

22
00
01
55

10⁰ aniversario

UNA DÉCADA SACANDO
PARTIDO AL SOL

CIESOL

Centro de Investigación en Energía Solar

SOLAR ENERGY RESEARCH CENTER

El SOL es la única
SOLución
SOLvente y
SOLidaria
CIESOL

Jaafar Arzujo



Instituto Mixto UAL-PSA-CIEMAT
JOINT INSTITUTE UAL-PSA CIEMAT

INFORME ANUAL 2015

ANNUAL REPORT 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO	1
2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)	4
2.1 ACTIVIDADES EN “QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA”	4
2.1.1 Descripción de la unidad	5
2.1.2 Líneas estratégicas del grupo	5
2.1.3 Investigadores principales del grupo	5
2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	6
2.1.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	6
2.1.6 Producción científica	6
2.1.7 Miembros del grupo	8
2.1.8 Proyectos vigentes durante 2015	9
2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias	9
2.1.10 Proyectos solicitados durante 2015	9
2.2 ACTIVIDADES EN “EVALUACIÓN ANALÍTICA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS Y ANÁLISIS AMBIENTAL”	10
2.2.1 Descripción de la unidad	11
2.2.2 Líneas estratégicas del grupo	11
2.2.3 Investigadores principales del grupo	11
2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	12
2.2.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	13
2.2.6 Producción Científica	13
2.2.7 Miembros del grupo	15
2.2.8 Proyectos vigentes durante 2015	16
2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias	18
2.2.10 Proyectos solicitados durante 2015	19
2.3 ACTIVIDADES EN “TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS”	20
2.3.1 Descripción de la unidad	21
2.3.2 Líneas estratégicas del grupo	21
2.3.3 Investigadores principales del grupo	21
2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	22
2.3.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	23
2.3.6 Producción Científica	23
2.3.7 Miembros del grupo	25
2.3.8 Proyectos vigentes durante 2015	26

2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias	30
2.3.10 Proyectos solicitados durante 2015	30
2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO	31
2.4.1 Descripción de la unidad	32
2.4.2 Líneas estratégicas del grupo	32
2.4.3 Investigadores principales del grupo	32
2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	33
2.4.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	35
2.4.6 Producción Científica	35
2.4.7 Miembros del grupo	38
2.4.8 Proyectos vigentes durante 2015	41
2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias	75
2.4.10 Proyectos solicitados durante 2015	77
2.4.11 Otros	78
2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRIO SOLAR	80
2.5.1 Descripción de la unidad	81
2.5.2 Líneas estratégicas del grupo	81
2.5.3 Investigador principal del grupo	81
2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	82
2.5.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	82
2.5.6 Producción Científica	82
2.5.7 Miembros del grupo	83
2.5.8 Proyectos vigentes durante 2015	84
2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias	87
2.5.10 Proyectos solicitados durante 2015	88
2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS	89
2.6.1 Descripción de la unidad	90
2.6.2 Líneas estratégicas del grupo	90
2.6.3 Investigadores principales del grupo	90
2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015	91
2.6.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	92
2.6.6 Producción Científica	92
2.6.7 Miembros del grupo	94
2.6.8 Proyectos vigentes durante 2015	96
2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias	75

2.6.10 Proyectos solicitados durante 2015	76
3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO	77
3.1 ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR	77
3.2 ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR	80
4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.	83
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	83
4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	83
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	84
4.4 COMITÉ CIENTÍFICO	84

1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN EJECUTIVO

En 2015 CIESOL, centro mixto de investigación de la Universidad de Almería y el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT del Ministerio de Economía y Competitividad ha alcanzado su décimo año de actividades. Durante este tiempo el centro se ha convertido en un signo de identidad de la universidad que lo acoge.

El centro, emplazado en el área norte del Campus de la Universidad de Almería, ocupa un edificio operativo desde enero de 2006, construido gracias a la financiación de fondos FEDER de apoyo a infraestructuras científicas europeas y constituye, además un contenedor-demostrador de diferentes técnicas de acondicionamiento activo y pasivo de edificios implantadas y estudiadas a lo largo del desarrollo entre los años 2006 y 2012 del Proyecto Nacional de Carácter Singular y Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar ARFRISOL.

El alcance de las actividades de los investigadores de CIESOL debe llevar al centro a:

- a) Participar en convocatorias de la Unión Europea y del Plan Nacional de I+D, tanto de proyectos de investigación como de demostración.
- b) Fomentar la colaboración con empresas relacionadas con la energía y el medio ambiente.
- c) Desarrollar patentes de innovaciones tecnológicas que faciliten el desarrollo industrial de Almería y, por extensión, del Levante español.
- d) 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, desarrollo de nuevos materiales, tratamiento de aguas, fotocatalisis, reacciones fotoquímicas y química organometálica.
- e) Aquellas otras actividades que pudieran ayudar a la consecución de los objetivos perseguidos.

En consecuencia, en CIESOL se realizan actividades de investigación y de transferencia tecnológica relacionadas con las aplicaciones de la energía solar en las siguientes áreas: la química sostenible, la descontaminación y regeneración de aguas, el análisis ambiental, la fotosíntesis y la desalinización, el modelado y el control automático de instalaciones solares, la domótica orientada a la eficiencia energética, el frío solar y la evaluación de recursos solares. Sus laboratorios se han ido equipando con recursos generados por el propio centro y destacan por su calidad y capacidad, siendo un punto de atracción para otros investigadores internacionales que realizan estancias de investigación, resaltando en este contexto, el programa europeo SFERA II, donde CIESOL interviene de manera destacada en un consorcio de centros de investigación europeos de primer nivel de Italia, Alemania, Suiza, Francia, y Portugal, liderados por la Plataforma Solar de Almería.

Durante 2015, 68 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL, 48 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 20 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andaluz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 8 contratos con empresas e instituciones, 1 proyecto europeo y 4 patentes.

En cuanto a la producción científica se ha alcanzado un total de 89 publicaciones indexadas en el *Journal Citation Report*. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (18) e internacionales (79) así como se han realizado actividades de transferencia, habiendo

derivado algunas de ellas bien en contratos específicos o en la formación de consorcios y la posterior participación en convocatorias nacionales (12) o internacionales (16) que deberán resolverse a lo largo de 2016.

También es destacable la financiación obtenida mediante los proyectos citados, cerca de 1.337.711 euros durante 2015 (Ministerio de Economía y Competitividad 757.105,00 €; Junta de Andalucía 100.599,00 €; contratos con empresas 181.219,00 €; Comisión Europea 239.788,00 €; CDTI 50.000,00 €; CIEMAT 9.000,00 €), generando costes indirectos cercanos a 55.000 €. 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 2015 ha sido la lectura de 6 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 2015 se destacan los siguientes hitos:

Celebración del X Aniversario (Noviembre 2015):

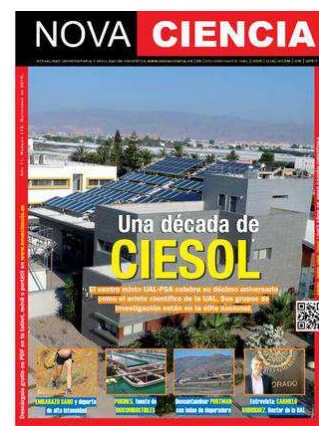


El día 19 de noviembre de 2015 se celebró el acto institucional con motivo del X aniversario del centro mixto UAL-CIEMAT. El acto contó con la asistencia del Director del Departamento de Energía del CIEMAT, D. Ramón Gavela González y del Rector de la Universidad de Almería, D. Carmelo Rodríguez Torreblanca.

D. Joaquín Araujo Ponciano, divulgador en temas de ciencia de reconocido prestigio, impartió la conferencia titulada "Un modelo energético solidario".

En el acto se procedió a la firma protocolaria de la prórroga del Convenio de colaboración UAL-CIEMAT de creación de CIESOL por otra década más, deseando que la colaboración entre ambas instituciones sea tan fructífera como los años vividos. Durante dicho acto también se ha repasado la importancia de este centro en el ámbito de la investigación de la energía solar.

Con motivo de nuestro aniversario, la revista nova ciencia publicó un especial dedicado a CIESOL. Asimismo, tanto la prensa local como diversas publicaciones web destacaron la noticia.



Premios recibidos durante 2015:

Destacable han sido los premios recibidos por miembros de CIESOL, Premio al mejor trabajo de Ingeniería de Control en las XXXVI Jornadas de Automática para la Unidad de Modelado y Control perteneciente al CIESOL; Ayuda para el apoyo a jóvenes investigadores de la Fundación IBERDROLA ESPAÑA, dentro de la

Convocatoria de Ayudas a la Investigación en Energía y Medio Ambiente para Dra. María del Mar Castilla perteneciente a la Unidad de Modelado y Control; Premio al mejor trabajo de la sesión Energía en el VIII Congreso Ibérico de Agroingeniería 2015; Premio extraordinario de doctorado de la UNED a Alberto de la Calle Alonso; Premio a la mejor tesis doctoral 2015 sobre aplicaciones para medioambiente a Elisabet Ortega Gómez (European Advanced oxidation processes PhD School).

Actividades de difusión y transferencia de la investigación:

Dentro del interés por la difusión y transferencia de la investigación, en el año 2015 CIESOL ha participado activamente en la organización de 1 workshop internacional, y otras actividades internacionales, relacionados con el ámbito de la energía solar, tales como:

- Workshop: "Metal, Water and Sun 2015", Almería, mayo de 2015.
- 3rd IFAC Internet Based Control Education, Brescia, Italia 04-06/11/2015 Manuel Berenguel Soria.
- Organización del Training Network course "Robótica en Agricultura" del ceiA3 2015. Unidad de Modelado y Control.
- Participación en el proyecto europeo Researcher's Square (RESSQUA) para la organización de la Noche Europea de los Investigadores, 26/09/2015.

Actividades relacionadas con la infraestructura del CIESOL:

- Solicitud a la Dirección General de Infraestructuras de las actuaciones de mantenimiento en Ciesol: **Julio 2015**
- Reparación de la canaleta del techo de la nave: **Septiembre 2015**
- Retirada de la estructura metálica del patio: **Octubre 2015**
- Cerramiento (techado) de los compresores: **Noviembre 2015**
- Remodelación de la infraestructura de las cámaras de frío: **Diciembre 2015**

Documento sobre consejos básicos de trabajo y acceso al centro:

Durante el año 2015 se elaboró un documento que resume las normas de trabajo y acceso al edificio CIESOL. Dicho documento se hizo público en la reunión informativa celebrada el día 13 de noviembre de 2015 con el fin de informar debidamente todo el personal adscrito al centro.

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

2.1 ACTIVIDADES EN "QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA"



ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA

Esta unidad 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, 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 como aquellos miembros 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 (> 150 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 o la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar.



INVESTIGADORES PRINCIPALES

Antonio Manuel Romerosa Nievas
Universidad de Almería
950 015 305 - romerosa@ual.es

Christoph Richter
DLR-PSA-CIEMAT
950 271 486 - christoph.richter@dlr.de

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

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

MIEMBROS DEL GRUPO

Antonio Manuel Romerosa Nievas
Universidad de Almería

Christoph Richter
DLR-PSA-CIEMAT

Franco Scalambra
Universidad de Almería

Sonia Mañas Carpio
Universidad de Almería

Lourdes Sánchez
Universidad de Almería

Gaspar Francisco Segovia
Universidad de Almería

Manuel Serrano Ruiz
Universidad de Almería

Cristóbal Saraiba Bello
Universidad de Almería



PROYECTOS

- Sistemas polimetálicos poliméricos derivados de las fosfinas solubles en agua PTA y dmoPTA CTQ-2010-20952, Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2010, 01/2011-06/2014.
- Nueva factoría del futuro segura, inteligente y sostenible de desmilitarización y tecnologías de defensa-SIXTREMS, ITC-20132016, Ministerio de Economía y Competitividad. FEDER 2013, 01/2013-01/2015



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com

2.1.1 Descripción de la unidad

Esta unidad se compuso en 2015 de 12 miembros (tres profesores universitarios, seis investigadores y tres contratos predoctorales) y está constituida por personal del Grupo de Inv. "Química de Coordinación Organometálica y Fotoquímica" (FQM-317) perteneciente al departamento de Química y Física de la Universidad de Almería que a su vez está constituido por miembros de la U. de Almería, La Laguna, Cádiz, El Centro Andaluz de la Piedra (CTAP) y Tecnova, 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 (> 180 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 en energía solar como fuente de energía.

