larga vida útil, alta pureza espectral, iluminación uniforme, eficiencia energética y configuración flexible. La eficiencia de inactivación bacteriana de los sistemas LED depende de la longitud de onda y la distribución espectral de la fuente de luz. Hoy en día, el tratamiento UVC se aplica ampliamente, principalmente en dispositivos de desinfección de agua potable y pequeños sistemas domésticos, ya que la irradiación UVC elimina eficazmente hongos, levaduras, virus y bacterias, sin residuos químicos, corrosión o aditivos nocivos. La tecnología UVC-LED está en auge, y hoy en día están disponibles los LED de 254 nm, aunque su coste aún no es competitivo. Teniendo en cuenta los resultados prometedores obtenidos a escala de laboratorio por el equipo de investigación, pionero en el sistema UVC-LED-278/Fe³⁺-NTA/H₂O, este proyecto aborda por primera vez el diseño, operación y evaluación de un prototipo de fotoreactor para foto-Fenton a pH neutro con Fe³⁺-NTA bajo radiación UVC-LED a 278 nm para el tratamiento terciario de aguas residuales cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos en el Reglamento (UE) 2020/741.

Objetivos:

Los objetivos generales de la propuesta son la construcción de un prototipo a escala demostrativa de un reactor continuo de foto-Fenton UVC-LED para la regeneración de efluentes secundarios de EDAR y la protección del conocimiento tecnológico destinado a su explotación comercial. Para ello, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Análisis de la viabilidad socioeconómica de la regeneración de aguas residuales mediante el proceso foto-Fenton UVC-LED.

- Diseño, construcción y operación de un prototipo de reactor de foto-Fenton UVC-LED a escala demostrativa como tratamiento terciario.
- Establecimiento del procedimiento de protección del conocimiento tecnológico.
- Establecimiento de un plan de negocio para transferir la tecnología a la industria del agua o crear una spin-off.

3.3.9.10. Regeneración de aguas residuales urbanas mediante la integración de tecnologías solares basadas en microalgas (tratamiento secundario) y foto-Fenton (tratamiento terciario) (INTEGRASOL)

Participantes:

Unidad funcional de “Regeneración de aguas”
Unidad funcional de “Desalación y fotosíntesis”
Unidad funcional de “Análisis Ambiental”
Unidad funcional de “Modelado y control”

Contactos:

J.L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e innovación. Proyectos de transición ecológica y transición digital 2021

Duración prevista:

01/12/2022-30/11/2024

Situación:

En curso

Resumen:

El nuevo Reglamento Europeo sobre requisitos mínimos para la reutilización del agua (WWR-EU) establece cuatro clases de calidad de aguas regeneradas para el riego agrícola y entrará en vigor en junio de 2023. Las instalaciones de regeneración actuales, en servicio desde hace años, deberán mejorar sus sistemas de tratamiento o incorporar nuevos tratamientos para cumplir con los nuevos requisitos de calidad. Además de los parámetros regulados, la reutilización del agua debe considerar los microcontaminantes orgánicos antropogénicos, las bacterias resistentes a los antibióticos y los genes de resistencia a los antibióticos, designados colectivamente como Contaminantes de Preocupación Emergente. Sus efectos potenciales pueden ser muy graves: alteración endocrina, mutagenicidad, resistencia a antibióticos, toxicidad. En consecuencia, muchos investigadores han hecho hincapié en la necesidad de desarrollar nuevos tratamientos terciarios, alternativos a los clásicos. Recientemente se han mostrado los tratamientos basados en la energía solar, como estrategias sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para la regeneración, desinfección y descontaminación de aguas residuales, fomentando la aplicación de tecnologías solares para la eliminación de microorganismos y microcontaminantes orgánicos. El proceso foto-Fenton solar se considera como un sistema de oxidación atractivo para el tratamiento de aguas residuales, debido a la abundancia de hierro en la naturaleza y la baja toxicidad inherente, así como al hecho de que el H_2O_2 es fácil de manejar y ambientalmente seguro. Su eficacia se basa en la gran cantidad de radicales hidroxilo (HO) generados por el ciclo catalítico de los iones de hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}) combinados con peróxido de hidrógeno y radiación UV-vis. Sin embargo, hay varios compuestos comúnmente presentes en los efluentes secundarios de la EDAR que reducen la eficiencia de la reacción foto Fenton, como el amonio, consumidor de peróxido de hidrógeno, los fosfatos, consumidor de hierro disuelto por precipitación y los carbonatos que actúan como sumideros de HO. En este sentido, los sistemas de tratamiento secundario de aguas residuales basados en microalgas han sido estudiados con gran interés debido a su conocida capacidad para eliminar nutrientes, C, N y P. Durante los últimos años ha habido un creciente interés por esta tecnología, concretamente en la potencial valorización de la biomasa producida para aplicaciones de menor valor como la energía, el medio ambiente o la agricultura, siguiendo los principios de la economía circular. Con

estos antecedentes, el objetivo principal del proyecto INTEGRASOL es el desarrollo y evaluación de un proceso combinado de regeneración de aguas residuales basado en el tratamiento secundario mediante microalgas y el proceso foto-Fenton solar como tratamiento terciario operado en modo de flujo continuo, con el fin de obtener agua reutilizable y biomasa de microalgas. Para ello, el proyecto se centrará en la adaptación de las condiciones de operación del tratamiento secundario para obtener un efluente con las mejores características posibles para ser tratado por foto-Fenton solar en un reactor tipo raceway operado en flujo continuo. El proyecto INTEGRASOL representa la combinación del conocimiento desarrollado en los últimos 20 años por el equipo de investigación en los campos del tratamiento de aguas residuales con microalgas y la regeneración de agua por foto solar Fenton.

Objetivos:

El objetivo general de la propuesta es la evaluación de la combinación del tratamiento de aguas residuales a base de microalgas con la regeneración de efluentes mediante foto-Fenton solar en reactores raceway pond operados en flujo continuo. Para ello, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Optimizar las condiciones de operación del tratamiento secundario con microalgas para minimizar la concentración de amonio, fosfato y carbonato en el efluente de salida. Para ello, se llevará a cabo el estudio del efecto del tiempo de residencia hidráulico, el tiempo de retención celular, la concentración de biomasa y la profundidad de líquido sobre la eliminación de los nutrientes C, N y P y contaminantes (bacterias, colifagos, microcontaminantes orgánicos).
- Evaluar la influencia de la concentración de carbonatos, amonio y fosfatos en la reacción de fotofenton solar para establecer sus concentraciones límite para la combinación de ambos procesos, el tratamiento de aguas residuales a base de microalgas y la regeneración de efluentes secundarios mediante foto-Fenton solar.
- Optimizar las condiciones de operación del tratamiento terciario basado en foto-Fenton solar con el fin de maximizar la capacidad de tratamiento minimizando el consumo de reactivos.
- Optimizar la integración del tratamiento secundario basado en microalgas con el tratamiento terciario basado en foto-fenton solar para maximizar la capacidad de tratamiento y la productividad de las microalgas.
- Evaluar la presencia de microcontaminantes en las diferentes etapas del proceso integrado tanto en el agua como en la biomasa microalgal, con el fin de determinar el mecanismo predominante de eliminación.
- Evaluar desde un punto de vista tecnoeconómico y sustentable el proceso integrado y su posible implementación a escala real.

3.3.10 Actividades de Difusión

Como en años anteriores, la unidad funcional ha participado en la Noche Europea de los investigadores 2022, 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.

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).

Organización del Curso de Verano “Nuevas fuentes de agua: desalación y regeneración hacia la sostenibilidad del ciclo integral del agua”. Almería, del 12 al 14 de julio de 2022. El curso abarca los

principales factores que intervienen en los procesos de desalación y regeneración de aguas, claves para promover la sostenibilidad del ciclo integral del agua, tratando aspectos como la economía circular, la gobernanza y los avances en I+D+I. En cuanto a desalación, se abordarán las principales tecnologías actuales y aquellas en desarrollo, pros y contras de cada una. En regeneración se prestará especial atención al cumplimiento de la nueva reglamentación europea para el riego agrícola, de gran impacto en la cuenca mediterránea.

Organización del curso enmarcado en el proyecto SFERA III: Short-term Training for technical staff and scientists. Wastewater disinfection and removal of organic microcontaminants using low-cost solar open photo-reactors. Fecha. 6 - 7 de septiembre de 2022.

Participación en la Semana de la Ciencia organizada por la Universidad de Almería, del 7 al 11 de noviembre de 2022, Con el objetivo de acercar el conocimiento científico y tecnológico a los estudiantes de 4º de ESO, Bachillerato y Formación Profesional de la provincia. Además se ha colaborado en Día Internacional de la Niña y la mujer en la Ciencia (11 de febrero de 2022), realizando actividades didácticas en el IES Francisco Montoy de El Ejido, Almería

Organización de las XIV JORNADAS SOBRE LA UNIÓN EUROPEA. “Innovación en la Depuración y Regeneración de Aguas Residuales en la Unión Europea” Almería, del 17 al 21 de octubre de 2022. 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.
- “Nuevos retos en la regeneración de aguas depuradas” Dra. Paula Soriano Molina.

3.3.11 Otros

Tesis doctorales en proceso de realización

- 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)
- Azahara Martínez García (Directores: Inmaculada Polo e Isabel Oller)
- Kelly Johana Castañeda Retavizca (Directores: Sixto Malato e Inmaculada Polo)
- Alba Hernández Zanoletty (Directores: Isabel Oller e Inmaculada Polo)
- Isabel Cristina Espinoza Pavón (Directores: Inmaculada Polo)
- José Vicente Reinoso Moreno (Directores: Gabriel Acien Fernández y M^a Guadalupe Pinna Hernández)

Premios obtenidos durante 2022

- Ilaria Berruti. VIII Premio IIAMA2022 a la mejor tesis doctoral categoría “Planeta y Desarrollo Sostenible”, otorgado por Universitat Politècnica de València, a través del Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA). 16 de diciembre de 2022.
- Solaima Belachqer El Attar. Premio a la mejor comunicación oral, concursando por el Doctorado de Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente en el XI SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN, organizado por la Facultad de Ciencias Experimentales y celebrado en la Universidad de Almería el 15 de noviembre de 2022.
- Elena Olivares Ligeró (Mejor Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Química Industrial). Curso 2022/2023.
- Daniel Rodríguez García, mejor expediente del Grado de Ingeniería Química Industrial.

3.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL

3.4.1 Descripción del Grupo de Investigación

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 47 publicaciones científicas en revistas con índice de impacto y más de 50 trabajos aceptados en congresos nacionales e internacionales H-index: 21 (Google Scholar), 17 (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 42 publicaciones en revistas científicas con índice de impacto, 42 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 20 Proyectos de I+D nacionales e internacionales.

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

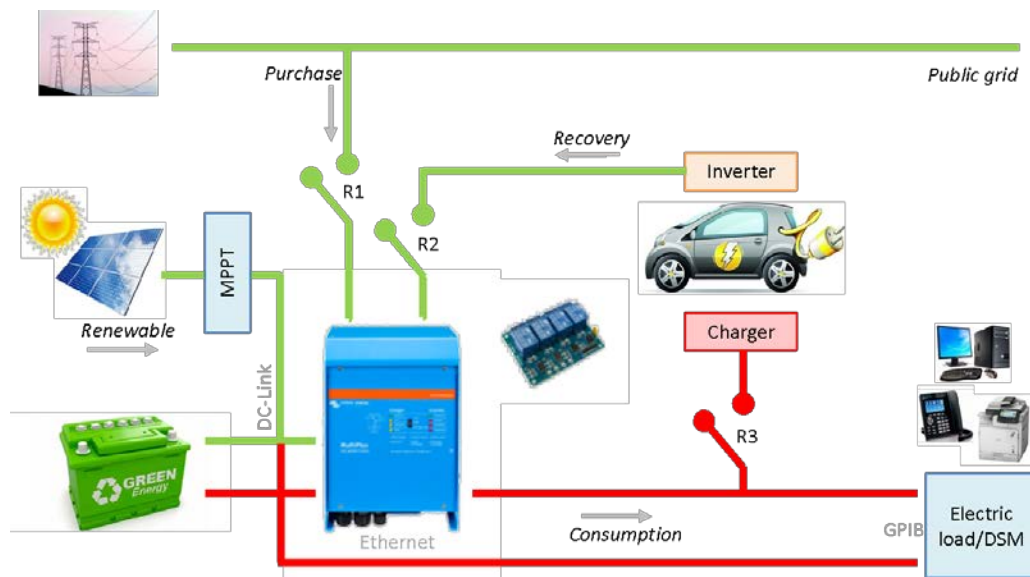
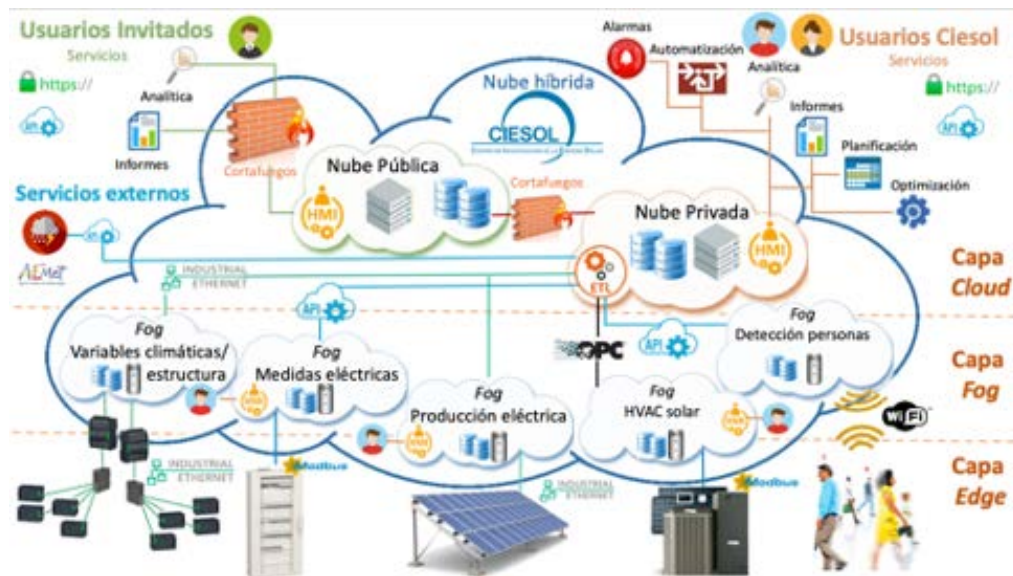
Resumen del grupo:

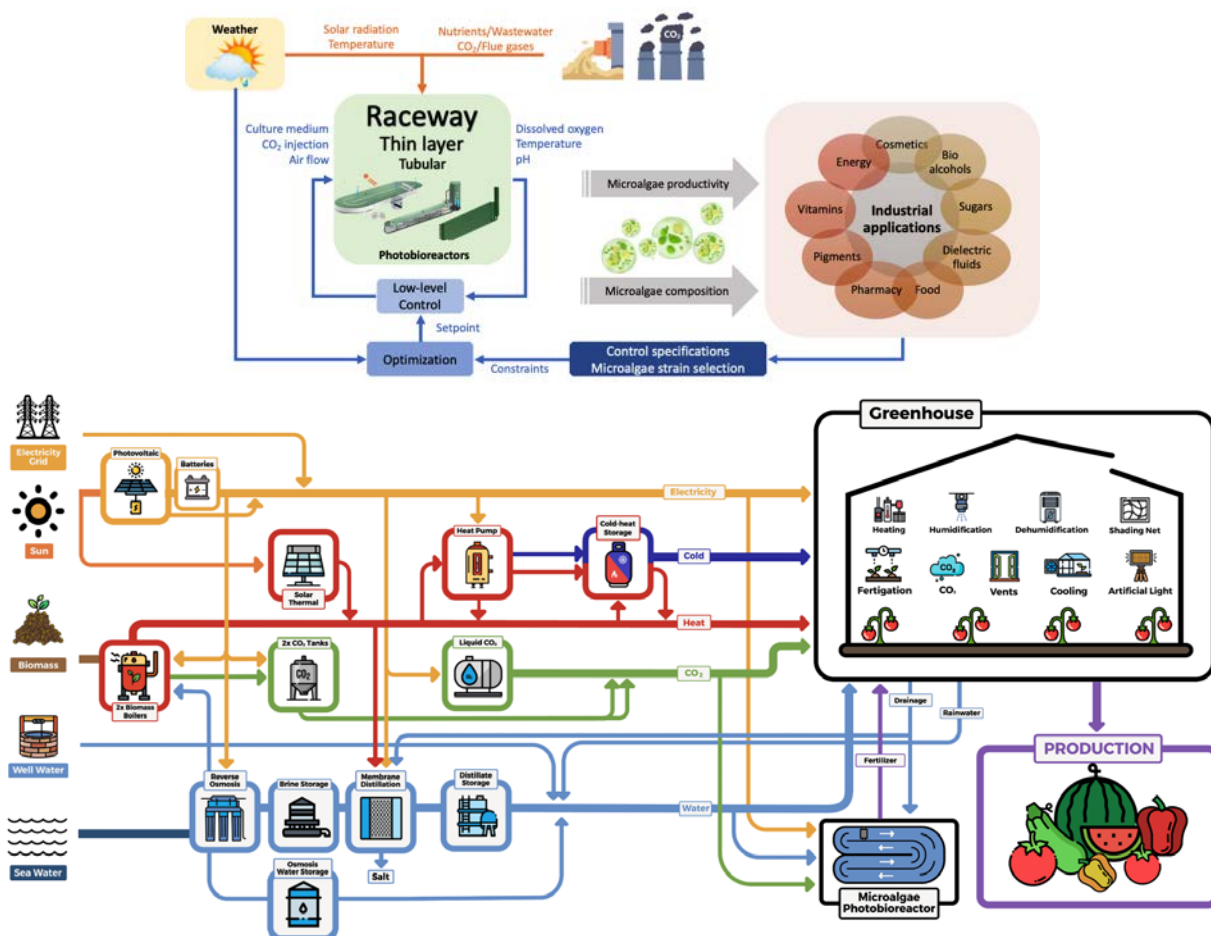
<https://arm.ual.es/arm-group/main-figures/>

3.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022

- 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. Evaluación estandarizada de procesos de desalación.
- 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.
- Inteligencia artificial para el apunte de heliostatos en sistemas termosolares de receptor central.

