

INFORME ANUAL CIESOL

CIESOL ANNUAL REPORT



CIESOL

Centro de Investigación en Energía Solar
Centro Mixto UAL-PSA-CIEMAT

Solar Energy Research Center
JOINT CENTER UAL-PSA CIEMAT

ANÁLISIS

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	1
1. RESUMEN EJECUTIVO	4
2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)	9
2.1 ACTIVIDADES EN “QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA”	9
2.1.1 Descripción de la unidad	9
2.1.2 Líneas estratégicas del grupo	9
2.1.3 Investigadores principales del grupo	9
2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	10
2.1.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	10
2.1.6 Producción científica	10
2.1.7 Miembros de la unidad	13
2.1.8 Proyectos vigentes durante 2017	14
2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias	15
2.1.10 Proyectos solicitados durante 2017	16
2.1.11 Otros	16
2.2 ACTIVIDADES EN “EVALUACIÓN ANALÍTICA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS Y ANÁLISIS AMBIENTAL”	17
2.2.1 Descripción de la unidad	17
2.2.2 Líneas estratégicas del grupo	17
2.2.3 Investigadores principales del grupo	17
2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	18
2.2.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	19
2.2.6 Producción Científica	19
2.2.7 Miembros de la unidad	22
2.2.8 Proyectos vigentes durante 2017	23
2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias	27
2.2.10 Proyectos solicitados durante 2017	27
2.2.11 Otros	27
2.3 ACTIVIDADES EN “TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS”	28
2.3.1 Descripción de la unidad	28
2.3.2 Líneas estratégicas del grupo	28
2.3.3 Investigadores principales del grupo	28

2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	29
2.3.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	30
2.3.6 Producción Científica	30
2.3.7 Miembros del la unidad	35
2.3.8 Proyectos vigentes durante 2017	36
2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias	41
2.3.10 Proyectos solicitados durante 2017	41
2.3.11 Otros	41
2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO	42
2.4.1 Descripción de la unidad	42
2.4.2 Líneas estratégicas del grupo	42
2.4.3 Investigadores principales del grupo	42
2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	43
2.4.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	44
2.4.6 Producción Científica	45
2.4.7 Miembros del la unidad	50
2.4.8 Proyectos vigentes durante 2017	53
2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias	57
2.4.10 Proyectos solicitados durante 2017	60
2.4.11 Otros	60
2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRIO SOLAR	66
2.5.1 Descripción de la unidad	66
2.5.2 Líneas estratégicas de la unidad	66
2.5.3 Investigador principal del grupo	66
2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	67
2.5.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	67
2.5.6 Producción Científica	68
2.5.7 Miembros del la unidad	69
2.5.8 Proyectos vigentes durante 2017	70
2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias	73
2.5.10 Proyectos solicitados durante 2017	73
2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS	74
2.6.1 Descripción de la unidad	74
2.6.2 Líneas estratégicas del grupo	74
2.6.3 Investigadores principales del grupo	74

2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017	75
2.6.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	77
2.6.6 Producción Científica	77
2.6.7 Miembros del la unidad	83
2.6.8 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2017	84
2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias	100
2.6.10 Proyectos solicitados durante 2017	101
2.6.11 Otros	103
3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO	104
3.1 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR	104
3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR	108
4. DIRECTORIO	110
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	110
4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	110
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	111
4.4 COMITÉ EVALUADOR EXTERNO	111

0. INTRODUCCIÓN

CIESOL recoge la experiencia de más de 20 años de colaboración entre grupos de investigación de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. Nace de la necesidad de entendimiento entre estas dos instituciones. Esta relación UAL-PSA se consolidó formalmente en abril de 2005 con la firma de un convenio entre la Universidad de Almería y el CIEMAT-PSA para la creación y funcionamiento de una estructura estable en forma de centro de investigación conjunto.

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.

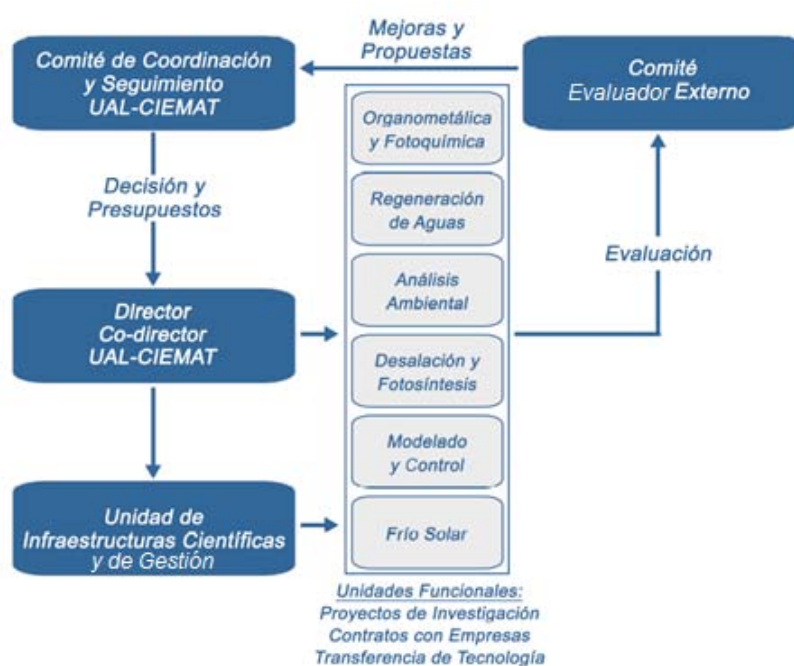


Figura 1. Esquema funcional de CIESOL.

El Comité de Coordinación y Seguimiento está formado por dos investigadores de la UAL, uno de ellos debe ser el Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación de la universidad y dos investigadores de la PSA, uno de ellos debe ser el Director de la Plataforma Solar de Almería. En 2017, el CCS está compuesto por Antonio Posadas Chinchilla (Vicerrector de Investigación) y Manuel Berenguel Soria por la UAL y Sixto Malato Rodríguez (Director de la Plataforma Solar de Almería) y Eduardo Zarza Moya por la PSA. El Equipo de Dirección consta de un director y un subdirector, pertenecientes a UAL y PSA (y viceversa) por periodos de tres años. En la actualidad el director es José Antonio Sánchez Pérez de la UAL y de la PSA Sixto Malato Rodríguez es subdirector. Respecto al 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 (MINECO, Gobierno de España), David Serrano, Director del IMDEA ENERGÍA de Madrid y Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos y Sebastián Dormido, Catedrático de la UNED (Doctor Honoris Causa por la UAL). En la figura 1 se muestra el esquema funcional del centro.

A continuación se describen brevemente las seis Unidades Funcionales.

Organometálica y fotoquímica. El interés inicial de esta Unidad Funcional, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se ha ido extendiendo a otras áreas como la foto-generación de hidrógeno o la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar. Los investigadores principales son Antonio Manuel Romerosa Nievas (UAL) y Christoph Richter (DLR-PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- 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.

Regeneración de aguas. Esta Unidad Funcional centra su actividad en el estudio de la fotocatálisis solar para la eliminación de sustancias tóxicas y la desinfección de aguas, así como su combinación con métodos biológicos avanzados. Existe una estrecha colaboración con el grupo “Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental”, complementando y fortaleciendo las principales líneas de trabajo actuales. Los investigadores principales son José Antonio Sánchez Pérez (UAL) y Manuel Ignacio Maldonado Rubio (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Aplicación de foto-Fenton solar a la descontaminación de aguas tóxicas y a la eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas (regeneración)
- Optimización de la operación y desarrollo de nueva tecnología para foto-Fenton. Economía del agua

Análisis Ambiental. La actividad del grupo está enfocada al desarrollo, optimización y evaluación analítica de procesos avanzados de tratamiento de aguas aplicados a efluentes complejos con vistas a su regeneración y, en su caso, reutilización. Las investigadoras principales son Ana Agüera López (UAL) e Isabel Oller Alberola (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Desarrollo de métodos analíticos avanzados para la caracterización de efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos durante los tratamientos.
- Identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos y establecimiento de rutas de degradación. Estudio de la calidad de las aguas regeneradas.

Desalación y Fotosíntesis. El grupo desarrolla dos líneas paralelas de trabajo, ambas relacionadas en el uso de la energía solar, ya sea para la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas o para la producción de microalgas y productos de interés. En ambos casos se emplea usualmente agua de mar como materia de partida, aunque los procesos pueden extenderse al uso de aguas de diversas calidades, desde agua dulce a salmueras concentradas. Los investigadores principales son José M. Fernández Sevilla (UAL) y Guillermo Zaragoza del Águila (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Sistemas basados en energía solar y membranas para desalación y tratamiento de efluentes.
- Desarrollo de fotobiorreactores para la producción de microalgas y obtención de productos de valor.

Modelado y control. Entre sus ámbitos de trabajo, la energía solar tiene un papel destacado, especialmente la participación de investigadores de la UAL en el desarrollo algunos de los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) de lazos de ensayo ubicados en las instalaciones de la PSA. A raíz de las experiencias adquiridas en el proyecto ARFRISOL, el grupo tiene también una línea de actuación vinculada a las aplicaciones de los sistemas de control al confort térmico y la eficiencia energética en la edificación. Los investigadores principales son Manuel Berenguel Soria (UAL) y Luis José Yebra Muñoz (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Modelado y control de plantas termosolares. Modelado y control de fotobiorreactores
- Eficiencia energética y control de confort en edificios. Redes energéticas inteligentes.

Frío Solar. Formado en el año 2006 a raíz del Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (ARFRISOL), su principal actividad es la evaluación y predicción del recurso solar. Su investigador principal es Francisco Javier Batlles Garrido (UAL). Las líneas estratégicas de actuación son:

- Teledetección. Optimización de cámaras de cielo.
- Diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar. Trigeneración

Objetivos, ámbitos de investigación y alcance

En el convenio de creación, se consideraron los siguientes fines y objetivos de la colaboración institucional UAL-CIEMAT en CIESOL:

- Participar con su esfuerzo y dedicación en un mayor desarrollo de la investigación en energía solar y sus aplicaciones medioambientales, en bien de la investigación científica en general y de la proyección industrial y tecnológica de la misma.
- Desarrollar diferentes líneas de investigación en un espacio común, situado en la UAL, que permitirá disponer de instalaciones de uso compartido para que el personal investigador de ambas Entidades realice su labor en proyectos conjuntos.
- Apoyar e intensificar la actividad investigadora que va aneja a la docencia superior de la UAL y de los grupos de investigación de CIEMAT-PSA, que forman parte de CIESOL.
- Facilitar a los jóvenes graduados el acceso a la investigación, así como la formación y promoción del personal adscrito al CIESOL.
- Potenciar las relaciones con otros centros nacionales e internacionales para promover una mayor conexión en áreas afines.
- Promover e impulsar las relaciones científicas de carácter internacional en el ámbito de la investigación en energía solar con objeto de fomentar el intercambio de experiencias con científicos de otros países.

Respecto a los ámbitos de investigación, CIESOL desarrolla sus actividades en los siguientes campos (según la nomenclatura de la UNESCO):

- Control automático [3311-0 1, 3311-02, 3311-05, 3311-15]

- Arquitectura bioclimática [3305-01, 3305-14, 3305-22, 3305-90]
- Química ambiental [2391]
- Control de la contaminación y tratamiento de aguas físico-químico y biológico [3308-8, 3308-06, 3308-10, 2508-11, 3302-90]
- Desalación mediante destilación [3328-07]
- Síntesis fotoquímica y organometálica [221 0-22, 2303-21]
- Medida de la radiación solar [21 06-01, 2202-06]
- Ciencia de los materiales [3312]
- Educación de nivel superior.

El alcance de las actividades de CIESOL puede concretarse en:

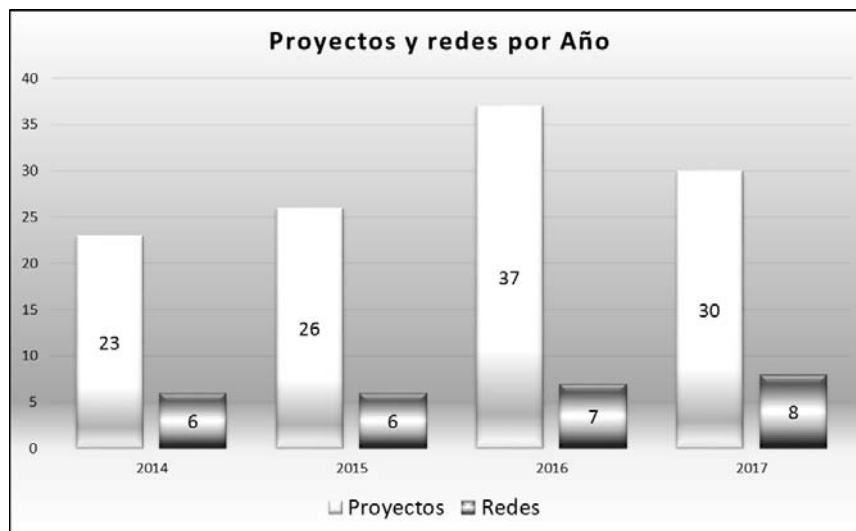
- Participar en convocatorias de la Unión Europea y del Plan Nacional de I+D, tanto de proyectos de investigación como de demostración.
- Fomentar la colaboración con empresas relacionadas con la energía y el medioambiente.
- Desarrollar patentes de innovaciones tecnológicas que faciliten el desarrollo industrial de Almería y, por extensión, de Andalucía.
- Realizar seminarios y cursos dedicados a los diferentes temas relacionados con el aprovechamiento de la Energía Solar, tales como: la producción de electricidad, evaluación y predicción del recurso solar, desalación solar, desarrollo de nuevos materiales, tratamiento de aguas, fotocatalisis, reacciones fotoquímicas y química organometálica.
- Aquellas otras actividades que pudieran ayudar a la consecución de los objetivos perseguidos.

1. RESUMEN EJECUTIVO

El CIESOL, junto con la PSA y la Escuela Superior de Ingeniería de la UAL ha puesto en marcha el Máster oficial en Energía Solar de la Universidad de Almería que comenzó a impartirse en el curso 2017/2018, cuyo coordinador académico es el Catedrático Manuel Berenguel Soria, IP de la unidad funcional Modelado y Control y coordinador técnico es el Profesor de Investigación Eduardo Zarza Moya, de PSA. A fin de incrementar las relaciones externas del centro, en febrero de 2017 se recibió la visita de la Presidenta del Consejo Social de la Universidad, Magdalena Cantero, estableciéndose lazos de comunicación y colaboración con este importante órgano universitario. Asimismo, CIESOL ha sido invitado por la Asociación de empresarios de Almería, ASEMPAL, para colaborar en la redacción del plan de Inversión Territorial Integrada cuyo lema es el nexo agua-energía, con especial dedicación a la energía solar. También se colabora con la entidad bancaria CAJAMAR para la creación de una Incubadora de Alta Tecnología especializada en el uso y gestión eficiente del agua. Respecto a la gestión del centro, durante 2016 se elaboró un Reglamento de Régimen Interno en cumplimiento del Reglamento de Centros de Investigación de la Universidad de Almería, aprobado por su Consejo de Gobierno el 28 de septiembre de 2016. En la actualidad, aún no se ha recibido información al respecto desde Secretaría General.

Durante 2017, 74 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL, 17 de ellos con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 16 proyectos del Plan Nacional de Investigación y 3 del

Programa Andalúz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento, 6 contratos con empresas e instituciones y 12 proyectos europeos. En 2017 se han solicitado 9 nuevos proyectos. En la figura se muestra la evolución del número de proyectos en los cuatro últimos años, desde la conformación del centro en 6 unidades funcionales. Se observa una media de 29 proyectos en ejecución al año.



En cuanto a la producción científica correspondiente a 2017, se ha alcanzado un total de 94 publicaciones indexadas en el *Journal Citation Report*. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (10) e internacionales (47) con un total de 80 contribuciones. En la figura se muestra la evolución del número de publicaciones científicas internacionales en JCR en los cuatro últimos años. Se observa una media de 95 artículos al año.



También es destacable la financiación obtenida mediante los proyectos citados, 867.188 € en 2017, en el orden de la financiación obtenida en años anteriores. Todo este esfuerzo no sería posible sin la confluencia de objetivos entre la UAL y el CIEMAT.

No debe pasarse por alto que uno de los resultados más relevantes de la colaboración UAL-PSA durante 2017 ha sido la lectura de 2 tesis doctorales de alumnos de la UAL codirigidas por investigadores de UAL y

PSA, y que aseguran la continuidad y la difusión del conocimiento generado, pues doctores formados en CIESOL se encuentran trabajando en centros de investigación de prestigio de diferentes países en todo el mundo.

Junto a la información detallada que se hará en los siguientes capítulos por parte de las unidades funcionales y de los servicios técnicos, en este resumen inicial de las actividades a lo largo de 2017 se destacan los siguientes hitos:

Participación en redes

- Grupo de Trabajo "WG5: Wastewater reuse" (NORMAN W604002510)
- European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)' (RED COST Action ES1403).
- RED CONSOLIDER TRAGUA (CTM2014-53485-REDC)
- European Network on Smart Inorganic Polymers (RED COST Action COST CM1302)
- Processing of brewery wastes with microalgae for producing valuable compounds (GREENBIOREFINERY) ERANET-LAC 2014
- Red Temática Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos, FOTO CAT (CTM2015-71054-REDT)
- European Robotics Research Network EURON
- Red Temática de Ingeniería de Control. Acción especial del Plan Nacional. DPI2014-51731-REDT. IP. Ramon Vilanova, 01/2015-01/2017.
- Thermal energy storage with phase change materials for solar cooling and Heating Applications: A technology viability analysis (PCMSOL) Comisión Europea (ERANET-LAC Joint call 2015-2016), MINECO (Ref. PCIN-2016-013)
- Recuperación de energía de una planta piloto de reactor batch secuencial de biofiltro granular (THERBIOR) Comisión Europea (ERA-NET Cofund WaterWorks2014 Call, Water JPI), MINECO (Ref. PCIN-2015-258)
- NETWORKING FOR EXCELLENCE IN SOLAR THERMAL ENERGY RESEARCH (NESTER) European Commission, Horizon 2020 programme
- Conversion of Low Grade Heat to Power through closed loop Reverse Electro-Dialysis (RED-Heat-to-Power) European Commission, Horizon 2020 programme

Premios recibidos durante 2017:

- Distinción de la Asociación El Saliente 2017, categoría Innovación. Antonio Giménez Fernández, 01/12/2017.
- Primer premio al concurso nacional de Ingeniería de Control. Alumnos: Francisco José García Mañas, Miguel Ángel Andrés Asensio. Tutores: Manuel Berenguel Soria y José Luis Guzmán Sánchez.

- Microsoft Azure Research Award. Jorge Antonio Sánchez Molina. 20/05/2017.

Actividades de difusión y transferencia de la investigación:

Dentro del interés por la difusión y transferencia de la investigación, en el año 2017 CIESOL ha participado activamente en:

- Participación en la European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS).
- Contratos con empresas
 - o Asesoramiento al desarrollo de una metodología de modelado de la humedad de suelo en cultivos de exteriores. IP. Jorge Antonio Sánchez Molina, Francisco Rodríguez Díaz. 15/09/2016-15/01/2017. Comunidad de Madrid/AISCOM, 17.400 €.
 - o Mobile Robotics application development with MRPT, 001242/2. 01/03/2017-31/05/2017. IP. José Luis Blanco Claraco, 33.000 €.
 - o Mobile Robotics application development with MRPT, 001242/1. 01/03/2017-31/05/2017. IP. José Luis Blanco Claraco, 75.400 €.
- Convenio con la Universidad de Brescia y participación en proyecto Sfera 2.
- Convenio UAL-CIEMAT
- Colaboración con la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación Uie3 del CIEMAT
- Colaboración en el programa ERASMUS+ KA 107
- Colaboración en el programa STUDY ABROAD de la Universidad de Almería
- Colaboración con IMDEA Energía
- Conferencia plenaria impartida por Francisco Javier Batlles Garrido en IWLIME, 2017. International Workshp. Lithium, Industrial, Minerals and Energy. Chochanamba (Bolivia), julio de 2107.
- Varias reuniones con la empresa Hedera Helix Ingeniería y Biotecnología S.L., Phase Change Technologies S.L., para el desarrollo de una planta de recuperación de energía con materiales de cambio de fase.
- Estancia de 6 meses de Francisco Javier Batlles Garrido (julio a diciembre de 2017) En el SERC (Chile). Se colaboró con la Universidad de Chile y con la Universidad de Antofagasta. Se trabajo en la modelización de producción de plantas de fotovoltaica y caracterización y encapsulado de materiales de cambio de fase.
- Impartición del curso de doctorado “Medida y Cálculo de la radiación solar”. Universidad de Antofagasta (Chile). Noviembre de 2017.
- Reunión del proyecto “Thermal energy storage with phase change materials for solar cooling and Heating Applications: A technology viability analysis (PCMSOL)”, en Cochabamba (Bolivia), septiembre de 2017.
- Curso de “Fundamentos sobre bioreactores, diseño e implementación de bioprocesos aplicados a la biotecnología de microalgas”, CIBNOR, La Paz, México, Noviembre 2017.

- Taller de Innovación en Biotecnología y Recursos Hidrobiológicos en el marco del Diplomado en Gestión para la Innovación Tecnológica para el uso sostenible de los Recursos Naturales Renovables en la Universidad Aturo Prat de Chile, Noviembre 2017
- International Training School Microalgae based processes: upsteam and downstream, COST ACTION EUALGAE, Almería Septiembre 2017.
- International Summer Course Study Abroad 2017 Fundamentals of Microalgae Bioprocesses, Almería, July 2017
- Symposium de bioprocesos en microalgas en colaboración con la empresa Oleopalma y la Universidad ITESO de Guadalajara, Mexico, Septiembre de 2017.
- Conferencia por invitación Procesos biotecnológicos basados en bacterias aplicados a la producción sostenible de hortalizas. Jornada Técnica Agroalimentaria: Producción sostenible de hortalizas (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas). Almería, España 2017
- Conferencia por invitación Sustainable production of aquafeed from microalgae: SABANA project, Desafíos y oportunidades para el desarrollo acuícola del Norte de Chile. Antofagasta, Chile 2017
- Conferencia por invitación On the contribution of microalgae to wastewater treatment processes. 7th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. Miami, USA 2017
- Conferencia por invitación Major challenges in the production of microalgae at large scale. 8th Symposium on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár, Hungría 2017
- Conferencia por invitación Sustainable algae biorefinery for agriculture and aquaculture: SABANA project. 8th Symposium on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár, Hungría 2017

Todo esto se expone con más detalle en el apartado de transferencia y actividades complementarias de cada unidad funcional.

Por otro lado, el centro ha contado con numerosas estancias de investigadores, entre ellos, dos de la Universidad Técnica de Creta (Grecia), tres de la Universidad de Brescia (Italia), dos de la Universidad de Rabat (Marruecos), uno de la Universidad de la República de Uruguay (Uruguay) uno de la Universidad Federal de Santa Catalina (Brasil), uno de la Universidad de Sevilla, etc. Todo esto queda también detallado en cada una de las unidades.

A continuación se detallan las actividades desarrolladas por cada Unidad Funcional.

2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)

2.1 ACTIVIDADES EN “QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA”

2.1.1 Descripción de la unidad

Esta unidad se compuso en 2016 de 10 miembros (tres profesores universitarios, 5 investigadores, 2 contratos predoctorales y 1 uno postdoctoral) y está constituida por personal del Grupo de Inv. “Química de Coordinación Organometálica y Fotoquímica” (FQM-317) perteneciente al departamento de Química y Física de la Universidad de Almería que a su vez está constituido por miembros de la U. de Almería, La Laguna, Cádiz y por un investigador del Centro Aeroespacial de Alemania - Plataforma Solar de Almería (DLR-PSA-CIEMAT). El grupo mantiene fluidos intercambios 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 (> 200 artículos en revistas químicas de impacto internacionales). Sus intereses iniciales, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se ha ido extendiendo a otras áreas como la foto-generación de hidrógeno, la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar y la generación de electricidad mediante radiación solar.

2.1.2 Líneas estratégicas del grupo

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

2.1.3 Investigadores principales del grupo

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 133 artículos internacionales, 14 patentes españolas e internacionales y más de 230 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 20 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 18 tesis doctorales, encontrándose dirigiendo 2 más. Es responsable del grupo de la Junta de Andalucía FQM-317.

Christoph Richter (Scopus Author 55439554100)

Doctor en Química Física por la Universidad de Colonia en 1993. En 1994 comienza a trabajar en el Departamento que DLR (Centro Aeroespacial de Alemania) tiene en la Plataforma Solar de Almería (PSA-

CIEMAT), en España; el mayor centro de pruebas para investigación y desarrollo en tecnologías de concentración solar a altas temperaturas. Inicialmente trabaja como director de proyectos en el área de química solar, en el desarrollo de proyectos sobre las aplicaciones fotoquímicas de la energía solar en la depuración de aguas y en la síntesis química fina. Actualmente trabaja en diferentes aspectos del funcionamiento de las plantas solares térmicas, incluyendo el almacenamiento de calor, refrigeración e impacto ambiental, y es responsable del departamento de administración e infraestructuras de DLR en Almería. Desde marzo de 2008 es el Secretario General de Solar PACES.

2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

El 2017 ha sido un año de profunda remodelación en el grupo. Su responsable ha realizado una estancia de 7 meses en el Rutherford-Appleton Laboratory en Inglaterra, durante la cual ha realizado una serie de experimentos que han dado nuevo sentido a la labor del grupo, dirigiéndolo al desarrollo de nuevos materiales poliméricos heterometálicos con propiedades ópticas y fotoquímicas. El grupo, a mutado incorporando dos contratos predoctorales y diversos alumnos de grado y máster. Durante el 2017 se ha continuado con la formación de doctores, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales, así como la realización de patentes de invención. Recientemente se ha obtenido un proyecto de la AACI para el desarrollo de países latinoamericanos que junto con contratos con empresas, le permitirá continuar su actividad investigadora los próximos años.

2.1.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

Durante 2017 se han incorporado dos contratos predoctorales y dos estudiantes de máster. El grupo ha recibido a dos profesores de la Universidad de Debrecen en Hungría durante dos semanas, una estudiante tunecina durante 6 meses, así como un estudiante ecuatoriano durante 2 meses.

2.1.6 Producción científica

Artículos

- L. Hajji, V. Jara-Pérez, C. Saraiba-Bello, G. Segovia-Torrente, M. Serrano-Ruiz, A. Romerosa. Synthesis, characterization and theoretical study of the complexes $[RuCp(8MTT-\kappa S)LL']$ (8MTT=8-methylthio-theophyllinate; L, L'=PTA, mPTA; L = mPTA, L' = PPh₃; PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane, mPTA = N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *Inorganica Chimica Acta*, 2017, 455, pp 557-567.
- M. Serrano-Ruiz, P. Lorenzo-Luis and A. Romerosa. Easy synthesis and water solubility of ruthenium complexes containing PPh₃, mTPPMS, PTA and mPTA, (mTPPMS = meta-triphenylphosphine monosulfonate, PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane, mPTA = N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *Inorganica Chimica Acta*, 2017, 455, pp 528-534.
- N. Hamdi; R. Medyouni, A. Sulaiman, L. Mansour, A. Romerosa. Synthesis, Characterization, Aggregation Properties, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Novel Unmetalled and

Metallophthalocyanines Bearing Coumarin Derivatives. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 2017, 54, 2342-2351

- N. Hamdi, R. Medyouni, H. Bilel, L. Mansour, A. Romerosa. An Efficient One-Pot Protocol for the Synthesis of Substituted 3,4-Dihydropyrimidin-2(1H)-ones Using Metallophthalocyanines (MPcs) as Potent Heterogeneous Catalysts: Synthesis, Characterization, Aggregation and Antimicrobial Activity. *Molecules* 2017, 22(4), 605/1-605/14, doi:10.3390/molecules22040605
- L. Hajji, C. Saraiba Bello, F. Scalambra, G. Segovia-Torrente, A. Romerosa, A. Canella. Ruthenium complexes containing mPTA and thiopurines bis(8-thiotheophylline)-(CH₂)_n (n = 1 – 3; mPTA = N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *J. Coord. Chem.* 2017, 70:10, 1632-1644
- F. Scalambra, M. Serrano-Ruiz, A. Romerosa. Water and catalytic isomerization of linear allylic alcohols by [RuCp(H₂O-O)(PTA)₂]⁺ (PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *Dalton Trans.* 2017, 46, 5864 – 5871.
- Z. Mendoza, P. Lorenzo-Luis, F. Scalambra, J. M. Padrón, A. Romerosa. Enhancement of the antiproliferative activity of [RuCp(PPh₃)₂(dmoPTA-1κP)]⁺ via its coordination to one {CoCl₂} unit: synthesis, crystal structure and properties of [RuCp(PPh₃)₂-μ-dmoPTA-1κP:2κ²N,N'-CoCl₂](OTf)·0.25H₂O. *Dalton Trans.* 2017, 46, 8009-8012.