2.1.3 Investigadores principales del grupo

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

Antonio Romerosa nació en Granada (España) en 1964. Se graduó en 1987 (Universidad de Granada) y recibió su PhD (Universidad Autónoma de Barcelona) en enero de 1992. En el mismo año realizó una estancia postdoctoral en el antiguo CNR ISSECC, ahora ICCOM CNR, (Florencia, Italia), antes de convertirse en profesor titular (1997) y catedrático (2009) del área de química inorgánica de la Universidad de Almería (España). Sus principales líneas de investigación se dirigen a la catálisis homogénea y química organometálica en el agua, la química del fósforo, la foto-Química Inorgánica, Química Bioinorgánica y piedras naturales. Es autor de más de 125 artículos internacionales, 13 patentes españolas e internacionales y más de 220 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 19 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 15 tesis doctorales, encontrándose dirigiendo 3 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 2015

Durante el 2015 el grupo ha sufrido una transformación profunda al incorporarse un profesor de la Universidad de Cádiz, haber contratado a estudiantes predoctorales y de máster, y haberlos perdido parcialmente. Como logros cabe destacar la defensa de tres tesis doctorales, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales, y la obtención de dos patentes de invención. Durante 2015 el grupo organizó la primera edición del congreso "Metal, water and Sun" que reunió investigadores de diversos países europeos y de USA interesados en la química organometálica, catálisis y fotocatalisis en agua. Además hay que destacar que el grupo logró un proyecto del MINECO, 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 2015 el grupo incorporó un profesor titular de la U. de Cádiz, dos estudiantes predoctorales y uno de máster. Desafortunadamente para el grupo, el estudiante de máster abandonó el grupo al conseguir una beca de proyecto en otro grupo del CIESOL-PSA, lo que evidentemente fue muy positivo para dicho estudiante. El grupo recibió además dos estudiantes tunecinas durante 6 meses así como un estudiante ecuatoriano durante 2 meses.

2.1.6 Producción científica

Artículos

- Metal backbone polymers $[M(isn-jNpy)_4(l-SiF_6-jF,F_0)]_n$ ($M = Cu, Co, Ni$; isn = isonicotinamide) containing an unusual hexafluoridosilicato bridge. *Inorganica Chimica Acta*, 2015, 427, pp 198-202.
- First Water-Soluble Backbone Ru-Ru-Ni Heterometallic Organometallic Polymer. *Macromol. Rapid Commun.* 2015, 36, pp 689-693.
- Ruthenium(II) complexes containing benzimidazolic tripodal ligands. *Inorganica Chimica Acta*, New advances in Coordination Chemistry, special issue 2015, 431, pp 258-265.

Capítulo de libro

- Libro: Non-covalent Interactions in the Synthesis and Design of New Compounds. Capítulo: Non-covalent interactions of water with metal complexes in solution. John Wiley & Sons, Inc. 2015. ISBN: 978-1-119-10989-1.

Congresos

- XIX SEMANA CIENTÍFICA "Antonio González", 6 - 9 de octubre de 2015, La Laguna, Tenerife, España.
- Molecular Spectroscopy Science Meeting 2015, 29-30 January 2015, Cosener's House, Abingdon.
- 12th European Workshop on Phosphorus Chemistry. 1-18 March 2015, Kassel, Germany.

- Metal, Water and Sun 2015, 21-22 May 2015, Almeria, Spain.
- 2nd European Conference on Smart Inorganic Polymer. 24-26 September, 2015. Uppsala, Sweden.

Patentes

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)

SOLICITANTE: Universidad de Almería

Organización de congresos

TÍTULO: Metals, Water and Sun (MWS2015)

http://www.ual.es/Congresos/MWS-2015/index_en.html

Tipo de actividad: ORGANIZADOR

Ambito: INTERNATIONAL

Fecha: 21-22/05/2015

Lugar: Almería (España)

2.1.7 Miembros del grupo

Antonio Manuel Romerosa Nieves



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) 950 271 486

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

Pablo Antonio Lorenzo Luis



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

Isaac de los Rios Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz
isaac.delosrios@uca.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 2015

2.1.8.1 Nueva factoría del futuro segura, inteligente y sostenible de desmilitarización y tecnologías de defensa-SIXTREMS

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 (ITC-20132016)

Duración prevista:

Enero 2013 - Julio 2015

Situación:

Finalizado

Resumen

El proyecto se dirige a encontrar un procedimiento que permita transformar fósforo blanco proveniente de la desmilitarización de armas, en fósforo rojo, más estable y seguro. Para ello se pretende utilizar radiación solar como fuente de energía.

2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Workshop Metals, water and Sun 2015

En 2015 el grupo organizó la primera edición, un congreso internacional que reunió a los grupos más importantes interesados en la química de coordinación/organometálica, catálisis y fotocatálisis en agua. El éxito del congreso gracias a la alta participación y calidad de las ponencias presentadas aconsejan repetirlo en el futuro ya que puede convertirse en la plataforma internacional para dar a conocer y discutir los nuevos hallazgos en el área.



2.1.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Convocatoria 2015 del plan nacional, modalidad de Retos. Polimeros poliheteroorganometalicos fluorescentes solubles en agua (concedido).

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



ANÁLISIS AMBIENTAL



La Unidad Funcional de evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental 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 de investigación "Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374)".

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Ana Agüera López
Universidad de Almería
950 015 531 - aguera@ual.es

Isabel Oller Alberola
CIEMAT-PSA
950 387 993 - isabel.oller@psa.es

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

- 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.

MIEMBROS DEL GRUPO

Ana Agüera López
Universidad de Almería

Sara Miralles Cuevas
CIEMAT-PSA

Maria Castro Aferez
CIEMAT-PSA

Laura Ponce Robles
CIEMAT-PSA

Isabel Oller Alberola
CIEMAT-PSA

Leonidas Perez Estrada
CIEMAT-PSA

Ricardo Sánchez
CIEMAT-PSA

Ana Martínez
Universidad de Almería

Sixto Malato Rodríguez
CIEMAT-PSA

Inmaculada Polo López
CIEMAT-PSA

Carla Sirtori
CIEMAT-PSA

Marina Celia Campos Mañas
Universidad de Almería

PROYECTOS

- SFERA II: Photochemical degradation of carbapenem antibiotics in aqueous solutions under solar irradiation
Programa SFERA II (Solar Facilities for the European Research Area)
- Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REAQUA) CTQ2013-46398-R, Ministerio de Economía y Competitividad
- Caracterización y tratamiento de aguas residuales de distinto origen (lixiviados de vertedero y efluentes de la industria del corcho) P12-RNM-1739, Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com

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 117 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=45, marzo 2016). Ha co-dirigido 7 tesis doctorales y participado en más de 150 comunicaciones a congresos. Es autora de 3 libros y 11 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 79 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 80 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (Marzo 2016). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (Marzo 2016): 27

2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015

En líneas generales, se ha trabajado en los proyectos en curso. Así, se ha propuesto una estrategia para el tratamiento y reutilización de las aguas residuales procedentes del cocido del corcho, basada en la combinación de un pretratamiento físico-químico optimizado con un POA (foto-Fenton solar) y una etapa de purificación final mediante nanofiltración. Ello permite mejorar la calidad del efluente de modo que se puede reutilizar en el propio proceso de cocido de corcho, lo que significa una reducción del consumo de agua en el proceso industrial. Asimismo, se aplicó una estrategia analítica que, pese a la alta complejidad de la matriz de agua cruda, permitiera identificar posibles compuestos mediante LC-QTOF / MS. La toxicidad crónica y aguda también se monitorizó durante el tratamiento. El uso de una membrana de nanofiltración al final del POA permite retener contaminantes presentes en el efluente tratado, responsables de la toxicidad crónica, obteniéndose un permeado final con calidad suficiente para su reutilización.

Se ha trabajado en la mejora y puesta a punto de nuevas metodologías analíticas para la determinación de contaminantes, que permitan ampliar el rango de compuestos que es posible identificar y monitorizar durante los procesos de tratamiento de aguas residuales. También se ha trabajado en el desarrollo de protocolos para la identificación de productos de transformación (PTs). En este sentido se ha colaborado con la Universidad de Cranfield en la identificación de PTs del herbicida Quinmerac y con el Departamento de Ingeniería Química y Química Física de la Universidad de Extremadura (Badajoz), acogiendo la estancia predoctoral de D. Rafael Rodríguez Solís en los laboratorios de CIESOL. El doctorando ha llevado a cabo el trabajo titulado "Identificación de subproductos de oxidación del proceso de ozonación fotocatalítica de contaminantes de aguas mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (LC-MS-QTOF)", durante el periodo comprendido entre el 1/03/2015 y 30/04/2015.

Se ha iniciado una nueva línea de investigación, en colaboración con la PSA, orientada a la evaluación del impacto que supone el empleo de aguas regeneradas en prácticas de riego. En este sentido se ha desarrollado un método multiresiduos para la determinación de contaminantes de interés emergente en suelo, planta y fruto. Se han realizado ensayos de laboratorio para evaluar la acumulación y translocación de los contaminantes en las distintas partes de la planta.

Finalmente, se ha acogido la estancia de tres meses de la Dra. Adriana Freitas, de la University of Technology Federal de Minas Gerais (Brazil), fruto de la cual, y en colaboración con la Unidad Funcional

de Tratamiento de Aguas se ha iniciado una línea de evaluación de la toxicidad aguda y crónica de las aguas tratadas.

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

En Octubre de 2015 se resolvió la convocatoria de Personal Investigador en Formación, de los proyectos de investigación de excelencia de la Junta de Andalucía, convocatoria 2012. La candidata seleccionada ha sido Dña. Ana Ruiz Delgado que se incorporará el próximo 20/01/2016. Iniciará su formación predoctoral en CIESOL bajo la dirección de la Dra. Ana Agüera y Dra. Isabel Oller.

En enero de 2015 se incorporó a la unidad Dña. Marina Celia Campos Mañas, como personal contratado en el marco del proyecto REAQUA. Realiza su formación predoctoral en CIESOL bajo la dirección de la Dra. Ana Agüera y el Dr. José Antonio Sánchez.

Han abandonado el grupo Dña Estefanía de Torres Socas y Dña Lucía del Pilar Prieto, esta última actualmente contratada en el Centro Tecnológico Andaluz de la Piedra (CTAP).

Durante esta anualidad también se ha apoyado la solicitud de un contrato Juan de la Cierva y un Ramón y Cajal.

2.2.6 Producción Científica

Artículos

- Fate of micropollutants during sewage sludge disintegration by low-frequency ultrasound, *Chemical Engineering Journal*, 2015, 280, pp. 575-587.
- Cross-Contamination of Residual Emerging Contaminants and Antibiotic Resistant Bacteria in Lettuce Crops and Soil Irrigated with Wastewater Treated by Sunlight, *Environmental Science and Technology*, 2015, 49 (18), pp. 11096-11104.
- Removal of microcontaminants from MWTP effluents by combination of membrane technologies and solar photo-Fenton at neutral pH. *Catalysis Today*, 2015, 252, pp. 78-83
- Benefits and limitations of using Fe(III)-EDDS for the treatment of highly contaminated water at near-neutral pH. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2015, 303-304, pp. 1-7.
- Application of high intensity UVC-LED for the removal of acetamiprid with the photo-Fenton process. *Chemical Engineering Journal*, 2015, 264, pp. 690-696.
- Detailed treatment line for a specific landfill leachate remediation. Brief economic assessment (2015). *Chemical Engineering Journal*, 2015, 261, pp. 60-66.
- Degradation and monitoring of acetamiprid, thiabendazole and their transformation products in an agro-food industry effluent during solar photo-Fenton treatment in a raceway pond reactor. *Chemosphere*, 2015, 130, pp. 73-81.
- Modelling of the operation of raceway pond reactors for micropollutant removal by solar photo-Fenton as a function of photon absorption. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2015, 178, pp. 210-217.
- Microcontaminant degradation in municipal wastewater treatment plant secondary effluent by EDDS assisted photo-Fenton at near-neutral pH: An experimental design approach. *Catalysis Today*, 2015, 252, pp. 61-69.