- Estrategias de control en hornos solares.
- Modelado y control de procesos para tratamiento de aguas residuales.
- 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 otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022

En 2022 la Unidad de Modelado y Control ha mantenido colaboraciones con las siguientes Unidades Funcionales de CIESOL:

- Desalación y Fotosíntesis: Proyectos europeos (India H2O), proyectos del plan nacional (HYCO2BIO, SOLHYCOOL), 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. Planificación de publicaciones conjuntas.
- 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 cilindroparábólicos de baja apertura y captadores solares tipo Fresnel.

3.4.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Estancias y visitas en CIESOL:

- Pataro, Igor. Universidad Federal de Bahía, Brasil (01/09/2020-31/08/2024).

Alumnos en prácticas curriculares:

- José Ruiz Capel. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (08/11/2021-23/01/2022).
- Alberto Martínez Segura. Grado en Ingeniería Informática (08/11/2022-23/01/2023).
- Sergio Rodríguez Perales. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (04/02/2022-18/04/2022).
- Manuel Roda Casas. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (04/02/2022-18/04/2022).
- Malena Caparroz - Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (01/02/2022-15/04/2022).
- Delia Sola Molina - Grado en Matemáticas (18/04/2022 - 26/05/2022).
- Fátima Sánchez López - Máster Interuniversitario en Educación Ambiental (01/05/2022 - 30/06/2022).

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	
19	8	3	2	4	10

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

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

Artículos

- Model Based Optimal Control of the Photosynthetic Growth of Microalgae in a Batch Photobioreactor. G.A. Ifrim, M. Titica, G.Horincar, A. Antache, L. Baicu, M. Barbu, J.L. Guzmán. Energies, 15 (18), 6535, 2022. <https://doi.org/10.3390/en15186535>

- A model-based methodology for the early warning detection of cucumber downy mildew in greenhouses: an experimental evaluation. L. Ran, H. Wang, J. L. Guzmán, L. Ming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 194, 106751, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106751>
- A seasonal simulation approach for culture depth influence on the temperature for different characterized microalgae strains. Rodríguez-Miranda, E., Sánchez-Zurano, A., Guzmán, J. L., Acién, F. G., & Visioli, A. *Biotechnology Journal*, 17, e2100489, 2022. <https://doi.org/10.1002/biot.202100489>
- Estrategia de control selectivo de temperatura y humedad para un invernadero solar chino con un enfoque basado en eventos. R. Liu, J.L. Guzmán, F. García-Mañas, M. Li. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 2022. <https://doi.org/10.4995/riai.2022.18119>
- Optimización de temperatura en reactores raceway para la producción de microalgas mediante regulación de nivel. González Hernández, J., Rodríguez Miranda, E., Guzmán Sánchez, J. L., Acién Fernández, F. G. y Visioli, A. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 19(2), 164–173, 2022. <https://doi.org/10.4995/riai.2022.16586>.
- A new control strategy to improve the mass transfer capacity and reduce air injection costs in raceway reactors. M. Barceló-Villalobos, Á. Hoyo, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, F.G. Acién. *New Biotechnology*, 70, 49-56, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2022.04.005>
- Control robusto del pH en un fotobiorreactor raceway. Á. Hoyo, J.L. Guzmán, J.C. Moreno, A. Baños. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 13(3), 274-283, 2022. <https://doi.org/10.4995/riai.2022.16731>
- ABACO: A New Model of Microalgae-Bacteria Consortia for Biological Treatment of Wastewaters. Sánchez-Zurano A, Rodríguez-Miranda E, Guzmán JL, Acién-Fernández FG, Fernández-Sevilla JM, Molina Grima E. *Applied Sciences*, 11(3), 998, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11030998>
- An IoT Platform for Data Management in an Industrial-Scale Microalgae Cultivation Plant. Muñoz, M., Guzmán, J. L., Torres, M., & Acién, F. G. (2022). *IEEE Access*, 10, 127128-127139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3226334>
- Improving the performance of solar membrane distillation processes for treating high salinity feeds: A process control approach for cleaner production. J.D. Gil, L. Roca, G. Zaragoza, M. Pérez, M. Berenguel. *Journal of cleaner production*, 338, 130446, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130446>
- A review from design to control of solar systems for supplying heat in industrial process applications. J.D. Gil, A. Topa, J.D. Álvarez, J.L. Torres, M. Pérez. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 163, 112461, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112461>
- A stabilizing predictive controller with implicit feedforward compensation for stable and time-delayed systems. I. Pataro, J.D. Gil, M.V. Americano, J.L. Guzmán, M. Berenguel. *Journal of Process Control*, 115, 12 – 26, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2022.04.017>
- A nonlinear control approach for hybrid thermal solar plants based on operational conditions. I. Pataro, J.D. Gil, M.V. Americano, J.L. Guzmán, M. Berenguel. *Renewable energy*, 183, 114-129, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.057>
- An open-source tool for path synthesis of four-bar mechanisms. J.L. Torres-Moreno, N.C. Cruz, J.D. Alvarez, J.L. Redondo, A. Gimenez-Fernandez, *Mechanism and Machine Theory*, vol. 169, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2021.104604>

- Dynamic modeling of a multi-effect vertical falling-film evaporator for water reuse in CSP plants. B. Ortega-Delgado, P. Palenzuela, J. Bonilla, M. Berenguel, L. Roca, D.C. Alarcón-Padilla. *Desalination*, 529, 115623, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115623>
- Integration of photovoltaic generation within a modeling framework for energy hubs. Ramos-Teodoro, J., F. Rodríguez, M. Berenguel. *Frontiers in Control Engineering*, 3, 833146, 2022. <https://doi.org/10.3389/fcteg.2022.833146>.
- A computer-based tool to simulate raceway photobioreactors for design, operation and control purposes. A. Hoyo, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel, J.C. Moreno. *Computers & Chemical Engineering*, 156, 107572, January 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107572>
- Review of Polygeneration Schemes with Solar Cooling Technologies and Potential Industrial Applications. A. Villarruel-Jaramillo, M. Pérez-García, J. M. Cardemil y R. A. Escobar. *Energies*, vol. 14, nº 20, p. 6450, 2021 DOI: <https://doi.org/10.3390/en14206450>
- Producción, control y gestión distribuida de energía: una revisión de terminología y enfoques habituales. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, J. Ramos-Teodoro, F. Rodríguez. vol 19, p233-253, 2022, <https://doi.org/10.4995/riai.2022.16497>
- Experimental Assessment of a Pilot Scale Hybrid Cooling System for Water Consumption Reduction in CSP Plants. *Energy*, P. Palenzuela, L. Roca, F. Asfand, K. Patchigolla, vol. 242, 122948, 2022. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3899289>.

Participación en congresos

- V Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2022), Almería, España, 2022.
- SFERA-III 3rd Doctoral Colloquium, Zurich, Suiza, 2022.
- Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España, Junio 2022.
- III Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola 2022 Smart Farming, Cartagena, España, 2022
- 13th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2022), Hamburgo Bergedorf, Alemania, 2022
- XLIII Jornadas de Automática, Logroño, España, 2022
- XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Palma de Mallorca (España), 20 a 22 de junio de 2022
- Eurosun 22 ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry, Kassel (Alemania), 25 a 29 de septiembre de 2022.
- Simposio Conjunto de los Grupos Temáticos de CEA: Modelado, Simulación, Optimización e Ingeniería de Control, Burgos, España, 2022
- 23rd Nordic Process Control Workshop, Luleå, Sweden, 2022
- 13th IWA Specialist conference on Wastewater Ponds and Algal Technologies, Melbourne, Australia, 2022
- 26th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Rumania, 2022.

- Nanofiltration 2022, Achalm, Reutlingen, Alemania, 2022.

Contribuciones a congresos

- Microalgae production systems: modelling and control issues. J.L. Guzmán, F.G. Acién, M. Berenguel. 23rd Nordic Process Control Workshop, Lulea, Sweden, 2022.
- Why tuning rules for feedforward control are required?. J.L. Guzmán, Tore Hägglund. 23rd Nordic Process Control Workshop, Lulea, Sweden, 2022.
- Modelling of microalgae and bacteria populations for biological wastewater treatment. A. Sánchez-Zurano, E. Rodríguez-Miranda, J. L. Guzmán, F. G. Acién, J.M. Fernández-Sevilla, E. Molina. 13th IWA Specialist conference on Wastewater Ponds and Algal Technologies, Melbourne, Australia, 2022.
- Modelling and Control Differences for pH Regulation in Microalgae Production System between Fertilizers and Wastewater Sources. M. J. Rodríguez-Torres, A. Morillas-España, J. L. Guzmán, F. G. Acién. 13th IWA Specialist conference on Wastewater Ponds and Algal Technologies, Melbourne, Australia, 2022.
- A model-free control approach for the pH regulation in raceway reactors. P. Otálora, J.D. Gil, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. 13th IWA Specialist conference on Wastewater Ponds and Algal Technologies, Melbourne, Australia, 2022.
- Teaching Control during the COVID-19 Pandemic. J.L. Guzmán, K. Zakova, I.K. Craig, T. Hägglund, D.E. Rivera, J.E. Normey-Rico, P. Moura-Oliveira, L. Wang, A. Serbezov, T. Sato, M. Beschi. 13th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Hamburg Bergedorf, Germany, 2022.
- Interactive tool for computational kinetics of microcontaminant removal by the solar photo-Fenton process. D. Rodríguez, E. Gualda, P. Soriano, J.L. Casas, J.L. Guzmán, J.L. García, J.A. Sánchez-Pérez. Young Water Professionals - IWA, Valencia, Spain, 2022.
- Fictitious Reference Iterative Tuning Control of the pH in a Photobioreactor. G. Irim, H. Georgiana, L. Condurachi, M. Titica, J.L. Guzmán. 26th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Rumania, 2022.
- Methodology for the implementation of a steady state simulation model in a multi-effect distillation plant. Case study: PSA MED pilot plant. Serrano, J. M., Palenzuela, P., & Roca, L. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Las Palmas de Gran Canaria, España, 114–115. <https://doi.org/10.1016/j> (Presentación)
- Modeling and automation of a multi-effect distillation plant for the optimal coupling with solar energy. Serrano, J. M. . 16th SolLab and 3rd SFERA-III – Doctoral Colloquium. September 12th-14th, 2022. Zürich, Switzerland (Presentación)
- Caracterización y modelado de la tecnología de destilación multi-efecto (MED) para tratamiento de aguas. Serrano, J. M., V Jornadas de Doctorado en Informática, Universidad de Almería, 25 de febrero de 2022 (Presentación).
- Assessment of the integration of a MED-TVC plant into a solar tower with Brayton cycle. Bonilla, J., Palenzuela, P., Ortega-Delgado, B., Serrano, J.M., Fernández-Reche, J., Alarcón-Padilla, D.C. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain. June 20–23 June, 2022 (Presentación)

- Multi-objective operation for improving municipal wastewater regeneration with nanofiltration. Roca, L., Iaconis, F., Rodríguez, F., Roccamante, M., Oller, I., Malato, S., & Serrano, J. M. (2022). Nanofiltration 2022 (Presentación).
- Diseño de un controlador multivariable para la regeneración de aguas con nanofiltración. Roca, L., Serrano, J. M., Rodríguez, F., Iaconis, F., Oller, I., & Malato, S. XLIII Jornadas de Automática, 436-443 (2022) (Póster)
- Modelado y control del proceso de producción de microalgas mediante estrategias de aprendizaje automático. P. Otálora, J.L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel. Simposio Conjunto de los Grupos Temáticos de CEA: Modelado, Simulación, Optimización e Ingeniería de Control, Burgos, España. (Presentación)
- Modelado dinámico del pH en reactores raceway con redes neuronales. P. Otálora, J.L. Guzmán, J.D. Gil, M. Berenguel, F.G. Ación. XLIII Jornadas de Automática, Logroño, España. (Presentación)
- Modelado y control del proceso de producción de microalgas mediante estrategias de aprendizaje automático. P. Otálora. VI Jornadas de Doctorado en Informática, Universidad de Almería, Almería, España. (Presentación)
- Modelado y control adaptativo del pH en reactores raceway para la producción de microalgas. M. Caparroz, P. Otálora, J.L. Guzmán, M. Berenguel. XLIII Jornadas de Automática, Logroño, España. (Presentación)
- Avances en el modelado y control del clima de un invernadero. F. García-Mañas. V Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2022), Almería, España, 2022. (Póster)
- Diseño de un sistema de supervisión y control para el proceso de captura y enriquecimiento con CO₂ procedente de los gases de combustión. J.A. Sánchez Molina, V. Roda, F. Rodríguez, F. García-Mañas. III Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola, Cartagena, España, 2022. (Póster)
- Use of TCLab kits for control engineering curricula at the University of Almería. J.L. Guzmán, F. García-Mañas, Á. Hoyo, J. Ramos-Teodoro, J.G. Donaire. IFAC-PapersOnLine, (55)17, 362-367. 13th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2022), Hamburgo Bergedorf, Alemania, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.306>. (Vídeo)
- Workshops for promoting Robotics among future engineers. J. Ramos-Teodoro, J.C. Moreno, M. Muñoz, F. García-Mañas, J.M. Serrano, P. Otálora. IFAC-PapersOnLine, (55)17, 212-217. 13th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2022), Hamburgo Bergedorf, Alemania, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.281>. (Vídeo)
- Control climático de invernaderos con compensación de perturbaciones medibles. M. Berenguel, J.D. Álvarez, A. Cruz, F. Rodríguez, J.A. Sánchez-Molina, J.L. Guzmán, F. García-Mañas. XLIII Jornadas de Automática, Logroño, España, 2022. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498418.0325>. (Póster)
- Bringing Automatics and Robotics closer to pre-university students. Á.Hoyo, F.J. Mañas-Álvarez, E. Rodríguez-Miranda, J.D. Gil, M. Castilla, J.L. Guzmán. IFAC-PapersOnLine, (55)17, 85-90. 13th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2022), Hamburgo Bergedorf, Alemania, 2022.
- Contribuciones de control robusto para sistemas sometidos a perturbaciones. Á. Hoyo. V Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2022), Almería, España, 2022. (Póster)
- Arquitectura Cloud y tratamiento de datos en un sistema de producción basado en las microalgas. F. G. Ación M. Muñoz-Rodríguez, J.L. Gumán, M. Torres, J.A. Sánchez-Molina. III Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola, Cartagena, España, 2022. (Póster)

