

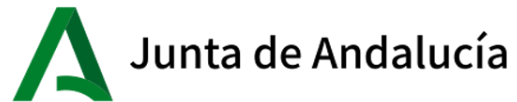
CIESOL

Centro de Investigación en Energía Solar

INFORME ANUAL

2023





ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	1
1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO	1
1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO	2
1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO	4
1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2023	6
1.5.1 PERSONAL	6
1.5.2 PROYECTOS	6
1.5.3 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	7
1.5.4 ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA	9
1.5.5 CÁTEDRAS VINCULADAS A CIESOL	9
1.5.6 MÁSTER VINCULADO A CIESOL	11
2. ¿QUÉ OFRECE CIESOL? - INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS	14
2.1 ACTUACIONES EN 2023	14
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR	16
2.3 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR	20
3. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR	29
3.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA	29
3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	29
3.1.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	29
3.1.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 20XX	30
3.1.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	30
3.1.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.1.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	30
3.1.8 MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.1.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	32
3.1.10 TRANSFERENCIA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	33
3.1.11 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	34
3.1.12 PROYECTOS SOLICITADOS DURANTE 2023	34
3.1.13 OTROS	34
3.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL	35
3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	35
3.2.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	35
3.2.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 2023	36
3.2.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	37
3.2.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	37
3.2.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	38
3.2.8 MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	38

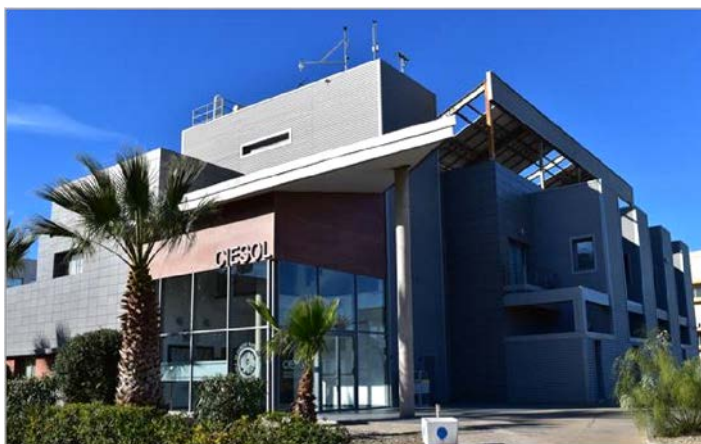
3.2.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	40
3.2.10 TRANSFERENCIA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	50
3.2.11 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	51
3.2.12 PROYECTOS SOLICITADOS DURANTE 2023	51
3.2.13 OTROS	51
3.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS	53
3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.3.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	53
3.3.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	53
3.3.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 2023	54
3.3.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	54
3.3.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.3.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	55
3.3.8 MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	56
3.3.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	57
3.3.10 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	69
3.3.11 PROYECTOS SOLICITADOS DURANTE 2023	70
3.3.12 OTROS	71
3.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL	73
3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	73
3.4.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	73
3.4.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	73
3.4.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 2023	74
3.4.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	76
3.4.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	77
3.4.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	77
3.4.8 MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	78
3.4.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	80
3.4.10 PARTICIPACIÓN EN REDES DURANTE 2023	90
3.4.11 TRANSFERENCIA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	90
3.4.12 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	91
3.4.13 PROYECTOS SOLICITADOS DURANTE 2023	91
3.4.14 OTROS	91
3.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR	95
3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	95
3.5.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	95
3.5.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	95
3.5.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 2023	96
3.5.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	97
3.5.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	97
3.5.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	98
3.5.8 MIEMBROS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	98
3.5.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	100
3.5.10 TRANSFERENCIA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	104

3.5.11 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	104
3.5.12 OTROS	105
3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOSTOSÍNTESIS	106
3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	106
3.6.2 LÍNEAS ESTRATÉGICAS	106
3.6.3 INVESTIGADORES PRINCIPALES	106
3.6.4 RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN CIESOL DURANTE 2023	107
3.6.5 COLABORACIÓN CON OTROS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE CIESOL DURANTE 2023	107
3.6.6 RECURSOS HUMANOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	108
3.6.7 TABLAS RESUMEN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	109
3.6.8 MIEMBROS DE LA UNIDAD FUNCIONAL	110
3.6.9 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2023	112
3.6.10 PARTICIPACIÓN EN REDES DURANTE 2023	126
3.6.11 TRANSFERENCIA Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	128
3.6.12 ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	128
3.6.13 PROYECTOS SOLICITADOS DURANTE 2023	129
3.6.14 OTROS	130
<u>4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.</u>	<u>131</u>
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	131
4.2 EQUIPO TÉCNICO	131
4.3 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	131
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	132
4.4 COMITÉ EVALUADOR EXTERNO	132
<u>5. ANEXO- PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DETALLADA DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>133</u>
5.1 QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA	133
5.2 ANÁLISIS AMBIENTAL	134
5.3 TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS	137
5.4 MODELADO Y CONTROL	141
5.5 RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR	147
5.6 DESALACIÓN Y FOSTOSÍNTESIS	149

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, el estudio de la climatización y



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

Colaboramos con empresas e instituciones en nuestro afán por servir a la sociedad. En el ámbito de la formación, estamos orgullosos del Máster Oficial en Energía Solar, ejemplo claro del entendimiento entre las dos instituciones que forman el CIESOL (<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 2023, 97 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL (56 hombres y 41 mujeres), 39 de ellos (21 hombres y 18 mujeres) con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 33 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andaluz

de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 22 proyectos europeos, 7 contratos con empresas e instituciones y 7 redes.

Por otro lado, las unidades del centro han contado con 13 estancias de investigadores internacionales de 7 países diferentes, Brasil, Francia, Cuba, Panamá, Portugal, México y Grecia. Así mismo, 10 investigadores de CIESOL han realizado estancias en el extranjero en países tales como Japón, Países Bajos, Francia, Italia, Chile, EEUU, Noruega y Portugal.

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, más 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 por medio de la utilización de nuevas tecnologías, como el Internet de las Cosas (IoT), aprendizaje automático, Big Data, realidad aumentada, etc. La introducción de sistemas de control en pequeñas redes energéticas, lo que se conoce como microrredes, permite dotarlas de un componente 'inteligente' para gestionar los flujos de energía en dicha red suponiendo, por lo tanto, un factor de ahorro muy significativo.

Otra importante línea de investigación es el control automático y optimización en el nexo agua-energía-alimentación. Iniciativas como Agroconnect (www.agroconnect.es) permiten dotar a los invernaderos de recursos necesarios (electricidad, agua, frío/calor, CO₂, ...) haciendo uso de energía solar.

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.



ESPACIO DE ENSAYOS CIESOL – Instalaciones para experimentación con aguas

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 fotocatalisis 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, abriendo la puerta a ser utilizada en combinación con desalación por ósmosis inversa alimentada con energía solar fotovoltaica.

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.

¿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 Política Científica y dos investigadores de la PSA, siendo uno de ellos el Director de la Plataforma Solar de Almería. Actualmente, el CCS está compuesto por José Antonio Sánchez Pérez (Vicerrector de Política Científica) y Manuel Berenguel, investigador por la UAL, y Julián Blanco (Director de la Plataforma Solar de Almería) y Eduardo Zarza por la PSA, este último hasta el 18 de octubre de 2023, fecha en la que, motivado por su jubilación, fue sustituido por Diego Alarcón Padilla de 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 las actividades del centro y su adecuación a los objetivos previstos.

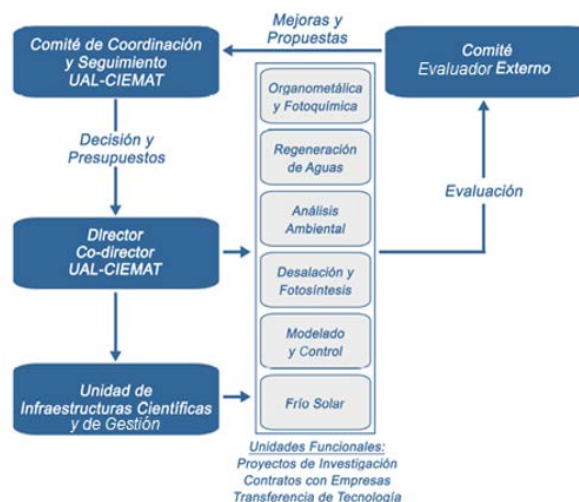
¿Quién es y qué hace el Equipo de Dirección?

El Equipo de Dirección consta de un director y un subdirector, pertenecientes a UAL y PSA (y viceversa). Durante 2023 José Luis Casas López ha sustituido a José Antonio Sánchez Pérez como director de CIESOL, al ser nombrado este último como Vicerrector de Política Científica de la Universidad de Almería. El subdirector es Sixto Malato Rodríguez, de la PSA. 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.



Organigrama funcional de CIESOL

¿Cuáles son los Grupos de Investigación de CIESOL?



Recursos Solares 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 José Domingo Álvarez Hervás (UAL) y Lidia Roca Sobrino (PSA), el grupo trabaja en el modelado y control de plantas termosolares, fotorreactores y fotobiorreactores, aplicaciones de la energía solar en agricultura (nexo agua-energía-alimentación), desalación solar y eficiencia energética y control de confort en edificios, incluyendo redes energéticas inteligentes.

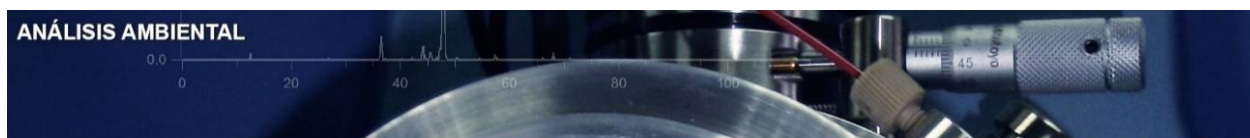


Organometálica y fotoquímica. Liderada por Antonio Manuel Romerosa Nievas (UAL) y Christoph Richter (DLR-PSA), trabaja en el desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y hetero-nucleares solubles en

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 2023

1.5.1 Personal

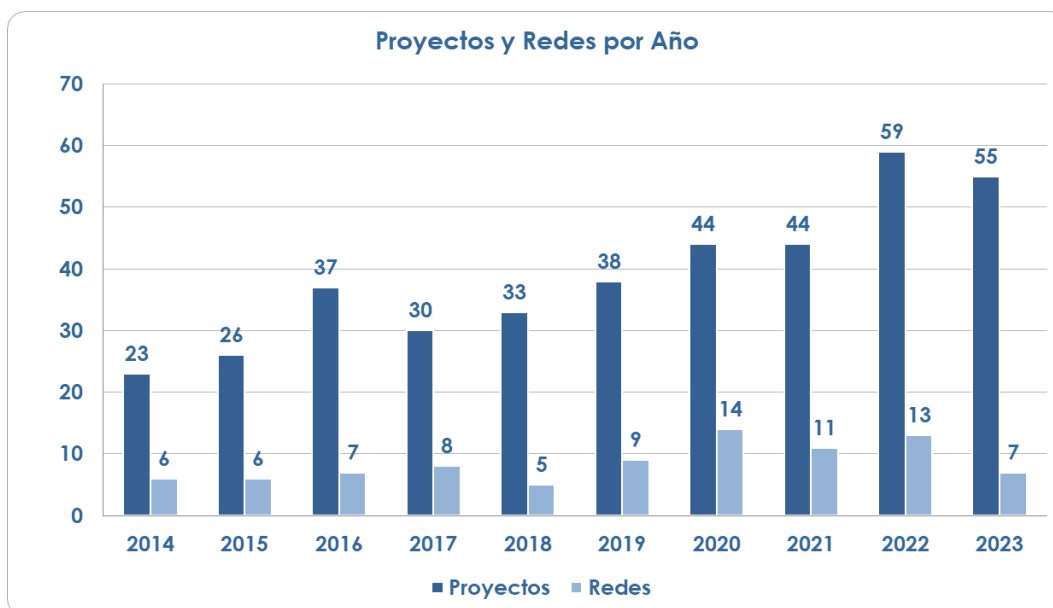
Durante 2023 se han incorporado como personal del centro Enrique García Campos en el Área de Energía e Irene Fernández Gómez en el Área de divulgación y transferencia.

Así mismo, durante el año 2023, se han ofertado 6 prácticas extracurriculares, una para cada unidad funcional, para estudiantes de grado y máster con la intención de promover la iniciación en la investigación en el ámbito del CIESOL, dichas prácticas se establecen de forma general con una duración de 6 meses y con periodicidad anual. Estas prácticas han tenido un coste de 10000 € anuales y su incorporación ha tenido lugar en el inicio de 2024.

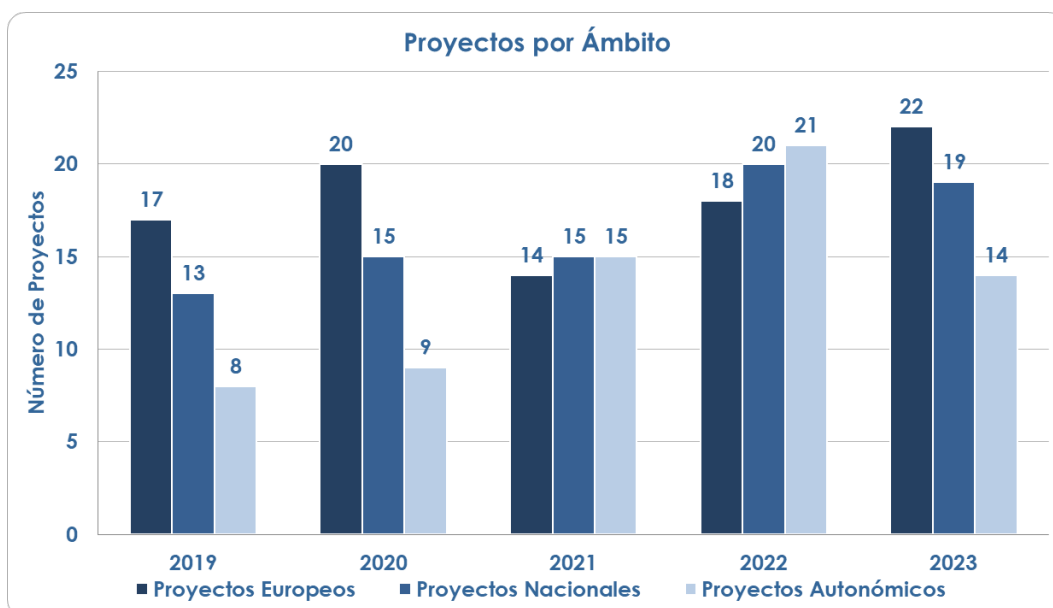
1.5.2 Proyectos

Ciesol ha mantenido durante 2023 su actividad investigadora a través de 55 proyectos de investigación en ejecución. En la figura se muestra la evolución del número de proyectos en los diez últimos años,

observándose una media de 40 proyectos en ejecución al año, con una tendencia alcista en los últimos tres años. En cuanto a las redes, se ha participado en 2 redes nacionales y 5 internacionales.



En cuanto a la distribución de los 55 proyectos, 22 han sido proyectos europeos, 19 proyectos nacionales y 14 proyectos autonómicos.

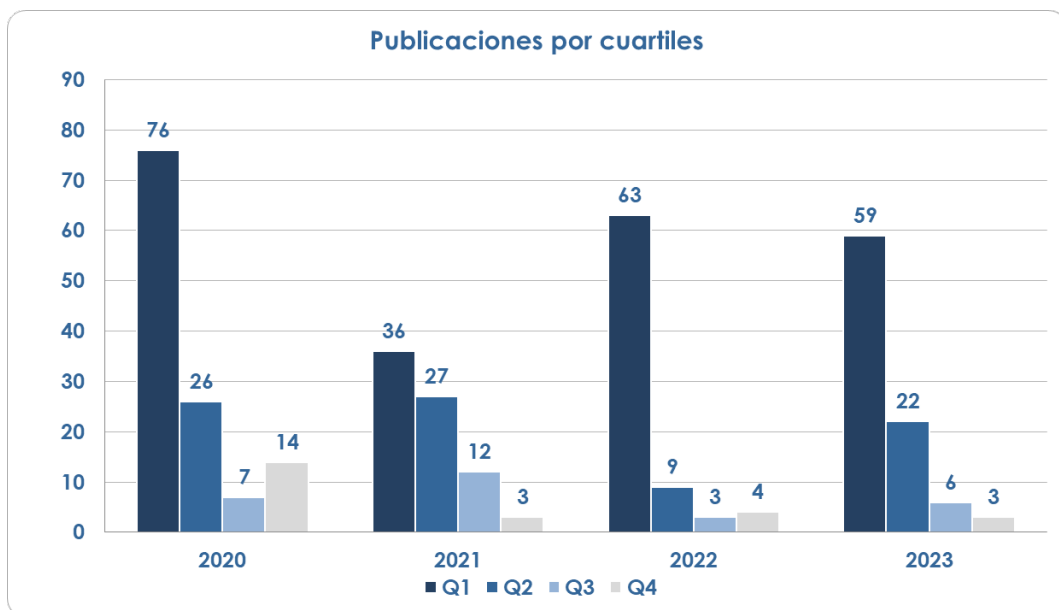


1.5.3 Producción científica

La producción científica del CIESOL durante 2023 ha mantenido la tendencia de los últimos años con un total de 90 artículos indexados en el JCR.



La calidad de la producción científica puede evaluarse en base a la indexación de las revistas en las que han sido publicados. En este sentido el 66% se ha publicado en revistas Q1, el 24% en revistas Q2, el 7% en revistas Q3 y tal solo el 3% en revistas del cuarto cuartil. Respecto a la internacionalización, 40 artículos cuentan con filiación internacional, lo que supone un 44% del total, destacando el carácter internacional del centro.

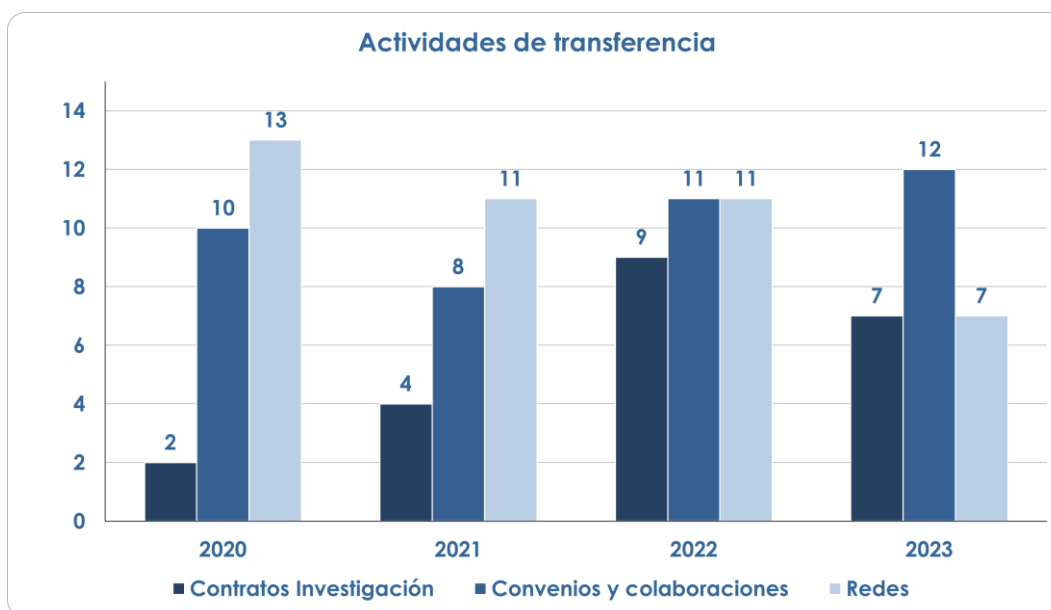


Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (35) e internacionales (58) con un total de 145 contribuciones. En la figura se muestra la evolución del número de publicaciones científicas internacionales en JCR en los ocho últimos años. Se observa una media de 98 artículos al año. Respecto a las tesis doctorales, durante 2023 se han defendido un total de 9 tesis doctorales.

1.5.4 Actividades de difusión y transferencia

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 un gran número de cursos y jornadas, como se muestra en la actividad de las diferentes unidades funcionales.

Respecto a la participación en contratos (7), convenios (12) y redes (7), durante 2023, el CIESOL ha mantenido su actividad continuada y consolidada en el tiempo, tal y como se puede ver en el siguiente gráfico.



1.5.5 Cátedras vinculadas a CIESOL

Cátedra AQUALIA - Ciclo integral del agua



La Cátedra Aqualia del Ciclo Integral del Agua se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, especialmente con el ODS 6, sobre la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento, y con el ODS 17 en la búsqueda de alianzas entre instituciones y empresas. El objeto de esta Cátedra es establecer cauces para la realización en común de actividades de divulgación, de investigación y transferencia en el ámbito del ciclo integral del agua.

<https://catedraaqualia.eu/>

Su Comité Asesor está formado por:

- Directora: Ana María Agüera López – Catedrática de Química Analítica, Universidad de Almería.
- Codirector: José Vicente Colomina – Director de la Delegación Andalucía III de Aqualia.

- Codirector: Frank Rogalla – Director I+D+I de Aqualia.
- Secretaria: Laura Piedra Muñoz – Profesora Titular de Economía Aplicada, Universidad de Almería.
- Vocal: José Antonio Otero Moreno – Gerente de Aqualia Almería.
- Vocal: Zouhayr Arbib – Responsable del Área de Sostenibilidad de Aqualia.
- Vocal: Francisco G. Ación Fernández – Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería.
- Vocal: José Luis Casas López – Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería.

Cátedra Biorizon Biotech - Agricultura Regenerativa en 4.0



La Cátedra Biorizon Biotech-UAL sobre "Agricultura Regenerativa en 4.0" busca ahondar en el conocimiento y fomentar tanto la transferencia como la generación del conocimiento en el ámbito de las microalgas, otros microorganismos y soluciones naturales, apoyándose para ello en la tecnificación, digitalización y automatización de los procesos. De este modo, se persigue contribuir al desarrollo del concepto de Agricultura Regenerativa en un entorno conectado, como solución para un desarrollo medioambiental, social y económico sostenible. El objeto de esta Cátedra es establecer cauces para la realización de actividades de divulgación, de investigación y transferencia en el ámbito de las microalgas y otras soluciones microbianas y biológicas para una agricultura regenerativa en un entorno digital.

<https://www.catedraborizonual.com/>

Su Comisión Rectora está formada por:

- Director: José Luis Guzmán Sánchez – Catedrático, Universidad de Almería.
- Codirector: Joaquín Pozo Dengra – Director de I+D de Biorizon Biotech.
- Secretario: Francisco de Asís Rodríguez Díaz – Catedrático, Universidad de Almería.

Así mismo su Consejo Asesor está formado por:

- Manuel Berenguel Soria – Catedrático, Universidad de Almería.
- Francisco G. Ación Fernández – Catedrático, Universidad de Almería.
- Fernando Román Ranchal – Presidente de Biorizon Biotech.
- Ricardo García Lorenzo – Director de Cajamar Innova y Subdirector Innovación Agro.

Cátedra Kimatec -Farm to fork



La Cátedra Kimatec – From Farm to Fork de la Universidad de Almería persigue contribuir al desarrollo de un sistema agroalimentario seguro, saludable y medioambientalmente sostenible así como al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Esta misión se materializa en tres principales ejes de actuación: a) Sociedad, abordando actividades que permitan la creación de valor social y contribuir a

distintas comunidades, además de aquellas relacionadas con el sector agroalimentario; b) Formación y desarrollo de talento en I+D+i, con el objetivo de promover la formación y desarrollo de talento investigador, incluido el desarrollo de tesis doctorales en el ámbito de actuación de la Cátedra; y c) Difusión y transparencia, abordando actividades de divulgación científica, difusión y comunicación de los resultados las actividades realizadas en el marco de la Cátedra.

Su Comisión Rectora está formada por:

- Directora: María del Mar Gálvez Rodríguez, Profesora Titular de Universidad en el área de Organización de Empresas
- Secretaria: Antonia Estrella Ramón, Profesora Titular de Universidad en el área de Marketing y Comercialización de Mercados
- Codirector: José Manuel Martos Romero: E-learning Training Specialist (Área de formación)

Asi mismo su Consejo Asesor está formado por:

- Julián Sánchez-Hermosilla López, Catedrático de Universidad en el área de Ingeniería Agroforestal
- José Luis Casas López, Catedrático de Universidad en el área de Ingeniería Química
- Paola Haro Vera: R&D SubArea Manager (Responsable del área de Microalgas)
- David Haigh Florez: R&D Subarea Manager (Responsable del área de Upcycling)

1.5.6 Máster vinculado a CIESOL

Máster en Energía Solar

El Máster Universitario Oficial en Energía solar tiene como objetivo la formación especializada y de alto nivel en la Energía Solar y sus múltiples aplicaciones, orientadas al mercado laboral. Parte del contenido del



Máster está orientado a actividades de investigación en energía solar, además de aprender a como planificar y desarrollar proyectos y publicaciones de I+D.

Este Máster tiene un alto contenido práctico. Gracias a ello, los alumnos adquieren tanto formación científica como ingenieril, lo que les permite acceder a Programas de Doctorado y al sector industrial.

Matriculación y alumnado

El promedio de alumnos inscritos en primera matriculación del máster en los últimos 4 cursos ha sido de 23, siendo la nota de ingreso promedio de 7,2. El promedio de alumnos matriculados por curso es de 33, siendo la duración media de los estudios de 1,2 cursos. Los estudios de acceso han sido, por este orden, grados en Ingeniería Industrial (Eléctrica, Mecánica, Electrónica y Química), grado en CC Ambientales, grado en CC Físicas y grado en CC Químicas.

Con relación a la procedencia del alumnado, es destacable el alto porcentaje de estudiantes extranjeros, en torno al 80%. Este porcentaje está constituido primordialmente por estudiantes procedentes de universidades latinoamericanas.

Con relación a la brecha de género, ha ido reduciéndose en los últimos 3 cursos, siendo el curso 2023-2024 el que la misma ha tenido su valor mínimo, habiéndose alcanzado un porcentaje de paridad del 83%.

Calidad académica e inserción laboral:

El promedio de alumnos egresados del máster en las 3 últimas ediciones es de 7,7 egresados/curso. La tasa de éxito promedio (Créditos Superados / Créditos Presentados) es del 97%. La satisfacción con la calidad docente del alumnado promedio, evaluada a través de encuestas arroja una puntuación media en los últimos 3 cursos de 4,7 sobre una puntuación máxima de 5.

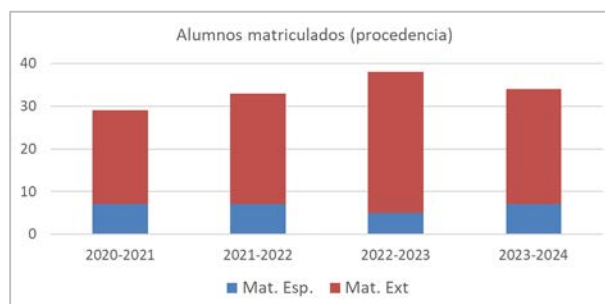
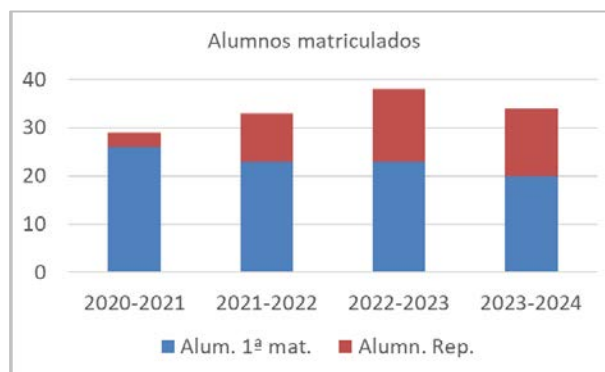
En cuanto a la inserción laboral, los datos correspondientes a los egresados en el último curso analizado, esto es el curso 2022-2023, es del 56%. Un análisis de la inserción laboral a través de la tasa de

paro (Personas egresadas desempleadas/Personas egresadas) extendida a los dos años posteriores a la finalización de los estudios arroja un valor de 0, esto es una situación de pleno empleo para los egresados en el curso 2021-2022. En cuanto a los tipos de puestos de trabajo ocupados y actividades desarrolladas por los egresados del máster es de destacar que el 40% de las contrataciones está relacionada con becas predoctorales, proyectos de investigación o estudios de doctorado. El porcentaje restante corresponde a puestos técnicos en ingenierías relacionadas con el desarrollo de proyectos solares fotovoltaicos.

Programa de becas y prácticas externas:

Si bien el máster no cuenta con una asignatura específica de prácticas en empresa, los alumnos del máster pueden optar a las becas extracurriculares gestionadas por el Servicio Universitario de Empleo de la UAL a través de la plataforma ICARO. En el curso 2022-2023, 3 estudiantes del máster han podido realizar este tipo de prácticas, concretamente 2 de ellos en el centro de investigación CIESOL y el tercero en una consultora sobre proyectos energéticos vinculada a una agrupación de cooperativas agrícolas.

Junto a las becas y ayudas a la matrícula de los gobiernos nacional y autonómico, es destacable el acuerdo con la Fundación Carolina que aporta fondos, desde el curso 2022-2023, para la financiación de 2

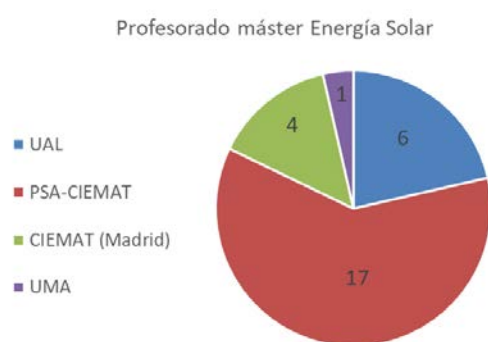


estudiantes iberoamericanos con la particularidad de que la convocatoria correspondiente al curso 2024-2025 es para estudiantes de género femenino.

También ha sido becado para el curso 2023-2024 un estudiante a través del programa de movilidad internacional entre universidades andaluzas e instituciones pertenecientes a la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP), formando parte de la "Línea de Actuación 3: Becas y Ayudas de Movilidad para el Postgrado" del Plan de Actuación 2024-2026 de la AUIP para el desarrollo de los estudios de postgrado (Máster, Doctorado, Especialización) en el ámbito iberoamericano.

Profesorado:

El profesorado del máster en Energía Solar en el curso 2023-2024 está constituido por un total de 28 profesores. De estos profesores, 22 son profesores externos, de los cuales 17 son investigadores de la



Plataforma Solar de Almería, 4 trabajan en la sede central en Madrid del Centro de Investigaciones Medioambientales y Tecnológicas, organismo al que pertenece la Plataforma Solar de Almería y, finalmente, 1 profesor investigador del departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos de la Universidad de Málaga. Los 6 profesores pertenecientes a la Universidad de Almería forman parte de las áreas de Ingeniería Química, Ingeniería de Sistemas y

Automática, Física Aplicada y Ciencias de los materiales e Ingeniería Metalúrgica. Dos de estos profesores de la Universidad de Almería son Catedráticos de Universidad y el resto pertenecen al cuerpo de Profesores Titulares de Universidad. De los profesores pertenecientes al CIEMAT, OPI (Organismo Público de Investigación), todos cuentan con una vinculación permanente a este organismo y 14 de ellos pertenecen a la escala de Científicos Titulares de Organismos Públicos de Investigación.

Con relación a la calidad investigadora de los profesores del máster, el promedio de sexenios entre los catedráticos que imparten docencia es de 5,8 mientras que el de los profesores titulares de universidad es de 3,8. También es destacable la aparición de 5 profesores vinculados al máster en la edición de 2023 del Ranking World's Top 2% Scientist elaborado por la Universidad de Stanford en las áreas de Ingeniería Química y de Automática y Control Automático.

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

2.1 ACTUACIONES EN 2023

En 2023 se han llevado a cabo diversas mejoras en las infraestructuras del Centro de Investigación.

Por un lado, se ha habilitado el laboratorio 7 como laboratorio de trabajo (anteriormente era una sala con mesas y sillas utilizada para albergar a becarios y estudiantes durante su estancia en el Centro). Dicho laboratorio, a cargo del Grupo de Desalación y Fotosíntesis principalmente, se ha destinado a cosmética y alimentación funcional, contando con equipos piloto para la recuperación de proteínas y compuestos bioactivos a partir de microalgas y para la elaboración y análisis de alimentos funcionales.