Capítulos de libro

Congresos

- XII Congreso de Estudiantes de la Sección de Química. 11-13 de abril de 2016, La Laguna, Tenerife, España.
- 17ª Reunion científica plenaria de química inorgánica 11ª Reunión científica plenaria de química del estado sólido, 19-22 junio 2016, Torremolinos, Málaga, España.
- XXXIV GEQP Congress Organometallic Chemistry Group, 7-9 septiembre 2016, Girona, España
- 13th European Workshop on Phosphorus Chemistry. 7-9 marzo 2016, Berlin, Germany.
- 42nd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC 2016). 3-8 julio 2016, Brest, France.
- 3rd European Conference on Smart Inorganic Polymers (3rd EUSIPs). 12-14 septiembre 2016, Porto, Portugal.
- II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología. Universidad Técnica de Machala, 23-25 noviembre de 2016, Machala, Ecuador
- V Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad (DESEID-2017). Toledo, 22-24 noviembre 2017.
 - o Sensores de explosivos mediante polímeros heterometálicos fluorescentes en una red nanovoid. Antonio Romerosa Nievas, Franco Scalambra, Benjamin Sierra-Martín, Antonio Fernández Barbero, Pablo Antonio Lorenzo Luis, Isaac de los Rios Hierro (Oral)

- Deuteration for Neutron Scattering–DEUNET Workshop. Monday 15 May 2017 - Wednesday 17 May 2017 Oxford.
 - o Catalitic Selective Deuteration by Cleavage of Vinyl-Ethers by Using $[\text{RuCp}(\text{C}=\text{C}=\text{CPh}_2)(\text{mPTA})_2](\text{CF}_3\text{SO}_3)_3$. Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Pablo Lorenzo-Luis. Poster.
- Metals and Water 2017: II International Conference on Water Soluble Metal Complexes. 13th to 15th June 2017, Jaca (Huesca), Spain. (Oral).
 - o Selective deuteration by cleavage of the C-O-vinyl-ether bond catalyzed $[\text{RuCp}(\text{C}=\text{C}=\text{CPh}_2)(\text{mPTA})_2](\text{CF}_3\text{SO}_3)_3$. Isaac de los Rios, Franco Scalambra, Pablo Lorenzo-Luis, Antonio Romerosa. (Oral).
 - o Catalytic Isomerization of allylic-alcohols in water mediated by water soluble PTA-ruthenium complexes (PTA=1,3,5-triaza-7-phosphatricycle[3.3.1.13,7]decane): some findings on the reaction. Franco Scalambra, Silvia Imberti, Nicole Holzmman, Leonardo Bernasconi, Antonio Romerosa. (Oral).
 - o New coordination mode of DNA-purines to water-soluble ruthenium complexes containing PTA and mPTA. Lazhar Hajji, Cristobal Saraiba, Franco Scalambra, Manuel Serrano-Ruiz, Gaspar Segovia-Torrente, Antonio Romerosa. (Oral).
 - o Bimetallic complex $[\text{RuCp}(\text{PPh}_3)_2-\text{dmoPTA}-1\kappa\text{P}:2\kappa^2\text{N},\text{N}'\text{-CoCl}_2]$ and highly active antiproliferative complex. Elizabeth Zenaida Mendoza Nozeman, Pablo Lorenzo Luis, Franco Scalambra, Antonio Romerosa. (Oral).
- 31st Conference of The European Colloid and Interface Society. Madrid, Spain, 3-8 September, 2017 (ECIS2017).
 - o Molecular Motion and Structure of Novel Organometallic Polymers. B. Sierra-Martín, Manuel Serrano-Ruiz, A. Maldonado-Valdivia, Franco Scalambra, Antonio Romerosa, A. Fernández-Barbero.
 - o New Ruthenium Complexes as Dyes for Dye-sensitized solar Cells. A. Maldonado-Valdivia, B. Sierra-Martín, Manuel Serrano-Ruiz, Franco Scalambra, Antonio Romerosa, A. Fernández-Barbero.
- 11th Triennial Congress of the World Association of Theoretical and Computational Chemistry (WATOC2017; www.watoc2017.com), August 27 to September 1, 2017.
 - o Combining AIMD and Neutron Scattering Data based EPSR Simulations to uncover Water Participation in Catalysis. Nicole Holzmman, Silvia Imberti, Franco Scalambra, Antonio Romerosa, Leonardo Bernasconi. PO1-155

Patentes

TÍTULO: Aditivación de resinas epoxi mediante complejos poliméricos Homo y Heterometálicos con 1,3,5-triaza-7-fosfaadamantanofosfina y sus derivados.

NÚMERO DE PATENTE: P201600099 (P2016-91000000060) (26/01/2016)

N.º DE REGISTRO: ES 2 627 009 A1 (26/07/2017)

SOLICITANTE: Universidad de Almería/Universidad de La Laguna

TÍTULO: Células solares constituida por agua y complejos de rutenio con fosfinas acuosolubles: un nuevo tipo de células solares.

NÚMERO DE PATENTE: P201500602 (P2015-91000000557) (22/07/2015)

N.º DE REGISTRO: ES 2 597 952 A1 (24/01/2017)

ENTIDAD TITULAR: Universidad de Almería

Organización de congresos

- Metals and Water 2017: II International Conference on Water Soluble Metal Complexes. (MW2017) (http://www2.ual.es/mws-2017/index_en.html). Ambito: INTERNATIONAL. Fecha: 13-15/06/2017. Jaca (Huesca, Spain)
- "Polymers in Solution and Disordered Systems: a European Training School of COST Action CM1302". (<http://www2.ual.es/SCHOOL-2017/index.html>). Ambito: INTERNATIONAL. Fecha: 6-9/11/2017. Universidad de Almería. Almería (Spain).

2.1.7 Miembros del la unidad

Antonio Manuel Romerosa Nievas



Catedrático de Química Inorgánica
UAL

romerosa@ual.es
(+34) 950 015 305

http://cvirtual.ual.es/webual/jsp/investigacion/nuevo/plnicio.jsp?id_grupo=FQM317

Christoph Richter



Investigador, Director del DLR en la PSA
DLR-PSA CIEMAT

christoph.richter@dlr.de
(+34) 950 271486

http://www.dlr.de/sf/en/desktopdefault.aspx/tabid-7176/11942_read-28189/

Isaac de los Ríos Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz

isaac.delosrios@uca.es

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna
plorenzo@ull.es

Gaspar Francisco Segovia



Investigador
UAL Tecnova
gfst75@gmail.com

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL
fs649@inlumine.ual.es

Cristóbal Saraiba Bello



Investigador Doctor
UAL
saraiba@ual.es

Sonia Mañas Carpio



Investigador Doctor
UAL
smcarpio@ual.es

Zenaida Mendoza



Investigador Predoctoral
Univ. La Laguna-UAL
zeni_reni7@hotmail.com

Lourdes Sánchez



Investigador Doctor
UAL-CTAP
mlourdes6@hotmail.com

2.1.8 Proyectos vigentes durante 2017

2.1.8.1 Polimeros poliheteroorganometalicos fluorescentes solubles en agua.

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:

Ministerio de Economía y Competitividad. FEDER 2013 (CTQ2015-67384-R)

Duración prevista:

Enero 2016 - Diciembre 2018

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto se dirige es el diseño de nuevos polímeros heterometálicos con propiedades de gel y fluorescentes en agua, de forma que puedan ser confinados en una matriz en la que puedan responder a variaciones del entorno. El objetivo último es obtener un sensor que cambie su respuesta optica en función de la presencia de explosivos comunes tanto en disolución como en vapor.

2.1.8.2 Purificación de agua mediante carbón activo proveniente de la cáscara de arroz.

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:

H. Consejo Universitario de Ecuador N° 396/2016

Duración prevista:

Octubre 2016 - Octubre 2017

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto pretende crear un medio para evitar dos problemas graves que sufre la población de la región de Machala (Ecuador): la eliminación de la cáscara del arroz producida en esa región y el acceso a agua de calidad. El agua es fundamental para la vida y por lo tanto disponer de agua de calidad es fundamental para el desarrollo adecuado de la población. Con este proyecto se pretende desarrollar un método que permita convertir la cáscara del arroz en carbón activo que puede purificar el agua. Todo el proceso sería ecológico, no produciría contaminación tangencial y sería respetuoso con los medios productivos y sociales de la comunidad en donde será desarrollado. La participación de una de las más importantes Cooperativas del Arroz de la región (PROASEM) garantiza el acceso adecuado a la materia prima y muestra el interés de la tejida económica de la zona.

2.1.8.3 Carbón activo proveniente de la cáscara de arroz y su uso en la purificación de agua

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:

Agencia Andaluza de Cooperación Internacional (AACI-2016DEC020)

Duración prevista:

Noviembre 2017 - Noviembre 2018

Situación:

En curso.

Resumen

Mediante el proyecto se ha entablado una vía de colaboración entre el grupo en el CIESOL y el de la U. de Machala en Ecuador. A través del mismo se pretende dar respuesta a graves problemas medioambientales que presenta la comarca de Oro en Ecuador. La alta contaminación producto de la actividad minera está llevando a la contaminación de ríos y acuíferos. Además, la eliminación de la cáscara del arroz producida en esa región y el acceso a agua de calidad. El agua es fundamental para la vida y por lo tanto disponer de agua de calidad es fundamental para el desarrollo adecuado de la población. El carbón activo obtenido de la cáscara del arroz puede purificar el agua selectivamente. Todo el proceso sería ecológico, no produciría contaminación tangencial y sería respetuoso con los medios productivos y sociales de la comunidad en donde será desarrollado.

2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias

2.1.10 Proyectos solicitados durante 2017

Solicitud de ayuda para la realización de una actuación de la convocatoria 2017 de acciones de dinamización "Redes de Excelencia" dentro del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.

Referencia: CTQ2017-90828-REDT

Centro: CIESOL CENTRO MIXTO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA SOLAR UAL-CIEMAT

Título: METALES Y AGUA

Entidad Solicitante: UNIVERSIDAD DE ALMERIA

2.1.11 Otros

2.2 ACTIVIDADES EN "EVALUACIÓN ANALÍTICA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS Y ANÁLISIS AMBIENTAL"

2.2.1 Descripción de la unidad

La Unidad Funcional está constituida por investigadores del departamento de Química y Física de la Universidad de Almería y de la unidad de Tratamientos Solares de Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). La colaboración entre ambos centros se remonta a 1998, año en el que se publica el primer trabajo conjunto. Desde entonces se ha colaborado activamente en proyectos nacionales e internacionales y se cuenta con más de 40 publicaciones conjuntas. Actualmente, miembros de ambos centros forman parte del grupo PAI (Plan Andaluz de Investigación) "Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374)".

2.2.2 Líneas estratégicas del grupo

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

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

2.2.3 Investigadores principales del grupo

Ana Agüera López (Scopus Author 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 25 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 20 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, en 6 de ellos como investigadora principal. Es co-autora de 2 patentes y 130 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=49, enero, 2018). Ha co-dirigido 7 tesis doctorales y participado en más de 150 comunicaciones a congresos. Es autora de 3 libros y 12 capítulos de libro y ha participado en la organización de 7 congresos de carácter internacional.

Isabel Oller Alberola (Scopus Author 8415190600)

Es investigadora de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), Licenciada en Ingeniería Química por la Universidad de Granada (2002) y Doctora por la Universidad de Almería (2008). Cuenta con más de 10 años de experiencia en el campo de la

descontaminación y reutilización de aguas residuales industriales y urbanas mediante procesos avanzados de oxidación y su combinación con sistemas físico-químicos de pre-tratamiento, así como con tratamientos biológicos avanzados. La Dr. Isabel Oller ha desarrollado esta actividad a través de su participación en diversos Proyectos de I+D nacionales y europeos (5th, 6th & 7th EU FP). Dentro de su producción científica cabe destacar que es autora de 1 libro en Editorial Nacional y co-autora de 10 capítulos de libros de Editorial Internacional. Además es co-autora de 87 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 80 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (enero 2018). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (Enero 2018): 33

2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

En esta anualidad se ha continuado con las actividades derivadas de los proyectos en curso. En el marco del proyecto P12-RNM-1739 se ha terminado de completar la caracterización toxicológica de las aguas derivadas del cocido del corcho brutas, después del pre-tratamiento físico-químico, y tras su oxidación parcial mediante el proceso de foto-Fenton solar, con la puesta a punto de técnicas y protocolos para la determinación de toxicidad crónica, que incluyen respirometría (fangos activos de EDAR), *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna*, Protozoo ciliado *Tetrahynema termopila* y *Artemia franciscana*. Los resultados confirmaron la generación de una toxicidad crónica por parte de este tipo de aguas residuales con respecto a diferentes especies microbiológicas. Se confirma por tanto la necesidad de oxidar este tipo de aguas residuales hasta estados muy avanzados de mineralización con objeto de poder introducir las en un sistema final de afino mediante membranas y lograr mejorar su calidad lo suficiente como para poder ser reutilizadas en el propio proceso de cocción. Asimismo, se abordó el tratamiento de lixiviados de vertedero, estableciéndose como línea de tratamiento óptima su pre-tratamiento mediante coagulación con FeCl₃ y su posterior filtración por un filtro de arena, seguida de una oxidación parcial mediante foto-Fenton solar (y filtración posterior). Dicha línea de tratamiento se acopló a un reactor biológico con el objetivo de operar de forma continua intentando maximizar la capacidad de tratamiento del sistema. Se optimizó el caudal de alimentación, si bien se encontró que a lo largo de la operación en continuo del reactor biológico se producía una acumulación final de nitrógeno en forma de amonio que no cumple con los cánones de vertido. Como opción para terminar de eliminar el amonio del efluente ya tratado, se intentó aprovechar ese elevado contenido en amonio como residuo de elevado valor añadido para la fertilización de campos en riego de cultivos. Se plantea pues continuar este trabajo con el estudio de recuperación de amonio en sistemas de destilación por membranas que usan la diferencia de temperatura como fuerza impulsora para la separación, a través de la membrana, de, en este caso, amonio. De forma que se podría obtener una corriente de permeado con una calidad suficiente para su reúso en riego de cultivos y enriquecida además con amonio.

En el proyecto SOLFENDIS, se ha colaborado en las tareas ya descritas por el grupo de Regeneración de Aguas. En paralelo, se ha desarrollado un método multiresiduos para el seguimiento de antibióticos seleccionados en las aguas residuales depuradas y tratadas, a fin de evaluar su eliminación en el tratamiento y establecer una correlación entre los compuestos y concentraciones encontradas y la

población de bacterias resistentes a antibióticos. En este último aspecto se ha realizado un seguimiento de presencia de bacterias resistentes a cefotaxima en los efluentes de la EDAR de El Bobar, obteniéndose resultados positivos en todas las muestras analizadas.

En el marco del proyecto REAQUA se ha trabajado en la mejora de los métodos cuantitativos para el análisis de microcontaminantes en aguas residuales, a fin de solucionar los problemas derivados de la ausencia de “blancos”, que no contengan los analitos en cuestión, para la preparación de las curvas de calibración. Se han ensayado diferentes matrices que sustituyan a las aguas residuales reales y se ha realizado un estudio estadístico que permita seleccionar aquella que presente una mayor similitud y menor efecto de matriz. Los resultados de este trabajo permitirán simplificar y minimizar errores la etapa de cuantificación.

En la línea de investigación sobre el impacto del reuso de aguas regeneradas en prácticas de riego, se ha publicado (ya disponible en la web) el método de análisis multiresiduo de microcontaminantes en diferentes matrices vegetales, que incluye su aplicación a cultivos en condiciones controladas. Se está asimismo finalizando el trabajo que recoge la validación de un método para el análisis de dichos contaminantes en suelos agrícolas y su aplicación a suelos irrigados con aguas regeneradas por largos periodos. Se pretende en este caso aportar información acerca del comportamiento y persistencia de contaminantes, no investigados hasta el momento, en el suelo y su potencial disponibilidad para la traslocación a los cultivos.

2.2.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

En 2017 se ha incorporado a la unidad la Dra. Patricia Plaza Bolaños, con un contrato posdoctoral HIPATIA 2016. Asimismo se ha incorporado D^a Elisa García Gómez, con un contrato en prácticas a través del Sistema Nacional de Garantía Juvenil.

2.2.6 Producción Científica

Artículos

- Ponce-Robles, L., Rivas, G., Esteban, B., Oller, I., Malato, S., Agüera, A. Determination of pesticides in sewage sludge from an agro-food industry using QuEChERS extraction followed by analysis with liquid chromatography-tandem mass spectrometry (2017) *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409 (26), pp. 6181-6193.
- Rivas Ibáñez, G., Bittner, M., Toušová, Z., Campos-Mañas, M.C., Agüera, A., Casas López, J.L., Sánchez Pérez, J.A., Hilscherová, K. Does micropollutant removal by solar photo-Fenton reduce ecotoxicity in municipal wastewater? A comprehensive study at pilot scale open reactors (2017) *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 92 (8), pp. 2114-2122.
- Campos-Mañas, M.C., Plaza-Bolaños, P., Sánchez-Pérez, J.A., Malato, S., Agüera, A. Fast determination of pesticides and other contaminants of emerging concern in treated wastewater using direct injection coupled to highly sensitive ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (2017) *Journal of Chromatography A*, 1507, pp. 84-94.

- Michael, C., Bayona, J.M., Lambropoulou, D., Agüera, A., Fatta-Kassinos, D. Two important limitations relating to the spiking of environmental samples with contaminants of emerging concern: How close to the real analyte concentrations are the reported recovered values? (2017) *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (17), pp. 15202-15205.
- Arzate, S., García Sánchez, J.L., Soriano-Molina, P., Casas López, J.L., Campos-Mañas, M.C., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A. Effect of residence time on micropollutant removal in WWTP secondary effluents by continuous solar photo-Fenton process in raceway pond reactors (2017) *Chemical Engineering Journal*, 316, pp. 1114-1121.
- Ponce-Robles, L., Miralles-Cuevas, S., Oller, I., Agüera, A., Trinidad-Lozano, M.J., Yuste, F.J., Malato, S. Cork boiling wastewater treatment and reuse through combination of advanced oxidation technologies (2017) *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (7), pp. 6317-6328.
- Miralles-Cuevas, S., Oller, I., Agüera, A., Llorca, M., Sánchez Pérez, J.A., Malato, S. Combination of nanofiltration and ozonation for the remediation of real municipal wastewater effluents: Acute and chronic toxicity assessment (2017) *Journal of Hazardous Materials*, 323, pp. 442-451.
- Prieto-Rodríguez, L., Oller, I., Agüera, A., Malato, S. Elimination of organic micro-contaminants in municipal wastewater by a combined immobilized biomass reactor and solar photo-Fenton tertiary treatment (2017) *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 20 (1), .
- Miralles-Cuevas, S., Oller, I., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A., Malato, S. Strategies for reducing cost by using solar photo-Fenton treatment combined with nanofiltration to remove microcontaminants in real municipal effluents: Toxicity and economic assessment (2017) *Chemical Engineering Journal*, 318, pp. 161-170.
- Freitas, A.M., Rivas, G., Campos-Mañas, M.C., Casas López, J.L., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A. Ecotoxicity evaluation of a WWTP effluent treated by solar photo-Fenton at neutral pH in a raceway pond reactor (2017) *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (2), pp. 1093-1104.
- Martín-De-Lucía, I., Campos-Mañas, M.C., Agüera, A., Rodea-Palomares, I., Pulido-Reyes, G., Leganés, F., Fernández-Piñas, F., Rosal, R. Reverse Trojan-horse effect decreased wastewater toxicity in the presence of inorganic nanoparticles (2017) *Environmental Science: Nano*, 4 (6), pp. 1273-1282.
- Christou, A., Agüera, A., Bayona, J.M., Cytryn, E., Fotopoulos, V., Lambropoulou, D., Manaia, C.M., Michael, C., Revitt, M., Schröder, P., Fatta-Kassinos, D. The potential implications of reclaimed wastewater reuse for irrigation on the agricultural environment: The knowns and unknowns of the fate of antibiotics and antibiotic resistant bacteria and resistance genes – A review (2017) *Water Research*, 123, pp. 448-467.

Capítulo de libro

- Analytical Strategies Used in HRMS (2017) En: *Applications in High Resolution Mass Spectrometry: Food Safety and Pesticide Residue Analysis*, Elsevier Inc. pp. 59-82. ISBN: 978-0-12-809464-8

Congresos

- 18th European Meeting on Environmental Chemistry: EMEC 18. Oporto, Portugal, 26-29 Noviembre, 2017
 - o Suspect-screening Strategy Applied to the Identification of Transformation Products of Carbamazepine in Lettuce And Soil Commodities. Comunicación Oral. A.B. Martínez-Piernas, S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, S. Malato, S. Murgolo, G. Mascolo, P. Fernández-Ibáñez, A. Agüera.
 - o Disinfection of Secondary Effluent from WWTP by Solar Photo-Fenton Process at Neutral pH in Raceway. Poster. A. Agüera, B. Esteban García, G. Rivas Ibañez, A. Lorenzo, J.A. Sánchez Pérez.
 - o Multiresidue Determination of Antibiotics in Wastewater Effluents using Liquid Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry. Poster. A. Lorenzo, B. Esteban García, J.A. Sánchez-Pérez, A. Agüera.
- 3rd Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (III CIPOA) and 2nd Colombian Conference on Advanced Oxidation Processes (II CCPAOX) Medellín (Guatapé), Colombia. 14-17 Noviembre, 2017
 - o Development and validation of LC-MS/MS method for microcontaminant evaluation in real wastewater effluent during solar photo-Fenton treatment. Poster. J.A. Sánchez-Pérez, M.C. Campos-Mañas, A. Lorenzo, G. Rivas Ibañez, A. Agüera.
- 5th European Conference on Environmental Applications of Advances Oxidation Processes (EAAOP5). Praga, 25-29 Junio, 2017.
 - o Landfill leachate treatment and reuse for nutrient recovery by combination of advanced technologies. Poster. A. Ruíz-Delgado, L. Ponce Robles, I. Salmerón, I. Oller, M.I. Polo-López, S. Malato, A. Agüera.
 - o Advanced analytical techniques applied to cork boiling wastewater treatment and reuse by using advanced oxidation processes. Oral. L. Ponce-Robles, A. Agüera, L. Pérez-Estrada, S. Malato, I. Ollera.
- 13th SOLLAB Doctoral Colloquium on Solar Concentrating Technologies. Berlin, Junio 15 – 17, 2017.
 - o Treatment Strategy for Landfill Leachate Solar Remediation and Reuse. A. Ruíz-Delgado, L. Ponce Robles, I. Salmerón, I. Oller, M.I. Polo-López, S. Malato, A. Agüera.
- CorkScience – Cork in Science and Applications. 7-8 September 2017, Universidade de Aveiro, Portugal.
 - o Cork boiling wastewater treatment and reuse by combination of advanced physicochemical technologies. L. Ponce-Robles, A. Agüera, L. Pérez-Estrada, I. Oller, M.J. Trinidad-Lozano; F.J. Yuste, S. Malato

2.2.7 Miembros del la unidad

Ana Agüera López



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

Isabel Oller Alberola



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

Sixto Malato Rodríguez



Investigador titular OPI. Director PSA (CIEMAT)
CIEMAT-PSA
sixto.malato@psa.es
(+34) 950387940
www.psa.es

Leónidas Pérez Estrada



Investigador Contratado Ramón y Cajal
CIEMAT
lperez@psa.es
(+34) 950 387 800 ext.826
www.ciesol.com

Patricia Plaza Bolaños



Contratada doctor
UAL
ppb515@ual.es@gmail.com
(+34) 950 214139
www.ciesol.com

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
ricardo.sanchez@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Maria Castro Alférez



Contratada pre-doctoral UAL-PSA
PSA
maria.castro@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Laura Ponce Robles



Contratada pre-doctoral FPI (MINECO)
CIEMAT-PSA
laura.ponce@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Ana Martínez



Contratada pre-doctoral
UAL-CIEMAT
aaguera@ual.es
(+34) 950 214136
www.ciesol.com

Marina Celia Campos Mañas



Contratada pre-doctoral
UAL
mcm029@inlumine.ual.es
(+34) 950214136
www.ciesol.com

Ana Lorenzo Flores



Contratada pre-doctoral
UAL
lorenzofloresana@gmail.com
(+34) 950 214136
www.ciesol.com

Elisa García Gómez



Contrato de Investigación
UAL
fg966@ual.es@gmail.com
(+34) 950 214136
www.ciesol.com

Ana Ruiz Delgado



Contratada pre-doctoral (Junta Andalucía)
PSA
ana.ruiz@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

2.2.8 Proyectos vigentes durante 2017

2.2.8.1 Caracterización y tratamiento de aguas residuales de distinto origen (lixiviados de vertedero y efluentes de la industria del corcho)

Participantes:

Unidad funcional de Análisis Ambiental

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

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

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia. Convocatoria 2012. (P12-RNM-1739)

Duración prevista:

Enero 2014 - Enero 2019. Ampliado

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto pretende abordar el tratamiento de aguas residuales complejas integrando procesos avanzados de oxidación (PAO) (foto-Fenton solar y O_3/H_2O_2) con biotratamiento (Bio), tanto en el sentido PAO/Bio como Bio/PAO, en función de las características de biodegradabilidad del agua a tratar. Se utilizarán dos tipos de aguas residuales de características claramente diferenciadas, lixiviado de vertedero y efluentes de la industria del corcho. Debido a la complejidad de estas aguas se realizará la caracterización inicial de la misma y el seguimiento de la evolución de los tratamientos mediante técnicas analíticas avanzadas (LC-MS, GC-MS), parámetros globales (TOC, DQO, biodegradabilidad, etc.) y baterías de bioensayos (toxicidad mediante diferentes organismos).

Objetivos:

- Caracterización de aguas residuales de diverso origen mediante protocolos de análisis de amplio espectro que incluyan la selección de procedimientos de extracción y técnicas analíticas combinadas.
- Establecimiento de una metodología global para determinar la detoxificación y biocompatibilidad de las aguas residuales tratadas mediante procesos avanzados, mediante la comparación de distintos métodos de medida de toxicidad y biodegradabilidad.
- Selección de la mejor opción entre diferentes tratamientos de oxidación avanzada (foto-Fenton, O_3/OH^- , O_3/H_2O_2) y su combinación con depuración biológica.

2.2.8.2 Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REQUA)

Participantes:

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

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2013-46398-R)

Duración prevista:

Enero 2014 – Diciembre 2016. Ampliado a Diciembre de 2017.

Situación:

Finalizado

Resumen:

La eliminación de contaminantes mediante foto-Fenton a muy baja concentración presenta nuevos retos científicos y tecnológicos. Debe profundizarse en el conocimiento de los mecanismos de reacción y en el seguimiento de los productos de transformación, pues los comportamientos cinéticos son distintos a los observados al tratar altas concentraciones de contaminantes. Además, las necesidades de irradiación son menores, alcanzando situaciones de saturación cinética a altas irradiancias (exceso de luz), por lo que cobra especial importancia la distribución de luz dentro del reactor. Se plantea el estudio de nuevas plantas de tratamiento que tengan en cuenta el área ocupada por los fotorreactores y el volumen de agua tratada por unidad de superficie. Además, el estudio económico se ha vuelto indispensable para que el proceso foto-Fenton alcance el ámbito comercial. Se propone la utilización de reactores abiertos tipo “raceway”, por su bajo coste (inversión y operación) y por permitir modificar el paso óptico del reactor (profundidad) en función de la radiación solar incidente. Se pretende minimizar el coste total, maximizando el volumen de agua regenerada por unidad de superficie ocupada. Para ello, se prestará atención al estudio de las variables de operación, dosificación de reactivos y modo de operación, por lotes y en continuo (durante el día). Es de relevancia, el seguimiento analítico de los microcontaminantes y de sus productos de transformación durante los tratamientos. Para ello se utilizarán técnicas analíticas altamente sensibles y selectivas basadas en el empleo de la espectrometría de masas. Es también de interés para este proyecto el desarrollo de estrategias de seguimiento más simple y rápido de los procesos de tratamiento, por lo que se propondrá el empleo de trazadores de contaminación cuya identificación en los efluentes sea indicativa de un mal funcionamiento de los mismos.

Objetivos:

- Demostrar la viabilidad técnica y económica de los reactores “raceway” para la descontaminación, desinfección y regeneración de aguas residuales a escala piloto.
- Obtener las condiciones de operación más favorables para el sistema propuesto.
- Mejorar y validar nuevos métodos de análisis basados en espectrometría de masas que permitan una adecuada evaluación analítica de las aguas tratadas.
- Garantizar la eliminación de forma eficaz de los microcontaminantes y sus productos de transformación durante el tratamiento, a fin de obtener efluentes aptos para su reutilización en diferentes aplicaciones.

2.2.8.3 Desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante el proceso foto-Fenton solar en reactores tipo “raceway”. Efecto sobre la transferencia de resistencias a los antibióticos (SOLFENDIS).

Participantes:

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

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2016-78255-R)

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Diciembre 2019.

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

Existen investigaciones previas sobre desinfección de aguas de secundario mediante foto-Fenton solar a pequeña escala y, en menor número, a escala de planta piloto en reactores tubulares provistos de captadores solares tipo CPC (Compound parabolic collector). No obstante, y pese al interés que la regeneración de aguas para riego tiene en España, no se conocen experiencias a gran escala ni evaluación de costes del proceso, fundamentalmente debido al carácter reciente de estas investigaciones. Para cualquiera de los diversos usos para los que está permitida la reutilización de aguas residuales tratadas (RD 1620/2007), es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos en el agua regenerada. En este sentido, el equipo solicitante ha investigado sobre la utilización de reactores abiertos tipo “raceway” para la eliminación de contaminantes orgánicos, a concentraciones de microgramos por litro (microcontaminantes) con resultados prometedores, que han despertado el interés de la comunidad científica. Sin embargo, hasta donde sabemos, nunca se han utilizado estos reactores para desinfección de aguas. Otro aspecto que no ha sido evaluado, es su capacidad para reducir el riesgo de difusión de resistencias a los antibióticos (AR). La resistencia a los antibióticos es hoy en día uno de los problemas de salud pública más apremiantes a nivel mundial. España es reconocida como un país con una alta prevalencia de resistencia, sobre todo en especies que causan infecciones fundamentalmente: Neumococo, Meningococo, Haemophilus influenzae, Campylobacter sp, Salmonella sp o E. coli, siendo también uno de los países con mayor consumo de antibióticos por habitante. Existen evidencias de que los procesos de desinfección de aguas residuales convencionales no son eficaces en el control de la difusión de AR. En este contexto, también se ha investigado sobre la generación de

productos derivados en los procesos de desinfección y la necesidad de un control analítico mediante técnicas sofisticadas avanzadas, así como del seguimiento de la ecotoxicidad de las aguas tratadas. Finalmente, la evaluación económica y la minimización del coste son determinantes para llevar esta tecnología al ámbito comercial, fin último de la investigación propuesta.