- Estrategias de modelado simplificadas de una máquina de absorción alimentada por energía solar para controladores basados en modelo. I. Pataro, J.D. Gil, J.D. Álvarez, J.L. Guzmán, M. Berenguel. XLIII Jornadas de Automática. Logroño, 2022. (Póster)
- Un enfoque de control libre de modelo para el control de temperatura en hornos solares. J. D. Gil, L. Roca, J. L. Guzmán, M. Berenguel, A. López-Palenzuela. XLIII Jornadas de Automática. Logroño, 2022. (Oral)
- Desarrollo de una aplicación de adquisición de datos para un sistema de supervisión abierto y escalable en la nube vía OPC UA. J.A. Jiménez, M. Castilla, J.D. Álvarez. XLIII Jornadas de Automática. Logroño, 2022. (Oral)
- Estudio óptico de un captador solar multifuncional. M. Leal Rueda, M.F. Silva, J.D. Álvarez, M. Castilla, J.L. Torres Moreno, M. Pérez. XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar. Palma de Mallorca, 2022. (Oral)
- OpenBeam: Herramienta offline y online para análisis estático de estructuras. J.L. Blanco, J. Lopez-Martinez, F.J. Garrido, P. Gomez-Calvache, V. Martin-Rodriguez, J.M. Garcia-Manrique Ocana. XV Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Madrid, España, 2022. (Oral)
- Load Disaggregation Through Particle Filtering of Harmonic Features. A. Poyatos, V. Isanbaev, J.L. Blanco, E. Viciano, J. Ventura, F.M. Arrabal, R. Banos, A. Alcayde, F.G. Montoya. 20th International Conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP), 2022 (Oral).
- Desarrollo de una herramienta de caracterización geográfica para el apoyo al diseño de sistemas solares de calor de proceso en enclaves productivos en el ámbito rural M Pérez, M Frasquet, J A Romero-Ramos, J Aramburo XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Palma de Mallorca (España), 20 a 22 de junio de 2022 (Oral)
- Modelado y gestión energética de una microrred, basado en estrategias de control predictivo A. O. Topa-Gavilema, J. D. Gil, J. D. Álvarez-Hervás, J. L. Torres-Moreno, M. Pérez-García. XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Palma de Mallorca (España), 20 a 22 de junio de 2022 (Póster).
- Projeto simulado de um coletor solar para fonte de energia de um sistema de secagem para artesanato de barro. M. F. Silva, M. Pérez, F. V. Silva, I. C. Silveira J. D. Álvarez. XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, Palma de Mallorca (España), 20 a 22 de junio de 2022 (Póster).
- Hybrid Solar Thermal Field (FPC-PTC) Applied for Solar Heating and Cooling Process in the Agroindustry Sector. JF. Rosales-Pérez, A. Villarruel-Jaramillo, JD. Gil, M. Pérez-García, JM. Cardemil, R. Escobar Eurosun 22 ISES and IEA SHC International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry, Kassel (Alemania), 25 a 29 de septiembre de 2022 (Póster)

Tesis doctorales defendidas

- Adaptive modelling of greenhouse climate using metaheuristic algorithms and machine learning techniques. Mounir Guesbaya. University Mohamed Khider Biskra, 19 de diciembre de 2022, Sobresaliente cum Laude.

3.4.8 Miembros del Grupo de Investigación

Dr. José Domingo Álvarez Hervás



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

Dr. Manuel Berenguel Soria



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura y Tecnología de Computadores
UAL

Dr. José Luis Blanco Claraco



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dra. Lidia Roca Sobrino



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

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
CIEMAT-PSA

Dr. Antonio Giménez Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
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 Luis Torres Moreno



Profesor Ayudante Doctor de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Jerónimo Ramos Teodoro



Contratado postdoctoral

Manuel Muñoz Rodríguez



Contratado
IoF2020

Francisco García Mañas



Contratado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPU

Juan Miguel Serrano Rodríguez



Contratado predoctoral
CIEMAT

Dr. José Antonio Carballo López



Contratado
CIEMAT-PSA

Dr. Juan Diego Gil Vergel



Becario posdoctoral
UAL

Enrique Rodríguez Miranda



Contratado postdoctoral
Universidad de Brescia

Ángeles Hoyo Sánchez



Contratada Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPI

Pablo Otálora Berenguel



Contratado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPU

3.4.9 Proyectos vigentes durante 2022

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 (frodridg@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 cilindro-parabólicos 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.cyted.org/es/microprod_solar

3.4.9.4 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.

3.4.9.5 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.

3.4.9.6 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 – Junio 2023

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.

3.4.9.7 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.

3.4.9.8 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:

Septiembre 2019 – Abril 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/>

3.4.9.9 CyberGreen - CYBERphysical control architecture for the optimization of the water-energy-carbon-food nexus in GREENhouses

Participantes:

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

Contactos:

Jorge Antonio Sánchez Molina

Antonio Giménez Fernández

Fuente de financiación:

Proyecto PID2021-122560OB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa

Duración prevista:

Septiembre 2022 – Agosto 2025

Situación:

En curso

Resumen:

La propuesta tiene como objetivo desarrollar un marco de optimización de la gestión y el control automático que, a través de la generación, el almacenamiento, la reutilización y el uso de agua, energía y el CO₂ en el control de clima, la fertirrigación. Además, jugará un papel importante el estudio de las capacidades y protocolos destinados a integrar estos elementos heterogéneos en una herramienta que apoye en la toma de decisiones por parte del agricultor. Los ensayos se desarrollarán en el Centro IFAPA de la Cañada, en concreto en la infraestructura denominada “AgroConnect” (Ayuda EQC2019-006658-P financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “FEDER Una manera de hacer Europa”) en virtud al convenio entre IFAPA y la Universidad de Almería (Expediente IFAPA 116/2020). Este banco de pruebas, único en el mundo, consistente en un invernadero totalmente equipado, que incluye suministro eléctrico y térmico, calor y frío, y generación y reutilización de agua y CO₂ a partir de fuentes renovables con tecnologías como la desalación, destilación, solar fotovoltaica, solar térmica, adsorción, aerotermia... Los resultados provendrán de pruebas con equipos reales, lo que facilita su transferencia a las empresas. Además, se dispone de la plataforma iVeg, diseñada por el grupo ARM en un proyecto anterior, que facilitará la integración e interoperabilidad de los diferentes componentes, así como el diseño, la implementación de la nueva arquitectura ciberfísica y los diferentes algoritmos de optimización y control.

3.4.9.10 COMMIT4.0EB - COntrol and ManageMent systems using Information and communications Technologies FOR ZERO Energy Buildings.

Participantes:

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

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Proyecto PID2021-126889OB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa

Duración prevista:

Septiembre 2022 – Agosto 2025.

Situación:

En curso

Resumen:

En este proyecto se plantea el desarrollo de controladores avanzados para distintos niveles que serán validados en el edificio CIESOL, que se encuentra en el campus de la Universidad de Almería. Dicho edificio hace uso de las TIC para monitorizar diversas variables físicas en la mayoría de sus recintos, así como la producción y consumo de cada uno de sus componentes. Los controladores desarrollados serán validados con ensayos reales, para lo cual se necesitará: i) desarrollar un gemelo digital del edificio (digital twin) que permita modelar y predecir la producción y consumo de los distintos sistemas que conforman el edificio, ii) el análisis de consumos térmicos y eléctricos dentro del edificio y de producción por parte de los sistemas basados en energías renovables que el edificio tiene integrados, colectores solares planos y placas fotovoltaicas; iii) el desarrollo de controladores avanzados para gestionar la energía del edificio a varios

niveles con la finalidad de solapar las curvas de demanda y producción de este maximizando la energía producida por fuentes de energía renovables mientras se minimiza el consumo energético procedente de la red eléctrica.

3.4.9.11 NTech4Build - New technologies for enhancing energy efficiency in buildings.

Participantes:

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

Contactos:

José Domingo Álvarez Hervás (jhervas@ual.es)
María del Mar Castilla Nieto (mcastilla@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyecto TED2021-131655B-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por European Union Next GenerationEU

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Diciembre 2024.

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto propone la aplicación de nuevas tecnologías digitales para reducir el consumo energético de los edificios y, por tanto, conducir su huella de carbono hacia cero. Dicha transición digital se realizará mediante IoT y algoritmos de machine learning y se probará en un edificio bioclimático existente, el centro de investigación CIESOL. Será necesario: i) desarrollar un sistema de detección de anomalías junto con una herramienta de soporte basada en realidad aumentada para facilitar las comprobaciones in situ y reducir el tiempo necesario para las tareas de mantenimiento. Este sistema utilizará técnicas basadas en datos y conocimiento para comprobar, en tiempo real, el funcionamiento de los principales sistemas y dispositivos del edificio, ii) caracterizar el comportamiento de los usuarios en el interior del edificio mediante una estrategia de seguimiento de la ocupación compuesta por anclajes, etiquetas y cámaras, y utilizando machine learning para obtener modelos del comportamiento de los usuarios, iii) predecir la irradiación solar utilizando datos de un piranómetro y machine learning junto con la predicción de la producción de los paneles fotovoltaicos mediante vídeo adquirido por una cámara que se utilizarán para detectar la cantidad de polvo en los mismos.

3.4.9.12 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 2023

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.

3.4.9.13 Reusing effluents from Agriculture to Unlock the potential of microalgae (REALM).

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería

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

Grupo de Inv. "Desalación y Fotosíntesis". Universidad de Almería (BIO 352).

Contactos:

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

Francisco Gabriel Acien Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Horizon Europe Framework Programme (HORIZON)

Circular economy and bioeconomy sectors (HORIZON-CL6-2021-CIRCBIO-01)

Duración prevista:

01/07/2022 - 30/06/2026

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo principal de REAL consiste en desarrollar una estrategia altamente eficiente, innovadora y sostenible para la producción y el procesamiento de biomasa de microalgas que pueda ser aplicada en todos los países de Europa. Este objetivo se pretende alcanzar haciendo un residuo de la agricultura intensiva actual, como son los drenajes provenientes de los cultivos bajo invernadero, los cuales son altamente contaminantes, pero a su vez muy ricos en nutrientes para el cultivo de microalgas. Para ello se llevará a cabo la producción de microalgas en un nuevo modo de funcionamiento que permita maximizar la producción y llevar a cabo una recolección de la biomasa generada en modo continuo. De esta forma, los sistemas de producción de microalgas serán instalados próximos a invernaderos con el fin de tomar las aguas de drenaje como entrada a los reactores de microalgas, y así poder generar productos de valor añadido a partir de este elemento residual, como es la biomasa de microalgas. La ambición de este proyecto radica en demostrar la viabilidad de este concepto y desarrollar un modelo de negocio que pueda elevarse al siguiente nivel en un futuro cercano: por ejemplo, mediante la creación de una red de múltiples centros de producción de microalgas que usen aguas de drenaje como base de la producción

alrededor del continente europeo. De esta forma, sería posible abastecer las instalaciones de centros de procesamiento locales con el fin de reducir costes a través de una economía de escala. Esta red combinada de producción de cultivo hidropónico bajo invernadero y producción eficiente de microalgas unida a instalaciones de procesamiento empujaría de forma clara el potencial de las microalgas para contribuir en soluciones para una bioeconomía sostenible y limpia a nivel europeo.

3.4.9.14 PARTICIPACIÓN – Soluciones de refrigeración híbrida para ahorro de agua en aplicaciones solares térmicas (SOLHYCOOL)

Participantes:

Plataforma Solar de Almería - CIEMAT
CIESOL-Universidad de Almería
Universidad de Huddersfield (Reino Unido)
Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Inv. “Desalación y Fotosíntesis”. Universidad de Almería (BIO 352).

Contactos:

Lidia Roca (lidia.roca@psa.es)
Patricia Palenzuela (patricia.palenzuela@psa.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria de Proyectos de Generación de Conocimiento 2021. Agencia Estatal de Investigación. Ministerio de Ciencia e Innovación.

Duración prevista:

01/09/2022 - 31/08/2025

Situación:

En curso

Resumen:

Los principales objetivos del proyecto SOLHYCOOL son: 1) aplicar métodos del ámbito del control automático para optimizar la operación de una planta piloto de refrigeración híbrida situada en la Plataforma Solar de Almería, atendiendo a criterios económicos y de disponibilidad de recursos (agua), y 2) analizar la viabilidad tecno-económica de este tipo de sistemas para dos aplicaciones solares térmicas a escala comercial: plantas termosolares de producción de electricidad y plantas de destilación multiefecto alimentadas con energía solar situadas en zonas del interior. El proyecto dispone de carácter multidisciplinar, ya que abarca diferentes áreas temáticas, siendo el área principal “Energía y transporte”, y pretende generar conocimiento nuevo en una tecnología necesaria para garantizar un suministro energético eficiente y respetuoso con el medio ambiente, considerando como casos de estudio aplicaciones que utilizan la energía solar como fuente de energía. El ámbito de investigación en el que se enmarca este proyecto se alinea tanto con las políticas europeas en materia de energía y clima como con los retos definidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030.

3.4.10 Participación en Redes durante 2022

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.

- Contrato con la empresa Sercom Automation S.L. El presupuesto del contrato menor es de TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS EUROS (33.500,00 €). El presente contrato tiene como punto de partida la una Prestación de Servicios firmada entre la empresa “SERCOM Automation S.L.” y el Grupo de Investigación de la UAL “Automática, Robótica y Mecatrónica TEP-197” desarrollada sobre “Estudio de viabilidad de la de la nuez pacana como combustible para calderas de biomasa”, cuyos resultados han sido evaluados por la empresa. Es importante destacar que los sistemas agroalimentarios son adecuados para la implementación de tecnologías de ciclos combinados de calefacción y generación eléctrica por dos razones principales: (i) es uno de los motores económicos de la provincia de Almería; (ii) reduce dependencia de fuente de energías externas para reducir el impacto en la factura en una situación de mercado inestable. Por todo ello, el objetivo del contrato “CHPTransfer” vinculado a la convocatoria “Transfiere 2022” es el estudio de la viabilidad económica de la implantación de este tipo de tecnologías en sistemas agroindustriales. Este proyecto se centra en el análisis tecno-económico instalación de ciclo combinado para la agroindustria utilizando como combustible el deshecho de nuez pecana. En esta línea, esta nueva propuesta solicitada en la convocatoria “UALTransfiere” tiene como objetivo adaptar la propuesta a las necesidades de una planta piloto propuesta por la empresa SERCOM Automation S.L. Para ello, deben cumplirse tres hitos: (i) Estudio de la situación actual de la empresa piloto; (ii) dimensionamiento del sistema de cogeneración térmica/eléctrica y (iii) análisis tecno-económico de la solución propuesta. Por lo tanto, para el desarrollo del contrato es importante la coparticipación de investigadores de la Universidad de Almería y del centro de ensayos, y de la empresa SERCOM Automation S.L., que cuenta con una dilatada experiencia en la aplicación de sistemas renovables.
- Contrato con la empresa Teladoc Health Inc. En este proyecto se vienen realizando labores de consultoría e ingeniería de software en el marco del desarrollo de un prototipo de robot móvil para entornos hospitalarios.

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.

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/>

- La Noche Europea de los Investigadores, Almería
- Semana de la Ciencia, Almería
- Club de Robótica (talleres dirigidos a estudiantes de centros educativos)
- European Robotics Week
- 11F. Una científica visita tu centro.
- FIRST LEGO League
- Desafío del Club de Robótica de la UAL

3.4.13 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Marina Guil Torres (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de una herramienta scada en codesys para fotobiorreactores industriales, 2022.
- Alejandro Dimas Rodríguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño y desarrollo de una herramienta scada sobre pantallas hmi para fotobiorreactores industriales, 2022.
- Davide Coltri (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Técnicas de mantenimiento predictivo y sus aplicaciones en la fabricación de acero, 2022.