En el laboratorio 1 hemos instalado dos cromatógrafos iónicos cedidos por la Plataforma Solar de Almería que nos permitirán ampliar el rango de análisis en cromatografía iónica, pasando de tan solo analizar ciertos aniones, a poder analizar cationes y oxo-aniones.

Por otro lado, en la nave de la planta baja, se han instalado varias mesas de laboratorio para aumentar las zonas de trabajo disponibles.



También en la nave se ha colocado una planta de filtración nueva, cuyo destino es el pretratamiento de aguas residuales para su posterior tratamiento mediante procesos fotocatalíticos. La planta consta de cuatro filtros en serie desde 100 hasta 0.5 micras. Dispone de dos depósitos de 300 litros (uno para agua bruta y el otro para el agua tratada) y una capacidad de tratamiento de hasta 3000 L/h.



Por ultimo, se ha continuado dotando de equipamiento la sala de juntas del edificio, instalando una nueva pantalla, un nuevo proyector, un sistema de audio integrado y una zona para reuniones al fondo. Estamos gestionando la colocación de una cámara y un micrófono para poder organizar videoconferencias.

La instalación de frío solar por su parte, ha tenido una puesta a punto, se han sustituido caudalímetros que captan el flujo del agua que climatiza el edificio y sensores que miden la temperatura del fluido.



caudalímetros



sensor de temperatura

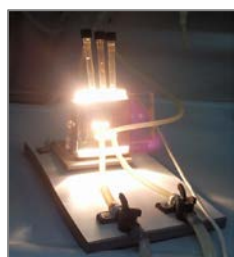
2.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR

XcelVap.

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



Sistema micromolar fotoquímico.



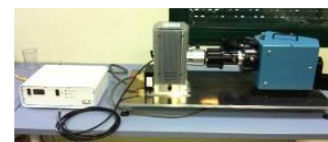
El reactor micromolar fotoquímico es un sistema que permite irradiar de forma controlada un pequeño volumen de un sistema químico reactivo, tanto homogéneo como heterogéneo, utilizando como fuente de radiación la luz solar o, en su defecto, lámparas artificiales de luz halógena, es idóneo para estudiar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

Espectrofotómetros.

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

Irradiador de tubos de RMN.

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



Carruseles de reacción.

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

Fluorímetro de alta sensibilidad con control de temperatura.

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

Volta-amperometría cíclica.

Permite estudiar las propiedades redox de una disolución y de los diferentes solutos de la misma. El instrumento disponible consta de cámara 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.

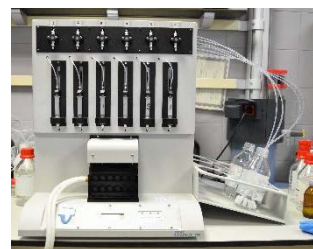
Cromatógrafo de líquidos de ultra-presión (UHPLC) EXION acoplado a espectrómetro de masas de triple cuadrupolo (SCIEX 7500).

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.



Cromatógrafos iónicos.



Contamos con tres cromatógrafos que permiten el análisis preciso de aniones, cationes y oxoaniones en concentraciones de $\mu\text{g/L}$ a g/L . Estos sistemas son fundamentales para la caracterización de efluentes acuosos con los que se lleva a cabo la experimentación, ya que la presencia de ciertos compuestos afecta a los procesos de regeneración de aguas llevados a cabo en CIESOL (procesos fotocatalíticos fundamentalmente).

Analizadores de carbono orgánico total (TOC).

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



Simulador solar Suntest CPS+ de Atlas.



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

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

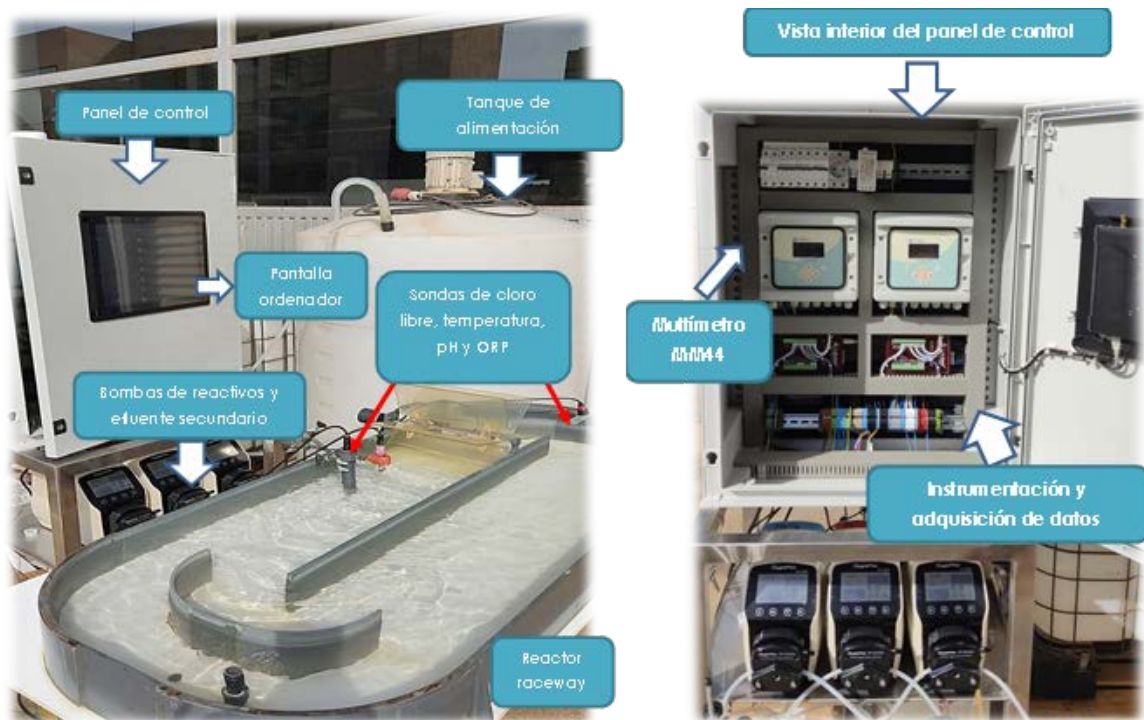


Reactores biológicos.

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

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

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



Planta de filtración. Está destinada al pretratamiento de aguas residuales para su posterior tratamiento mediante procesos fotocatalíticos. La planta consta de cuatro filtros en serie desde 100 hasta 0.5 micras. Dispone de dos depósitos de 300 litros (uno para agua bruta y el otro para el agua tratada) y una capacidad de tratamiento de hasta 3000 L/h.



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.



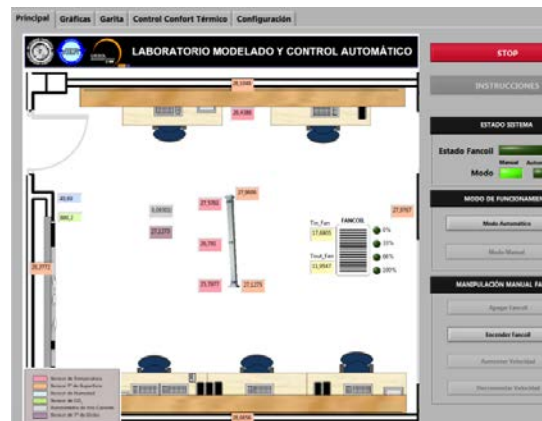
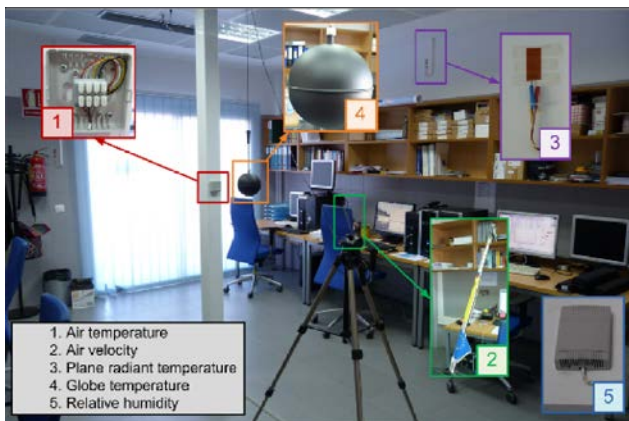
Campo de colectores solares



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.

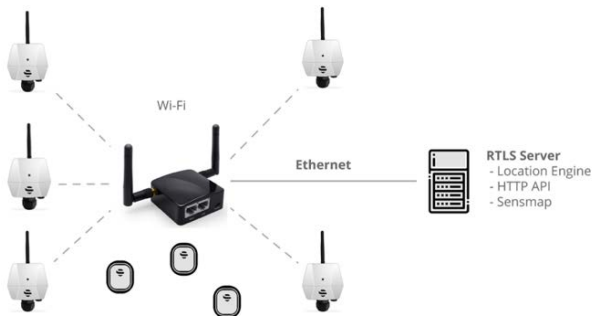
Diferentes estancias de la planta baja y la primera planta del edificio dispone de un sistema de componentes de banda ultraancha para la localización de los usuarios del edificio en tiempo real. Este sistema está compuesto por radiobalizas (*anchors*), que forman una red interna aparte de la propia de 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.



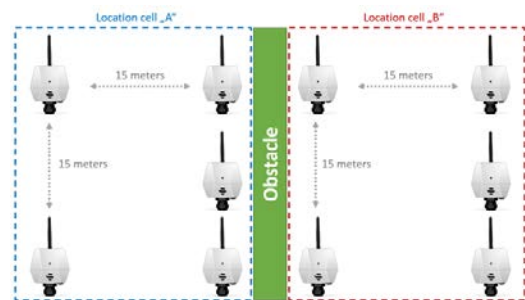
Radiobalizas



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, el otro inversor gestiona dos paneles que están en la parte más alta de la cubierta, y simulan una red aislada. 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

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



Ejemplo registrador de datos

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



Unidad Base ZL6.

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

Planta de Osmosis inversa (RO).

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

Planta de destilación por membranas (MD).

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



Planta de solar fotovoltaica.

Una instalación de generación fotovoltaica con capacidad de almacenamiento eléctrico para el suministro complementario de los sistemas de riego, desalación, control climático y resto de consumos eléctricos del invernadero experimental. Consta de dos unidades de 18 módulos de placas fotovoltaicas (LONGI LR4-72 HPH 450W) con una capacidad de generación de electricidad de 16,2 kW, dos inversores Fronius Symo Gen24 8.0 Plus y dos baterías (Battery-box premium HVM 22.1), para el almacenaje de electricidad con capacidad para almacenar 44,2 kWh.



Planta de solar térmica.

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

Sistema de acondicionamiento térmico.

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



Sistema de acondicionamiento térmico

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

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



Sistema de humidificación.

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

Sistema de enriquecimiento carbónico con gas licuado.

Incrementa la concentración de CO₂ en el invernadero.

Sistema de fertirriego.

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

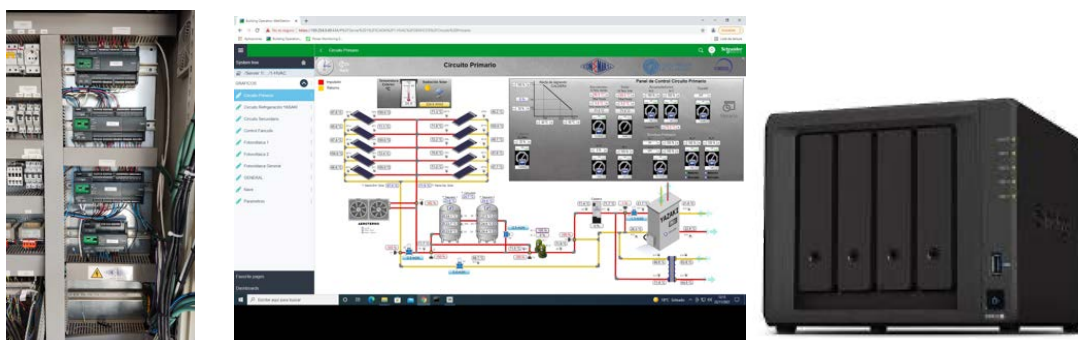
Sistema invernadero.

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

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

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

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



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

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

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



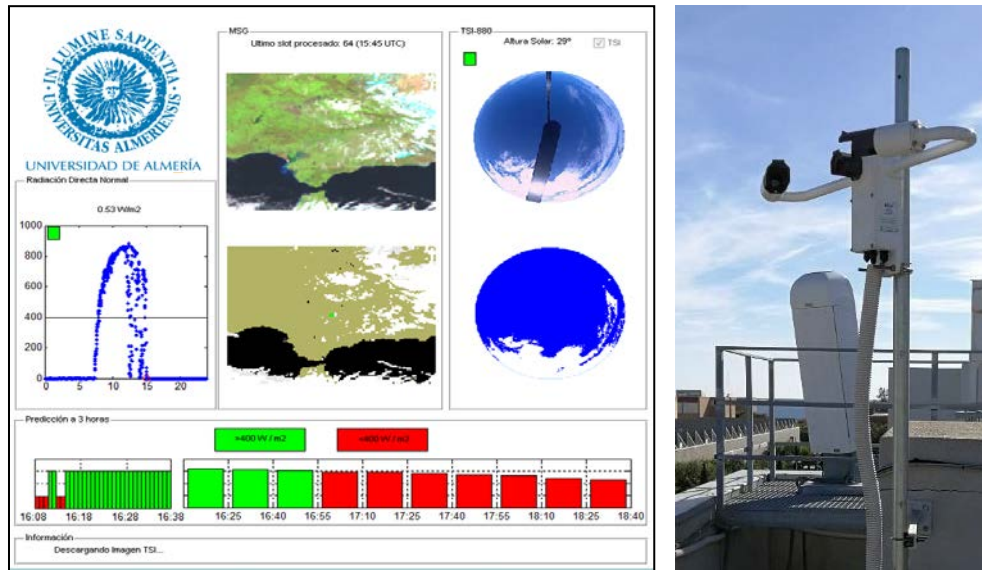
Instalación de Datalogger Campbell CR100X para la correcta y precisa lectura de datos de radiación DNI DHI y GHI del seguidor solar, permitiendo registrar las medidas en el SCADA de control.



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



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



Sistema de medida de 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.





Estación de medida de partículas y calidad de aire. El AQS1 es un medidor de partículas de aire nos permite detectar partículas simultáneamente de PM10 PM2.5 o TSP además también cuenta con medidas 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 del Grupo de Investigación

Esta unidad estuvo constituida en 2023 por 10 miembros (3 profesores universitarios, 2 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 Universidad 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 260 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 lucha contra el cáncer mediante fotoactivación con luz visible de los compuestos metálicos lo que los hace útiles en la terapia fotoactiva, que consiste en que los compuestos son inertes en la oscuridad y anticancerígenos bajo radiación visible.

3.1.2 Líneas estratégicas

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

- Desarrollo de nuevos complejos de homo y heterometálicos solubles en agua y con actividad fotocatalítica en procesos de síntesis de moléculas de alto valor añadido como hidrógeno a partir de agua y radiación visible-solar .
- Transformación de fósforo blanco en rojo, utilizando energía solar como fuente de energía.
- Nuevos agentes anticancerígenos fotoactivables útiles en terapia fotoactiva, en donde los compuestos son inertes en la oscuridad y activos bajo radiación visible.

3.1.3 Investigadores principales

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 166 artículos internacionales, 15 patentes españolas e internacionales y más de 265 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 23 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 21 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 20XX

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 visitantes postdoctorales extranjeros. 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 dos de sus miembros han obtenido el doctorado, incorporándose a la docencia de la Universidad como profesor sustituto interino.

3.1.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2023

Durante 2023 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 del Grupo de Investigación

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Jose Manuel Veiga del Pino. Aoyama Gakuin University, Japón (15/05/2023-15/09/2023).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Paula Morales Maartínez. Grado en Química (26/11/2022-03/02/2023).
- Carlos Morillas Cano. Grado en Químicas (28/11/2022-12/02/2023).
- Álvaro Martínez Aguilera. Máster en Laboratorio Avanzado de Química (03/11/2022-31/01/2023).

3.1.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de

congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

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				1

Congresos a los que se ha asistido	2
Contribuciones a congresos	-
Orales	1
Posters	1
Organización de congresos	-
Capítulos de libro	-
Tesis doctorales defendidas	2
Tesis doctorales en proceso	-

3.1.8 Miembros del Grupo de Investigación

Antonio Manuel Romerosa Nievas



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

Christoph Richter



Investigador
Director Solarway SLNE
christoph.richter@solarway.es
(+34)647 120 001

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna

Isaac de los Rios Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz

Ismael Díaz Ortega



Investigador Postdoctoral
UAL

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL

Cristóbal Saraiba Bello



Investigador Doctor
UAL

Sonia Mañas Carpio



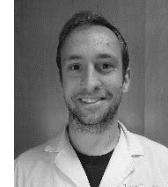
Investigador Doctor
UAL

Belén López Sánchez



Investigador Predoctoral
UAL

José Manuel Veiga del Pino



Investigador Predoctoral
UAL

Andrés Alguacil Alarcón



Investigador Predoctoral
UAL

3.1.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		
Proyectos Nacionales		
Proyectos Regionales		2

3.1.9.1 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

3.1.9.1.1 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:

En desarrollo.

Resumen

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

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

3.1.9.1.2 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 Almería-FEDER (UAL2020-RNM-B2084)

Duración prevista:

01/11/2021 – 30/06/2023.

Situación:

En desarrollo.

Resumen

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

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

3.1.10 Transferencia y Actividades Complementarias

Colaboración con programas (ERASMUS, STUDY ABROAD,...)

Coordinadores académicos de movilidad:

- Universidad de la Frontera (CL Frontera01), Chile. 2018
- University of Isfahan (IR Isfahan01), Iran. 2019
- Universidad de Guadalajara (MX Guadalajara01), México. 2021

Colaboraciones Sócrates-Erasmus

- Université Paul Verlaine (Francia)
- University of Copenhagen (Dinamarca)
- The Royal Veterinary and Agricultural University (Dinamarca)
- University of Stavanger (Noruega)

- Universidad de Ferrara (Italia)
- Universidad de Firenze (Firencia, Italia)
- Universidade Nova de Lisboa (Portugal)
- Universidade Tecnica de Lisboa (Portugal)
- Instituto Politécnico de Bragança (PBRAGANC01) (Portugal)
- Babes-Bolyai University (RO CLUJNAP01), en Rumanía, en el área de Química. Programa Erasmus+
- University of Isfahan, IRAN, (IR ISFAHAN01), Química. Programa UALMUNDO (Erasmus Mundo, 2020-2021).
- Universidad de Guadalajara (MX Guadalajara01, Mexico, Química. Programa UALMUNDO (Erasmus Mundo).
- Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Colombia). a partir de 2014-2015
- University of Isfahan (IR Isfahan01), Iran. A partir de 2019

Colaboración con otros centros

- ICOOM-CNR (Florence, Italy)
- Universidade de Lisboa (Portugal)

Patentes

Antonio Manuel Romerosa Nieves, Franco Scalambra, Belen López Sánchez. Transformation of the pheromone 3-methyl-2-cyclohexen-1-ol in the presence or absence of [RuClCp(PTA)₂] and [RuCp(H₂O-kO)(PTA)₂]CF₃SO₃. SOLICITUD DE APLICACIÓN: EP23382785.6 (300490379) (28 July 2023)

3.1.11 Actividades de Formación y Divulgación

Organización de Cursos

- Concurso de Cristalización en la Escuela (Sección Almería), Edición 2023. Almería 21 de Abril de 2023. Directores: Franco Scalambra, Antonio Manuel Romerosa Nieves.
- XXIV Curso de Verano de la Universidad de Almería 2023: "Almería: un polo de Hidrógeno verde". 13/07/2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- Noche de los Investigadores. Universidad de Almería. Almería, 2023.

3.1.12 Proyectos solicitados durante 2023

- **Luz y metales contra el cancer/Light and metals against cancer (LMAC).**
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades Proyectos de Generación de Conocimiento 2023.
IP: Antonio Manuel Romerosa Nieves

3.1.13 Otros

Trabajos fin de grado:

- Desarrollo de nuevos compuestos con lantánidos solubles en agua: estudio de sus propiedades fotoquímicas y fotocatalíticas solares. Moreno Vera, Victoria. Titulación: Grado en Química (Plan

2009). Trabajo Fin de Grado. 22/02/2023. Tutor(es): Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra.

- Metátesis Catalítica de Olefinas en Ambiente Acuoso: Avances, Desafíos y Perspectivas/Catalytic Olefin Metathesis In Aqueous Environment: Advances, Challenges and Perspectives. César Fernández Sánchez. Grado en Química (Plan 2009). Trabajo Fin de Grado. 08/11/2023. Tutor(es): Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra.

Trabajos fin de máster:

- Estudio de la isomerización catalítica de alcoholes alílicos ramificados y caracterización de un intermedio de reacción. Judit Cano Asensio. Máster en Laboratorio Avanzado de Química. Trabajo Fin de Máster. 24/02/2023. Tutores: Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra.
- Estudio de la actividad catalítica de complejos hidrosolubles de Ru(II) para la fotoisomerización de hex-1-en-3-ol en agua Máster en Laboratorio Avanzado de Química. Juan Jose Burgos Morata. Trabajo Fin de Máster. 24/02/2023. Tutor(es): Antonio Manuel Romerosa Nievas, Franco Scalambra. Calificación:

Tesis doctorales en proceso de realización

- José Veiga del Pino (Superisores: Antonio Romerosa, Franco Scalambra)
- Álvaro Martínez Aguilera (Superisores: Antonio Romerosa, Franco Scalambra)
- Fernando Bonilla (Superisores: Antonio Romerosa, Franco Scalambra)

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

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

- 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 más de 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 coautora de 2 patentes y 180 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=67, marzo, 2024). Ha codirigido 10 tesis doctorales y participado en más de 180 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 20 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 fisicoquímicos de pretratamiento, 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 coautora de 4 libros en Editorial Nacional y coautora de 21 capítulos de libros de Editorial Internacional. Además, es coautora de 174 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 190 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (diciembre 2023). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (diciembre 2023): 50.

3.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2023

Durante 2023, el grupo de investigación de Análisis Ambiental ha finalizado su contribución al proyecto europeo PANIWATER (Horizonte Europa) en colaboración con la India, mediante el análisis y monitorización de los microcontaminantes y subproductos de la desinfección de las muestras procedentes de los experimentos llevados a cabo en la planta, a escala demostrativa, de tratamiento de aguas residuales urbanas de salida de EDAR mediante UV/H₂O₂ construida en NEERI, en la India. Este proyecto finaliza el 31 de enero de 2024.

Por otro lado, ha continuado la participación del grupo en el proyecto DIGITI4WATER (AGE, plan de resiliencia y recuperación), del cual Isabel Oller es IP y Ana Agüera es personal investigador, mediante el aprovechamiento de los datos de caracterización físico-química y de presencia de microcontaminantes en efluentes reales de varias EDAR de la provincia de Almería, para la generación de una base de datos abierta que permita alimentar a los modelos de machine learning que se están desarrollando en el marco del proyecto. Estos mismos parámetros procedentes del análisis de muestras de un mayor número de EDAR de la provincia de Almería, se están utilizando en el proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía, MODITRAGUA (del que Ana Agüera es IP e Isabel Oller co-IP), para generar una base de datos más amplia que permita también definir un sistema de ayuda a la decisión a nivel local, sobre el tratamiento más idóneo para la eliminación de microcontaminantes y patógenos presentes en este tipo de aguas.

En proyecto MODITRAGUA incluye también la evaluación química y microbiológica de un grupo seleccionado de Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de la provincia de Almería. El monitoreo incluye los puntos de captación. El proyecto presta especial atención a la formación de productos de desinfección, derivados de los procesos de cloración aplicados, por lo que se ha ampliado la capacidad analítica del laboratorio para la determinación de diferentes grupos de estos compuestos.

El proyecto ANDROMEDA se inició en septiembre de 2023. Está enfocado a la determinación y degradación de compuestos orgánicos móviles y persistentes (PMOCs). En este sentido, por el momento, se ha desarrollado y validado un método para la determinación de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS), que incluye las 21 para las que existe regulación. Asimismo, se ha elaborado una lista de otros PFAS y PMOCs no regulados para su evaluación mediante "suspect screening".

En los proyectos PHOENIX y ANUKIS, se ha continuado con la validación de las tecnologías desarrolladas, determinándose la eficiencia de las mismas en la degradación de microcontaminantes.

Las dificultades encontradas en el reactor NPFR operado en el marco del proyecto PureAgro H2O, como consecuencia de las características de las aguas tratadas, sugerían la necesidad de acoplar una etapa de filtración previa a la carga del reactor. Se ha diseñado y adquirido un sistema de filtración que alcanza hasta 1 ug y que está actualmente en marcha.

3.2.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2023

Actividad	Organometálica Y Fotoquímica	Análisis Ambiental	Regeneración de Aguas	Modelado y Control	Recursos Solares y Frío Solar	Desalación y Fotosíntesis
Artículos			10			
Proyectos			11	4		1

Durante 2023 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), NAVIA (PID2019-110441RB-C31) y recientemente el proyecto ANDROMEDA (PID2022-140875OB-C31). Además, se mantiene también la colaboración con la unidad de Modelado y Control, con la que se participa en los proyectos INTEGRASOL, ULISES, PHOENIX y 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. También se colabora con la Unidad de Desalación y Fotosíntesis en el marco del proyecto INTEGRASOL.

3.2.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dra. Jany Hellen Ferreira de Jesús. Universidad de Sao Paolo, Brasil (desde el 07/04/2023 al 24/05/2023).
- Dña. Kyriaki Anagnostopoulou. Aristotle University of Thessaloniki, Grecia (01/09/2023-01/10/2023).
- Dra. Dimitra Lambropoulou. Aristotle University of Thessaloniki, Grecia (12/09/2023-19/09/2023).

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Dña. Eva Jambrina Hernández. Wageningen Food Safety Research (WFSR), Wageningen University Wageningen, Países Bajos (15/08/2023 al 15/12/2023).

Alumnos en prácticas curriculares:

- José Javier Flores. Grado en Química (28/11/2022-10/02/2023).

- Paula Morales Martínez. Grado en Química (28/11/2022-03/02/2023).
- Vanesa Rubira Cantón. Grado en Química (29/11/2022-10/02/2023).

3.2.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q1	Q2	Q3	Q4	
11	10	1	-	-	4

Congresos a los que se ha asistido	8
Contribuciones a congresos	17
Orales	11
Posters	6
Organización de congresos	1
Capítulos de libro	-
Tesis doctorales defendidas	1
Tesis doctorales en proceso	7

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

Isabel Oller Alberola



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

Sixto Malato Rodríguez



Profesor de Investigación de OPI
CIEMAT-PSA

Patricia Plaza Bolaños



Profesora Titular
UAL

Ana Ruiz Delgado



Contratada postdoctoral
CIEMAT-PSA

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA

Kelly Johana Castañeda



Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

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

Joyce Gloria Villachica



Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Agustín M. Paris Reche



Prácticas Extracurriculares
UAL

Sara Guerrero Benítez



Contratada Programa Investigo
UAL

3.2.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		6
Proyectos Nacionales	2	4
Proyectos Regionales		3

3.2.9.1 Proyectos en ejecución iniciados en 2023

3.2.9.1.1 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)

Subproyecto 1: Determinación analítica y eliminación de compuestos móviles y persistentes en agua residual urbana mediante nuevos tratamientos avanzados de reducción y fotorreactores LED (PID2022-140875OB-C31)

Subproyecto 2: Tratamientos terciarios avanzados de reducción/oxidación (solar) para la eliminación simultánea de patógenos, genes y compuestos móviles y persistentes en agua residual urbana (PID2022-140875OB-C32)

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"
Unidad funcional de "Regeneración de aguas"

Contactos:

Subproyecto 1:

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

Subproyecto 2:

I. Polo (inmaculada.polo@psa.es)
I. Oller (isabel.oller@psa.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos de Generación de conocimiento 2022.

Duración prevista:

01/09/2023- 31/08/2026

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto ANDROMEDA pretende la eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes y móviles (PMOC, por sus siglas en inglés) en agua regenerada, con especial énfasis en perfluoroalquílicos y polifluoroalquílicos (PFAS), con efectos peligrosos para el medio ambiente y la salud humana. La descarga de PFAS en el medio acuático es una amenaza para la calidad de nuestros recursos hídricos. Por ello, la Comisión Europea propone su inclusión en listas actualizadas de contaminantes a controlar de forma más estricta en aguas superficiales y subterráneas. Los tratamientos de regeneración deben además abordar la eliminación de patógenos microbianos, como *E. coli*, *colifagos* y bacterias sulforreductoras formadoras de esporas, para garantizar el cumplimiento del Reglamento de la UE 2020/741, sobre los requisitos mínimos de calidad para el agua regenerada destinada al riego de cultivos, que será obligatorio en junio de 2023. Para garantizar la consecución de estos objetivos, el proyecto ANDROMEDA plantea:

- 1) Desarrollo de metodologías analíticas para sustancias objetivo, sospechoso y no objetivo que permitan identificar PFAS y otros PMOC relevantes en efluentes de EDAR; evaluar la eficiencia de su eliminación por los tratamientos propuestos; identificar los principales productos de transformación; y estimar la ecotoxicidad ambiental y el riesgo para la salud humana de los compuestos identificados.
- 2) Evaluación de nuevos procesos avanzados de oxidación/reducción para la desinfección simultánea de efluentes de EDAR y su descontaminación, a escala piloto mediante el diseño, construcción y

operación de reactores solares/LED. El proyecto incluirá la evaluación comparativa con la ozonización (tratamiento terciario convencional y ampliamente utilizado) y la ozonización catalítica y solar fotocatalítica (como nuevo tratamiento basado en ozono).

3) Propuesta de la estrategia más eficiente para la recuperación y reutilización de efluentes de EDAR mediante los tratamientos novedosos desarrollados y probados a escala piloto en el proyecto.

3.2.9.1.2 Gestión sostenible de aguas procedentes de tratamientos fitosanitarios. SYNGENTA ESPAÑA S.A.U (Contrato de prestación de servicios)

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"

Contactos:

I. Oller (ioller@psa.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

SYNGENTA ESPAÑA S.A.U.

Duración prevista:

01/01/2023- 31/01/2024

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo del presente contrato es la investigación, por parte de la unidad de Tratamientos Solares del Agua de la PSA-CIEMAT y la unidad de Análisis Ambiental de CIESOL, de la tecnología más adecuada para la eliminación de fitosanitarios presentes en agua de lavado de plátanos para evitar su contaminación por hongos tras el corte de los mismos en el proceso de recogida. En concreto el grupo de análisis ambiental ha llevado a cabo el análisis, en muestras de agua real, de la degradación del contaminante Azoxistrobin.

3.2.9.2 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

3.2.9.2.1 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 H₂O₂ 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 (Fe²⁺ y Fe³⁺) 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.

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

Participantes:

Unidad funcional 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:

Finalizado

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.

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

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"
Unidad funcional de "Regeneración de aguas"

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 2024.

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%).

3.2.9.2.4 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:

Finalizado

Resumen:

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

3.2.9.2.5 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. Prorrogado hasta 28/02/2025

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.

3.2.9.2.6 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:

Finalizado

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 (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.

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

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis ambiental"
Unidad funcional de "Regeneración de aguas"

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

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.

3.2.9.2.8 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:

Finalizado

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 fotorreactor 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.

3.2.9.2.9 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 con 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.

3.2.9.2.10 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:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"

Unidad funcional de "Modelado y Control"

Unidad funcional de "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 DIGIT4WATER 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.

3.2.9.2.11 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 Análisis Ambiental:

Ana Agüera (aaguera@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:

Finalizado

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.