Capítulo de libro

- Libro: Mass detectors. Mass spectrometry for the analysis of pesticide residues and their metabolites. Capítulo: Recent developments in liquid-chromatography mass spectrometry: Wiley. 2015, ISBN: 978-1-118-500017-0.

Congresos

- SETAC Europe 25th Annual Meeting, 3-7 Mayo, 2015, Barcelona, Spain.
- 4th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes – EAAOP4, 21-24 Octubre, 2015, Atenas, Grecia.
- VIII Encontro sobre aplicações ambientais de processos oxidativos avançados, 3-6 Noviembre, 2015, Belo Horizonte, Brasil.

2.2.7 Miembros del grupo

Ana Agüera López



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

Sixto Malato Rodríguez



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

Ana Ruiz Delgado



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

María Castro Alférez



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

Ana Martínez



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

Isabel Oller Alberola



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

Inmaculada Polo



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

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
ricardo.sanchez@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

Marina Celia Campos Mañas



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

2.2.8 Proyectos vigentes durante 2015

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 (REAQUA)

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

Situación:

En curso

Resumen:

Se plantea el estudio de nuevas plantas de tratamiento que tengan en cuenta el área de los fotorreactores y el volumen de agua tratada por unidad de superficie. Se propone la utilización de reactores abiertos tipo "raceway", por su bajo coste y por permitir modificar el paso óptico del reactor en función de la radiación solar incidente.

El seguimiento analítico de los microcontaminantes y de sus productos de transformación se hará utilizando técnicas analíticas altamente sensibles de espectrometría de masas y para un seguimiento más simple y rápido se emplearán 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.

2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Grupo de Trabajo "WG5: Wastewater reuse"

Grupo de trabajo de la red NORMAN (Nº W604002510) - Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances (<http://www.norman-network.net/>). Se está trabajando en una campaña de detección de genes resistentes a antibióticos en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales europeas. Las actividades para 2016 incluyen:

- Evaluación de los resultados de las campañas de detección 2014 y 2015, con el objetivo de diseñar y acordar un método armonizado para la detección y cuantificación de resistencia a antibióticos.
- Propuesta de criterios mínimos de calidad para la reutilización de aguas residuales tratadas en recarga de acuíferos y riego agrícola. Eso incluirá: ensayos biológicos, valores de referencia; contaminantes químicos prioritarios; medida de la resistencia a los antibióticos; recomendaciones de programas de supervisión.

European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)'

(<http://www.nereus-cost.eu/>). La acción tiene como principal objetivo desarrollar una red multidisciplinar para determinar cuál de los desafíos actuales relacionados con la reutilización de aguas residuales son los más preocupantes en relación con la salud pública y la protección del medio ambiente, y cómo se pueden superar. El grupo participa activamente en la acción a través de los grupos de trabajo sobre "Absorción y translocación de microcontaminantes orgánicos y ARB/ARG en cultivos" (WG2) y "Tecnologías eficientes / económicamente viable para afrontar los retos actuales de la reutilización de aguas residuales" (WG4). Durante el pasado 29-30 de Octubre 2015, tuvo lugar el "**3rd Management Committee and Working Groups Meeting**" en Belval, Luxemburgo, en el que la Dra. Ana Agüera realizó la presentación titulada "*Validation and application of a multiresidue method to the evaluation of plant uptake of pharmaceuticals from recycled water*"

RED CONSOLIDER TRAGUA

(CTM2014-53485-REDC), Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento, modalidad 3: Acciones de dinamización "Redes de Excelencia", convocatoria de 2014. La primera reunión de la Red tuvo lugar el pasado 14 de enero de 2015 en Zaragoza. La reunión tuvo por título "NUEVAS FUENTES: REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN EL MARCO DE UNA GESTIÓN SOSTENIBLE" y se enmarcó como evento paralelo en la Conferencia Anual 2015 de ONU-Agua. La Dra. Ana Agüera, como coordinadora del grupo de "Control y Evaluación de la Calidad de las Aguas", realizó una presentación con las actividades realizadas por el grupo en los últimos años.

1st Summer School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes

Se celebró en la Universidad de Salerno (Fisciano, Italia) del 15 al 19 de Junio 2015 y fue organizada por la "European PhD School on Advanced Oxidation Processes" a la que pertenecen varios de los miembros de investigación de esta unidad. Se realizaron dos charlas invitadas en el Workshop asociado titulado "Water and wastewater treatment by Advanced Oxidation Processes: state of art and perspectives".

2.2.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Programa Interreg MED, 2014-2020. Closing the Urban Water Cycle in the Mediterranean area through sustainable utilization of urban wastewater. RE-WATER-MED. Liderado por la Technical University de Crete, School of Environmental Engineering (TUC). Participantes: CIESOL (España); University of Cyprus, Nireas International Water Research Center (UCY, Nireas); Region of Crete, Directorate of Environment and Spatial Planning (RegCrete), Grecia; Municipal Wastewater Treatment Plant (WWTP, Creta, Grecia); Rudjer Boskovic Institute, Division for Marine and Environmental Research (RBI), Croacia; Jožef Stefan Institute (JSI), Eslovenia; Institute of Environmental Protection and Sensors (IOS), Eslovenia; Università degli Studi di Salerno, Department of Civil Engineering (UNISA), Italia; Water Services Corporation, Malta (WSC, Malta); Research Institute for Development (IRD), UMR 5569 HydroSciences, Montpellier (HSM), Francia; BIO-UV, <http://www.bio-uv.com/>, Francia.
2. Proyectos LIFE+. Union Europea. Depuration of Pesticide-contaminated Effluents: Lowering the Environmental Impact Of fruit-PACKaging plants, PELOPAS. Liderado por la University of Thessaly (Grecia). Participantes: CIESOL (España), Aeiforia (Italia), Cítricos Andarax SA (España), The Cyprus Phassouri Co. LTD (Chipre), Sanifrutta (Italia), Spyros Nikolitsas S.A. (Grecia) y Talos (Chipre), el Agricultural Research Institute (Chipre), el Benaki Phytopathological Institute (Grecia) y la University of Thrace (Grecia).
3. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016. Modalidad 3: Proyectos de I+D+I para jóvenes investigadores. MINECO. Desarrollo de herramientas analíticas avanzadas para la evaluación del efecto del reúso de aguas regeneradas en agricultura: microcontaminantes y productos de transformación" REAGRICONT. Participantes: Patricia Plaza Bolaños; Ana Agüera.
4. Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento, modalidad 3: Acciones de dinamización "Redes de Excelencia", convocatoria de 2015. Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos" FOTOCAT (CONCEDIDO). Participantes: Universidad Rovira i Virgili, U. Extremadura, U. Ramon Llull, U. Rey Juan Carlos, U. Politécnica de Valencia, U. Almería, PSA-CIEMAT e ICRA

2.3 ACTIVIDADES EN "TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS"

2005

10^o CIESOL aniversario

UNA DÉCADA SACANDO
PARTIDO AL SOL

2015

REGENERACIÓN DE AGUAS

El personal del grupo de investigación forma parte también del grupo del Plan Andaluz de Investigación (PAI) "Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263" creado en 1999 en el seno del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (UAL).

Durante estos años, el grupo ha ido incrementando su actividad científica en el campo de la biotecnología de microalgas, en la fermentación de hongos filamentosos y, actualmente, en la depuración y descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes.




INVESTIGADORES PRINCIPALES

Jose Antonio Sánchez Pérez Universidad de Almería 950 215 314 - jsanchez@ual.es	Manuel Ignacio Maldonado Rubio CIEMAT-PSA 950 215 314 - mignacio.maldonado@psa.es
--	--

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

Estudio de la fotocatalisis 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, eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas.
- 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 del agua.

MIEMBROS DEL GRUPO

José Antonio Sánchez Pérez Universidad de Almería	Manuel Ignacio Maldonado Rubio CIEMAT-PSA	Antonia Pilar Fernández Ibáñez CIEMAT-PSA	José Luis García Sánchez Universidad de Almería
Isabel María Román Sánchez Universidad de Almería	Ana Belén Esteban García Universidad de Almería	José Luis Casas López Universidad de Almería	Gracia Rivas Ibáñez Universidad de Almería
M^a de la Menta Ballesteros Martín Universidad de Pablo de Olavide	Paula Soriano Molina Universidad de Almería	Irene de la Obra Jimenez Universidad de Almería	Sandra Arzate Salgado Universidad de Almería
Leila Samira Nahín Granados CIEMAT-PSA			

PROYECTOS

- Combinación de tecnologías intensivas para la mejora de la calidad de los efluentes acuosos en PYMES. Diseño de un proceso integrado (AQUAPYME) P10-RNM-5951, Junta de Andalucía.
- Diseño de nuevos reactores para foto-Fenton solar aplicados a la regeneración de aguas. Economía, escalado y control del proceso (SULAYR) P12-RNM-1437, Junta de Andalucía.
- Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REQUA) CTQ2013-46398-R, Ministerio de Economía y Competitividad.
- SFERA II Photochemical degradation of carbapenem antibiotics in aqueous solutions under solar irradiation, Programa SFERA II (Solar Facilities for the European Research Area).
- Regeneración mediante energía solar de las aguas residuales de la guardería de la Universidad de Almería, Vicerrectorado de Infraestructuras, Campus y Sostenibilidad.
- Optimización del proceso de tratamiento de aguas ácidas mediante membranas (ósmosis inversa) CIN/1729/2011, Sociedad Anónima de Depuración y Tratamientos, SADYT. FEDER 2013.
- Aplicación de la energía solar térmica a la desalación, CIEMAT.



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com

2.3.1 Descripción de la unidad

El personal del grupo de investigación forma parte también del grupo del Plan Andaluz de Investigación (PAI) "Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263" creado en 1999 en el seno del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (UAL). Durante estos años, el grupo ha ido incrementando su actividad científica en el campo de la biotecnología de microalgas, en la fermentación de hongos filamentosos y, actualmente, en la depuración y descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes. 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 fotocatalisis 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 7006076735)

Catedrático de Universidad. Departamento de Ingeniería. Químico Industrial (1988) y Doctor en Ciencias Químicas (1992) por la Universidad de Granada. Ha participado en quince proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando ocho de ellos, así como en una docena de contratos con empresas. Ha dirigido trece 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 una centena 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

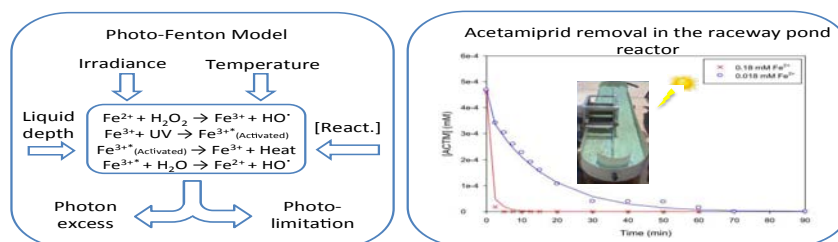
de 20 libros y capítulos de libros en Editorial Internacional, co-autor de más de 90 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto (factor $h=34$), más de 116 contribuciones a Congresos y Simposiums internacionales y diversas contribuciones a congresos nacionales.

2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015

Durante 2015 se ha trabajado en los proyectos en ejecución, con especial dedicación al desarrollo del proceso foto-Fenton solar en reactores abiertos tipo "raceway", así como al estudio de la aplicación de LED alimentados por energía fotovoltaica como fuente de radiación. Una nueva línea de trabajo que se ha introducido en el grupo ha sido el estudio de la toxicidad de aguas con microntaminantes y su eliminación simultánea mediante foto-Fenton. Para ello se ha contado con dos colaboraciones internacionales, por un lado la doctora Adriana Freitas, de la Universidad de Tecnológica Federal de Paraná (Brasil), ha realizado una estancia en Ciesol durante tres meses trabajando en la evaluación de la toxicidad aguda y crónica. Por otro lado, la doctoranda Gracia Rivas Ibáñez ha realizado una estancia de tres meses en el centro RECETOX de la República Checa estudiando nuevos métodos de evaluación de la toxicidad utilizando test hormonales. Las principales conclusiones de ambos estudios son: que el proceso foto-Fenton solar a pH inicial neutro es capaz de reducir significativamente la toxicidad, al tiempo que elimina la carga de microcontaminantes en efluentes secundarios de depuradora; y que no se dispone de métodos sencillos de determinación de la toxicidad que tengan tiempos de respuesta cortos y sirvan para el seguimiento de la eficiencia de la aplicación de los tratamientos terciarios. En consecuencia, se abre un campo de trabajo de gran interés. Esta tarea se ha desarrollado en colaboración con el grupo "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental".