- Francisco Marin Martínez (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño y construcción de un sistema para la realización de respirometría en cultivos de microalgas, 2022.
- Álvaro Rozas Teruel (Máster en Ingeniería Industrial). Programación de autómata programable schneider m221 para el control de grupos evaporativos en instalaciones de renovación de aire y supervisión mediante sistema SCADA wincc por protocolo Modbus, 2022.
- José González Hernández (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de un estimador de concentración de biomasa mediante la luminosidad obtenida por un sensor RGB, 2022.
- José Moya López (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño y construcción de un sistema de desinfección por nebulización mediante atomización ultrasónica, para la prevención de la COVID-19, 2022.
- Malena Caparroz (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Un nuevo enfoque de modelado y control para la regulación del pH en fotobiorreactores raceway. 2022.
- Andrés López Palenzuela (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado y control no lineal de un horno solar. 2022.
- Ginés Martínez García (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Estrategias de modelado de una máquina enfriadora de agua por absorción de H₂O/LiBr con agua recibida de una planta solar. 2022.
- Manuel Roda Casas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Optimal design of membrane distillation plants powered by solar energy based on techno-economic criteria. 2022.
- Davide Beccalossi (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modeling and Development of Portfolio Allocation Algorithm. 2022.
- Michele Francesco Arrighini (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). A genetic algorithm based climate change control. 2022.
- Alejandro Bueso Sánchez (Máster en Ingeniería Industrial). Técnicas de control libre de modelo aplicadas a plantas de destilación por membranas operando en modo Batch. 2022.
- Marta leal Rueda (Máster en Energía Solar). Análisis del control automático de una planta de tratamiento de aguas alimentada con energía fotovoltaica de bajo coste. 2022.
- Guillermo Martínez Martínez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un sistema de localización en interiores basado en balizas UWB con aplicación en robótica móvil. 2022.
- David París Góngora (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Implementación eficiente en C++ del algoritmo de los cinco puntos para emparejamiento robusto de imágenes en visión artificial. 2022.
- Radu Berbbec (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Designing and development of a robotic cell for steel bars tagging. 2022.
- Ángel López Gázquez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Simulación del robot Husky para aplicaciones colaborativas en un invernadero. 2022.
- Juan Modesto Espinosa Bogas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un HRI basado en OpenBCI para el control básico de robots. 2022.
- Pablo Marín Molina (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un simulador para la Duckietown de la UAL. 2022.
- Mario Rosendo Pérez García (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado y simulación de producción de energía mediante Matlab y Simscape
- María del Mar López Gámez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un huerto automatizado tipo Farmbot

- Marcos Barranco Moreno (Máster Universitario en Transformación Digital de Empresas). Diseño de paneles descriptivos con Power BI para Agrodolores.
- Eduardo Joya Peña (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Prototipo Hardware in the Loop para el diseño de benchmarks en la enseñanza de la automatización y el control automático.
- Beatriz Pérez Gil (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Asistente de operación y mantenimiento eléctrico mediante realidad aumentada.
- Eduardo Jesús Machuca Moreno (Máster en Energía Solar). Caracterización energética experimental de envolventes en edificios. Aplicación al edificio Taller del LECE en la PSA.
- Alba Manzanares Boga (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño de estimadores para abaratar la red de sensores necesarios para la estimación del confort térmico en edificios bioclimáticos.
- Pablo Marín Molina (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un simulador para la Duckietown de la UAL.
- Pablo Bernardez Plaza (Grado en Ingeniería Mecánica). Estudio para la eficiencia energética en las plantas de producción de silestone.
- Carlos Villegas Ramos (Grado en Ingeniería Mecánica). Proyecto de mejora para estanterías de enfriamiento prometec en fábricas de silestone
- Angel Acien Zapata (Grado en Ingeniería Mecánica). Desarrollo de un entorno de simulación para la optimización de un proceso de mezclado de piedra artificial
- Jose Lopez Gonzalez (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un prototipo de sistema de auto limpieza en reactores de microalgas
- Jose Luis Montoya Lopez (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño y construcción de maqueta de invernadero adaptable para el estudio experimental de la ventilación natural.
- Jose Luis Montoya Viñolo (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un sistema de sombreado de invernaderos basado en vehículos aéreos no tripulados
- Alejandro Manuel Salvador Ortega (Grado en Ingeniería Mecánica). Reducción de tiempos de parada de producción en la planta industrial de dekton de la empresa cosentino s.a.
- Juan Pablo Grosso Tarazaga (Grado en Ingeniería Informática). Implementación de un sistema de control inteligente en un cultivo doméstico
- Jorge Perez Cano (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Maqueta con 4 motores para la enseñanza de conceptos básicos de automática
- Estibaliz Segura Diaz (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Puesta en marcha de un sistema de cultivo inteligente basado en arduino
- Juan Jose Cano Rodriguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño e implementación de un sistema de control y adquisición de datos para la gestión automatizada de la ventilación natural en un invernadero experimental
- Almudena Gutierrez Roman (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño e implementación de un sistema barra-bola para el aprendizaje de los conceptos fundamentales de los controladores tipo pid
- Marta Leal Rueda (Máster en Energía Solar). Análisis del control automático en una planta de tratamiento de aguas alimentada con energía fotovoltaica de bajo coste

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 Hernández, Jose (supervisores José Luis Guzmán, José Carlos Moreno).
- 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

- Programa de cursos del doctorado en Informática 2022.
<https://sites.google.com/ual.es/cursosdoctoradoinformatica2022>
- Nuevas fuentes de agua: desalación y regeneración hacia la sostenibilidad del ciclo integral del agua, Almería, España, 2022.

Premios obtenidos durante 2022 (<https://arm.ual.es/arm-group/awards/>)

- M. Caparroz, P. Otálora, J.L. Guzmán, M. Berenguel. Premio al mejor trabajo en Ingeniería de Control en las XXII Jornadas de Automática, 2022.

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 (cilindroparabólicas 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.
- Sistemas de Teledetección.
- Optimización de cámaras de cielo.
- 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.
- Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Refrigeración aplicada a la industria agroalimentaria.

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) en área de Energía Solar. Profesor Titular de Universidad de la Universidad de Almería. 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). Responsable 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 60 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 dos tesis doctorales 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 2022

Durante este año 2022, hay que destacar la participación activa de todos los miembros de la unidad funcional en la evaluación y aplicación del recurso solar. Se han conseguido tres nuevos proyectos de investigación con diferentes organismos y se han integrado diferentes investigadores tanto de UAL, CIEMAT-PSA, como de la Universidad de Huelva y Granada con los que estamos trabajando en aplicaciones relacionadas con CIESOL y sus competencias en la rama de recurso solar y frío solar. Durante esta anualidad, hemos podido realizar numerosos desarrollos (presentados a congresos unos y otros actualmente en revisión en revistas científicas de alto impacto) referentes a realización de mapas a partir de sistemas de información geográfica, utilizando bases de datos de Copernicus y otras como las propias de CIESOL y de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Todos estos nuevos estudios están posibilitando definir estratégicamente ubicaciones óptimas donde instalar plantas de energía solar fotovoltaica en toda la geografía española, teniendo especial interés las áreas de Almería y la Costa del Sol. Como consecuencia de esto, se ha podido contar con la colaboración de una estudiante en prácticas de empresa que ha podido ingresar en un programa de doctorado de la Universidad de Almería para continuar con esta línea de investigación tan importante durante los próximos años.

En la línea de climatización solar se ha continuado dando servicio de calefacción y refrigeración mediante energía solar, usando los sistemas de almacenamiento térmico en agua y materiales de cambios de fase.

En el año 2021 comenzó un proyecto LIFE (COOLSPACES 4 LIFE), cuya Investigadora Principal es la Prof. Sabina Rosiek, de la Universidad Politécnica de Brelavia (Polonia). Durante el año 2022 se ha comenzado el desarrollo del proyecto con estudio de cápsulas individuales de un material de cambio de fase comercial, y se ha instalado una instalación piloto de un sistema de refrigeración con un tanque de inercia y un tanque de almacenamiento térmico en PCMs, con una capacidad de 60 litros. Aunque estos estudios se están llevando a cabo en los laboratorios de Física Aplicada, todo el conocimiento generado se empleará en las instalaciones que se llevarán a cabo en el CIESOL dentro del proyecto. Por otra parte, se ha comenzado con la puesta a punto de las cámaras de refrigeración instaladas en el patio del CIESOL, después de varios años de paro. Fruto de esta puesta a punto, un estudiante del Máster en Energía Solar realizó el Trabajo Fin de Máster, dirigido por los profs. María Jesús Ariza Camacho y Manuel S. Romero Cano, ambos integrantes de la unidad. Además, una de las cámaras (alimentada con un sistema de refrigeración convencional) está dando servicio a otras unidades para almacenamiento de productos a baja temperatura. En la actualidad ya se han estudiado nódulos individuales de un PCM comercial con una temperatura de fusión de 3°C, con diferentes geometrías y en diferentes condiciones. Se está utilizando también un tanque piloto de 60 litros de capacidad para analizar el modo de operación óptimo de un sistema de almacenamiento térmico basado en PCMs. Este tanque piloto se alimenta con un sistema de refrigeración con un tanque de inercia de 80 litros, que puede enfriarse hasta los -12°C. Se han probado en el tanque PCMs con diferentes geometrías y en diferentes orientaciones. En febrero de 2022 se contrató, con cargo al Proyecto, a un graduado en Ingeniería Mecánica, que posteriormente finalizó el Máster de Energía Solar y se ha matriculado en el programa de doctorado “Ciencias aplicadas al medio ambiente”, bajo la dirección de Antonio M. Puertas.

3.5.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2022

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. De hecho, en 2022 se ha concedido un proyecto de Ministerio de Ciencia e Innovación (Transición Ecológica y Digital) donde colaboramos miembros de estas dos unidades conjuntamente.

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 (30/11/2021-11/02/2022).
- José Manuel Lajara Lázaro. Grado en Derecho (inicio-fin de las prácticas (18/03/2022-02/06/2022).

Alumnos en prácticas extracurriculares:

- Noelia Simal Pérez. Máster en Ingeniería Industrial (inicio-fin de las prácticcas 10/01/2022-09/07/2022).

Estudiantes de doctorado:

- Noelia Simal Pérez. Programa de Doctorado: Ciencias aplicadas al medio ambiente.
- Álvaro Castro Vizcaíno Programa de Doctorado: Ciencias aplicadas al medio ambiente.

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	
4	3	1			7

Artículos

- World map of low-layer atmospheric extinction values for solar power tower plants projects. Aloïs Salmon, Aitor Marzo, Jesús Polo, Jesús Ballestrín, Elena Carra, Joaquín Alonso-Montesinos. Renewable Energy, 201, 876–888, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.11.003>
- Multivariate Analysis for Solar Resource Assessment Using Unsupervised Learning on Images from the GOES-13 Satellite. Jared D. Salinas-González, Alejandra García-Hernández, David Riveros-Rosas, Gamaliel Moreno-Chávez, Luis F. Zarzalejo, Joaquín Alonso-Montesinos, Carlos E. Galván-Tejada, Alejandro Mauricio-González, Adriana E. González-Cabrera. Remote Sensing, 14, 2203, 2022. <https://doi.org/10.3390/rs14092203>
- Interannual variation of measured atmospheric solar radiation extinction levels. Elena Carra, Jesús Ballestrín, Rafael Monterreal, Raúl Enrique, Jesús Polo, Jesús Fernández-Reche, Javier Barbero, Aitor Marzo, Joaquín Alonso-Montesinos, Gabriel López, Blas Díaz. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 51, 101991, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.101991>
- Nowcasting System Based on Sky Camera Images to Predict the Solar Flux on the Receiver of a Concentrated Solar Plant. Joaquín Alonso-Montesinos, Rafael Monterreal, Jesús Fernández-Reche, Jesús Ballestrín, Gabriel López, Jesús Polo, Francisco Javier Barbero, Aitor Marzo, Carlos Portillo, Francisco Javier Batlles. Remote Sensing, 14, 1602, 2022. <https://doi.org/10.3390/rs14071602>

Participación en congresos

- CIES2022, Palma de Mallorca, España, 2022.
- EuroSun 2022, Kassel, Alemania, 2022.
- X Congreso Andaluz de Ciencias Ambientales, Sevilla, España, 2022.
- 10ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Toledo, España, 2022.
- XVI Congreso Nacional de Materiales - CNMat2022, Ciudad Real, España, 2022.
- CEA-INES, Le Bourget-du-Lac, Francia, 2022.

Contribuciones a congresos

- Capacidad de suelo disponible para instalaciones solares fotovoltaicas en el sur de España (Andalucía). Luis Martínez-Amate, Joaquín Alonso Montesinos. CIES2022, Palma de Mallorca, España, 20 – 22 junio 2022.
- UrbanITA: un modelo de referencia de servicios IoT abiertos dirigido a estrategias de eficiencia energética en edificios públicos inteligentes. J. Alonso-Montesinos, M. A. García-Fuentes, M. Pérez, N. Padilla, J. Criado, R. Ayala, A. Corral, A. J. Fernández, M. Mena, J. A. Llopis, L. Iribarne. CIES2022, Palma de Mallorca, España, 20 – 22 junio 2022.
- Experimental Device to Measure the Spectral Transmittance of Soiling on Photovoltaic Covers under Outdoor Performance Conditions. Gabriel López, Joaquín Alonso-Montesinos, Aitor Marzo, Jesús

Polo, Jesús Ballestrín, Nuria Martín-Chivelet, Elena Carra, Francisco J. Batlles, Javier Barbero. EuroSun 2022, Kassel, Alemania, 25 – 26 septiembre 2022.

- An extreme dust episode under COVID-19 time in the south of Spain 2022: effect in PV panels. Noelia Simal Pérez, Joaquín Alonso-Montesinos, Jesús Polo, Gabriel López. EuroSun 2022, Kassel, Alemania, 25 – 26 septiembre 2022.
- Automatic discrimination between haze and cloudiness in all-sky camera images. Martha Isabel Escalona-Llaguno, Gabriel López, Joaquín Alonso-Montesinos, Jesús Polo, Jesús Ballestrín. 10ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesía y Geofísica, Toledo, España, 28/11-01/12 2022.
- *Development of an annual average map of losses caused by dust deposition in photovoltaic systems in Spain.* Noelia Simal Pérez, Joaquín Alonso-Montesinos. 10ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesía y Geofísica, Toledo, España, 28/11-01/12 2022.
- Desarrollo De Un Mapa De Andalucía Sobre Las Toneladas Métricas de Co₂ Ahorradas Por Kwh Al Año Haciendo Uso De Sistemas Fotovoltaicos. Noelia Simal Pérez, Joaquín Alonso-Montesinos. X Congreso Andaluz de Ciencias Ambientales, Sevilla, España, 3 – 4 de noviembre 2022.
- Banco de ensayo de envejecimiento acelerado de muestras cerámicas mediante energía solar concentrada. I. Cañadas, J. Fernández-Reche, J. Rodríguez, J. Ballestrín, J. Galindo. XVI Congreso Nacional de Materiales - CNMat2022. Ciudad Real (Spain), 28/06-01/07 2022. Presentación oral.
- Pyrometric method for measuring emittances at high temperatures. Jesús Ballestrín. Workshop on Measurement of temperature dependent emissivity/emittance. CEA-INES, Le Bourget-du-Lac, Francia, 18 Octubre 2022. Presentación oral.

Tesis doctorales defendidas

Caracterización, modelización y predicción a corto plazo de la producción de la potencia de una planta fotovoltaica, utilizando cámara de cielo y Técnica de Inteligencia Artificial. Mauricio Trigo González, Doctorado en Ciencias Aplicadas al Medio Ambiente. Sobresaliente. 12/12/2022.

Directores: Francisco Javier Batlles Garrido, Joaquín Alonso Montesinos, Aitor Marzo Rosa.

3.5.8 Miembros de la Unidad

Joaquín Alonso Montesinos



Investigador principal
Profesor Titular de Universidad UAL
joaquin.alonso@ual.es
(+34) 950015916

Jesús María Ballestrín Bolea



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

Antonio Manuel Puertas López



Catedrático de Universidad
UAL

Manuel Servando Romero Cano



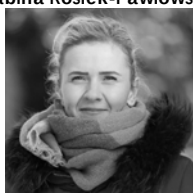
Profesor Titular de Universidad
UAL

María Jesús Ariza Camacho



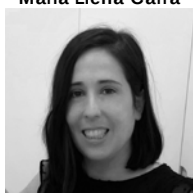
Profesor Titular de Universidad
UAL

Sabina Rosiek-Pawlowska



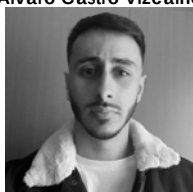
Investigadora postdoctoral
Wroclaw University of Science and Technology

María Elena Carra



Investigadora posdoctoral
CIEMAT-PSA

Álvaro Castro Vizcaino



Contratado predoctoral
UAL

Mercedes Martínez Durbán



Profesor Titular de Universidad
UAL

Juan Luis Bosch Saldaña



Profesor Titular de Universidad
UAL

Gabriel López Rodríguez



Profesor Titular de Universidad
UHU

Aitor Marzo Rosa



Investigador Ramón y Cajal
UGR

Noelia Simal Pérez



Investigadora predoctoral
UAL

3.5.9 Proyectos vigentes durante 2022

3.5.9.1 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.