3.2.9.2.12 Revalorización de diferentes aguas residuales mediante tecnologías que permitan mejorar el nexo agua-energía renovable-alimentos (AQUAENGRI)**Participantes:**

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"

Contactos:

S. Malato (smalato@psa.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos de Generación de conocimiento 2021.

Duración prevista:

01/06/2022- 31/08/2025

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo principal del proyecto AquaEnAgri es eliminar barreras para la implementación de un sistema de acuaponía minimizando el consumo de agua y/o pudiendo ser alimentado con agua regenerada. Este proyecto está coordinado por la UPV (Campus de Alcoy) y CIEMAT y la URJC son los dos subproyectos restantes. Como actividades que desarrolla el CIEMAT y la unidad de análisis ambiental de CIESOL en este proyecto, destacan la Investigación de procesos avanzados de oxidación para la regeneración de aguas residuales urbanas tratadas en acuicultura, producción de hidrógeno fotocatalítico solar utilizando el contenido orgánico los efluentes de EDAR, el uso de efluentes de acuicultura e hidropónicos como agente de sacrificio, evaluación de los procesos aplicados para la eliminación de patógenos en acuicultura y a la entrada de sistemas hidropónicos.

3.2.9.2.13 Towards increasing the sustainable treatment and reuse of wastewater in the Mediterranean region (AQUACYCLE)

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"

Contactos:

I. Oller (ioller@psa.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

ENI CBC "Mediterranean Sea Basin Program-EU".

Duración prevista:

01/09/2019- 31/10/2025

Situación:

Finalizado

Resumen:

El principal objetivo del proyecto AQUACYCLE es cambiar el paradigma actual de reutilización de aguas residuales en la región MENA mediante 3 planes de acción municipales. Las tecnologías ecoinnovadoras (digestión anaeróbica, humedal artificial, tratamiento solar) tienen un bajo costo de operación y mantenimiento, ya que utilizan menos productos químicos, funcionan con energía renovable, se produce biogás y fertilizante, y el humedal artificial prosperará como una atracción turística ecológica, además de ser una medida de mitigación del cambio climático. El grupo de análisis ambiental ha sido el encargado del seguimiento de los contaminantes de preocupación emergente presentes en las aguas residuales a lo largo del todo el tren de tratamiento, así como en el interior de los humedales.

3.2.10 Transferencia y Actividades Complementarias

Colaboración con programas (ERASMUS, STUDY ABROAD...)

Convenio Erasmus con la Universidad de Salerno, Italia.

Colaboración con otros centros

Estancia de la Dra. Jany Hellen Ferreira de Jesús desde el 07/04/2023 al 24/05/2023, para trabajar en el Proyecto de Investigación titulado "Correlation of the matrix effect, the degradation pathways and the toxicity of antibiotics during the heterogeneous photo-Fenton process under solar irradiation (Correlación entre efecto matriz, rutas de degradación y toxicidad de antibióticos durante el proceso foto-Fenton heterogéneo bajo irradiación solar)".

3.2.11 Actividades de Formación y Divulgación

Organización de Cursos

- “El camino hacia la sostenibilidad en el sector del agua: gestión inteligente y eficiencia energética”. Almería, del 12 al 13 de julio de 2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- Noche Europea de los investigadores, Almería, España, 2023
- Día Internacional de la Niña y la mujer en la Ciencia, Almería, España, 2023
- Contaminantes de preocupación emergente. Estrategias de análisis, en el Curso de Posgrado “Procesos Avanzados de Oxidación para la Detoxificación y Desinfección de aguas”, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad, Nacional La Plata, Argentina, 2023.
- Water/wastewater treatment by AOPs: organic pollutants degradation and effluent toxicity, en el 1st Latin America School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, Santiago de Cali, Colombia, 2023.
- La reutilización de aguas, en las III Jornadas Energía, Medioambiente y Salud. Sostenibilidad líquida, Motril, Granada, España, 2023.

3.2.12 Proyectos solicitados durante 2023

- **An integrated database to identify transformation products of organic contaminants in water.**
WATER 4 ALL, Water security for the planet, JOINT TRANSNATIONAL CALL 2023, María Ibañez Mstín (Universidad Jaume I, Castellón).
- **Evaluation and identification of transformation products generated by different advanced treatment processes: screening in effluents and aqueous matrices of environmental relevance.**
Convocatoria CNPq/MCTI N° 10/2023 - Vía B - Grupos Consolidados (Brasil). Carla Sirtori (Universidad Federal de Santa María, Brasil).

3.2.13 Otros

Trabajos fin de grado:

- José Javier Flores Morales (Grado en Químicas). Análisis de antibióticos en agua residual mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masa en tándem.
- José Vicente González García (Grado en Químicas). Determinación de antibióticos en hojas de tomate regadas con agua regenerada mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Azahara Martínez (Supervisores: Inmaculada Polo e Isabel Oller).
- 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).

Premios obtenidos durante 2023

- Flor Ximena Cadena Aponte. 3º Premio a la mejor presentación oral titulada «Sistema de Nanofiltración Fotocatalítica Avanzando para el Tratamiento y Aprovechamiento Sostenible de Aguas Residuales en la Industria Agroalimentaria». XII Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería.
- El Proyecto LIFE Ulises ha sido galardonado en la XXVII edición de los Premios Andalucía de Medio Ambiente, que concede la consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Circular.

3.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS

3.3.1 Descripción del Grupo de Investigación

La Unidad Funcional ha estado formada durante 2023 por 13 investigadores, contando con dos catedráticos de universidad, una investigadora contratada de OPI, un profesor titular de universidad, una doctora contratada a cargo de proyecto, dos doctoras contratadas CIEMAT-PSA, una doctora contratada Junta de Andalucía PAIDI2020, cuatro investigadores predoctorales y un técnico, como se detalla en el apartado 3.3.8. 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

Estudio de fotocatalisis 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

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 190 publicaciones científicas en revistas internacionales.

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

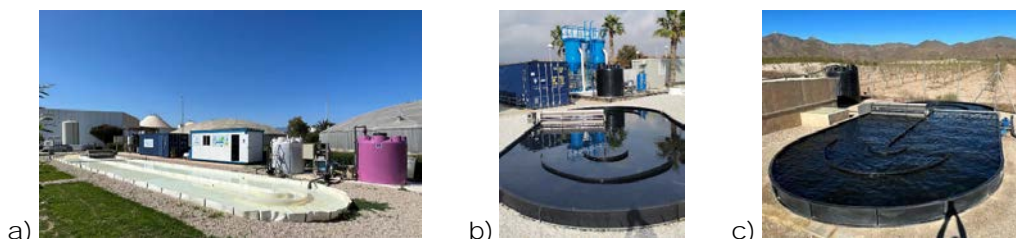
Investigadora contratada de OPI. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Plataforma Solar de Almería. Licenciada en biología por la Universidad de Granada en 2006 y Doctora en Ingeniería Química por la Universidad de Almería (2012). Ha participado en más de 25 proyectos nacionales e internacionales de I+D, liderando actualmente 2 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 100 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 2023

Durante el año 2023 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 2023 hemos acogido al Dr. Roberto René Moreno García en el marco del proyecto ANUKIS (PDC2021-121772-I00), desde el 10 de noviembre hasta el 12 de enero.



Fotorreactores tipo raceway 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 2023

Actividad	Organometálica Y Fotoquímica	Análisis Ambiental	Regeneración de Aguas	Modelado y Control	Recursos Solares y Frío Solar	Desalación y Fotosíntesis
Artículos		9		2		4
Proyectos		10		3		2

Existe una estrecha colaboración con el grupo "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), Life Phoenix (LIFE19 ENV/ES/000278), Life Ulises (LIFE18 ENV/ES/000165) e Integrasol (TED2021-130458B-I00). Con la Unidad de "Desalación y Fotosíntesis" se colabora en el marco de los proyectos Rayo (PY20_00786), dedicado a la evaluación de la desinfección mediante energía solar concentrada, e Integrasol (TED2021-130458B-I00), enfocado al acoplamiento del tratamiento de aguas mediante microalgas y foto-Fenton solar.

En el ámbito de la colaboración entre unidades a través de la codirección de tesis doctorales cabe destacar la defensa de la tesis "Aprovechamiento de residuos vegetales de invernadero para calefacción y enriquecimiento carbónico", co-dirigida por Gabriel Acien Fernández (Unidad de desalación y fotosíntesis) y M^a Guadalupe Pinna Hernández (Unidad de Regeneración de aguas). Doctorando: José Vicente Reinoso Moreno. Almería, 28/04/2023, Sobresaliente Cum Laude. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y el Medio Ambiente.

3.3.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Durante 2023 ha dejado el grupo la investigadora Elena Olivares, que se ha incorporado a la empresa SANDO para la realización de una tesis doctoral en el ámbito de proyecto empresarial.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dr. Roberto René Moreno García enmarcada en el proyecto ANUKIS (PDC2021-121772-I00), 10 de noviembre hasta 30 de enero. Center for Applied Economic Research Studies, Faculty of Economic and Business Sciences, Universidad de Oriente, Cuba.

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Elizabeth Gualda Alonso. Estancia predoctoral en Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), Centre at Université Côte d'Azur (Sophia Antipolis, Niza, Francia), bajo la supervisión del Dr. Olivier Bernard, desde el 18 de septiembre hasta el 18 de diciembre.
- Paula Soriano Molina. Estancia posdoctoral en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria Ambiental de la Universidad de Salerno (Italia), bajo la supervisión del profesor Luigi Rizzo, desde el 18 de septiembre hasta el 18 de diciembre.

Alumnos en prácticas curriculares:

- Elena Olivares Ligeró (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.
- Joel Gegenheimer (04/09/2023 – 22/12/2023). Máster en Ingeniería Química (Erasmus).

3.3.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de

congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
16	12	4	-	-	3

Congresos a los que se ha asistido	14
Contribuciones a congresos	20
Orales	13
Posters	7
Organización de congresos	-
Capítulos de libro	-
Tesis doctorales defendidas	1
Tesis doctorales en proceso	8

3.3.8 Miembros del Grupo de Investigación

José Antonio Sánchez Pérez



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

María 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

Guillermo Sánchez Cabrera

Técnico contratado
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

Nerea López Serrano

Contratada predoctoral
UAL

3.3.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		4
Proyectos Nacionales	1	4
Proyectos Regionales		2

3.3.9.1 Proyectos en ejecución iniciados en 2023

3.3.9.1.1 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)

Participantes:

Unidad funcional de "Regeneración de aguas"
Unidad funcional de "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. Proyectos de generación de conocimiento 2023

Duración prevista:

01/09/2023-30/08/2026

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto ANDROMEDA se enfoca en el desarrollo de estrategias eficaces para la regeneración de aguas residuales urbanas investigando el tratamiento secuencial o combinación de nuevos procesos terciarios avanzados fotocatalíticos de reducción/oxidación y su implementación a escala piloto. El proyecto cubre diferentes áreas incluyendo la síntesis de nuevos fotocatalizadores activos bajo radiación solar, estudios cinéticos (modelado del mecanismo a escala de laboratorio y piloto, la evaluación de riesgos tecnoeconómicos y ambientales de los procesos avanzados de reducción/oxidación en comparación con el tratamiento de ozonización convencional mejorado, y el diseño y evaluación de nuevos fotorreactores (solares, LED). El proyecto aspira a introducir aspectos novedosos en el desarrollo de nuevos sistemas fotocatalíticos para su uso en condiciones reductoras y/u oxidativas, la evaluación de indicadores regulados de calidad del agua (*Escherichia coli*, colifagos y esporas de *Clostridium* spp/bacterias sulfatorreductoras) y también la eliminación de microcontaminantes orgánicos no regulados, como compuestos orgánicos persistentes y móviles (PMOC) y bacterias y genes de resistencia a los antibióticos. El objetivo principal del proyecto ANDROMEDA es investigar nuevos tratamientos terciarios avanzados basados en la combinación de procesos de reducción/oxidación para la regeneración de aguas residuales urbanas. Para ello, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar métodos analíticos específicos basados en extracción en fase sólida y cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas de baja y alta resolución, para la identificación y cuantificación de PMOC seleccionados en diferentes matrices de agua.
- Elaborar una base de datos masiva precisa y una estrategia de "análisis de sospechosos", para identificar PMOC adicionales no incluidos en el protocolo de análisis de objetivos.
- Proponer y aplicar protocolos no objetivo para la identificación de PFAs y otros productos de transformación de PMOC.
- Aplicar herramientas de predicción *in silico* ((Q)SAR) y métodos de toma de decisiones multicriterio (MCDM) para estimar el riesgo ambiental potencial asociado con la formación de PMOC y TP durante los tratamientos seleccionados y clasificarlos.
- Estudio cinético a escala de laboratorio en condiciones controladas de la capacidad reductora de materiales fotocatalíticos para la eliminación de contaminantes persistentes y móviles.
- Diseñar, construir y evaluar nuevos prototipos de fotorreactores solares y UVA-LED basados en el proceso de reducción fotocatalítica.

- Evaluación de prototipos de fotorreactores solares y LED en flujo continuo.
- Probar a escala de laboratorio la capacidad de oxidación de nuevos materiales fotocatalíticos, para la desinfección y descontaminación de aguas residuales urbanas.
- Diseñar y construir nuevos fotorreactores fotocatalíticos solares/LED basados en los materiales fotocatalíticos.
- Evaluar tratamientos de oxidación avanzados basados en el proceso de ozonización mediante su combinación con nuevos materiales catalíticos y fotocatalíticos para la desinfección y descontaminación de aguas residuales urbanas
- Diseñar y evaluar una estrategia de tratamiento basada en tratamientos secuenciales o combinados de reducción/oxidación para la descontaminación y desinfección simultánea de aguas residuales urbanas y su implementación a escala piloto.

3.2.9.2 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

3.3.9.2.1 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 2024.

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%).

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.

3.3.9.2.2 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:

Finalizado

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.

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.

3.3.9.2.3 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:

Finalizado

Resumen:

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

Se explorarán tres áreas de investigación distintas, aunque intercaladas:

- El desarrollo de nuevos fotocatalizadores heterogéneos con alta eficiencia para la descontaminación y desinfección de UWW. Se llevará a cabo la síntesis y caracterización de estos fotocatalizadores, tanto orgánicos como basados en semiconductores. Se evaluará su eficiencia y estabilidad frente a la degradación simultánea de los OMC y la inactivación microbiana, con especial atención a la realización de estudios mecanísticos como base del modelado cinético de los procesos.

- El desarrollo de nuevos AOP solares a escala de planta piloto como tratamientos terciarios de efluentes reales de EDAR. La desinfección microbiana y la eliminación de OMC se evaluarán mediante tratamientos como el proceso foto-Fenton solar a pH neutro, tanto en modo discontinuo como continuo. Se analizarán nuevas fuentes de hierro junto con la utilización de agentes quelantes, así como los fotocatalizadores heterogéneos más eficientes obtenidos en (i). También se evaluará la irradiación solar con dosis bajas de oxidantes (PDS/PMS, H₂O₂ y HClO/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, colifagos, OMC), en los procesos desarrollados en i) y ii).

3.3.9.2.4 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:

1 septiembre 2020 – 29 febrero 2024. Prorrogado hasta 28/02/2025.

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.

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.

3.3.9.2.5 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 (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.

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 $400 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$). 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.

3.3.9.2.6 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:

Finalizado

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.

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.

3.3.9.2.7 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.

3.3.9.2.8 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:

Finalizado

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 fotorreactor 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.

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.

3.3.9.2.9 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.

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.

3.3.9.10 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 DIGIT4WATER 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 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.

3.3.10 Actividades de Formación y Divulgación

Como en años anteriores, la unidad funcional ha participado en la Noche Europea de los investigadores 2023, 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 "El camino hacia la sostenibilidad en el sector del agua: gestión inteligente, eficiencia energética". Almería, del 11 al 13 de julio de 2023. El curso, aborda aspecto de gran novedad y actualidad, como son la digitalización y la eficiencia energética, claves para promover la sostenibilidad del ciclo integral del agua. Para ello, cuenta con ponentes de la máxima calidad tanto del ámbito industrial, como académico y de la gestión pública, con un reconocido prestigio nacional e

internacional. Se fomentará el debate con mesas redondas para dar participación a la audiencia y se realizarán visitas a instalaciones industriales y de I+D+i. El curso potencia la internacionalización de la UAL, puesto que su temática es de interés en regiones de fuerte estrés hídrico, como es el arco mediterráneo, y está claramente comprometido con la sostenibilidad y la responsabilidad social a la hora de hacer uso de un recurso tan escaso como esencial para la vida. Está dirigido a la ciudadanía en general, además de a universitarios, científicos, técnicos y profesionales relacionados con el mundo del agua.

Participación en la Semana de la Ciencia organizada por la Universidad de Almería, del 13 al 17 de noviembre de 2023, 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 2023), realizando actividades didácticas en el IES Francisco Montoy de El Ejido, Almería

Organización de Cursos

- Short-term trainings for technical staff and scientists (SFERA-III), Plataforma Solar de Almería, Almería, España, 25-27 Abril, 2023.
- Innovación y retos en la Depuración y Regeneración de Aguas Residuales en la Unión Europea” en el marco de las XV JORNADAS SOBRE LA UNIÓN EUROPEA. Almería, del 23 al 27 de octubre de 2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- Theoretical training on solar Photocatalytic Oxidation: Water disinfection. M.I. Polo-López .Workshop AQUACYCLE. Cross-border Know-how transfer. Training of trainers, Murcia, España, February 22-23, 2023. (Clase oral)
- Introduction to water pathogens and disinfection. M.I. Polo-López. Short-term trainings for technical staff and scientists (SFERA-III), Almería, España, April 25-27, 2023. (Clase oral)
- Microbiological water quality monitoring by advanced methods. Toxicity and biodegradability monitoring. M.I. Polo-López, I. Oller. Short-term trainings for technical staff and scientists (SFERA-III), Almería, España, April 25-27, 2023. (Clase oral)
- Proyecto AQUACYCLE. Tratamiento Sostenible y Reutilización de las Aguas Residuales en la Región del Mediterráneo. M.I. Polo-López. Jornada Reutilización del agua en agricultura: una visión desde andalucía experiencias compartidas, retos y recomendaciones desde el sector, Sevilla, España, 29 de junio de 2023. (Oral invitada)
- WebGIS como herramienta de apoyo a la decisión para el desarrollo de planes de acción para el reúso de efluentes tratados. M. I. Polo, S. Nahim. Tercera serie de Talleres para “stakeholders” proyecto AQUACYCLE. Planes de acción y de financiación en regeneración de agua residual tratada mediante un sistema de tratamiento Eco-innovador. (CIEMAT-WEBEX online), 6 de junio de 2023. (Clase oral)
- Desinfección de agua mediante tratamientos solares. S. Nahim Granados. Curso en Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de la Amazonia (8 h). Florencia, Colombia, 26 de octubre, 2023. (Clase oral)
- Water/wastewater disinfection by AOPs. S. Nahim Granados. 1st Latin America School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes. Cali, Colombia, 30-31 October, 2023. (Clase oral)

3.3.11 Proyectos solicitados durante 2023

- **Nueva estrategia para afrontar los desafíos en la regeneración de aguas residuales: foto-Fenton solar combinado con hipoclorito de sodio en flujo continuo (NEREIDAS).**
Convocatoria 2022 - «Proyectos de Generación de Conocimiento». IP: Paula Soriano Molina.

3.3.12 Otros

Trabajos fin de grado:

- Juan Manuel Hernandez Martínez (Grado en Ingeniería Química Industrial). Determinación de los niveles de ácidos haloacéticos en aguas residuales tratadas mediante foto-Fenton solar con adición simultánea de H₂O₂ y NaClO en reactores tipo *raceway*.
- Hernandez Hoffman, Dario (Grado en Ingeniería Química Industrial). Diseño y optimización de un proceso de secado de microalgas.

Trabajos fin de máster:

- Daniel Rodríguez García (Máster en Ingeniería Química). Aplicación de un modelo mecanístico como herramienta de decisión de las condiciones de operación de una planta demostrativa de foto-Fenton solar para la eliminación de microcontaminantes.
- Elena Olivares Ligeró (Máster en Ingeniería Química). Eliminación de microcontaminantes en una planta demostrativa de foto-Fenton solar. Comparación de dos estrategias de operación.
- Antonio Rodríguez Fábregas (Master Energía Solar). Monitorización on-line de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en EDAR: perspectivas presentes y futuras para regeneración y reutilización en agricultura.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Eva Jambrina Hernández (Supervisores: Patricia Plaza, S. Nahim Granados)
- 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)
- Daniel Rodríguez García (Directores: José Luis Casas López y José Luis García Sánchez)
- 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)

Premios obtenidos durante 2023

- Samira Nahim Granados. Premio mejor Tesis Doctoral. Cátedra del Agua en Agricultura, Regadío y Agroalimentación. Universidad de Almería. Convocatoria 2022. Otorgado el 5 de junio de 2023.
- Daniel Rodríguez García. Premio Especial Conmemorativo del Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible (ONU) del XX Certamen "Arquímedes" de Introducción a la Investigación Científica (Premio de Investigación Nacional) (Convocatoria 2022) (Fecha publicación concesión: 2 de agosto 2023).
- Samira Nahim Granados. Selección y asistencia en la delegación del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España como Jóvenes Investigadores para su visita al Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC, Joint Research Centre) en ISPRA, Italia. 13-15 noviembre, 2023.
- Alice Ferrería. Premio a la mejor comunicación oral, concursando por el Doctorado de Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y Medioambiente en el XII SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN, organizado por la Facultad de Ciencias Experimentales y celebrado en la Universidad de Almería el 15 de noviembre de 2023.

- Daniel Rodríguez García. Premio Extraordinario Fin de Estudios (MÁSTER - Universidad de Almería) (Curso 2022/2023) (Fecha publicación resolución definitiva: 18 de diciembre 2023)
- Daniel Rodríguez García. Accésit mejor TFM Cátedra del Agua en Agricultura, Regadío y Agroalimentación de la Universidad de Almería (Convocatoria 2023).
- PREMIOS DE INVESTIGACIÓN SAN ALBERTO 2023 los mejores artículos de investigación dentro del Q1 publicados en 2022. 250,00€. Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería. La Universidad de Almería otorgó el Premio de Investigación San Alberto 2023 al artículo publicado con título " Large-scale raceway pond reactor for CEC removal from municipal WWTP effluents by solar photo-Fenton".
- PREMIOS DE INVESTIGACIÓN SAN ALBERTO 2023 los mejores artículos de investigación dentro del Q1 publicados en 2022. 250,00€. Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería. La Universidad de Almería otorgó el Premio de Investigación San Alberto 2023 al artículo publicado con título "Mechanistic modeling of solar photo-Fenton with Fe³⁺-NTA for microcontaminant removal".

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” (TEP197, arm.ual.es) de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. El grupo TEP197 tiene entre sus ámbitos de trabajo el modelado, control y robótica en agricultura, la aplicación de la energía solar en el nexo agua-energía-alimentación, el modelado y control de plantas termosolares, control y optimización en biotecnología y bioingeniería, además de la educación en automática, mecanización y robótica en general. Dentro del edificio CIESOL, 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, control y optimización de plantas termosolares.
- Modelado, control y robótica en agro-industria.
- Modelado, control y optimización en el nexo agua-energía-alimentación.
- Eficiencia energética y control de confort en edificios.
- Educación en ingeniería.
- Modelado y control de fotobiorreactores.
- Control y optimización en desalación solar.
- Redes energéticas inteligentes y vehículos eléctricos.
- Sistemas de supervisión y comunicaciones industriales.
- Inteligencia artificial en aplicaciones de energía solar.
- Técnicas de control predictivo, jerárquico y robusto.
- 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

José Domingo Álvarez (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 50 publicaciones científicas en revistas con índice de impacto y más de 60 trabajos aceptados en congresos nacionales e internacionales H-index: 24 (Google Scholar), 19 (Scopus), 17 (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, 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. Ha sido coordinador del Máster en Energía Solar de la UAL, siendo actualmente el director de secretariado de Smart-Campus de dicha universidad. 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)

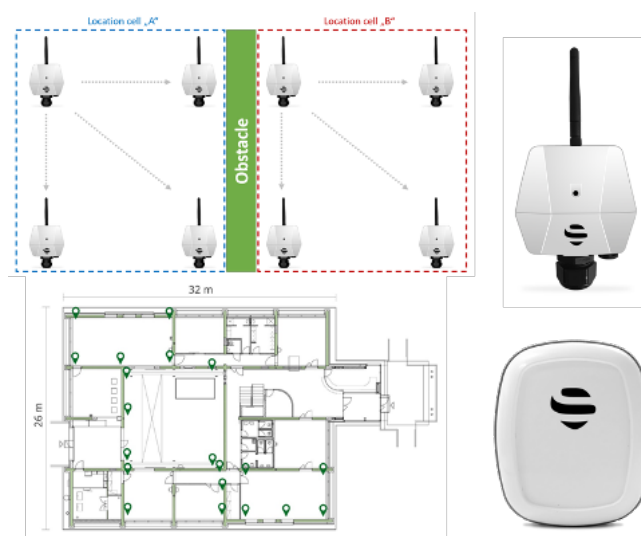
Es científica titular en el departamento de Energía de CIEMA. Licenciada en Ingeniería Electrónica por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada (2004), Master en Energía Solar por la Universidad de Almería (2007) y Doctora por la Universidad de Almería (2009), recibiendo el premio extraordinario 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 45 publicaciones en revistas científicas con índice de impacto, 46 aportaciones a congresos internacionales y co-autora de 3 libros. Sus principales líneas de investigación son el modelado, control y optimización de sistemas alimentados con energía solar térmica, contando con más de 15 años de experiencia en este campo y desarrollando su actividad a través de la participación en 21 Proyectos de I+D nacionales e internacionales.

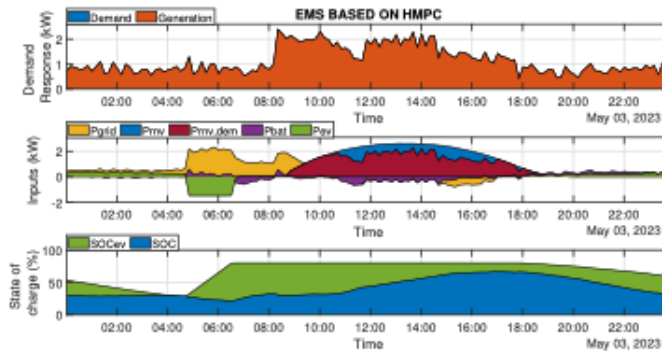
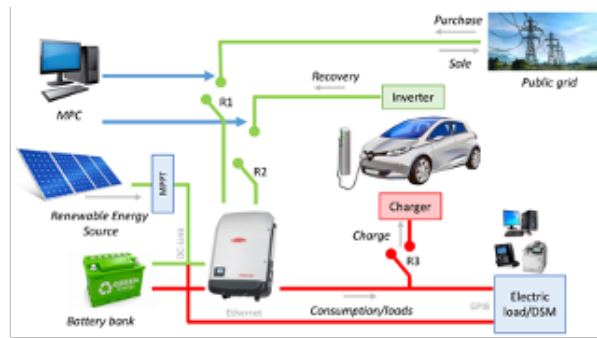
Más información en: <https://arm.ual.es/arm-group/people/lidia-roca-sobrino/>

3.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2023

- Implementación de un sistema de geolocalización para la detección de personas.
- Modelado y control de desaladoras solares.
- Evaluación estandarizada de procesos de desalación.
- Modelado y control de sistemas de refrigeración para plantas de CSP.
- Diseño y evaluación de estrategias de control en campos solares de captadores planos.
- Diseño y ensayo de estrategias de control en hornos solares.

- Modelado y control de procesos para tratamiento de aguas residuales.
- Modelado y control del confort en edificios.
- Modelado y control de microrredes energéticas.
- Ensayos en Agroconnect para caracterización de instalaciones...
- Modelado y control del crecimiento de cultivos en invernadero.
- Gestión óptima de recursos heterogéneos del nexo agua-energía-carbono-alimentación en la producción de cultivos bajo invernadero.
- Digitalización de los procesos de producción de cultivos bajo invernadero.
- Robotización de tareas en el interior de invernaderos.





Diversos ejemplos de la actividad de la unidad de modelado y control. Figura superior: operación óptima de un sistema de refrigeración combinada. Figura intermedia: sistema de geolocalización para la detección de personas. Figura inferior: Modelado y control de microrredes energéticas.

3.4.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2023

Actividad	Organometálica Y Fotoquímica	Análisis Ambiental	Regeneración de Aguas	Modelado y Control	Recursos Solares y Frío Solar	Desalación y Fotosíntesis
Artículos			2			8
Proyectos		2	1		1	4

En 2023 la Unidad de Modelado y Control ha mantenido colaboraciones con las siguientes Unidades Funcionales de CIESOL:

- Desalación y Fotosíntesis: Proyectos europeos (India H2O, REALM), proyectos del plan nacional (HYCO2BIO, SOLHYCOOL), publicaciones conjuntas (desalación, fotobioreactores, invernaderos, ...) Dirección conjunta de TFG, TFM y Tesis Doctorales. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera III.
- Análisis Ambiental: proyectos de la JA (MODITRAGUA), 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: Proyecto nacional convocatoria TED (NTech4Build). Planificación de publicaciones conjuntas.

3.4.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Estancias y visitas en CIESOL:

- María Alice Freitas Marquez. Universidad Federal de Bahía, Brasil (15/09/2023-14/04/2024).
- Igor Pararo. Universidad Federal de Bahía, Brasil (01/09/2020-31/08/2024).
- Hèlene Sadelli. Polytech Marseille (15/05/2023-06/08/2023).