Respecto a la operación de los reactores tipo "raceway", se ha trabajado en la modelización cinética de la eliminación de microcontaminantes considerando factores tales como la temperatura, propiedades ópticas y concentración de las especies absorbentes, y el paso óptico (geometría del reactor) que afectan a la velocidad de absorción de fotones al pH óptimo para esta reacción, que es 2,8. El modelo, desarrollado a escala de laboratorio y validado en planta piloto reproduce adecuadamente los resultados experimentales y ha permitido predecir el comportamiento de este tipo de reactores operando en modo continuo, cuya comprobación experimental está actualmente en ejecución. Hasta donde sabemos, este es el primer estudio de la aplicación del proceso foto-Fenton solar en modo continuo. Asimismo, se ha trabajado en la aplicación a pH neutro mediante el uso del complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$ también en reactores "raceway" cuyos primeros resultados son muy esperanzadores. Esta investigación con el Fe complejoado se ha llevado a cabo en colaboración con la unidad "Tratamiento solar de aguas" de la Plataforma Solar de Almería.

A continuación vemos una representación esquemática de la modelización del proceso foto-Fenton en reactores "raceway" y la comparación de la simulación del modelo (líneas) con los datos experimentales (puntos) para dos concentraciones de hierro.



Respecto a las tareas desarrolladas con los reactores basados en LEDs se han evaluado distintos tipos de LEDs diferenciados por su longitud de onda y eficiencia energética. En este sentido se ha podido constatar que las radiaciones más energéticas, con menor longitud de onda, dan lugar a cinéticas más rápidas aunque no son las más favorables para ser aplicadas al proceso foto-Fenton desde un punto de vista económico y de eficiencia energética.

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

Durante 2015 han dejado el grupo la Dra. Elisabet Ortega Gómez, en agosto, al finalizar su contrato predoctoral FPI, y el Dr. Alejandro Cabrera Reina, en julio, que disfruta de un contrato postdoctoral en la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile) - SERC Chile (Solar Energy Research Center) en la unidad de Tratamiento Solar de Aguas. Por otro lado, se han incorporado al grupo las ingenieras químicas Paula Soriano Molina con un contrato predoctoral FPU y Sandra Arzate Salgado con un contrato predoctoral FPI.

2.3.6 Producción Científica

Artículos

- Removal of microcontaminants from MWTP effluents by combination of membrane technologies and solar photo-Fenton at neutral pH, *Catalysis Today* 2014, 252.
- Modeling the photo-Fenton oxidation of the pharmaceutical paracetamol in water including the effect of photon absorption (VRPA), *Applied Catalysis B: Environmental*, 2015, 166-167, pp 295-301.
- Biological oxygen demand as a tool to predict membrane bioreactor best operating conditions for a photo-Fenton pretreated toxic wastewater, 2015, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 2015, 90, pp 110-119.
- Supported-TiO₂ solar photocatalysis at pilot plant scale: degradation of pesticides found in citrus processing industry wastewater. Reactivity and influence of photogenerated species, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 2015, 90, pp 149-157.
- Application of high intensity UVC-LED for the removal of acetamiprid with the photo-Fenton process, *Chemical Engineering Journal*, 2015, 264, pp 690-696.
- Principal parameters affecting virus inactivation by the solar photo-Fenton process at neutral pH and μM concentrations of H_2O_2 and $\text{Fe}^{2+/3+}$, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2015, 174.
- Application of solar photo-Fenton at circumneutral pH to nanofiltration concentrates for removal of pharmaceuticals in MWTP effluents, *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22(2), pp 846-855.
- Modelling of the operation of raceway pond reactors for micropollutant removal by solar photo-Fenton as a function of photon absorption, *Applied Catalysis B: Environmental*, 2015, 178, pp 210-217.
- Degradation and monitoring of acetamiprid, thiabendazole and their transformation products in an agro-food industry effluent during solar photo-Fenton treatment in a raceway pond reactor, *Chemosphere*, 2015, 130, pp 73-81.

- Fate of micropollutants during sewage sludge disintegration by low-frequency ultrasound, Chemical Engineering Journal 2015 280, pp 575-587.

Libros

- Application of the photo-Fenton process for the removal of persistent pollutants: operation parameters, Irene Carra Ruiz, José Antonio Sánchez Pérez, Sixto Malato Rodríguez, Ana Agüera López, José Luis Casas López, Editorial CIEMAT, 2015, ISBN: 978-84-7834-733-9.
- Inactivación de microorganismos presentes en aguas mediante foto-Fenton solar a pH neutro, Elisabet Ortega Gómez, José Antonio Sánchez Pérez, María de la Menta Ballesteros Martín, Pilar Fernández Ibáñez, Editorial CIEMAT, 2015, ISBN: 978-84-7834-744-5.
- Degradación de Contaminantes Emergentes mediante TiO₂ Inmovilizado e Irradiación Solar, M. I. Maldonado Rubio; S. Suárez Gil; N. Miranda García, Editorial CIEMAT 2015, ISBN: 978-84-7834-735-3.
- Desarrollo de Nuevas Estrategias Basadas en Fotocatálisis Solar para la Regeneración de una Industria Agro-alimentaria, M. I. Maldonado Rubio; M. Jiménez Tototzintle; I. Oller Alberola, M^a Aracely Hernández Ramírez, Editorial CIEMAT 2015, ISBN: 978-84-7834-742-1.

Congresos

- 4th Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP4), 21-24 octubre 2015, Atenas, Grecia.

Tesis doctorales

- Eliminación de micro-contaminantes mediante combinación de procesos de membrana (nanofiltración) y procesos avanzados de oxidación, Sara Miralles Cuevas, directores S. Malato Rodríguez, J.A. Sánchez-Pérez, Almería, 10 marzo 2015.
- Inactivación de microorganismos presentes en aguas mediante foto-Fenton solar a pH neutro, Elisabet Ortega Gómez, directores José Antonio Sánchez Pérez, Pilar Fernández Ibáñez, Menta Ballesteros Martín, Almería, 23 abril 2015.
- Degradación de contaminantes emergentes mediante TiO₂ inmovilizado e irradiación solar, Noelia Miranda García, directores M. Ignacio Maldonado, Silvia Suárez Universidad de Almería. Mayo 2015.
- Desarrollo de nuevas estrategias basadas en fotocatálisis solar para la regeneración de aguas de una industria agro-alimentaria, Margarita Jiménez Tototzintle, directores M. Ignacio Maldonado, Isabel Oller, M^a Aracely Hernández-Ramírez, Universidad de Almería. Julio 2015

2.3.7 Miembros del grupo

José Antonio Sánchez Pérez



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

Antonia Pilar Fernández



Investigadora Titular de OPI
CIEMAT-PSA
pfernandez@psa.es
(+34) 950 387 900
www.psa.es

José Luis García Sánchez



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

Ana Belén Esteban García



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

Paula Soriano Molina



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

Manuel Ignacio Maldonado



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

José Luis Casas López



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

Isabel María Román Sánchez



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

Gracia Rivas Ibáñez



Contrato predoctoral FPI
UAL
gracia.rivas@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

2.3.8 Proyectos vigentes durante 2015

2.3.8.1 Combinación de tecnologías intensivas para la mejora de la calidad de los efluentes acuosos en PYMES. Diseño de un proceso integrado (AQUAPYME)

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. L. Casas (jlcasas@ual.es)

S. Malato (sixto.malato@psa.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2010. (P10-RNM-5951)

Duración prevista:

Julio 2011 – Octubre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

Existen actualmente nuevas tecnologías para la regeneración de aguas residuales que devuelven al agua la calidad adecuada al destino previsto (según RD 1620/2007), sin embargo, los diferentes costes y problemáticas en cuanto a su aplicación indican la necesidad de profundizar en su estudio teniendo en cuenta la minimización del coste energético y del riesgo ambiental que facilite su implementación. Además, es también necesario, para garantizar la calidad de las aguas regeneradas, evaluar estos tratamientos, incluyendo el estudio del riesgo potencial asociado a la reutilización del agua tratada.

Objetivos:

- Evaluar la combinación de diferentes tecnologías intensivas sostenibles basadas en el uso de membranas y fotocátalisis solar para el tratamiento de efluentes de PYMES.
- Estudiar la eliminación de nutrientes de efluentes de EDARI de PYMES mediante biorreactores anóxicos de membrana.
- Integrar tratamientos basados en ultrasonidos para minimizar la generación de fangos en biorreactores de membrana.
- Evaluar los procesos propuestos desde el punto de vista económico y de aseguramiento de la calidad.

2.3.8.2 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 2017

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.

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

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 2016

Situación:

En curso

Resumen:

La información referente a este proyecto puede consultarse en el apartado 2.2.8.2 de este informe ya que se trata de un proyecto compartido con la unidad de Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental.

2.3.8.4 Regeneración mediante energía solar de las aguas residuales de la guardería de la Universidad de Almería

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)

M. I. Maldonado (mignacio.maldonado@psa.es)

Fuente de financiación:

Vicerrectorado de Infraestructuras, Campus y Sostenibilidad. Acuerdo de colaboración con la Universidad de Almería

Duración prevista:

Julio 2010 – Julio 2015

Situación:

En curso

Resumen:

El Vicerrectorado de Infraestructuras, Campus y Sostenibilidad, cuenta entre sus competencias la planificación, gestión y coordinación de las infraestructuras y los equipamientos pertenecientes a la Universidad de Almería, así como la adecuación del espacio universitario a criterios de sostenibilidad medioambiental. El diseño de la planta de regeneración del agua residual estará basado en los estudios previos realizados en las instalaciones del CIESOL por el grupo de investigación y tendrá el carácter de planta experimental para el desarrollo de nuevos proyectos y evaluación de los sistemas instalados.

Objetivo:

Regenerar las aguas residuales que se producen en la guardería de la Universidad de Almería. Para ello, se pretende instalar una planta para depurar el agua residual mediante sistemas biológicos avanzados y a continuación desinfectar el agua tratada mediante métodos fotocatalíticos con energía solar.

2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias

1st Summer School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes

Se celebró en la Universidad de Salerno (Fisciano, Italia) del 15 al 19 de Junio 2015 y fue organizada por la "European PhD School on Advanced Oxidation Processes" a la que pertenece el responsable de esta unidad. En el Workshop titulado "Water and wastewater treatment by Advanced Oxidation Processes: state of art and perspectives" se dió la charla "Microcontaminants removal by solar photo-Fenton: the role of UV radiation".

2.3.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Convocatoria de proyectos LIFE+ de la Unión Europea. Depuration of Pesticide-contaminated Effluents: Lowering the Environmental Impact Of fruit-Packaging plants, PELOPAS. Participantes: liderada por la Universidad de Tesalia (Grecia), CIESOL, Aeiforia (Italia), Cítricos del Andarax S. A. (España), The Cyprus Phassouri Co. LTD (Chipre), Sanifrutta (Italia), Spyros Nikolitsas S.A. (Grecia) y Talos (Chipre) junto al Agricultural Research Institute (Chipre), el Benaki Phytopathological Institute (Grecia) y la Universidad de Tracia (Grecia).
2. Convocatoria 2015 de Acciones de Dinamización "Redes de Excelencia" del MINECO. Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos, FOTOCAT (CTM2015-71054-REDT) 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).
3. Convocatoria de Proyectos de Colaboración Internacional - Fondo de Colaboración Internacional del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM-2015. 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 titania como catalizadores. Investigadores principales son Rosa María Ramírez Zamora (UNAM) y José Antonio Sánchez Pérez.
4. Convocatoria de proyectos LIFE+ de la Unión Europea. Retos del agua de consumo humano en el siglo XXI: demostración de tecnologías para la eliminación de radiactividad natural en aguas subterráneas/Challenges of drinking water in the XXI Century: demonstration of technologies for the removal and on-line monitorization of natural radioactivity in groundwater, Aura XXI. Participantes: liderada por el centro tecnológico CARTIF, CIESOL, Diputación Provincial de Almería, LABAQUA, Centro Tecnológico del Agua (CETAQUA) y la Universidad de Tartu (Estonia).