La hipótesis de partida de este proyecto es que se pueden utilizar reactores abiertos tipo “raceway” para desinfectar aguas de secundario mediante el proceso foto-Fenton solar, sin generar productos derivados tóxicos, mejorando el control de la difusión de resistencias a los antibióticos y reduciendo sustancialmente los costes.

Objetivos:

- Estudio de las variables de operación de los reactores “raceway” para la desinfección de aguas, dosificación de reactivos y profundidad del líquido, a escala piloto. Obtener las condiciones de operación más favorables para el sistema propuesto.
- Seguimiento analítico de microcontaminantes, de sus productos de transformación y de los productos derivados de la desinfección, mejorando y validando nuevos métodos.
- Evaluación del efecto de los tratamientos en el potencial de transferencia de resistencias a los antibióticos, a través de la inactivación de las bacterias resistentes a los antibióticos y la evaluación de la variación de los genes resistentes.
- Optimización económica del proceso propuesto a escala piloto a fin de facilitar la toma de decisiones para su implantación a mayor escala y pre-comercialización de la tecnología desarrollada.

2.2.8.4 SFERA II: Photo-Fenton assisted photocatalytic degradation of beta-lactam antibiotics under solar irradiation in aqueous solutions

Participantes:

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

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Programa SFERA II (Solar Facilities for the European Research Area)

Duración prevista:

Mayo 2017 – Junio 2017.

Situación:

Finalizado

Resumen:

El proyecto SFERA-II (<http://sfera2.sollab.eu>), del que CIESOL es “third party” de CIEMAT-PSA, financia estancias de investigación de grupos europeos en nuestras instalaciones. Durante 2017, las unidades funcionales de “Regeneración de aguas” y “Análisis Ambiental” han acogido al grupo del Prof. Nikos Xekoukoulotakis, del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Creta (Grecia). El proyecto aprobado consistía en estudiar la degradación fotoquímica bajo radiación solar de dos antibióticos β -lactámicos, meropenem del subgrupo de carbapenems y cefotaxima del subgrupo de cefalosporinas, en soluciones acuosas, en agua ultrapura (UPW) y aguas residuales (WW).

Objetivos:

- Desarrollar protocolos analíticos para la determinación de los dos antibióticos en las matrices ensayadas.
- Estudiar la degradación fotolítica y fotocatalítica mediante foto-Fenton.
- Identificación de los principales productos de degradación generados en ambos procesos.

2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Participación en la European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)' (<http://www.nereus-cost.eu/>). En septiembre de 2017, tuvo lugar el "5th Management Committee and Working Groups Meeting" en Viena. Se ha participado, junto con la unidad de "Regeneración de aguas" en un estudio de detección de bacterias resistentes a antibióticos a nivel europeo, con el fin de adquirir conocimiento general sobre la dispersión de bacterias resistentes a antibióticos a través de los efluentes de EDAR

2.2.10 Proyectos solicitados durante 2017

- Programa LIFE Environment and Resource Efficiency. Título del Proyecto: Pollutant Photo-NF remediation of Agro-Water. Liderado por el Benaki Phytopathological Institute (Kifissia, Grecia). Participantes: CIESOL (España); National Centre for Scientific Research "Demokritos" (Agia Paraskevi, Grecia), Agricultural Cooperative of Zagora Pilion (Zagora-Pilion, Grecia).

2.2.11 Otros**Alumnos en prácticas curriculares:**

- Francisco Jesus Cara Rodriguez. Grado en Química
- Germán Muñoz Bruque. Grado en Químicas

Trabajos fin de grado:

- Francisco Jesus Cara Rodriguez: Determinación de plaguicidas en aguas residuales mediante extracción en fase sólida y cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas.

Estancias en CIESOL de investigadores de otros centros de investigación:

- Virginia Papadosifou. Technical University of Crete, Grecia (28/05/2017-24/06/2017).

Tesis doctorales en proceso de realización

- Marina Celia Campos Mañas (supervisores Ana Agüera y Jose Antonio Sánchez).
- Ana Belén Martínez Piernas (supervisores Ana Agüera y Pilar Fernández).
- Ana Ruiz Delgado (supervisores Isabel Oller y Ana Agüera).
- Laura Ponce Robles (supervisores Sixto Malato y Isabel Oller).
- Ana Isabel Lorenzo Flores (supervisores Ana Agüera y Jose Antonio Sánchez)

2.3 ACTIVIDADES EN “TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS”

2.3.1 Descripción de la unidad

La Unidad Funcional ha estado formada durante 2017 por 11 investigadores, contando con un catedrático de universidad, un investigador titular de OPI, una investigadora contratada de OPI, tres profesores titulares de universidad, dos doctoras contratadas y tres investigadoras predoctorales, como se detalla en el apartado 2.3.7. El grupo trabaja en la descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes, eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas para su reutilización. Dispone de equipamiento analítico básico situado en los laboratorios 1y 2 del centro, así como de plantas piloto para tratamientos biológicos y fotoquímicos de aguas, en el patio de ensayos. Existe una estrecha colaboración con el grupo “Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental”, complementando y fortaleciendo las principales líneas de trabajo actuales.

2.3.2 Líneas estratégicas del grupo

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

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

2.3.3 Investigadores principales del grupo

José Antonio Sánchez Pérez (Scopus Author ID 57195586656)

Catedrático de Universidad. Departamento de Ingeniería. Químico Industrial (1988) y Doctor en Ciencias Químicas (1992) por la Universidad de Granada. Ha participado en 17 proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando 9 de ellos, así como en una docena de contratos con empresas. Ha dirigido catorce 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 130 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Manuel Ignacio Maldonado Rubio (Scopus Author ID 7102035826)

Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Almería (2001). Licenciado C. Químicas (Ing. Química) por la Universidad de Granada (1994). Master en Ciencias Medioambientales por el Instituto de Investigaciones Ecológicas (Málaga, 1999). Desde 2002 es investigador en el Área de Aplicaciones Medioambientales de la Energía Solar en la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). Su labor científica ha estado fundamentalmente centrada en Proyectos de I+D relacionados con la descontaminación de aguas mediante procesos de oxidación avanzada. Ha participado (participa) como investigador en 9

Proyectos Nacionales, 12 Proyectos Internacionales (IV, V y VI European Union Framework Programmes) y 4 Contratos de Investigación con Empresas relacionados con el desarrollo de Tecnologías Solares para el tratamiento de aguas residuales industriales y desalación. Autor de 6 libros en Editorial Nacional y co-autor de 20 libros y capítulos de libros en Editorial Internacional, co-autor de más de 99 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto (factor H=39), más de 120 contribuciones a Congresos y Simposiums internacionales y diversas contribuciones a congresos nacionales.

2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

Este año 2017 ha significado la consolidación del uso de los reactores abiertos tipo “raceway” como una nueva opción tecnológica para la aplicación del proceso foto-Fenton solar al tratamiento de aguas. Como hitos más significativos de los avances logrados, destacar: i) el trabajo pionero sobre la operación en flujo continuo del proceso foto-Fenton solar a pH ácido; ii) el estudio cinético de la eliminación de microcontaminantes a pH neutro, mediante el uso del complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$ teniendo en cuenta el efecto de la velocidad de absorción de fotones; y iii) la aplicación por primera vez de los reactores “raceway” a la desinfección de aguas de secundario.

Respecto al punto i) hasta ahora, para la eliminación de microcontaminantes se ha prestado poca atención al tiempo de tratamiento en sí mismo y el proceso de foto-Fenton se aplica en modo por lotes a pesar de que las etapas de llenado y vaciado son mucho más largas que el tiempo de reacción. Por primera vez, nuestro grupo ha operado en modo continuo el proceso foto-Fenton solar en reactores “raceway” para eliminar microcontaminantes en efluentes secundarios de EDAR. Se ha trabajado a dos profundidades de líquido, 5 y 15 cm y tres tiempos de residencia hidráulica (HRT), 80, 40 y 20 min. Las concentraciones de reactivo fueron $5.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}^{2+}$ y $30 \text{ mg L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$, dando lugar a un volumen de agua residual tratado de $450 \text{ L m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ para una profundidad de 5 cm y un HRT de 40 min durante 6 horas en un día en invierno, con un 84% de eliminación de microcontaminantes y un 66% de conversión de peróxido de hidrógeno.

Para ejecutar el proceso de foto-Fenton como un tratamiento terciario de aguas residuales a pH neutro, se ha propuesto el uso de agentes quelantes, como el EDDS (ii). Para el diseño y la optimización de reactores fotocatalíticos, el concepto de velocidad volumétrica de absorción de fotones (VRPA) es muy útil, ya que combina los efectos de la absorción de luz y la geometría del reactor. Hemos estudiado el efecto del VRPA en la cinética de la eliminación de microcontaminantes mediante foto-Fenton solar a pH neutro usando el complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$. Los resultados obtenidos muestran, por primera vez, que la cinética de reacción del proceso foto-Fenton a pH neutro operado con $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$, depende linealmente del VRPA inicial, alcanzando la fotosaturación en $\text{VRPA}_0 \approx 1550 \mu\text{E m}^{-3} \text{ s}^{-1}$, un valor más alto que el obtenido a pH ácido con Fe^{3+} libre, debido a la mayor absorptividad del Fe^{3+} complejoado. No obstante, debido a que la absorción de la radiación cambia con el tiempo debido a la fotólisis del complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$, el cambio del VRPA con el tiempo de reacción debe tenerse en cuenta para el modelado cinético. Estos resultados permiten nuevos desarrollos para la aplicación a gran escala dada la relevancia de cuantificar la absorción de radiación en el rendimiento del proceso, como una función de la longitud del camino óptico. A pesar de la inestabilidad del complejo con la luz, se pueden lograr altas capacidades de

tratamiento con bajas concentraciones de Fe^{3+} /EDDS y tiempos de reacción en el rango de decenas de minutos. Esto es consistente con la aplicación para la eliminación de microcontaminantes en efluentes secundarios. Por lo tanto, el EDDS es una alternativa al pH ácido (y posterior neutralización) en el tratamiento con foto-Fenton de microcontaminantes, principalmente para aplicaciones relacionadas con la reutilización del agua, por ejemplo en el riego.

Respecto a la desinfección de aguas residuales tratadas (iii), por primera vez se ha estudiado la aplicación de reactores “raceway”. Se ha llevado a cabo una comparación con un reactor tubular equipado con un colector parabólico compuesto (CPC) y los tiempos de desinfección fueron los mismos para un CPC con un diámetro de tubo de 5 cm y un “raceway” operado a 5 cm de profundidad de líquido. Los resultados demostraron la viabilidad y eficiencia del uso de estos reactores abiertos para la inactivación de bacterias (coliformes totales, *E. coli* y *Enterococcus*) mediante foto-Fenton solar a pH neutro con 20 mg L^{-1} de Fe y 50 mg L^{-1} de H_2O_2 . Además, el coste estimado de este tratamiento fue de $0,15 \text{ € m}^{-3}$. Este coste es muy competitivo porque está el rango de precios de riego agrícola en España ($\approx 0,6 \text{ € m}^{-3}$). Por lo tanto, el uso de reactores “raceway” de bajo coste ayudaría significativamente a difundir el proceso de foto-Fenton solar como tratamiento terciario. Además, como el tratamiento no aumenta la toxicidad de los efluentes, se reducirían los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con su reutilización.

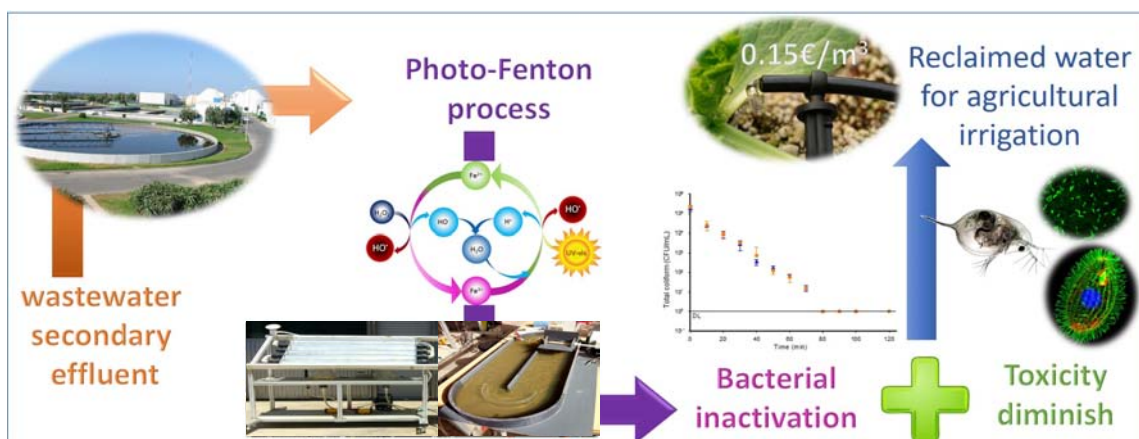


Figura. Comparación de un reactor tubular de 5 cm de diámetro con colector CPC y de un reactor “raceway” para la desinfección de aguas de secundario mediante el proceso foto-Fenton solar a pH neutro.

2.3.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

- Inmaculada López Santiago. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (CIESOL).
- Alba Moreno Ruiz. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (Departamento Ingeniería).
- Ahlam Wahbi. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (CIESOL).

2.3.6 Producción Científica

Artículos

- S. Miralles, I. Oller, A. Agüera, M. Llorca, J. A. Sánchez Pérez, S. Malato. Combination of nanofiltration and ozonation for the remediation of real municipal wastewater effluents: Acute and chronic toxicity assessment. *Journal of Hazardous Materials* Feb 5, 323 (Pt A): 442-451(2017)
- M. J. Abeledo-Lameiro, A. Reboredo-Fernández, M. I. Polo-López, P. Fernández-Ibáñez, E. Ares-Mazás, H. Gómez-Couso. Photocatalytic inactivation of the waterborne protozoan parasite *Cryptosporidium parvum* using TiO₂/H₂O₂ under simulated and natural solar conditions. *Catalysis Today*. 2017, volume 280, Part 1, pp. 132-138.
- Y. Booshehri, M.I. Polo-Lopez, M. Castro-Alfárez, P. He, R. Xu, W. Rong, S. Malato, P. Fernández-Ibáñez Assessment of solar photocatalysis using Ag/BiVO₄ at pilot solar Compound Parabolic Collector for inactivation of pathogens in wellwater and secondary effluents. *Catalysis Today*. 2017 volume 281, Part 1, pp. 124–134.
- M. I. Polo-López, M. Castro-Alfárez, S. Nahim-Granados, S. Malato, P. Fernández-Ibáñez. *Legionella jordanis* inactivation in water by solar driven processes: EMA-qPCR versus culture-based analyses for new mechanistic insights. *Catalysis Today*. 2017, volumen 287, pp. 15–21.
- M. Castro-Alfárez, M. I. Polo-López, J. Marugán, P. Fernández-Ibáñez. Mechanistic model of the *Escherichia coli* inactivation by solar disinfection based on the photo-generation of internal ROS and the photo-inactivation of enzymes: CAT and SOD. *Chemical Engineering Journal*. 2017, volumen 318, pp. 214–223.
- M. Castro-Alfárez, M. I. Polo-López, J. Marugán, P. Fernández-Ibáñez. Mechanistic modeling of UV and mild-heat synergistic effect on solar water disinfection. *Chemical Engineering Journal*. 2017, volumen 316, pp. 111–120.
- A.M. Freitas, G. Rivas, M.C. Campos-Mañas, J. L. Casas López, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. Ecotoxicity evaluation of a real WWTP effluent treated by solar photo-Fenton at neutral pH in a raceway pond reactor. *Environmental Science and Pollution Research* 24(2): 1093-1104 (2017)
- S. Miralles, I. Oller, A. Agüera, M. Llorca, J. A. Sánchez Pérez, S. Malato. Combination of nanofiltration and ozonation for the remediation of real municipal wastewater effluents: Acute and chronic toxicity assessment. *Journal of Hazardous Materials* 323: 442-451 (2017)
- S. Miralles, I. Oller, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez, S. Malato. Strategies for reducing cost by using solar photo-Fenton treatment combined with nanofiltration to remove microcontaminants in real municipal effluents: toxicity and economic assessment. *Chemical Engineering Journal* 318: 161-170 (2017)
- J. A. Sánchez Pérez, P. Soriano Molina, G. Rivas Ibáñez, J. L. García Sánchez, J. L. Casas López, J. M. Fernández Sevilla. Effect of temperature and photon absorption on the kinetics of micropollutant removal by solar photo-Fenton in raceway pond reactors. *Chemical Engineering Journal*. 310: 464-472 (2017)
- De la Obra, B. Esteban García, J. L. García Sánchez, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez. Low cost UVA-LED as a radiation source for the photo-Fenton process: A new approach for

micropollutant removal from urban wastewater. *Photochemical & Photobiological Sciences* 16(1): 72-78 (2017)

- De la Obra, L. Ponce-Robles, S. Miralles-Cuevas, I. Oller, S. Malato, J. A. Sánchez Pérez. Microcontaminant removal in secondary effluents by solar photo-Fenton at circumneutral pH in raceway pond reactors. *Catalysis Today* 287:10-14 (2017).
- S. Arzate, J. L. García Sánchez, P. Soriano Molina, J. L. Casas López, M.C. Campos-Mañas, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. Effect of residence time on micropollutant removal in WWTP secondary effluents by continuous solar photo-Fenton process in raceway pond reactors. *Chemical Engineering Journal*. 316: 1114-1121 (2017) DOI: 10.1016/j.cej.2017.01.089 (2017).
- G. Rivas Ibáñez, M. Bittner, Z. Toušová, M.C. Campos-Mañas, A. Agüera, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez, K. Hilscherová. Does micropollutant removal by solar photo-Fenton reduce ecotoxicity in municipal wastewater? A comprehensive study at pilot scale open reactors. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. DOI: 10.1002/jctb.5212 (2017)
- M.C. Campos-Mañas, P. Plaza-Bolaños, J. A. Sánchez Pérez, S. Malato, A. Agüera. Fast determination of pesticides and other contaminants of emerging concern in treated wastewater using direct injection coupled to highly sensitive ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1507: 84-94 (2017)
- Cabrera Reina, S. Miralles, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez. Pyrimethanil degradation by photo-Fenton process: influence of iron and irradiance level on treatment cost. *Science of the Total Environment* 605-606: 230-237 (2017)
- P. Soriano Molina, J. L. García Sánchez, S. Malato, L. A. Pérez-Estrada, J. A. Sánchez Pérez. Effect of Volumetric Rate of Photon Absorption on the kinetics of micropollutant removal by solar photo-Fenton with Fe³⁺-EDDS at neutral pH. *Chemical Engineering Journal* 331C: 84-92 (2018)
- Cabrera Reina, A. B. Matínez-Piernas, Y. Bertakis, C. Brebou, N. P. Xekoukoulotakis, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. Photochemical degradation of the carbapenem antibiotics imipenem and meropenem in aqueous solutions under solar radiation. *Water Research* 128: 61-70 (2018)
- B. Esteban García, G. Rivas, S. Arzate, J. A. Sánchez Pérez. Wild bacteria inactivation in WWTP secondary effluents by solar photo-Fenton at neutral pH in raceway pond reactors. *Catalysis Today* Accepted 24-10-2017
- S. Nahim-Granados, J. A. Sánchez Pérez, M. I. Polo-López. Effective solar processes in fresh-cut wastewater disinfection: inactivation of pathogenic *E. coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis*. *Catalysis Today* Accepted 29-10-2017
- J.A. Garrido-Cardenas, M. I. Polo-López, I. Oller-Alberola. Advanced microbial analysis for wastewater quality monitoring: metagenomics trend. *Appl Microbiol Biotechnol*. DOI 10.1007/s00253-017-8490-3 Accepted 19-08-2017
- R. Poblete, I. Oller, M. I. Maldonado, Y. Luna, E. Cortes. Cost estimation of COD and color removal from landfill leachate using combined coffee-waste based activated carbon with advanced oxidation processes. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 5 (2017) 114-121

- Rivas Ibáñez, G., Molina Ruíz, J.M., Román Sánchez, M.I., Casas López, J.L. A corporate water footprint case study: The production of Gazpacho, a chilled vegetable soup. *Water Resources and Industry* 17 (2017), 34-42.

Capítulos de libros

--

Congresos

- 5TH EUROPEAN CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF ADVANCED OXIDATION PROCESSES (EAAOP5). Praga (Republica Checa). Junio 2017
 - o B. Esteban García; S. Arzate; I. De la obra; G. Rivas; J. A. Sánchez Pérez; Wild bacteria inactivation in WWTP secondary effluents by solar photo-Fenton at neutral pH in raceway pond reactors
 - o B. Esteban García; R. Garcia; R.M. Ramirez; J. A. Sanchez Perez; Micropollutant degradation by solar heterogeneous photo-Fenton at neutral pH using metallurgical copper slag
 - o J. A. Sánchez Pérez, S. Arzate, J. L. García Sánchez, G. Rivas, J. L. Casas López; Solar photo-Fenton process in continuous raceway pond reactors for micropollutant removal in WWTP secondary effluents. Comparison of operating conditions
 - o P. Soriano-Molina, I. De la Obra, S. Malato, J. L. García Sánchez, J. A. Sánchez Pérez; Kinetics of micropollutant removal by solar photo-Fenton with Fe(III)-EDDS at neutral pH
- 3RD IBEROAMERICAN CONFERENCE ON ADVANCED OXIDATION TECHNOLOGIES (III CIPOA) AND 2ND COLOMBIAN CONFERENCE ON ADVANCED OXIDATION PROCESSES (II CCPAOX). Guatapé (Colombia) Noviembre 2017
 - o J.A. Sanchez Perez; B. Esteban Garcia; I. De la Obra; P. Soriano Molina; S. Arzate; Disinfection of WWTP secondary effluents by solar photo-Fenton at neutral pH in open reactors
 - o J.A. Sanchez Perez; M.C. Campos Mañas, A. Lorenzo, G. Rivas Ibáñez; A. Agüera; Development and validation of a LC_MS/MS method for microcontaminant evaluation in real wastewater effluents during photo-Fenton solar treatment.
- EUROPEAN PhD SCHOOL ON ADVANCED OXIDATION PROCESSES. 2ND SUMMER SCHOOL ON ENVIRONMENTAL APPLICATIONS OF ADVANCED OXIDATION PROCESSES AND TRAINING SCHOOL ON ADVANCED TREATMENT TECHNOLOGIES AND CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN (NEREUS COST ACTION ES1403)
 - o P. Soriano-Molina, S. Malato, J.L. García Sánchez, J.A. Sánchez Pérez Effect of VRPA on micropollutant removal by solar photo-Fenton with Fe(III)-EDDS at neutral pH
 - o S. Arzate, J.A. Sánchez Pérez Economic Assessment of the Continuous Solar photo-Fenton Process as Tertiary Treatment
 - o B. Esteban Garcia Wild bacteria inactivation in WWTP secondary effluents by solar photo-Fenton

- o De la Odra; J.L. Casas López, J.A. Sánchez Pérez Organic matter mineralization in effluents from an agro-food industry by UVA-LED driven photo-Fenton process
- o J.A. Sánchez Pérez Applications of raceway pond reactors for solar photo-Fenton: principles and uses

Tesis doctorales

2.3.7 Miembros de la unidad

José Antonio Sánchez Pérez



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

Manuel Ignacio Maldonado



Investigador Titular de OPI
CIEMAT-PSA
mignacio.maldonado@psa.es
(+34) 950 215 314 www.psa.es

María Inmaculada Polo López



Investigadora contratada OPI
CIEMAT-PSA
mpolo@psa.es
(+34) 950 38 79 00 www.psa.es

José Luis Casas López



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jlcasas@ual.es
(+34) 950 215 832 www.ciesol.com

José Luis García Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jlgarcia@ual.es
(+34) 950 015 900 www.ciesol.com

Isabel María Román Sánchez



Profesor Contratado Doctor de Economía Aplicada
UAL
iroman@ual.es
(+34) 950 015 180 www.ciesol.com

Ana Belén Esteban García



Doctora contratada
UAL
abgarcia@ual.es
(+34) 950 214 431 www.ciesol.com

Gracia Rivas Ibáñez



Contrato predoctoral FPI
UAL
gracia.rivas@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

Paula Soriano Molina



Contrato predoctoral FPU
UAL
paula.soriano@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

Sandra Arzate Salgado



Contrato predoctoral FPI
UAL
sandra.arzate@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

Irene de la Obra Jiménez



Contrato predoctoral FPU
UAL
irene.delabra@ual.es
(+34) 950 214 148 www.ciesol.com

Inmaculada López Santiago



Contrato Fondo Garantía Juvenil
UAL
ils867@ual.es
(+34) 950 214 148 www.ciesol.com

Alba Moreno Ruiz



Contrato Fondo Garantía Juvenil
UAL
amr572@ual.es
(+34) 950 214 148 www.ciesol.com

Ahlam Wahbi



Contrato Fondo Garantía Juvenil
UAL
aw075@ual.es
(+34) 950 214 148 www.ciesol.com

2.3.8 Proyectos vigentes durante 2017

2.3.8.1 Diseño de nuevos reactores para foto-Fenton solar aplicados a la regeneración de aguas. Economía, escalado y control del proceso (SULAYR)

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)
Unidad de "Tratamientos Solares de Agua". PSA-CIEMAT

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)
P. Fernández (pfernandez@psa.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2012. (P12-RNM-1437)

Duración prevista:

Enero 2014 – Enero 2019

Situación:

En curso

Resumen:

Se han estudiado muchos aspectos acerca del proceso foto-Fenton con el objetivo de conocer los factores que le afectan y poder así mejorar su eficiencia. Un factor importante es el tipo de fotorreactor donde el proceso tiene lugar. Estos fotorreactores se fueron desarrollando a escala experimental en paralelo con las demás aplicaciones de la energía solar y en los primeros años del siglo XXI se aceptó mayoritariamente el uso de plantas basadas en captadores solares cilindro parabólicos compuestos (CPC). Habiendo llegado a un conocimiento del proceso bastante amplio, se plantea el estudio de nuevas plantas de tratamiento que tengan en cuenta el espacio (área) que los fotorreactores ocupan y el volumen de agua que se puede tratar en esta área. Este concepto fue poco estudiado en el desarrollo de las primeras plantas ya que se priorizó en la capacidad de captación solar.

Objetivos:

- Diseñar nuevos fotorreactores solares (configuración del captador, diámetro de tubo, disposición de los tubos) para optimizar tanto la radiación solar incidente como el volumen de agua tratado por unidad de área.
- Diseñar nuevos procesos de control y automatización del reactor para foto-Fenton solar aplicando diversas estrategias de adición de reactivos optimizando su consumo.
- Estudiar el escalado del proceso de regeneración de aguas considerando las variables de diseño del reactor y los objetivos de calidad del agua tratada.
- Realizar un estudio económico detallado de la implantación de los fotorreactores desarrollados para el tratamiento terciario de aguas residuales.

2.3.8.2 Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REAQUA)

Participantes:

Unidad funcional "Tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas"
Unidad funcional "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental"

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2013-46398-R)

Duración prevista:

Enero 2014 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La información referente a este proyecto puede consultarse en el apartado 2.2.5 de este informe ya que se trata de un proyecto compartido con la unidad de Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental.

2.3.8.3 Tratamiento en reactores tipo raceway de aguas contaminadas con compuestos orgánicos emergentes por el proceso foto-Fenton utilizando escorias metalúrgicas y nanopartículas de óxidos de hierro soportadas en titanio como catalizadores

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Fondo de Colaboración Internacional del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México

Duración prevista:

Enero 2016– Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La problemática económica que se propone resolver es la disminución del costo de tratamiento de agua por el proceso de foto-Fenton, debido a que cuando se realiza en fase homogénea se pierde el catalizador. Para paliar ese problema se han desarrollado catalizadores utilizando residuos y subproductos industriales a base de hierro (económicos), que tienen la limitante de presentar un desempeño aceptable pero que se puede mejorar mediante una agitación más eficiente para disminuir los problemas de transferencia de masa, pero que al mismo tiempo sea económica. El uso de reactores raceway en el proceso foto-Fenton permiten también un mejor aprovechamiento de la energía solar, que es una fuente de irradiación sin costo, para activar catalizadores y que puede incrementar significativamente la eficiencia de tratamiento de agua. Las escorias presentan la gran ventaja de que también son buenos adsorbentes de metales tóxicos como el arsénico. Todas estas mejoras del sistema propuesto para la reacción de foto-Fenton hacen que en su conjunto, pueda ser altamente factible su aplicación como tratamiento terciario al efluente de una depuradora con tratamiento biológico (p.ej. EDAR El Toyo y el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la UNAM), para la reutilización de esas aguas en el riego agrícola.

Objetivo:

Se propone utilizar reactores raceway para disminuir costos y hacer más eficiente el uso de escorias metalúrgicas (óxidos de hierro, cobre y titanio) como catalizadores alternativos, para degradar compuestos orgánicos y desinfectar aguas contaminadas con patógenos, en un sistema foto-Fenton que opere a pH neutro.

2.3.8.4 Red Temática Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos (CTM2015-71054-REDT)

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Enero 2016– Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

Para lograr un uso sostenible de los recursos hídricos, es necesario incrementar el volumen de agua regenerada. Para obtener un efluente con la calidad adecuada para los diferentes usos en los que se permite utilizar agua regenerada es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos y contaminantes orgánicos persistentes. Esto podría lograrse mediante el desarrollo adecuado de procesos fotocatalíticos. Los grupos de investigación que integran la red FOTOCAT (Universidad Rovira i Virgili, U. Extremadura, U. Ramon Llull, U. Rey Juan Carlos, U. Politécnica de Valencia, U. Almería, PSA-CIEMAT e ICRA) poseen en conjunto una larga experiencia en la síntesis de nuevos materiales catalíticos, el diseño

de reactores fotocatalíticos y la aplicación de estos procesos en el tratamiento y reutilización de aguas residuales, lo que les permitirá afrontar los retos identificados para su aplicación industrial.