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Juan Miguel Serrano Rodríguez. The Cyprus Institute, Chipre (15/05/2023-26/05/2023).
- Pablo Otálora Berenguel. Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Noruega (12/08/2023-13/11/2023).
- Juan Diego Gil Vergel. Université Mohammed V Rabat, Rabat, Marruecos (29/05/2023-02/06/2023).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Juan Sánchez Estrella. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (01/02/2023-30/03/2023).
- Alberto Martínez Segura. Grado en Ingeniería Informática (08/11/2022-23/01/2023).
- Álvaro Martínez Fernández. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (07/11/2022-27/02/2023)
- Antonio Martínez Roa. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (13/02/2023-05/05/2023).
- Atanasio Jesús Alarcón Redondo. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (13/02/2023-05/05/2023).
- Carmen Sánchez Salinas. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (13/02/2023-05/05/2023).
- Daniel Pérez Sánchez. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (05/02/2023-25/04/2023).
- Javier Cantón Ortiz. Grado en Matemáticas (24/04/2023-08/06/2023).
- Laaroussi Mohamed Salec. Máster en Energía Solar (01/02/2023-31/07/2023)
- Pedro Antonio Sánchez Sánchez. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (13/02/2023-05/05/2023).
- Rolando Lazaro Cabrera Dalés. Máster en Energía Solar (23/05/2023-22/12/2023)

3.4.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	
30	15	9	3	3	17

Congresos a los que se ha asistido	21
Contribuciones a congresos	32
Orales	24
Posters	7
Organización de congresos	1
Capítulos de libro	3
Tesis doctorales defendidas	3
Tesis doctorales en proceso	14

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

Dra. Lidia Roca Sobrino



Investigadora principal
 Científica titular de OPI
 CIEMAT-PSA
lidia.roca@psa.es
 (+34) 950387900 (ext. 964)

Dr. Manuel Berenguel Soria



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
 UAL

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
 UAL

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
 UAL

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
 CIEMAT-PSA

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL

Dr. Antonio Giménez Fernández



Catedrático de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura y Tecnología de Computadores
UAL

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Luis Blanco Claraco



Catedrático de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Jorge Antonio Sánchez Molina



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesora Titular Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Antonio Carballo López



Contratado
CIEMAT-PSA

Dr. José Luis Torres Moreno



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Juan Diego Gil Vergel



Profesor Ayudante Doctor
UAL

Dr. Jerónimo Ramos Teodoro



Contratado postdoctoral

Dr. Enrique Rodríguez Miranda



Contratado postdoctoral

Dr. Manuel Muñoz Rodríguez



Contratado
IoF2020

Dra. Ángeles Hoyo Sánchez



Contratada Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPI

Dr. Francisco García Mañas



Contratado FPU y contratado HYCO2BIO

Pablo Otálora Berenguel



Contratado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
FPU

Juan Miguel Serrano Rodríguez



Contratado predoctoral
CIEMAT

Marta Leal Rueda



Contratada predoctoral
COMMIT4.0EB

3.4.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		3
Proyectos Nacionales		6
Proyectos Regionales	3	1

3.4.9.1 Proyectos en ejecución iniciados en 2023

3.4.9.1.1 Optimización del crecimiento de cultivos en contenedores Agrikubic en base a criterios económicos y de eficiencia en el uso de recursos (Optikubic)

Participantes:

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

Contactos:

Francisco Rodríguez Díaz (frodridg@ual.es)

Fuente de financiación:

UAI Transfiere

Duración prevista:

01/04/2023 - 31/03/2024

Situación:

En desarrollo

Resumen:

En el marco actual de necesidad de alimentos y de la crisis de la energía, el control del crecimiento de cultivos intensivos en entornos controlados debe tener en cuenta criterios económicos que optimicen su beneficio entendido como los ingresos obtenidos por la venta de su producción menos los costes de recursos energéticos (electricidad, calor y frío) y materiales como agua y fertilizantes. El Grupo Automática, Robótica y Mecatrónica (ARM- TEP197) ha desarrollado una tecnología que implementa este enfoque de control de cultivos bajo invernadero con un éxito que alcanza un incremento del 18% en los beneficios del productor, además de reducir el consumo de energía, haciendo el sistema más sostenible. Por otra parte, la empresa Agrikubic Systems, S.L. ha desarrollado el contenedor Agrikubic para agricultura intensiva, totalmente automatizado, que es modular, flexible y transportable. El objetivo principal de esta propuesta es la transferencia la tecnología desarrollada por el Grupo ARM-TEP197 para la optimización del crecimiento de cultivos bajo invernadero, a otros modelos de agricultura intensiva como Agrikubic. Se incorporará este sistema como un elemento de la plataforma iVeg también desarrollada por el grupo de investigación, con número de asiento registral de la propiedad intelectual 04/2022/956, de forma que se incrementan las propiedades de integración e interconectividad de Agrikubic. Con la incorporación de esta tecnología, se pretenden mejorar las prestaciones de este sistema de cultivo, pudiendo a alcanzar una nueva versión del mismo. Además, se podrá ofertar un mejor servicio a sus clientes con el asesoramiento automático sobre el manejo climático, la producción estimada y los costes de energía y agua requeridos

3.4.9.1.2 Desarrollo y optimización de sistemas de confort en edificios bioclimáticos: CIESOL (CIECONFORT)**Participantes:**

CIESOL-Universidad de Almería

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

Grupo de Inv. "Recursos Energéticos Solares, Climatología, Física De La Atmósfera". Universidad de Almería (TEP 165)

Sistemas de Calor

Contactos:

José Domingo Álvarez Hervás (jhervas@ual.es)

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

Fuente de financiación:

UAI Transfiere

Duración prevista:

01/12/2023 - 31/12/2025

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El Centro de Investigaciones en Energía Solar (CIESOL), es un centro de investigación compartido entre la Universidad de Almería (UAL) y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas – Plataforma Solar de Almería (CIEMAT-PSA), está dividido en seis unidades funcionales y dispone de infraestructuras relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar que permiten realizar, a nivel de planta piloto, la caracterización, optimización y diseño de sistemas en diferentes ámbitos de uso de la energía solar (orientadas al entorno productivo), así como el desarrollo de experimentos en los siguientes ámbitos: operación y control de plantas termosolares, eficiencia energética y uso de la energía solar en micro-redes energéticas mediante tecnologías del IoT, análisis y optimización de procesos de acondicionamiento natural y solar, mejora de condiciones de confort en los edificios, aprovechamiento de

la energía solar en procesos de desalación, regeneración de aguas, producción de biomasa a través de microalgas, generación de energía (electricidad y calor/frío de procesos) para su uso en agricultura y gestión energética eficiente de vehículos eléctricos. Estas infraestructuras científicas, consolidadas en los últimos años a través de la participación del centro en proyectos nacionales e internacionales, requieren un mantenimiento especializado debido a la diversidad y a la complejidad de los elementos que las constituyen. Asimismo, la realización de los experimentos en los ámbitos mencionados exige la asistencia al personal de investigación por parte de personal técnico con conocimientos en, energía solar, automatización, informática industrial e ingeniería de control, diseño de experimentos, modelado, simulación y optimización, así como en el diseño de prototipos, para que, entre otras labores, optimizar los recursos y las capacidades ofrecidas por el centro, explotar y ampliar los sistemas de monitorización e intercomunicar los sistemas software y hardware existentes. 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 aprendizaje automático (*machine learning*) y se probará en un edificio bioclimático existente, el centro de investigación CIESOL. Para ello, será necesario: i) gestionar la eficiencia energética y el control de confort dentro del edificio por medio de la producción y manejo de la instalación de frío/calor y la descarbonización mediante sistemas de producción térmica para clima y ACS basada en bomba de calor y energía solar fotovoltaica, ii) el diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar mediante la contribución al diseño y gestión de sistemas hidráulicos y de producción térmica, iii) el diseño y optimización de sistemas de refrigeración y calefacción utilizando agua de subsuelo e intercambiadores geotérmicos.

3.4.9.1.3 AGROTECH DIH. Andalucía AGROTECH DIH

Participantes:

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

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:

Enero 2023 – diciembre 2026

Situación:

Ejecución

Resumen:

El proyecto pretende crear un equipo de trabajo para dar respuesta a la necesidad de digitalización de la región, reto planteado reiteradamente desde las distintas áreas estratégicas de las políticas de desarrollo de Andalucía y abordado desde el sector agroalimentario, teniendo en cuenta su importancia para la economía y la sociedad andaluza, su relevancia para la proyección exterior de Andalucía y su dinamismo. AgrotechDIH es un instrumento para acelerar, impulsar y facilitar la transformación digital del sector

agroalimentario en Andalucía. Al frente de sus prioridades, AgrotechDIH busca incrementar la competitividad y el crecimiento del tejido empresarial andaluz, mejorando así el empleo, así como fomentar la innovación, el emprendimiento y la creación de valor añadido como principios clave para el desarrollo del sector agroalimentario en la región. Asimismo, el DIH también apuesta por la puesta en valor del sector agroalimentario andaluz, referente mundial por la calidad de sus productos, que aúna talento investigador, creatividad, experiencia y tradición.

3.4.9.2 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

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

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería, colaboración entre las siguientes unidades funcionales: Modelado y Control, Desalación y Fotosíntesis
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 desarrollo

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.

3.4.9.2.2 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:

Finalizado

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.

3.4.9.2.3 Agricultural Collaborative Robot Inside IoT (AGRICOBIOT 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 – marzo 2023

Situación:

Finalizado

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.

3.4.9.2.4 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:

Finalizado

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.

3.4.9.2.5 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 en la Unidad de Modelado y Control:

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 desarrollo

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.

3.4.9.2.6 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 desarrollo

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.

3.4.9.2.7 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 – 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. 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 video adquirido por una cámara que se utilizarán para detectar la cantidad de polvo en los mismos.

3.4.9.2.8 SFERA III Solar Facilities for the European Research Area

Participantes:

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT. Colaboración entre las siguientes unidades funcionales: Modelado y control, Regeneración de aguas, Análisis ambiental, Desalación y fotosíntesis.

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:

Finalizado

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.

3.4.9.2.9 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 Ación Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Horizon Europe Framework Programme (HORIZON)
Circular economy and bioeconomy sectors (HORIZON-CL6-2021-CIRCBIO-01)

Duración prevista:

Julio 2022 – junio 2026

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El objetivo principal de REAL consiste en desarrollar una estrategia altamente eficiente, innovadora y sostenible para la producción y el procesado 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, lo 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 procesado 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 procesado empujaría de forma clara el potencial de las microalgas para contribuir en soluciones para una bioeconomía sostenible y limpia a nivel europeo.

3.4.9.2.10 Soluciones de refrigeración híbrida para ahorro de agua en aplicaciones solares térmicas (SOLHYCOOL)

Participantes:

Plataforma Solar de Almería - CIEMAT

CIESOL-Universidad de Almería. Colaboración entre las unidades: modelado y control, desalación y fotosíntesis.

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:

Septiembre 2022 – agosto 2025

Situación:

En desarrollo

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 2023

Participación en redes nacionales	1
Participación en redes internacionales	

Red Nacional de Automática

Participantes:

Universidades de Huelva (coordinadora), A Coruña, Almería, Carlos III de Madrid, Castilla-La Mancha, Complutense de Madrid, La Laguna, León, Politécnica de Madrid, Salamanca, Sevilla, UNED, Valladolid

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Ciencia e Innovación. Redes de Investigación 2022. RED2022-134223-T.

Duración prevista:

2023-2024

Situación:

En desarrollo

3.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Contratos con empresas

Project title: Dimensionamiento y viabilidad económica de una instalación de ciclo combinado para la agroindustrial utilizando como combustible el deshecho de nuez pecana, Reference: 001388, Inicio: 01/09/2023, End: 31/08/2015, Budget: 33.500,00 €, Centro de gastos: 401799 Entidad: Sercom Automation S.L. Coordinator: Jorge Antonio Sánchez Molina

Convenios con Universidades

Convenio de Doble Título en Ingeniería Electrónica Industrial por la Universidad de Almería y Laurea in Ingegneria dell’Automazione Industriale por la Universidad de Brescia (Italia).

Colaboración con programas (ERASMUS, STUDY ABROAD,...)

Varios de los miembros del equipo son coordinadores Erasmus con universidades europeas. Destaca la Universidad de Brescia (IT).

Colaboración con el Politécnico de Milán en el Grado de Ingeniería Agrícola.

Colaboración con otros centros

El grupo mantiene relaciones con grupos de investigación internacionales de las siguientes universidades: Ghent (BE), Politechnika Wroclawska (PL), Brescia (IT), Lund University (SW), Universidad Federal de Santa Catarina (BR), Universidad Federal de Bahia (BR), Arizona State University (USA), Chapingo (MX), NTNU (NO), Lisbon (PT), Nantes Université (FR).

3.4.12 Actividades de Formación y Divulgación

Organización de Cursos

- Gemelos digitales. Juan Manuel Escaño (US), Almería, 2023
- Introducción a la Visión 3D y su aplicación a problemas de localización visual y creación de mapas. Javier González (UMA), Almería 2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- Divulgación de las actividades del grupo durante 2023: <https://arm.ual.es/arm-group/2023/10/17/grupo-arm-a-la-vanguardia-en-automatica-y-robotica/>
<https://miguelblanco.blog/2023/12/14/grupo-arm-a-la-vanguardia-en-automatica-y-robotica/>
- La Noche Europea de los Investigadores, Almería, España, 2023.
- Semana de la Ciencia, Almería, España, 2023.
- III Feria de la Ciencia, El Ejido, España, 2023
- Experiencias Profesionales "Charlas en el Aula", Almería, España, 2023
- La Noche en las Aulas, Almería, España, 2023
- Semana Europea de la Robótica, Almería, España, 2023.
- Desafío de robótica 2023, Almería, España, 2023

3.4.13 Proyectos solicitados durante 2023

- SOL-préndete: Didáctica y divulgación de la energía solar térmica de concentración con nuevas tecnologías de realidad aumentada y virtual. Convocatoria FECYT para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación 2023. Lidia Roca.
- LIFE ACCLIMATE. Cultivating Resilience: Climate Change Adaptation Strategies for Greenhouses to Enhance Yield and Resource Efficiency. LIFE projects, LIFE-2023-SAP-CLIMA, Proposal number: 101157315. Jorge A. Sánchez
- NEGHTRA 2. Upgrading Conventional Greenhouses for Improved Productivity and Sustainability. ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO, Proposal number: 101140136. Jorge Antonio Sánchez Molina.
- CFE. Climate Smart Experiments. HORIZON-CL6-2023-CLIMATE-01, Proposal number: 101136395. Jorge Antonio Sánchez Molina
- CIECONFORT. Desarrollo y optimización de sistemas de confort en edificios bioclimáticos: CIESOL. José Domingo Álvarez Hervás.

3.4.14 Otros

Trabajos fin de grado:

- Alberto Martínez Segura (Grado en Ingeniería Informática). Sistema de predicción de temperatura de un campo de captadores solares planos mediante técnicas de Machine Learning.
- Alejandro Dimas Rodríguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño y desarrollo de una herramienta SCADA sobre pantallas HMI para fotobiorreactores industriales.

- Alfonso Jesús Ferre Montoya (Grado en Ingeniería Electrónica industrial y automática). Modelado de una máquina enfriadora de agua por absorción H₂O/LiBr mediante técnicas de Machine Learning.
- Ángel López Gázquez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Simulación del robot Husky para aplicaciones colaborativas en invernadero.
- Antonio Martínez Roa (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática). Arquitectura de control de un captador solar avanzado para su uso en desalación. Francesco laconis (Grado en ingeniería electrónica industrial y automática). Estrategia de control multivariable aplicada a una planta piloto de nanofiltración de aguas residuales.
- Brian Alexander Flores López (Grado en Ingeniería Informática). Desarrollo de un sistema de votación del confort térmico con perspectiva de género.
- Carlos Prieto Nemesio (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño y desarrollo de modelos Hammerstein-Wiener para el pH en procesos de producción de microalgas.
- Clara Iborra Martínez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Técnicas de control no lineal de ventilación natural en invernaderos.
- Daniel Bervel Morales (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Sistema basado en visión artificial para la supervisión postural de la espalda durante la actividad física.
- Daniel Pérez Sánchez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Técnicas de control multivariable para la refrigeración de invernaderos en climas mediterráneos.
- Enrico Ferlinghetti (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Detección de la posición y la postura de la mano durante la propulsión del tenis en silla de ruedas mediante sistemas de visión.
- Jorge Pérez Cano (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Maqueta con 4 motores para la enseñanza de conceptos básicos de Automática.
- José Gabriel Martínez Hernández (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Control vectorial de un motor síncrono trifásico.
- José García Gallardo (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Laboratorio virtual de un reactor tipo raceway mediante Easy Javascript Simulations.
- José Ruiz Capel (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño e implementación de un espacio de trabajo para el robot colaborativo UR3.
- Juan Modesto Espinosa Bogas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un HRI basado en OpenBCI para el control básico de robots.
- Manuel Roda Casas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño óptimo de una planta de destilación por membrana alimentada con energía solar en base a criterios tecno-económicos.
- Manuel Jesús Segura Valverde (Grado en Ingeniería Electrónica industrial). Implementación simulada de un asistente robótico con navegación autónoma.
- Marta Leal Rueda (Grado en Ingeniería Eléctrica). Estudio óptico de un captador multifuncional para usos térmicos y fotovoltaicos.
- Matteo Crotti (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Sistemas microrobóticos para la caracterización electromecánica de muestras biológicas.
- Pablo Marín Molina (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un simulador para la DuckieTwon de la UAL.
- Pedro Antonio Sánchez Sánchez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática). Puesta en marcha y caracterización de un sistema de destilación por membranas a escala comercial de desalación de agua.
- Rachid Eddaha (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Estimación de la carga transportada por un puente grúa a partir del modelo.
- Sergio Rodríguez Perales (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un laboratorio virtual para la simulación de sistemas de descontaminación de aguas por el proceso foto-fenton.
- Verónica Abad Alcaraz (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Simulador del vehículo urgano eléctrico UAL-ECARM en ROS.

- Víctor Manuel Rodríguez Zurita (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Integración en CODESYS de sistemas de medida y actuación mediante OPC en Arduino y Raspberry PI.

Trabajos fin de máster:

- Adrián Giménez Miralles (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de una estación robotizada de pintura y soldadura de cuadros de bicicletas.
- Álvaro Rodríguez Escudero (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de un robot móvil multifuncional modular.
- Ana Cleia González Alves (Máster en Ingeniería Industrial). Mejora de los dinamómetros y del movimiento de traslación para el banco de ensayos en los REPAS en la Plataforma Solar de Almería.
- Ana Gómez Espinosa (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño y control de un elemento de ayuda para discapacitados de extremidad inferior.
- Antonio José Martín Puertas (Máster en Ingeniería Industrial). Análisis tecno-económico de diferentes tecnologías de desalación para su aplicación en explotaciones agrícolas intensivas en la provincia de Almería.
- Carlos Javier Lopes Gomes (Máster en Energía Solar). Aprovechamiento didáctico de un emulador de una micro-red fotovoltaica en el laboratorio de energía y medioambiente de la UAL.
- Daniel Membrives Céspedes (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de una celda robótica en la industria manufacturera.
- Douglas Enrique Rosales Baptista (Máster en Energía Solar). Análisis tecno-económico comparativo de la utilización de módulos con tecnología M10 y G12 para el diseño de una planta fotovoltaica.
- Emilio Berasategui Arocha (Máster en Energía Solar). Diseño e ingeniería básica de un sistema fotovoltaico de autoconsumo para una empresa de bebidas.
- Fernando Cañadas Aránega (Máster en Ingeniería Industrial). Robot móvil tipo Ackermann para asistencia en invernadero: diseño, modelado y control.
- Hernán Moreno Abadía (Máster en Transformación Digital de Empresas) Modelado de la gestión automática del inventario de un almacén de una industria agroalimentaria.
- Jerónimo Ramos Teodoro (Máster Interuniversitario en Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura) Análisis de viabilidad económica de una red de calor para cultivos bajo invernadero en el municipio de El Ejido.
- José González Hernández (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de un estimador de concentración de biomasa mediante la luminosidad obtenida por un sensor RGB.
- Pablo Arias Moreno (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño y estudio de un simulador de tornados para el estudio de la erosión eólica.
- Raúl Aguilera López (Máster en Ingeniería Industrial). Análisis y compensación de oscilaciones en un actuador hidráulico.
- Rodrigo Romero Coronel (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño de sistema de seguimiento de dos ejes para paneles solares fotovoltaicos.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Artero Carrillo, Francisco (supervisor Pérez García, Manuel).
- Cañadas Aránega, Fernando (supervisores José Carlos Moreno, José Luis Blanco)
- Caparroz, Malena (supervisor José Luis Guzmán, Manuel Berenugel)
- Carreño Zagarra, José (supervisores José Carlos Moreno, José Luis Guzmán).
- García Ruiz, Rubén Antonio (supervisores José Luis Blanco Claraco, Javier López Martínez).
- González Hernández, José (supervisores José Luis Guzmán, José Carlos Moreno).

- González Morales, Rubén (supervisores Francisco Rodríguez, Francisco García).
- Chunhao, Zhang (supervisor Francisco Rodríguez)
- Leal Rueda, Marta (supervisores María del Mar Castilla Nieto, José Domingo Álvarez Hervás).
- Otálora Berenguel, Pablo (supervisores José Luis Guzmán, Francisco Gabriel Acién).
- Pataro, Igor (supervisores José Luis Guzmán, Juan Diego Gil).
- 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).

Premios obtenidos durante 2023

- Juan Diego Gil, Lidia Roca, Guillermo Zaragoza, Julio Normey, Manuel Berenguel. The 2023 IFAC Foundation Kwon Award, for outstanding contributions in the area of sustainability through optimal control for start-up procedures in solar thermal plants. 2023.
- José Luis Blanco. Tercer puesto en el BARN Challenge, sobre navegación autónoma, en el Congreso Internacional de Robótica y Automática IEEE (IEEE International Conference on Robotics and Automation: ICRA).
- Alejandro Bueso Sánchez (tutorizado por Juan Diego Gil y Manuel Berenguel). Premio al mejor trabajo fin de máster de la Cátedra Aqualia del Ciclo Integral del Agua 2023.
- Carmen Sánchez y Lidia Martínez (tutorizadas por Manuel Berenguel). Premio CIRCE del Concurso de Ingeniería de Control 2023.
- José Luis Guzmán, galardón por tutorizar a Daniel Rodríguez, Premio Especial de Naciones Unidas en el XX Certamen Universitario Arquímedes de Introducción a la Investigación Científica.

3.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR

3.5.1 Descripción del Grupo de Investigación

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, emitanza 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 2023

Durante este año 2023, se han alcanzado numerosas cotas importantes en la Unidad. Se ha seguido la línea de años anteriores, con la mejora sustancial del trabajo realizado a nivel experimental y real de los proyectos vigentes. En este año, se ha conseguido realizar un mapa de caracterización del territorio español gracias a los sistemas de información geográfica (SIG) para su aplicación a sistemas de producción eléctrica fotovoltaica. Además, se han definido nuevas variables de interés, como ensuciamiento, rentabilidad económica o niveles de ahorro de CO₂ en estos espacios si se implantasen plantas fotovoltaicas. Se ha conseguido unificar los datos de la estación meteorológica, consiguiendo crear un repositorio visible para cualquier usuario a través de la web (<https://tep165.ual.es>). También, se han integrado nuevos componentes a la unidad, fortaleciendo así los proyectos y líneas de investigación en desarrollo.

También, se ha continuado con los ensayos del banco piloto y el tanque de almacenamiento en PCM. Se han probado los diferentes nódulos que se compraron, así como diversas configuraciones de los nódulos de PCM en el interior del tanque. Tras todos los ensayos, se pudo concluir que el mejor aprovechamiento de la energía térmica almacenada en el tanque se obtenía cuando se usan nódulos en forma de disco, orientados verticalmente y paralelos a la dirección del flujo de fluido calo-portador. Posteriormente, se elaboraron dos informes; el primero de ellos sobre estos ensayos, correspondiente al Deliverable C3: "Report on the pilot-tank experiments", y el segundo al Deliverable A4: "Report on EPCM selection". Los resultados fueron puestos en común con el resto de miembros del proyecto en la reunión de coordinación celebrada en Varsovia, en Julio de 2023. En otoño, se comenzó la puesta a punto del tanque de almacenamiento piloto orientado verticalmente, y los experimentos comenzaron durante el mes de Noviembre. Como resultado del trabajo experimental, se han diseñado los dos tanques de almacenamiento de 2000 litros en colaboración con el grupo de Breslavia, y en Junio pasaron a la empresa Hedera Helix (socio del proyecto) para su construcción. Se espera la llegada de los tanques al CIESOL para los primeros meses del año 2024, cuando debe comenzar la adecuación de la instalación de climatización.

3.5.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2023

Actividad	Organometálica Y Fotoquímica	Análisis Ambiental	Regeneración de Aguas	Modelado y Control	Recursos Solares y Frio Solar	Desalación y Fotosíntesis
Artículos						
Proyectos				1		

Seguimos vinculados y colaborando bajo el proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación (Transición Ecológica y Digital 2021), Nuevas tecnologías para incrementar la eficiencia energética en edificios (NTech4Build), con referencia TED2021-131655B-I00, y donde estamos involucrados en realizar una caracterización del edificio CIESOL a nivel energético y de producción y predicción de la planta solar fotovoltaica.

3.5.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Estancias y visitas en CIESOL:

- Lutz Meyer. University of Applied Sciences and Arts Hanover, Alemania (23/02/2023-24/02/2023).
- Dr. Miguel Larrañeta Gómez-Caminero. Universidad de Sevilla, España (12/06/2023-14/07/2023).

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Joaquín Alonso Montesinos. Universidad de Antofagasta, Chile (04/11/2023-17/12/2023).
- Joaquín Alonso Montesinos. Universidad Nacional Autónoma de México, México (22/11/2023-05/12/2023).
- María Jesús Ariza Camacho. PROZON Fundacja Ochrony Klimatu, Varsovia, Polonia (12/07/23-14/07/23).
- Juan Luis Bosch Saldaña. PROZON Fundacja Ochrony Klimatu, Varsovia, Polonia (12/07/23-14/07/23).
- Álvaro Castro Vizcaíno. PROZON Fundacja Ochrony Klimatu, Varsovia, Polonia (12/07/23-14/07/23).

- Antonio Manuel Puertas López. PROZON Fundacja Ochrony Klimatu, Varsovia, Polonia (12/07/23-14/07/23).
- Manuel Servando Romero Cano. PROZON Fundacja Ochrony Klimatu, Varsovia, Polonia (12/07/23-14/07/23).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Francisco Javier Moreno Yeste. Grado en Ingeniería Informática (01/02/2023-30/04/2023).
- Alejandro Morales Gómez. Grado en Ingeniería Informática (01/02/2023-30/04/2023).

3.5.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

Número de artículos	Número de artículos en cada Cuartil				Número de artículos con colaboración internacional
	Q1	Q2	Q3	Q4	
5	4		1		4

Congresos a los que se ha asistido	7
Contribuciones a congresos	11
Orales	7
Posters	4
Organización de congresos	-
Capítulos de libro	-
Tesis doctorales defendidas	-
Tesis doctorales en proceso	2

3.5.8 Miembros del Grupo de Investigación

Joaquín Alonso Montesinos



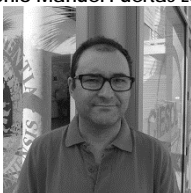
Investigador principal
 Profesor Titular de Universidad
 UAL
 joaquin.alonso@ual.es
 (+34) 950015916

Jesús María Ballestrín Bolea



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

Antonio Manuel Puertas López



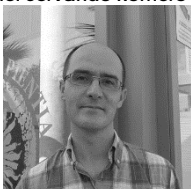
Catedrático de Universidad
UAL

Mercedes Martínez Durbán



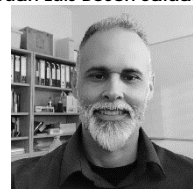
Profesor Titular de Universidad
UAL

Manuel Servando Romero Cano



Profesor Titular de Universidad
UAL

Juan Luis Bosch Saldaña



Profesor Titular de Universidad
UAL

María Jesús Ariza Camacho



Profesor Titular de Universidad
UAL

Fernando Sánchez Rodrigo



Profesor Titular de Universidad
UAL

Sabina Rosiek-Pawlowska



Investigadora posdoctoral
Wroclaw University of Science and Technology

Gabriel López Rodríguez



Profesor Titular de Universidad
UHU

Álvaro Castro Vizcaino



Contratado predoctoral
UAL

Noelia Simal Pérez



Investigadora predoctoral
PSA-UAL

Aitor Marzo Rosa



Investigador Ramón y Cajal
UGR

María Elena Carra Artero



Investigadora posdoctoral
CIEMAT-PSA

3.5.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		3
Proyectos Nacionales		3
Proyectos Regionales		0

3.5.9.1 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

3.5.9.1.1 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.

3.5.9.1.2 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 (apuertas@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.

3.5.9.1.3 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:

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.

3.5.9.1.4 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:

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>

3.5.9.1.5 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:

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.

3.5.9.1.6 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:

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

Convenios con Universidades

Colaboración con Universidad de Antofagasta (Chile)

Colaboración con Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Colaboración con programas (ERASMUS, STUDY ABROAD,...)

Erasmus + (Staff Mobility For Training).

Colaboración con otros centros

Colaboración con Centro Desarrollo Energía Antofagasta.

Instituto de Geofísica (UNAM)

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (UNAM)

3.5.11 Actividades de Formación y Divulgación

Organización de Cursos

- Energías renovables para una sociedad más sostenible, Almería, España, 2023.
- Energías renovables, Huelva, España, 2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- Nuevas fuentes de energía sostenible a partir de radiación solar en México: Una perspectiva desde la mitigación al cambio climático, Ciudad de México, México, 2023. Joaquín Alonso Montesinos.

- Importancia sobre los métodos de pronóstico en la industria solar mundial, Antofagasta, Chile, 2023. Joaquín Alonso Montesinos.
- Plantas Comerciales Termoeléctricas de Concentración Solar, Almería, España, 2023. Jesús Ballestrín Bolea.
- Día internacional de la mujer y la niña en la Ciencia, Almería, España, 2023. María Jesús Ariza Camacho, María José García Salinas. IES Celia Viñas, IES Campos de Níjar.
- Noche europea de I@s investigador@s. Almería, España, 2023. María Jesús Ariza Camacho, Joaquín Alonso Montesinos, Juan Luis Bosch Saldaña, Álvaro Castro Vizcaino, Antonio Manuel Puertas López, Manuel S. Romero Cano.

3.5.12 Otros

Trabajos fin de grado:

- Oliver Gómez Cerezuela (Grado en Ingeniería Industrial Mecánica). Análisis de datos experimentales de un sistema de climatización solar.

Trabajos fin de máster:

- Fátima Sánchez López (Máster en Profesorado de Educación Secundaria). Conceptos fundamentales de las energías renovables y su aplicación en el agua.
- María José Cánovas Aragón (Máster en Profesorado de Educación Secundaria). Aprendizaje basado en proyectos: aplicaciones de las energías renovables para la mitigación de la crisis ambiental.
- María Márquez Puertas (Máster en Profesorado de Educación Secundaria). La química como enseñanza centralizada en proyectos desarrollados en el centro de investigación en energía solar (CIESOL).

Tesis doctorales en proceso de realización

- Noelia Simal Pérez (directores: Jesús Ballestrín Bolea / María Elena Carra Artero).
- Álvaro Castro Vizcaino (director: Antonio M. Puertas López).

Premios obtenidos durante 2023

- PREMIO DE INVESTIGACIÓN SAN ALBERTO 2023 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 2023 al artículo publicado con título " Economic and environmental solutions for the PV solar energy potential in Spain".

3.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

3.6.1 Descripción del Grupo de Investigación

La unidad de "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 del dos campos. Los investigadores de esta unidad también están adscritos a los grupos de investigación del Plan Andaluz de Investigación "Desalación Solar, TEP026". Esta unidad se puso en marcha en 2014 y centró su actividad en mejorar 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 el valor añadido de la valorización de salmueras, así como la aplicación de la energía solar en procesos biológicos de depuración basados en microalgas. Ambas líneas presentan amplias oportunidades de sinergia y trabajo conjunto con otras unidades de I+D del CIESOL que plantean colaboraciones frecuentes.

3.6.2 Líneas estratégicas

El grupo trabaja en dos líneas paralelas que abordan la aplicación de la energía solar en desalinización y concentración de salmueras y el cultivo de microalgas, especialmente orientadas al reciclaje mediante síntesis, impulsada por energía solar, de commodities como biofertilizantes o biodiesel y productos de valor como carotenoides y ácidos grasos esenciales. El agua de mar es la principal materia prima que aborda la investigación, aunque también se consideran otros tipos de piensos, como agua dulce, salmueras, aguas salobres o aguas residuales. Las principales líneas estratégicas del grupo dentro del Centro Mixto CIESOL son las siguientes:

- Desarrollo de sistemas solares de desalinización y tratamiento de agua mediante membranas.
- Aplicación de la energía solar al tratamiento de medios hipersalinos.
- Recuperación de compuestos de valor a partir de salmueras y efluentes hipersalinos.
- Diseño de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas.
- Aplicaciones de las microalgas a la depuración de aguas residuales y efluentes industriales
- Valorización de biomasa microalgal obtenida de aguas residuales.

3.6.3 Investigadores principales

José M. Fernández Sevilla (ORCID 0000-0002-0290-5810, Scopus Autor 6602856181)

Es Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Almería, actualmente adscrito al Departamento de Ingeniería de la Universidad de Almería. Obtiene la Licenciatura en Química Industrial por la Universidad de Granada en 1991 y el Doctorado. En Química en 1995 en la Universidad de Almería. Ha trabajado en doce proyectos de I+D a nivel internacional y nacional español, como investigador principal en cinco de ellos. Ha participado también en 15 contratos de investigación financiados por empresas, y ha asesorado también en seis doctorados. Tesis y es coautor de siete patentes y más de cien publicaciones científicas en revistas internacionales revisadas por pares.

Guillermo Zaragoza del Águila (ORCID 0000-0002-4452-9980, Scopus Autor 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, Investigación en Medio Ambiente y Tecnología), en la Plataforma Solar de Almería, donde actualmente es jefe de la unidad científica de Aplicaciones Solares Térmicas. Ha publicado más de 85 artículos en revistas internacionales revisadas por pares, ha presentado más de 125 artículos en congresos internacionales, es autor de 8 capítulos de libros y es coautor de 4 libros. Profesores en cursos internacionales sobre Desalación Solar organizados por la Sociedad Europea de Desalación (EDS) y en el Máster en Energía Solar 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 2023

- Desarrollo de procesos continuos para el tratamiento de aguas residuales mediante microalgas y reciclaje de agua para invernaderos.
- Nuevos sistemas avanzados de monitorización y control de sistemas de microalgas a gran escala
- Producción y evaluación de productos finales para alimentos y piensos a base de algas.
- Demostración de tecnologías para la producción a gran escala de macroalgas.
- Desarrollo de nuevas tecnologías basadas en membranas para recolección de cultivos de algas.