2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO



MODELADO Y CONTROL

A esta unidad funcional pertenecen investigadores del grupo "Automática, Robótica y Mecatrónica" (TEP 197) de la Universidad de Almería y de la Unidad de Automática 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 en entre el grupo y la PSA vienen desarrollándose de forma ininterrumpida a lo largo de los últimos 20 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 y la eficiencia energética en la edificación.



INVESTIGADORES PRINCIPALES

Manuel Berenguel Soria
Universidad de Almería
950 015 683 - beren@ual.es

Luis José Yebra Muñoz
CIEMAT-PSA
950 387 900 - luis.yebra@psa.es

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

- Modelado y control de plantas termosolares.
- Modelado, control y robótica en agro-industria.
- Eficiencia energética y control de confort en edificios.
- Modelado y control de fotobiorreactores.
- Redes energéticas inteligentes.
- Sistemas de supervisión y comunicaciones industriales.



MIEMBROS DEL GRUPO

José Domingo Álvarez Hervás
Universidad de Almería

Fco. Javier Cabrera Corral
Universidad de Almería

Luis Castillo López
CIEMAT-PSA

José Carlos Moreno Úbeda
Universidad de Almería

Lidia Roca Sobrino
CIEMAT-PSA

Manuel Berenguel Soria
Universidad de Almería

Alberto de la Calle Alonso
CIEMAT-PSA

Antonio Giménez Fernández
Universidad de Almería

Manuel Pasamontes Romero
Universidad de Almería

Jorge Antonio Sánchez Molina
Universidad de Almería

José Luis Blanco Claraco
Universidad de Almería

José Antonio Carballo López
CIEMAT-PSA

José Luis Guzmán Sánchez
Universidad de Almería

Manuel Pérez García
Universidad de Almería

Ricardo Silva Parreira
Universidad de Almería

Javier Bonilla Cruz
CIEMAT-PSA

María del Mar Castilla Nieto
Universidad de Almería

Javier López Martínez
Universidad de Almería

Francisco Rodríguez Díaz
Universidad de Almería

José Luis Torres Moreno
Universidad de Almería

Luis José Yebra Muñoz
CIEMAT-PSA

PROYECTOS

- Estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables (ENERPRO), Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2014.
- Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindroparabólicos en aplicaciones industriales y de refrigeración, Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2010.
- Modelado, simulación, control y optimización de fotobiorreactores-MACROBIO, Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2010.
- Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos y de eficiencia energética (CONTROLCROP), Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía.
- Puesta en funcionamiento y evaluación técnica y energética de un novedoso lazo híbrido de generación térmica (solar y biomasa) para climatización de invernaderos semi-cerrados, Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía.
- Biogreen: Modelo avanzado de producción en invernaderos, Corporación Tecnológica de Andalucía, PRIMARAM.
- Control y optimización de la producción de biomasa con microalgas como fuente de energía renovable (PROBIOREN), DPI2014-55832-C2-1-R, Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2015.
- Estudio y desarrollo 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 (MODELCROP), Corporación Tecnológica de Andalucía - Grupo Hispatec Informática Empresarial, S.A.
- Solar Facilities for the European Research Area-Second Phase (SFERA-II), FP7-INFRASTRUCTURES-2012-1 (312643).



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com

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 Unidad de Automática 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 20 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 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 14 tesis doctorales sobre estos temas. Ha publicado 110 trabajos en revistas internacionales, más de 150 trabajos en congresos internacionales y 4 patentes. H-index: 33 (Google Scholar), 25 (Scopus), 18 (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). Es vocal del Comité Español de Automática (2003-2008, 2012- 2016), miembro 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. Desde 2010 hasta 2015 ha sido representante de la Universidad de Almería en la Fundación "Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables (CTAER), actuando como Vice-Presidente.

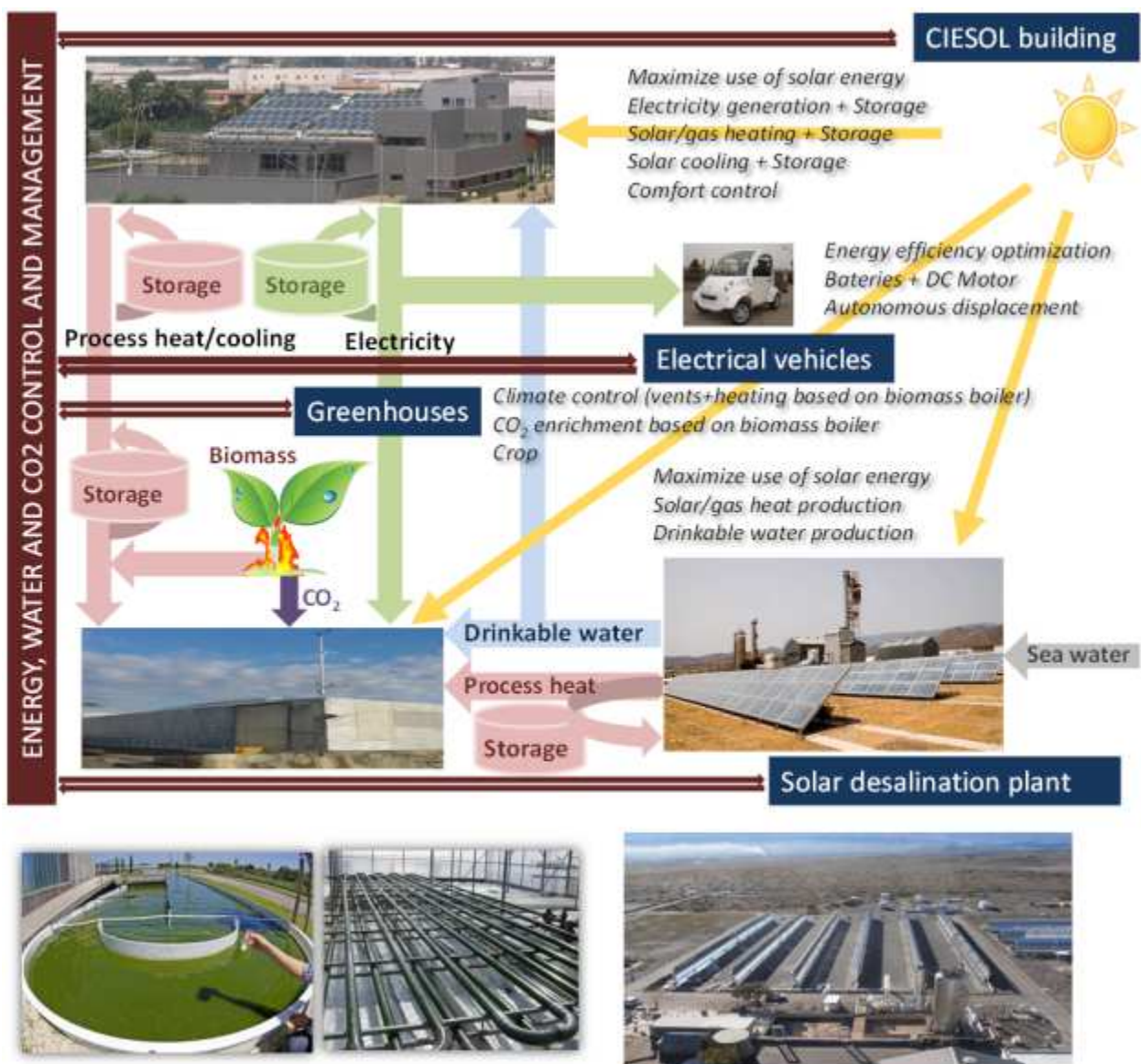
Luis José Yebra Muñoz (Scopus Author 15926309900)

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 este área.

2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015

- 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.
- Puesta en funcionamiento y evaluación técnica y energética de un novedoso lazo híbrido de generación térmica (solar y biomasa) para climatización de invernaderos semicerrados.
- 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

- Gary Omar Ampuño Avilés. Profesor de la Universidad Pontificia Salesiana (Ecuador) y doctorando del grupo (supervisores: Lidia Roca Sobrino, Manuel Berenguel Soria).
- María Mónica Miranda Ramos. Profesora de la Universidad Pontificia Salesiana (Ecuador) y doctorando del grupo (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, Sixto Malato Rodríguez).
- Gabriel Castro Ronquillo. Profesor de la Universidad Pontificia Salesiana (Ecuador) y doctorando del grupo (supervisores: José Luis Guzmán Sánchez, José Luis García Sánchez).
- Yaser Alamin. Becario del proyecto europeo Phoenix-Marhaba (supervisores: José Domingo Álvarez Hervás, Antonio Ruano)
- César Hernández Hernández. Contratado FPI del Ministerio de Economía y Competitividad adscrito al proyecto DPI2010-21589-C05-04 (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, José Carlos Moreno Úbeda).
- José Antonio Carballo López. Contratado predoctoral, convenio PSA-UAL (supervisores: Javier Bonilla Cruz, Manuel Berenguel Soria).

2.4.6 Producción Científica

Artículos

- Nonlinear controllers for solar thermal plants: a comparative study. *Control Engineering Practice* 2015, 43, pp 12-20.
- Sliding mode control of distributed parameter processes: Application to a solar power plant. *Journal of Control, Automation and Electrical Systems* 2015, 25, pp 291-302.
- On reduction of control effort in feedback linearization GPC strategy applied to a solar furnace. *Optimal Control Applications & Methods* 2015.
- A low-cost modular platform for heterogeneous data acquisition with accurate interchannel synchronization 2015. *Sensors*, vol. 15, no. 10, pp 27374-27392.
- TP-Space RRT: Kinematic path planning of non-holonomic any-shape vehicles. *Journal of Advanced Robotic Systems* 2015, vol. 12, no. 55.
- Multibody dynamic systems as Bayesian Networks: applications to robust state estimation of mechanisms. *Multibody System Dynamics* 2015, vol. 34, no. 2, pp 103-128.
- Object-oriented modeling of a multi-pass Shell-and-tube heat exchanger and its application to performance evaluation. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(11), pp 97-102.
- Switching moving boundary models for two-phase flow evaporators and condensers. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 2015, 20(3), pp 743-768.
- Dynamic modeling and simulation of a solar-assisted multi-effect distillation plant. *Desalination* 2015, 357, pp 65-76.
- Editorial optimal control of solar energy systems. *Optimal Control Applications and Methods* 2015.
- Hierarchical non-linear control of a tubular photobioreactor. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(23), pp 224-229.
- A parabolic-trough collector for cleaner industrial process heat. *Journal of Cleaner Production* 2015, 89, pp 272-285.
- Comparison case between Modelica and specialized tools for building modelling. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(1), pp 874-879.
- Robots Móviles con Orugas: Historia, Modelado, Localización y Control. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* 2015, 12, pp 3-12.

- Performance indices for feedforward control. *Journal of Process Control* 2015, 26, February 2015, pp 26–34.
- Modeling of energy demand of a high-tech greenhouse in warm climate based on bayesian networks. *Mathematical Problems in Engineering* 2015, Article ID 201646.
- Teaching control engineering concepts using open source tools on a Raspberry Pi board. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(29), 99-104.
- Efficient Reactive Navigation with Exact Collision Determination for 3D Robot Shapes: *International Journal of Advanced Robotic Systems* 2015, vol. 12, no. 63.
- Design and analysis of a flexible linkage for robot safe operation in collaborative scenarios. *Mechanism and Machine Theory* 2015, vol. 92, pp. 1-16.
- Selective pH and dissolved oxygen control strategy for a raceway reactor within an event-based approach. *Control Engineering Practice* 2015, 44, pp 209-218.
- Approximating the Pareto-front of a planar bi-objective competitive facility location and design problem. *Computers & Operations Research* 2015, 62, pp 337-349.
- Architecture to develop Semi-virtual industrial laboratories for the interactive learning of process automation. *Computer Applications in Engineering Education*, 2015.
- Semi-virtual Plant for the Modelling, Control and Supervision of batch-processes. An example of a greenhouse irrigation system. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(29), pp 123-128.
- Understanding closed-loop identification with ITCLI (Interactive Tool for Closed-Loop Identification). *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(28), pp 739-744.
- Bayesian networks for greenhouse temperatura control. *Journal of Applied Logic* 2015.
- Modelling of a non-commercial UAV for control and robotics laboratory. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(29), pp 65-69.
- Support system for decision making in the management of the greenhouse environmental based on growth model for sweet pepper. *Agricultural Systems* 2015, 139, pp 144-152.
- Water content virtual sensor for tomatoes in coconut coir substrate for irrigation control design. *Agricultural Water Management* 2015, 151, pp 114-125.
- Distributed MPC for resource constrained control systems. *Optimal Control Applications and Methods* 2015, 36(3), pp 272-291.
- A 3D printed power-split device for testing energy management strategies applied to hybrid vehicles. *IFAC-PapersOnLine* 2015, 48(29), pp 164-169.
- Energy recovery using salinity differences in a multi-effect distillation system. *Desalination and Water Treatment*, 2015, 55(11), pp 3048-3055.