3.5.9.2 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.

3.5.9.3 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 – Marzo 2023.

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 construidos, 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.

3.5.9.4 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 2023

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.

3.5.9.5 Campos de Heliostatos más Eficientes para Plantas Solares de Torre (HELIOSUN).

Participantes:

CIEMAT, Universidad Palma de Mallorca

Contactos:

Jesús Ballestrín (jballestrin@psa.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. PROYECTOS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO 2021.

Duración prevista:

Septiembre 2022 – Agosto 2025

Situación:

En desarrollo

Resumen:

Las plantas solares térmicas de concentración deben jugar un papel importante en la transición energética hacia las fuentes renovables de energía, ya que ofrecen un modo sencillo, y económico, de almacenar energía permitiendo extender la generación de electricidad a aquellos momentos en que no hay radiación solar directa (durante la noche o en días con nubes). Entre las distintas tecnologías solares de concentración, la tecnología de torre con receptor central es la que presenta un mayor potencial de mejora: mayores eficiencias de conversión al operar a temperaturas más altas, así como una mayor reducción de costes en su implantación. Y entre los componentes de dicha tecnología (campo solar, receptor, sistema de almacenamiento de energía y bloque de potencia), la reducción de costes en el campo solar, formado por miles de heliostatos, es la que mayor impacto presentaría en la reducción de costes de una planta de receptor central, ya que supone hasta el 60% del coste de inversión para plantas de más de 100MWe de potencia nominal; además de suponer también un coste mayoritario en los costes de operación y mantenimiento de este tipo de plantas.

Este proyecto aborda la reducción de costes desde 3 puntos de vista diferentes pero complementarios. Primero, se propone un sistema de visión artificial de reconocimiento de objetos, basado en redes neuronales, que permita controlar en lazo cerrado el apunte de los heliostatos en el campo. El sistema,

que consta de una cámara y un procesador de bajo coste instalados en cada uno de los heliostatos, permitirá eliminar los sensores de posicionamiento además de mejorar la precisión en el apunte de los heliostatos en el receptor solar. Esta estrategia contribuye a mejorar la industrialización de los heliostatos (industria 4.0), además de estar alineada con las líneas de SmartCSP promovidas por la Comisión Europea. En segundo lugar, una medida correcta de la atenuación atmosférica que sufre la radiación solar concentrada por los heliostatos en su camino hacia el receptor solar, con distancias superiores a los 1500m para aquellas plantas solares de potencia nominal mayor de 100MWe, permitirá, en primer lugar, una adecuada selección de aquellos emplazamientos con mejores características para la implantación de plantas de torre con receptor central; y, además, optimizar la operación rutinaria de la planta solar con medidas en tiempo real de la atenuación atmosférica. Para ello, la propuesta pretende trabajar en la generación de un año tipo de extinción para la Plataforma Solar de Almería; además de generar y validar modelos de predicción de extinción atmosférica basados en variables climáticas. Por último, empleando los modelos generados e imágenes de satélite, se pretende construir un mapa de extinción atmosférica para España, de gran utilidad para aquellas empresas interesadas en el desarrollo de la tecnología a nivel nacional.

Finalmente, se propone desarrollar un modelo de trazado de rayos que permita una predicción más precisa del comportamiento de una planta solar de torre con receptor central considerando análisis espectral, así como incluyendo todos los resultados experimentales expuestos anteriormente.

Estas tres aproximaciones permitirán mejorar la operación de las plantas solares de torre central en su conjunto, optimizando en particular la operación del receptor solar y del campo solar, aumentando la generación eléctrica anual y por tanto la eficiencia técnica y económica de estos sistemas.

<https://www.ciemat.es/cargarAplicacionNoticias.do?identificador=2597&idArea=-1>

3.5.9.6 Solar field measurements to improve performance (LEIA).

Participantes:

CIEMAT, ACCIONA INDUSTRIAL S.A., CSP Services GmbH, DLR, TEWER ENGINEERING, FUNDACION CENER, Siemens Energy Global GmbH & Co. KG

Contactos:

Antonio Luis Avila (Antonio.avila@ciemat.es)

Jesús Ballestrín (jballestrin@psa.es)

Fuente de financiación:

AEI, CDTI. CSP ERANET Additional Call 2021

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Noviembre 2025

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El objetivo del proyecto es contribuir al despliegue en el mercado de la próxima generación de plantas de Energía Solar Concentrada (CSP) innovadoras, fiables e inteligentes, centrándose en nuevas soluciones de control y Operación y Mantenimiento (O&M) para la tecnología de receptor central mediante sales fundidas, como la solución rentable más prometedora y con mayor potencial de mercado. Para lograrlo, el proyecto LEIA desarrollará y probará en PSA, CENER y la planta ESTC de Cerro Dominador:

- Soluciones inteligentes de control de campo de helióstatos para automatizar y mejorar la calibración y caracterización.

- Soluciones de control inteligente del receptor para medir la temperatura del receptor, la emitancia y la distribución de la alta irradiancia solar.
- Estrategias de control de operación y mantenimiento del campo solar, como la inspección automatizada de la suciedad y un sistema inteligente de gestión de la energía.
- CIEMAT-PSA participará, mediante el desarrollo hasta TRL 7/8, en la caracterización automatizada de heliostatos y la medida de alta irradiancia solar in situ para plantas y receptores comerciales.

3.5.9.7 Nuevas tecnologías para incrementar la eficiencia energética en edificios (NTech4Build).

Participantes:

UAL, CIEMAT

Contactos:

José Domingo Álvarez Hervás (jhervas@ual.es)
María del Mar Castilla Nieto (mcastilla@ual.es)
Manuel Pérez García (mperez@ual.es)
Joaquín Alonso Montesinos (joaquin.alonso@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. TED 2021.

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Noviembre 2024

Situación:

En desarrollo

Resumen:

Este proyecto propone la aplicación de nuevas tecnologías digitales para reducir el consumo energético de los edificios y, por tanto, conducir su huella de carbono hacia cero. Dicha transición digital se realizará mediante IoT y algoritmos de machine learning y se probará en un edificio bioclimático existente, el centro de investigación CIESOL. Para ello, será necesario: i) desarrollar un sistema de detección de anomalías junto con una herramienta de soporte basada en realidad aumentada para facilitar las comprobaciones in situ y reducir el tiempo necesario para las tareas de mantenimiento. Este sistema utilizará técnicas basadas en datos y conocimiento para comprobar, en tiempo real, el funcionamiento de los principales sistemas y dispositivos del edificio, ii) caracterizar el comportamiento de los usuarios en el interior del edificio mediante una estrategia de seguimiento de la ocupación compuesta por anclajes, etiquetas y cámaras, y utilizando machine learning para obtener modelos del comportamiento de los usuarios, iii) predecir la irradiación solar utilizando datos de un piranómetro y machine learning junto con la predicción de la producción de los paneles fotovoltaicos mediante vídeo adquirido por una cámara que se utilizarán para detectar la cantidad de polvo en los mismos.

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 2022.

3.5.11 Actividades de Difusión

- COOLSPACES 4 LIFE: El Sol también nos da frío. Noche Europea de los Investigadores 2022 celebrada el 30 de septiembre de 2022 por la Universidad de Almería. Comisión Europea en la convocatoria HORIZON-MSCA-2022-CITIZENS 01.

3.5.12 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- Luis Martínez Amate (Grado en Ingeniería Eléctrica). Desarrollo de un mapa de rentabilidad económica para sistemas fotovoltaicos en Andalucía. (Joaquín Alonso Montesinos).
- Noelia Simal Pérez (Máster en Ingeniería Industrial). Determinación de un mapa de rentabilidad económica para sistemas fotovoltaicos en España. (Joaquín Alonso Montesinos y Manuel Pérez García).
- Alvaro Castro Vizcaíno (Máster en Energía Solar). Almacenamiento térmico de frío en materiales de cambio de fase. Aplicación a una cámara frigorífica industrial. (María Jesús Ariza Camacho y Manuel Servando Romero Cano).
- Miriam Correa López (Máster en Profesorado de Educación Secundaria). Propuesta diráctica sobre la función de relación, centrada en el sistema nervioso. (Joaquín Alonso Montesinos).

Tesis doctorales en proceso de realización

- Noelia Simal Pérez (Director: Joaquín Alonso Montesinos).
- Álvaro Castro Vizcaino (Director: Antonio M. Puertas López).

Premios obtenidos durante 2022

- 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. La Universidad de Almería otorgó el Premio de Investigación San Alberto 2022 al artículo publicado con título "Soiling forecasting of solar plants: A combined heuristic approach and autoregressive model". (<https://www.ciemat.es/portal.do?IDM=61&NM=2&identificador=2646>)

3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

3.6.1 Descripción de la Unidad

La unidad funcional “Desalación y Fotosíntesis” está integrada por investigadores del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería que han puesto en marcha un nuevo grupo de investigación independiente “Desalación y Fotosíntesis” (BIO-352) con sinergias de la dos campos. Los investigadores de esta unidad también están adscritos a los grupos de investigación del Plan Andaluz de Investigación “Desalación Solar, TEP026” y “Biotecnología de microalgas marinas, BIO173”. Esta unidad se puso en marcha en 2014 y centró su actividad en la mejora de la sostenibilidad del nexo agua-energía-alimentos, comenzando con la puesta en marcha y operación de nuevas instalaciones e instalaciones dedicadas a la desalación de agua alimentadas con energía solar y con valor añadido de salmuera valorización, así como la aplicación de la energía solar en procesos biológicos de depuración basados en microalgas. Ambas líneas presentan amplias oportunidades de sinergia y de trabajo conjunto con otras unidades de I+D+i del CIESOL con las que se plantean frecuentes colaboraciones.

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
- Valorización de biomasa microalgal obtenida de residuos.

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)

Doctor en Física Aplicada por la Universidad de Granada, España (1996). Ha ocupado cargos académicos en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC), la Universidad de Oxford, Estación Experimental “Las Palmerillas” (Fundación Cajamar) y es Investigador Titular en el Departamento de Energía del CIEMAT (Centro de Energía, Medio Ambiente e Investigación Tecnológica), en la Plataforma Solar de Almería, donde actualmente es el responsable de la unidad científica de Aplicaciones de la Energía Solar Térmica. Ha publicado más de 95 artículos en revistas internacionales revisadas por pares, presentado más de 150 artículos en conferencias internacionales, es autor de 11 capítulos de libros y es coautor de 5 libros. Imparte docencia en cursos internacionales sobre Desalación Solar organizados por la European Desalination Society (EDS) y en el Master Course on Solar Energy organizado por CIESOL. Lidera el Grupo de

Trabajo sobre Desalación de Energías Renovables en la plataforma Water Europe, de la que también es embajador.

3.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2022

Durante 2022, se continúan desarrollando diferentes proyectos tanto en desalación con membranas como proyectos 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. La relación de actividades más relevantes es la siguiente:

- Uso de la nanofiltración como pretratamiento para mejorar la eficiencia de las plantas de destilación multiefecto operando a temperaturas más altas y mayores ratios de recuperación.
- Inauguración del Living Lab de Desalación Sostenible, centrado en reducir la huella de carbono de la desalación y promover la economía circular mediante la valorización de la salmuera.
- Actividades de co-creación con la Comunidad de Práctica del Living Lab para definir formas de mejorar la sostenibilidad del nexo agua-energía-alimentación en relación con el uso de la desalación solar en horticultura de invernadero.
- Ensayo de diferentes membranas en una unidad de destilación por membranas a escala de laboratorio para evaluar su idoneidad para la concentración y valorización de la salmuera.
- Evaluación de membranas dopadas con óxido de grafeno para la destilación por membrana.
- Evaluación de la destilación por membranas a escala comercial con energía solar para la concentración de salmuera operando en configuración de entrehierro asistido por vacío.
- Evaluación de una membrana para la regeneración de soluciones de pasivación agotadas procedentes de la galvanoplastia de zinc mediante destilación por membranas.
- Uso de sistemas híbridos de refrigeración para reducir el consumo de agua para refrigeración en diferentes aplicaciones termosolares (plantas ESTC, plantas solares MED situadas en el interior).

3.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2021

Durante 2022 hemos colaborado estrechamente con la Unidad Funcional "Modelización y Control" en el marco del proyecto SOLWARIS. Hemos finalizado las tareas relacionadas con modelado, optimización y control, cumpliendo con todos los ítems de los hitos propuestos. Asimismo, en el marco del proyecto SOLHYCOOL, hemos finalizado una exhaustiva campaña experimental de un sistema híbrido de refrigeración que opera en diferentes modos en función de las condiciones ambientales para conseguir una reducción del consumo de agua y electricidad. Este tipo de sistemas pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones termosolares con una importante necesidad de reducción del consumo de agua, como la refrigeración del ciclo de potencia en una planta CSP y la de una planta solar MED situada en el interior. En 2022 continuamos la estrecha colaboración con la Unidad de Función "Modelización y Control" en el marco de diferentes proyectos (Nacionales y de la UE) como CALRESI, DIGITALGAE, PRODIGIO y REALM. Las actividades están relacionadas con el desarrollo y la aplicación de tecnologías de control avanzadas para los procesos relacionados con las microalgas.

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	
29	27	1			10

Artículos

- Thermo-economic assessment of forward osmosis as pretreatment to boost the performance and sustainability of multi-effect distillation for seawater desalination. Ortega-Delgado, B., Palenzuela, P., Altaee, A., Alarcón-Padilla, D.C., Hawari, A.H., Zaragoza, G. *Desalination* 541 (2022) 115989. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115989>.
- Dynamic modeling of a multi-effect vertical falling-film evaporator for water reuse in CSP plants. Bartolomé Ortega-Delgado, Patricia Palenzuela, Javier Bonilla, Manuel Berenguel, Lidia Roca, Diego-César Alarcón-Padilla. *Desalination* 529 (2022) 115623. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115623>.
- Characterization of the use of vacuum enhancement in commercial pilot-scale air gap membrane distillation modules with different designs. J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, G. Zaragoza. *Desalination* 528 (2022) 115490. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2021.115490>.
- Performance modelling and optimization of three vacuum-enhanced membrane distillation modules for upscaled solar seawater desalination. J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, A. Ruiz-Aguirre, G. Zaragoza. *Separation and Purification Technology* 287 (2022) 120396. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.120396>.
- Comparative techno-economic assessment of osmotically-assisted reverse osmosis and batch-operated vacuum-air-gap membrane distillation for high-salinity water desalination. Z. Zhang, A.A. Atia, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza, V. Fthenakis. *Desalination*, 532, 115737, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115737>.
- Improving the performance of solar membrane distillation processes for treating high salinity feeds: A process control approach for cleaner production. Juan D. Gil, Lidia Roca, Guillermo Zaragoza, Manuel Pérez, Manuel Berenguel. *Journal of Cleaner Production* 338 (2022) 130446. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130446>.
- Experimental assessment of a pilot scale hybrid cooling system for water consumption reduction in CSP plants. Patricia Palenzuela, Lidia Roca, Faisal Asfand, Kumar Patchigolla. *Energy* 242 (2022) 122948. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122948>.
- Uso de la destilación por membranas para concentración de salmueras. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza, *Revista Industria Química*, Febrero 2022, p. 32-36.
- Rheology of microalgae concentrates and its influence on the power consumption of enzymatic hydrolysis processing. Attar, S.B.-E., Morillas-España, A., López, J.L.C., Pinna-Hernández, M.G., Acien, G. 2022 *New Biotechnology* 72 107 113. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2022.10.005>
- Production of *Chlorella vulgaris* using urban wastewater: Assessment of the nutrient recovery capacity of the biomass and its plant biostimulant effects Amaya-Santos, G., Ruiz-Nieto, Á., Sánchez-Zurano, A., Ciardi, M., Gómez-Serrano, C., Acien, G., Lafarga, T. 2022 *Journal of Applied Phycology* 34 6 2971 2979 <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02843-7>.
- Reduction in water consumption during the production of microalgae using diluted pig slurry in thin-layer cascade photobioreactors. Ciardi, M., Gómez-Serrano, C., Lafarga, T., Acien, G., Llamas, B., Bolado, S., Fernández-Sevilla, J.M. 2022 *Journal of Applied Phycology* 34 6 2905 2916 <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02826-8>
- Uses of electro-coagulation-flocculation (ECF) for the pre-concentration of microalgae biomass. Inostroza, C., El Bahraoui, N., Rivera-Tinoco, R., Acien, F.G. 2022 *Process Biochemistry* 122 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.09.012>