3.6.5 Colaboración con otros Grupos de Investigación de CIESOL durante 2023

Actividad	Organometálica Y Fotoquímica	Análisis Ambiental	Regeneración de Aguas	Modelado y Control	Recursos Solares y Frío Solar	Desalación y Fotosíntesis
Artículos	0	0	3	5	0	-
Proyectos	0	0	3	5	0	-

- Uso de nanofiltración como pretratamiento para mejorar la eficiencia de plantas de desalación térmica mediante la operación a mayores temperaturas y factores de recuperación.
- Desarrollo de metodologías de estandarización para evaluar de forma fiable los índices de rendimiento de plantas de desalación térmica.
- Caracterización experimental de una planta piloto de destilación multiefecto a altas temperaturas de operación utilizando agua pretrada mediante Nanofiltración.
- Puesta en marcha de una unidad de desalación a escala comercial mediante destilación por membranas para la concentración de salmueras, alimentada con energía solar y caldera de biomasa.
- Puesta en marcha, caracterización experimental y modelado de una planta piloto de destilación por membranas multiefecto con vacío para la concentración de salmueras, alimentada con energía solar.
- Evaluación de la destilación por membranas a escala piloto operando en recirculación para concentración de salmueras, comparando módulos con características distintas y operando a diferentes condiciones de operación.
- Caracterización experimental de una planta piloto de destilación por membranas acoplada a un sistema de energía solar concentrada/ fotovoltaica.
- Tratamiento del agua residual con destilación por membranas para la eliminación de contaminantes como por ejemplo el fármaco antiinflamatorio Ketofeno.

- Evaluación del posible ensuciamiento de las membranas en destilación por membranas sufrida al concentrar salmueras.
- Revalorización del agua residual industrial para la producción de hidrógeno con energía solar evaluada en diferentes condiciones de operación, entre ellas, el fotocatalizador utilizado.
- Durante 2021 hemos colaborado estrechamente con la Unidad Funcional "Modelado y Control" en el marco del proyecto SOLWARIS. Hemos trabajado de manera conjunta en las tareas relacionadas con modelado, optimización y control, cumpliendo con todos los ítems de los hitos hasta el momento.
- En 2022 tuvimos una estrecha colaboración con la Unidad Funcional "Modelado y Control" en el marco de diferentes proyectos (Proyectos Nacionales y de la UE) como CALRESI, DIGITALGAE, PRODIGIO y REALM. Las actividades están relacionadas con el desarrollo e implementación de tecnologías avanzadas de control de procesos relacionados con las microalgas.
- En 2023 hemos colaborado en la Mejora de la capacidad de producción a gran escala de *Spirulina platensis* en sistemas abiertos mediante contrato con la empresa Algaria SRL (2000-2024), la optimización del diseño y operación de la planta de Carboneras (ALGAVILLAGE) AlgaVillage (2022-2024) dirigido a la mejora del diseño y operación de plantas de producción de microalgas, en la localidad de carboneras (Almería), para la empresa ALGAVILLAGE. La Evaluación del potencial de captura de CO₂ de procesos basados en plantas acuáticas y algas mediante colaboración con la empresa CHLYDRO (2022-2024). Y finalmente el desarrollo de un proceso de producción de *Chlorella* para uso alimentario mediante la colaboración con ALGEMY INGREDIENTS, S.L. (2022-2024)
- Colaboración con el grupo de investigación del CIESOL: Regeneración de aguas, en la actividad Tratamientos del agua residual mediante destilación por membranas para la eliminación del fármaco Ketoprofeno. La Dra. Paula Soriano Molina, miembro de este grupo, coordinó y supervisó las medidas mediante cromatografía líquida de alta resolución.

3.6.6 Recursos humanos del Grupo de Investigación

Estancias y visitas en CIESOL:

- Kacper Szymanski y Aleksandra Piatkowska. Universidad de Breslavia (Wroclaw), Polonia (31/07/2023-02/08/2023).
- Ana Filipa Cruz Esteves. Universidad de Oporto (Oporto), Portugal (01/10/2023-31/03/2024).
- Miguel José Vega Quiel. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá (15/09/2023-8/11/2023).
- Andrea Viktoria Polo Beitia. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá (15/09/2023-15/12/2023).
- Byron Elhyel Álvarez Zapata. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá (15/09/2023-15/12/2023).
- Alice Maria Garcia Ferreira. National Laboratory of Energy and Geology (Lisboa), Portugal (01/09/2023-01/12/2023)
- Monyca Félix Castro. BINOR (La Paz), Mexico (01/08/2023-02/11/2023).

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Isabel Requena. Universidad de Arizona, Estados Unidos (08/09/2023-14/12/2023).
- Alba Ruiz-Aguirre. Empresa theVap, Alemania (02/10/2023-16/10/2023).
- Alba Ruiz-Aguirre. Empresa Solar Spring e Instituto Fraunhofer, Alemania (04/12/2023-15/12/2023).
- Silvia Villaró-Cos. National Laboratory of Energy and Geology, Portugal (07/03/2023-07/06/2023)
- Ana Sánchez-Zurano. National Laboratory of Energy and Geology, Portugal (07/03/2023-07/06/2023)

- Rebecca Nordio, National Institute for Research in Digital Science and Technology, Francia (01/03/2023-1/07/2023)

Alumnos en prácticas curriculares:

- Simón Domínguez. Química (10/01/2023-10/02/2023).
- Estefanía de los Ángeles Gazquez Romero (04/05/2023-04/06/2023).
- David Mata Zafra (10/01/2023-01/03/2023)
- Paola Vico Aguilera (10/01/2023-01/03/2023)
- Sandra Valero Cardozo (18/01/2023-12/03/2023)
- Carmen Sánchez Salinas (18/01/2023-12/03/2023)
- Antonio Martínez Rosa (18/01/2023-12/03/2023)
- Alicia del Carmen Valero Vizcaino (18/01/2023-12/03/2023)
- Javier Jesús Tripiana Martínez (18/01/2023-12/03/2023)
- Raúl Gazquez González (18/01/2023-12/03/2023)
- María Salinas Garcia (18/01/2023-12/03/2023)
- Irene Rodríguez de Cos (18/01/2023-12/03/2023)
- Ema Rosa Morillas Veselinovic (18/01/2023-12/03/2023)
- Javier Garrido Romero (11/12/2023-27/02/2024)
- Anastasia Alicia del Águila Pérez (01/10/2023-09/11/2023)

3.6.7 Tablas resumen de producción científica

La producción científica de la unidad funcional durante 2023 queda resumida en las siguientes tablas que contienen el número de artículos indexados, participación y contribuciones a congresos, organización de congresos, capítulos de libro, así como tesis defendidas y en ejecución. La producción completa puede consultarse en el correspondiente Anexo al final del presente informe.

Número de artículos	Número de artículos en cada cuartil				Número de artículos con colaboraciones internacionales.
	Q1	Q2	Q3	Q4	
24	14	8	2	-	11

Congresos a los que se ha asistido	41
Contribuciones a congresos	63
Orales	42
Posters	21
Organización de congresos	8
Capítulos de libro	7
Tesis doctorales defendidas	2
Tesis doctorales en proceso	10

3.6.8 Miembros de la unidad funcional

José María Fernández Sevilla



Investigador Principal
Catedrático de Ingeniería Química
Universidad de Almería (UAL)
jfernand@ual.es
(+34) 950 015 899

Francisco Gabriel Acién Fernández



Catedrático d Ingeniería Química
Universidad de Almería (UAL)

Cynthia Victoria González López



Profesora Titular
Universidad de Almería (UAL)

Manuel Ignacio Maldonado



Investigador POIs
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Patricia Palenzuela Ardilla



Investigadora Senior
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Guillermo Zaragoza del Águila



Investigador Principal
Investigador Distinguido OPis
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387 941

Diego César Alarcón Padilla



Investigador Senior
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Celeste Elena Brindley Alias



Profesora Titular
Universidad de Almería (UAL)

Cintia Gómez Serrano



Investigadora Asociada
Universidad de Almería (UAL)

Bartolomé Ortega Delgado



Investigador Asociado
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Isabel María Requena Requena



Investigadora Asociada
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Ainoa Morillas España



Investigadora Asociada
Universidad de Almería (UAL)

Silvia Villaró Cos



Investigadora Asociada
Universidad de Almería (UAL)

Juan Antonio Andrés Mañas



Investigador Asociado
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Rebecca Nordio



Investigadora Asociada
Universidad de Almería (UAL)

Martina Ciardi



Investigadora Asociada
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Tomás Valentín Lafarga Poyo



Investigador Asociado
Universidad de Almería (UAL)

Alba Ruíz Aguirre



Investigadora Asociada
Universidad de Almería (UAL)

Alejandro Bueso Sánchez



Investigador Asociado
Plataforma Solar de Almería (CIEMAT)

Emanuelle Viviano



Investigador Asociado
Universidad de Almería (UAL)

Ángel Acién Zapata



Titulado Superior
Universidad de Almería (UAL)

3.6.9 Proyectos vigentes durante 2023

	Iniciados en 2023	Iniciados antes de 2023
Proyectos Europeos		5
Proyectos Nacionales	1	7
Proyectos Regionales	2	3

3.6.9.1 Proyectos en ejecución iniciados en 2023

3.6.9.1.1 Producción Sostenible Interior De Macroalgas Para Aplicaciones Alimentarias (SUMAPRO)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA (ES)

Contactos:

Dra. Cintia Gómez Serrano (cgs1818@ual.es)

Dr Francisco Gabriel Acién Fernández

Fuentes de financiación:

Plan complementario de ciencias marinas y del plan de recuperación, Transformación y resiliencia

Duración prevista:

Enero de 2023 – Septiembre de 2025

Situación:

en desarrollo

Resumen:

Las macroalgas son generalmente reconocidas como una fuente segura y ambientalmente sostenible de compuestos bioactivos. Sin embargo, aun así, la cartera de producción de algas es bastante limitada por varias razones, tales como (i) las dificultades para licenciar la producción o recolección de macroalgas de ambientes naturales, (ii) la baja gama de especies permitidas para su producción, (iii) la limitada capacidad/conocimiento sobre la producción continental de algas, y (iv) el escaso número de aplicaciones ya desarrolladas a partir de este tipo de materia prima. Las macroalgas se producen principalmente como fuente de carragenanos y en pequeñas cantidades para aplicaciones relacionadas con la alimentación. Sin embargo, la incorporación de macroalgas en piensos para ganadería y acuicultura permite reducir el uso de otros ingredientes menos sostenibles, y permite incorporar compuestos de alto valor nutricional al animal objetivo, y por tanto, mejorar la calidad y sostenibilidad de la producción de alimentos. Objetivos:

- El objetivo del proyecto SUMAPRO es desarrollar y validar procesos a gran escala para la producción continental sostenible de macroalgas para aplicaciones relacionadas con la alimentación. Para lograr este objetivo se enfrentarán grandes desafíos:

- Las macroalgas son el núcleo del proceso y, si bien actualmente existe un portafolio de especies de algas producidas, el portafolio de géneros aptos para ser producidos es mucho mayor. El desafío es seleccionar las mejores cepas de algas a producir y caracterizarlas, determinando las condiciones óptimas para su producción.
- Actualmente, las macroalgas se recolectan principalmente del mar (silvestres o acuícolas). El desafío es utilizar las tecnologías actuales para la producción de microalgas y adaptarlas a la producción de macroalgas. Además, se requerirán procesos suaves para la recolección y procesamiento de biomasa.
- El alto consumo de energía y el uso de fertilizantes en el proceso productivo comprometen la sostenibilidad del proceso. El desafío es aumentar la sostenibilidad de la producción reciclando efluentes agroindustriales como fuente de nutrientes, reduciendo el consumo de energía e integrando el uso de energías renovables.
- Los sectores de la acuicultura y la ganadería requieren que se incorporen a los piensos ingredientes saludables y sostenibles. El desafío es producir piensos de alto valor para mover la producción ganadera y acuícola a través de un sistema más sostenible, equilibrando la capacidad de utilizar alimentos no comestibles para los humanos y mejorando la calidad del producto final.

3.6.9.1.2 Producción Sostenible De Ingredientes Alimentarios Y Productos Agrícolas Siguiendo Un Enfoque De Biorrefinería De Microalgales (SOLAR-FOODS)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

Contactos:

Dr. Tomás Valentín Lafarga Poyo (tomas.lafarga@ual.es)

Dr José María Fernández Sevilla (jfernand@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de Generación de Conocimiento 2022

Duración prevista:

Diciembre 2023 – Diciembre 2026

Situación:

En desarrollo

Resumen

SOLAR-FOODS pretende solucionar los principales problemas que limitan actualmente la implementación de productos y procesos basados en microalgas. El sector de las microalgas en la UE está creciendo exponencialmente y España tiene capacidad para convertirse en líder mundial. Los principales problemas incluyen (i) altos costos de producción, (ii) bajas capacidades de producción, (iii) falta de conocimiento sobre el impacto ambiental de la producción de microalgas y (iv) una gran brecha en el conocimiento sobre las necesidades de los consumidores y sobre su conocimiento y percepción. hacia las microalgas. Estos desafíos son comunes a todos los países de la UE y han sido destacados recientemente en una comunicación titulada Hacia un sector de algas fuerte y sostenible en la UE. Objetivos:

El principal objetivo de SOLAR-FOODS es impulsar la producción y el uso de biomasa de microalgas contribuyendo a estos cuatro desafíos simultáneamente. El proyecto se basará en tres pilares: producción sostenible, tecnologías y usos innovadores y consumidores.

3.6.9.2.3 Hacia La Próxima Generación De Productos Sostenibles Basados En Microalgas Poco Estudiadas Y Un Enfoque De Biorrefinería (BLUE.FUTURE)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

Contactos:

Dr. Tomás Valentín Lafarga Poyo (tomas.lafarga@ual.es)

Dr. José Luis Guzmán Sánchez

Fuente de financiación:

Plan Complementario de Ciencias Marinas y del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia 2023

Periodo de tiempo:

Enero 2023 – Septiembre 2025

Situación:

en desarrollo

Resumen:

Andalucía tiene potencial para convertirse en líder mundial en innovación y producción de biomasa de microalgas y la próxima generación de productos de algas seguros, de alta calidad y sostenibles. La hipótesis de BLUE-FUTURE es que las microalgas pueden utilizarse para desviar la producción industrial de su actual camino insostenible hacia procesos más ecológicos que minimicen las emisiones de CO₂ y otros contaminantes tóxicos para los seres humanos y el medio ambiente. Objetivos:

El proyecto tiene tres objetivos principales: (i) identificar nuevas cepas de microalgas que se han pasado por alto, (ii) demostrar la viabilidad técnica de producir biomasa de microalgas sostenible y de alta calidad en Andalucía en condiciones climáticas extremas y utilizando recursos renovables; y (iii) diseñar sensores, tecnologías de monitoreo y control para mejorar la eficiencia, productividad y optimización de las biorrefinerías basadas en microalgas.

3.6.9.2 Proyectos en ejecución iniciados antes de 2023

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

Participantes:

Universidad de Almería

Universidad Politécnica de Cataluña

Contactos:

Dra. Cynthia González López (cgl665@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Duración Prevista:

Diciembre 2022 – Diciembre 2025

Situación:

En desarrollo

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

- 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.

3.6.9.2.2 Nueva familia de biopesticidas ecológicos y sostenibles basados en microalgas mediante un enfoque de economía circular (ALGAENAUTS).

Participantes:

BIORIZON BIOTECH SL, España
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA, España

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

TEMFF-BEW-2020 — Convocatoria de ventanilla para pymes de economía azul

Duración prevista:

Diciembre 2021 – Marzo 2024

Situación:

En desarrollo

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.

3.6.9.2.3 Desarrollo de sistemas de alerta temprana para mejorar la PRODUCCIÓN de microalgas y la DIGESTIÓN anaeróbica (PRODIGIO)

Participantes:

CSIC
Universidad de Almería

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Acciones de Investigación e Innovación (UE H2020)

Duración prevista:

Octubre 2021 – Junio 2024

Situación:

En desarrollo

Resumen:

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

El objetivo de PRODIGIO es identificar alertas tempranas como medio para evitar el fracaso del proceso prediciendo con mayor precisión CUÁNDO ocurrirá.

3.6.9.2.4 Una red de formación basada en el conocimiento para la digitalización de bioprocesos fotosintéticos (DIGITALGAE)

Participantes:

Universidad de Padova
Universidad de Almería

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria de Redes de Capacitación Innovadoras (ITN): H2020-MSCA-ITN-2020

Duración prevista:

Octubre 2021 – Junio 2024

Situación:

En desarrollo

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 con el fin de maximizar su eficiencia de conversión de luz e impulsar la cartera sostenible de procesos basados en microalgas hacia los mercados de productos básicos 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:

Proponer un enfoque de digitalización para optimizar el control y la operación de los procesos de cultivo de microalgas a fin de maximizar su eficiencia de conversión de luz e impulsar la cartera sostenible de procesos basados en microalgas hacia los mercados de productos básicos y energía.

3.6.9.2.5 Reutilización De Efluentes De La Agricultura Para Liberar El Potencial De Las Microalgas (REALM)

Participantes:

Nectón
Universidad de Almería

Contactos:

Dr. José Luis Guzmán Sánchez (joseluis.guzman@ual.es)
Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

HORIZON-CL6-2021-CIRCBIO-01-09—Liberar el potencial de las algas para una próspera bioeconomía azul europea

Duración prevista:

Julio 2022 – Junio 2026

Situación:

En progreso

Resumen:

El objetivo general de REALM es desarrollar una estrategia innovadora, sostenible y altamente eficiente para la producción y el procesamiento de biomasa de microalgas, aplicable a todos los países europeos. Esto se logrará utilizando un producto de desecho, el agua de drenaje de la agricultura sin suelo, rica en nutrientes necesarios para el crecimiento de las 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.

Objetivos: Se instalarán instalaciones de cultivo de microalgas junto a los invernaderos que suministrarán el agua de drenaje, mientras que las instalaciones de procesamiento centralizadas convertirán la biomasa de microalgas en productos.

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

Participantes:

Universidad de Almería

Contactos:

Dr. José María Fernández Sevilla (jfernand@ual.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 2021- Noviembre 2023

Situación:

Terminado

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.

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

Participantes:

Universidad de Almería
COSENTINO

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Creación Unidades De Innovación Conjunta (UIC).

Duración prevista:

Enero 2022 – Enero 2023

Situación:

Terminado

Resumen:

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

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

3.6.9.2.8 Regeneración de agua mediante energía solar concentrada (RAYO)**Participantes:**

Universidad De Almería

Contactos:

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

Fuentes 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:

Octubre 2021 – Junio 2023

Situación:

Terminado

Resumen:

El 25 de mayo de 2020 se publicó el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo sobre los requisitos mínimos para la reutilización del agua, aplicable a partir de junio de 2023. Este reglamento promueve la regeneración de aguas residuales en Europa para el riego agrícola, de especial importancia en Almería. , con un elevado déficit hídrico y una economía ligada a la agricultura intensiva. Además, debe promover el desarrollo de tecnologías sostenibles que cumplan estos requisitos de forma ambientalmente segura. Esta propuesta supone un cambio de paradigma en la desinfección del agua mediante energía solar, como es el uso de radiación solar concentrada. Hasta la fecha, las investigaciones en este campo se han llevado a cabo con sistemas de captación estática sin seguimiento activo de la posición solar. Por un lado, en botellas de PET para desinfección de agua de consumo humano en zonas sin acceso directo a agua potable; por otro, en fotorreactores tubulares con colectores solares parabólicos compuestos (CPC), o reactores de canal abierto (raceway pond reactor, RPR) mediante el proceso foto-Fenton que utiliza peróxido de hierro y hidrógeno junto con radiación solar. En esta propuesta, las aguas residuales serán desinfectadas, por primera vez, con energía solar concentrada, en reactores tubulares ubicados en la zona focal de colectores cilindroparabólicos de bajo costo y con factores de concentración entre 3 y 5. Con esto, operarán a temperaturas entre 60 -70C e irradiancias UV de hasta 150 W/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 la agricultura centrada en el uso de recursos renovables. Este proyecto de dos años sentará las bases científicas y económicas para una nueva tecnología de regeneración de agua limpia para el riego agrícola. Objetivos:

- Este proyecto propone, 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 cuenta la financiación disponible y la duración de dos años, se pueden resumir de la siguiente manera:

- Diseñar y construir un prototipo de fotorreactor solar con factores de concentración entre 3 y 5, que pueda funcionar 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 incluidos en la nueva normativa europea: E. coli, colifagos y esporas de bacterias reductoras de sulfato.
- Optimizar las variables de operación continua del fotorreactor para la regeneración de aguas residuales a escala piloto.
- Estudiar la viabilidad económica del nuevo proceso propuesto e investigar el potencial 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 el turismo.

3.6.9.2.9 Sistemas de gestión inteligente del agua de próxima generación: demostraciones a gran escala para una economía y una sociedad circulares (WATER-MINING)

Participantes:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE DELFT (NL)
SEALEAU BV (NL)
KWR AGUA BV (NL)
FUNDACIÓN EURECAT (ES)
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL DE ATENAS (HE)
S.EL.IS LAMPEDUSA SPA (IT)
CIEMAT-PSA (ES)
DECHEMA GESELLSCHAFT FUER CHEMISCHE TECHNIK UND BIOTECHNOLOGIE EV (DE)
UNIVERSIDAD BRUNEL DE LONDRES (REINO UNIDO)
UNIVERSIDAD DE ABERDEEN (Reino Unido)
AGUA EUROPA (BE)
RESOLUCIÓN INVESTIGACIÓN NEDERLAND BV (NL)
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PALERMO (IT)
WETSUS (NL)
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA (ES)
RED DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA DE STICHTING (NL)
ACSA OBRAS E INFRAESTRUCTURAS SAU (ES)
INSTITUTO DE COMUNICACIONES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS (HE)
HASKONINGDHV NEDERLAND BV (NL)
KANZLER VERFAHRENSTECHNIK GMBH (AT)
JUNTA DE ALCANTARILLADO Y DRENAJE DE LARNACA (CY)
STICHTING NATIONAAL CENTRUM VOOR WETENSCHAPS-EN TECHNOLOGIECOMMUNICATIE (NL)
ACCIONA AGUA SA (ES)
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (ES)
INSTITUTO DE ESTUDIOS ISRAELÍES DE JERUSALÉN (IL)
AGUAS DEL ALGARVE SA (PT)
REVOLVER (ES)
RED EUROPEA DE LIVING LABS IVZW (BE)
AGUA Y ENERGÍA INTELLIGENCE BV (NL)
LENNTECH BV (NL)
TITAN SALT BV (NL)
ASSOCIATION EUROPEENNE DES EXPOSITIONS SCIENTIFIQUES TECHNIQUES ET INDUSTRIELLES (BE)
SOFINTER SPA (IT)
EL INSTITUTO DEL AZÚCAR VASANTDADA (EN)
ATMOLEVITOS TERMOSOL ANONIMI ETAIREIA (HE)
NOURYON INDUSTRIAL CHEMICALS BV (NL)
FLOATING FARM HOLDING BV (NL)
MADISI LTD (CY)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Comisión Europea, programa Horizonte 2020

Duración prevista:

Septiembre de 2020 – Agosto de 2024

Situación:

En desarrollo

Resumen

La seguridad hídrica 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, financiado con fondos europeos, exhibirá y validará soluciones innovadoras de recursos hídricos de próxima generación a escala de demostración precomercial de acuerdo con la legislación pertinente, como la Directiva Marco del Agua, la Economía Circular y los paquetes del 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 los productos finales con valor añadido ofrecerán suministros de recursos regionales para aumentar el crecimiento económico. El proyecto examinará diferentes diseños propuestos para el tratamiento de aguas residuales urbanas y la desalinización de agua de mar y modelos comerciales innovadores basados en servicios con el objetivo de mejorar la participación de las partes interesadas públicas y privadas. Objetivos:

El proyecto Water Mining tiene como objetivo afrontar el desafío de garantizar el acceso a agua potable y saneamiento mediante el desarrollo de soluciones innovadoras para el uso sostenible de fuentes de agua alternativas, incluidas las aguas residuales urbanas e industriales y la desalinización de agua de mar. El proyecto considera el agua como un recurso, un bien consumible y un bien duradero. Para capturar todo el potencial de la economía circular del agua, el proyecto WATER-MINING propone diferentes estrategias para cada una de estas tres formas de agua, involucrando seis estudios de caso (CS) específicos del sector.

PSA-CIEMAT, junto con la UAL-CIESOL, es la responsable del CS2, correspondiente a uno de los dos casos de estudio de minería marina. En particular, CS2 pretende demostrar que la desalinización térmica puede mejorar la sostenibilidad de las tecnologías actuales (ósmosis inversa) para la desalinización de agua de mar, al alcanzar concentraciones más altas para facilitar la implementación de esquemas de Vertido Líquido Cero con menor consumo de energía primaria (es decir, uso de baja temperatura calor solar). Para mejorar la eficiencia del proceso de desalinización térmica, el agua de mar que se alimentará al MED será pretratada mediante un sistema de nanofiltración (NF) para retener los iones divalentes (Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-}), lo que dará como resultado un cloruro de sodio (NaCl) corriente de permeado rica y purificada. Al usarlo como alimentación, se puede aumentar la recuperación de la planta MED, y también la temperatura de funcionamiento (normalmente limitada a 70 °C para evitar incrustaciones), mejorando significativamente la eficiencia térmica. El objetivo es demostrar el potencial de alcanzar un consumo energético mínimo récord en desalinización térmica (por debajo de 25 kWh/m³) sin superar los 100°C en la Temperatura Máxima de Salmuera. Además, se evaluará el uso de materiales poliméricos en la planta MED reemplazando los tubos metálicos del evaporador para disminuir el costo de la planta desalinizadora. Para lograr una desalinización con descarga cero de líquidos, la salmuera concentrada liberada de la planta MED se tratará con cristalización alimentada por energía solar. Como la salmuera del MED estará libre de iones divalentes, las sales producidas en el cristalizador pueden ser NaCl puro con mayor valor agregado. Además, la salmuera del sistema NF, con mayor concentración de sales divalentes, se utilizará para remineralizar el agua destilada producida en el MED y en el cristalizador, para ser utilizada en riego. Los iones divalentes son tolerados por los cultivos y algunos actúan como fertilizantes.

3.6.9.2.10 Destilación por membranas sostenible para la reutilización de agua industrial y desalinización descentralizada acercándose al desperdicio cero (MELODIZER)

Participantes:

POLITECNICO DE TURIN (IT)
INSTITUTE OF MEMBRANE TECHNOLOGY - CNR-(IT)
AMAPEX ENVIRONMENT (ES)
SOLARSPRING GMBH (DE)
INOTEX SPOL. S.R.O. (CZ)
DELTAMEM AG (CH)
ATHINAIKI ZYTHOPIA ANONYMOS ETAIRIA (EL)
WINGS ITC (EL)
AQUABIOTECH (MT)
INNOVATION IN RESEARCH & ENGINEERING SOLUTIONS (BE)
BLUETECH RESEARCH LTD (IE)
CIEMAT (ES)
AALBORG UNIVERSITY (DK)
WARRANG HUB S.P.A. (IT)
POLYMEM (FR)
ENGITS GMBH (DE)
FRAUNHOFER ISE, (DE)
MUNICIPALITY OF EILAT (IL).

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Comisión Europea, programa Horizonte Europa

Duración prevista:

Diciembre 2022 - Diciembre 2026

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El objetivo general de MELODIZER es proporcionar el paso necesario para transformar la destilación por membranas (MD) y especialmente sus componentes principales, a saber, membranas y módulos de membrana, en productos para el beneficio de la industria y la sociedad. MELODIZER implementa membranas y módulos de alto rendimiento en aplicaciones estratégicas de destilación por membranas (MD), proporcionando así el paso decisivo para el éxito de la MD.

Los objetivos específicos son: (i) la creación de membranas y módulos de próxima generación obtenidos con enfoques ecológicos y fácilmente escalables; (ii) integrar racionalmente los componentes centrales innovadores de membranas y módulos con sistemas de control y energía que maximicen su rendimiento y permitan la utilización inteligente de energía renovable; (iii) demostrar el desempeño de los componentes de membrana de próxima generación en el sistema general para la reducción de flujos de desechos industriales, la reutilización de agua, la extracción de recursos y la producción de agua potable mediante unidades MD descentralizadas y distribuidas a escala humana; (iv) demostrar los beneficios económicos y ambientales asociados con la implementación de componentes de membrana innovadores y la tecnología MD mejorada resultante, proporcionando también una gestión sostenible al final de la vida útil de los componentes y sistemas de membranas.

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

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA (ES)
BIORIZON BIOTECH
FUNDACION CAJAMAR

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (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:

Octubre 2021 – Octubre 2025

Situación:

en desarrollo

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.

3.6.9.2.12 Algas para alimentos funcionales más sostenibles y saludables (ALGA-HUB)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA
UNIVERSIDAD DE JAEN
UNIVERSIDAD DE MALAGA
UNIVERSIDAD DE CADIZ
PORTOMUIÑOS
BIORIZON

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria 2021 'Proyectos de Transición Ecológica y Transición Digital', a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Duración prevista:

Octubre 2021 – Octubre 2024

Situación:

en desarrollo

Resumen

El proyecto ALGA-HUB plantea la hipótesis de que las últimas tecnologías y conocimientos sobre la gestión y producción de algas pueden integrarse para desarrollar y demostrar procesos capaces de producir alimentos funcionales basados en estos organismos. Objetivos:

- El proyecto ALGA-HUB pretende contribuir al desarrollo de alimentos saludables relacionados con las algas para una sociedad más sostenible y saludable, afrontando tres grandes retos como son:
- Mejorar el conocimiento sobre las algas, sus beneficios como fuente de alimentos funcionales y los factores más relevantes que determinan su producción y calidad,
- Desarrollar procesos a escala piloto para la producción de alimentos funcionales relacionados con las algas y validarlos en condiciones reales.
- Mejorar la cartera de alimentos funcionales relacionados con las algas, ampliando el catálogo de productos finales y demostrando sus beneficios para la sociedad.

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

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

Contactos:

Dr. Jose Jesús Casas Jimenez (jjcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

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

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Noviembre 2024

Situación:

en desarrollo

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. 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.

3.6.9.2.14 Soluciones de refrigeración híbrida para ahorro de agua en aplicaciones solares térmicas (SOLHYCOOL)

Participantes:

CIEMAT

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Ministry of Science and Innovation. Knowledge Generation Projects 2021

Duración prevista:

Septiembre 2022 - Septiembre 2025

Situación:

En desarrollo

Resumen

La necesidad de reducir el consumo de agua en Aplicaciones Solares Térmicas es cada vez mayor, especialmente porque estas aplicaciones tienen un mayor nicho de mercado en zonas con importante escasez de agua. Este hecho, junto con el elevado precio del agua, pone en duda la rentabilidad de este tipo de aplicaciones y la sostenibilidad de su implementación.

Los objetivos del proyecto SOLHYCOOL son: avanzar en la tecnología de refrigeración híbrida para su uso en aplicaciones solares térmicas a escala comercial, como plantas de Concentración Solar y de Destilación Multiefecto impulsadas por energía solar y ubicadas en el interior, para posteriormente conseguir una reducción de consumo de agua en este tipo de aplicaciones. Mediante el uso de métodos de control automático se debe lograr una gestión óptima del funcionamiento de los sistemas de refrigeración híbridos en términos de consumo de agua evitando la penalización en la eficiencia de las aplicaciones solares térmicas en las que se integran los sistemas de refrigeración, viabilizando así la tecnología desde el punto de vista técnico y económico.

3.6.9.2.15 Purificación Del Aire Y Mitigación Del Cambio Climático Mediante Un Enfoque De Producción Descentralizada De Microalgas (CLEAN·AIR)

Participantes:

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

Contactos:

Dr. Tomás Valentín Lafarga Poyo (tomas.lafarga@ual.es)

Fuente de financiación:

Proy. Estrat. Orient. Transición Ecológica y a la Transición Digital 2021

Duración prevista:

Diciembre 2022 – Diciembre 2024

Situación:

en desarrollo

Resumen

La contaminación del aire es el mayor factor de riesgo ambiental de muerte prematura y causa 1 de cada 9 muertes en todo el mundo. CLEAN·AIR tiene como objetivo transformar las ciudades, principales emisores de CO2 y otros contaminantes, en componentes importantes en la implementación de políticas de adaptación al cambio climático y mitigación de CO2. Para ello, el proyecto desarrollará y validará un novedoso proceso de filtración de aire basado en microalgas que garantizará una calidad de aire segura y confortable en el interior de los edificios independientemente de la calidad del aire ambiente. Objetivos:

El proyecto también desarrollará una novedosa estrategia de producción descentralizada de microalgas utilizando edificios y casas como fábricas biológicas que servirán a una instalación de procesamiento centralizada para producir alimentos y productos agrícolas sostenibles.