Objetivo:

El objetivo de la red FOTOCAT es lograr un avance significativo en el desarrollo de materiales y sistemas de reacción fotocatalíticos para el tratamiento y reutilización de aguas residuales así como la formación de investigadores noveles en la aplicación de procesos fotocatalíticos para el tratamiento de aguas

2.3.8.5 Desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante el proceso foto-fenton solar en reactores tipo "raceway". Efecto sobre la transferencia de resistencias a los antibióticos (SOLFENDIS)

Participantes:

Unidad funcional "Tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas"

Unidad funcional "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental"

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2016-78255-R)

Duración prevista:

Enero 2017 – Diciembre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

Pese al interés que la regeneración de aguas para riego tiene en España, no se conocen experiencias a gran escala ni evaluación de costes del proceso foto-Fenton solar, fundamentalmente debido al carácter reciente de estas investigaciones. Para cualquiera de los diversos usos para los que está permitida la reutilización de aguas residuales tratadas (RD 1620/2007), es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos en el agua regenerada. En este sentido, nunca se han utilizado reactores tipo "raceway" para desinfección de aguas. Otro aspecto que no ha sido evaluado, es su capacidad para reducir el riesgo de difusión de resistencias a los antibióticos (AR). La resistencia a los antibióticos es hoy en día uno de los problemas de salud pública más apremiantes a nivel mundial. España es reconocida como un país con una alta prevalencia de resistencia, sobre todo en especies que causan infecciones fundamentalmente: Neumococo, Meningococo, Haemophilus influenzae, Campylobacter sp, Salmonella sp o E. coli, siendo también uno de los países con mayor consumo de antibióticos por habitante. Existen evidencias de que los procesos de desinfección de aguas residuales convencionales no son eficaces en el control de la difusión de AR. En este contexto, también se ha investigado sobre la generación de productos derivados en los procesos de desinfección y la necesidad de un control analítico mediante técnicas sofisticadas avanzadas, así como del seguimiento de la ecotoxicidad de las aguas tratadas. Finalmente, la evaluación económica y la minimización del coste son determinantes para llevar esta tecnología al ámbito comercial.

Objetivos:

- Estudiar las variables de operación de los reactores “raceway” para la desinfección de aguas, dosificación de reactivos y profundidad del líquido, a escala piloto.
- Hacer un seguimiento analítico de microcontaminantes, de sus productos de transformación y de los productos derivados de la desinfección, mejorando y validando nuevos métodos.
- Evaluar el efecto de los tratamientos en el potencial de transferencia de AR, a través de la inactivación de las ARB y la evaluación de la variación de los genes resistentes (ARG).
- Optimizar el proceso a escala piloto desde el punto de vista económico a fin de facilitar la toma de decisiones para su implantación a mayor escala y pre-comercialización de la tecnología desarrollada.

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

Participantes:

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

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

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

Duración prevista:

Octubre 2017 – Diciembre 2020

Situación:

En curso

Resumen:

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

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

Objetivos:

Los principales objetivos del proyecto Life Alchemia son:

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

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

2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Participación en la European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)' (<http://www.nereus-cost.eu/>). Se ha participado, junto con la unidad de "Análisis ambiental" en un estudio de detección de bacterias resistentes a antibióticos a nivel europeo, con el fin de adquirir conocimiento general sobre la dispersión de bacterias resistentes a antibióticos a través de los efluentes de EDAR

2.3.10 Proyectos solicitados durante 2017

--

2.3.11 Otros

--

2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO

2.4.1 Descripción de la unidad

A esta unidad funcional pertenecen investigadores del grupo “Automática, Robótica y Mecatrónica” (TEP 197, arm.ual.es) de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. El grupo TEP-197 tiene entre sus ámbitos de trabajo la agricultura intensiva, la energía solar, la biotecnología y la bioingeniería, además de la educación en automática, mecanización y robótica en general. 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 algunos de los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) de lazos de ensayo ubicados en las instalaciones de la PSA. A raíz de las experiencias adquiridas en el proyecto ARFRISOL, 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.

2.4.2 Líneas estratégicas del grupo

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

- Modelado y control de plantas termosolares.
- Modelado, control y robótica en agro-industria.
- Eficiencia energética y control de confort en edificios.
- Educación en Ingeniería.
- Modelado y control de fotobiorreactores.
- Vehículos eléctricos.
- Redes energéticas inteligentes.
- Control predictivo, jerárquico y robusto.
- Sistemas de supervisión y comunicaciones industriales.

2.4.3 Investigadores principales del grupo

Manuel Berenguel Soria (Scopus Author 6701834872)

Es catedrático del área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Almería. Es Ingeniero Industrial (número 2 de la XXI promoción) y Dr. Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla, donde recibió el Premio Extraordinario de Doctorado. Sus principales líneas de investigación son el control predictivo y jerárquico con aplicaciones a sistemas energéticos (incluyendo energía solar), agricultura y biotecnología. Ha sido Vicerrector de TIC en la Universidad de Almería (2007-2012) y es responsable del grupo “Automática, Robótica y Mecatrónica” de dicha Universidad (código TEP-197, <http://arm.ual.es>) desde el año 2000. Ha participado en más de 60 proyectos I+D y en más de 30 contratos con empresas. Es co-autor de los libros *Advanced Control of Solar Plants* (Springer, 1997), *Control of Solar Energy Systems* (Springer, 2012), *Control Automático con Herramientas Interactivas* (Pearson Education, 2012), *Comfort Control in Buildings* (Springer, 2014) y *Modeling and Control of Greenhouse Crop Growth* (Springer, 2014). Ha dirigido y co-dirigido 15 tesis doctorales sobre estos temas. Ha publicado más de 120 trabajos en

revistas internacionales, más de 150 trabajos en congresos internacionales y 4 patentes. H-index: 38 (Google Scholar), 30 (Scopus), 24 (Web of Science). Ha participado en el Comité Internacional de Programa de 8 congresos internacionales (uno como IPC Chair) y 3 congresos nacionales, actuando como *chairperson* en muchas ocasiones. Es revisor de más de 15 importantes revistas internacionales (con más de 100 trabajos revisados) y desde 2013 es editor adjunto de la Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (indexada). Ha sido vocal del Comité Español de Automática (2003-2008, 2012- 2016), *senior member* de la *IEEE Control System Society* (desde 2000) y miembro de varios Comités Técnicos de la IFAC (TC 8.01 *Control in Agriculture*, TC 6.3. *Power and Energy Systems* and TC 8.4 *Biosystems and bioprocesses*). Es miembro del Comité de Coordinación y Seguimiento del Centro Mixto CIESOL entre la Universidad de Almería y CIEMAT desde 2005, miembro del Consejo Científico de IMDEA Energía desde 2015 y organizador de las Jornadas Nacionales de Automática en 2006.

Luis José Yebra Muñoz (Scopus Author 15926309900)

Pertenece al cuerpo de Científicos Titulares de OPI del MINECO. Comenzó su actividad investigadora en el CIEMAT, en el centro Plataforma Solar de Almería (PSA-CIEMAT), en 1999 con realización de una tesis en modelado y control de plantas termosolares, especializándose finalmente en actividades de modelado orientado a objetos de plantas de captadores cilindro-parabólicos con flujo bifásico. Posteriormente ha participado en actividades de investigación que se resume en participación en 35 proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas, 2 contratos con empresas, creación de un proyecto de tipo spin-off, codirección de 4 tesis doctorales, 26 publicaciones en revistas JCR, 68 contribuciones a congresos y 4 libros. Durante algunos periodos ha compatibilizado la actividad investigadora con el ejercicio de coordinación de grupos de servicios técnicos de la PSA, como del Servicio de Informática o el Grupo de Informática e Informática Industrial, y en 2011 creó el Grupo de Automática de PSA-CIEMAT formado en la actualidad por 4 investigadores que están adscritos todos al Centro Mixto CIESOL. Dicha actividad en el CIEMAT se ha compatibilizado con la realización de actividades docentes en la Universidad de Almería en el área de Ingeniería de Sistemas y Automática, y es editor y revisor de revistas científicas en esta área, entre las que destacan *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems* y *Solar Energy*. Es también editor asociado de *Mathematical Problems in Engineering*..

2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

- Diseño de estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables.
- Modelado y control de fotobioreactores y fotoreactores. Control y optimización de la producción de biomasa con microalgas como fuente de energía renovable.
- Modelado y control de desaladoras solares.
- Desarrollo de modelos y controladores de fertirriego y control de humedad en invernaderos y acoplamiento a una desaladora solar.
- Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos.

- Optimización multiobjetivo de sistemas de climatización e iluminación para el confort en edificación sostenible
- Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindro parabólicos en aplicaciones industriales y refrigeración
- Preparación y coordinación de actividades para futuros proyectos en campo TCP-100 de PSA (sustituto de Acurex).
- Modelado y control cinemático, dinámico y energético de vehículos eléctricos con apoyo de energía solar.
- Control de vehículos aéreos no tripulados.
- Desarrollo de herramientas interactivas, laboratorios virtuales y remotos para Automática.
- Diseño y control de robots.



2.4.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

- Francisco José Mañas Álvarez. Contratado laboral adscrito al proyecto ENERPRO DPI2014-56364-C2-1-R (supervisores: José Luis Torres Moreno, José Luis Blanco Claraco, Francisco Rodríguez Díaz).
- Guillermo José Felices Rodríguez. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (CIESOL).
- Blas Salvador Criado. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (GRUPO TEP-197).
- Miguel Ramón Urrutia. Contratado del Fondo de Garantía Juvenil (CIESOL).

- Yaser Alamin. Becario del proyecto europeo Phoenix-Marhaba (supervisores: José Domingo Álvarez Hervás, María del Mar Castilla, Antonio Ruano)
- Alice Branco. Colaboradora. Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Jerónimo Ramos Teodoro. Contratado FPI del Ministerio de Economía y Competitividad adscrito al proyecto ENERPRO DPI2014-56364-C2-1-R (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, Manuel Berenguel).
- Juan Diego Gil Vergel. Becario del Plan Propio de Investigación de la Universidad de Almería (supervisores: Manuel Berenguel Soria, Lidia Roca Sobrino).
- Marta Barceló Villalobos. Contratado FPI del Ministerio de Economía y Competitividad adscrito al proyecto PROBIOREN DPI2014-55932-C2-1-R (supervisores: José Luis Guzmán Sánchez, Francisco Gabriel Acién).
- Ángeles Hoyo Sánchez. Contratado laboral adscrito al proyecto PROBIOREN DPI2014-55932-C2-1-R (supervisores: José Luis Guzmán Sánchez, José Carlos Moreno Úbeda).
- Wang Hui. Investigadora de NERCITA (China). Doctoranda del grupo ARM (supervisores: Jorge Antonio Sánchez Molina, Fernando Bienvenido Bárcena).

2.4.6 Producción Científica

Artículos

- Y. Alamin, M. Castilla, J.D. Álvarez, A. Ruano. An economic Model-based Predictive Control to manage the users' thermal comfort in a building. *Energies*, 10(3), 321. DOI: 10.3390/en10030321. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.262, 45/92 Q2 (Energy & Fuels).
- J. Bonilla, M. Rodríguez, A. de la Calle, L. Roca, L. Valenzuela. Study on Shell-and-Tube Heat Exchanger Models with Different Degree of Complexity for Process Simulation and Control Design. *Applied Thermal Engineering*, 124, 1425-1440, 2017. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2017.06.129. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 3.356, 8/58 Q1 (Thermodynamics), 29/92 Q2 (Energy & Fuels), 12/130 Q1(Engineering, Mechanical), 10/133 Q1 (Mechanics).
- J. Bonilla, M. Roríguez, L. Roca, A. de la Calle, L. Valenzuela. Design and experimental validation of a computational effective dynamic thermal energy storage tank model. *Energy*, in Press, 2017. DOI: 10.1016/j.energy.2017.11.017. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 4.520, 3/58 Q1 (Thermodynamics), 17/92 Q1 (Energy & Fuels).
- J. Bonilla, L. Roca, A. de la Calle, S. Dormido. Modelo dinámico de un recuperador de gases-sales fundidas para una planta termosolar híbrida de energías renovables. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 14(1), 70-81, 2017. DOI: 10.1016/j.riai.2016.11.003. Índice de Impacto: 0.500, Q4 (Automation & Control Systems).
- J.J. Cañadas, J.A. Sánchez, F. Rodríguez, I. del Águila. Improving automatic climate control with decisión support techniques to minimize disease effects in greenhouse tomatoes. *Information Processing in Agriculture*, 4(1), 60-63, 2017.

- J.A. Carballo, J. Bonilla, L. Roca, A. de la Calle, M. Berenguel. Optimal operating conditions analysis of a multi-effect distillation plant. *Desalination and Water Treatment*, 2017. DOI: 10.5004/dwt.2017.0703. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 1.631, 66/135 Q2 (Engineering, Chemical), 43/88 Q2 (Water Resources).
- N.C. Cruz, J.L. Redondo, M. Berenguel, J.D. Álvarez, P.M. Ortigosa. Review of software for optical analyzing and optimizing heliostat fields. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1001–1018, 2017. DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.032. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 8.050, 2/31 Q1 (Green & Sustainable Science & Technology; 5/92 Q1 (Energy & Fuels).
- N.C. Cruz, J.L. Redondo, J.D. Álvarez, M. Berenguel, P.M. Ortigosa. A parallel Teaching-Learning-Based optimization procedure for automatic heliostat aiming. *Journal of Supercomputing*, 73(1), 591-606, 2017, published online: 10 November 2016, DOI 10.1007/s11227-016-1914-5. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 1.929, 35/52 Q3 (Computer Science, Hardware & Architecture), 52/104 Q2 (Computer Science, Theory & Methods), 162/260 Q3 (Engineering, Electrical & Electronic).
- N.C. Cruz, J.D. Álvarez, J.L. Redondo, J. Fernández-Reche, M. Berenguel, R. Monterreal, P.M. Ortigosa. A new methodology for building-up a robust model for heliostat field flux characterization. *Energies* (Basel), 10(5), 730-474, 2017. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.262, 45/92 Q2 (Energy & Fuels).
- N.C. Cruz, J.L. Redondo, M. Berenguel, J.D. Álvarez, A. Becerra-Terón, P.M. Ortigosa. High performance computing for the heliostat field layout evaluation. *Journal of Supercomputing*, 73, 259-276, 2017. Published online: 16 March 2016, DOI 10.1007/s11227-016-1698-7. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 1.929, 35/52 Q3 (Computer Science, Hardware & Architecture), 52/104 Q2 (Computer Science, Theory & Methods), 162/260 Q3 (Engineering, Electrical & Electronic).
- J.D. Gil, L. Roca, A. Ruiz-Aguirre, G. Zaragoza, M. Berenguel. Optimal operation of a solar membrane distillation pilot plant via nonlinear model predictive control. *Computers & Chemical Engineering*, 109, 151-165, 2018. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2017.11.012.
- C. Hernández, F. Rodríguez, J.C. Moreno, P. R. Da-Costa, J.E. Normey-Rico. The use of Model Predictive Control (MPC) in the optimal distribution of electrical energy in a microgrid located in southeastern of Spain: A case study simulation. *Renewable Energy & Power Quality Journal*, 1(15), 221-226, 2017. DOI: 10.24084/repqj15.278.
- C. Hernández, F. Rodríguez, J.C. Moreno, P.R. Da Costa, J.E. Normey-Rico, J.L. Guzmán. The comparison study of short-term prediction methods to enhance the model predictive controller applied to microgrid energy management. *Energies*, 10(7), 884-908, 2017. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.262, 45/92 Q2 (Energy & Fuels).
- A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, J.E. Normey-Rico, S. Dormido. Event-based GPC for multivariable processes: A practical approach with sensor deadband. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 25(5), 1621-1633, 2017. DOI: 10.1109/TCST.2016.2620061. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 3.882, 9/60 Q1 (Automation & Control Systems), 42/305 Q1 (Engineering, Electrical & Electronic).

-
- A. Pawlowski; J.A. Sánchez, J. L. Guzmán, F. Rodríguez, S. Dormido. Evaluation of Event-Based Irrigation System Control Scheme for Tomato Crops in Greenhouses. *Agricultural Water Management*, 183, 16-25, 2017. DOI: 10.1016/J.AGWAT.2016.08.008. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.848, 13/83 Q1 (Agronomy), 14/88 Q1 (Water Resources).
 - A. Pawlowski, F. Rodríguez, J. Sánchez-Hernosilla, S. Dormido. Adaptive Weighing System With Fast Nonstationary Filtering and Centrifugal Force Compensation. *IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement*, 66 (2) , 3210-3217 2017. DOI: 10.1109/TIM.2017.2737838. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2,456, 14/58 Q1 (Instruments and Intrumentation)
 - A. Pérez-Castro, J.A. Sánchez, M. Castilla, J. Sánchez, J.C. Moreno, J.J. Magán. cFertigUAL: A fertigation management app for greenhouse vegetable crops. *Agricultural Water Management*, 183, 186-193, 2017. DOI: 10.1016/J.AGWAT.2016.09.013. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.848, 13/83 Q1 (Agronomy), 14/88 Q1 (Water Resources).
 - A. Pérez-Castro, J. Sánchez, M. Castilla. PhotoBioLib. A Modelica library for modeling and simulation of large-scale photobioreactors. *Computers & Chemical Engineering*, 98, 12-20, 2017. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2016.12.002.
 - A. Pérez-Castro, J. Sánchez, M. Castilla. Development of an open experimentation toll based on JavaScript for the control of a four-tank plant. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-11, 2017. DOI: 10.1002/cae.21879. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 0.694, 98/105 Q4 (Computer Science, Interdisciplinary applicacions), 31/41 Q4 (Education, Scientific Disciplines), 63/85 Q3 (Engineering, Multidisciplinary).
 - G. Reina, M. Paiano, J.L. Blanco-Claraco. Vehicle parameter estimation using a model-based estimator. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 87-B, 227-241 2017. DOI: 10.1016/j.ymssp.2016.06.038. JCR Q1 (13/132 Mechanical Engineering).
 - A. Ruiz, M. Beschi, A. Visioli, S. Dormido, J. Jiménez. An unified event-based control approach for FOPTD and IPTD processes base don the Filtered Smith Predictor. *Journal of the Franklin Institute*, 354(2), 1239-1264, 2017. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2016.11.017. Índice de Impacto: 1.356, Q1 (Automation & Control Systems).
 - J. Sánchez, J.L. Guzmán, F. Rodríguez, S. Dormido. Evaluation of event-based control scheme for greenhouse irrigation system. *Agricultural Water Management*, 183,16-25, 2017. DOI: 10.1016/J.AGWAT.2016.08.008. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.848, 13/83 Q1 (Agronomy), 14/88 Q1 (Water Resources).
 - J.A. Sánchez-Molina, M. Li; F. Rodriguez; J.L. Guzman; H. Wang; Yang, Xinting. Development and test verification of air temperature model for Chinese solar and Spanish Almeria-type greenhouses. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10 (4), 66-76 DOI: 10.25165/j.ijabe.20171004.2398 Impact factor (2016 JCR Science Edition): 0.515, 9/14 Q3 (Agricultural Engineering)
 - E. Sanjurjo, M.A. Naya, J.L. Blanco-Claraco, J.L. Torres-Moreno, A. Giménez-Fernández. Accuracy and efficiency comparison of various nonlinear Kalman filters applied to multibody models.
-

Nonlinear Dynamics, 88(3), 1935-1951, 2017. DOI: 10.1007/s11071-017-3354-z. Índice de impacto: 3.464.JCR Q1 (8/135 Mechanics).

- H. Wang, J.A. Sánchez-Molina, M. Li, M. Berenguel, X.T. Yang, J.F. Bienvenido. Leaf area index estimation for a greenhouse transpiration model using external climate conditions based on genetic algorithms, back-propagation neural networks and nonlinear autorregressive exogenous models. *Agricultural Water Management*, 183, 107-115, 2017. DOI: 10.1016/J.AGWAT.2016.11.012. Impact factor (2016 JCR Science Edition): 2.848, 13/83 Q1 (Agronomy), 14/88 Q1 (Water Resources).

Capítulos de Libros

- Libro: Geothermal, Wind and Solar Energy Applications in Agriculture and Aquaculture. Capítulo: Renewable energy technologies for greenhouses in semi-arid climates. Cabrera, F.J., Sánchez-Molina, J.A., Zaragoza, G., Pérez-García, M. y Rodríguez-Díaz, F. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group 2017. ISBN 9781138029705.
- Libro: Prospects and Challenges in Algal Biotechnology. Chapter 1: Event-based control systems for microalgae culture in industrial reactors. A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién, S. Dormido. Springer 2017, pp.1-48. ISBN: 978-981-10-1949.
- Libro: Prospects and Challenges in Algal Biotechnology. Chapter 2: Dynamic modelling of microalgal production in photobioreactors. I. Fernández, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. Springer. 2017, pp.48-87. ISBN: 978-981-10-1949.
- Libro: Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Capítulo: 3 coastal monitoring from very dense UAV-Based photogrammetric point clouds. F. Aguilar, I. Fernández-Luque, J.A. Casanova, F.J. Ramos, M. Aguilar, J.L. Blanco-Claraco, J.C. Moreno. Springer International Publishing. 2017. ISBN: 978-3-319-45780-2.
- Libro: Robotics – Legal, Ethical and Socioeconomic Impacts. Capítulo: Robots Liability: A Use Case and a Potential Solution. A Zornoza, J. C. Moreno, J. L. Guzmán, F. Rodríguez, J. Sánchez-Hermosilla. InTechOpen. 2017. ISBN: 978-953-51-3636-1.

Congresos

- Jornadas SARTECO 2017, Málaga, España
 - o Calvo-Cruz, Nicolás; Salhi, Said; López-Redondo, Juana; Álvarez, José Domingo; Berenguel, Manuel; Martínez-Ortigosa, Pilar. Diseño de un método genético paralelo para la optimización continua del campo de helióstatos
- 20th IFAC World Congress, Toulouse, France (5 aportaciones)
 - o Rodríguez-Contreras, Carlos; Guinaldo, M.; Aranda, E.; Guzmán, José Luis; Dormido-

- Bencomo, Sebastián. An Object-Oriented Library for Process Control Simulations in MATLAB.
- o Pawlowski, Andrzej; Guzmán, José Luis; Sánchez-Hermosilla, J.; Rodríguez-Contreras, Carlos; Dormido-Bencomo, Sebastián. A low-cost embedded controller design for selective spraying vehicle.
 - o Pawlowski, Andrzej; Rodríguez-Contreras, Carlos; Berenguel, Manuel; Dormido-Bencomo, Sebastián. Predictive feedforward compensator for dead-time processes
- 17th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering. Rota, Cádiz, España
 - o Calvo-Cruz, Nicolás; Salhi, Said; López-Redondo, Juana; Álvarez, José Domingo; Berenguel, Manuel; Martínez-Ortigosa, Pilar. A parallel genetic algorithm for continuous and pattern-free heliostat field optimization.
 - 4th Experiment@International Conference 2017. Algarve, Portugal
 - 3rd International Conference on Control, Communication, and Signal Processing. Funchal, Madeira, Portugal
 - 12th International Modelica conference. Praga, Republica Checa
 - o Bonilla-Cruz, Javier; Carballo, José Antonio; Roca-Sobrino, Lidia; Berenguel, Manuel. Development of an open source multi-platform software tool for parameter estimation studies in FMI models
 - SOLLAB Doctoral colloquium on solar concentrating technologies. Berlin, Alemania.
 - o Carballo, José Antonio; Bonilla-Cruz, Javier; Berenguel, Manuel. Modeling, optimization and control for efficient management of resources in solar processes.
 - EuroMed 2017 Desalination for Clean Water and Energy: Cooperation around the World. Israel
 - o Carballo, José Antonio; Bonilla-Cruz, Javier; Roca-Sobrino, Lidia; De La Calle-Alonso, Alberto; Berenguel, Manuel; Palenzuela-Ardila, Patricia .Optimal operating conditions analysis for a Double-Effect Absorption Heat Pump coupled to a Multi Effect Distillation Plant.
 - 2017 Meeting of EUVRIN Working Group Fertilisation and Irrigation, Almería, Spain.
 - o Bonachela-Castaño, Santiago; Fernández-Fernández, M^a Dolores; Granados-García, Maria Rosa; Cabrera-Corral, Francisco Javier. Automated irrigation of soil-grown greenhouse tomato crops in a Mediterranean area.
 - 14th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, New York, EEUU.
 - XXXVIII Jornadas de Automática, Gijón, España.
 - o JD Gil, L Roca, M Berenguel Soria, A Ruiz-Aguirre, G Zaragoza del Águila. Control predictivo para la operación eficiente de una planta formada por un sistema de desalación solar y

un invernadero.

- 25th Mediterranean Conference on Control and Automation, La Valletta, Malta.
 - o JD Gil, L Roca, A Ruiz-Aguirre, G Zaragoza, JL Guzmán, M Berenguel. Using a Nonlinear Model Predictive Control strategy for the efficient operation of a solar-powered membrane distillation system
- IX Congreso Ibérico de Agroingeniería, Braganza, Portugal.
- XV Simposio de Ingeniería de Control, Salamanca, España.
- International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'17), Málaga, España.
- Datasharing 2017 de IOF2020, Bratislava, Slovak Republic.

Organización de Congresos

- Torneo Clasificatorio de la FIRST Lego League 2017. 18/02/2017.
- II Jornadas de Automática, Robótica y Mecatrónica. 28/04/2017.
- Desafío Club de Robótica de la UAL 2016-2017. 23/05/2017.

Tesis Doctorales

- Medina-Hernández, J. Avances en la interacción física segura humano-robot y el desarrollo de sistemas elásticos articulares. Directores: Jardón-huete, Alberto; Balaguer-bernaldo De Quirós, Carlos; Gimenez-Fernandez, Antonio. Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior. 30/11/2017.
- Hernández, C. Estrategias de control y supervisión para la gestión integrada de instalaciones en entornos energéticamente eficientes. Directores: Francisco Rodríguez, José Carlos Moreno. Universidad de Almería. Escuela Superior e Ingeniería. 19/10/2017.

2.4.7 Miembros del la unidad

Dr. Manuel Berenguel Soria



Catedrático de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
beren@ual.es
(+34) 950 015 683
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Luis José Yebra Muñoz



Investigador Titular de OPI
CIEMAT-PSA
luis.yebra@psa.es
(+34) 950 387 923
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL
mperez@ual.es
(+34) 950 015 295
<http://www.ual.es/~mperez/>

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Catedrático de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
frodri@ual.es
(+34) 950 015 681
<http://www.ual.es/~frodri/>

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Catedrático de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
joseluis.guzman@ual.es
(+34) 950 214 133
<http://www.ual.es/~joguzman/>

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
jcmoreno@ual.es
(+34) 950 015 677
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. José Domingo Álvarez Hervás



Contratado Ramón y Cajal de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
jhervas@ual.es
(+34) 950 214 274
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dra. Lidia Roca Sobrino



Investigador
CIEMAT-PSA
lidia.roca@psa.es
(+34) 950 387 964
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
CIEMAT-PSA
javier.bonilla@psa.es
(+34) 950 387 908
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Antonio Giménez Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL
agimfer@ual.es
(+34) 950 214 234
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura
y Tecnología de Computadores
UAL
jugarcia@ual.es
(+34) 950 015 653
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. José Luis Blanco Claraco



Profesor Contratado Doctor
de Ingeniería Mecánica
UAL
jlblanco@ual.es
(+34) 950 214 233
<http://www.ual.es/~jlblanco/>

Dr. José Luis Torres Moreno



Profesor Ayudante Doctor
de Ingeniería Mecánica
UAL
jlmoreno@ual.es
(+34) 950 214 232
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesor Ayudante Doctor
de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL
mcastilla@ual.es
(+34) 950 214 155
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Jorge Antonio Sánchez Molina



Profesor Ayudante Doctor
de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL
jorgesanchez@ual.es
(+34) 950 214 536
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Alberto de la Calle Alonso



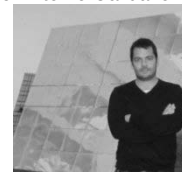
Investigador
CSIRO Energy Technology, Australia
alberto.calle@psa.es

Jerónimo Ramos Teodoro



Becario FPI UAL
jeronimo.rt@ual.es
(+34) 950214539
arm.ual.es, www.ciesol.es

José Antonio Carballo López



Contratado predoctoral convenio UAL-PSA
UAL-PSA
jcarballo@psa.es
(+34) 950 387 908
www.psa.es, www.ciesol.es

Juan Diego Gil Vergel



Becario predoctoral UAL
juandiego.gil@ual.es
(+34) 950214539
arm.ual.es, www.ciesol.es

Guillermo José Felices Rodríguez



Contratado Fondo Garantía Juvenil
gfr276@ual.es
arm.ual.es, www.ciesol.es

Wang Hui



Becaria predoctoral NERCITA-UAL
hw646@inlumine.ual.es
arm.ual.es, www.ciesol.es

2.4.8 Proyectos vigentes durante 2017

2.4.8.1 Estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables (ENERPRO – *Control and energy management strategies in production environments with support of renewable energy*)

Participantes:

Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
PSA-CIEMAT

Contactos:

M. Berenguel (beren@ual.es)
M. Pérez (mperez@ual.es)
D. Alarcón (diego.alarcon@psa.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2014 (DPI2014-56364-C2-1-R)

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto es una continuación del proyecto “Estrategias de control y supervisión para la gestión integrada de instalaciones en entornos energéticamente eficientes - POWER” (DPI2010-21589-C05), finalizado en diciembre de 2013 (subproyecto UAL) y diciembre de 2014 (subproyecto PSA-CIEMAT). Trata sobre el análisis, diseño y aplicación de técnicas de modelado, control y optimización (en el ámbito del control jerárquico y control predictivo basado en modelo MPC) para conseguir una gestión eficiente de energía (electricidad y calor/frío de proceso), agua y CO₂, en sistemas productivos apoyados en energías renovables y sistemas de almacenamiento. Mediante una gestión óptima de estos recursos y la adaptación de la generación a la demanda, se pretende demostrar que el control automático permite conseguir ahorros económicos y reducir el impacto medioambiental en la explotación de procesos complejos.