- Centrate as a sustainable growth medium: Impact on microalgal inocula and bacterial communities in tubular photobioreactor cultivation systems. Clagnan, E., D'Imporzano, G., Dell'Orto, M., Bani, A., Dumbrell, A.J., Parati, K., Ación-Fernández, F.G., Portillo-Hahnefeld, A., Martel-Quintana, A., Gómez-Pinchetti, J.L., Adani, F. 2022 *Bioresource Technology* 363 127979. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127979>
- Photosynthesis monitoring in microalgae cultures grown on municipal wastewater as a nutrient source in large-scale outdoor bioreactors. Masojídek, J., Gómez-Serrano, C., Ranglová, K., Cicchi, B., Encinas Bogeat, Á., Câmara Manoel, J.A., Sanches Zurano, A., Silva Benavides, A.M., Barceló-Villalobos, M., Robles Carnero, V.A., Ördög, V., Gómez Pinchetti, J.L., Vörös, L., Arbib, Z., Rogalla, F., Torzillo, G., Lopez Figueroa, F., Ación-Fernández, F.G. 2022 *Biology* 11 10 1380. <https://doi.org/10.3390/biology11101380>
- A new control strategy to improve the mass transfer capacity and reduce air injection costs in raceway reactors. Barceló-Villalobos, M., Hoyo, Á., Rodríguez-Miranda, E., Guzmán, J.L., Ación, F.G. 2022 *New Biotechnology* 70 49 56 <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2022.04.005>.
- Biorefinery approach applied to the production of food colourants and biostimulants from *oscillatoria* sp. Morillas-España, A., Bermejo, R., Abdala-Díaz, R., Ruiz, Á., Lafarga, T., Ación, G., Fernández-Sevilla, J.M. 2022 *Biology* 11 9 1278. <https://doi.org/10.3390/biology11091278>.
- Profiling microalgal cultures growing on municipal wastewater and fertilizer media in raceway photobioreactors. Clagnan, E., D'Imporzano, G., Dell'Orto, M., Sanchez-Zurano, A., Ación-Fernandez, F.G., Pietrangeli, B., Adani, F. 2022 *Bioresource Technology* 360 127619. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127619>.
- A seasonal simulation approach for culture depth influence on the temperature for different characterized microalgae strains. Rodríguez-Miranda, E., Sánchez-Zurano, A., Guzmán, J.L., Ación, G., Visioli, A. 2022 *Biotechnology Journal* 17 9 2100489. <https://doi.org/10.1002/biot.202100489>.
- Optimisation of operational conditions during the production of *arthrospira platensis* using pilot-scale raceway reactors, protein extraction, and assessment of their techno-functional properties. Villaró, S., Morillas-España, A., Ación, G., Lafarga, T. 2022 *Foods* 11 15 2341 <https://doi.org/10.3390/foods11152341>
- Production of the marine microalga *Nannochloropsis gaditana* in pilot-scale thin-layer cascade photobioreactors using fresh pig slurry diluted with seawater. Jiménez Veuthey, M., Morillas-España, A., Sánchez-Zurano, A., Navarro-López, E., Ación, G., López-Segura, J.G., Lafarga, T. 2022 *Journal of Water Process Engineering* 48 102869 3 <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102869>
- Pilot-scale annual production of *Scenedesmus almeriensis* using diluted pig slurry as the nutrient source: Reduction of water losses in thin-layer cascade reactors. Ciardi, M., Gómez-Serrano, C., Lafarga, T., González-Céspedes, A., Ación, G., López-Segura, J.G., Fernández-Sevilla, J.M. 2022 *Journal of Cleaner Production* 359 132076 5 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132076>
- Biostimulant capacity of *Chlorella* and *Chlamydomonium* species produced using wastewater and centrate. Morillas-España, A., Ruiz-Nieto, Á., Lafarga, T., Ación, G., Arbib, Z., González-López, C.V. 2022 *Biology* 11 7 1086. <https://doi.org/10.3390/biology11071086>
- Respirometric assessment of bacterial kinetics in algae-bacteria and activated sludge processes. Sánchez-Zurano, A., Rossi, S., Fernández-Sevilla, J.M., Ación-Fernández, G., Molina-Grima, E., Ficara, E. 2022 *Bioresource Technology* 352 127116. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127116>

- Microalgae for the food industry: from biomass production to the development of functional foods. Lafarga, T., Acién, G. 2022 *Foods* 11 5 765. <https://doi.org/10.3390/foods11050765>
- Microalgae based wastewater treatment coupled to the production of high value agricultural products: Current needs and challenges. Morillas-España, A., Lafarga, T., Sánchez-Zurano, A., Acién-Fernández, F.G., González-López, C. 2022 *Chemosphere* 291 132968 16. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132968>
- An IoT platform for data management in an industrial-scale microalgae cultivation plant. Munoz, M., Guzman, J.L., Torres, M., Acién, F.G. 2022 *IEEE Access* 10 127128 127139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3226334>
- Optimisation of *Scenedesmus almeriensis* production using pig slurry as the sole nutrient source. Ciardi, M., Gómez-Serrano, C., Morales-Amaral, M.D.M., Acién, G., Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J.M. 2022 *Algal Research* 61 102580. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102580>
- Productivity analysis in tubular photobioreactors using a dynamic photosynthesis model coupled to computational fluid dynamics particle tracking. Fernández del Olmo, P., Acién, F.G., Fernández-Sevilla, J.M. 2022 *Bioresource Technology* 344 126277. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126277>
- A computer-based tool to simulate raceway photobioreactors for design, operation and control purposes. Hoyo, Á., Rodríguez-Miranda, E., Guzmán, J.L., Acién, F.G., Berenguel, M., Moreno, J.C. 2022 *Computers and Chemical Engineering* 156 107572. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107572>

Participación en congresos

- International Conference on Advances in Water Treatment and Management (ICAWTM-22). Gandhinagar (India). March 25-26, 2022.
- Mesa Española de Tratamiento de Aguas (META 2022), 1-3 June 2022, Sevilla, España,.
- 11th European Photocatalyst, Conference on Environmental, Solar Chemistry and Applications. Turin (Italy), 6-10 June 2022.
- Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain. June 20–23 June, 2022
- Nanofiltration Conference 2022. 26-30 June 2022, Achalm (Germany)
- 3rd International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022)-PRIMA DSWAP Workshop, June 27 – July 1, 2022, Milano (Italy).
- 11th International Seminar on Thermodynamic Engineering of Fluids organized by Universitat Rovira i Virgili. 21 July. Tarragona.
- 16th SolLab and 3rd SFERA-III – Doctoral Colloquium. September 12th-14th, 2022. Zürich (Switzerland).
- Workshop on Renewable Energies and Energy Efficiency in Water Treatments (EERES4WATER). 26 de septiembre de 2022. Universidad de Sevilla.
- EuroSun 2022, International conference on solar energy for buildings and industry, 25-29 September 2022, Kassel (Germany).
- 28th Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPaces), Sep 27-30, 2022, Albuquerque (USA)

- XI Simposio de investigación en ciencia experimentales 2022. 15 November 2022, Almeria (España),
- Euromembrane. Sorrento (Italy), 20-24 November 2022.

Contribuciones a congresos

- A. Ruiz-Aguirre, S. Nahim-Granados, S. Miralles-Cuevas, M. J. Abeledo-Lameiro, A. Ruiz-Delgado, M. I. Polo-López, I. Oller, S. Malato. *POSTER*. Actividad desarrollada por la unidad Tratamientos Solares de Agua en la Plataforma Solar de Almería. Sevilla, España, 1-3 junio 2022.
- J. G. Villachica-Llamosas, A. Ruiz-Aguirre, M. I. Polo-López, A. Cabreira-Reina, G. Colón, J. Peral, S. Malato. A CuO-TiO₂ mixture as a promising photocatalyst for simultaneous hydrogen production, wastewater treatment and disinfection. *ORAL FLASH*. 11th European Photocatalyst, Conference on Environmental, Solar Chemistry and Applications. Turin (Italia), 6-10 junio 2022.
- Serrano, J. M., Palenzuela, P., & Roca, L. (2022). Methodology for the implementation of a steady state simulation model in a multi-effect distillation plant. Case study: PSA MED pilot plant. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain. June 20–23 June, 2022.
- Andrés-Mañas, J. A., Requena, I., Gil, J.D., Roca, L., Zaragoza, G.. Operational long-term experience in solar desalination of seawater using a commercial vacuum multi-effect membrane distillation system. *ORAL PRESENTATION*. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas (Spain), 20-23 June 2022.
- Requena, I., Andrés-Mañas, J.A., Zaragoza, G. Use of vacuum enhancement in multi-envelope membrane distillation modules: effects on internal hydraulics. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. 20-23 June, 2022. Las Palmas de Gran Canaria (Spain).
- A. Ruiz-Aguirre, P. Hurtado, R. Gueccia, S. Randazzo, A. Cipollina, G. Micale, J. Leuter, F. Gross, D. Winter, G. Zaragoza. Treatment of electroplating wastewater by combined membrane technologies and reactive precipitation process at pilot scale. *ORAL PRESENTATION*. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas (Spain), 20-23 June 2022.
- G. Zaragoza, J. A. Andrés-Mañas, I. Requena, A. Ruiz-Aguirre. Lessons learnt from the operation from the operation of solar membrane distillation pilot plants. *ORAL PRESENTATION*. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas (Spain), 20-23 June 2022.
- V. Fthenakis, G. Yetman, A. Atia, Z. Zhang, J. Squires, D.-C. Alarcón-Padilla, P. Palenzuela, G. Zaragoza. SEDAT-Solar Energy Desalination Analysis Tool. *ORAL PRESENTATION*. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas (Spain), 20-23 June 2022.
- Bonilla, J., Palenzuela, P., Ortega-Delgado, B., Serrano, J.M., Fernández-Reche, J., Alarcón-Padilla, D.C. Assessment of the integration of a MED-TVC plant into a solar tower with Brayton cycle. Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain. June 20–23 June, 2022
- Zaragoza, G., Alarcón-Padilla, D.C., Maldonado, M.I., Palenzuela, P., Roca, L. Coupling of nanofiltration with multi-effect distillation for solar-powered seawater desalination towards brine mining and water production for agriculture. In Nanofiltration Conference 2022. 26-30 June 2022, Achalm (Germany).
- M. I. Polo-López, I. Oller, S. Malato, S. Nahim-Granados, M. J. Abeledo-Lameiro, A. Ruiz-Aguirre, S. Miralles-Cuevas. Solar treatments for urban wastewater effluent reclamation: the experience at

Plataforma Solar de Almeria. ORAL. 3rd International Conference on Disinfection and DBPs (IWA DDBPs 2022)-PRIMA DSWAP WORKSHOP, Milan, Italia, junio 27 –julio 1, 2022.

- Carballo, J.A., Bonilla, J., Fernández-Reche, J., Alarcón-Padilla, D.C., Hel-IoT web server: a smart heliostat development platform, 28th Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPaces), Sep 27 - 30, 2022, Albuquerque (USA)
- Requena, I., Andrés-Mañas, J.A., Zaragoza, G. Performance comparison of commercial membrane distillation modules operating in V-AGMD for brine concentration. 16th SolLab and 3rd SFERA-III – Doctoral Colloquium. September 12th-14th, 2022. Zürich (Switzerland).
- Bonilla, J., Palenzuela, P., Ortega-Delgado, B., Serrano, J.M., Alarcón-Padilla, D.-C. Assessment of the integration of a MED TVC plant into a solar tower with Brayton cycle. Workshop on Renewable Energies and Energy Efficiency in Water Treatments (Eeres4water). 26 de septiembre de 2022. Universidad de Sevilla.
- G. Zaragoza. Solar-powered membrane distillation for saline water treatment. PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. 1st International Conference on Advances in Water Treatment and Management (ICAWTM-22). Gandhinagar (India). 25-26 marzo 2022.
- J. G. Villachica-Llamosas, A. Ruiz-Aguirre, S. Malato. Photocatalytic hydrogen production by natural solar radiation at pilot scale. ORAL. 16th SolLab Doctoral Colloquium. Zürich (Switzerland), 12-14 September 2022.
- A. Ruiz-Aguirre, J. G. Villachica-Llamosas, M. I. Polo-López, A. Cabrera, J. Peral, G. Colón, S. Malato. Pilot-scale photocatalytic hydrogen production, decontamination and disinfection using TiO₂ mixed with metal-cocatalysts under natural radiation. ORAL. EuroSun 2022, International conference on solar energy for buildings and industry, Kassel (Alemania), 25-29 septiembre 2022.
- G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, I. Requena. Improvements in membrane distillation towards brine concentration. KEYNOTE PRESENTATION. Euromembrane. Sorrento (Italy), 20-24 November 2022.
- G. Zaragoza. The role of membrane distillation in the Water-Energy-Food. INVITED PRESENTATION. 11th International Seminar on Thermodynamic Engineering of Fluids organized by Universitat Rovira i Virgili (Tarragona), 21 July 2022.
- J. G. Villachica-Llamosas, A. Ruiz-Aguirre, S. Malato. Glycerol photoreforming for hydrogen production by natural solar radiation at pilot scale. ORAL. XI Simposio de investigación en ciencia experimentales 2022. Almeria (España), 15 noviembre 2022.
- A. Ruiz-Aguirre, P. Hurtado, I. Oller, G. Zaragoza. Treatment of pickling and passivation solutions by diffusion dialysis and membrane distillation at a pilot scale. ORAL PRESENTATION. Euromembrane. Sorrento (Italy), 20-24 November 2022.
- J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, F. Aparicio, G. Zaragoza. Evaluation of membranes performance for the treatment of high salinity sources with membrane distillation. POSTER. Euromembrane. Sorrento (Italy), 20-24 November 2022.
- Production of *Arthrospira platensis* using pilot-scale raceway reactors and characterisation of the nutritional, bioactive, and techno-functional properties of the biomass. ALGAEUROPE 2022. Roma, Italia, 13/12/2022. Silvia Villaró Cos; FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNANDEZ; JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ SEVILLA; Tomas Lafarga

- Effect of water type on the composition of *Tetradasmus almeriensis*. ALGAEUROPE 2022. Roma, Italia, 13/12/2022 Tomas Lafarga; Silvia Villaró Cos; Ainoa Morillas España; ana sánchez zurano; FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNANDEZ.
- Minimización de pérdidas de agua para el tratamiento de purines de cerdo mediante microalgas. XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas. Sevilla, España, 01/06/2022. Tomas Lafarga; FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNANDEZ; JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ SEVILLA.
- Producción de *Scenedesmus almeriensis* a escala piloto: Efecto del tipo de agua sobre la calidad y composición de la biomasa producida. XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas. Sevilla, España. 01/06/2022. Silvia Villaró Cos; FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNANDEZ; JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ SEVILLA; Tomas Lafarga.
- Tratamiento de aguas residuales mediante biotecnología de microalgas y sistemas de membranas. XIV Congreso español de tratamiento de aguas. Sevilla, España. 01/06/2022. Tomas Lafarga; FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNANDEZ; Silvia Villaró Cos.

Conferencias por invitación

- Juan Luis Gomez Pinchetti, Agustín Portillo Hahnefeld, Vince Ördög, Francisca Suárez Estrella, Francisco Gabriel Acíen Fernández and Antera Martel Quintana. MARINE MICROALGAE AND CYANOBACTERIA STRAINS FOR BIOREMEDIATION PROCESSES AND BIOSTIMULANT ACTIVITY: OUTPUTS FROM THE SABANA PROJECT. VII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MARINE SCIENCES (ISMS 2022) Las Palmas de Gran Canaria (España) 2022

Capítulos de libro

- Tzen E., Zaragoza G., and Alarcón Padilla D.-C. Solar Desalination. En: "Comprehensive Renewable Energy 2nd Edition", Vol 3, pp. 590–637, Ed: T. Lechter, Elsevier; London; 2022. ISBN: 978-0-12-819734-9.