3.6.10 Participación en Redes durante 2023

Participación en redes nacionales	
Participación en redes internacionales	5

Red Iberoamericana para el tratamiento de efluentes con microalgas (RENUWAL)

<https://www.cyt.ed.org/renuwal>

Fuente de financiación:

CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Duración prevista:

2020-2024

Situación:

En desarrollo

Objetivo:

Desarrollar actividades de difusión y formación, así como colaboraciones con empresas en el ámbito de la biotecnología de microalgas, aplicada al tratamiento de aguas residuales.

Red Internacional de Investigación y Transferencia en Procesos Sostenibles Basados en Microalgas (RITAL)

Participantes:

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI)

Contactos:

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI)

Fuente de financiación:

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI)

Situación:

En desarrollo

Objetivo:

La red RITAL tiene como objetivo mejorar el conocimiento existente en procesos basados en microalgas para el tratamiento de aguas residuales y la obtención de productos de interés agrícola y acuícola, así como la formación de científicos, tecnólogos y profesionales en este campo, y la transferencia de conocimiento al sector productivo

European Algae Biomass Association (EABA)**Participantes:**

<https://www.eaba-association.org/en>

Contactos:

carlos.unamunzaga@eaba-association.org

<https://www.eaba-association.org/en>

Fuente de financiación:

<https://www.eaba-association.org/en>

Duración prevista:

Indefinida

Situación:

En desarrollo

EU4Algae Maritime Forum**Participantes:**

https://maritime-forum.ec.europa.eu/theme/blue-economy-and-fisheries/blue-economy/eu4algae_en

Contactos:

eu4algae@gmail.com

Fuente de financiación:

European Commission

Duración prevista:

Indefinida

Situación:

En desarrollo

ParAqua COST Action. Aplicaciones de parásitos zoospóricos en sistemas acuáticos" (ParAqua) CA20125**Participantes:**

<https://www.cost.eu/actions/CA20125/#tabs+Name:Working%20Groups%20and%20Membership>

Contactos:

Dr. Francisco Gabriel Acién Fernández (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

EU ParAqua COST Action

Duración prevista:

Enero 2022 – Enero 2025

Situación:

En desarrollo

3.6.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Contratos con empresas

- Contrato de investigación con la empresa Biorizon Biotech para el desarrollo de procesos mejorados de obtención de bioestimulantes y biopesticidas a partir de microalgas dentro del proyecto ALGENAUTS.
- Contrato de desarrollo industrial con la empresa D&BTech para la instalación de nuevos reactores de producción de microalgas (COVAP, CEPESA)
- Contrato de investigación con la empresa ALGEMY INGREDIENTS para el desarrollo de un proceso de producción de Chlorella vulgaris
- Contrato de investigación con la empresa Algaria Srl para la Mejora de la capacidad de producción a gran escala de Spirulina platensis en sistemas abiertos.
- Contrato de investigación con la empresa Biorizon Biotech SL para la Optimización del diseño y operación de la planta de Carboneras (ALGAVILLAGE).
- Contrato de investigación con la empresa CHLYDRO para la Evaluación del potencial de captura de CO2 de procesos basados en plantas acuáticas y algas.

3.6.12 Actividades de Formación y Divulgación

Organización de Cursos

- Short training for technical staff and scientists, Hydrogen production by solar photocatalysis in presence of organic contaminants, Almería, España, 2023.

Otras actividades de formación y divulgación

- La Noche Europea de los Investigadores 2023 - Universidad de Almería, Almería, España, 2023
- XII Simposio Ciencias Experimentales San Alberto – Universidad de Almería, Almería, España, 2023
- Taller de tratamientos de efluentes industriales alternativos a base de cultivos microalgales - Red Iberoamericana para el tratamiento de efluentes con microalgas. Buenos Aires, Argentina 2023
- Taller de tratamientos alternativos de efluentes industriales a base de cultivos microalgales - Red Iberoamericana para el tratamiento de efluentes con microalgas (RENUWAL). Buenos Aires, Argentina 28 Junio 2023
- Jornada “Usos de las microalgas en agricultura y ganadería” - SFTT Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica de la CARM. Murcia, España, 2023
- Algas (Microalgas): Nuevos ingredientes sostenible para la industria de alimentos funcionales. Conferencia a estudiantes de Biotecnología, Reunión Equipo Investigación Proyecto UNAP, Visita a Empresas Solarium Biotechnology y Atacama Bio, Definición futuros trabajos colaborativos. Iquique, Chile, 2023.
- Participación en la Feria de la Ciencia de Almería, 4 mayo 2023.
- Participación en la Noche Europea de los Investigadores, Almería, España, 29 septiembre 2023.
- Actividades educativas sobre energía solar térmica y desalación en: IES Pablo Ruiz Picasso de El Ejido (Patricia Palenzuela, 17 febrero); IES Cerro Milano de Alhama de Almería (Isabel Requena, 21 febrero); IES Rio Aguas de Sorbas (Isabel Requena, 10 abril); e IES Sol de Portocarrero (Isabel Requena, 3 mayo y Alba Ruiz-Aguirre, 16 junio), 2023.
- Participación en “Noche en las aulas” Almería, España, 29 septiembre 2023.
- Participación en “Cafés en el jardín” del Parque de las Ciencias de Granada (Guillermo Zaragoza, 15 junio, “Living Lab de Desalación Sostenible: descarbonización de la desalación y valorización de sus residuos”), 2023.

- Participación en el taller “Solar-powered high-recovery groundwater desalination with salt-tolerant crop cultivation for integrated brine management” en Limassol, Chipre (Guillermo Zaragoza, 26 mayo), 2023.
- Participación en un curso sobre “Uso de energía solar en desalación” organizado por el Laboratorio de Investigaciones Medioambientales de Zonas Áridas Arica, Chile 31 Mayo, 2023.
- P. Palenzuela, J.M. Serrano, “Cómo llegamos al mundo de la ciencia y qué se investiga en la PSA”, Charla para estudiantes del Instituto de Educación Secundaria (IES) Pablo Ruiz Picasso, Almería, 17 de febrero 2023.
- I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, “Uso de la energía solar para obtener agua potable”, Charla para estudiantes del Instituto de Educación Secundaria (IES) Cerro Milano, Alhama de Almería, 21 de febrero 2023.
- G. Zaragoza, Innovación para la desalación sostenible, PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. Jornada “La desalación y los cultivos marinos en la estrategia andaluza de economía azul sostenible”, organizada por la Secretaría General de Sostenibilidad, Medio Ambiente, Agua y Economía Azul de la Junta de Andalucía, Almería, España, 19 abril 2023.
- P. Palenzuela, L. Roca, Concentrating Solar energy and desalination. PRESENTACIÓN ORAL. Conference for the students from Internationa French School in Dubai, Almería, España, 24 april 2023,.
- I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, “Uso de la energía solar para obtener agua potable”, Charla para estudiantes del Instituto de Educación Secundaria (IES) Sol de Portocarrero, 3 de mayo de 2023, Almería.
- III Feria de la Ciencia con IES Río Aguas y IES Gaviota, Almería, España, 4 de mayo 2023.
- G. Zaragoza, Tecnologías de Desalación. Seminario de transferencia tecnológica organizado por el Laboratorio Medioambiental de Zonas Áricas (LIMZA) de la Universidad de Tarapacá (Chile), Arica (Chile), 31 mayo 2023.
- P. Palenzuela, Innovación en desalación con energías renovables. PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. Panel temático “Energías Renovables y Cambio Climático” en el marco de la Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible, 14 junio 2023.
- G. Zaragoza, Solutions for a successful implementation of small-scale desalination. Webinar “Small Scale Desalination” organizado por la European Desalination Society, 14 septiembre 2023. (online)
- G. Zaragoza, Water Mining: Sustainable Desalination Living Lab, PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. Workshop: Regulatory learning with Living Labs. Open Living Lab days, Barcelona, España, 22 septiembre 2023.
- P. Palenzuela, L. Roca, “La importancia del agua en plantas termosolares de producción de electricidad”, Charla para estudiantes del IES Bahía de Almería con motive de la Noche en las aulas, 29 de septiembre de 2023, Almería.
- G. Zaragoza, Experience with Sustainable Desalination Living Lab, PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. Workshop “Stakeholder engagement in EU projects - Experiences from the CIRSEAU cluster projects”, 7 noviembre 2023. (online).
- G. Zaragoza, Sea Mining case studies in Water Mining project, PRESENTACIÓN ORAL INVITADA. Workshop “Critical Raw Materials from unconventional water sources: Ensuring supply through Circular Economy”, 17 noviembre 2023, Barcelona (Spain).

3.6.13 Proyectos solicitados durante 2023

- EU MicroAlgae-based Carbon fixation Integrated with Blomass combustion And DEveloped to transform regions’ Sustainability – ALCIBIADES
- EU Biogenic CO₂ capture into Sustainable Energy Carriers - A novel photosynthetic and hydrogenotrophic CO₂ fixation combined with waste nutrient upcycling for production of carbon negative energy carriers (COSEC)
- EU Advancing European seaweed and microalgae production systems for feed and food uses

- Proyecto Life SALTEAU (“Sustainable drinking and irrigation water production from saline alternative water resources”) coordinado por Aqualia, PSA (participante), UAL (third party)

3.6.14 Otros

Trabajos fin de máster:

- Rubén López Pastor (Máster en Energía Solar). Energía Solar Térmica Aplicada al Secado de Microalgas.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Bueso Sánchez, Alejandro (G. Zaragoza, JD Gil)
- Requena Requena, Isabel (G. Zaragoza, JA Andrés-Mañas)
- Serrano Rodríguez, Juan Miguel (Lidia Roca, Patricia Palenzuela).
- Villachica Llamosas, Joyce Gloria (Sixto Malato, Alba Ruiz-Aguirre).
- Rebecca Nordio (Francisco Gabriel Acien Fernández)
- Cristian Inostroza González (José María Fernández Sevilla)
- Pablo Fernández del Olmo (José María Fernández Sevilla)
- José Vicente Reinoso Moreno (Francisco Gabriel Acien Fernández)
- Loreto Cavieres Sena (Francisco Gabriel Acien Fernández)
- Martina Ciardi (José María Fernández Sevilla y Cintia Gómez Serrano)
- Silvia Villaró Cos (Tomas Lafarga)
- Elia Rivera (Tomas Lafarga)

Premios obtenidos durante 2023

- Cluster Martítimo Marino de Andalucía. 2023.
- Alejandro Bueso Sánchez. Premio mejor trabajo fin de máster Catedra Aqualia. 2023.
- Isabel Requena, Juan Antonio Andrés Mañas y Guillermo Zaragoza. Premio Mejor Póster en el congreso internacional AEDyR “Mirando al futuro del agua”. 2023.

4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.

4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO

Director	José Luis Casas López Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería joseluis.casas@ual.es
Subdirector	Sixto Malato Rodríguez Profesor de Investigación de O.P.I., CIEMAT sixto.malato@psa.es

4.2 EQUIPO TÉCNICO

Área de Química	Octavio Malato Rodríguez omalato@ual.es
Área de Energía	Enrique García Campos ecampos@ual.es
Área de divulgación y transferencia	Irene Fernández Gómez Irene.Fdz@ual.es

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 López Catedrática de la UAL aaguera@ual.es	Isabel Oller Alberola 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 Hervás Profesor Titular de la UAL jhervas@ual.es	Lidia Roca Sobrino Investigador de O.P.I. CIEMAT lroca@psa.es
Desalación y Fotosíntesis	José M. Fernández Catedrático de la UAL jfernand@ual.es	Guillermo Zaragoza Investigador de O.P.I. CIEMAT guillermo.zaragoza@psa.es
Recursos Solares y Frío Solar	Joaquín Alonso Montesinos Profesor Titular de la UAL joaquin.alonso@ual.es	Jesús María Ballestrín Bolea Investigador de O.P.I. CIEMAT jballestrin@psa.es

4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

José Antonio Sánchez Pérez

Vicerrector de Política Científica, Universidad de Almería

vidual@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

Diego Alarcón

Científico Titular de OPI, PSA, CIEMAT

diego.alarcon@psa.es

4.4 COMITÉ EVALUADOR EXTERNO

Ángela Fernández Curto

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

af.curto@ciencia.gob.es

Carlos Bordons Alba

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

bordons@us.es

Ana María Amat Payá

Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia

aamat@txp.upv.es

David Serrano Granados

Catedrático de Ingeniería Química y Director de IMDEA-Energía

david.serrano@imdea.org

5. ANEXO- PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DETALLADA DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

5.1 QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Study of the biological activity of photoactive bipyridyl-Ru(II) complexes containing 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane (PTA). José Manuel Veiga del Pino, Franco Scalambra, Cristina Bermejo-Casadesús, Anna Massaguer, Federico Garcia-Maroto, Antonio Romerosa*. *Journal of Inorganic Biochemistry* 246 (2023) 112291. DOI: doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2023.112291
- Tetranuclear Ru₂Cu₂ and Ru₂Ni₂ complexes with nanomolar anticancer activity. Andrés Alguacil, Franco Scalambra, Pablo Lorenzo-Luis, Adrián Puerta, Aday González-Bakker, Zenaida Mendoza, José M. Padrón, Antonio Romerosa*. *Dalton Trans.*, 2023, 52, 9541–9545. DOI: 10.1039/D3DT01284K
- Evaluation of the Antiproliferative Properties of CpRu Complexes Containing N-Methylated Triazaphosphaadamantane Derivatives. Andres Alguacil, Franco Scalambra, Antonio Romerosa, Andreia Bento-Oliveira, Fernanda Marques, Ines Maximiano, Rodrigo F. M. de Almeida, Ana Isabel Tomaz, and Andreia Valente. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2023, Article ID 6669394. DOI: doi.org/10.1155/2023/6669394
- Ru complexes containing N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane (mPTA) as catalysts for the isomerization of 2-cyclohexen-1-ol. Belén López-Sánchez, Ana Belén Bohome-Espinosa, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. *Applied Organometallic Chemistry*, 2023, e6971. DOI: 10.1002/aoc.6971

Participación en congresos

- Symposium of Rare Earths, Sapporo, 30-31 mayo de 2023
- The 34th Annual Meeting of Photochemistry of Coordination Compounds, 2023, Yamanashi (Japan)

Contribuciones a congresos

- Water-soluble lanthanide complexes containing mPTAO ligands (N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane-7-oxide). J Veiga, I.F. Diaz-Ortega, F. Scalambra, A. Romerosa, M. Hasegawa. *Symposium of Rare Earths, Sapporo, 30-31 mayo de 2023. Comunicación oral 1A-15.*
- Luminescence properties of lanthanide complexes containing mPTAO ligands (N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphadamantane-7-oxide). J Veiga, F. Scalambra, I.F. Diaz-Ortega, Akinari Abe, Hitomi Ohmagari, M. Hasegawa, A. Romerosa. *The 34th Annual Meeting of Photochemistry of Coordination Compounds, 2023, Yamanashi (Japan). Poster and flash presentation. P57.*

Tesis doctorales defendidas

- Isomerización de Alcoholes Alílicos Catalizada por Complejos de Rutenio Hidrosolubles. María Belén López Sánchez. Universidad de Almería. FACULTAD/ESCUELA: Departamento de Química y Física. 30/06/2023. Sobresaliente CUM LAUDE Unanimidad.
- Nuevos complejos poliheterometálicos con actividad anticancerígena que contienen el ligando dmoPTA (3,7-dimetil-1,3,7-triaza-5 fosfabiciclo[3.3.1]nonano). Andrés Alguacil Alarcón. Universidad de Almería, 22/09/2023, Sobresaliente CUM LAUDE Unanimidad.

5.2 ANÁLISIS AMBIENTAL

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Solar photo-Fenton optimization at neutral pH for microcontaminant removal at pilot plant scale. Hinojosa, M., Oller, I., Quiroga, J.M., Malato, S., Egea-Corbacho, A., Acevedo-Merino. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (42), pp. 96208-96218, 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-28988-7.

Artículos en colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Assessment of new immobilized photocatalysts based on TiO₂ for wastewater decontamination. Hernández-Zanoletty, A., Cabezuelo, O., París-Reche, A., Oller, I., Polo-López, M.I., Agüera, A., Plaza, P., Marín, M.L., Boscá, F., Malato, S. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11 (6), art. no. 111291, 2023. DOI: 10.1016/j.jece.2023.111291
- Pilot-scale sulfate radical-based advanced oxidation for wastewater reuse: simultaneous disinfection, removal of contaminants of emerging concern, and antibiotic resistance genes. Guerra-Rodríguez, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Polo-López, M.I., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Rodríguez, E., Rodríguez-Chueca, J. *Chemical Engineering Journal*, 477, art. no. 146916, 2023. DOI: 10.1016/j.cej.2023.146916.
- Continuous flow operation of solar photo-Fenton fused with NaOCl as a novel tertiary treatment. Attar, S.B.-E., Soriano-Molina, P., Pichel, N., París-Reche, A., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Pérez, J.A.S. *Journal of Hazardous Materials*, 460, art. no. 132354, 2023. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132354.
- Continuous solar photo-Fenton for wastewater reclamation in operational environment at demonstration scale. Gualda-Alonso, E., Pichel, N., Soriano-Molina, P., Olivares-Ligero, E., Cadena-Aponte, F.X., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A., Casas López, J.L. *Journal of Hazardous Materials*, 459, art. no. 132101, 2023. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132101.
- Novel Pilot-Scale Photocatalytic Nanofiltration Reactor for Agricultural Wastewater Treatment. Theodorakopoulos, G.V., Arfanis, M.K., Sánchez Pérez, J.A., Agüera, A., Cadena Aponte, F.X., Markellou, E., Romanos, G.E., Falaras, P. *Membranes*, 13 (2), art. no. 202, 2023. DOI: 10.3390/membranes13020202.
- Assessment of solar water disinfection enhancement with H₂O₂ and dissolved oxygen on inactivating different waterborne pathogens. Martínez-García, A., Nahim-Granados, S., Berruti, I., Oller, I., Polo-López, M.I. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11 (6), art. no. 111145, 2023. DOI: 10.1016/j.jece.2023.111145.
- Ozonation Vs sequential solar driven processes as simultaneous tertiary and quaternary treatments of urban wastewater: A life cycle assessment comparison. Maniakova, G., Polo López, M.I., Oller, I., Malato, S., Rizzo, L. *Journal of Cleaner Production*, 413, art. no. 137507, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137507.
- Peroxymonosulfate/Solar process for urban wastewater purification at a pilot plant scale: A techno-economic assessment. Berruti, I., Nahim-Granados, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Oller, I., Polo-López, M.I. *Science of the Total Environment*, 881, art. no. 163407, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163407.
- The reactivity of peroxymonosulfate towards sulfamethoxazole. Berruti, I., López, M.I.P., Oller, I., Laurenti, E., Minella, M., Calza, P. *Catalysis Today*, 413-415, art. no. 113975, 2023. DOI: 10.1016/j.cattod.2022.12.006.
- Microcontaminant removal in solar pilot scale photoreactors with commercial iron nanoparticles obtained from olive mill wastewater. Roccamante, M., Ruiz-Delgado, A., Cabrera-Reina, A., Malato, S., Oller, I., Hernández-Zanoletty, A., Miralles-Cuevas, S. *Catalysis Today*, 413-415, art. no. 113968, 2023. DOI: 10.1016/j.cattod.2022.11.029.

Participación en congresos

- 18 International Conference on Environmental Science & Technology, Atenas, Grecia, 2023.
- V congreso de procesos avanzados de oxidación y II Simposio de Química básica y aplicada, Santiago de Cali, Colombia, 2023.
- IOA World Congress & Exhibition, Milan, Italy, 2023.

- International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC 41), Amsterdam, Países Bajos, 2023.
- XII Asamblea General de la Mesa Española de Tratamiento de Agua, Oviedo, España, 2023.
- XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023
- XXII Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques, S'Arenal, Mallorca, 2023.
- 11th World Congress of Chemical Engineering (WCCE11), Buenos Aires, Argentina, 2023.

Contribuciones a congresos

- Disinfection by products and toxicity for the treatment of Urban Wastewater Effluent by ozonation at pilot plant. K.J. Castañeda Retavizca, S. Malato, M.I. Polo-López, I. Oller, S. Nahim-Granados, S. Pillai, K. O'Dowd, A. Agüera, P. Plaza-Bolaños. *IOA World Congress & Exhibition, Milan, Italy, 2023 (Poster)*.
- Evaluación analítica de procesos avanzados de oxidación. Ana Agüera. *V congreso de procesos avanzados de oxidación y II Simposio de Química básica y aplicada, Santiago de Cali, Colombia, 2023. (Oral Invitada)*
- Tratamiento, regeneración y valorización de aguas residuales. Monitorización mediante técnicas analíticas y microbiológicas avanzadas. Isabel Oller. *V Congreso Colombiano de Procesos Avanzados de Oxidación (VCCPAOX) y II Simposio Colombiano de química "Nuevas tendencias y desafíos en química verde y ambiental", Universidad del Valle, Cali (Colombia), 3 de noviembre de 2023. (Plenaria invitada)*.
- Photocatalytic nanofiltration reactor for agricultural wastewater purification and reuse. Theodorakopoulos G.V., Arfanis M.K., Agüera A., Cadena-Aponte F.X., Sánchez-Pérez J.A., Markellou E., Romanos G.Em., Falaras P. *18 International Conference on Environmental Science & Technology, Atenas, Grecia, 2023 (Oral)*.
- Evaluation of antibiotic levels in a real water reuse system for agricultural irrigation. P. Plaza-Bolaños, F.X. Cadena-Aponte, S. Nahim-Granados, I. Polo-López, I. Oller, A. Agüera. *International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC 41), Amsterdam, Países Bajos, 2023. (Oral)*.
- Determination of haloacetic acids in reclaimed water and drinking water by direct injection and hydrophilic interaction chromatography coupled with mass spectrometry. E. Jambrina-Hernández, P. Plaza-Bolaños, S. Nahim-Granados, A. Paris-Reche, I. Oller, A. Agüera. *International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC 41), Amsterdam, Países Bajos, 2023. (Oral)*.
- Organic microcontaminant levels in treated and reclaimed water from wastewater treatment plants in southeastern Spain: are they ready for future EU requirements. P. Plaza-Bolaños, E. Jambrina-Hernández, A. Paris-Reche, F.X. Cadena-Aponte, I. Rodríguez-Ruano, J.L. Casas-López, F.J. Martínez-Rodríguez, A. Agüera. *International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC 41), Amsterdam, Países Bajos, 2023. (Poster)*.
- Evaluation of the generation of trihalomethanes in reclaimed water produced by advanced chlorination tertiary treatments using headspace and gas chromatography coupled to mass spectrometry. E. Jambrina-Hernández, A. Paris-Reche, S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez-Pérez, A. Agüera. *International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC 41), Amsterdam, Países Bajos, 2023. (Poster)*.
- Herramientas analíticas para el diseño de tratamientos de contaminantes de preocupación emergente en aguas, P. Plaza-Bolaños. *XII Asamblea General de la Mesa Española de Tratamiento de Agua, Oviedo, España, 2023. (Oral)*
- Target and suspect analysis of contaminants of emerging concern in water reuse practices: challenges and future perspectives. Ana Agüera, Patricia Plaza-Bolaños, Flor X. Cadena Aponte, Agustín Paris-Reche, Eva Jambrina. *XXII Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques, S'Arenal, Mallorca, 2023. (Plenaria Invitada)*.
- Direct injection analysis of haloacetic acids in treated wastewater and drinking water by hydrophilic interaction chromatography coupled to mass spectrometry. Patricia Plaza-Bolaños, Eva Jambrina-Hernández, Samira Nahim-Granados, Agustín Paris-Reche, Ana Agüera. *XXII Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques, S'Arenal, Mallorca, 2023. (Poster)*.

- Evaluation of pilot-scale advanced oxidation treatments on a real secondary effluent for the removal of contaminants of emerging concern and antibiotic resistance genes. Guerra-Rodríguez, S, Abeledo-Lameiro, M.J., Polo-López, M.I., Plaza-Bolaños, P, Agüera, A., Rodríguez, E, Rodríguez-Chueca, J. *11th World Congress of Chemical Engineering (WCCE11), Buenos Aires, Argentina, 2023.*
- Evaluación química del proceso Foto-Fenton solar para tratamiento de aguas residuales: determinación de contaminantes de preocupación emergente mediante UHPLC-QqLIT-MS/MS. F. X. Cadena-Aponte, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera. *XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023 (Oral Flash).*
- 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 en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023 (Cartel).*
- Development of a direct injection method for the analysis of 224 organic micropollutants in wastewater and drinking water samples using ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry. E. Jambрина-Hernández, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera. *XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023 (Cartel).*
- Sensitive monitoring of estrogens in wastewater and drinking water by ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry. E. Jambрина-Hernández, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, A. Agüera. *XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023 (Cartel).*
- Evaluation of the formation of trihalomethanes in reclaimed water generated by chlorination and solar photo-Fenton processes. A. Paris-Reche, S. Belachqer, P. Soriano-Molina, P. Plaza-Bolaños, J. A. Sánchez-Pérez, A. Agüera. *XI Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales, Almería, España, 2023 (Cartel).*

Organización de congresos

- V congreso de procesos avanzados de oxidación y II Simposio de Química básica y aplicada, Santiago de Cali, Colombia, 1-3 noviembre, 2023.

Tesis doctorales defendidas

- Nuevas tecnologías solares aplicadas a la eliminación de contaminantes de preocupación emergente presentes en aguas naturales. Melina A. Roccamante. Departamento de Ingeniería Química. 23 de enero de 2023. Sixto Malato Rodríguez y Sara Miralles Cuevas.

5.3 TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Demonstrating the feasibility of a novel solar photo-Fenton strategy for full-scale operationalization according to EU 2020/741 disinfection targets for water reuse. N. Pichel, S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, J.A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal* 472 (2023) 144935. DOI: 10.1016/j.cej.2023.144935

Artículos en colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- The reactivity of peroxymonosulfate towards sulfamethoxazole. I. Berruti, M. I. Polo López, I. Oller, E. Laurenti, M. Minella, P. Calza. *Catalysis Today*, 413-415, 113975, 2023. DOI: 10.1016/j.cattod.2022.12.006
- Ozonation Vs sequential solar driven processes as simultaneous tertiary and quaternary treatments of urban wastewater: A life cycle assessment comparison. G. Maniakova, M.I. Polo López, I. Oller, S. Malato, L. Rizzo. *Journal of Cleaner Production*, 413, 137507, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137507
- Assessment of solar water disinfection enhancement with H₂O₂ and dissolved oxygen on inactivating different waterborne pathogens. A. Martínez-García, S. Nahim-Granados, I. Berruti, I. Oller, M.I. Polo-López. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11, 111145, 2023. DOI: 10.1016/j.jece.2023.111145
- Peroxymonosulfate/Solar process for urban wastewater purification at a pilot plant scale: A techno-economic assessment. *Science of the Total Environment*. I. Berruti, S. Nahim Granados, M.J. Abeledo Lameiro, I. Oller, M.I. Polo López. *Science of the Total Environment*, 881, 163407, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163407
- Regeneración de efluentes de EDAR mediante tecnologías solares a escala planta piloto. M.J. Abeledo-Lameiro, K.J. Castañeda Retavizca, A. Hernández-Zanoletty, I. Berruti, S. Nahim-Granados, S. Malato Rodríguez, I. Oller Alberola, M.I. Polo López. *Industria química*, 115, 30-3, 2023. Continuous flow operation of solar photo-Fenton fused with NaOCl as a novel tertiary treatment. S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, N. Pichel, A. Paris-Reche, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. *Journal of Hazardous Materials* 460 (2023) 132354. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132354
- Continuous solar photo-Fenton for wastewater reclamation in operational environment at demonstration scale. E. Gualda-Alonso; N. Pichel; P. Soriano-Molina; E. Olivares-Ligero; F.X. Cadena-Aponte; A. Agüera; J.A. Sánchez Pérez; J.L. Casas López. *Journal of Hazardous Materials* 459 (2023) DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132101
- FentonSims®: A novel interactive simulation tool for computational kinetics of microcontaminant removal by the solar photo-Fenton process. E. Gualda-Alonso, D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J.L. Guzmán, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal* 468 (2023) 143791. DOI: 10.1016/j.cej.2023.143791
- A novel control system approach to enhance the efficiency of solar photo-Fenton microcontaminant removal in continuous flow raceway pond reactors. D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J.L. Guzmán Sánchez, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal* 455 (2023). 140760. DOI: 10.1016/j.cej.2022.140760
- Experimental study of wastewater micropollutant removal by solar photo-Fenton using a virtual lab. M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas López, A.B. Esteban García, A.S. Zurano, J.M. Fernández Sevilla. *Computer Applications in Engineering Education* 31 (2023) 457-468. DOI: 10.1002/cae.22699
- Influence of culture media composition on the rheology of microalgae concentrates on a large scale. S. Belachqer-El Attar, A. Morillas-España, A. Sánchez-Zurano, J.L. Casas López, G. Acien. *New Biotechnology* 77 (2023) 90-99. DOI: 10.1016/j.nbt.2023.07.005
- Thermochemical valorization of greenhouse cucumber, tomato and pepper as biofuel. M. Guadalupe Pinna-Hernández, M. J. Díaz Villanueva, M. Cortés-Izurdiaga, S. Jiménez Becker, J.L. Casas López, F.G. Acien Fernández. *Heliyon* 9 (2023) e22513. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e22513

- Virtual labs for the study of enzymatic stirred tank bioreactors. A. Sánchez Zurano, J.M. Fernández Sevilla, A.B. Esteban García, M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas López. *Computer Applications in Engineering Education* 31 (2023) 457–468. DOI: 10.1002/cae.22510
- Pilot-scale sulfate radical-based advanced oxidation for wastewater reuse: simultaneous disinfection, removal of contaminants of emerging concern, and antibiotic resistance genes. S. Guerra-Rodríguez, M.J. Abeledo-Lameiro, M.I. Polo-López, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, E. Rodríguez, J. Rodríguez-Chueca. *Chemical Engineering Journal*, 477, 146916, 2023. DOI: 10.1016/j.cej.2023.146916
- Assessment of new immobilized photocatalysts based on TiO₂ for wastewater decontamination. A. Hernández-Zanoletty, O. Cabezuelo, A. París-Reche, I. Oller, M. I. Polo-López, A. Agüera, P. Plaza, M. L. Marín, F. Boscá, S. Malato. *Computer Applications in Engineering Education*, 11, 111291, 2023. DOI: 10.1016/j.jece.2023.111291

Participación en congresos

- WCCE11 - 11th World Congress of Chemical Engineering, Buenos Aires, Argentina, 2023.
- Water innovation and circularity conference (WIIC), Atenas, Grecia, 2023.
- 6th IWA International Conference on eco-Technologies for Wastewater Treatment, Girona, España, 2023.
- 26th World Congress & Exhibition Ozone and Advanced Oxidation Leading-edge science and technologies, 2023.
- Mesa Española de Tratamiento de Aguas (META). Seminario Técnico sobre Contaminantes Emergentes en Aguas y Lodos. Oviedo, España, 2023.
- 4th Doctoral Colloquium. SFERA-III Solar Facilities for the European Research Area, Cologne, Alemania, 2023.
- 2nd Edition of the International School on Water Reuse, Torino, Italia, 2023.
- 8th International Conference on Semiconductor Photochemistry (SP 8), Strasbourg, Francia, 2023.
- XXII Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques (SECyTA). S' Arenal, Mallorca, 2023.
- V congreso de procesos avanzados de oxidación. Santiago de Cali, Colombia, 2023.
- VII Reunión Nacional de Grupos de Fotocatálisis, Valencia, España, 2023.
- XII Simposio de investigación en ciencias experimentales 2023, Almería, España, 2023.
- XII SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES 2023. Universidad de Almería, España, 2023.
- International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC-41), Amsterdam, Países Bajos, 2023.