En esta temática han surgido conceptos como el de *micro-grids* (MG), relacionados con el uso eficiente de la energía eléctrica, *renewable heating and cooling* (RHC), en el ámbito del aporte de energía primaria basada en fuentes renovables y *water efficiency* (WE), en torno al manejo del agua. El paradigma tratado en este proyecto va más allá, pues tratará de forma integral y coordinada el manejo de los citados recursos heterogéneos con un enfoque basado en la eficiencia y la economía. El problema se compone de diferentes niveles de control y decisión sobre el uso final de la energía disponible en base a distintos objetivos (minimizar el uso de combustibles, aspectos económicos, medioambientales o de calidad, etc.) Esto da lugar a un problema de control jerárquico que requiere coordinación y cooperación entre diferentes sistemas y que será abordado incluyendo técnicas de control predictivo jerárquico e híbrido, en versiones centralizadas y distribuidas. También será necesario desarrollar modelos, estimadores y predictores para las etapas de generación y demanda de energía y agua. Un elemento diferenciador del proyecto es que se dispondrá de un sistema productivo real como planta demostrativa (incluyendo un edificio bioclimático, un invernadero, un vehículo eléctrico y una desaladora solar), sobre el que se validarán las técnicas de modelado y control desarrolladas.

Objetivos:

Los tres objetivos básicos del proyecto coordinado son:

- Desarrollo de metodologías para la obtención de modelos de procesos que contengan fuentes de energías renovables para producir/consumir calor y frío de proceso, electricidad, agua y CO₂. Desarrollo de estimadores y predictores de las etapas de generación y demanda.
- Desarrollo de estrategias de gestión y control jerárquico, híbrido y predictivo para conseguir optimizar la producción desde los puntos de vista económico, de seguridad y de uso de energía y agua en sistemas heterogéneos, con un enfoque coordinado e integral.
- Implementación y validación de las estrategias en el sistema productivo de demostración. Esto facilitará el desarrollo de las diferentes tareas del proyecto sobre situaciones realistas. Se demostrarán las posibilidades de extensión a entornos más complejos tipo campus o cluster industrial.

El cumplimiento de estos objetivos representa una contribución significativa con impacto real en esta clase de procesos, como demuestra el interés que ha despertado en diferentes empresas tales como Fundación Cajamar, Unica Group SCA, Wagner Solar, Solar Jiennense, entre otras. La propuesta es una continuación natural de actividades conjuntas de los dos centros, que poseen una considerable experiencia en control de sistemas energéticos, soportada por los numerosos artículos publicados en revistas de prestigio y relaciones con grupos de investigación internacionales.

2.4.8.2 Control y optimización de la producción de biomasa con microalgas como fuente de energía renovable-PROBIOREN

Participantes:

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

Contactos:

J.L. Guzmán (joseluis.guzman@ual.es)
José Sánchez (jsanchez@dia.uned.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2010. (DPI2014-55932-C2-1-R)

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen

El proyecto se centra en la aplicación de técnicas de modelado y control para la producción óptima de biomasa/biodiesel en fotobiorreactores raceway con el fin de ser competitivos en el sector del mercado energético. El principal objetivo consiste en alcanzar las condiciones de entorno óptimas para que las microalgas puedan crecer y producir biomasa para propósitos energéticos, así como al mismo tiempo alcanzar un balance entre la energía requerida en el proceso de crecimiento de las microalgas, la inyección de CO₂ y la recuperación de costes a través de la biomasa-biodiesel resultantes. Considerando

la fuerte y compleja dinámica no lineal de estos procesos, se plantea el desarrollo e implementación de diversas técnicas de control para alcanzar estos objetivos. Concretamente se pretenden evaluar técnicas de control basadas en eventos, control reset, por adelanto y fraccional combinadas con el uso de técnicas de control predictivo jerárquico. Por otro lado, se obtendrán modelos no lineales, estimados y predictores para las principales variables de los fotobiorreactores. Por tanto, los principales objetivos del proyecto son:

- Desarrollo de un marco de estrategias de modelado para la obtención de modelos no lineales que permitan capturar la dinámica de la producción de biomasa microalgal en fotobiorreactores raceway para ser usada con fines de energías renovables.
- Desarrollo de estrategias de control debajo y alto nivel (principalmente control basado en eventos, control reset, control fraccional y control predictivo) para la producción óptima de biomasa en fotobiorreactores raceway, con el objetivo de reducir costes y ser competitivos en el sector del mercado energético, contribuyendo a la reducción de la contaminación medioambiental al mismo tiempo.
- Implementación y validación de las estrategias de modelado y control desarrolladas en dos fotobiorreactores industriales raceway.

Esta propuesta constituye la continuación de una nueva línea de investigación sobre la producción de biomasa a partir de microalgas cultivadas en fotobiorreactores, que fue abierta por los grupos de investigación solicitantes en un proyecto de investigación previo relacionado con fotobiorreactores tubulares. Los grupos implicados poseen una fuerte colaboración mediante proyectos y publicaciones conjuntas, con un destacable número de artículos científicos en revistas de prestigio internacional. Por otro lado, varios integrantes de los grupos de investigación poseen gran experiencia en el campo de los fotobiorreactores, lo que hace destacar el carácter multidisciplinar del equipo de trabajo planteado. Además, cabe remarcar el alcance internacional del proyecto con la presencia de tres investigadores europeos (Suecia e Italia) y un investigador de Estados Unidos. Así mismo, la temática del proyecto se encuentra enmarcada en las líneas estratégicas de la Unión Europea y del Plan Estatal de investigación, dentro de los retos de Energía Segura, Eficiente y Limpia, formando parte de una línea de investigación de candente actualidad. En este sentido, la consecución de los objetivos planteados tendría una contribución significativa en este campo emergente de las nuevas energía renovables, y permitiría tener un impacto real en la competitividad de este tipo de procesos en el sector del mercado energético. Debido a ello, varias compañías y centros de investigación han mostrado su interés por esta propuesta, tales como Aqualia, AlgaEnergy, Holcim o CIESOL.

Objetivos:

- Desarrollo y propuesta de estrategias de modelado e identificación para procesos basados en la producción de biomasa de microalgas.
- Desarrollo de estrategias de control predictivo y metodologías basadas en eventos para la producción óptima de biomasa en fotobiorreactores.

- Implementación y validación de las estrategias desarrolladas en diferentes plantas experimentales.

2.4.8.3 Internet of Food and Farm IoF2020

Participantes:

Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica”. Universidad de Almería (TEP 197)
72 partners internacionales

Contactos:

M. Berenguel (beren@ual.es)
Jorge Sánchez (jorgesanchez@ual.es).
C. Giagnocavo (cgiagnocavo@ual.es)

Fuente de financiación:

H2020 Call for proposals: H2020-IOT-2016-2017 (H2020-IOT-2016). Proposal: 731884 — IoF2020. IoT-01-2016 — Large Scale Pilots. Innovation action.

Duración prevista:

Enero 2017 – Diciembre 2020

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El Proyecto Europeo Internet of Food & Farm 2020 (IoF2020, Internet de los Alimentos y las Explotaciones Agrícolas) tiene como objetivo investigar y fomentar la implementación a gran escala del Internet of Things (IoT, Internet de las Cosas) en el sector agrícola y alimentario europeo. Con un presupuesto de 30 millones de euros, cofinanciado por la Unión Europea, el proyecto tiene el potencial de introducir un cambio de paradigma en este ámbito, mejorando drásticamente la productividad y la sostenibilidad. Se demostrará el valor añadido de las redes y sitios web inteligentes de objetos interconectados, sensibles al contexto y que pueden ser identificados, equipados con sensores y controlados remotamente en el sector agroalimentario. El proyecto ha comenzado el 1 de enero de 2017 y tendrá una duración de cuatro años.

IoF2020: 5 ensayos, 19 casos de estudio: IoT tiene el potencial de ser un verdadero elemento transformador de la agricultura. Iniciativas recientes han demostrado el interés del sector en aprovechar las oportunidades que ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las redes y las tecnologías orientadas a datos. Sin embargo, las actuales aplicaciones disponibles siguen siendo fragmentarias y utilizadas principalmente por un pequeño grupo de usuarios innovadores.

El proyecto IoF2020 ofrecerá soluciones y facilitará la adopción a gran escala de IoT, abordando los retos organizativos y tecnológicos a los que se enfrenta el sector agrícola y alimentario europeo. IoT puede utilizarse por ejemplo para optimizar la calidad de la carne en la Unión Europea (UE) minimizando al mismo tiempo las posibilidades de fraude a través de un incremento de la transparencia y la trazabilidad. Otro ejemplo: en cifras globales, la industria vitivinícola de la UE tiene la mayor proporción de los ingresos agrícolas de la UE. Para mantenerse competitiva a nivel internacional, tanto la viticultura convencional como la orgánica, las tecnologías asociadas al IoT pueden utilizarse para obtener una mayor calidad sostenibilidad medioambiental, junto con la reducción de los costes de producción. El proyecto, que se centra en 19 casos de estudio repartidos por toda Europa, ofrece soluciones a 5 áreas agroalimentarias:

cultivos agrícolas herbáceos, productos lácteos, carne, verduras y frutas y tiene en cuenta sus propias necesidades y obstáculos.

IoF2020 involucra a todos los actores de la cadena alimentaria: desde agricultores, cooperativas, proveedores de equipamiento y logística, empresas de procesamiento de alimentos, hasta organizaciones de consumidores e incluyendo desarrolladores de TIC.

El proyecto desarrollará soluciones IoT innovadoras fomentando la co-creación en ciclos iterativos de mejora centrados en la aceptabilidad del usuario y en los modelos de negocio para mejorar la tecnología y su aceptación a nivel de mercado. Los usuarios finales son el núcleo del modelo IoF2020 y participarán en la evaluación y mejora de las tecnologías en juego, asegurando de que cumplen con los requisitos y las expectativas del sector.

2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Contratos con empresas

- Asesoramiento al desarrollo de una metodología de modelado de la humedad de suelo en cultivos de exteriores. IP. Jorge Antonio Sánchez Molina, Francisco Rodríguez Díaz. 15/09/2016-15/01/2017. Comunidad de Madrid/AISCOM, 17.400 €.
- Mobile Robotics application development with MRPT, 001242/2. 01/03/2017-31/05/2017. IP. José Luis Blanco Claraco, 33.000 €.
- Mobile Robotics application development with MRPT, 001242/1. 01/03/2017-31/05/2017. IP. José Luis Blanco Claraco, 75.400 €.

Convenio con la Universidad de Brescia y participación en proyecto Sfera 2.

El convenio incluye co-tutela de Tesis, intercambio de alumnos Erasmus, doble título en Mecatrónica para la automatización industrial, etc. Fruto del convenio el Prof. Manuel Berenguel ha co-dirigido, junto al Prof. Antonio Visioli, la tesis de Manuel Beschi. El grupo de la Universidad de Brescia realizó una estancia (Domenico Gorni y Antonio Visioli) en el ámbito del proyecto Sfera 2, dedicada al modelado simplificado de habitaciones en edificios y otra estancia (Luca Merigo) dedicada al desarrollo de algoritmos de control basado en eventos.

Convenio UAL-CIEMAT

Participantes:

- Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica” de la Universidad de Almería
- Grupo de Automática de la Plataforma Solar de Almería.

Contactos:

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

Antecedentes:

El grupo de investigación “Automática, Robótica y Mecatrónica” de la Universidad de Almería junto con CIEMAT han colaborado en la línea de investigación de I+D de Automática en plantas termosolares en el marco de diversos proyectos nacionales: Proyecto Nacional - DPI2004-07444-C04-04, Proyecto Nacional - DPI2007-66718-C04-04, Proyecto Nacional - DPI2010-21589-C05-02.

Objetivos:

Contribuir al desarrollo y aplicación de actividades relacionadas con la investigación de modelado y control de procesos termosolares, empleando para ello las instalaciones de La Plataforma Solar de Almería. Como objetivos específicos se han propuesto:

- Estudio de los procesos y subsistemas involucrados en plantas solares híbridas de la Plataforma Solar de Almería.
- Desarrollo de modelos dinámicos de plantas solares híbridas y validación de los resultados obtenidos.
- Desarrollo de estrategias de control para plantas solares híbridas.

Colaboración con la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UiE3 del CIEMAT

Participantes:

- Grupo de Inv. “Automática, Robótica y Mecatrónica” de la Universidad de Almería
- Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UiE3 (CIEMAT)

Contactos:

- Francisco Rodríguez Díaz (frodri@ual.es)
- María José Jiménez (mjose.jimenez@psa.es)

Antecedentes:

La colaboración establecida a partir del proyecto ARFRISOL, ya concluido, ha abierto nuevas opciones de desarrollo de actividades conjuntas de interés común en el ámbito de la caracterización dinámica de las propiedades térmicas de materiales y elementos.

Objetivos:

- Apoyo y colaboración en la organización actividades de formación especializada.
- Colaboraciones en la preparación de propuestas en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y en los diferentes subprogramas específicos del H2020.

Colaboración en el programa ERASMUS+ KA 107

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático
- Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Almería

Contactos:

- Manuel Pérez García (mperez@ual.es)
- María del Mar Sánchez (sri@ual.es)

Descripción de la actividad:

El programa Erasmus+ KA 107 es un programa de intercambio de estudiantes y profesores orientado a la colaboración con países asociados. En el mismo se admiten estancias de profesores y estudiantes de máster y doctorado que incluyen actividades de investigación. A lo largo del año 2017 se han llevado a cabo colaboraciones en el marco de este programa con la Universidad Internacional de Rabat y con la Universidad de la República de Uruguay.

Colaboración en el programa STUDY ABROAD de la Universidad de Almería

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático
- Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Almería

Contactos:

- Manuel Pérez García (mperez@ual.es)
- María del Mar Sánchez (sri@ual.es)

Descripción de la actividad:

El programa de verano STUDY ABROAD de la UAL ofrece un paquete completo que incluye matrícula y alojamiento y un conjunto de servicios culturales a estudiantes internacionales que realizan cursos especializados de 80 horas a impartir en el mes de julio organizados por departamentos y centros de investigación de la Universidad de Almería. La Unidad de Modelado y Control Automático ha coordinado el curso denominado “Procesos de Transferencia de Energía en Instalaciones Solares Térmicas. Modelado y aplicaciones al diseño”.

Colaboración con IMDEA Energía

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático

Contactos:

- Luis José Yebra Muñoz (luis.yebra@psa.es)

Descripción de la actividad:

Colaboración en el proyecto europeo Sun2Liquid de IMDEA Energía, en el modelado y control de un campo de helióstatos destinado a la producción de combustible solar en un reactor químico. Los trabajos de modelado se centran principalmente en el modelado mecánico de un heliostato diferente de los que generalmente se operan en PSA. Este tipo de heliostato necesita un modelo detallado para su operación y su calibración experimental para cumplir con las estrictas especificaciones de operación requeridas del punto de puntería. Las actividades no realizadas hasta el momento en el dominio de modelación termo-

fluida se están otorgando en este caso, como el control en tiempo real de los helióstatos en el funcionamiento de la instalación.

2.4.10 Proyectos solicitados durante 2017

- CHROMAE: Control y gestión óptima de recursos heterogéneos en distritos productivos agroindustriales integrando energías renovables [F. Rodríguez, Plan Nacional DPI]
- CALRESI: Modelado y Control del proceso combinado de producción de microALgas y tratamiento de aguas RESiduales con reactores industriales [J.L. Guzmán, Plan Nacional DPI]
- AL-FLU-RAD-IN: Algoritmos para generación de patrones genéricos de flujo de radiación concentrada en aplicaciones industriales [J.D. Álvarez, Explora Ciencia/Tecnología 2017]
- Sistema abierto y escalable de supervisión, gestión eficiente de la energía y control de confort del edificio singular y estratégico CIESOL [Infraestructura FEDER CIESOL]
- Solicitud de Acción COST. In-Situ BEPA-MAS – OC-2016-2-21388. Building Energy Performance Assessment based on in-situ Measurement, Analysis and Simulation. Participantes: CIEMAT (coord.), CIESOL-UAL (ES), Universidad de Innsbruck (AT), Universidad de Leuven (BE), INIVE EEIG (BE), Belgian Building Research Institute (BE), ES-SO vzw European Solar-Shading Organization (BE), Universidad de Praga (CR), Universidad Técnica de Dinamarca (DK), Centro científico-técnico de Bâtiment (FR), Universidad de Mont-Blanc (FR), Cerema, (FR), Universidad de Bolonia (IT), Grupo Permasteelisa (IT), Universidad de Tecnología de Kaunas (LT), Saxion Hogeschool (NL), Universidad de tecnología de Wroclaw (PL), Universidad de Porto (PT), Universidad del País Vasco (ES), ACCIONA (ES), greenTEG AC (SW), Instituto de Ingeniería Termo-física de NASU (Ukraine), Universidad de Strathclyde (UK), University College London (UK), Universidad Leeds Beckett (UK), Universidad de Salford (UK). No concedido.

2.4.11 Otros

Otros proyectos:

- Coordinación del Grupo Especializado de Media Temperatura de la Plataforma Tecnológica Nacional SOLARCONCENTRA
- Red Temática de Ingeniería de Control. Acción especial del Plan Nacional. DPI2014-51731-REDT. IP. Ramon Vilanova, 01/2015-01/2017.
- Plataforma Tecnológica Española de Robótica HISPAREOB (<http://www.hisparob.es>)
- Comité Español de Automática (www.ceautomatica.es)

Colaboradores del grupo en CIESOL:

- Francisco Javier Cabrera Corral (CAPDR-Junta de Andalucía)
- Sebastián Dormido Bencomo (UNED)
- Carlos Rodríguez Contreras (UNED)

- Andrzej Pawlowski (UNED)
- Pilar Martínez Ortigosa (UAL)
- Juana López Redondo (UAL)
- Nicolás Calvo Cruz (UAL)
- Fernando Bienvenido Bárcena (UAL)
- Juan Carlos López (CAJAMAR)
- José María Cámara (UMH).
- Ramón Costa Castelló (UPC)
- Carlos Bordóns (US)
- Eduardo F. Camacho (US)
- Manuel G. Ortega (US)
- Manuel R. Arahál (US)

Alumnos en prácticas curriculares:

- Almagro, A. Diseño de un sistema de localización en interior de edificios basado en señales inalámbricas. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- García Mañas, F. Diseño de un punto de recarga bidireccional para vehículos eléctricos
- Gómez, M.A. Análisis del sistema de control de iluminación y persianas de CIESOL. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Heredia, G. Diseño de automatismos para el control de un concentrador solar lineal Fresnel. Grado en Ingeniería Eléctrica.
- López González de Quevedo, J.M. Modelado del consumo de agua en un edificio energéticamente eficiente. Aplicación a Ciesol
- Lorenzo, E. Modelado de una máquina de absorción. Grado en Ingeniería Química Industrial.
- Mañas Álvarez, F. Rediseño del layout y cableado de los elementos hardware de la arquitectura de control de un vehículo eléctrico autónomo
- Martell, M. Control multiobjetivo de confort, calidad de aire e iluminación en el edificio CIESOL, con criterios de eficiencia energética. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Ordóñez, J. Desarrollo de un sistema de visión artificial para estimar el reflejo en habitaciones. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Sainz-Cantero, J. A. Diseño de un sistema automatizado de gestión de salidas de emergencia. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Sánchez Montila, F. Desarrollo de una interfaz HMI para la gestión de confort lumínico de la sala de reuniones del edificio CIESOL
- Sánchez Pelegrina, A. Modelado y control de la planta de nanofiltración

Trabajos fin de estudios:

- Aguado Puertas, Manuel; Desarrollo de plantas virtuales para el control de procesos con Matlab y Easy Java Simulations (07/2017)

- Álvarez García, Marcos; estudio del uso de residuos generados en la crianza de tilapia para la producción de cultivos ornamentales y la generación de bioenergía (09/2017)
- Bogas Herrera, José Antonio, Desarrollo de una célula de fabricación flexible basada en el centro de mecanizado Concept Mill 155 (09/2017)
- Bretones Castillo, Laura. Desarrollo de Trabajo Fin de Grado: Control de temperatura en invernadero mediante ventilación natural: Compensación de perturbaciones por medio de control *Feedforward*.
- Cabrera Arcas, Javier. Unificación De Dos Líneas De Pulido En Una Superlínea Para La Industria Del Aglomerado De Cuarzo Silestone. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 20/09/2017)
- Camero Castañeda, Catalina; Diseño de una instalación para el ensayo de captadores solares de concentración con agua presurizada (12/2017)
- Cantón Ortega, José Carlos; Análisis de la flexibilidad de un sistema de tuberías en un circuito de aceite térmico a 400°C en una instalación de concentración solar (09/2017)
- García Hernández, Rocío. Desarrollo de un sistema empotrado para el control de la presión en una planta de almacenamiento de CO2 para su uso en invernaderos. 22/09/2017.
- García Mañas, Francisco. Desarrollo de estimadores de estado para fotobioreactores. TFG Ingeniería Electrónica Industrial (05/09/2017).
- García Martínez, Daniel; Cálculo y diseño mecánico de un seguidor solar para autoconsumo fotovoltaico en una vivienda unifamiliar en Almería (12/2017)
- Giacomelli, Marco. Advanced control techniques for industrial overhead cranes. TFG Ingeniería Electrónica Industrial (18/12/2017). Double title UAL-UNIBS.
- López González de Quevedo, José Miguel; Simulación dinámica de un sistema de generación de calor híbrido solar-biomasa para la climatización de invernaderos en la provincia de Almería (09/2017)
- Lozano López, María del Mar. Desarrollo de Proyecto Fin de Máster: Implementación del motor de simulación de una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones (DSS) sobre la gestión del clima, producción y coste económico aplicado a un polígono de invernaderos.
- Mañas Alvarez, Francisco Jose. Caracterización Y Control De Sistema Drive-By-Wire En Vehículo Eléctrico. (TFG Grado Ingeniería Electrónica Industrial, 15/09/2017)
- Martell Gálvez, María. Optimización multiobjetivo de confort y la eficiencia energética en edificación sostenible. Aplicación al Centro Mixto CIESOL. TFG Ingeniería Electrónica Industrial (05/09/2017).
- Martín Barrionuevo, José Miguel; Control de temperatura de un invernadero mediante Arduino (07/2017)
- Martín Fernández, José Antonio; Refrigeración solar en centrales hortofrutícolas: análisis de aplicaciones en la provincia de Almería (02/2017)
- Martínez Terual, Jesús; Diseño de esquemas eléctricos para una máquina de ensayos de neumáticos (09/2017)

- Martos Guzman, Fernando. Diseño De Un Volante De Inercia Para Un Banco De Ensayos De Un Motor Eléctrico. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 19/09/2017)
- Merchán Soriano, Alejandra. Laboratorio virtual de captadores solares. TFG Ingeniería Electrónica Industrial (20/12/2017).
- Mustapha, Anis. Development of control algorithms for roblox RP-1 industrial controllers. TFG Ingeniería Electrónica Industrial (18/12/2017). Double title UAL-UNIBS.
- Pérez Candela, Alberto. Estudio de la Dirección de un Vehículo Eléctrico Mediante Herramientas CAD-CAE. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 17/07/2017)
- Ramos Teodoro, Jerónimo. Trabajo Fin de Máster. Gestión energética de un sistema de producción heterogéneo bajo el paradigma energy hub. Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Universidad Carlos III de Madrid. (14/07/2017)
- Rivera Hernández, Leonardo. Desarrollo de Proyecto Fin de Máster (Master en Innovación y tecnología de Invernaderos): Análisis de viabilidad técnica y económica de la utilización de robots en invernaderos. Propuesta para el modelo Almería.
- Rodríguez Perez, Carlos Raul. Trabajo Técnico Diseño Y Fabricación De Máquina De Grabado Y Corte Láser Cnc. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 22/09/2017)
- Rodríguez Sánchez, Javier; Robotización del proceso de injerto de plántulas hortícolas (09/2017)
- Rojas Sebastian, Jose Antonio. Gestión De Un Sistema De Mantenimiento Industrial De Instalaciones Y Maquinaria En Ámbito Portuario. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 13/02/2017)
- Rubio Salvador, Pedro; sistema mecatrónico para la gestión automática de un huerto de autoabastecimiento basado en la propuesta Farmbot 09/2017)
- Ruiz Recio, Juan José; Desarrollo de una plataforma de visión basada en HALCON reconfigurable para distintas líneas de producción (09/2017)
- Velasco Vela, Noelia. Diseño De Un Banco De Ensayos Para El Análisis De Vibraciones En Componentes De Máquinas. (TFG Grado Ingeniería Mecánica, 17/07/2017)

Colaboraciones internacionales:

- Antonio Visioli y Domenico Gorni (University of Brescia, Italy).
- Tore Häggglund (Lund University, Sweden).
- Antonio Ruano y Hamid Khosravani (Universidade del Algarve, Portugal).
- Julio Normey, Daniel Pagano, Gustavo Andrade (Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil).
- Ricardo Silva (ITE-Cons, Universidade de Coimbra).

Estancias

- María del Mar Castilla Nieto. University of Brescia, (Italy), 29/06/2017-10/09/2017.

Estancias en CIESOL de investigadores de otros centros de investigación:

- Alice Branco, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (15/09/2017-30/01/2018).
- Luca Merigo, Universidade de Brescia, Italia (01/09/2017-31/10/2017).

- Antonio Javier Gallego Len. Universidad de Sevilla, España (01/04/2017-01/10/2017).
- Mohsine Bouya, Universidad Internacional de Rabat. Marruecos(21/11/2016-23/11/2016).
- Mokhtar Ghazouani. Universidad Internacional de Rabat, Marruecos (16/01/2017-16/04/2017)
- Juan Pablo García. Universidad de la Republica (UDELAR, Uruguay) (22/05/2017-26/05/2017).

Organización de congresos:

- Organization of a Minisymposium in Modelling and Simulation in Solar Thermal Power Plants at the 9th Vienna International Conference on Mathematical Modelling (MATHMOD 2018) to be held in February 2018.

Tesis doctorales en proceso de realización por personal no becario (no citado previamente):

- Francisco José Gómez Navarro (supervisores Luis José Yebra y Antonio Giménez).
- Ana Paola Montoya (supervisores José Luis Guzmán y Francisco Rodríguez Díaz).
- Margarita Rodríguez García (supervisores Manuel Pérez García y Eduardo Zarza Moya)
- José María Márquez Payés (supervisor Manuel Pérez García)
- Francisco Manuel Márquez García (supervisores Pedro José Zufiria Zatarain y Luis José Yebra)
- Jerónimo Ramos Teodoro (supervisores Manuel Berenguel y Francisco Rodríguez)
- Juan Diego Gil Vergel (supervisores Manuel Berenguel y Lidia Roca)
- Ángeles Hoyo Sánchez (supervisores José Luis Guzmán Sánchez y José Carlos Moreno Úbeda)

Premios

- Distinción de la Asociación El Saliente 2017, categoría Innovación. Antonio Giménez Fernández, 01/12/2017.
- Primer premio al concurso nacional de Ingeniería de Control. Alumnos: Francisco José García Mañas, Miguel Ángel Andrés Asensio. Tutores: Manuel Berenguel Soria y José Luis Guzmán Sánchez.
- Microsoft Azure Research Award. Jorge Antonio Sánchez Molina. 20/05/2017.

Asistencia a Jornadas de Transferencia

- FIWARE Tech Summit, Málaga, diciembre de 2017.
- Noche de los Investigadores, Almería, septiembre de 2017.
- Semana de la Ciencia, Almería, noviembre de 2017.
- Semana Europea de la Robótica, Almería, noviembre de 2017.

Otras actividades científicas:

- M. Berenguel. Miembro de comité científico de MED 2017.
- A. Giménez Fernández. Miembro del Comité Organizador (Co-Chair), de las Jornadas Nacionales de Robótica 2017, <http://jnr2017.ai2.upv.es/es/inicio/>
- M. Pérez. Miembro de ISES. International Solar Energy Society.
- M. Pérez. Miembro de RSEF. Real Sociedad Española de Física.
- M. Pérez. Vocal Junta Directiva AEDES. Asociación Española de Energía Solar.
- J.L. Blanco-Claraco. Miembro de comité científico de ECMR 2017, IROS 2017.

- M. Castilla. Miembro del International Programm Committee del The 9th International Renewable Energy Congress (<http://irec-conference.com/committees.html>).

2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRÍO SOLAR

2.5.1 Descripción de la unidad

La Unidad de Recurso Solar 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)”. El grupo TEP 165 es un grupo estable desde su creación en el año 1997 en el seno del Plan Andaluz de Investigación de la Junta de Andalucía, siendo su responsable desde su fundación Francisco Javier Batlles Garrido. Nuestro grupo ha sido considerado en numerosas ocasiones como Grupo de Excelencia dentro del Plan Andaluz de Investigación. Está formado por profesores doctores del área de Física Aplicada y del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y tres becarios de investigación también doctores. El grupo FQM230 fue creado en el año 1995, y sus líneas de investigación se centran en el estudio de los fluidos complejos. Está compuesto en la actualidad por siete doctores, todos ellos del área de Física Aplicada, y está dirigido por Manuel Servando Romero Cano.