Libros

- Modeling and Control of Greenhouse Crop Growth. F. Rodríguez, M. Berenguel, J.L. Guzmán, A. Ramírez-Arias. Springer 2015. ISBN: 978-3-319-11133-9.
- Modelado y Simulación Dinámica de Procesos Termoquímicos en Instalaciones Termosolares. A. de la Calle, L. Roca, J. Bonilla, S. Dormido. Colección Documentos CIEMAT 2015. ISBN: 978-84-7834-743-8.

Capítulos de Libros

- Libro: Event-Based Control and Signal Processing. Capítulo: Event-Based Generalized Predictive Control. A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, S. Dormido, Marek Miskowicz, CRC Press – Taylor & Francis 2015. ISBN: 9781482256550.
- Libro: Domótica para Ingenieros. Capítulo: Un ejemplo práctico de arquitectura bioclimática: el edificio CDDI-CIESOL-ARFRISOL. M. Castilla, J.D. Álvarez, F. Rodríguez, M. Berenguel. Paraninfo 2015. ISBN: 9788497329767.

Congresos

- 1st Conference on Modelling, Identification and Control of Nonlinear Systems (MICNON), 2015 San Petersburgo, Rusia.
- 11th International Modelica Conference, 2015, Versailles, Francia.
- 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control NMPC 2015, Seville, Spain.
- 23th Mediterranean Conference on Control and Automation MED 2015, Málaga, Spain.
- IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA) 2015, Luxemburgo.
- 1st International Conference on Event-Based Control, Communication, and Signal Processing 2015, Krakow, Poland.
- 17th IFAC Symposium on System Identification SISYD 2015, Beijing, China.
- 21st SolarPACES Conference 2015, Ciudad del Cabo, Sudafrica.
- Join International Conference on Intelligent Agriculture 2015, Beijing, China.
- 3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education 2015, Brescia, Italy.
- International Symposium on new technologies and management for greenhouse Greensys2015, 19-23 julio 2015, Evora, Portugal.
- ECCOMAS Thematic Conference on Multibody Dynamics, 29 junio – 2 julio 2015 Barcelona.
- 14th World Congress in Mechanism and Machine Science, IFToMM, 25-30 octubre 2015 Taipei, Taiwan.
- IX Jornadas sobre Innovación Docente de la Universidad de Almería, 17 de septiembre de 2015. Almería.
- VIII Congreso Ibérico de Agroingeniería, Orihuela, España, 2015.
- 5th IFAC Conference on Nonlinear Model Predictive Control, NMPC 2015, Seville, Spain, 2015.
- XXXVI Jornadas de Automática, Bilbao, 2015. Premio al mejor trabajo del grupo temático en Ingeniería de Control.
- XIV Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Orihuela, España, 2015.

Tesis doctorales

- Contributions to the modelling and simulation of intensive growing systems, Jorge Antonio Sánchez Molina, directores Francisco Rodríguez Díaz y José Luis Guzmán Sánchez. Universidad de Almería. Junio 2015
- Contribuciones al modelado dinámico de procesos termoquímicos en instalaciones termosolares, Alberto de la Calle Alonso, directores Sebastián Dormido Bencomo, Lidia Roca Sobrino, Javier Bonilla García. UNED Junio 2015.

2.4.7 Miembros del grupo

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/>

Dra. Lidia Roca Sobrino



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

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



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

Dr. Javier Bonilla Cruz



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

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



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

Dr. Antonio Giménez Fernández



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

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. 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 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

Dr. José Luis Blanco Claraco



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

Dr. José Luis Torres Moreno



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

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesora Sustituta Interina 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



Contratado Laboral del área de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
jorgesanchez@ual.es
(+34) 950 214 536
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Fco. Javier Cabrera Corral



Contratado laboral de Física Aplicada
UAL
fjcabrera@ual.es
(+34) 950 015 295
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Manuel Pasamontes Romera



pasamontesman@ual.es
UAL
(+34) 950 214 155
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Alberto de la Calle Alonso



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

Dr. Ricardo Silva Parreira



Investigador
UAL
ricardosilva@ual.es
(+34) 950 015 295
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

Luis Castillo López



lcastillo@ual.es
CIEMAT-PSA
(+34) 950 214 155
arm.ual.es, www.ciesol.es

2.4.8 Proyectos vigentes durante 2015

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 trata sobre el análisis, diseño y aplicación de técnicas de modelado, control y optimización para conseguir una gestión eficiente de energía, agua y CO₂, en sistemas productivos apoyados en energías renovables y sistemas de almacenamiento. Se pretende demostrar que el control automático permite conseguir ahorros económicos y reducir el impacto medioambiental en la explotación de procesos complejos.

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:

- Desarrollo de metodologías para la obtención de modelos de procesos. 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.

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

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. 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.

La consecución de los objetivos planteados tendría una contribución significativa en este campo emergente de las nuevas energías renovables, y permitiría tener un impacto real en la competitividad de este tipo de procesos en el sector del mercado energético.

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 Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindroparabólicos en aplicaciones industriales y de refrigeración

Participantes:

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

Unidad de "Concentración Solar". PSA-CIEMAT

Contactos:

M. Pérez (mperez@ual.es)

L. Valenzuela (loreto.valenzuela@psa.es).

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2010. (P10-RNM-5927)

Duración prevista:

Marzo 2011 – Marzo 2015

Situación:

Finalizado

Resumen:

Desarrollos recientes por parte de diversos fabricantes y organismos de investigación de concentradores cilindroparabólicos de baja apertura, con y sin cubierta transparente, está permitiendo contar con dispositivos de conversión termosolar idóneos para aplicaciones de tipo industrial y refrigeración por absorción por doble efecto, caracterizadas por un rango térmico comprendido entre los 100 y 250°C. A pesar de ello se debe establecer un marco de simulación que proporcione un dimensionado correcto de las instalaciones y elaborar algoritmos de control que optimicen la operación rutinaria de las mismas. De forma paralela es necesario un análisis de potencialidad de mercado que permita la generación de proyectos de ejecución abordables.

Objetivos:

- Elaboración de pautas de demanda térmica en instalaciones industriales y de refrigeración orientadas a la simulación dinámica de proyectos de integración de campos de captadores cilindroparabólicos.
- Elaboración de una base de datos de elementos (captadores solares, sistemas de almacenamiento, controladores, bombas,...) y esquemas de acoplamiento de sub-sistemas
- Desarrollo y validación de los modelos matemáticos de los procesos de intercambio de masa y energía e integración de los mismos en una plataforma computacional específica.
- Realización de estudios de optimización de instalaciones y procesos a partir de la explotación de plataforma computacional desarrollada.
- Integración de los resultados del proyecto en una guía de que facilite a ingenieros y diseñadores el acceso a opciones simplificadas de integración campo solar/proceso.
- Diseño de recursos divulgativos para su difusión entre los potenciales usuarios incluyendo aspectos medioambientales y tecnoeconómicos.

2.4.8.4 Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos y de eficiencia energética (CONTROLCROP)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Inv. "Sistemas de Información". Universidad de Almería (TIC-194)
Grupo de Inv. "Sistemas de Gestión de bases de datos federadas y almacenes de datos".
Universidad de Granada (TIC-172)
Grupo de Inv. "Análisis de Datos". Universidad de Almería (FQM-244)

Contactos:

F. Rodríguez (frrodrig@ual.es), <http://aer.ual.es/controlcrop/>

Fuente de financiación:

Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía (P10-TEP-6174).

Duración prevista:

Marzo 2011 – Marzo 2016.

Situación:

Finalizado

Resumen

Se pretende plantear una estrategia para el control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos, de eficiencia energética y de calidad basándose en el desarrollo de un sistema de control jerárquico que integre criterios económicos, de ahorro de energía, de mejora de la eficiencia en el uso del agua y de aumento de la calidad de los productos hortícolas. De esta forma, el productor o el técnico responsable podrá reconfigurar el funcionamiento de la explotación en base a lo que se desea obtener en cada escenario que imponga el variable mercado agrícola.

Objetivos:

- Desarrollo de un marco de referencia de control de la producción en el agrosistema invernadero
- Desarrollo de estrategias de control de nuevas variables climáticas
- Desarrollo de estrategias de control de riego y nutrientes.

Para estos esquemas de control se analizará la estabilidad, robustez y convergencia cuando se considera el sistema en su conjunto y cuando el sistema se encuentra sometido a errores de modelado y perturbaciones en cualquiera de los niveles de la jerarquía de control.

2.4.8.5 Biogreen: Modelo avanzado de producción en invernaderos

Participantes:

UAL

FUNDACIÓN CAJAMAR

PRIMARAM

CIAT

IFAPA

GOGARSA

Contactos:

M. Berenguel (beren@ual.es)

F. Rodríguez (frrodrig@ual.es)

Fuente de financiación:

Corporación Tecnológica de Andalucía, PRIMARAM

Duración prevista:

Enero 2014 – Junio 2015

Situación:

Finalizado

Resumen

Se trata de un proyecto que desarrolla la tecnología necesaria para establecer un nuevo sistema de producción de hortalizas en invernadero para clima árido y semiárido seguro, fiable y altamente eficiente en el uso de los recursos naturales, gestionando el microclima del invernadero mediante suministro térmico, de calor y frío, preferiblemente a partir de fuentes renovables, para mejorar el potencial productivo y manteniendo de forma continua elevadas concentraciones de CO₂.

Objetivos

El objetivo general es desarrollar la tecnología necesaria para establecer un nuevo e innovador sistema de producción de hortalizas en invernadero para clima árido y semiárido seguro, fiable y altamente eficiente en el uso de los recursos naturales (con energía obtenida a partir de fuentes renovables, suelo, agua, CO₂, etc.). Que sea capaz de funcionar en régimen abierto (con máxima eficiencia en la ventilación natural), y adaptable para su funcionamiento en régimen semicerrado (gestionando el microclima del invernadero mediante suministro térmico, de calor y frío, preferiblemente a partir de fuentes renovables) para mejorar el potencial productivo y manteniendo de forma continua elevadas concentraciones de CO₂ (2 niveles de inversión).

2.4.8.6 Puesta en funcionamiento y evaluación técnica y energética de un novedoso lazo híbrido de generación térmica (solar y biomasa) para climatización de invernaderos semi-cerrados

Participantes:

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

Unidad de Fisiología y Tecnología de Cultivos Protegidos. Centro IFAPA "La Mojonera"

Contactos:

M. Pérez (mperez@ual.es)

Esteban Baeza (loreto.valenzuela@psa.es).

Fuente de financiación:

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Junta de Andalucía.

Duración prevista:

Septiembre 2014 – Junio 2015

Situación:

Finalizado

Resumen:

Esta actividad se trata de un contrato complementario al suscrito en el proyecto BIOGREEN con el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía para diseñar un lazo de generación térmica de origen renovable (solar y biomasa) cuya función es la aportación de energía primaria a los procesos de calefacción y refrigeración del prototipo de invernadero bajo estudio en el proyecto anteriormente mencionado.

2.4.8.7 Estudio y desarrollo 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

Participantes:

Grupo Hispatec

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

Fundación Cajamar – Estación Experimental Las Palmerillas

Contactos:

Francisco Rodríguez (mperez@ual.es)

Rafael Ferrer (rferrer@hispatec.es)

Juan Carlos López (juancarloslopez@fundacioncajamar.com)

Fuente de financiación:

Corporación Tecnológica de Andalucía.