Contribuciones a congresos

- Peroxymonosulfate/Solar process for the simultaneous disinfection and decontamination of urban wastewater at pilot plant scale. I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, I. Oller, M.I. Polo-López. 6th IWA International Conference on eco-Technologies for Wastewater Treatment, Girona, España, 2023. (Oral)
- Natural based solutions combined with solar processes at pilot scale for urban wastewater reclamation. A. Hernández-Zanoletty, P. Simón, S. Nahim-Granados, I. Oller, M.I. Polo-López. 6th IWA International Conference on eco-Technologies for Wastewater Treatment, Girona, España, 2023. (Oral)
- Evaluation of pilot-scale advanced oxidation treatments on a real secondary effluent for the removal of contaminants of emerging concern and antibiotic resistance genes. S. Guerra-Rodríguez, M.J. Abeledo-Lameiro, M.I. Polo-López, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, E. Rodríguez, J. Rodríguez-Chueca. WCCE11 - 11th World Congress of Chemical Engineering, Buenos Aires, Argentina, 2023. (Oral)

- Development of SODIS technologies for the effective disinfection of drinking water: Microbicidal efficacy, toxicity and long-term use. K. O'Dowd, I. Oller, M.I. Polo-López, J. Marugán, H. Gómez-Couso, R. Marasini, K.G McGuigan, S.C. Pillai. *WCCE11 - 11th World Congress of Chemical Engineering, Buenos Aires, Argentina, 2023. (Oral)*
- AQUACYCLE project: anaerobic bioreactors combined with natural based solutions and solar open photoreactors for wastewater recovery. A. Hernández-Zanoletty, P. Simón, S. Nahim-Granados, I. Oller, M.I. Polo-López, K. Plakas. *Water innovation and circularity conference (WIIC), Atenas, Grecia, 2023. (Oral)*
- Urban wastewater treatment by ozonation: pathogens and microcontaminants removal, disinfection byproducts and toxicity evaluation. K.J. Castañeda Retavizca, K. O'Dowd, S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, S. Malato, M.I. Polo-López, S. Pillai, A. Agüera, I. Oller. *26th World Congress & Exhibition Ozone and Advanced Oxidation Leading-edge science and technologies, Milan, Italia, 2023. (Flash & Poster)*
- Nuevo tratamiento sostenible de regeneración de aguas residuales para reuso en riego agrícola: cloro-foto-Fenton. S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, A. Paris, E. Gualda-Alonso, E. Olivares-Ligero, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. *Mesa Española de Tratamiento de Aguas (META). Seminario Técnico sobre Contaminantes Emergentes en Aguas y Lodos. Oviedo (España), 2023. (Oral)*
- Acoplamiento de procesos UVC-LED y foto-Fenton/UVA-LED en reactores de flujo continuo para la regeneración de aguas residuales con eliminación simultánea de microcontaminantes. M.G. Pinna-Hernández, A.G. Trovó, P. Soriano-Molina, D. Rodríguez-García, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. *Mesa Española de Tratamiento de Aguas (META). Seminario Técnico sobre Contaminantes Emergentes en Aguas y Lodos. Oviedo (España), 2023. (Oral)*
- Assessment of two solar photoreactor's design for water decontamination using photo Fenton reactions. K.J. Castañeda Retavizca, M.I. Polo-López, S. Malato. *4th Doctoral Colloquium. SFERA-III Solar Facilities for the European Research Area, Cologne, Alemania, 2023. (Oral)*
- Decontamination of secondary wastewater treatment plant effluents by TiO₂ immobilized on silica support. A. Hernández-Zanoletty, I. Oller, M. I. Polo-López, O. Cabezuelo, M. L. Marín, F. Boscá, S. Malato. *8th International Conference on Semiconductor Photochemistry (SP 8), Strasbourg, Francia, 2023. (Flash & Poster)*
- Design and assessment of low cost solar photocatalytic reactors for water treatment. I. Espinoza Pavón, I. Berruti, S. Nahim Granados, I. Oller, S. Malato, M.I. Polo López. *2nd Edition of the International School on Water Reuse, Torino, Italia, 2023. (Poster)*
- Direct injection analysis of haloacetic acids in treated wastewater and drinking water by hydrophilic interaction chromatography coupled to mass spectrometry. P. Plaza-Bolaños, E. Jambriña-Hernández, S. Nahim-Granados, A. Paris-Reche, A. Agüera. *XXII Meeting of the Spanish Society of Chromatography and Related Techniques (SECyTA). S'Arenal, Mallorca, España, 2023 (Poster)*
- Evaluación de un fertilizante comercial y biodegradable (Fe³⁺-IDHA) como fuente de hierro para el tratamiento de agua mediante foto-Fenton solar a pH neutro. S. Nahim-Granados, I. Berruti, I. Oller, M.I. Polo López, S. Malato. *V congreso de procesos avanzados de oxidación. Santiago de Cali, Colombia, 2023 (Oral)*
- Evaluación de nuevos fotocatalizadores soportados para la regeneración de aguas residuales urbanas en la Plataforma Solar de Almería. A. Hernández-Zanoletty, A. Ruiz-Delgado, I. Espinoza Pavón, I. Berruti, S. Nahim-Granados, M.J. Abeledo-Lameiro, M. I. Polo-López, I. Oller, S. Malato. *VII Reunión Nacional de Grupos de Fotocatálisis, Valencia, España, 2023. (Oral)*
- Optimization of solar photo-Fenton as a pretreatment for microalgae-based piggery wastewater to reduce water inputs. A. Ferreira, S. Belachqer-El Attar, S. Villaró, M. Ciardi, P. Soriano-Molina, T. Lafarga, C. Marques-dos-Santos, F.G. Acién, L. Gouveia. *XII Simposio de investigación en ciencias experimentales 2023. Almería (España), 15 de noviembre de 2023. (Oral)*
- Pioneering in the scale-up of chlor-photo-Fenton as an eco-sustainable solution for water reuse in agriculture. S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, A. Paris-Reche, E. Jambriña-Hernández, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. *XII Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales 2023. Almería (España), 2023 (Poster)*
- Feasibility of the application of TiO₂ immobilization on stainless steel substrate for development of photocatalytic reactors. I. Espinoza-Pavón, I. Berruti, S. Nahim-Granados, I. Oller, S. Malato, M. I. Polo-

López, C. Monteserín, H. Zarrabe, A. Martínez, M. Blanco. *XII Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales 2023, Almería, España, 2023. (Poster)*

- Urban wastewater treatment by ozonation: pathogens and microcontaminants removal, disinfection byproducts and toxicity evaluation. K. Castañeda Retavizca, K. O'Dowd, S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, S. Malato, M.I. Polo-López, S. Pillai, A. Agüera, I. Oller. *XII Simposio de investigación. Universidad de Almería, España, 2023. (Poster)*
- Evaluation of antibiotic levels in a real water reuse system for agricultural irrigation. P. Plaza-Bolaños, F.X. Cadena-Aponte, S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, I. Oller, A. Agüera. *International Conference on Environmental & Food Monitoring (ISEAC-41), Amsterdam, Países Bajos, 2023. (Oral)*.
- Determination of haloacetic acids in reclaimed water and drinking water by direct injection and hydrophilic interaction chromatography coupled with mass spectrometry. E. Jambrina Hernández, P. Plaza Bolaños, S. Nahim Granados, A. Paris Reche, I. Oller Alberola, A. Agüera Lopez. *ISEAC-41 International Conference on Environmental & Food Monitoring. Amsterdam, The Netherlands, 2023. (Oral)*

Tesis doctorales defendidas

- Aprovechamiento de residuos vegetales de invernadero para calefacción y enriquecimiento carbónico. José Vicente Reinoso Moreno. Almería, 28/04/2023, Sobresaliente Cum Laude. Programa de Doctorado en Biotecnología y Bioprocesos Industriales Aplicados a la Agroalimentación y el Medio Ambiente. (Directores: Gabriel Acien Fernández y M^a Guadalupe Pinna Hernández)

5.4 MODELADO Y CONTROL

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- A GIS-AHP approach for determining the potential of solar energy to meet the thermal demand in southeastern Spain productive enclaves. J.A. Romero-Ramos, J.D. Gil, J.M. Cardemil, R.A. Escobar, I. Arias, M. Pérez. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 176, 113205, 2023. DOI: 10.1016/j.rser.2023.113205.
- A hierarchical optimization strategy in the intelligent ecological control of the greenhouse downy mildew. L. Ran, J.L. Guzmán, J.D. Gil, Y. Xinting, L. Ming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 214, 108337, 2023. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108337.
- A hybrid-MPC based energy management system with time series constraints for a bioclimatic building. A. Topa, J.D. Gil, J.D. Álvarez, J.L. Torres. *Energy*, 287, 129652, 2023. DOI: 10.1016/j.energy.2023.129652
- A learning-based model predictive strategy for pH control in raceway photobioreactors with freshwater and wastewater cultivation media. I. Pataro, J.D. Gil, J.L. Guzmán, M. Berenguel, J. Lemos. *Control Engineering Practice*, 138, 105619, 2023. DOI: 10.1016/j.conengprac.2023.105619.
- A practical solution to the saturation problem in feedforward control for measurable disturbances. Á. Hoyo, T. Hägglund, J.L. Guzmán, J.C. Moreno. *Control Engineering practice*, 139, 105636, 2023. DOI: 10.1016/j.conengprac.2023.105636.
- A Soft Sensor to Estimate the Opening of Greenhouse Vents Based on an LSTM-RNN Neural Network. M- Guesbaya; F. García-Mañas, F. Rodríguez, H. Megherbi; *Sensors*, 2023. DOI: 10.3390/s23031250.
- A Stochastic Nonlinear Predictive Controller for Solar Collector Fields Under Solar Irradiance Forecast Uncertainties. I. M. L. Pataro, J. D. Gil, M. V. A. da Costa, L. Roca, J. L. Guzman, and M. Berenguel. *IEEE Trans. Control Syst. Technol.*, pp. 1–13, 2023, DOI: 10.1109/TCST.2023.3298230.
- Balancing CO2 Emissions And Economic Cost In A Microgrid Through An Energy Management System Using Mpc And Multi-Objective Optimization. L. Polanco, J.L. Redondo, J.D. Alvarez, V. Ramirez, J.L. Torres-Moreno. *Applied Energy*, 347, 120998, 2023. DOI: 10.1016/j.apenergy.2023.120998.
- Cloud Detection and Tracking Based on Object Detection with Convolutional Neural Networks. J. A. Carballo, J. Bonilla, J. Fernández-Reche, B. Nouri, A. Avila-Marin, Y. Fabel, & D. Alarcón-Padilla. *Algorithms*, 16(10), 487.2023. DOI: 10.3390/a16100487.
- 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.G. Mañas, and M. Li. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 20(2), pp. 150–161, 2023. DOI: 10.4995/riai.2022.18119.
- Hierarchical control based on a hybrid nonlinear predictive strategy for a solar-powered absorption machine facility. I. Pataro, J.D. Gil, J.L. Guzmán, M. Berenguel, J. Lemos. *Energy*, 271, 126964, 2023. DOI: 10.1016/j.energy.2023.126964.
- Improving Temperature Tracking Control for Solar Collector Fields Based on Reference Feedforward. I. M. L. Pataro, J. D. Gil, M. V. A. da Costa, L. Roca, J. L. Guzman, and M. Berenguel. *IEEE Trans. Control Syst. Technol.*, pp. 1–12, 2023, DOI: 10.1109/TCST.2023.3273398.
- Hybrid System of Photovoltaic and Solar Thermal Technologies for Industrial Process Heat. Rosales-Pérez JF, Villarruel-Jaramillo A, Romero-Ramos JA, Pérez-García M, Cardemil JM, Escobar R. *Energies* 16(5):2220, . 2023; DOI: 10.3390/en16052220.
- Modeling and Performance Evaluation of Hybrid Solar Cooling Systems Driven by Photovoltaic and Solar Thermal Collectors—Case Study: Greenhouses of Andalusia. Villarruel-Jaramillo A, Rosales-Pérez JF, Pérez-García M, Cardemil JM, Escobar R. *Energies*. 16(13):4888. 2023; DOI: 10.3390/en16134888.
- Modeling and Energy Management of a Microgrid Based on Predictive Control Strategies. A. Topa, J.D. Gil, J.D. Alvarez, J.L. Torres-Moreno, P.G. Manuel. *Solar*, vol. 3, no. 1, pp. 62-73, 2023. DOI: 10.3390/solar3010005.
- Multi-scenario model predictive control for greenhouse crop production considering market price uncertainty. F. García-Mañas, F. Rodríguez, M. Berenguel, and J. M. Maestre. *IEEE Trans. Autom. Sci. Eng.*, 2023. DOI: 10.1109/TASE.2023.3271896.

- MultiVehicle Simulator (MVSIM): lightweight dynamics simulator for multiagents and mobile robotics research. J.L. Blanco, B. Tymchenko, F. Mañas-Alvarez, F. Cañadas-Aránega, A. López-Gázquez, J.C. Moreno. *SoftwareX*, 23, 101443, 2023. DOI: 10.1016/j.softx.2023.101443.
- On the optimal demand-side management in microgrids through polygonal composition. A. Topa, N.C. Cruz, J.D. Alvarez, J.L. Torres-Moreno. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 34, 101066, 2023. DOI: 10.1016/j.segan.2023.101066.
- Optimal model-free adaptive control based on reinforcement Q-Learning for solar thermal collector fields. I. Pataro, Rita Cunha, J.D. Gil, J.L. Guzmán, M. Berenguel, J. Lemos. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 106785, 2023. DOI: 10.1016/j.engappai.2023.106785.
- Performance study of disturbance rejection in linear quadratic controllers: A practical adaptive tuning method. I. Pataro, J.D. Gil, J.L. Guzmán, J. Lemos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17, 329-343, 2023. DOI: 10.4995/riai.2023.19703.
- Predictive control strategies for solar furnace systems on the basis of practical constrained solutions. Pataro, J.D. Gil, J.L. Guzmán, M. Berenguel, I. Cañadas. *Journal of Process Control*, 132, 103114, 2023. DOI: 10.1016/j.jprocont.2023.103114.

Artículos en colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- A novel control system approach to enhance the efficiency of solar photo-Fenton microcontaminant removal in continuous flow raceway pond reactors. D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J. L. Guzmán, J.L. García, J.L. Casas, and J.A. Sánchez-Pérez. *Chemical Engineering Journal*, 455, 140760, 2023. DOI: 10.1016/j.cej.2022.140760.
- An artificial intelligence approach for identification of microalgae cultures. P. Otálora, J.L. Guzmán, F.G. Ación, M. Berenguel, A. Reul. *New Biotechnology*, 77, pp. 58-67, 2023. DOI: 10.1016/j.nbt.2023.07.003.
- Application of Machine Learning to Characterize the Permeate Quality in Pilot-Scale Vacuum-Assisted Air Gap Membrane Distillation Operation. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, J.D. Gil, G. Zaragoza. *Membranes*, 13, 857, 2023. DOI: 10.3390/membranes13110857.
- Data-driven online feedback optimization of solar membrane distillation systems operating in batch mode. J. D. Gil, A. Bueso, L. Roca, G. Zaragoza, and M. Berenguel. *J. Process Control*, vol. 129, p. 103056, 2023, DOI: 10.1016/j.jprocont.2023.103056.
- Data-Driven pH Model in Raceway Reactors for Freshwater and Wastewater Cultures. P. Otálora, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Ación. *Mathematics*, 11(7), 1614, 2023. DOI: 10.3390/math11071614.
- FentonSimsR : A novel interactive simulation tool for computational kinetics of microcontaminant removal by the solar photo-Fenton process. E. Gualda-Alonso, D. Rodríguez-García, P. Soriano-Molina, J. L. Guzmán, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal*, 468, 143791, 2023. DOI: 10.1016/j.cej.2023.143791.
- Influence of pH and dissolved oxygen control strategies on the performance of pilot-scale microalgae raceways using fertilizer or wastewater as the nutrient source. R. Nordio, E. Viviano, A. Sánchez-Zurano, J. González-Hernández, E. Rodríguez-Miranda, J. L. Guzmán, and F.G. Ación. *Journal of Environmental Management*, 345(1), 118899, 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.118899.
- Long-term assessment of the nutrient recovery capacity and biomass productivity of *Scenedesmus almeriensis* in raceway reactors using unprocessed urban wastewater. R. Nordio, F.J. Delgado, A. Sánchez-Zurano, J. González-Hernández, E. Rodríguez-Miranda, J. L. Guzmán, T. Lafarga, and F.G. Ación. *Bioresource Technology*, 369, 128374, 2023. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.128374.
- Modelado y control del pH en la producción de microalgas en reactores raceway usando técnicas de adaptación de parámetros. M. Caparroz, P. Otálora, J. L. Guzmán, M. Berenguel, and F. G. Ación. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 20(4), pp. 379-388, 2023. DOI: 10.4995/riai.2023.19103.

Participación en congresos

- 14th European Congress of Chemical Engineering & 7th European Congress of Applied Biotechnology, Berlin, Germany, 2023.
- 19th International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations, León, Spain, 2023.
- 2^o Simposio Conjunto de los Grupos Temáticos de CEA: Modelado, Simulación, Optimización e Ingeniería de Control, Madrid, España, 2023.
- 24th Nordic Process Workshop (NPCW), Trondheim, Noruega, 2023.
- 29th SolarPACES Conference, Sydney, Australia, 2023.
- 2023 European Control Conference (ECC). Bucharest, Romania, 2023.
- 9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), Roma, Italia, 2023.
- AlgaEurope, Prague, Czech Republic, 2023.
- Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Limassol, Chipre, 2023.
- European Congress of Marine Biotechnologies, Málaga, Spain, 2023.
- *IEEE International Workshop On Metrology For Agriculture And Forestry, Pisa, Italia, 2023.*
- IFAC World Congress, Yokohama, Japón, 2023.
- International Symposium on Models for Plant Growth, Environments, Farm Management in Orchards and Protected Cultivation, HorchiModel2023, Almería, España, 2023.
- International Symposium on New Technologies for Sustainable Greenhouse Systems, GreenSys2023, Cancún, México, 2023.
- IX Congreso de Comunicación Social de la Ciencia (CCSC2023), Granada, España, 2023.
- Open Living Lab Days, Barcelona, España, 2023.
- XIII Congreso Internacional de AEDyR, Granada, España, 2023.
- XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023.
- XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Las Palmas de Gran Canaria, 2023.
- VI Jornadas de Doctorado en Informática (JDI'2023), Almería, España, 2023.
- Workshop Andanzas y Desafíos en Control Predictivo, Sevilla, España, 2023.

Contribuciones a congresos

- A new method to deal with the saturation problem in feedforward control for measurable disturbances. Á. Hoyo, T. Hägglund, J.L. Guzmán, J.C. Moreno. *24th Nordic Process Control Workshop, Trondheim, Noruega, 2023 (abstract, oral).*
- Advances in Control and Optimization Techniques in Sustainable Water Desalination Using Solar Energy and Application Examples in the Water-energy-food Nexus. Berenguel, M., J.D. Gil. Semi-Plenary talk. *Preprints of the 22nd IFAC World Congress, 8267, Yokohama, Japan, 2023. (Oral)*
- An IoT service of temperature setpoints for tomato crop control in greenhouse. M. Muñoz, J. Ramos-Teodoro, F. García-Mañas, and F. Rodríguez. *International Symposium on Models for Plant Growth, Environments, Farm Management in Orchards and Protected Cultivation, HorchiModel2023, Almería, España, 2023. (Artículo, póster).*
- Characterization of an Absorption Machine Using Artificial Neural Networks. A. Ferre, M. Castilla, J.A. Carballo, J.D. Álvarez. *19th International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations, León, Spain, 2023, (oral, artículo).*
- Comparison between an artificial neural network and Poppe's model for wet cooling tower performance prediction in CSP plants. P. Navarro, JM. Serrano, L. Roca, P. Palenzuela, M. Lucas, J. Ruiz. *Proceedings of ECOS 2023 - the 36th international conference on efficiency, cost, optimization,*

simulation and environmental impact of energy systems, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 2023, (artículo)

- Contribuciones de control robusto para sistemas sometidos a perturbaciones. Á. Hoyo. *VI Jornadas de Doctorado en Informática, Almería, España, 2023 (oral)*.
- Control del circuito de refrigeración en instalaciones de destilación por membranas. A. Bueso, J.D. Gil, I. Requena, L. Roca, J. Liria-García, M. Berenguel. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023, (póster, artículo)*
- Control issues in solar furnaces. M. Berenguel, J.D. Gil, J.L. Guzmán, L. Roca, I. Cañadas. *24th Nordic Process Control Workshop, Trondheim, Norway, 2023. (Oral)*
- Control óptimo basado en un controlador cuadrático lineal con acción de control por adelanto para hornos solares. I. Pataro, J.D. Gil, José L. Guzmán, J. Lemos, M. Berenguel. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023, (oral, póster, artículo)*
- Control y optimización de la producción de cultivos bajo invernadero. F. García-Mañas. *2º Simposio Conjunto de los Grupos Temáticos de CEA: Modelado, Simulación, Optimización e Ingeniería de Control, Madrid, España, 2023. (Artículo, oral)*.
- CSP Data: a Data Discovery Web Application of Commercial CSP Plants. J. Bonilla, R. Thonig, J.A. Carballo, J. Lilliestam, D.C. Alarcón-Padilla, E. Zarza. *29th SolarPACES Conference. 2023. Sydney, Australia. 2023 (póster, artículo)*.
- Data-driven model predictive control for pH regulation in raceway reactors. Otálora, P., J.L. Guzmán, J.D. Gil, M. Berenguel, F.G. Acién. *IFAC PapersOnLine, 56(2), 6223-6228, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.746>. Preprints of the 22nd IFAC World Congress, 10325-10330, Yokohama, Japan, 2023. (Oral)*
- Data-driven modelling and predictive control solutions for pH control in microalgae-based processes. P. Otálora, J.L. Guzmán, J.D. Gil, M. Berenguel. *24th Nordic Process Control Workshop, Trondheim, Noruega, 2023 (abstract, oral)*.
- Desarrollo de modelos de predicción de radiación solar mediante técnicas de machine learning. V. Abad-Alcaraz, M. Castilla, J.D. Álvarez, J.A. Carballo, J. Bonilla. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023, (póster, artículo)*.
- *Development of a Data Integration Architecture for Modern Sustainable Farming Systems: A Greenhouse Test Case. IEEE International Workshop On Metrology For Agriculture And Forestry, Pisa, Italia, 2023 (Artículo, oral)*.
- Economic analysis of a photovoltaic field on a greenhouse roof. J. A. Sánchez, F. García-Mañas, J. Ramos-Teodoro, and F. Rodríguez. *International Symposium on New Technologies for Sustainable Greenhouse Systems, GreenSys2023, Cancún, México, 2023. (Artículo, oral)*.
- Enhancing microalgae-based wastewater treatment efficiency through pH, dissolved oxygen and culture height optimization in raceway reactors. R. Nordio, J.L. Guzmán, F.G. Acién. *European Congress of Marine Biotechnologies 2023, Málaga, Spain. (Oral)*
- Evaluación del pretratamiento de agua de mar con nanofiltración en procesos de destilación multiefecto alimentados con energía solar. L. Roca, P. Palenzuela, J. M. Serrano, D.-C. Alarcón Padilla, M. I. Maldonado, and G. Zaragoza. *XIII Congreso Internacional de Aedyr, Granada, España, 2023, (Oral)*
- Evaluación térmica de un captador cilindroparabólico de pequeña apertura. M. Leal, J.D. Álvarez, M. Castilla, J.L. Torres, M. Pérez. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023, (póster, artículo)*.
- Increasing biomass productivity in microalgae pilot scale race- way reactors through optimal pH and dissolved oxygen control strategies. R. Nordio, J.L. Guzmán, F.G. Acién. *AlgaEurope, Prague, Czech Republic, 2023 (poster)*.
- Modelado y control del proceso de producción de microalgas mediante estrategias de aprendizaje automático. P. Otálora. *VI Jornadas de Doctorado en Informática, Almería, España, 2023 (oral)*.
- Multivariable control of nighttime temperature and humidity in greenhouses combining heating and dehumidification. García-Mañas, F., T. Häggglund, J.L. Guzmán, F. Rodríguez, M. Berenguel. *IFAC*

PapersOnLine, 56(2), 9900-9905, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.668>. *Preprints of the 22nd IFAC World Congress, 10325-10330, Yokohama, Japan, 2023. (Oral)*

- Nonlinear predictive control for temperature regulation of solar furnaces. Gil, J.D., L. Roca, J.L. Guzman, M. Berenguel, A. López-Palenzuela. IFAC PapersOnLine, 56(2), 2733-2738, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.1370>. *Preprints of the 22nd IFAC World Congress, 10325-10330, Yokohama, Japan, 2023. (Oral)*
- Operación óptima de un sistema de refrigeración combinada. J.M. Serrano, J.D. Gil, J. Bonilla, P. Palenzuela, L. Roca. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023 (Oral, póster, Visual-Abstract, artículo)*
- Optimal control of solar collector fields based on linear quadratic controller with accessible disturbance. I. Pataro, J.D. Gil, J. L. Guzmán, M. Berenguel, and J. Lemos. *2023 European Control Conference (ECC), Bucharest, Romania, 2023 (artículo, oral)*.
- pH and dissolved oxygen control strategies as a key to improve microalgal biomass production in pilot scale raceway reactors. R. Nordio, J.L. Guzmán, F.G. Acién. *14th European Congress of Chemical Engineering & 7th European Congress of Applied Biotechnology, Berlin, Germany, 2023 (oral)*
- Robot tipo Ackermann para tareas de monitorización en edificio bioclimático. J.L. Torres Moreno, J.L. Blanco Claraco, J.D. Álvarez Hervás, M. Castilla. *XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Las Palmas de Gran Canaria, España, 2023 (artículo, oral)*.
- Selecting Control Schemes and Tuning Rules in Feedforward Control. J.L. Guzmán, T. Hägglund. *22nd IFAC World Congress. Yokohama, Japan, 2023 (oral)*
- Simultaneous Minimization of Energy Cost and CO₂ Emissions in a Microgrid. J. L. Redondo, J. D. Álvarez, L. O. Polanco, J. L. Torres, V.M. Ramírez. *9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). Rome, Italy, 2023 (oral)*
- Strategies for enhancing the use of solar energy in utility-scale desalination plants. G. Zaragoza, D.C. Alarcón-Padilla, J. Bonilla, P. Palenzuela. *International Association Desalination (IDA) Seville Summit on Water and Climate Change, October Zaragoza, Spain, 2023 (oral, artículo)*.
- Using interactive tools to connect theory and practice. Guzmán, J.L., M. Berenguel, S. Dormido, R. Costa. IFAC PapersOnLine, 56(2), 9606-9611, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.265> *Preprints of the 22nd IFAC World Congress, 10325-10330, Yokohama, Japan, 2023 (Oral)*.
- Uso de algoritmo genético para gestionar la demanda energética en microrredes mediante descomposición poligonal. A.O. Topa, N.C. Cruz, J.D. Álvarez, J.L. Torres. *XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza, España, 2023 (póster, artículo)*.

Organización de congresos

- Forum Andaluz.IA, Sevilla, España, 19/12/2023-20/12/2023.

Capítulos de libro

- Automatic Control with Interactive Tools (libro completo). J.L. Guzmán, R. Costa-Castelló, M. Berenguel, S. Dormido. Springer, 2023. ISBN: 978-3-031-09919-9.
- Hierarchical Control and Optimization Strategies Applied to Solar Membrane Distillation Facilities. J.D. Gil. Springer. ISBN 978-3-031-30017-2. 2023.
- Wastewater treatment by microalgae-based processes. F.G. Acién, C. Gómez, A. Morillas, A. Zouhayr, A. Sánchez, R. Nordio, E. Rodríguez, J.L. Guzmán, and J. M. Fernández-Sevilla. In *Algal Systems for Resource Recovery from Waste and Wastewater*, pp. 77-102. IWA Publishing, 2023. ISBN: 9781789063547.

Tesis doctorales defendidas

- Automatic Control Strategies for Optimal Economic and Energy Management of Greenhouse Crop Production. F. García-Mañas. Universidad de Almería, 25/07/2023, Sobresaliente *cum laude*.
- Contributions to Classic Control Strategies and Application to Industrial Facilities. Ángeles Hoyo Sánchez. Universidad de Almería, 21/09/2023. Sobresaliente *cum laude*.
- Plataforma IoT para la provisión de servicios en procesos industriales. Manuel Muñoz Rodríguez. Universidad de Almería, 31/03/2023, Sobresaliente *cum laude*.

5.5 RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Probabilistic Solar Forecasts as a Binary Event Using a Sky Camera. David, M., Alonso-Montesinos, J., Le Gal La Salle, J., Lauret, P. *Energies*, 16 (20), art. no. 7125, 2023. DOI: 10.3390/en16207125.
- DNI nowcasting applying a differential approach method into sky camera images. Mondragon-Rodriguez, R.D., Riveros-Rosas, D., Gay-Garcia, C., Alonso-Montesinos, J. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, pp. 1, 2023. DOI: 10.1109/TGRS.2023.3344119
- Economic and environmental solutions for the PV solar energy potential in Spain. Pérez, N.S., Alonso-Montesinos, J. *Journal of Cleaner Production*, 413, art. no. 137489, 2023. Doi: 10.3390/en13236376
- Photovoltaic power electricity generation nowcasting combining sky camera images and learning supervised algorithms in the Southern Spain. Trigo-González, M., Cortés-Carmona, M., Marzo, A., Alonso-Montesinos, J., Martínez-Durbán, M., López, G., Portillo, C., Batlles, F.J. *Renewable Energy*, 206, pp. 251-262, 2023. DOI: 10.1016/j.renene.2023.01.111
- Increasing the Resolution and Spectral Range of Measured Direct Irradiance Spectra for PV Applications. López, G., Gueymard, C.A., Polo, J., Alonso-Montesinos, J., Marzo, A., Martín-Chivelet, N., Ferrada, P., Escalona-Llaguno, M.I., Batlles, F.J. *Remote Sensing*, 15 (6), art. no. 1675, 2023. DOI: 10.3390/rs15061675

Participación en congresos

- WORKSHOP INTERNACIONAL "DESAFÍOS TÉCNICOS Y DE TALENTO HUMANO DE LA INDUSTRIA SOLAR EN EL NORTE DE CHILE", Antofagasta, Chile, 2023.
- PhDay's CONGRESO ENERGÍA SOLAR, Antofagasta, Chile, 2023.
- International Conference on Time Series and Forecasting, Gran Canaria, España, 2023.
- RAUGM 2023, Ciudad de México, México, 2023.
- SolarPaces 2023, Sydney, Australia, 2023.
- XVIII Interbienal del Grupo Especializado de Termodinámica (GET-23) de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química, Sevilla, España, 2023.
- CINECO II Congreso Internacional de Innovación Docente, Educación y Transferencia del Conocimiento, Online, 2023.

Contribuciones a congresos

- "THERMAL ENERGY STORAGE FOR BUILDING COOLING AND HEATING: COOLSPACES 4 LIFE" A. Castro-Vizcaino, M. S. Romero-Cano, J. L. Bosch-Saldaña, J. Alonso-Montesinos, M. J. Ariza, F.J. Batlles, A.M. Puertas, B. Gil, S. Rosiek. *XVIII Interbienal del Grupo Especializado de Termodinámica (GET-23) de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química. Sevilla 2023 (Contribución oral)*
- "COLD THERMAL STORAGE SYSTEM: LOADING AND UNLOADING STUDY ASSISTED BY A COOLING PROTOTYPE". A. Castro-Vizcaino, M. S. Romero-Cano, J. L. Bosch-Saldaña, J. Alonso-Montesinos M. J. Ariza, F.J. Batlles, A.M. Puertas, K. Babul, B. Gil, S. Rosiek. *XVIII Interbienal del Grupo Especializado de Termodinámica (GET-23) de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química. Sevilla 2023 (Póster)*
- Smart Heliostat Tracking System based on Artificial Intelligence. José A. Carballo, Javier Bonilla, Jesús Fernández-Reche, Jesús Ballestrín and Loreto Valenzuela. *SolarPACES 2023 International Symposium. Sydney, Australia, 2023. (Oral presentation)*.
- Concentrated Solar Flux Measurements Intercomparison of 3 Heat Flux Gauges and a Water Calorimeter. Emmanuel Guillot, Jean-Louis Sans, Jesús Ballestrín, Christian Willsh. *SolarPACES 2023 International Symposium. Sydney, Australia, 2023. (Poster presentation)*.
- Testing and Validation of Innovative on-Site Solar Field Measurement Techniques to Increase Power Tower Plant Performance: The LEIA Project. A. Avila-Marín, J. Fernández-Reche, R. Monterreal, J. Ballestrín, J. F. Gallego, M. Casanova, S. Escorza, A. Mutuberria, A. Kämpgen, A. Macke, M. Röger, J.