2.5.2 Líneas estratégicas de la unidad

Las principales líneas estratégicas de la unidad son las siguientes:

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

2.5.3 Investigador principal del grupo

Francisco Javier Batlles Garrido (Scopus Author 6602731047)

Catedrático de Universidad en el área de Física Aplicada. Desarrolla tanto su actividad docente como investigadora en el I Departamento de Química y Física de la Universidad de Almería. Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada. Director desde su fundación en 1998 del Grupo de Investigación "Recursos Energético Solares y Climatología" del Plan Andaluz de Investigación. Miembro de la Comisión de Evaluación Científica y Tecnológica de Andalucía, perteneciente al Plan Andaluz de Investigación, del 2002 al 2005. Evaluador Internacional de la Comisión Nacional de Acreditación de Chile. Ha desarrollado su labor científica siempre en el seno del Grupo de Investigación en temas relacionados con la evaluación y predicción del recurso solar y modelado y diseño de instalaciones solares para calefacción y refrigeración de edificios.

Ha sido Investigador principal de 7 proyectos del Plan Nacional de Investigación y uno de la Comunidad Económica Europea. Ha dirigido 10 contratos de investigación con diferentes instituciones públicas y privadas, entre las que cabe destacar, GEMASOLAR 2006, S.L., Torresol Energy O & M, S.A, Millenio Solar Desarrollo de Proyectos, Agencia Aeroespacial Alemana. Coautor de más de 60 artículos en revistas internacionales con impacto, más de 150 publicaciones en congresos tanto nacionales como internacionales así como un libro nacional. Ha dirigido 8 tesis doctorales.

2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

Durante 2017 se ha trabajado en el proyecto de infraestructura científica en ejecución titulado "Módulo piloto polivalente para evaluación optimización y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables, UNAM13-1E-2532". Se construyó el módulo Piloto compuesto por tres módulos principales complementarios entre sí, y de una sala de supervisión y control común en donde se instaló un sistema experto de adquisición de datos, monitorización y control remoto flexible como herramienta de gestión, supervisión y evaluación de los ensayos a realizar dirigidos a caracterizar el modelo sostenible a implantar. Se ha realizado un estudio energético y exergético de los tres sistemas de refrigeración: sistema de absorción, sistema de materiales de cambio de fase y sistema convencional.

Se ha trabajado sobre la caracterización térmica de materiales de cambio de fase sólido-líquido (PCM). Para ello se ha contado con tres colaboraciones, por un lado la Profesora Svetlana Ushak, de la Universidad de Antofagasta (Chile), Profesor Antonio Manuel Puertas López, el miembro del Departamento de Química y Física Aplicada (Universidad de Almería) y por otro lado la empresa Phase Change Technologies S.L. Los principales objetivos de esta colaboración es desarrollar una metodología para la caracterización térmica de materiales utilizados en la fabricación de PCM. En este sentido el Profesor Francisco Javier Batlles Garrido realizó una estancia en Chile en el Centro de Investigación de Energía Solar (SERC). En dicha estancia se colaboró con la Universidad de Antofagasta y la Universidad de Chile en el diseño de materiales de cambio de fase.

En la línea de investigación de evaluación y predicción del recurso solar se ha trabajado estrechamente con la Universidad de Antofagasta y la Universidad de Chile. En la estancia anteriormente citada se colaboró se trabajo sobre modelización de producción de plantas fotovoltaicas. En la actualidad se está codirigiendo un tesis doctoral entre la Universidad de Almería y la Universidad de Antofagasta. También se está trabajando en la influencia del ensuciamiento de los paneles fotovoltaicos en la producción de una planta fotovoltaica.

2.5.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

- Contrato predoctoral de Francisco Portillo con cargo a un proyecto Europeo.
- Contrato predoctoral de Irene Pascual con cargo a fondos del Plan Juvenil de Empeo (Junta de Andalucía).

2.5.6 Producción Científica

Artículos

- A.M. Puertas, M. S. Romero-Cano, F.J. De Las Nieves, S. Rosiek, F.J. Batlles. Simulations of melting of encapsulated $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ for thermal energy storage technologies. 2017, *Energies*, 10:568.
- J. Alonso-Montesinos, J. Barbero, J. Polo, G. López, J. Ballestrín, F.J. Batlles. Impact of a Saharan dust intrusion over southern Spain on DNI estimation with sky cameras, *Atmospheric Environment*. 2017, 170, pp.279-289.
- J. Polo, J. Ballestrín, J. Alonso-Montesinos, G. López-Rodríguez, J. Barbero, E. Carra, J. Fernández-Reche, J.L. Bosch, F.J. Batlles. Analysis of solar tower plant performance influenced by atmospheric attenuation at different temporal resolutions related to aerosol optical depth, *Solar Energy*. 2017, 157, pp.803-810.
- A. Marzo, M. Trigo-González, J. Alonso-Montesinos, M. Martínez-Durbán, G. López, P. Ferrada, E. Fuentealba, M. Cortés, F.J. Batlles. Daily global solar radiation estimation in desert areas using daily extreme temperatures and extraterrestrial radiation, *Renewable Energy*. 2017, 113, pp.303-311.

Congresos

- ENERSOL 2017, 5-6 octubre 2017, Antofagasta (Chile)
 - o Alonso-Montesino. Short-term solar radiation forecasting using sky cameras. .
 - o F. J. Batlles. Evaluación de recursos solares en zonas de topografía compleja y la aplicación a la generación de mapas radiación solar.
- SolarPACES 2017, 26-29 septiembre 2017, Santiago de Chile (Chile).
 - o J. Alonso-Montesinos et al. A First Approach of the Direct Normal Irradiance Forecasting in the Receiver of a Central Tower Combining Remote Sensing Techniques and Solar Power Plant Models.
 - o J. Ballestrín, F.J. Barbero et al. Novel Measurement System for Solar Extinction.
 - o F. J. Barbero et al.. Evolution of the Aerosol Extinction Coefficient at 100 m Above Ground During an Episode of Saharan Dust Intrusion as Derived from Data Registered by a Ceilometer in Almería (SE Spain).
 - o F.J. Batlles, Gabriel López et al. Estimation of Visibility from Spectral Irradiance Using Artificial Neural Networks
 - o Jesús Polo, J. Alonso-Montesinos et al.. Modelling Atmospheric Attenuation at Different AOD Time-scales in Yield Performance of Solar Tower Plants.
 - o A. Marzo. Reference Solar Spectra for Chile's Sunbelt: Comparison with Current International Reference Spectra.
- Congreso Internacional de Cambio climático, 10-12 mayo 2017, Huelva (España)
 - o G. López, M. Martínez-Durbán et al.. Towards clean electricity: the PRESOL Project.

2.5.7 Miembros del la unidad

Francisco Javier Batlles Garrido



Profesor Titular de Universidad
UAL
fbatlles@ual.es
(+34) 950 015 914
www.tep165.com

Francisco Javier Barbero Francisco



Profesor Titular de Universidad
UAL
jbarbero@ual.es
(+34) 950 015 307
www.tep165.com

Sabina Rosiek



Doctora
UAL
srosiek@ual.es
(+34) 950 014082

Mercedes Martínez Durbán



Profesor Titular de Universidad
UAL
mdurban@ual.es
(+34) 950 015 676
www.tep165.com

Joaquín Alonso Montesinos



Doctor contratado
UAL
joaquin.alonso@ual.es
(+34) 950 014430
www.tep165.com

Antonio Manuel Puertas López



Profesor Titular de Universidad
UAL
apuertas@ual.es
(+34) 950 015917

Manuel Servando Romero Cano



Profesor Titular de Universidad
UAL
msromero@ual.es
(+34) 950 015912

2.5.8 Proyectos vigentes durante 2017

2.5.8.1 Recuperación de energía de una planta piloto de reactor batch secuencial de biofiltro granular (THERBIOR)

Participantes:

Universidad de Almería, Centro de Investigación IRSA-CNR(Italia), Hederahelix (empresa española) y Lcaconsultants (eempresadanesa).

Investigador Principal:

Francisco Javier Batlles Garrido.

Contactos:

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

Importe concedido:

1.912.000

Fuente de financiación:

Comisión Europea (ERA-NET Cofund WaterWorks2014 Call, Water JPI), MINECO (Ref. PCIN-2015-258)

Duración prevista:

Abril 2016 – Abril 2018

Situación:

En curso

Pagina webs:

www2.ual.es/therbior

Resumen:

THERBIOR se centra en el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías para mejorar la eficiencia energética en plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando una bomba de calor (HP) asistida con energía solar, sistema híbrido, aplicable para toda Europa, pero con especial interés en países de la región mediterránea. El objetivo del proyecto THERBIOR es proporcionar una solución para el sector turístico, que se caracteriza por una intensa demanda de agua así como una gran producción de aguas residuales. La integración de los paneles fotovoltaicos (PV) y de la HP en el sistema pionero Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) va a suponer un gran valor añadido a la reutilización de aguas residuales. Esta tecnología va contribuir a mejorar la gestión de las aguas residuales, dando a las personas un mayor acceso al agua potable, y contribuir así a mejorar el bienestar social a través de una mayor calidad de vida como consecuencia de una mejora en la calidad del agua. Los problemas derivados del cambio climático así como los debidos al agotamiento de los recursos naturales y la escasez del agua van a suponer en un futuro un grave impacto, tanto medioambiental como socioeconómico. Los cambios globales actuales (tales como el cambio climático y la expansión urbana) requieren prácticas innovadoras para minimizar los riesgos asociados con la distribución del agua así como las instalaciones de almacenamiento de agua en zonas urbanas. En consecuencia es necesario realizar grandes esfuerzos para fomentar la participación pública y concienciar a la sociedad sobre la responsabilidad de hacer un uso racional del agua y la energía, especialmente con los recursos del agua dulce, y adaptarse a las amenazas antes mencionadas. La industria del agua necesita tecnologías innovadoras para desarrollar productos y servicios de abastecimiento de agua, que mejoraran la economía europea. El proyecto desarrollará un sistema de recuperación de energía de la mencionada planta SBBGR, implementando una bomba de calor que utiliza energía solar como fuente de energía primaria. El calor almacenado en uno de los tanques de la planta SBBGR, se va a utilizar para un sistema de climatización y agua caliente sanitaria de un caseta de ensayos, desarrollándose así un sistema totalmente innovador. Una vez desarrollada y puesta en marcha la instalación se va realizar un estudio de viabilidad para su

incorporación a la red de instalaciones turísticas de las ciudades Almería y Bari que forman el consorcio. Nuestro principal objetivo es evaluar la cantidad de energía que podemos obtener de las aguas residuales urbanas y cuantificar la reducción de energía fósil necesaria para los sistemas de climatización de los edificios turísticos de las ciudades estudiadas. El proyecto también tiene la intención de crear nuevas oportunidades de negocio, en particular mediante el apoyo a la participación de las PYMES, tanto en lo que se refiera al abastecimiento de agua como la utilización de la energía solar. THERBIOR es un consorcio de 4 organizaciones europeas de España, Italia y Dinamarca, que combinan una amplia experiencia técnica, institucional y empresarial. THERBIOR pretende reunir especialistas altamente cualificados con el fin de apoyar y promover una solución tecnológica innovadora para mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales urbanas haciendo especial énfasis en la aplicación del modelo desarrollado en el marco de la Unión Europea.

Objetivo:

- Evaluar la cantidad de energía que podemos obtener de las aguas residuales urbanas y cuantificar la reducción de energía fósil necesaria para los sistemas de climatización de los edificios turísticos de las ciudades estudiadas.

2.5.8.2. Predicción de la radiación solar en el receptor de una planta termosolar de torre central.

Participantes:

Universidad de Almería, Universidad de Huelva y CIEMAT.

Investigador Principal:

Francisco Javier Batlles Garrido

Contactos:

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

Importe concedido:

300.000

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La predicción de la irradiancia solar directa (DNI) es un tema de investigación de creciente interés en campos como agricultura o la producción de potencia solar. La producción de electricidad a partir de Centrales solares de Receptor Central (CRC), para las que la DNI es una entrada crítica, experimenta un crecimiento vertiginoso a nivel mundial. Esta tecnología será una de las que contribuya de forma más significativa al futuro puzzle de energías renovables. El mayor reto que plantean estas grandes instalaciones solares es su integración en las redes de distribución de energía. Para ello, el conocimiento de predicciones precisas de los niveles de DNI en el receptor es crucial, influyendo no sólo en el funcionamiento de la planta, sino en el propio mercado de precios.

La nubosidad es la principal fuente de variabilidad de la DNI en el campo de helióstatos. En caso de que la radiación solar no sea interceptada por las nubes, los aerosoles son el constituyente atmosférico que mayor variabilidad introduce en la DNI. Las CRC suelen estar en zonas áridas o semiáridas, con un elevado porcentaje de cielos despejados y mayor frecuencia de episodios de elevada turbiedad. La necesidad de su predicción resulta así vital. No obstante, ninguna de las técnicas de predicción, a corto o medio plazo, proporcionan explícitamente la DNI en superficie. Por otra parte, los aerosoles de las capas más bajas de la atmósfera pueden reducir hasta un 40% la potencia solar que llega al receptor, reflejada por los helióstatos. Aunque la atenuación real es un campo actualmente desconocido, es altamente demandado. Los códigos de diseño de las CRC (HLFCAL o SolTRACE) no pueden reproducir tales efectos.

Objetivo

Predecir a corto plazo PREDECIR A CORTO PLAZO la DNI que alcanza el receptor de una CRC. Para ello se plantea predecir la DNI que alcanza la superficie, y desarrollar técnicas para determinar y predecir la atenuación de la radiación solar reflejada por el campo de helióstatos en su camino hasta el receptor.

2.5.8.3. Thermal energy storage with phase change materials for solar cooling and Heating Applications: A technology viability analysis (PCMSOL)

Participantes:

Universidad de Almería, Universidad de Antofagasta (Chile), Universidad Politécnica de Wrocław (Polonia), Universidad de Cochabamba (Bolivia), y la empresa Phase Change Technologies, S.L. (española).

Investigador Principal:

Antonio M. Puertas (apuestas@ual.es)

Importe total financiado:

300.936 euros

Fuente de financiación:

Comisión Europea (ERANET-LAC Joint call 2015-2016), MINECO (Ref. PCIN-2016-013)

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Diciembre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto PCMSOL es un proyecto coordinado con la Universidad de Antofagasta (Chile), Universidad Politécnica de Wrocław (Polonia), Universidad de Cochabamba (Bolivia), y la empresa Phase Change Technologies, S.L. En el proyecto se pretenden desarrollar y testear nuevos materiales de cambio de fase para el almacenamiento térmico de un sistema de climatización basado en energía solar. Debido al desfase entre las horas de sol y los picos de demanda, en este tipo de tecnología se requiere el almacenamiento de la energía. En nuestro caso, almacenamos energía térmica utilizando materiales que tienen el cambio de fase líquido-sólido en el rango de temperaturas apropiado para el almacenamiento térmico: unos 50°C para el modo de invierno, y unos 5°C para el modo de verano. En este proyecto se pretende en primer lugar estudiar diferentes materiales que puedan ser usados para esta aplicación. Una vez caracterizado el material, mediante técnicas de simulación numérica, se está estudiando la cinética de fusión del material para modelar el sistema de almacenamiento requerido para un edificio modelo. Finalmente, se ensayarán tanques de almacenamiento en el CIESOL, para estudiar la viabilidad del almacenamiento térmico mediante materiales de cambio de fase.

Objetivo:

Desarrollar un sistema de almacenamiento térmico basado en materiales de cambio de fase.

2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias

- Conferencia plenaria impartida por Francisco Javier Batlles Garrido en IWLIME, 2017. International Worksop. Lithium, Industrial, Minerals and Energy. Chochanamba (Bolivia), julio de 2107.
- Varias reuniones con la empresa Hedera Helix Ingeniería y Biotecnología S.L., Phase Change Technologies S.L., para el desarrollo de una planta de recuperación de energía con materiales de cambio de fase.
- Estancia de 6 meses de Francisco Javier Batlles Garrido (julio a diciembre de 2017) En el SERC (Chile). Se colaboró con la Universidad de Chile y con la Universidad de Antofagasta. Se trabajo en la modelización de producción de plantas de fotovoltaica y caracterización y encapsulado de materiales de cambio de fase.
- Impartición del curso de doctorado “Medida y Cálculo de la radiación solar”. Universidad de Antofagasta (Chile). Noviembre de 2017.
- Reunión del proyecto “Thermal energy storage with phase change materials for solar cooling and Heating Applications: A technology viability analysis (PCMSOL)”, en Cochabamba (Bolivia), septiembre de 2017.

2.5.10 Proyectos solicitados durante 2017

- Convocatoria Programa Estatal de I+D+I Orientado a los Retos de la Sociedad. Título del proyecto “Predicción a corto plazo de la producción de energía en una planta fotovoltaica e influencia del ensuciamiento de los paneles en la producción de la misma”. Participan: Universidad de Almería (Coordinadora del proyecto), Universidad de Huelva y CIEMAT. Investigador principal: Francisco Javier Batlles Garrido. Importe 320.000 €. Concedido

2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

2.6.1 Descripción de la unidad

El grupo de Desalación y fotosíntesis está conformado por investigadores del departamento de Ingeniería de la Universidad de Almería así como de la Plataforma Solar de Almería. Se trata de un grupo de trabajo en proceso de conformación como grupo de investigación independiente. Actualmente sus investigadores pertenecen a los grupos de investigación “Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263”, “Biotecnología de microalgas marinas, BIO173”, y la Plataforma Solar de Almería. El grupo se conformó como tal en 2014 y ha comenzado su desarrollo con la instalación de nuevas infraestructuras y la integración en el equipo de diversos investigadores con actividad en campos comunes relacionados con la energía solar ya sea para desalación de agua mediante membranas usando la energía solar o la utilización de la energía solar en procesos biológicos de depuración empleando microalgas. Estas líneas presentan puntos en común con otros grupos de CIESOL con los que se mantiene una estrecha colaboración.

2.6.2 Líneas estratégicas del grupo

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

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

2.6.3 Investigadores principales del grupo

Jose M. Fernández Sevilla (Scopus Author 6602856181)

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

Guillermo Zaragoza del Águila (Scopus Author 6701505211)

Científico contratado del CIEMAT. Departamento Unidad de Desalación Solar (Plataforma Solar de Almería) desde 2009. Astrofísico (1991) por la Universidad Complutense de Madrid, Doctor en Ciencias Físicas (1996) por la Universidad de Granada. Previamente ha realizado su investigación en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), la Universidad de Oxford y la Estación Experimental “Las Palmerillas” de la Fundación Cajamar, donde se encargó de la aplicación de energías renovables a los invernaderos y la desalación. En la actualidad su actividad se centra en la desalación solar y coordina el Action Group “Renewable Energy Desalination” de la European Innovation Partnership on Water (Comisión Europea), así como el Working Group “Renewable Energy and Desalination” de la Plataforma Europea del Agua WssTP, y es miembro de la junta directiva de la Sociedad Europea de Desalación.

2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2017

En la línea relacionada con la producción de microalgas durante la anualidad 2017 se han finalizado dos proyectos nacionales: (i) el proyecto PURALGA enfocado al tratamiento de aguas residuales de la industria ganadera principalmente purines animales mediante microalgas, y (ii) el proyecto EDARSOL enfocado también al tratamiento mediante microalgas pero en este caso de aguas residuales urbanas. Así mismo, durante este año 2017 se han continuado otros proyectos relacionados con microalgas previamente en vigor durante 2016 como son (i) el proyecto ERANET-LAC GREENBIOREFINERY en colaboración con universidades y centros de investigación de Portugal, Argentina y Colombia, y (iv) el proyecto Retos colaboración BACAGRO en colaboración con la empresa Biorizon Biotech y la Fundación Cajamar. El primero se relaciona con la producción de compuestos de interés a partir de microalgas empleando como sustrato los residuos de la industria cervecera mientras que el segundo se relaciona con la producción de bacterias de uso agrícola para su aplicación comercial. Adicionalmente, durante el año 2017 se han continuado con contratos relacionados con la depuración de biogás a biometano por métodos biológicos como el proyecto (i) GREENUPGAS coordinado por Estrella Levante y (ii) el proyecto METINGREEN liderado por Sacyr y Biorizon Biotech. Además, se ha desarrollado (iii) el contrato SETEC en colaboración con la empresa SETEC de Francia enfocado al desarrollo de un proceso biológico de producción de biopolímeros a partir de gases de combustión con microalgas, (iv) el contrato BIOREFINA coordinado por AZUD y enfocado a la valorización de residuos agrícolas mediante sistemas de digestión anaerobia y microalgas, y (v) el proyecto Europeo SABANA liderado por la Universidad de Almería y enfocado a la implantación de una instalación demostrativa de producción de microalgas para aplicaciones agrícolas y acuicultura en Almería. En todos estos proyectos se continua trabajando en la puesta en marcha de nuevos procesos basados en microalgas sobre todo para aplicaciones de gran mercado como biopolímeros, biofertilizantes y piensos para acuicultura, especialmente integrando con el tratamiento de aguas residuales de origen urbano y/o ganadero. También cabe resaltar la apertura de una nueva línea de trabajo por petición de algunas empresas interesadas en ella, como es la depuración de biogás a biometano, especialmente por métodos biológicos empleando microalgas.

En cuanto a los resultados en el ámbito de la desalación de aguas, se ha continuado con la actividad en el proyecto RED Heat-to-Power. El objetivo es generar electricidad a partir de un gradiente de salinidad

usando un proceso de electrodiálisis inversa en circuito cerrado con un aporte de energía térmica para regenerar el gradiente de salinidad. Nuestra tarea en el proyecto es evaluar sistemas de regeneración térmica con diferentes sales, y durante este año los trabajos se han centrado en evaluar la destilación por membranas de cara a la construcción de una planta piloto. En el marco del proyecto REWACEM, las actividades continuaron con un diseño de planta piloto para construir en las instalaciones de la empresa Electroníquel en Gijón. El objetivo es evaluar una combinación de diálisis de difusión y destilación por membranas para, por un lado, recuperar ácido sulfúrico y cobre de los baños agotados de los procesos de cobrizado y, por otro, reducir el consumo de agua de lavado reutilizándola tras su tratamiento. En el proyecto Zero Carbon Resorts (ZCR2), las actividades se centraron en la elaboración y publicación de resultados sobre la evaluación de módulos comerciales de destilación por membranas para desalación de agua de mar, así como para el tratamiento de agua residual contaminada por patógenos termorresistentes. También han continuado las actividades del proyecto nacional EFFERDESAL, subproyecto del proyecto coordinado ENERPRO, que tiene como objetivo principal el análisis, diseño y aplicación de técnicas de modelado, control y optimización para la gestión eficiente de energía, agua y generación de CO₂ en sistemas productivos basados en energías renovables y sistemas de almacenamiento. Entre las actividades más destacadas durante 2017 están la determinación de puntos de operación óptimos para plantas MED alimentadas con captadores solares térmicos estáticos, el desarrollo y validación de modelos de producción de destilado para plantas solares de destilación por membranas, modelado dinámico de plantas de captadores cilindroparabólicos de pequeña apertura y el análisis de condiciones óptimas de operación de plantas MED-DEAHP (análisis exergoeconómico).

Durante 2017 se han concluido las actividades de investigación en el marco del proyecto europeo STAGE-STE. Dentro del WP10 (Solar Thermal Electricity + Desalination) se han llevado finalizado el desarrollo de modelos de planta de cogeneración (electricidad+agua desalada) y se ha realizado el análisis tecnoeconómico de diferentes configuraciones (CSP+MED y CSP+MD) para diferentes escenarios con objeto de estudiar su viabilidad frente a la opción CSP+RO. También durante 2017 se han iniciado la actividad de proyecto europeo H2020 INSHIP (Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes), coordinado por el Instituto Fraunhofer (Alemania). Los investigadores de la Unidad de Desalación de la PSA participan en los paquetes de trabajo relacionados con la tecnología de captadores solares térmicos estáticos y las tecnologías emergentes de calor de proceso (entre las que se incluye la destilación por membranas). Entre las actividades previstas es de destacar el estudio de la viabilidad de la tecnología de captadores solares de aire para el secado de microalgas.

El proyecto WASCOP, coordinado por el instituto de investigación CEA (Francia) y tiene como objetivo principal desarrollar una innovación revolucionaria en la gestión del agua (tanto para el enfriamiento del bloque de potencia como para la limpieza de las superficies ópticas del campo solar) en plantas de generación de energía termoeléctrica por concentración solar (CSP). Durante el año 2017, la Unidad de Desalación de la Plataforma Solar de Almería ha estado trabajando junto con la empresa francesa Hamon d'Hondt y la Universidad de Cranfield en el diseño de un lazo de ensayos para caracterizar sistemas de enfriamiento híbridos y su comparación con sistemas convencionales. Dicho lazo de ensayos será instalado en la Plataforma Solar de Almería, donde se realizarán los ensayos durante el año 2018 y

2019. Asimismo, en el 2017, se han elaborado las prescripciones técnicas de todos los equipos necesarios en el lazo de ensayos y se ha procedido a la orden de compra de la mayor parte de los mismos. Otro nuevo proyecto H2020 es REWACEM, coordinado por el Instituto Fraunhofer y con el objetivo de reducir el uso del agua y energía, disminuir la generación de aguas residuales y recuperar valiosos recursos metálicos en la industria del galvanizado y de producción de tarjetas de circuitos impresos. Nuestra tarea particular es implementar una combinación de diálisis por difusión y destilación de membranas en un proceso de galvanoplastia de cobre en estrecha colaboración con la PYME española Electroniquel y la empresa alemana SolarSpring.

2.6.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

Durante el año 2017 se han contratado nuevos investigadores que se han incorporado al grupo de trabajo. Las personas contratadas son las siguientes: Martina Ciardi, Elvira Navarro, Cynthia González, Rafael Cubero y Alessandro Solimeno. Durante 2017 se han dado de baja del grupo dos investigadores: Azahara Martínez y Pablo Fernandez del Olmo. Además, durante el año 2017 se han realizado frecuentes estancias de investigadores de otros centros de investigación y universidades tanto nacionales como internacionales.

2.6.6 Producción Científica

Artículos:

- A. Ruiz-Aguirre, J.A. Andrés-Mañas, J.M. Fernández-Sevilla, G. Zaragoza Modeling and optimization of a commercial permeate gap spiral wound membrane distillation module for seawater desalination. *Desalination* 419, 160-168, 2017.
- M. Papapetrou, A. Cipollina, U. La Commare, G. Micale, G. Zaragoza, G. Kosmadakis. Assessment of methodologies and data used to calculate desalination costs. *Desalination* 419, 8-19, 2017.
- A. Altaee, J. Zhoua, A.A. Al Anezi, G. Zaragoza. Pressure retarded osmosis process for power generation: Feasibility, energy balance and controlling parameters. *Applied Energy* 206, 303-311, 2017.
- B. Ortega-Delgado, M. Cornali, P. Palenzuela, D.C. Alarcón-Padilla. Operational analysis of the coupling between a multi-effect distillation unit with thermal vapor compression and a Rankine cycle power block using variable nozzle thermocompressors. *Applied Energy* 204 (2017) 690-701
- A. Cipollina, M. Agnello, A. Piacentino, A. Tamburini, B. Ortega, P. Palenzuela, D. Alarcon, G. Micale. A dynamic model for MED-TVC transient operation. *Desalination* 413 (2017) 234-257
- A. Chorak, P. Palenzuela, D. C. Alarcón-Padilla, A. Ben Abdellah. Experimental characterization of a multi-effect distillation system coupled to a flat plate solar collector field: empirical correlations. *Applied Thermal Engineering* 120 (2017) 298-313
- A. Altaee, G. Zaragoza, E. Drioli, J. Zhou Evaluation the Potential and Energy Efficiency of Dual Stage Pressure Retarded Osmosis Process. *Applied Energy* 199, 359-369, 2017.

- A. Altaee, P. Palenzuela, G. Zaragoza, A.A. Al Anezi. Single and dual stage closed-loop pressure retarded osmosis for power generation: Feasibility and performance. *Applied Energy* 191 (2017) 328-345.
- A. Ruiz-Aguirre, M.I. Polo-López, P. Fernández-Ibáñez, G. Zaragoza. Integration of Membrane Distillation with solar photo-Fenton for purification of water contaminated with *Bacillus* sp and *Clostridium* sp spores. *Science of the Total Environment* 595, 110-118, 2017.
- A. Altaee, G.J. Millar, G. Zaragoza, A. Sharif. Energy Efficiency of RO and FO-RO system for High Salinity Seawater Treatment. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2017, 19 (1), 77-91.
- J.A. Andrés-Mañas, P. Palenzuela, L. Cornejo, D.C. Alarcón-Padilla, G. Acien, G. Zaragoza. Preliminary evaluation of the use of vacuum membrane distillation for the production of drinking water in Arica (Chile). *Desalination & Water Treatment* 61 (2017) 160-169.
- Ruiz-Aguirre, J.A. Andres-Mañas, J.M. Fernández-Sevilla, G. Zaragoza. Comparative characterization of three commercial spiral-wound membrane distillation modules. *Desalination and Water Treatment* 61, 152-159, 2017.
- J.A. Carballo, Javier Bonilla, Lidia Roca, Alberto de la Calle, Patricia Palenzuela, Manuel Berenguel. Optimal operating conditions analysis of a Multi-effect distillation plant. *Desalination & Water Treatment* 69 (2017) 229-235
- L. Cornejo, L. Martín-Pomares, D. Alarcon, J. Blanco, J. Polo. A thorough analysis of solar irradiation measurements in the región of Arica Parinacota, Chile. *Renewable Energy* 112, 197-208, 2017.
- R. Leiva-Illanes, R. Escobar, J.M. Cardemil, D. Alarcón-Padilla. Thermoeconomic assessment of a solar polygeneration plant for electricity, water, cooling and heating in high direct normal irradiation conditions. *Energy Conversion and Management* 151, 538-552, 2017.
- A. Solimeno, F. Gabriel Acien, J. García. Mechanistic model for design, analysis, operation and control of microalgae cultures: Calibration and application to tubular photobioreactors. *Algal Research* 21 (2017) 236–246.
- D. García, E. Posadas, S. Blanco, G. Acien, P.A. García Encina, S. Bolado, R. Muñoz. Evaluation of the dynamics of microalgae population structure and process performance during piggery wastewater treatment in algal-bacterial photobioreactors. *Bioresource Technology*, Aceptado (2017).
- K. Riveros, C. Sepulveda, J. Bazaes, P. Marticorena, C. Riquelme, G. Acien. Overall development of a bioprocess for the outdoor production of *Nannochloropsis gaditana* for aquaculture. *Aquaculture Research*. 2018;49:165–176.
- D. García, E. Posadas, C. Grajeda, S. Blanco, S. Martínez, G. Acien, P. García-Encina, S. Bolado, R. Muñoz. Comparative evaluation of piggery wastewater treatment in algal-bacterial photobioreactors under indoor and outdoor conditions. *Bioresource Technology* 245 (2017) 483–490.