Duración prevista:

Septiembre 2015 – Diciembre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo general del proyecto es el desarrollo tecnológico de un modelo agronómico de simulación predictiva y un sistema de ayuda a la toma de decisiones (DSS). Este modelo estará soportado por una plataforma TIC que lo implemente informáticamente y que pueda presentar recomendaciones en la gestión del invernadero y del manejo del cultivo para maximizarla producción.

El modelo agronómico de simulación predictiva de la producción que se desarrollará apoyado por la plataforma TIC, permitirá estimar la producción de tomate durante el ciclo de cultivo para diferentes escenarios de manejo de cultivo y uso de tecnologías que no están contemplados en los modelos clásicos desarrollados para zonas frías, y que son ya una práctica común en áreas de clima cálido. El modelo agronómico desarrollado ofrecerá así una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones que permita maximizar calidades, calibres y producción.

2.4.8.8 Optimización multiobjetivo de sistemas de climatización e iluminación para el confort en edificación sostenible (OPTICONES)

Participantes:

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

Contactos:

María del Mar Castilla (mcastilla@ual.es)
Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Fundación Iberdrola España.

Duración prevista:

Septiembre 2015 – Septiembre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto OPTICONES aborda con el análisis, el diseño y la implementación de arquitecturas de control y optimización avanzadas capaces de incrementar el confort de los usuarios, y por lo tanto su productividad, en el interior de los edificios, así como conseguir una gestión eficiente de la energía mediante el uso de sistemas de climatización apoyados en energías renovables y sistemas de almacenamiento.

El cumplimiento de los objetivos del proyecto va a permitir, en función de los resultados obtenidos, el desarrollo de una guía de orientación para conseguir entornos confortables bajo una gestión eficiente de la energía consumida permitiendo, de esta forma, mejorar la calificación energética de los edificios.

Objetivos

- Estudio de la influencia de los principales elementos estructurales de un edificio en el confort de los usuarios y en las necesidades energéticas sin la utilización de estrategias de control.
- Evaluación multiobjetivo del problema del confort térmico, confort visual y la eficiencia energética en busca de soluciones óptimas.
- Comparación de arquitecturas de control diferentes para el confort haciendo uso de sistemas de climatización apoyados por energías renovables y sistemas de iluminación automatizados.
- Análisis de los resultados reales obtenidos de la implementación y validación de las estrategias de control y optimización desarrolladas en el marco del proyecto en un edificio inteligente (edificio CIESOL).

2.4.8.9 Asesoramiento al desarrollo de una metodología de modelado del clima interior a partir de las condiciones externas en cultivos bajo invernadero

Participantes:

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

Contactos:

Francisco Rodríguez Díaz (frrodrig@ual.es)
Jorge Antonio Sánchez Molina (jorgesanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Fundación TECNOVA.

Duración prevista:

Febrero 2015 – Junio 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo principal del proyecto consiste en el asesoramiento en el diseño e implementación de un modelo basado en primeros principios para la estimación de las variables climáticas en el interior de un invernadero.

Para comprender lo que sucede en el invernadero y poder modificar su clima interior utilizando los sistemas de actuación instalados, es necesario conocer las siguientes condiciones climáticas en el exterior, ya que son las perturbaciones del sistema: Radiación exterior, temperatura del aire en el exterior, humedad del aire en el exterior, concentración de CO₂ en el aire exterior, velocidad del viento en el exterior, dirección del viento en el exterior y lluvia, y la temperatura de suelo interior.

Objetivos

- Estimación de las variables de la temperatura interior del invernadero
- Predicción de las condiciones ideales para la obtención de la tasa máxima de fotosíntesis.

2.4.8.10 Monitorización espacial de zonas costeras vulnerables mediante plataformas aéreas controladas de manera remota (3DCOAST)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de inv. "Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial".
Universidad de Almería (RNM-368)

Contacto:

José Carlos Moreno (jcmoreno@ual.es)

Fuente de financiación:

Corporación Tecnológica de Andalucía.

Duración prevista:

Septiembre 2015 – Febrero 2016

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo fundamental de este Estudio de Viabilidad Técnica (EVT) es la evaluación del potencial de las nuevas tecnologías para la obtención de información espacial, como la utilización de sensores aerotransportados embarcados en sistemas aéreos no tripulados (drones o UAV-Unmanned Aerial Vehicle), en áreas costeras. Este EVT tiene como objetivo la planificación de las actividades previas necesarias para la articulación de un futuro proyecto de Investigación que ahonde en profundidad en los aspectos necesarios para desarrollar una metodología que permita la adquisición eficaz de información espacial que permita desarrollar un amplio abanico de aplicaciones en este tipo de zonas.

2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias

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.

Convenio UAL-CIEMAT

Participantes: Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica" de la Universidad de Almería y el Grupo de Automática de la Plataforma Solar de Almería.

Contactos: Manuel Berenguel (beren@ual.es) y 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-, Proyecto Nacional - DPI2007-66718-C04-04, Proyecto Nacional - 04DPI2010-21589-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 y la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UIE3 (CIEMAT)

Contactos: Francisco Rodríguez Díaz (frodri@ual.es) y 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.
- Realización de tesis doctorales. En la actualidad está en marcha el trabajo titulado "Análisis y evaluación energética de edificios a partir de datos experimentales medidos en condiciones

reales de uso y utilizando métodos de análisis de series temporales", que cuenta con una beca FPI. Febrero 2011 a Enero 2015.

- 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.

Actividades adicionales en el laboratorio de Automática e Informática Industrial

- Diseño de controladores empotrados mediante herramientas de modelado orientadas a bloques_ modelado, (co)simulación y HIL.
- Diseño y simulación de circuitos electrónicos de potencia (CAD y Spice).

2.4.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Solicitud de Proyecto Europeo. AGRINSOL-SUDOE – SOE1/P1/E0259. Red de especialización en agricultura intensiva y energía solar en el sudoeste europeo. Programa Interreg-SUDOE. Participantes: CIESOL-UAL (coord.), Universidad de Evora (PT), INRA Institut National de la Recherche Agronomique (FR), Universidad de Lleida (ES), IFAPA (ES), Fundación CAJAMAR (ES), SUNTI (FR), SUN'R (FR), COEXPHAL (ES), Assemblée des Régions Européennes Fruitières Légumières et Horticoles (FR).
2. MARIE SKŁODOWSKA-CURIE ACTIONS. Innovative Training Networks (ITN). Call: H2020-MSCA-ITN-2015. HortSim: A toolbox for model-based greenhouse horticultural support software. Participantes: AgroTech (DK), Aarhus University (DK), IFAPA (ES), Wageningen University (NL), University of Évora (PT), University of Southern Denmark (DK), University of Thessaly (EL), Hortimax (NL), Copenhagen Business School (DK), Hispatec (ES), Coexphal (ES), Flextechnic A/S (DK), HortAdvice Scandinavia (DK), Knud Jepsen A/S (DK), Agritex (EL), Technical University of Denmark (DK), University of Almería (ES).
3. MARIE SKŁODOWSKA-CURIE ACTIONS. Solicitud de red Marie Curie en modalidad Innovative Training Networks (ITN) con el siguiente título del proyecto: "Interactive technologies as support to the industrial transfer of control engineering research". Participantes: Lund University (Sweden), UNED (Spain), UPC (Spain), University of Bohemia (Czech Republic), EPFL (Switzerland), UAL (Almería), Calerga Sarl (Switzerland), Yokogawa Europe (The Netherlands).
4. Solicitud de Proyecto Europeo SOLYERO. SOLYERO: New highly energy performing house with concentrating solar collector and year-round high temperature storage system. Call: H2020-EE-2015-1-PPP Energy Efficiency - PPP EeB and SPIRE topics. Topic: EE-02-2015 Buildings design for new highly energy performing buildings. Participantes: Wroclaw University of Technology, Faculty of Mechanical and Power Engineering (PL), Plataforma Solar de Almería-CIEMAT Unidad de Sistemas Solares de Concentración (ES), VŠB – Technical University of Ostrava, Centre ENET – Energy Units for Utilization of Non-traditional Energy Sources (CZ), Synergia Krzysztof Cebrat (PL).
5. MARIE SKŁODOWSKA-CURIE ACTIONS. Solicitud de red Marie Curie en modalidad Innovative Training Networks (ITN) con el siguiente título del proyecto: "Training next-generation researchers to develop FUTURe DESALination systems with minimal carbon footprint, FUTURDESAL". Participantes: Aston University (UK), Queen Mary University of London (UK), Agricultural University of Athens (Greece), Demokritos National Centre for Scientific Research (Greece), University of Porto (Portugal), Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas CIEMAT-PSA (Spain), NanoInnova Technologies (Spain), LiqTech International (Denmark).

2.4.11 Otros

Otros proyectos:

- Red Temática de Ingeniería de Control. Acción especial del Plan Nacional. DPI2014-51731-REDT. IP. Ramon Vilanova, 01/2015-01/2017.
- Laboratorio de investigación en percepción y reconstrucción digital 3D (3DLAB). Proyecto de Infraestructura Científico-Tecnológica 2012-2013. Ministerio de Economía y Competitividad – Fondo Europeo de Desarrollo Regional. UNAM13-1E-1991 (72.482,10 €). IPs. Manuel Berenguel, Fernando Aguilar, 01/2013-12/2015.
- Plataforma Tecnológica Española de Robótica HISPAROB (<http://www.hisparob.es>)
- European Robotics Research Network EURON (<http://www.euron.org/>)
- Comité Español de Automática (www.ceautomatica.es)

Otros contratos:

- Contrato de investigación (Verde Smart Co, S.L): Asesoramiento al desarrollo de una metodología de modelado de la producción de cultivos bajo invernadero (01/09/2014-31/03/2015).
- Contrato de investigación (Fundación Cajamar): Análisis del comportamiento de un cultivo de tomate bajo diferentes condiciones climáticas (01/09/2014-31/03/2015).
- Contrato de investigación (FIC c): Asesoramiento en el desarrollo de un sistema de ayuda a la toma de decisiones para el control climático en invernaderos basado en predicciones meteorológicas externas (01/09/2014-31/03/2015).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Blas Salvador Criado. Modelado del consumo eléctrico de CIESOL.
- Juan Diego Gil Vergel. Modelado y control de desaladoras solares.
- José Ángel Martínez Navarro. Modelado y control de motores asíncronos.
- Carlos García Pérez. Modelado y control de fotobioreactores.
- Alberto Flores Martínez. Simulaciones de centrales de receptor central con Tonatiuh.
- José Atienza Piedra. Diseño de un laboratorio de control de motores de corriente continua.
- José Manuel Fernández. Modelado y control de motores asíncronos.

Estancias en otros centros de investigación:

- Jorge Antonio Sánchez Molina: Chinese Academy of Agriculture + NERCITA China (08/01/2015-09/04/2015, 25/09/2015-08/10/2015).
- Manuel Berenguel Soria: Tianjin Climate Center + NERCITA China (25/09/2015-08/10/2015).
- José Luis Guzmán Sánchez: Universidad Politécnica de Catalunya (01/06/2015-08/06/2015).
- José Domingo Álvarez Hervás: Universidad Politécnica de Catalunya (09/11/2015-15/11/2015).

Estancias en CIESOL de investigadores de otros centros de investigación:

- Julio Elías Normey Rico, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (29/03/2015-03/04/2015).
- Antonio Visioli, Universidad de Brescia, Italia (12/07/2015-18/07/2015).
- Antonio Ruano y Hamid Reza Khosravani, Universidad del Algarve, Portugal (01/07/2015-15/07/2015).

- Daniel Rivera, Universidad de Arizona (EEUU) (24/04/2015-30/04/2015).
- Tore Hägglund, Universidad de Lund, Suecia (11/07/2015-15/07/2015).
- Gary Omar Ampuño Avilés, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador (08/03/2015-12/05/2015, 01/10/2015-08/11/2015).
- María Mónica Miranda Ramos y Gabriel Castro Ronquillo, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador (08/03/2015-12/05/2015).

Organización de congresos:

- Manuel Berenguel Soria (IPC Chair). 3rd IFAC Internet Based Control Education, Brescia, Italia 04-06/11/2015.

Premios

- Premio al mejor trabajo en Ingeniería de Control en las XXXVI Jornadas de Automática, Comité Español de Automática, 2015.
- Premio al mejor trabajo de la sesión Energía en el VIII Congreso Ibérico de Agroingeniería 2015
- Premio extraordinario de doctorado de la UNED a Alberto de la Calle Alonso.