Patentes

- DISPOSITIVO DE LIMPIEZA PARA FOTOBIOREACTORES DE CULTIVO DE MICROALGAS, MÉTODO Y USO ASOCIADO. NUMERO DE PATENTE: P202230971, SOLICITADA 14 Noviembre 2022. SOLICITANTE: Universidad de Almería

3.6.7 Miembros de la Unidad

José María Fernández Sevilla



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

Guillermo Zaragoza del Águila



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

12 Ainoa Morillas España



Investigadora asociada
UAL

Diego César Alarcón Padilla



Científico Titular de OPIs
CIEMAT - PSA

Alba Ruiz Aguirre



Investigadora asociada
CIEMAT - PSA)

Juan Antonio Andrés Mañas



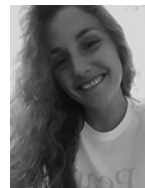
Investigador postdoctoral
CIEMAT - PSA

Martina Ciardi



Investigadora asociada
UAL

Silvia Villaró Cos



Investigadora asociada
UAL

Ana Sanchez Zurano



Investigadora asociada
UAL

10 José Escáñez



Investigador asociado
UAL

Alejandro Bueso Sánchez



Associate Researcher
CIEMAT

Cynthia González López



Professor of Chemical Engineering
UAL

M. Ignacio Maldonado



Investigador Científico de OPIs
CIEMAT-PSA

Bartolomé Ortega Delgado



Associate Researcher
CIEMAT

3.6.8 Proyectos vigentes durante 2021

3.6.8.1 Producción sostenible de bioproductos a partir de cianobacterias tratando efluentes residuales (CYAN2BIO).

Participantes:

Universidad de Almería

Universidad Politécnica de Cataluña.

Investigador Principal:

Cynthia González López, UAL, (Coordinator) (cgl665@ual.es)

Ivet Ferrer, UPC, (Coordinated project)

Contactos:

Cynthia González López, UAL, (Coordinator) (cgl665@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Diciembre 2025.

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto Cyan2Bio pretende desarrollar y demostrar un proceso sostenible para la producción de bioproductos a partir de cianobacterias, incluyendo biopolímeros (PHB), pigmentos (ficobiliproteínas) y bioestimulantes/biopesticidas, y finalmente biogás. Este enfoque requiere un grupo de investigación multidisciplinar, que se adapta mejor combinando la experiencia de dos grupos complementarios en una propuesta coordinada el Grupo de Investigación en Ingeniería y Microbiología Ambiental de la

Universitat Politècnica de Catalunya (GEMMA-UPC, Subproyecto 1) y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (DIQUAL, Subproyecto 2).

Objetivos

El proyecto Cyan2Bio pretende producir bioproductos y bioplásticos a partir de cianobacterias en un proceso sostenible.

- **Exploración:** La productividad de los bioplásticos es específica de cada cepa, por lo que debe probarse una amplia gama de cepas para encontrar microorganismos altamente productivos. Las cepas seleccionadas contendrán pigmentos y moléculas bioactivas que deben considerarse subproductos potenciales.
- **Ensayos:** Las cepas seleccionadas se producirán en diferentes condiciones de cultivo (tanto en laboratorio como a gran escala) para identificar las que proporcionan biomasa más rica en los compuestos objetivo. Para la producción de biopolímeros, el sustrato orgánico añadido tras la inanición en condiciones mixotróficas debe ser un residuo orgánico (por ejemplo, una mezcla de azúcares orgánicos procedentes de la industria alimentaria) para aumentar la circularidad del proceso, pero este razonamiento puede extenderse a la utilización de flujos de residuos como fuente de nutrientes también en el modo de producción autotrófico.
- **Desarrollo del proceso:** Debe desarrollarse y validarse una producción adecuada y un procesamiento posterior de la biomasa, incluyendo la monitorización del sistema biológico y la utilización de cultivos compuestos por varias cepas adecuadas que podrían ser más capaces de hacer frente a los cambios ambientales debidos a los efluentes residuales tratados, y también a las eventuales relaciones de competencia/depredación con microorganismos presentes en estas corrientes residuales. Además, el desarrollo de biorrefinerías que permitan maximizar el rendimiento del producto y producir otros subproductos como bioestimulantes, biofertilizantes o pigmentos junto con el PHB aumentará la rentabilidad del proceso.

3.6.8.2 Eco-friendly and sustainable new family of biopesticides based on microalgae via circular economy approach (ALGAENAUTS)

Participantes:

BIORIZON BIOTECH S.L., Spain.

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contactos:

F. Gabriel Acien (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Este proyecto ha recibido financiación de TEMFF-BEW-2020 — Blue Economy SME Window Call.

Duración prevista:

December 2021 – November 2023

Situación:

In progress.

Resumen:

Cinco cepas seleccionadas con probada actividad antifúngica, antibacteriana y bioestimulante se cultivarán utilizando aguas residuales. Se optimizarán las condiciones de cultivo y los aspectos operativos de la producción de microalgas, así como el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de producción a gran escala. La optimización de la cosecha y el procesamiento posterior es obligatoria para garantizar el costo operativo más eficiente. El agua de mar y los residuos (cloacas y estiércol porcino) se utilizarán para lograr procesos sostenibles. Los sistemas de microalgas optimizados podrán operar en modo continuo durante seis meses sin colapsar, con productividades superiores a 70 t/ha/año, con consumos energéticos

inferiores a 5/m³ y recuperando más del 90% de los nutrientes contenidos en los residuos . Se recuperarán hasta 10 t/ha/año y 2 tP/ha/año con un coste de producción de biomasa inferior a 1,0 €/kg.

Objetivos:

- Optimization of large-scale production and processing of microalgae strains with biopesticidal activity for the production of final products: Laboratory optimization of culture conditions to produce selected microalgae strains for enhanced biopesticidal activity. Optimal production of selected strains on a large scale using waste. Optimal harvesting and further processing of biomass for the production of biopesticides and biofertilizers.
- Engineering and scaling for industrial manufacturing processes: Complete engineering development of pilot lines for. Pre-commercial processing. Construction and assembly. Commissioning and optimization.
- Agronomic validation: In vitro and plant tests. Field trials on a pre-commercial scale. Trials with farmers and distributors in real conditions.
- Optimización de la producción y procesamiento a gran escala de cepas de microalgas con actividad bioplaguicida para la elaboración de productos finales: Optimización de laboratorio de las condiciones de cultivo para producir cepas de microalgas seleccionadas para mejorar la actividad biopesticida. Producción óptima de cepas seleccionadas a gran escala utilizando residuos. Cosecha óptima y procesamiento posterior de biomasa para la producción de bioplaguicidas y biofertilizantes.
- Ingeniería y escalado para procesos de fabricación industrial: Desarrollo completo de ingeniería de líneas piloto para. Procesamiento precomercial. Construcción y montaje. Puesta en marcha y optimización.
- Validación agronómica: Ensayos in vitro y en planta. Ensayos de campo a escala precomercial. Ensayos con agricultores y distribuidores en condiciones reales.

3.6.8.3 Producción sostenible de proteínas e hidrolizados bioactivos a partir de microalgas (SUSTPROT)

Participantes:

Universidad de Almería.

Contactos:

Tomás Lafarga Poyo (UAL), tomas.lafarga@ual.es

Fuente de financiación:

BBVA Foundation

Duración:

January 2021 – December 2022.

Situación:

Terminado.

Resumen:

El Proyecto SUSTPROT tiene como objetivo desarrollar un proceso para producir proteínas sostenibles utilizando la cianobacteria *Arthrospira platensis* a escala preindustrial. El proceso tiene como objetivo desarrollar un método optimizado para recuperar proteínas de alta pureza con mayores propiedades tecnofuncionales y bioactivas para aplicaciones alimentarias.

3.6.8.4 Improvement of large scale production capacity of *Spirulina platensis* in open systems.

Participantes:

Universidad de Almería.

Algaria SrL.

Contacto:

F. Gabriel Ación Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

Private contract.

Duración:

October 2022– June 2023.

Situación:

En desarrollo.

Resumen:

El objetivo de este proyecto es desarrollar y evaluar diferentes tecnologías para maximizar el rendimiento de los cultivos de *Spirulina platensis* y diseñar los reactores óptimos para la producción al aire libre de biomasa de esta cepa para usos humanos. El reto es duplicar anualmente la productividad actual de biomasa por unidad de superficie (20 g/m²·día), minimizando al mismo tiempo el coste de producción de biomasa para conseguir procesos industriales rentables a escala de hasta 3 ha.

Objetivo:

- Maximización de la productividad de *S. platensis* para consumo humano.
- Optimización de fotobiorreactores diseñados para usos relacionados con humanos.
- Duplicar la productividad de área actual de *S. Platensis*

3.6.8.5 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 (IP).

Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Almería. 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 – Diciembre 2022

Situación:

Finalizado

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.

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

Participantes:

Universidad de Almería

Contactos:

Francisco Gabriel Ación 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.

- Formulación de alimentos con biomasa de microalgas.
- Estudiar el efecto sobre las propiedades físico-químicas, funcionales, nutricionales y la aceptación del consumidor.

3.6.8.7 Developing early-warning systems for improved microalgae PROduction and anaerobic DIGestIO n (PRODIGO).

Participantes:

Universidad de Almería.

Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)

Centro Nacional de Biotecnología (CNB)
Instituto IMDEA
ARMINES/Mines Paris Tech (France)
Instituto Alfred Wegener Institute (Alemania)
Universidad Noruega de Ciencias de la Vida (Noruega)

Contactos:

Francisco Gabriel Acién Fernández (IP).
Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Almería. facien@ual.es

Fuente de financiación:

Research and Innovation Actions (EU H2020).

Duración prevista:

Octubre 2021 – Junio 2024

Situación:

En curso.

Resumen

El objetivo PRINCIPAL de PRODIGIO es establecer una base de conocimiento para el desarrollo de una tecnología de predicción de fallos del sistema que incremente el rendimiento de los sistemas de producción de biomasa y digestión anaeróbica de microalgas y avance hacia un rendimiento tecnoeconómico, ambiental y social más favorable para lograr microalgas más sostenibles.

Objetivos.

- Caracterización de cultivos de microalgas en fotobiorreactores.
- Identificación de parámetros predictivos críticos.
- Desarrollo de algoritmos para evitar el colapso cultural.
- Maximización de la productividad de microalgas.

3.6.8.8 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 cilíndro-parabólicos 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.

3.6.8.9 A knowledge-based training network for digitalisation of photosynthetic bioprocesses (DIGITALGAE).

Participantes:

University of Padova
University of Almeria

Contactos:

Francisco Gabriel Acien Fernández (IP).
Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Almería. facien@ual.es

Fuente de financiación:

Innovative Training Networks (ITN) Call: H2020-MSCA-ITN-2020.

Duración prevista:

Diciembre 2021 – Junio 2024

Situación:

En curso.

Resumen

El objetivo de DigitAlgaesation es proponer un enfoque de digitalización para optimizar el control y la operación de los procesos de cultivo de microalgas para maximizar su eficiencia de conversión de luz e impulsar la cartera sostenible de procesos basados en microalgas hacia los mercados de materias primas y energía. La inteligencia artificial y los enfoques de control automático basados en modelos pueden ser de gran ayuda para comprender, optimizar y, a su vez, remediar la brecha entre las observaciones a escala de laboratorio y la realidad a escala industrial.

Objetivos.

- Monitoreo de parámetros clave de cultivos de microalgas.
- Crear y mantener una base de datos de condiciones de cultivo.
- Utilice herramientas avanzadas (IA, control basado en modelos) para optimizar los tiempos de producción en masa del cultivo de microalgas y minimizar el tiempo de inactividad

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)	THERMOSOL ATMOLVITES ANONIMI ETAIREIA (HE)
SEALEAU BV (NL)	NOURYON INDUSTRIAL CHEMICALS B.V. (NL)
KWR WATER BV (NL)	FLOATING FARM HOLDING BV (NL)
FUNDACIO EURECAT (ES)	MADISI LTD (CY)
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS (HE)	
S.EL.I.S. LAMPEDUSA SPA (IT)	
CIEMAT-PSA (ES)	
DECHEMA 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)	

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 cristizador 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 REUSING EFFLUENTS FROM AGRICULTURE TO UNLOCK THE POTENTIAL OF MICROALGAE (REALM)

Participantes:

Necton – Companhia Portuguesa de Culturas Marinhas, S.A. (Necton) (Coordinator)
 Biorizon Biotech, S.L. (BZN)
 Wageningen University (WU)
 Turun Yliopisto (UTU)
 GreenColab – Associação Oceano Verde Laboratório Colaborativo para o Desenvolvimento de Tecnologias e Produtos Verdes do oceano (GCL)
 Universiteit Twente (UT)
 NAREC Distributed Energy Limited (Narec)
 European Science Communication Institute GGMBH (ESCI)
 Universidad de Cadiz (UCA)

Contacto:

F. Gabriel Ación Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

HORIZON-CL6-2021-CIRCBIO-01-09—Unlocking the potential of algae for a thriving European blue bioeconomy

Duración prevista:

2022- 2025

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo general de REALM es desarrollar una estrategia innovadora, sostenible y altamente eficiente para la producción y procesamiento de biomasa de microalgas, aplicable a todos los países europeos. Esto se logrará mediante el uso de un producto de desecho, el agua de drenaje de la agricultura sin suelo, rica en nutrientes necesarios para el crecimiento de microalgas, combinado con un modo de producción continua de microalgas, aplicado por primera vez a escala industrial: el modo turbidostato. Este modo de cultivo permite que las microalgas crezcan con la máxima productividad, con recolección continua de biomasa y adición de medio de cultivo. Las instalaciones de cultivo de microalgas se instalarán junto a los invernaderos que suministrarán el agua de drenaje, mientras que las instalaciones de procesamiento centralizado convertirán la biomasa de microalgas en productos.

Objetivos:

- Validar y demostrar, en diferentes lugares, la viabilidad de cultivar microalgas en agua de drenaje sin suelo a escala industrial.
- Transformar los desechos en valor, mientras se biorremedia el agua de drenaje para su reutilización o liberación segura
- Aumentar la rentabilidad general, la seguridad y la versatilidad de los productores de microalgas, al reducir los costos de producción.
- Desarrollar un modo de crecimiento turbidostato (cosecha continua) para una productividad estable y más alta a escala industrial.
- Optimice las tecnologías de producción de microalgas, incluidos los fotobiorreactores, los sensores, el software y la recolección. Logre un equilibrio entre la productividad y los costos de funcionamiento a escala industrial.
- Mejorar la captura de CO₂ del aire y su utilización para la producción de biomasa.
- Desarrollar productos novedosos para la acuicultura y la agricultura, contribuyendo a la economía circular y la mejora de los residuos.

- Evaluar si los resultados del proyecto son rentables, con bajo impacto ambiental y efectos sociales positivos.

3.6.8.12 Desarrollo de estrategias de control avanzadas para la producción de microalgas (ECOALGA)

Participantes:

BIORIZON BIOTECH S.L., Spain.
UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

PROYECTO UAL-TRANSFIERE TRFE-I-2021/014.

Duración prevista:

2021 –2022

Situación:

Finalizado.

Resumen:

Este proyecto tiene como finalidad la automatización y control para la empresa Microalgas Carboneras S.L. Asimismo, se incluye una evaluación técnica de la planta de producción de microalgas disponible, donde se recogen diversas recomendaciones sobre las posibles mejoras que se pueden aplicar. Finalmente, se recoge un listado de materiales mínimos necesarios para la puesta en marcha de una planta a nivel industrial para la producción de biomasa de microalgas en la localidad de Carboneras (Almería).

Objetivos:

- Asesoramiento técnico para la puesta en marcha de una instalación productora de microalgas.
- Desarrollo de un sistema de seguimiento y control para una nueva instalación de cultivo de microalgas.
- Elaboración de un informe de evaluación del desempeño.
- Sugerencia de mejoras.

3.6.8.13 Optimización del diseño y operación de la planta de Carboneras (ALGAVILLAGE)

Participantes:

BIORIZON BIOTECH S.L., Spain.
UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Private contract.