- S. Torres, G. Acien, F. García-Cuadra, R. Navia. Direct transesterification of microalgae biomass and biodiesel refining with vacuum distillation, *Algal research*, Volume 28: 30–38 (2017).
- L. Terumi Arashiro, N. Montero, I. Ferrer, F. Gabriel Acien, C. Gómez, M. Garfi. Life cycle assessment of high rate algal ponds for wastewater treatment and resource recovery. *Science of the Total Environment* xxx (2017) xxx-xxx
- P. Fernández-Del Olmo, J.M. Fernández-Sevilla, F.G. Acien, A. González-Céspedes, J.C. López-Hernández, J.J. Magán. Modeling of biomass productivity in dense microalgal culture using computational fluid dynamics. *Acta Horticulturae* 2017, 1170 ,pp.111
- J.A. Sánchez Pérez, P. Soriano-Molina, G. Rivas, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López, J.M. Fernández Sevilla. Effect of temperature and photon absorption on the kinetics of micropollutant removal by solar photo-Fenton in raceway pond reactors. *Chemical Engineering Journal* 2017 310 ,pp.464

Capítulos de Libros

- Capítulo: The use of solar energy for small-scale autonomous desalination. Palenzuela, P., Zaragoza, G., Peñate, B., Subiela, V., Alarcón-Padilla, D.C., García-Rodríguez, L. Ed. CRC Press. ISBN: 978-1-138-02917-0. Leiden (Netherlands), 2017.
- Capítulo: Renewable energies for greenhouses in semi-arid climates. Cabrera, F.J., J.A. Sánchez-Molina, G. Zaragoza, M. Pérez-García, and F. Rodríguez-Díaz. En: "Geothermal, Wind and Solar Energy Applications in Agriculture and Aquaculture", Eds: Bundschuh, Piechocki, Chandrasekharam, Chen; CRC Press/Balkema Taylor & Francis Group; 2017. ISBN: 9781138029705.
- Capítulo: Solar photocatalytic disinfection of water for reuse in irrigation. Fernández-Ibáñez, P., M.I. Polo-López, S. Malato, A. Ruiz-Aguirre, and G. Zaragoza. En: "Geothermal, Wind and Solar Energy Applications in Agriculture and Aquaculture", Eds: Bundschuh, Piechocki, Chandrasekharam, Chen; CRC Press/Balkema Taylor & Francis Group; 2017. ISBN: 9781138029705.
- Libro: Evaluación de sistemas comerciales en espiral de destilación por membranas y su aplicación al tratamiento de aguas. A. Ruiz-Aguirre, G. Zaragoza, J.M. Fernández-Sevilla. Colección Documentos CIEMAT. ISBN: 978-84-7834-781-0. DL: M-31485-2017.
- Libro: Theoretical analysis of high efficient multi-effect distillation processes and their integration into concentrating solar power Plants. B. Ortega-Delgado, P. Palenzuela-Ardila, D.C. Alarcón-Padilla, L. García-Rodríguez. Colección Documentos CIEMAT. ISBN: 978-84-7834-789-6. DL: M-35056-2017.
- Capítulo: F.G. Acien, J.M. Fernández-Sevilla, E. Molina. Microalgae on the basis of mankind sustainability" in the book "Case Study of Innovative Projects - Successful Real Cases",. Edited by Bernardo Llamas ISBN 978-953-51-5535-5. InTech, Croatia 2017.
- Capítulo: F. Gabriel Acien, E. Molina, A. Reis, G. Torzillo, G.C. Zittelli, C. Sepúlveda, J. Masojídek. Photobioreactors for the production of microalgae. En *Economics of Microalgae Biomass*

Production. Microalgae-based biofuels and bioproducts. Edited by Gonzalez C, Muñoz R. Elsevier (2017). ISBN: 978-0-08-101023-5

- Capítulo: E. Posadas, C. Alcántara, P.A. García-Encina, L. Gouveia, B. Guieysse, Z. Norvill, F.G. Acién, G. Markou, R. Congestri, J. Koreiviene, R. Muñoz. Microalgae cultivation in wastewater. En Economics of Microalgae Biomass Production. Microalgae-based biofuels and bioproducts. Edited by Gonzalez C, Muñoz R. Elsevier (2017). ISBN: 978-0-08-101023-5.
- Capítulo: F.G. Acién, E. Molina, J.M. Fernández-Sevilla, M. Barbosa, L. Gouveia, C. Sepúlveda, J. Bazaes, Z. Arbib. Economics of microalgae production. En Economics of Microalgae Biomass Production. Microalgae-based biofuels and bioproducts. Edited by Gonzalez C, Muñoz R. Elsevier (2017). ISBN: 978-0-08-101023-5.
- Capítulo: A.J.Vizcaíno, J.A.Jiménez, J.Camacho, A.M. Barros, G. López, L. Hidalgo, M.I.Sáez, F.G.Acién, M.C.Cerón, T.F.Martínez y F.J. Alarcón. Utilización de Algas como Ingrediente Alternativo en la Alimentación de Peces Marinos. En Contribuciones recientes en alimentación y nutrición acuícola. 20-22 de Noviembre. San Nicolás de los Garza, N.L. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Capítulo: Felix L. Figueroa, Nathalie Korbee, Roberto Abdala-Diaz, Felix Alvarez-Gomez, Juan Luis Gomez-Pinchetti and F. Gabriel Acién. Growing algal biomass using wastes. En Bioassays Advanced Methods and Applications. Edited by Donat-P. Hader and Gilmar S. Erzinger. Elsevier, Amsterdam, Netherland.
- Economics of microalgae production. Acién, F.G.,Molina, E.,Fernández-Sevilla, J.M.,Barbosa, M.,Gouveia, L.,Sepúlveda, C.,Bazaes, J.,Arbib, Z. 2017 Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts: From Feedstock Cultivation to End-Products,pp.485

Congresos

- 2017 EU-China Workshop on Research and Application of Membrane - Membrane Systems for Water Treatment and Reuse. Weihai (China), 17-18 noviembre 2017
 - o State of the art of membrane distillation at industrial scale (oral). G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, A. Ruiz-Aguirre
- The International Desalination Association World Congress on Desalination and Water Reuse 2017. Sao Paulo, Brazil, October, 15-20, 2017.
 - o Shaping the future of thermal desalination with high performnace heat conducting polymer tubes (oral). T. Orth, D.C. Alarcón-Padilla, G. Zaragoza, P. Palenzuela, P. Mueller
- SolarPACES 2017. Solar Power & chemical Energy Systems. Santiago de Chile (Chile). September, 26-29, 2017
- 2nd International Symposium on Innovative Desalination Technologies. Gyeongju (Corea del Sur). 20-21 septiembre 2017

- o Comparative analysis of commercial MD modules based on flat sheet membranes (oral). G. Zaragoza
- 25th Mediterranean Conference on Control and Automation. Valetta (Malta), 3-6 julio 2017.
 - o Using a Nonlinear Model Predictive Control Strategy for the Efficient Operation of a Solar-powered Membrane Distillation System. J.D. Gil, L. Roca, A. Ruiz-Aguirre, G. Zaragoza, J.L. Guzmán, M. Berenguel.
- 5th International Scientific Conference on Pervaporation, Vapor Permeation and Membrane Distillation. Torun (Poland), 20-23 junio 2017.
 - o Membrane distillation at industrial scale: state of the art of current modules (oral). G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, A. Ruiz-Aguirre
- EuroMed 2017. Desalination for Clean Water and Energy. Tel Aviv (Israel). 9-12 May, 2017
 - o Membrane distillation for the treatment of high-salinity aqueous solutions in the regeneration of salinity gradient resources (oral). J.A. Andrés-Mañas, P. Palenzuela, D.C. Alarcón-Padilla, F.G. Acién, G. Zaragoza
 - o Multi-effect distillation for regeneration of saline solutions used in a RED close-loop process (oral). P. Palenzuela, D.C. Alarcón-Padilla, G. Zaragoza.
- 3rd International Conference on Desalination using Membrane Technology. Gran Canaria (Spain), 2-5 abril 2017.
 - o Modeling spiral-wound commercial modules for applications of membrane distillation (oral). G. Zaragoza, A. Ruiz-Aguirre, J.A. Andrés-Mañas, P.A. Davies.
- 1st IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resources Recovery. Delft, Netherland 2017
 - o Light-dark respirometry as tool to characterize microalgae/bacteria consortia (POSTER). C. Gómez, M. Morales, J.M. Fernández, F.G. Acién, E. Molina
 - o Optimization of operational conditions for manure treatment using microalgae (POSTER). C. Gómez, M.M. Morales, I. Martín, F. G. Acién, E. Molina, J. M. Fernández
 - o Harvesting of microalgae biomass from wastewater treatment processes (POSTER). A. Martínez-García, Ismael Martín, Cintia Gómez, J.M. Fernández, I. Ferrer, M. Garfí and F.G. Acién
- 7th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. Miami, USA 2017
 - o Analysis of vertical mixing in raceway photobioreactors using CFD and modelling of microalgal productivity. P. Fernández del Olmo¹, A. M. González-Céspedes², F. G. Acién¹, J. M. Fernández-Sevilla.
 - o On the contribution of microalgae to wastewater treatment processes as Oral presentation by C. Gómez, A. Reis, L. Gouveia, N. Giraldo, V. Busto, L. Atehortua, J. Romo, J. M. Fernández, F. G. Acién.
 - o Sustainable integrated algae biorefinery for the production of bioactive compounds for agriculture and aquaculture (SABANA) as Poster presentation by F. G. Acién, J. M. Fernández-Sevilla, E. Molina-Grima.
 - o Production of biofertilizers from microalgae biomass: Optimization of cell disruption step" (Poster). L. Barboza Fallas, I. Martín Cara, M. Guerrero Barrantes, F. G.

- o Comparison of standard harvesting methods for microalgae biomass recovery at large scale (Poster). A. Martínez García, I. Martín Cara, J. M. Fernández-Sevilla, E. Molina-Grima, F. G. Acién.
- 8th Symposium on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár, Hungria 2017
 - o Production of microalgae coupled to wastewater treatment for the production of biofertilizers (POSTER) C. Gómez-Serrano, J. Peña-Martín, F. G. Acién-Fernández, J. M. Fernández-Sevilla, E. Molina-Grima
 - o Effect of foliar application of microalgae (*Spirulina* sp. and *Scenedesmus* sp.) on *Petunia x hybrida* growth (POSTER) Minguez-Durban, A.; Plaza, B.M.; Acién-Fernández, F.G.; Jiménez-Becker, S.
 - o The influence of microalgae (*Spirulina*) on the growth of *Petunia x hybrida* cuttings (POSTER) Fernández-Rueda, F.J.; Plaza, B.M.; Acién-Fernández, F.G.; Jiménez-Becker, S.
 - o Microalgae based plant stimulants applications in intensive agriculture (Oral) presentation E. Rojas, F.G. Acién, J.J. García, J. Pozo
 - o Comparative in vitro protein hydrolysis microalgae by digestive enzymes of *Sparus aurata* and *Solea senegalensis* (POSTER) A.J. vizcaino, M. Saez, A. Galafot, T.F. Martínez, F.G. Acién, F.J. Alarcon.
 - o Hydrolysate of the microalga *Arthrospira platensis* in feed for gilthead seabream (*Sparus aurata*) Effect on growth and intestine functionality (POSTER) A.J. vizcaino, A. Oshiro, M. Saez, A. Galafot, T.F. Martínez, F.G. Acién, F.J. Alarcon.
 - o In vitro evaluation of *Ulva rigida* protein hydrolysis by digestive proteases of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) (POSTER) A.J. vizcaino, M. Saez, A. Galafot, T.F. Martínez, F.G. Acién, F.J. Alarcon.
 - o The potential inhibitory effect of *Ulva rigida* on digestive proteases of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) (POSTER) A.J. Vizcaino, M. Saez, A. Galafot, T.F. Martínez, F.G. Acién, F.J. Alarcon.
 - o Major challenges in the production of microalgae at large scale (ORAL) F.G. Acién, J.M. Fernandez Sevilla, E. Molina Grima
 - o Sustainable algae biorefinery for agricultura and aquaculture SABANA project (ORAL) F.G. Acién, J.M. Fernandez Sevilla, E. Molina Grima
- 15th International Conference on Environmental Science and Technology, CEST2017. Rhodes, Greece 2017
 - o Evaluation of the dynamics of microalgae population structure and process performance during piggery wastewater treatment in algal-bacterial photobioreactors, (POSTER) Garcia D., Posadas E., Blanco S., Acién G., Bolado S. and Muñoz R
- 10th World Congress of Chemical Engineering, Barcelona, Spain. 1-5 October 2017.
 - o R&D Platform “Las Palmerillas” for industrial development of microalgae based processes” (Oral) J.M. Fernandez-Sevilla, E. Molina Grima, F.G. Acién Fernandez.

- o Harvesting of microalgae biomass from wastewater treatment processes. A. Martínez-García, Ismael Martín, Cintia Gómez, J.M. Fernández, I. Ferrer, M. Garfí and F.G. Acien
- Desafíos y oportunidades para el desarrollo acuícola del Norte de Chile. Antofagasta, Chile 2017
 - o Sustainable production of aquafeed from microalgae SABANA project (ORAL) F.G. Acien-Fernandez
- Jornada Técnica Agroalimentaria Producción sostenible de hortalizas (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas) Almería, España 2017
 - o Procesos biotecnológicos basados en bacterias aplicados a la producción sostenible de hortalizas (ORAL) F.G. Acien-Fernandez

2.6.7 Miembros del la unidad

José María Fernández Sevilla



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jfernand@ual.es
(+34) 950 015 899
www.jfernand.es

Guillermo Zaragoza del Águila



Investigador contratado
CIEMAT - Plataforma Solar de Almería
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387941

Francisco Gabriel Acien Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
facien@ual.es
(+34) 950 015 443

Diego César Alarcón Padilla



Investigador titular de OPI
CIEMAT - Plataforma Solar de Almería
diego.alarcon@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (960)

Cintia Gómez Serrano



Investigadora contratada
Ingeniería Química – UAL/Las Palmerillas
cinti4201@hotmail.com
(+34) 950 580 488

Alba Ruiz Aguirre



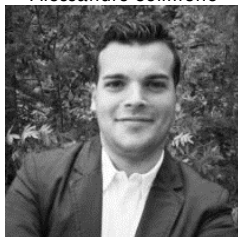
Investigadora en formación
CIEMAT - Plataforma Solar de Almería alba.ruiz@psa.es
(+34) 950 387800 (Ext. 998)

Rafael Cubero



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
rafacubero80@gmail.com
(+34) 950 015 899

Alessandro Solimeno



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
alessandro.solimeno@hotmail.it
(+34) 950 015 914

Jose Peña Martín



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
josepema.ual@gmail.com
(+34) 950 015 914

Martina Ciardi



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
martina.ciardi@studio.unibo.it
(+34) 950 015 914

Juan Antonio Andrés Mañas



Investigador en formación
CIEMAT - Plataforma Solar de Almería
juanantonio.andres@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (812)

Patricia Palenzuela



Investigadora contratada
CIEMAT - Plataforma Solar de Almería
patricia.palenzuela@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (909)

Ismael Martín Cara



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
ismael.martin.cara@gmail.com
(+34) 950 015 914

2.6.8 PROYECTOS VIGENTES DURANTE 2017

2.6.8.1 Desarrollo de una tecnología de upgrading biológico para la producción de biometano en entornos agroindustriales (GREENUPGAS)

Participantes:

ESTRELLA DE LEVANTE, AQUALGAE, ENEVIA, BIONET, AINIA, AIJU, Universidad de Almería, AROSA I+D

Contactos:

Dr. F. Gabriel Acien Fernandez (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

INTERCONNECTA, CDTI EXP - 00083180 / ITC-20151346

Duración prevista:

Enero 2016 – Diciembre 2017.

Situación:

En marcha

Resumen:

El proyecto tiene como principal objetivo desarrollar la tecnología GreenUpGas o proceso biológico de purificación de biogás agroindustrial para la obtención de biometano apto para inyección en redes de gas o uso como biocarburante en vehículos. La tecnología GreenUpGas consta de tres módulos: acondicionamiento del biogás con un cultivo de microalgas, producción de H₂ por electrólisis del agua a partir de energía solar fotovoltaica, y metanización biocatalítica con microorganismos metanogénicos hidrogenotróficos.

Objetivos:

El objetivo general de GreenUpGas es el desarrollo de una nueva tecnología de upgrading biológico para la producción de biometano en entornos agroindustriales..

2.6.8.2 Zero Carbon Resorts towards sustainable development of the tourism sector in the Philippines and Thailand (ZCR2)

Participantes:

Gruppe Angepaste Technologie GrAT (AT) (Coord.)

Palawan Council for Sustainable Development PCSD (PH)

Green Leaf Foundation GLF (TH)

Health Public Policy Foundation HPPF (TH)

PSA-CIEMAT (ES).

Contactos:

G. Zaragoza (gzaragoza@psa.es)

Fuente de financiación:

Comisión Europea, programa SWITCH-ASIA

Duración prevista:

Mayo 2014 – Abril 2018.

Situación:

En curso

Resumen:

El desarrollo del turismo en el sureste asiático lleva asociado elevados consumos de agua y energía y se ha convertido en uno de los sectores que mayor impacto medioambiental causa en la región. Es frecuente el uso de sitios aislados, como es el caso de las islas, donde el abastecimiento energético depende en la actualidad fuertemente de energías fósiles (fundamentalmente se utilizan generadores de gas-oil). El objetivo principal del proyecto es reducir el uso de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂ en pequeñas y medianas empresas relacionadas con el sector turístico en Filipinas y Tailandia. Para ello, se promueven mejoras en la eficiencia en el uso de la energía y la incorporación de energías renovables. El proyecto parte de uno anterior desarrollado entre 2010 y 2014 en Filipinas (centrado fundamentalmente en la isla de Palawan) y pretende extender el éxito de la metodología a Tailandia y otras zonas de Filipinas. La acción propuesta pretende estimular la economía local, permitiendo a las Pymes locales de la industria del turismo desarrollar la capacidad para lograr tales objetivos. Para ello, se plantea la aplicación de una metodología en tres fases: Reducir, Reemplazar y Rediseñar. El grupo de Desalación Solar de la

PSA-CIEMAT participa como experto tecnológico europeo, junto a socios locales como Green Leaf Foundation y Healthy Public Policy Foundation de Tailandia y el Palawan Council for Sustainable Development de Filipinas. A lo largo del proyecto se pretende formar mediante cursos y talleres, además de llevar a cabo ejemplo de demostración de tecnologías sostenibles en energía y agua.

Objetivos concretos de la participación del grupo:

- Diseño de un sistema autónomo de abastecimiento de energía y agua basado en energía solar para establecimientos turísticos aislados.
- Estudio y caracterización del proceso de destilación por membranas con energía solar.
- Evaluación de sistemas comerciales de destilación por membranas.
- Investigación sobre la aplicación de la destilación por membranas al tratamiento de aguas con contaminación biológica.
- Difusión de los resultados y elaboración de informes científicos.

2.6.8.3 Processing of brewery wastes with microalgae for producing valuable compounds (GREENBIOREFINERY)"

Participantes:

Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería (España)
Laboratorio Nacional de Energía y Geología (LNEG) Portugal
Universidad de Antioquia (Colombia)
Universidad Nacional Tecnológica (Argentina)
Cervecería la Unión (Colombia)
Mahou-San Miguel (España)

Contactos:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

ERANET LAC 2014

Duración prevista:

Octubre 2015 – Septiembre 2018.

Situación:

En marcha

Resumen:

El objetivo del proyecto GREENBIOREFINERY es desarrollar nuevas estrategias para generar bioproductos mediante la integración del tratamiento de los residuos de cervecería con la producción de biomasa de microalgas, incrementando de esta forma la sostenibilidad económica y medioambiental del proceso en su conjunto. Esta integración permitirá la transformación de los desechos de las fábricas de cerveza en biomasa de interés, permitiendo no sólo la reducción del impacto ambiental de los procesos de fabricación de cerveza, sino también la recuperación de los nutrientes (C, N, P) contenidos en los residuos generados, y su transformación en compuestos de valor. Para lograr este objetivo, los residuos (líquidos y gases) generados a partir de la producción de cerveza, por empresas previamente seleccionadas, se caracterizarán para ser utilizados como materia prima para la producción de microalgas. Se compararán diferentes procedimientos de aprovechamiento de estos desechos para identificar los más adecuados para ser acoplados con la producción de microalgas. A continuación, diferentes cepas de microalgas serán evaluadas para determinar la más interesante de acuerdo con su capacidad de crecimiento y

composición bioquímica. Dicha caracterización se llevará a cabo en condiciones de laboratorio pero simulando condiciones reales en externo, mientras que la cepa de mayor interés seleccionada será ensayada también en externo utilizando diferentes sistemas de cultivo y modos de operación. Se analizará tanto la producción y calidad de la biomasa producida, como la depuración de los efluentes de cervecera utilizados (líquidos y gases). A partir de la caracterización de la biomasa se desarrollarán procesos adecuados para la valorización completa de la misma. Se considera la producción de compuestos valiosos como pigmentos y ácidos grasos, además de la utilización de la biomasa en alimentación animal y en la producción de biofertilizantes. Por último, la tecnología desarrollada se escalará a escala piloto, hasta bioreactores de 1 m³, para validar y evaluar el proceso en su conjunto. En este proyecto participan cuatro instituciones de gran experiencia en ingeniería de bioprocesos, biotecnología de microalgas y en cultivos celulares in vitro, con el objetivo de desarrollar bioprocesos innovadores de producción de biomasa de alto interés a partir de desechos ricos en nutrientes (C, N, P) no utilizados por el momento en la industria cervecera. Como resultado se espera desarrollar procesos flexibles y adaptables de aprovechamiento integral de biomasa de microalgas que puedan ser aplicables en diferentes fábricas de cerveza de acuerdo con las necesidades y posibilidades locales.

Objetivos:

- Caracterización de residuos líquidos y gaseosos provenientes de la industria de la cerveza con el fin de evaluar en qué medida pueden ser usados como sustratos para el crecimiento de microalgas
- Diseño de estrategias para el uso de residuos de cerveceras para el cultivo de microalgas.
- Evaluación de la productividad, composición y capacidad de depuración de los cultivos de microalgas sobre los residuos de cerveceras a escala piloto.
- Desarrollo de un concepto de biorrefinería para la valorización integral de la biomasa generada y la minimización de los residuos.
- Demostración del proceso propuesto a escala piloto y evaluación económica y de viabilidad.

2.6.8.4 Tecnología eficiente para la biometanización del biogás (METINGREEN)"

Participantes:

Biorizon Biotech, Universidad de Almería

Contactos:

F.G. Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

CDTI

Duración prevista:

Junio 2016 – Febrero 2018.

Situación:

En marcha

Resumen:

Se trata de desarrollar un nuevo producto, una serie de prototipos (en el METinGREEN se alcanzará la escala de demostración) que permitirán tratar el biogás producto de la digestión anaerobia. Para ello se

desarrollará tecnología y prototipos para el (1) Refino y (2) Afino. De forma paralela en el proyecto presentado por VALORIZA Agua, denominado SMART·Met·Value, se buscará optimizar el proceso de valorización del biometano, adicionando un nuevo prototipo basado en mezcla de gases (blending). El producto final obtenido será un biometano, con propiedades similares al Gas Natural a un coste competitivo para su comercialización.

Objetivo:

El objetivo del proyecto es desarrollar un conjunto de prototipos capaces de refinar y afinar el biogás procedente de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDARs) y/o de plantas de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El objetivo general del proyecto en este caso es testar en una escala suficiente (cercana a la escala demostrativa) el principio de limpieza del biogás, en condiciones reales, y producir biometano en condiciones de calidad suficiente para su comercialización (inyección en la red de distribución o biocombustible).

2.6.8.5 Conversion of Low Grade Heat to Power through closed loop Reverse Electro-Dialysis (RED-Heat-to-Power)

Participantes:

WIP (D)
University of Palermo (IT)
FUJIFILM (NL)
REDSTACK (NL)
UNIVERSITY OF EDINBURGH (UK)
UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA (ES)
PSA-CIEMAT (ES)
Universidad de Almería (ES)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Mayo 2015 – Abril 2019.

Situación:

En curso

Resumen:

El concepto se basa en la generación de electricidad a partir de gradientes de salinidad usando la tecnología de la Electrodialisis Inversa en un ciclo cerrado con una solución salina artificial. Para ello, es necesario contar con un proceso de regeneración del gradiente de salinidad original de ambas corrientes, para lo que se pretende utilizar calor residual entre 40 y 100°C.

Objetivos:

El objetivo general del proyecto es desarrollar los materiales necesarios, componentes y conocimiento para demostrar esta tecnología que produzca energía eléctrica con calor residual a una eficiencia superior a las tecnologías actuales. Los objetivos específicos son:

Seleccionar las tecnologías más adecuadas para la regeneración y las combinaciones de sales y disolventes que maximicen el rendimiento del proceso.

Generar conocimiento para desarrollar membranas para las soluciones elegidas, sistemas de producción que permiten escalarse a grandes volúmenes de producción con bajo coste, módulos eficientes y procesos de regeneración de alto rendimiento térmico.

Implementar y evaluar una herramienta de simulación que permita evaluar el sistema para diferentes configuraciones y condiciones de operación.

Evaluar y mejorar el rendimiento del sistema a través de ensayos en prototipos de laboratorio, identificando el potencial de escalado.

El objetivo específico de la participación del grupo de Desalación y Fotosíntesis del CIESOL es seleccionar las tecnologías más adecuadas para el proceso de regeneración y la combinación de sales, centrando la investigación en procesos avanzados de evaporación para temperaturas superiores a 70°C, así como de ósmosis directa regenerando la solución extractiva con energía térmica a más baja temperatura.

2.6.8.6 Biorefinería sostenible de algas para la agricultura y la acuicultura (SABANA)

Participantes:

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

Contactos:

F. Gabriel Acien (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del Acuerdo de subvención nº 727874

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Noviembre 2020

Situación:

En curso

Resumen:

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

Objetivos:

El objetivo de SABANA es desarrollar y demostrar una biorefinería sostenible basada en microalgas para producir una gama de productos de valor agregado (bioestimulantes, biopesticidas y aditivos para

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

2.6.8.7 Control and energy management strategies in production environments with support of renewable energy (ENERPRO). Subproject title: Efficient energy control and management of solar thermal desalination systems (EFFERDESAL)

Participantes:

Universidad de Almería (ENERPRO)
CIEMAT-PSA (EFFERDESAL)

Contactos:

Dr. Diego-César Alarcón-Padilla, diego.alarcon@psa.es

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad, Plan Estatal. I+D+i 2013-2016 orientada a los retos de la sociedad.

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017.

Situación:

Finalizado

En coordinación con la Unidad de Modelado y Control Automático. Ver sección XXX

Resumen:

Debido a la creciente demanda de energía y agua, la mayoría de los países promueve el uso eficiente de estos recursos para reducir costes y mejorar la sostenibilidad. Por lo general, la eficiencia energética no solo se asocia a mejoras tecnológicas, sino en los procesos de control y gestión de su uso. Este es el contexto del proyecto ENERPRO, evolución natural de un Proyecto anterior (POWER) en el que la UAL y CIEMAT-PSA tenían subproyectos centrados en calefacción/refrigeración y gestión de agua.

Objetivos:

Los principales objetivos del subproyecto EFFERDESAL son:

- Modelado dinámico de plantas de desalación híbridas gas-solar alimentadas con nuevos captadores solares para aplicaciones industriales
- Desarrollo de modelos predictivos para variables medioambientales, perturbaciones, fuentes y cargas.
- Análisis de sistemas de acumulación energética y otros auxiliares para reducir el coste energético.
- Diseño de modelos simplificados de control
- Desarrollo de estrategias de control predictivo por modelo (MPC) para plantas de desalación

- Acoplamiento de plantas de desalación solar para suministrar agua a invernaderos y edificios.
- Ensayo de algoritmos de control tanto en simulaciones como en instalaciones reales.

2.6.8.9 Valorización de efluentes agroindustriales mediante producción y aprovechamiento integral de microalgas para la obtención de bioproductos (PURALGA)

Participantes:

Proyecto de investigación coordinado financiado por el INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) a través de fondos FEDER. Participan el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) (coordinador) la Universidad de Valladolid y la UAL con el subproyecto RTA 2013-00056-C03.

Contactos:

Jose María Fernandez Sevilla (UAL), jfernand@ual.es

Fuente de financiación:

Financiado por el INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) a través de fondos FEDER. referencia RTA 2013-00056-C03.

Duración prevista:

Septiembre de 2014 – Septiembre 2017.