- J. Krauth, S. Schlau, A. Barenbruegge, J. M. Blázquez, A. Zurita. *SolarPACES 2023 International Symposium. Sydney, Australia, 2023. (Oral)*.
- CLOUD BASE HEIGHT CHARACTERIZATION COMBINING VISIBLE / THERMAL SKY CAMERAS AND CEILOMETER DATA. J. Alonso-Montesinos, E. García-Campos, J. Barbero. *SolarPACES 2023 International Symposium. Sydney, Australia, 2023 (Poster)*.
 - La química como enseñanza centralizada en proyectos desarrollados en el centro de investigación de energía solar (Ciesol). M. Márquez, J. Alonso-Montesinos. *II Congreso Internacional de Innovación Docente, Educación y Transferencia del Conocimiento, Online, 2023 (Oral)*.
 - A combination of visible and infrared sky camera for improving cloud detection and forecasting. J. Alonso-Montesinos, J. Barbero, *International Conference on Time Series and Forecasting, Gran Canaria, España, 2023 (Póster)*.
 - Plantas solares y sistemas de predicción a través de teledetección espacial. Joaquín Alonso-Montesinos. *PhDay's CONGRESO ENERGÍA SOLAR, Antofagasta, Chile, 2023 (Oral)*.
 - Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al ámbito de la energía solar. Joaquín Alonso-Montesinos. *WORKSHOP INTERNACIONAL "DESAFÍOS TÉCNICOS Y DE TALENTO HUMANO DE LA INDUSTRIA SOLAR EN EL NORTE DE CHILE". Antofagasta, Chile, 2023 (Oral)*.
 - Estudio de la variabilidad de la cubierta nubosa en la Ciudad de México. Román Damián Mondragón Rodríguez, Carlos Gay García, David Riveros Rosas, Joaquín Alonso Montesinos. *RAUGM 2023, Ciudad de México, México, 2023 (Oral)*.

5.6 DESALACIÓN Y FOSTOSÍNTESIS

Artículos sin colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Biological treatment and microbial composition of landfill leachate using a compost process in an airlift bioreactor. Elena H. del Amo, Rodrigo Poblete, Olga Sánchez, Manuel I. Maldonado. *Journal of Cleaner Production* 415, 137748, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137748.
- Use of vinasse and coffee waste as chelating agent of photo-Fenton landfill leachate treatment. Rodrigo Poblete, Ernesto Cortés, Norma Pérez, Manuel I. Maldonado. *Environmental Science and Pollution Research* 30:5037–5046, 2023. DOI: 10.1007/s11356-022-22573-0.
- Membrane distillation of high salinity feeds: Steady-state modelling and optimization of a pilot-scale module in vacuum-assisted air gap operation. J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, G. Zaragoza. *Desalination*, 553 116449, 2023. DOI: 10.1016/j.desal.2023.116449
- Co-generation of Fresh Water and Electricity with High-Temperature Power Cycles: Comparative Assessment of Multi-Effect Distillation and Reverse Osmosis. P. Palenzuela, D.-C. Alarcón-Padilla, B. Ortega-Delgado, G. Zaragoza. *Processes* 11 1181, 2023. DOI: 10.3390/pr11041181
- Production of *Arthrospira platensis* BEA 005B: Biomass characterisation and use as a colouring additive in macarons. Villaró, Silvia; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; González-López, Cynthia Victoria; Clagnan, Elisa; Lafarga, Tomas. *LWT-Food Science and Technology* (2023) 182 (114843). DOI: 10.1016/j.lwt.2023.114843
- Identification of Marine Biotechnology Value Chains with High Potential in the Northern Mediterranean Region. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Aguilera, Cristobal. *Marine Drugs* (2023) 21(7) 416. DOI: 10.3390/md21070416
- Use of airfoils for enhancement of photosynthesis rate of microalgae in raceways. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Román, Sergio; Fernández-Sevilla, José María. *Journal of Applied Phycology* (2023) 81: 459-473. DOI: 10.1007/s10811-023-02996-z.
- Assessment of the mixotrophic production of *Chlorella vulgaris* using milk whey as a nutrient source. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Sánchez, Ana; Villaró, Silvia; Ciardi, Martina; Fernández-Sevilla, José María; Lafarga, Tomas. *Journal of Applied Phycology* (2023). DOI: 10.1007/s10811-023-03142-5.
- Impact of photobioreactor design on microalgae-bacteria communities grown on wastewater: Differences between thin-layer cascade and thin-layer raceway ponds. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Clagnan, Elisa; Dell'orto, Marta; Sterbova, Karolina; Grivalsky, Tomas; Camara Manoel, Joao Artur; Masojidek, Jiri; D'imporzano, Giuliana; Adani, Fabrizio. *Bioresource Technology* (2023) 374:128781. DOI: 10.1016/j.biortech.2023.128781.
- Optimization of thin-layer photobioreactors for the production of microalgae by integrating fluid-dynamic and photosynthesis rate aspects. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Cristian Inostroza; Fernández-Sevilla, José María. *Journal of Applied Phycology* (2023) 35:2111-2123. DOI:10.1007/s10811-023-03050-8.
- Online tools to support teaching and training activities in chemical engineering: enzymatic proteolysis. Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *Frontiers in Education* (2023) 8:1290287. DOI: 10.3389/educ.2023.1290287.
- Effect of seawater on the biomass composition of *Spirulina* produced at a pilot-scale. Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *New Biotechnology* (2023) 78:173-179. DOI: 10.1016/j.nbt.2023.11.002.
- Production of enzymatic hydrolysates with in vitro antioxidant, antihypertensive, and antidiabetic properties from proteins derived from *Arthrospira platensis*. Bermejo-Román, Ruperto; Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *Food Research International* (2023) 163:112270. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.112270.
- An overall analysis of CO₂ demand and utilization of microalgal cultures in pilot-scale raceway reactors. Barceló-Villalobos, Marta; Lafarga, Tomas; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *Algal Research* (2023) 74 (103197). DOI: 10.1016/j.algal.2023.103197.

Artículos en colaboración con otros grupos de investigación de CIESOL

- Influence of culture media composition on the rheology of microalgae concentrates on a large scale. Belachqer, Solaima; Morillas, Ainoa; Sánchez, Ana; Cavalcanti -pessôa, Luiggi ; Pinna-Hernandez, Maria Guadalupe; De Jesus Assis, Denilson ; Casas-Lopez, Jose Luis; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *New Biotechnology* (2023) 77(25):90-99. DOI: 10.1016/j.nbt.2023.07.005.
- Application of Machine Learning to Characterize the Permeate Quality in Pilot-Scale Vacuum-Assisted Air Gap Membrane Distillation Operation. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, J.D. Gil and G. Zaragoza. *Membranes*, 13(11), 857, 2023. DOI: 10.3390/membranes13110857.
- Cloud Detection and Tracking Based on Object Detection with Convolutional Neural Networks. Carballo J.A., Bonilla J., Fernández-Reche J., Nouri B., Avila-Marin A., Fabel Y., Alarcón-Padilla D.C. *Algorithms* 16(10):487, 2023. DOI: 10.3390/a16100487
- Membrane distillation for high salinity feeds: Steady-state modelling and optimization of a pilot-scale module in vacuum-assisted air gap operation. Juan Antonio Andrés Mañas; Requena, Isabel María; Zaragoza-Del Águila, Guillermo. *Desalination* (2023) 553:116449. DOI: 10.1016/j.desal.2023.116449.
- Thermochemical valorization of greenhouse cucumber, tomato and pepper as biofuel. Pinna-Hernandez, Maria Guadalupe; Díaz-Villanueva, Manuel Jesus; Cortés-Izuriaga, Manuel; Jimenez-Becker, Silvia; Casas-Lopez, Jose Luis; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *Heliyon* (2023) 9-12. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e22513.
- Data-Driven pH Model in Raceway Reactors for Freshwater and Wastewater Cultures. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Otálora, Pablo; Guzman, Jose Luis; Berenguel, Manuel . *Mathematics* (2023) 11(7):1614. DOI: 10.3390/math11071614.
- An artificial intelligence approach for identification of microalgae cultures. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Otálora, Pablo; Guzman, Jose Luis; Berenguel, Manuel; Reul-, Andreas. *New Biotechnology* (2023) 77:58-67. DOI: 10.1016/j.nbt.2023.07.003.
- Modelado y control del pH en la producción de microalgas en reactores raceway usando técnicas de adaptación de parámetros. Caparroz, Malena; Otálora, Pablo; Guzman, Jose Luis; Berenguel, Manuel; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* (2023) 1-8. DOI: 10.4995/riai.2023.19103.
- Technical and economic viability of using solar thermal energy for microalgae drying. López Pastor, Rubén; Pinna-Hernandez, Maria Guadalupe; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *Energy Reports* (2023) 10 (989-1003). DOI: 10.1016/j.egy.2023.07.040.
- Influence of pH and dissolved oxygen control strategies on the performance of pilot-scale microalgae raceways using fertilizer or wastewater as the nutrient source. Nordio, Rebecca; Viviano, Emanuele; Sánchez, Ana; González, Jose; Rodríguez, Enrique; Guzman, Jose Luis; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *Journal of Environmental Management* (2023) 345 (118899). DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.118899.

Participación en congresos

- Jornadas Grupo Interplataformas Agroalimentarias, Valladolid, España, 2023
- ProFutureEU: Should I Use Microalgae in My Next Food product, Amsterdam, Holanda, 2023
- BioRural Knowledge-exchange Workshop: Advancing the European Rural Bioeconomy - Microalgae related processes for nutrients recovery from wastes. Bruselas, Bélgica, 2023
- REALM General Meeting Agenda – M17 - Work Package status (WP3), Bruselas, Bélgica, 2023
- EU4Algae General Meeting - WG6 of EU4ALGAE. Bruselas, Bélgica, 2023
- II Encuentro de Biotecnología de Andalucía EBA 2023, Almería, España, 2023
- EABA European Algae Biomass Association Member's Day Webinar - Development and demonstration of microalgae based processes, Florencia, Italia, 2023
- EU4algae workshop at ESNI conference - 1st Mission Arena - Standardise algae circular products to market in agricultural applications, Gothenburg, Alemania 2023

-
- ParAqua MC-Network meeting and WG3 Workshop - Training on monitoring of microalgae cultures in large scale production facilities, Almería, España, 2023
 - REALM General Meeting Agenda – M11, Newcastle, Reino Unido, 2023
 - ELOBIO-REALM General Meeting Agenda, Newcastle, Reino Unido, 2023
 - EU4Algae Info Session on EU Algae Initiative, Tulcea, Rumania, 2023
 - Nutrient Recycling Community - Working Group on Technologies for nutrient recycling 1th introductory meeting - Microalgae based nutrients recycling processes, Ghent, Bélgica, 2023
 - EABA - WEBINAR Biostimulants and biofertilizers from algae for agriculture, Bruselas, Bélgica 2023
 - EBIC Virtual Workshop “Innovation & safety of EU Fertilising Products: REACH & FPR”, Bruselas, Bélgica, 2023
 - "LA CAIXA" Foundation Postgraduate Abroad Fellowships 2023 Barcelona, España, 2023
 - WEBINAR Biorefinery and applications for Rugulopteryx, Bruselas, Bélgica, 2023
 - COST Action ParAqua funded by the European Union - Share and improve knowledge on aquatic microbial parasites that can be used for control strategies and valorisation of research for application in algal biotech and water systems monitoring, Bruselas, Bélgica, 2023
 - WP1: Failure tests in microalgal photobioreactors. Acién-Fernández, Francisco Gabriel. Developing early warning systems for improved microalgae PRODUCTION and anaerobic DIGESTION (PRODIGIO) meeting Agenda. Institute of Marine Sciences (ICM) Barcelona, España, 2023
 - Conferencia de experto invitado en la Universidad Federal Uberlandia, Uberlândia, Brasil 2023
 - Seminar on potentials and challenges in microalgae biotechnology - Technology Institute, Taastrup, Dinamarca 2023
 - SUNNERGY Sumer-C WP2 Workshop, Bruselas, Bélgica, 2023
 - International Journal of Engineering Education (IJEE)- McMaster University. Chicago, Illinois, EEUU & Toronto, Canada, 2023
 - STP 2023 6th IWA International Conference on eco-Technologies for Wastewater Treatment. Girona, España, 2023
 - Edición de Aportando Valor al CO₂, organizado de manera conjunta por las Plataformas Tecnológicas y de Innovación Españolas del CO₂ (PTECO₂) y de Química Sostenible (SusChem-España). Bilbao, España, 2023
 - 3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento (Italy), 23-27 abril 2023.
 - Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Limassol (Cyprus), 22-26 mayo 2023.
 - XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización. Granada (España), 13-15 junio 2023.
 - Reunión bienal de la Sociedad Española de Catálisis SECAT 2023. Torremolinos (España), 20-23 junio 2023.
 - ECOS 2023 - the 36th international conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems, Las Palmas de Gran Canaria (España), 25-30 junio 2023.
 - VII International Conference on Polygeneration. Bali (Indonesia), 26-28 julio 2023.
 - International Conference on Resource Sustainability. Guildford (UK), 7-9 agosto 2023.
 - 15th European Congress on Catalysis, EuropaCat 2023. Praga (República Checa), 27 agosto-1 septiembre 2023.
 - 14th annual International Sustainability Transitions conference. Responsibility and Reflexivity in Transitions. Utrecht (NL), 30 agosto – 1 septiembre 2023.
 - XLIV Jornadas de Automática 2023, Zaragoza (España), 6-8 septiembre 2023.
 - 4th SFERA-III and 17th SOLLAB Doctoral Colloquium 2023, Cologne (Germany), 11-13 septiembre 2023.

- 8th International Conference on Semiconductor Photochemistry (SP8), Estrasburgo (Francia), 11-15 septiembre 2023.
- 29th Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPaces) Sydney (Australia), Oct 10 - 13, 2023.
- The International Association Desalination (IDA) Seville summit on Water and Climate Change, Seville (Spain), Oct 15 - 18, 2023.
- 6th International Conference on Desalination using Membrane Technology, Sitges (Spain), 19-22 noviembre 2023.
- Summit of Organic and Organo-Mineral Fertilisers Industries in Europe Brussels & hybrid. Bruselas, Bélgica 2023

Contribuciones a congresos

- Functional foods based on extra virgin olive oil enriched with carotenoids. Bermejo-Román, Ruperto; Murillo-Cruz, M^a Del Carmen; Carmona, Raquel; Chova, Mariela; Fernández-Sevilla, José María; Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *2nd Global Summit on Food Science and Technology, Roma, Italia, 2023 (Presentación Oral)*.
- Uso de herramientas in silico para predecir la liberación de péptidos mediante proteólisis enzimática. Lafarga, Tomas; Villaró, Silvia. *IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, Galicia, España, 2023 (Póster)*.
- La química del Gin-tonic o cómo hablar de fluorescencia. Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, Galicia, España, 2023 (Póster)*.
- Un aliado o una amenaza en la educación. Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, Galicia, España, 2023 (Póster)*.
- Punto isoeléctrico como clave para la extracción de proteínas de la Spirulina. Villaró, Silvia; Lafarga, Tomas. *IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, Galicia, España, 2023 (Póster)*.
- .On the way to scale-up of microalgae production systems: recent advances and major bottlenecks. Acien G., Gómez C., Lafarga T., Morillas A., Sánchez A., Ciardi M., Rofdriguez E., Gonzalez J., Nordio R., Guzmán J.L., Fernandez J.M. *ALGAEUROPE 2023, Praga, Rep. Checa, 2023 (Presentación Oral)*.
- Recent advances in the scale-up of microalgae production systems. Gómez C., Lafarga T., Morillas A., Sánchez A., Ciardi M., Rofdriguez E., Gonzalez J., Nordio R., Guzmán J.L., Fernandez J.M. *ALGAEUROPE 2023, Praga, Rep. Checa, 2023 (Presentación Oral)*.
- Materials, chemicals and biorefining. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel. *EU4Algae Meeting 2023, Praga, Rep. Checa, 2023 (Presentación Oral)*.
- Enhancing microalgae-based wastewater treatment efficiency: The role of pH, dissolved oxygen and culture height. Nordio, Rebecca. *European Congress Of Marine Biotechnology ECMB 2023, Málaga, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- Contribución de las microalgas a una sociedad más sostenible. Acien-Fernández, Francisco Gabriel. *Lección Magistral 2023, Puerto Rico, 2023 (Presentación Oral)*.
- State of the Microalgae Industry in Europe. Acien-Fernández, Francisco Gabriel. *Red de Excelencia en Biotecnología Azul REBECA-CCT 2023, Las Palmas de Gran Canaria, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- Fundamentals of large scale microalgae production (Microalgae related wastewater treatment). Acien-Fernández, Francisco Gabriel. *UPGRES Training School Integration of technologies for organic wastes valorization, Móstoles, Madrid, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- pH and dissolved oxygen control strategies as a key to improve microalgal biomass production in pilot scale raceway reactors. Nordio, Rebecca; Guzmán, José Luis; Acien, Gabriel. *ECCEAB'23, Berlin, Alemania, 2023 (Presentación Oral)*.
- Bacterias fijadoras de nitrógeno como alternativa al uso de fertilizantes químicos para la producción de *Chlorella vulgaris*. Ana Sanchez, Zurano; Silvia, Vilaró Cos; Daniel, Figueiredo; Lusiné, Melkonian;

Francisco Gabriel, Acién; Tomas, Lafarga; Luisa, Gouveia. *IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar, Almería, España, 2023 (Presentación Oral, Póster)*.

- Estrategias alternativas: microalgas. Gómez Serrano, Cintia. *Curso De Experto En Procesos Sostenibles Basados En Microalgas - Red Iberoamericana Para El Tratamiento De Efluentes Con Microalgas (RENUWAL 320RT0005) - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Buenos Aires, Argentina, 2023 (Presentación Oral)*.
- Optimization Of Operation Conditions For The Adsorption Of Co₂ In Activated Carbons. J. A., Sánchez Molina; R., López Pastor; M.G., Pinna-Hernández; F.G., Acién Fernández. *HORTICULTURAE ISHS International Society for Horticultural Science, Almería, España, 2023 (Presentación Oral y Póster)*.
- Microalgae: Novel sustainable ingredients for the functional foods industry. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *XI International Symposium Food Technology, Murcia, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- Microalgae-bacteria Consortia For Milk Whey Biorefineries. Sánchez-Zurano. A; Mata., D; S., Villaró-Cos.; Pessôa, Pernice; Lafarga, T; F.G., Acién. *YAS 2023 Young Algaeneers Symposium. EABA, Faro, Portugal 2023 (Presentación Oral y Póster)*.
- Current status of microalgal bioprocess. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *Microalgae as the source of food, feed, and biomaterials - EABA & Danish Technological Institute, Taastrup, Dinamarca, 2023 (Presentación Oral)*.
- Los cultivos marinos y su aportación al medio ambiente. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *Desalación y cultivos marinos, para el proceso participativo de la Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible. Almería, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- Production of microalgae coupled to wastewater treatment and related applications. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *Conferencia Virtual de Bioeconomía Azul del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2023 (Presentación Oral)*.
- System For Heavy Metal Removal In Wastewater By Microalgae. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *Coordenação De Aperfeiçoamento De Pessoal De Nível Superior Programa Institucional Internacionalização. Uberlândia, Brasil, 2023 (Presentación Oral)*.
- Novel applications of marine microalgae as functional ingredients in baked goods. Silvia, Villaró; Tomas, Lafarga; Israel, Hernández-López; Ingrid, Aguiló-Aguayo; José María, Fernández-Sevilla; Ruperto, Bermejo; Gabriel, Acién. *GSFST 2023, Roma, Italia, 2023 (Presentación Oral)*.
- State of the Microalgae industry in Europe. Acién Fernandez, Francisco Gabriel. *IACE International Algae Conference & Exhibition Dharan Expo, Dharan, Arabia Saudí, 2023 (Presentación Oral)*.
- Optimization of solar photo-fenton as a pretreatment for microalgae-based piggery wastewater to reduce water inputs. Belachger-El Attar, S.; Villaró, S.; Ciardi, M.; Soriano-Molina, P.; Lafarga, Tomás; Cordovil, C.MdS.; Acién, F.G.; Gouveia, L. *XII Simposio Ciencias Experimentales San Alberto, Almería, España, 2023 (Presentación Oral)*.
- Optimization of operational conditions of adsorption processes using activated carbons for CO₂ reuse in greenhouses. López Pastor, R.; Sánchez Molina, J.A.; Pinna-Hernández, M. Guadalupe; Acién Fernández, F.G. *XII Simposio Ciencias Experimentales San Alberto, Almería, España, 2023 (Póster)*.
- Operational conditions evaluation in adsorption processes using activated carbons for CO₂ reuse in greenhouses. López Pastor, R.; Sánchez Molina, J.A.; Pinna-Hernández, M. Guadalupe; Acién Fernández, F.G. *XII Simposio Ciencias Experimentales San Alberto, Almería, España, 2023 (Póster)*.
- Recent advances in the performance of membrane distillation at large scale. G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, A. Ruiz-Aguirre. *3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Presentación oral invitada)*.
- Regeneration of passivation solutions from zinc electroplating by membrane distillation at a pilot scale. A. Ruiz-Aguirre, P. Hurtado, I. Oller, G. Zaragoza. *3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Póster)*.
- Selection of membranes and operational modes for the treatment of high concentrated brines by membrane distillation. J.A. Andrés-Mañas, C. Skuse, I. Requena, F. Aparicio, P. Gorgojo, G. Zaragoza.

3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Póster).

- Comparison of the performance of two membrane distillation pilot modules with different internal configuration operating at high salinity. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza. *3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Póster).*
- Prediction model to analyse the performance of a commercial-scale membrane distillation. A. Bueso, J.D. Gil, G. Zaragoza, M. Berenguel. *3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Póster).*
- Optimization of solar membrane distillation system operating in batch mode using Extremum Seeking Control. A. Bueso, J.D. Gil, G. Zaragoza, M. Berenguel. *3rd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. Sorrento, Italy, 2023. (Póster).*
- Preliminary results for batch operation with membrane distillation modules in V-AGMD for brine concentration. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza. *Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Limassol, Cyprus, 2023. (Presentación Oral).*
- Cogeneration of water and electricity by combining advanced membrane distillation with concentrated solar power. Ortega-Delgado, B., Andrés-Mañas, J.A., Palenzuela, P., Zaragoza, G. *Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Limassol, Cyprus, 2023. (Presentación Oral).*
- A comparison of hybrid batch-operated membrane distillation and osmotically-assisted reverse osmosis for solar-powered zero-liquid-discharge applications. V. Fthenakis, Z. Zhang, A.A. Atia, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza. *Desalination for the Environment: Clean Water and Energy. Limassol Cyprus, 2023. (Presentación Oral).*
- Experimental evaluation of MED at high Top Brine Temperatures with no divalent ions in feed water. J.M. Serrano, L. Roca, D. Alarcón, P. Palenzuela. *Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Limassol, Chipre, 2023. (Presentación Oral).*
- Decarbonizing desalination and brine treatment. G. Zaragoza, *Workshop "Circular Desalination: Value Chains & Sustainability", organized within the framework of the European Desalination Society (EDS) conference entitled "Desalination for the Environment, Clean Water and Energy", Limassol, Chipre, 2023. (Presentación oral invitada).*
- Operación óptima de un sistema de refrigeración combinada. J.M. Serrano, J.D. Gil, J. Bonilla, P. Palenzuela, L. Roca. *XLIV Jornadas de Automática 2023, Zaragoza, España, 2023.*
- Can recent developments in membrane distillation surpass current limitations of brine concentration with solar energy G. Zaragoza, I. Requena, J.A. Andrés-Mañas. *XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización. Granada, España, 2023. (Presentación oral invitada).*
- Evaluation of the pretreatment of seawater with nanofiltration in solar-powered multi-effect distillation processes. L. Roca, P. Palenzuela, J.M. Serrano, D.-C. Alarcón-Padilla, M.I. Maldonado, G. Zaragoza. *XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización. Granada, España, 2023. (Presentación oral invitada).*
- Influence of the internal configuration on the performance of pilot membrane distillation modules operating at high salinity. I. Requena, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza. *XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización. Granada, España, 2023. (Póster).*
- Selection of membranes and operation modes for the treatment of highly concentrated brines by membrane distillation. J.A. Andrés-Mañas, I. Requena, G. Zaragoza. *XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Desalación y Reutilización. Granada, España, 2023. (Presentación Oral).*
- Enhancement of efficiency of solar photoreforming of glycerol at pilot scale using metal oxides cocatalysts with TiO₂. Alba Ruiz-Aguirre, Joyce-Glocría Villachica-Llamosas, Sixto Malato. *Reunión bienal de la Sociedad Española de Catálisis SECAT 2023. Torremolinos, España, 2023. (Oral Flash+Póster).*
- Comparison between an artificial neural network and Poppe's model for wet cooling tower performance prediction in CSP plants. P. Navarro, J.M. Serrano, L. Roca, P. Palenzuela, M. Lucas, J.

Ruiz. *ECOS 2023 - the 36th international conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems, Las Palmas de Gran Canaria, España, 2023.*

- Opportunities for membrane distillation technologies in polygeneration. G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, A. Ruiz-Aguirre. *VII International Conference on Polygeneration. Bali, Indonesia, 2023. (Keynote Presentation).*
- Thermal seawater desalination in Almería - exploring the trade-offs of the circular economy. M. Palmeros Parada, G. Gamboa, P. Palenzuela, D. Alarcón, G. Zaragoza. *International Conference on Resource Sustainability. Guildford, UK, 2023. (Presentación Oral).*
- Valorization of glycerol wastewater for hydrogen production at pilot scale under natural radiation. Joyce-Gloria Villachica-Llamosas, Alba Ruiz-Aguirre, Sixto Malato. *15th European Congress on Catalysis, EuropaCat 2023. Praga, República Checa, 2023. (Póster)*
- Bringing the circular economy to the water sector? Reflecting over the trade-offs thermal seawater desalination in Almería. M. Palmeros Parada, G. Gamboa, P. Palenzuela, D. Alarcón, G. Zaragoza. *14th annual International Sustainability Transitions conference. Responsibility and Reflexivity in Transitions. Utrecht (NL), 2023. (Presentación Oral).*
- Control del circuito de refrigeración en instalaciones de destilación por membranas. A. Bueso, J.D. Gil, I. Requena, L. Roca, J. Liria, M. Berenguel. *XLIV Jornadas de Automática 2023, Zaragoza, España, 2023. (Póster).*
- Towards the optimal coupling of multi-effect distillation with solar energy. J.M. Serrano, L. Roca, P. Palenzuela. *4th SFERA-III and 17th SOLLAB Doctoral Colloquium 2023, Cologne, Germany, 2023. (Presentación Oral).*
- Hydrogen production improvements by glycerol photoreforming under natural radiation at pilot scale. Villachica-Llamosas, Alba Ruiz-Aguirre, Sixto Malato. *4th SFERA-III and 17th SOLLAB Doctoral Colloquium 2023, Cologne, Germany, 2023. (Presentación Oral).*
- Hydrogen production from glycerol wastewater at pilot scale under natural radiation. Joyce-Gloria Villachica-Llamosas, Alba Ruiz-Aguirre, Sixto Malato. *8th International Conference on Semiconductor Photochemistry (SP8), Estrasburgo, Francia, 2023. (Presentación Oral).*
- CSP Data: a data discovery web application of commercial CSP plants. J. Bonilla, R. Thoning, J. Carballo, J. Lilliestam, D.C. Alarcón-Padilla, E. Zarza, *29th Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPaces) Sydney, Australia, 2023. (Póster).*
- Strategies for enhancing the use of solar energy in utility-scale desalination plants. G. Zaragoza, D.C. Alarcón-Padilla, J. Bonilla, P. Palenzuela, *The International Association Desalination (IDA) Seville summit on Water and Climate Change, Seville, Spain, 2023. (Presentación Oral).*
- Evaluation of a novel membrane distillation pilot system based on vacuum multi-effect technology for brine valorisation with solar energy. G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, A. Bueso, I. Requena, A. Ruiz-Aguirre, *6th International Conference on Desalination using Membrane Technology, Sitges, Spain, 2023. (Presentación Oral).*
- Assessment of membrane material and operating mode in membrane distillation for brine concentration. A. Ruiz-Aguirre, J.A. Andrés-Mañas, F. Aparicio, C. Skuse, P. Gorgojo, G. Zaragoza. *6th International Conference on Desalination using Membrane Technology, Sitges, Spain, 2023. (Presentación Oral).*
- Evaluation of the effect of nanobubbles in membrane distillation performance. I. Tournis, E. Favvas, E. Kouvelos, F. Aparicio, I. Requena, G. Zaragoza and A. Sapalidis, *6th International Conference on Desalination using Membrane Technology, Sitges, Spain, 2023. (Presentación Oral).*

Organización de congresos

- International Symposium on Models for Plant Growth, Environments, Farm Management in Orchards and Protected Cultivation, Almería, España, 26-28 Junio 2023
- Jornadas de Difusión de Resultados GREENFARM, Almería, España, 17 Noviembre 2023
- Jornada de presentación de resultados del proyecto AVA. IFAPA. Almería, España, 15 Mayo 2023

- 1º Workshop Climate Farm Demo, Almería, España, 8 Septiembre 2023
- I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores Del Mar & IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores Del Mar, Almería, España 6-9 Septiembre 2023
- HORTICULTURAE ISHS International Society for Hortocultursl Science, Almería, España, 11 Mayo 2023
- Desalación y cultivos marinos, para el proceso participativo de la Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible. Almería, España 19 Abril 2023
- III Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigación en Agricultura Resiliente, Equitativa y Sostenible (RIARES). Almería, España 27-30 Marzo 2023

Capítulos de libro

- Microalgal protein production: current needs and challenges. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Villaró, Silvia; Fernández-Sevilla, José María; Lafarga, Tomas. FUTURE PROTEINS Sources, Processing, Applications and the Bioeconomy (2023):153-166. Reino Unido. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-323-91739-1
- Wastewater treatment by microalgae-based processes. Acien-Fernandez, Francisco Gabriel; Gómez, Cintia; Morillas, Ainoa; Sánchez, Ana; Nordio, Rebecca; Rodriguez-Caballero, Emilio; Guzman, Jose Luis; Fernández-Sevilla, José María. Algal Systems for Resource Recovery from Waste and Wastewater (2023):77-101. Reino Unido. IWA Publishing ISBN: 978-1-789-06354-7
- Microalgae-related wastewater treatment for more sustainable water reuse and nutrient recycling. Nordio, Rebecca; Sánchez-Zurano, Ana; Rodríguez, Enrique; Morillas-España, Ainoa; González-Hernández, José; Guzmán, José Luis; Acien Fernández, Francisco Javier. Sustainable Industrial Processes Based on Microalgae. (2024):297-321 Reino Unido. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-443-19213-5
- Microalgae as a source of agricultural products. Lafarga, Tomás; Vollaró Cos, Silvia; Rivera-Sánchez, Elia; Salinas-García, María; Acien Fernández, Francisco Gabriel. (2024):185-207. Sustainable Industrial Processes Based on Microalgae. (2024):297-321 Reino Unido. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-443-19213-5
- Sustainable Industrial Processes Based on Microalgae. Edited by Lafarga, Tomás; Acien, Gabriel. (2023). Reino Unido. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-443-19213-5
- Production of biofuels from microalgae. Viviano, Emanuele; Limongi, Antonia Rita. Sustainable Industrial Processes Based on Microalgae. (2024):297-321 Reino Unido. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-443-19213-5

Tesis doctorales defendidas

- Diseño y Optimización de Fotobiorreactores Raceway y Capa Fina mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) acoplado a Métodos Numéricos de Fotosíntesis. Cristian Inostroza González. Universidad de Almería. Defendida con la calificación de Sobresaliente cum laude en Enero de 2023.
- Nuevo diseño de fotobiorreactor tubular basado en la configuración de Fibonacci. Juan Pablo Díaz. Universidad de Almería. Defendida con la calificación de Sobresaliente cum laude en Enero de 2023.

CIESOL

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