Duración prevista:

2022 –2023

Situación:

In progress.

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo la mejora del diseño y funcionamiento de plantas de producción de microalgas, en la localidad de Carboneras (Almería), para la empresa ALGAVILLAGE. Es una continuación del proyecto ECOALGA que implementará algunas de las recomendaciones reportadas luego de la evaluación del diseño inicial de la planta.

Objetivos:

- Seguimiento a la planta productora de microalgas implementada en el proyecto ECOALGA.
- Implementación y evaluación de mejoras sugeridas para la operación de la planta de microalgas.

3.6.8.14 Applications for zoosporic parasites in aquatic systems" (ParAqua)**Participantes:**

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

F. Gabriel Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

EU Cost Action.

Duración prevista:

2022 –2024

Situación:

En ejecución.

Resumen:

El objetivo principal y el objetivo de la Acción es organizar y coordinar una Red innovadora y dinámica, que conecte a la academia, las industrias y las autoridades de gestión del agua para avanzar y aplicar el conocimiento y la experiencia sobre parásitos zoospóricos (es decir, hongos acuáticos y microorganismos similares a hongos) y la relación con sus anfitriones en ecosistemas naturales y producción biotecnológica de algas industriales.

Objetivos:

- Construir una red para adquirir conocimientos sobre los parásitos que dificultan la producción de microalgas.
- Caracterizar dichos parásitos.
- Implementar estrategias para minimizar el impacto.

3.6.8.15 Development of novel and sustainable functional foods using microalgae-derived bioactive ingredients (ALGFOOD)**Participantes:**

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

Tomás Iafarga Poyo (tomas.lafarga@ual.es)

Cynthia López González (cyngl@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria 2020 Proyectos de I+D en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020.

Duración prevista:

2020 –2022

Situación:

Terminado.

Resumen:

La hipótesis de partida del proyecto ALGFOOD es que es posible producir alimentos funcionales seguros, de alta calidad y bien aceptados por los consumidores a partir de microalgas producidas de forma sostenible,

eficiente y a un precio competitivo mediante fotobiorreactores que funcionan con luz artificial y utilizando gases de combustión que normalmente acaban en la atmósfera.

Objetivos:

- Evaluar la producción de *S. platensis* con gases de combustión para usos humanos.
- Evaluación de la aceptación del consumidor final de dichos productos.

3.6.8.16 Producción sostenible de bioestimulantes y biopesticidas agrícolas a partir de residuos agroindustriales (GREENFARM)

Participantes:

Universidad de Almería
Universidad de Valladolid

Contactos:

José María Fernández Sevilla (IP, Coordinador).
Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Almería. (jfernand@ual.es)
Silvia Bolado Rodríguez (IP, Coordinado)
Departamento de Ingeniería química. Universidad de Valladolid (silvia.bolado@uva.es)

Fuente de financiación:

Agencia Estatal de Investigación Convocatoria de proyectos de i+d+i para la realización de «pruebas de concepto», en el marco del programa estatal de i+d+i orientada a los retos de la sociedad, del plan estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2017-2020. convocatoria 2021.

Duración prevista:

Noviembre 2022 – Diciembre 2023

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto GREENFARM tiene como objetivo desarrollar una biorrefinería sostenible basada en microalgas que permita recuperar más del 90% de los nutrientes de los residuos agroindustriales, al tiempo que produce bioestimulantes y bioplaguicidas de valor añadido. El resultado es un proceso de cero emisiones. GREENFARM se basa en la dilatada experiencia demostrada de los socios en la producción de microalgas, en el uso de purines porcinos como fuente de nutrientes, la capacidad de las microalgas para producir bioestimulantes y bioplaguicidas, y la demanda del mercado de este tipo de servicios y productos. . El proyecto GREENFARM cuenta con el apoyo de asociaciones de agricultores y empresas biotecnológicas, y se llevará a cabo en colaboración con el centro de investigación IFAPA con amplia experiencia en agricultura.

Las microalgas se utilizarán para recuperar nutrientes (carbono, nitrógeno y fósforo) de los residuos agroindustriales, evitando la necesidad de utilizar fertilizantes químicos que ejercen una alta presión de sostenibilidad sobre el medio ambiente, y al mismo tiempo obtener un beneficio del tratamiento. de estas aguas. derechos residuales de autor. utilizando menos energía que la asociada a los procesos de tratamiento convencionales.

Objetivos:

Escalado de los resultados del proyecto PURASOL (terminado en 2021) a fotobiorreactores a escala piloto, evaluación del proceso, estudio técnico-económico y sostenibilidad del proceso.

3.6.8.17 Nuevos materiales aglomerados avanzados libres de sílice (Silestone® Silica Free Advanced) (FREE ADVANCED-COSENTINO)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contactos:

F. Gabriel Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

CREACIÓN UNIDADES DE INNOVACIÓN CONJUNTA (UIC).

Duración prevista:

2022 –2023

Situación:

En curso.

Reumen:

El objetivo principal del proyecto es desarrollar el conocimiento y la tecnología necesarios para poder redefinir los aglomerados de cuarzo actuales conocidos como Silestone® en materiales aglomerados con un contenido de cuarzo y cristobalita inferior al 10% en su composición.

Objetivos:

- Estudio fluidodinámico del proceso de mezcla de inertes con resinas para la empresa COSENTINO.
- Disminuir la composición mineral por debajo del 10%.

3.6.8.18 Impulso a las capacidades andaluzas para la bioeconomía en el sector del olivar, la horticultura y la biomasa algal (ATRESBIO)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

F. Gabriel Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

CTA-JUNTA DE ANDALUCIA.

Duración prevista:

2021–2022

Situación:

Finalizado.

Resumen:

ATRESBIO es un proyecto liderado por CTA con el objetivo de impulsar cadenas de valor para la obtención de bioproductos derivados de la biomasa del olivar, la horticultura y las algas en Andalucía. ATRESBIO analiza las capacidades andaluzas en investigación y en 10 servicios clave de innovación, con el objetivo de identificar áreas de mejora. Además, el proyecto elaborará un plan de acción para el despliegue de la bioeconomía en Andalucía y un sistema de vigilancia tecnológica a medio plazo. De esta forma, ATRESBIO pretende maximizar la competitividad y sostenibilidad del tejido industrial andaluz en el ámbito de la bioeconomía, facilitando el crecimiento económico y la generación de empleo asociado a sectores de alto valor añadido para la región.

Objetivos:

- Impulsar las cadenas de valor en Andalucía para impulsar la economía y la sostenibilidad.
- Mejorar la competitividad de Andalucía.

- Reforzar el tejido industrial andaluz.

3.6.8.19 Evaluación del potencial de captura de CO₂ de procesos basados en plantas acuáticas y algas.

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.

Contacto:

F. Gabriel Acien (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Contrato privado

Duración prevista:

2022–2023

Situación:

En curso.

Resumen:

Este proyecto propone el desarrollo de un modelo teórico de sistemas de captura de CO₂ utilizando plantas acuáticas y algas: Esta tarea consiste en definir un modelo teórico que será posteriormente verificado. El modelo teórico tiene como objetivo definir la capacidad de los procesos basados en algas y plantas acuáticas para capturar CO₂ en función de las variables de diseño y operación más relevantes. Luego, el modelo desarrollado será evaluado a pequeña escala, a través de pruebas de laboratorio y posteriores pruebas en reactores a pequeña escala que confirmen los valores de producción y captura de CO₂ predichos por el modelo.

Objetivos:

- Study and model the CO₂ uptake potential of hybrid systems microalgae/seaweeds.
- Evaluate the model and scaleup to pilot scale.
- Estudiar y modelar el potencial de absorción de CO₂ de sistemas híbridos microalgas/algas marinas.
- Evaluar el modelo y escalarlo a escala piloto.

3.6.8.20 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.l.

FENIKS Cleaning and Safety S.l.

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 2022

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.

3.6.8.21 Desarrollo y transferencia de conocimiento en procesos sostenibles de tratamiento de aguas residuales y mejora de la producción de alimentos empleando microalgas (RITAL).

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain.
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA, Chile.
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, Argentina.

Contacto:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Financiado por la EU y el programa FORCYT.

Duración prevista:

October 2021 – April 2023

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto RITAL se compone por tres entidades con amplia experiencia en el desarrollo de procesos biotecnológicos basados en microalgas, y pretende dar respuesta a las necesidades tecnológicas y de formación/transferencia para el desarrollo de procesos sostenibles de producción de microalgas que integren el tratamiento de aguas residuales y la obtención de productos de interés agrícola y acuícola. Por tanto, el proyecto tiene por objetivo la mejora del conocimiento existente en procesos basados en microalgas para el tratamiento de aguas residuales y obtención de productos de interés agrícola y acuícola, así como la formación de científicos, tecnólogos y profesionales en este campo, y la transferencia del conocimiento al sector productivo. El objetivo general del proyecto es aplicar el conocimiento actual disponible en los grupos solicitantes al desarrollo de procesos sostenibles de tratamiento de aguas residuales y mejora de la producción de alimentos empleando microalgas.

Objetivos:

El objetivo general se alcanza a través de los siguientes objetivos específicos:

- Transferencia de conocimiento en los procesos de tratamiento de aguas residuales empleando microalgas.
- Desarrollo de experiencias piloto conjuntas para validación del conocimiento previo existente.
- Puesta en valor de la biomasa generada para su aplicación en diversos campos, relacionados tanto con agricultura como con acuicultura.
- Difusión del conocimiento al ámbito científico, especialmente a la incorporación de la mujer al mismo.
- Transferencia al sector productivo y preparación de nuevas propuestas de desarrollo

3.6.8.22 Economía circular para la producción de extractos bioestimulantes de microalgas mediante recuperación de nitrógeno y fósforo residual (ALCERES)

Participantes:

Biorizon Biotech (Representante del consorcio).

Universidad de Almería (F. Gabriel Acién Fernández, Coordinador Técnico).

Fundación Cajamar.

Contacto:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Ayudas a proyectos de colaboración público-privada, del programa estatal para impulsar la investigación científico-técnica y su transferencia, del plan estatal de investigación científica, técnica y de innovación 2021-2023, en el marco del plan de recuperación, transformación y resiliencia.

Duración prevista:

October 2022 – Octubre 2025

Situación:

En curso.

Resumen:

El proyecto ALCERES tiene como objetivo el desarrollo de una nueva y novedosa línea de bioestimulantes basada en extractos de microalgas con actividad promotora del crecimiento vegetal, con el fin de proveer a la agricultura de herramientas nutricionales que contribuyan a la reducción del uso de nitrógeno y fósforo químico. Además, también se plantea como objetivo el desarrollo de un proceso de producción de un hongo *Trichoderma*, propio de Biorizon Biotech, no comercial hasta la fecha y con una potente actividad antifúngica que sería la base de un nuevo bioplaguicida que contribuya a la reducción del uso de fitosanitarios de síntesis química.

Objetivos:

- Desarrollo de proceso de producción de biomasa de microalgas en corrientes residuales para recuperación del N y P.
- Modelado del proceso de cultivo en corrientes residuales.
- Producción de cepas con actividad bioestimulante.
- Maximización de perfil bioestimulante en base al medio y condiciones de cultivo.
- Cultivo a gran escala de microalgas seleccionadas a escala industrial.
- Optimización del cultivo en sistema raceway piloto (80 m², parámetros y manejo).
- Modelado del cultivo en sistema industrial.
- Desarrollo de metodologías de cosechado y estabilización de la biomasa.
- Cultivo sin uso de agua dulce.
- Producción en abierto sin contaminación.

3.6.9 Participación en Redes durante 2022

- Participation on 8th expert meeting of IEA SHC Task 62. Solar Energy in Industrial Water&Wastewater Management, Graz (Austria), 5 April 2022.
- Participation on final expert meeting of IEA SHC Task 62. Solar Energy in Industrial Water&Wastewater Management, Kassel (Germany), 29-30 September 2022.
- Red Iberoamericana para el tratamiento de efluentes con microalgas (RENUWAL)
- RED CYTED 2019 RENUWAL 320RT0005: Develop dissemination and training activities as well as collaborations with companies in the field of microalgae biotechnology, applied to wastewater treatment.
- Red Internacional de Investigación y Transferencia en Procesos Sostenibles Basados en Microalgas (RITAL) ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI) The RITAL network aims to improve the existing knowledge in processes based on microalgae for the treatment of wastewater and obtaining products of agricultural and aquaculture interest, as well as the training of scientists, technologists and professionals in this field, and the transfer of knowledge to the productive sector

3.6.10 Actividades de Difusión

- “Recursos en línea y modelos de simulación para instalaciones de energía solar térmica”, by Diego Alarcón in the Master en Energías Renovables of Universidad Internacional de Valencia, 17 february 2022.
- “Solar water desalination and treatment technologies” by Diego Alarcón in the summer school held at the campus of the Middle East Technical University (METU) in Ankara (Turkey) within the framework of H2020 SolarTWINS (Solar Twining to Create Solar Research Twins) project, 30 august – 1 september 2022.
- “Integrating Renewables” by Guillermo Zaragoza in the Future of Desalination International Conference, organized by Saline Water Conversion Corporation and Global Water Intelligence in Riyadh (Saudi Arabia), 12 september 2022.
- “Desalination with solar energy” by Guillermo Zaragoza at the ETEIA Workshop on Energy Transition organized by University of Tás-os-Montes and Alto Douro in Vila Real (Portugal), 22 september 2022.
- “Solar Desalination for Sustainable Brackish Water Management in Jordan for Agriculture and Drinking Water” by Diego Alarcón and Guillermo Zaragoza, course held at PSA in the context of project “Solar Desalination for Sustainable Brackish Water Management in Jordan for Agriculture and Drinking Water” coordinated by IHE Delft Foundation, 3-7 october 2022.
- “The European night of researchers. Almeria, Spain, 2022”

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

- Bueso Sánchez, Alejandro (supervisors: G. Zaragoza, J.D. Gil)
- Requena Requena, Isabel (supervisors: G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas)
- Serrano Rodríguez, Juan Miguel (supervisors: Lidia Roca, Patricia Palenzuela).
- Modeling and control of consortiums of microalgae and bacteria for wastewater treatment. Rebecca North. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y al Medio Ambiente. Director: Francisco Gabriel Acien Fernández
- Design and optimization of raceway photobioreactors using computational fluid dynamics (CFD). Cristian Inostroza Gonzalez. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y al Medio Ambiente. Director: Jose Maria Fernandez Sevilla.
- Characterization by means of numerical simulations (CFD) of the fluid dynamic behavior and the light regime in photobioreactors destined to the cultivation of microalgae. Application to improve productivity. Pablo Fernandez del Olmo. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos

Industriales Aplicados a la Agroalimentación y al Medio Ambiente. Director: José María Fernández Sevilla.

- Use of greenhouse plant residues for heating and carbon enrichment. Jose Vicente Reinoso Moreno. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y al Medio Ambiente. Director: Francisco Gabriel Acién Fernández.
- Obtaining, evaluating and yielding biostimulants by cultivating microalgae in wastewater and analyzing the quality of irrigation water for its use in desert agriculture. Loreto Cavieres Seine. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y al Medio Ambiente. Director: Francisco Gabriel Acién Fernández.

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- Sistemas de cromatografía iónica de doble canal con automatización, Metrohm Hispania S.L.U, 16 November 2022, Almería.

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

4.2 EQUIPO TÉCNICO

Área Química	Octavio Malato Rodríguez omalato@ual.es
Área Energética	Enrique Garcia Campos ecampos@ual.es Contrato de Garantía Juvenil programa Investigo (01/10/2022-30/09/2023)

4.3 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 Domingo Álvarez Profesor Titular de la UAL jhervas@ual.es	Hervás Lidia Roca Sobrino Investigador de O.P.I. CIEMAT lroca@psa.es
Desalación y Fotosíntesis	José M. Fernández Profesor Titular de la UAL jfernand@ual.es	Dr. 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

4.4 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Diego Valera Martínez

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

4.5 COMITÉ CIENTÍFICO

Ángela Fernández CurtoSubdirectora General Adjunta de Grandes Infraestructuras Científico
Técnicas Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Gobierno de
España

af.curto@ciencia.gob.es

Carlos Bordons AlbaCatedrático 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

CIESOL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA SOLAR
CENTRO MIXTO UAL - PSA CIEMAT



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