Situación:

Finalizado

Resumen:

El proyecto propone el aprovechamiento de los nutrientes presentes en aguas residuales agroalimentarias para la obtención de forma económica y ambientalmente sostenible de bioproductos. Con este objetivo, se estudiarán las condiciones de tratamiento de las aguas residuales empleando consorcios de microalgas y bacterias que proporcionen un efluente que cumpla con los límites de vertido, optimizando la producción de biomasa algal y se investigarán diferentes alternativas de valorización de dicha biomasa. Se integrarán así el tratamiento de las aguas residuales agroalimentarias, la producción de biomasa y su valorización bajo el concepto de biorrefinería, y se determinará la sostenibilidad económico-ambiental de los procesos propuestos mediante el análisis de ciclo de vida.

Objetivos:

El proyecto plantea el aprovechamiento de la biomasa algal completa, como pienso en acuicultura, fertilizante o en la producción de biogás, así como el aprovechamiento de cada una de las fracciones que la componen en procesos integrados. La biomasa algal está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y lípidos por lo que los bioproductos objetivo serán:

- Obtención de proteínas que se utilizarán para alimentación animal a través de su incorporación en piensos especiales;
- Producción de alcoholes que se obtendrán a partir de pre-tratamientos, hidrólisis y fermentación de la biomasa algal;
- Producción aceites de uso en alimentación animal a partir de la fracción lipídica;
- Conversión de la biomasa residual en biogás que se obtendrá a partir de la digestión anaerobia del residuo.

Para cerrar el ciclo de producción de biomasa se utilizará el CO₂ generado a partir de la digestión anaerobia para el crecimiento de las microalgas, actuando por tanto los sistemas de producción como sumidero de CO₂ y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero del proceso en su conjunto. Se trata, por lo tanto, de estudiar diferentes alternativas de obtención de bioproductos a partir del reciclado de los nutrientes que contienen las aguas residuales agroindustriales, al mismo tiempo que se contribuye a la depuración de dichas aguas contaminantes y se minimiza la producción de gases de efecto invernadero.

2.6.8.10 Valorización de aguas residuales mediante consorcios microalgas-bacteria (EDARSOL)

Participantes:

Universidad de Almería.
Universidad politécnica de Cataluña

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Proyecto RETOS INVESTIGACIÓN, Ministerio de Economía y Competitividad CTQ2014-57293-C3

Duración prevista:

Enero de 2015– Diciembre 2017.

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo del proyecto EDARSOL es desarrollar procesos sostenibles de depuración de aguas residuales, empleando consorcios de microalgas y bacterias, que transformen los contaminantes contenidos en dichas aguas (C, N, P, etc.) en productos de interés, obteniéndose un agua regenerada apta para su reutilización. Los productos definidos son biofertilizantes y biogás. No se plantea dar una solución única al problema si no el desarrollo de un catálogo de herramientas que permitan abordar la implantación de este tipo de procesos con mayor eficiencia y seguridad.

Objetivos:

- Caracterizar y modelizar los consorcios de microalgas-bacterias que se desarrollan en el tratamiento de aguas residuales con estos microorganismos.
- Desarrollar procesos de tratamiento de aguas residuales empleando reactores de bajo coste, tanto abiertos (raceway y capa fina) como cerrados (tubulares en polietileno).
- Desarrollar métodos industriales adecuados de separación y concentración de la biomasa producida, como electrocoagulación/flotación, que además de concentrar la misma hasta valores de 100 g/L, mejore la calidad del agua recuperada obtenida para que sea apta para vertido y cumpla la normativa 91/271/CE.
- Desarrollar procesos de valorización de la biomasa. Se propone producir biofertilizantes, aprovechando la fracción nitrogenada, y biogás, utilizando la fracción carbonada.
- Analizar la viabilidad técnico-económica de los procesos desarrollados. Se analizarán los puntos críticos de las tecnologías desarrolladas, así como su coste y posibilidad de escalado. Se analizará además la sostenibilidad del proceso óptimo completo puesto a punto mediante el análisis del ciclo de vida (ACV).

2.6.8.11 Producción de bacterias para uso agrícola como mejoradores de la fertilidad del suelo y agentes protectores frente a fitopatógenos (BACAGRO)

Participantes:

Universidad de Almería.
Biorizon Biotech S.L.
Fundación Cajamar

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Proyecto RETOS COLABORACIÓN, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Octubre de 2015– Septiembre 2018.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto BACAGRO tiene como objetivo el desarrollo de bioproductos basados en bacterias para su uso agrícola como mejoradores de la fertilidad del suelo y agentes protectores frente a fitopatógenos. Se trata de un proyecto de investigación aplicada liderado por la empresa biotecnológica Biorizon Biotech S.L. en el que participan además dos organismos de investigación como la Universidad de Almería y la Fundación Cajamar. Biorizon Biotech S.L. está interesada en el desarrollo y comercialización de nuevos productos de uso agrícola que permitan mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de la producción intensiva bajo plástico, y otros cultivos más extensivos, y en esta línea ha desarrollado y está comercializando diversos biofertilizantes, bio-estimulantes y agentes protectores frente a fitopatógenos. En esta línea la empresa está interesada en desarrollar productos basados en bacterias beneficiosas para los suelos y las plantas. Este tipo de bacterias beneficiosas han sido ampliamente reportadas en bibliografía pero su producción y comercialización es muy limitada. Ello se debe a que se trata de un material costoso de producir y difícil de conservar, y cuyo efecto positivo no ha sido suficientemente contrastado y demostrado en condiciones reales. Es por ello que en el proyecto BACAGRO se pretende resolver estos problemas mediante el abordaje de todas las etapas de caracterización, producción y utilización de este tipo de bacterias, demostrando finalmente las ventajas de este tipo de bioproductos tanto en la rentabilidad como en la sostenibilidad de la producción agrícola.

Objetivos:

- Selección e identificación de bacterias beneficiosas para suelos y plantas:.
- Desarrollo de procesos productivos escalables a partir de las bacterias seleccionadas que sean competitivos con su aplicación agrícola:
- Desarrollo de métodos de preservación y aplicación de los bioproductos obtenidos de forma que se garantice su seguridad y eficacia:
- Evaluación del efecto en suelos y plantas de la aplicación de los bioproductos estabilizados.

2.6.8.12 Bioplastics production from carbon capture in household waste incineration fumes (SETEC)

Participantes:

Universidad de Almería.
SETEC Environnement (France)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Contrato privado

Duración prevista:

Mayo 2016– Diciembre 2017.

Situación:

Finalizado-Prorrogable

Resumen:

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

2.6.8.12 Biorefinería a pequeña escala de aplicación in-situ en entornos rurales con actividad mixta agrícola y ganadera (BIOREFINA)

Participantes:

Universidad de Almería.
SISTEMA AZUD S.A.
MIGUEL GARCÍA SÁNCHEZ E HIJOS, S.A.
BIORIZON BIOTECH S.L.
J. BOUZADA INGENIEROS S.L.U.
Fundación Cajamar

Contactos:

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

Fuente de financiación:

INTERCONNECTA 2016, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Noviembre de 2016– Noviembre 2018.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto tiene por objeto desarrollar la tecnología “bioREFINA” o proceso de tratamiento de residuos agroindustriales para su transformación en bioproductos que puedan reutilizarse en explotaciones hortofrutícolas, de acuerdo con el modelo de biorefinería. Los tres bioproductos a obtener son: una enmienda orgánica “funcional” para mejorar la calidad del suelo de cultivo, un fertilizante líquido para fertirrigación y un biofertilizante rico en aminoácidos y hormonas vegetales de base microalgal. De este modo, la explotación hortofrutícola pasaría de comprar fertilizantes a terceros, a producir sus propios biofertilizantes elaborados a partir de los residuos generados, mejorando su sostenibilidad económica y medioambiental. Una de las características de los fertilizantes de bioREFINA será su elevada calidad

higiénica, imprescindible para la seguridad de las frutas y hortalizas que se comercializan en mercados del centro y norte de Europa, especialmente exigentes en este ámbito. Además, bioREFINA genera un biocombustible, biogás, que se empleará como fuente de calor renovable para alcanzar la autosuficiencia energética de los procesos de transformación.

Objetivo:

El objetivo general del proyecto es desarrollar una planta de tratamiento de biomasa agrícola basada en el concepto de biorefinería, para ser instalada en explotaciones hortofrutícolas permitiendo la producción y auto-consumo de bioenergía y biofertilizantes de reducida huella ambiental y alta calidad higiénica.

2.6.8.13 Water saving for solar concentrated power (WASCOP)

Participantes:

CEA	Fundación Tekniker	Archimede Solar Energy S.r.l.
DLR	Moroccan Agency for Solar Energy	OMT Solutions B.V
CIEMAT	SA	Hamon d'Hondt
Cranfield University	Rioglass Solar S.A	AMIRES s.r.o.

Contactos:

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

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Enero 2016-Febrero 2020

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto tiene por objeto desarrollar tecnología innovadora en la gestión del agua en plantas termosolares de concentración para producción de electricidad. En concreto, se pretende desarrollar una solución flexible integrada que conste de diferentes tecnologías innovadoras y estrategias optimizadas para la refrigeración del bloque de potencia y la limpieza de los espejos que constituyen el campo solar. La principal ventaja de este proyecto reside en el desarrollo de tecnologías que reflejen y se adapten a las condiciones específicas que prevalecen en las plantas CSP de forma individual, a diferencia de otras propuestas competitivas que proponen una solución simple genérica aplicable sólo en algunos casos de referencia. La solución global de WASCOP proporciona una combinación efectiva de tecnologías que permiten una reducción significativa en el consumo de agua (de hasta 70%-90%) y una mejora también significativa en la gestión del agua de plantas termosolares de concentración para producción de electricidad. Para demostrar los beneficios (económicos o medioambientales), el sistema desarrollado será probado y validado bajo condiciones reales de cuatro sitios de ensayo en Francia, España y Marruecos después de una demostración preliminar a nivel de laboratorio.

Objetivos:

Los principales objetivos de este proyecto son:

- Desarrollo y optimización de un depósito de almacenamiento térmico acoplado a la salida de calor exhausto de turbina y anterior al lazo de refrigeración del bloque de potencia, para

reducir la pérdida de eficiencia de la refrigeración en seco por debajo del 5% pero manteniendo el potencial de ahorro de agua del 100%.

- Desarrollo de un sistema de refrigeración híbrido seco/húmedo y de una estrategia de operación avanzada para su uso cuando la temperatura ambiente es alta, el cual proporcione un aumento en la eficiencia global de la planta del 5%.
- Desarrollo de un concepto único de enfriador adiabático versátil, basado en la tecnología de refrigeración en seco con ajustable cantidad de agua añadida, rediseño del intercambiador de calor y del control de aire. Esta tecnología conduciría a un ahorro total de agua del 90%.
- Optimización de los métodos tradicionales de limpieza de espejos para reducir el consumo de agua.
- Desarrollo de un dispositivo de limpieza basado en el efecto de cavitación por ultrasonidos que no consuma prácticamente nada de agua (98% de reducción en comparación con métodos de limpieza comunes) para eliminar partículas adherentes de superficies reflectoras.
- Desarrollo de un dispositivo de limpieza que no consuma agua adicional sino que utilice el rocío condensado en los reflectores.
- Validación del sistema global bajo condiciones reales, siendo cada sub-sistema probado en al menos uno de las cuatro instalaciones existentes sobre tecnologías termosolares de concentración.

2.6.8.14 Resource recovery from industrial waste water by cutting edge membrane technologies (REWACEM)

Participantes:

Fraunhofer Institute (Germany)
CIEMAT-PSA (Spain)
AEE (Austria)
VDEH GmbH (Germany)
Universita Degli Studi Di Palermo (Italy)
Deutsche Edelstahlwerke GmbH
(Germany)
SolarSpring GmbH (Germany)

AT&S (Austria)
Electronique SAU (Spain)
DEUKUM GmbH (Germany)
Associazione Italiana Zincatura (Italy)
Universitaet Stuttgart (Germany)
Tecnozinco Srl (Italy)
PSE AG (Germany)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Octubre 2016-Octubre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto ReWaCEM tiene como objetivo reducir el uso de agua, el consumo de energía y la generación de aguas residuales, así como recuperar valiosos recursos metálicos y disminuir la huella hídrica entre un 30-90% en la industria del galvanizado y de la producción de placas de circuitos impresos. Para alcanzar estos objetivos, ReWaCem adoptará dos tecnologías de membrana de vanguardia adecuadas a los requisitos de los planteamientos de ciclos cerrados de materiales y conceptos de

recuperación en la industria de procesamiento de metales: Diálisis por Difusión (DD) y Destilación de Membrana (MD) como un proceso híbrido integrado.

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto es la aplicación y demostración de tecnologías innovadoras y eficientes de tratamiento de aguas con el efecto de una reducción significativa del uso de agua, la producción de aguas residuales, el consumo de productos químicos y el uso de energía en las industrias de producción, procesamiento y recubrimiento de metales. Mediante la combinación e integración de tecnologías existentes pero altamente innovadoras, se recuperarán recursos valiosos como metales y fluidos de proceso, lo que reducirá el consumo de materias primas, cerrará los bucles de cadena de procesos y acercará los procesos existentes en la industria metalúrgica a la sostenibilidad.

Otros objetivos específicos del proyecto son:

- Adaptación de un sistema de tratamiento combinado que incluya tecnologías probadas de separación selectiva de membrana para su aplicación en la industria de procesamiento de metales para minimizar sus flujos de desechos líquidos en un 70-90%, minimizando el uso de agua en un 50-90% y maximizando la recuperación de recursos valiosos, ocasionando beneficios ambientales y económicos.
- Utilización del calor residual de baja entalpía disponible a 70-90 °C para procesos térmicos de membranas
- Ensayo y evaluación de la tecnología en condiciones reales e integración en el proceso de producción demostrando la mejora del rendimiento técnico y económico
- Facilitar la implementación en el mercado de los resultados del proyecto mediante una participación activa de la industria desde una fase temprana, considerando en primer lugar su retroalimentación durante la fase de desarrollo y luego comunicándoles efectivamente los logros del proyecto y nuevas oportunidades para la explotación de los resultados del proyecto
- Aplicación de una estrategia eficaz de comunicación y transferencia de conocimientos orientada a las entidades de regulación, a las empresas y al público en general

2.6.8.15 Networking for excellence in solar thermal energy research (NESTER)

Participantes:

The Cyprus Institute (Cyl)
CIEMAT-PSA
ENEA-UTRINN
CNRS-PROMES
RWTH Aachen

Contactos:

Dr. Diego Alarcón (CIEMAT), diego.alarcon@psa.es

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Enero 2016-Diciembre 2018

Situación:

En curso

Resumen:

El Proyecto NESTER tiene como objeto la mejora del redimiento científico y la capacidad innovadora del Cyprus Institute (Cyl) en el campo de la Energía Solar Térmica (STE) y tecnologías relacionadas. Esta mejora está previsto conseguirla mediante la integración de las actividades del instituto en una red de excelencia, la cual proveerá de acceso al estado actual de la tecnología, permitirá la formación del personal científico y técnico del Cyl, y permitirá establecer contactos con la industria europea del sector. En el marco de esta red, las sustanciales inversiones realizadas por el Cyl en este campo, así como otras planteadas en el futuro, darán como resultado una armonización y optimización de las actividades en el ámbito de STE con otras instituciones punteras en este campo, de manera que se pueda alcanzar la excelencia internacional. La red de excelencia propuesta está definida por cuatro instituciones con probada experiencia en el campo de la investigación en energía solar térmica (ENEA-UTRINN, CNRS-PROMES, CIEMAT-PSA y RWTH – Aachen), socios de este proyecto. El consorcio NESTER posee, en su conjunto, un formidable know-how en el área STE y cuenta con las instalaciones experimentales más relevantes a nivel mundial. Este consorcio de instituciones conjuntamente con sus socios y conexiones en el campo de la investigación, educación e innovación definen una red de oportunidades inigualables para Cyl con objeto de crecer y convertirse en un centro de excelencia por derecho propio..

Objetivos:

El objetivo principal del Proyecto NESTER es incorporar a la división de energía solar del Cyprus Institute como un miembro de la comunidad de grupos de investigación punteros en el campo de la Energía Solar Térmica (STE), y permitir que pueda convertirse en líder regional de la región del Mediterráneo Oriental y Oriente Medio (Región EMME) en este campo.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Mejorar la producción científica del Cyl, en términos de calidad y cantidad.
- Reforzar y crear contactos permanentes entre Cyl y socios académicos relevantes así como las redes existentes.
- Incrementar el prestigio y visibilidad de Cyl, en particular en el campo de STE.
- Establecimiento de Cyl como eje regional para la transferencia de conocimiento en el campo de la STE en el Mediterráneo Oriental.
- Mejora de la ratio de éxito de Cyl en convocatorias competitivas europeas en el campo de STE.
- Incorporación de candidatos predoctorales, investigadores y profesores.
- Colaboración de la industria local, regional y europea.
- Mejora de la interacción con responsables políticos a nivel local y regional, asociaciones y prensa.

2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias

- Curso de “Fundamentos sobre bioreactores, diseño e implementación de bioprocesos aplicados a la biotecnología de microalgas”, CIBNOR, La Paz, México, Noviembre 2017.
- Taller de Innovación en Biotecnología y Recursos Hidrobiológicos en el marco del Diplomado en Gestión para la Innovación Tecnológica para el uso sostenible de los Recursos Naturales Renovables en la Universidad Aturo Prat de Chile, Noviembre 2017

- International Training School Microalgae based processes: upstream and downstream, COST ACTION EUALGAE, Almeria Septiembre 2017.
- International Summer Course Study Abroad 2017 Fundamentals of Microalgae Bioprocesses, Almeria, July 2017
- Symposium de bioprocesos en microalgas en colaboracion con la empresa Oleopalma y la Universidad ITESO de Guadalajara, Mexico, Septiembre de 2017.
- Conferencia por invitación Procesos biotecnológicos basados en bacterias aplicados a la producción sostenible de hortalizas. Jornada Técnica Agroalimentaria: Producción sostenible de hortalizas (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas). Almeria, España 2017
- Conferencia por invitación Sustainable production of aquafeed from microalgae: SABANA project, Desafíos y oportunidades para el desarrollo acuícola del Norte de Chile. Antofagasta, Chile 2017
- Conferencia por invitación On the contribution of microalgae to wastewater treatment processes. 7th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. Miami, USA 2017
- Conferencia por invitación Major challenges in the production of microalgae at large scale. 8th Symposium on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár, Hungría 2017
- Conferencia por invitación Sustainable algae biorefinery for agriculture and aquaculture: SABANA project. 8th Symposium on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár, Hungría 2017

2.6.10 Proyectos solicitados durante 2017

Solving Water Issues for CSP plants (SOLAWATT)

Participantes:

TSK Electrónica y Electricidad S.A., Spain
 Commissariat A L Energie Atomique et aux Energies alternatives, France
 Deutsches Zentrum fuer Luft-Und Raumfahrt EV, Germany
 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas-CIEMAT, Spain
 Cranfield University, United Kingdom
 Fundación Tekniker, Spain
 Rioglass Solar S.A., Spain
 Arquimede Solar Energy SRL, Italy
 Ingeniería para el desarrollo tecnológico, S.L., Spain
 Feniks Cleaning & Safety S.L., Spain
 Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación, Spain
 AMIRES SRO, Czech Republic

Contactos:

Patricia Palenzuela (patricia.palenzuela@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

4 años

Situación:

Solicitado

Resumen:

El Proyecto SOLWATT tiene por objeto reducir de forma significativa la cantidad de agua utilizada en las plantas CSP (sobre el 35% en el caso de plantas con refrigeración húmeda y sobre el 90% en plantas con refrigeración seca). El proyecto propone demostrar la eficiencia de las innovaciones en la limpieza del campo solar, en la refrigeración del bloque de potencia, en un sistema de reciclado de agua y en la estrategia de operación de la planta. Entre estas innovaciones se encuentra un software optimizador que incluye la predicción de la suciedad de los espejos, un sistema de evaporación multiefecto para recuperación de agua que se encuentra alimentado energéticamente por la energía sobrante del campo solar, y un concepto de refrigeración que almacena el exceso de calor cuando la temperatura ambiente es demasiado alta, liberando luego ese calor durante la noche. Todas estas soluciones serán implementadas en dos lugares operacionales de plantas CSP, una planta cilindro-parabólica en España “La Africana” y una planta de receptor central de torre en Israel, “Ashalim”.

Objetivos:

- Reducción de las operaciones de limpieza
- Refrigeración nocturna para condensar el vapor de turbina
- Aplicación de una tecnología de recuperación de agua.
- Desarrollo de un optimizador que incluye la predicción de la velocidad de ensuciamiento de espejos.
- Realización de estudios ambientales y socio-económicos.
- Demostración y validación de todas las tecnologías en plantas CSP reales.

2.6.11 Otros

3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO

Desde su creación, el centro ha ido incrementado gradualmente el número y capacidades de sus infraestructuras científico-tecnológicas. El amplio y avanzado equipamiento con el que se cuenta, otorga la posibilidad de ofertar un servicio de calidad y alta competitividad.

Continuamente nuestro centro está tratando de mejorar, optimizando en lo posible nuestras instalaciones y remodelando infraestructuras deterioradas u obsoletas.

Gracias a la colaboración de la Dirección General de Infraestructuras de la UAL y la PSA, se han implementado las siguientes mejoras y reparaciones:

- Un nuevo compresor de aire con menor consumo y mayor caudal y presión, en sustitución del antiguo averiado que da servicio a los laboratorios.
- Una nueva caldera del sistema de climatización del Centro en sustitución de la averiada
- un nuevo cuadro eléctrico con mayor capacidad y múltiples mejoras, subsanando los enormes problemas eléctricos que continuamente afectaban a CIESOL

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

Autotrace. El Autotrace es un sistema de extracción automatizado de líquidos en fase sólida (SPE) 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), automatizando los cuatro pasos de la SPE (acondicionamiento, carga, enjuague y elución), lo que reduce el consumo de disolvente y mejora la recuperación y reproducibilidad.

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

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

Espectrofotómetros

- Espectrofotómetro de fluorescencia Fluoromax-4 Horiba Jobin Yvon

- Espectrofotómetro UV-Vis JASCO V650
- Espectrofotómetro UV-Vis Hach Lange

Irradiador de tubos de RMN. Se usa principalmente para estudiar mecanismos de reacción mediados por luz, identificación de especies intermedias y cinética de reacción

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

Se usa principalmente para hacer estudios catalíticos variando atmosfera de reacción, tiempo de reacción y temperatura de reacción.

Cromatógrafo Líquido de Alta Presión (UPLC Agilent Technologies series 1200). El equipo permite el análisis de sustancias presentes en medios acuosos y orgánicos con alta precisión y con tiempos relativamente cortos de análisis mediante cromatografía inversa debido a su capacidad para trabajar a alta presión. Este dispositivo es utilizado para la detección de contaminantes presentes en el agua y permite estudiar la eliminación de los mismos.

Cromatógrafo de Gases SHIMADZU GC-2010. El cromatógrafo de gases está equipado con una columna capilar Supelco SP-2330, con un detector FID, con posibilidad de inyección de muestra split/splitless. Se usa principalmente para separar e identificar sustancias orgánicas producidas en procedimientos catalíticos con compuestos organometálicos y como fuente de energía la luz solar y/o la térmica.

Espectrómetro de masas AB SCIEX QTRAP 5500 LC/MS/MS. Se trata de un espectrómetro de masas híbrido cuadrupolo-trampa de iones lineal acoplado a cromatografía líquida de 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

TripleTOF™ 5600+. El sistema TripleTOF™ 5600+ de AB SCIEX, trae consigo un significativo avance en LC-MS-MS. Integra en un solo equipo una exploración cualitativa, y una cuantificación de alta resolución de analitos en baja concentración en matrices complejas. Combina la más alta sensibilidad de detección, una elevada resolución, una velocidad de obtención de datos al menos 5 veces superior a cualquier otro instrumento, y una exactitud de masas estable (~1 ppm) a largo plazo.

Espectrómetro de masas triple cuadrupolo BRUKER 320MS acoplado al cromatógrafo de gases BRUKER 450GC. Este sistema cromatográfico es complementario a los anteriores ya que permite análisis de

compuestos orgánicos de baja/media polaridad. Se aplica especialmente a la determinación de niveles traza de contaminantes como fragancias sintéticas, plaguicidas, PAH, etc.

Cromatógrafo Iónico (Metrohm 881 Compact IC Pro). Este cromatógrafo permite el análisis preciso de aniones o cationes en concentraciones de $\mu\text{g/L}$ a g/L , con límites de detección $<1 \mu\text{g/L}$. Este sistema es fundamental para la caracterización de efluentes acuosos con los que se lleva a cabo la experimentación, ya que la presencia de ciertos cationes como fosfatos y cloruros afectan a los procesos de descontaminación de aguas llevados a cabo (procesos de Fenton y foto-Fenton solar).

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

Analizador de la demanda biológica de oxígeno (DBO). La demanda biológica de oxígeno (DBO $\text{mg O}_2/\text{L}$) determina los requerimientos relativos de oxígeno de aguas residuales efluentes y aguas contaminadas para su degradación biológica. Esta medida expresa el grado de contaminación de una agua residual por materia orgánica potencialmente biodegradable bajo condiciones aeróbicas. Se emplea para controlar la mejora de la biodegradabilidad de efluentes tóxicos tratados con procesos fotocatalíticos.

Analizador de la demanda química de oxígeno (DQO). Se emplea para estimar la cantidad de materia orgánica presente y su estado de oxidación. La combinación de esta medida con la DBO y el TOC permite una buena caracterización global de la calidad de un agua residual.

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 (generalmente). 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

Planta de ensayos de destilación por membranas con energía solar, situada en la azotea del edificio central de la UAL.

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

Durante el año 2017 se ha seguido implementado el módulo piloto del en el patio de CIESOL coorespondiente al proyecto de infraestructura científica titulado "Módulo piloto polivalente para evaluación optimización y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables" (UNAM13-1E-2532) en el patio del CIESOL se instaló. Dicha instalación está compuesta por tres módulos principales complementarios entre sí, y de una sala de supervisión y control común en donde se instaló un sistema experto de adquisición de datos, monitorización y control remoto flexible como herramienta de gestión, supervisión y evaluación de los ensayos a realizar dirigidos a caracterizar el modelo sostenible a implantar. La instalación está alimentada por un areogenerador y un sistema fotovoltaico.



Cámaras piloto de frigoconservación y la cámara de control (vista frontal) instaladas en el patio del edificio CIESOL.



Sistema híbrido que consiste en un areogenerador (izquierda) y un sistema fotovoltaico (derecha) instalado enfrente de la entrada principal del edificio CIESOL y en su patio, respectivamente, siendo la parte integral del proyecto UNAM13-1E-2532.

La unidad de modelado y control dispone del siguiente equipamiento

- Cámaras y sistemas de visión. Cámara Marlin F-033C ½", cámara Intel VC4018/C. Sistema de adquisición de datos y visión artificial de National Instrument CompactRIO.
- Sistemas de desarrollo para sistemas electrónicos embebidos basados en FPGA de Altium Designer y herramientas de desarrollo para Sistemas de Tiempo Real de Keil (procesadores de 8, 16 y 32 bits).
- Sistemas embebidos basados en plataformas PC104 y sistemas operativos embebidos de tiempo real Linux y WindowsXP.
- Herramientas software para el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos de control avanzado. Dymola, Matlab/Simulink, librerías NAG y Mathematica.
- Puesto de instrumentación electrónica avanzado formado por una fuente de alimentación programable Metrix AX3222, multímetros de precisión Grundig DM100 y de mano Metrix MTX3281, analizador lógico para PC AT-LA500, temporizador y contador de precisión Pendulum CNT-90, estación de soldadura AOYUE 701, década de resistencias Chauvin & Arnoux P03197528A, osciloscopio de fósforo digital Tektronix TDS3014B, osciloscopio digital Tektronix TDS2014 y generador de funciones Tektronix AFG3022.
- Cluster Beowulf de 13 nodos para simulación y control distribuido de procesos termosolares.

4. DIRECTORIO

4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO

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

4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES

Actividad	Universidad de Almería (UAL)	Plataforma Solar de Almería (PSA)
Organometálica y Fotoquímica	Antonio Romerosa Catedrático de la UAL romerosa@ual.es	Christoph Richter Investigador de DLR en la PSA christoph.richter@dlr.de
Análisis Ambiental	Ana Agüera Catedrática de la UAL aaguera@ual.es	Isabel Oller Investigadora de O.P.I. CIEMAT isabel.oller@psa.es
Regeneración de Aguas	José A. Sánchez Catedrático de la UAL jsanchez@ual.es	Manuel I. Maldonado Investigador de O.P.I. CIEMAT mignacio.maldonado@psa.es
Modelado y Control Automático	Manuel Berenguel Catedrático la UAL beren@ual.es	Luis Yebra Investigador de O.P.I. CIEMAT luis.yebra@psa.es
Desalación y Fotosíntesis	José M. Fernández Profesor Titular de la UAL jfernand@ual.es	Dr. Guillermo Zaragoza Investigador de O.P.I. CIEMAT guillermo.zaragoza@psa.es
Frío Solar	Javier Batlles Catedrático la UAL fbatlles@ual.es	

4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería

Antonio Miguel Posadas Chinchilla

vinvest@ual.es

Manuel Berenguel (Catedrático de la Universidad de Almería)

beren@ual.es

Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT

Sixto Malato Rodríguez

sixto.malato@psa.es

Eduardo Zarza (Profesor de Investigación de CIEMAT)

eduardo.zarza@psa.es

4.4 COMITÉ EVALUADOR EXTERNO

Sebastián Dormido

sdormido@dia.uned.es

Catedrático de la UNED

David Serrano

david.serrano@imdea.org

Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos

Director de IMDEA-Energía

Ana M^a Amat Payá

aamat@txp.upv.es

Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia

Ángela Fernández Curto

af.curto@mineco.es

Subdirectora General Adjunta Grandes Instalaciones Científico-Técnicas

MINECO-Gobierno de España.