Otras actividades científicas:

- Organización del Training Network course "Robótica en Agricultura" del ceiA3 2015
- Participación en la Semana Europea de la Robótica
- Creación y actividades asociadas al Club de Robótica de la UAL: Participación en la Semana de la Ciencia, charlas en Institutos, ...
- Participación en el proyecto europeo Researcher's Square (RESSQUA) para la organización de la Noche Europea de los Investigadores
- Participación en Máster de Automatización y Telecontrol para la Gestión de Recursos Hídricos y Energéticos
- Participación en el XIII Simposio CEA de Ingeniería de Control. Universidad del País Vasco, San Sebastián.
- Participación en las IV Jornadas de Conexión Universidad – Industria en Ingeniería de Control, Córdoba, España
- Infoagro Almería (Sistema de enriquecimiento Carbónico)
- Noticias en prensa generalista y de divulgación científica sobre resultados del proyecto CONTROLCROP.
- "La Informática en Inmótica". En: II Jornadas de Informática de la UAL. Conferencia Invitada
- "Modelado y Control de Fotobiorreactores Industriales" Automàtica i Informàtica Industrial (ESAII). Conferencia invitada

2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRÍO SOLAR

2005

10

CIESOL aniversario

2015

UNA DÉCADA SACANDO PARTIDO AL SOL

RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR

La Unidad de Recursos Solares y Frío Solar se forma en el año 2006 a raíz del Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL) y sus miembros pertenecen al grupo "Recursos Energético Solares y Climatología (TEP165)".





El Grupo TEP165 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.

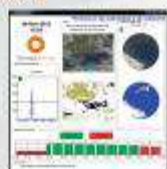
En la actualidad está formado por 9 profesores todos ellos doctores, 7 pertenecientes al área de Física Aplicada, 1 al área de Máquinas y Motores Térmicos y 1 al área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y tres investigadores también doctores.

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Francisco Javier Batlles Garrido
 Universidad de Almería
 950 015 914 - fbatlles@ual.es

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

- 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.



MIEMBROS DEL GRUPO

Francisco Javier Batlles Garrido Universidad de Almería	Francisco Javier Barbero Francisco Universidad de Almería	Sabina Rosiek Pawlowska Universidad de Almería
Mercedes Martínez Durbán Universidad de Almería	Joaquín Alonso Montesinos Universidad de Almería	Juan Luis Bosh Saldaña Universidad de Granada

PROYECTOS

- Predicción de la radiación solar en el receptor de una planta termosolar de torre central, Plan Nacional (Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad) - Ministerio de Economía y Competitividad.
- Módulo piloto polivalente para la evaluación y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables - Ministerio de Ciencia y Competitividad.
- Mejora de procesos agroalimentarios de frigoconservación y postcosecha desde el punto de vista cualitativo, energético y económico, SAVIA.
- Predicción a corto plazo de la nubosidad utilizando técnicas de teledetección y de tratamiento de imágenes, Ministerio de Economía y Competitividad.



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
 Solar Energy Research Center
 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
 Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
 04120 Almería





www.ciesol.es - www.ciesol.com

2.5.1 Descripción de la unidad

La Unidad de Recurso Solar está compuesta por los miembros del grupo "Recursos Energético Solares y Climatología (TEP165)". 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 y doctores del área de Física Aplicada, del área de Máquinas y Motores Térmicos y del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y tres contratados doctores.

2.5.2 Líneas estratégicas del grupo

Las principales líneas estratégicas del grupo son las siguientes:

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

2.5.3 Investigador principal del grupo

Francisco Javier Batlles Garrido (Scopus Author 6602731047)

Profesor Titular de Universidad y acreditado al Cuerpo de Catedráticos de Universidad por el 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. 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 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 2015

Durante 2015 se ha trabajado en el proyecto de infraestructura científica "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.

El proyecto en la actualidad está en fase de ejecución. Dicho módulo consta de tres cámaras piloto acondicionadas por tres sistemas de refrigeración diferentes con el fin de compararlas. Los sistemas de refrigeración son: convencional, basado en almacenamiento con cambio de fase y de absorción. Las tres cámaras se instalaron en el patio del edificio CIESOL de la Universidad de Almería, con el fin de poder alimentar una de ellas con el agua procedente del almacenamiento térmico de sistema de absorción previamente instalado y analizado durante el proyecto ARFRISOL.

Una nueva línea de trabajo que se ha introducido en el grupo ha sido 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 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. Se han desarrollado trabajos de modelización de la radiación solar con medidas extremas de temperatura diaria en zonas desérticas y estudios de atenuación atmosférica en el desierto de Atacama (Chile). Se desarrollo una campaña de medidas de aerosoles atmosféricos en el desierto de Atacama. También se ha desarrollado una caracterización e influencia del polvo en la producción de paneles fotovoltaicos.

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

N/A

2.5.6 Producción Científica

Artículos

- Beam, diffuse and global solar irradiance estimation with satellite imagery. Energy conversion and management 2015, 105, pp 1205-1212.
- Solar irradiance forecasting at one-minute intervals for different sky conditions using sky camera images. Energy conversion and management 2015, 105, pp 1166-1177.
- The use of a sky camera for solar radiation estimation based on digital image processing. Energy 2015, 90(1), pp 377-386.

- Solar radiation forecasting in the short- and medium-term under all sky conditions. Energy 2015, 83, pp 387-393.

2.5.7 Miembros del grupo

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

2.5.8 Proyectos vigentes durante 2015

2.5.8.1. Módulo piloto polivalente para evaluación, optimización y mejora de los sistemas de fríoconservación agroalimentaria con energías renovables

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

N.A.

Duración prevista:

Septiembre 2014 – Diciembre 2015

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo fundamental del proyecto consiste en analizar la eficiencia energética de un sistema de fríoconservación basado en almacenamiento de energía en cambio de fase y un sistema de refrigeración basado en "frío solar", sistema de absorción, para diferentes necesidades energéticas y ambientales. Las líneas de investigación en las que se utilizarán serán: almacenamiento de frío en cambio de fase, modelización de sistemas de acumulación de hielo ligado a las energías renovables, caracterización y modelización de modelos óptimos de fríoconservación, eficiencia energética en sistemas de fríoconservación.

Objetivos:

- Evaluación y modelización energética del sistema de fríoconservación instalado en el edificio CIESOL. Implementación y pruebas experimentales de nuevos algoritmos de control propuestos para mejora de la instalación.
- Realización de múltiples ensayos sobre aprovechamiento de frío solar acumulado, aportando aún más funcionalidad y ahorro energético a la actual instalación del edificio CIESOL.
- Análisis del impacto energético y ambiental teniendo en cuenta varios factores como por ejemplo: ahorro de energía primaria, emisiones de CO₂, costes de inversión, operación y mantenimiento anual y finalmente el periodo de amortización de la instalación estudiada.

2.5.8.2. Mejora de procesos agroalimentarios de frigoconservación y postcosecha desde el punto de vista cualitativo, energético y económico

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Savia Biotech

Duración prevista:

Noviembre 2014 – Diciembre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El objeto del proyecto es el suministro e instalación de un Módulo Piloto Polivalente para ensayos de Evaluación, Optimización y Mejora de los sistemas de Producción y Conservación del sector Agroalimentario Almeriense. El Módulo se instalará en una ubicación privilegiada como es el edificio "CIESOL" de la UAL en Almería. El módulo Piloto polivalente estará compuesto de tres partes o módulos principales que a su vez serán complementarios entre sí, y de una sala de supervisión y control común en donde se instalará un sistema de adquisición de datos, monitorización y control remoto flexible que va a permitir la gestión, supervisión y evaluación de los diferentes ensayos a realizar dirigidos a mejorar el sector agroalimentario estatal y en concreto su caracterización sobre el entorno Almeriense.

Objetivos:

- Estudiar la eficiencia y ahorro energético en cámaras de frigoconservación.
- Validar y cuantificar el ahorro energético del nuevo sistema frente al convencional.
- Comparar los sistemas de acumulación de energía por cambio de fase y reconocer el sistema óptimo para el entorno almeriense.
- Evaluar y optimizar el modelo de acumulación de hielo ligado a renovables.
- Validar y cuantificar el ahorro energético del nuevo sistema.
- Realizar ensayos de postcosecha con diferentes tipos de frutas y verduras para validar y optimizar su conservación con las nuevas tecnologías.
- Divulgar y presentar los resultados trasladables al sector agroalimentario Almeriense.
- Concretar y caracterizar el futuro modelo óptimo de frigoconservación Almeriense mediante una herramienta de simulación tangible.

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

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

El conocimiento de predicciones precisas de los niveles de DNI en el receptor de Centrales solares de Receptor Central (CRC) es crucial, influyendo no sólo en el funcionamiento de la planta, sino en el propio mercado de precios. 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.

El objetivo del proyecto es 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.

Objetivos:

- Estimación de la radiación solar directa en tierra utilizando imágenes de satélite y de cámara de cielo.
- Diseño, implementación y ejecución de un sistema en tiempo real, para una recogida de datos síncrona de ceilómetro, visibilímetro y radiación.
- Instalación, orientación y puesta en marcha de las cámaras CCD. Diseño e implementación de algoritmos para la adquisición y procesado de imágenes.
- Desarrollo de un sistema de modelado atmosférico en las capas más próximas a la superficie
- Diseño, implementación y desarrollo de un sistema de predicción de la radiación solar directa a una hora vista.
- Evaluación de la predicción de radiación solar con datos medidos procedentes de la estación radiométrica.
- Diseño de una interfaz de usuario, con la correspondiente implementación de algoritmos de control y de procesamiento de datos, donde se presente, en tiempo real, la predicción de radiación final estimada en la torre central de las plantas termosolares.

2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Reuniones con la empresa Hedera Helix Ingeniería y Biotecnología S.L., Phase Change Technologies S.L., para la elaboración de un proyecto común.

Estancia en el mes de julio en la Universidad de Antofagasta (Chile) para presentar, entre otros, el sistema de predicción de nubosidad y radiación en tiempo real utilizando imágenes de cámaras de cielo de bajo coste y el sistema de refrigeración y calefacción solar instalado en el edificio CIESOL. Campaña de medidas en el desierto de Atacama

Seminario “Modelización del recurso solar utilizando redes neuronales artificiales”. Impartido en el Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta, Antofagasta (Chile). Julio de 2015.

Conferencia: “Evaluación y predicción del recurso solar utilizando imágenes de satélite”. Impartida en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Antofagasta, Chile.

Conferencia: “Evaluación y predicción del recurso solar con imágenes de cámara de cielo”. Impartida en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Santiago, Santiago de Chile (Chile).

2.5.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Convocatoria WaterWorks 2014 ERA-NET Cofunded Call, de la unión Europea "THERBIOR: thermal energy recovery from a novel sequencing batch biofilter granular reactor". Liderada por la Universidad de Almería, y como socios, CIESOL 2.-0 LCA Consultants (Dinamarca), Hedera Helix Ingeniería Y Biotecnología S.L. (España), junto al The National Research Council (Italia).
2. Convocatoria de la Unión Europea H2020-EE-2015-1-PPP SOLYERO: newly highly energy performing house with concentrating solar collector and year-round high-temperature storage system. Liderada por Wroclaw University of Technology (Polonia), y como socios, CIESOL, PSA, Technical University of Ostrava (Czech Republic) y Synergia Krzysztof Cebrat (Polonia).
3. Convocatoria ERANETMED_ENERG-11-163, JC-ENERGY-2014- renewable energy and energy efficiency for smart and rural communities. Collaborative research project: GEHMME: geothermal and hybrid-geothermal systems to improve Mediterranean agronomic sector. Liderada por The National Research Council (Italia), y como socios, CIESOL, UHBC University (Alegría) y The Abdelmalek Essaadi University (Morocco).
4. Convocatoria de la Unión Europea H2020-SC5-2015. COOLCITY: Innovation in solar-assisted pavement COOLing to boost air quality and shrink carbon emissions in the CITY. Liderada por la Universidad de Almería, y como socios, CIESOL, Huygen Installatie Adviseurs (Holanda), junto al Institute for Renewable Energy (Italia), University of Nottingham (Inglaterra), National y Kapodistrian University of Athens (Grecia), The Cyprus Institute (Cipre).
5. Convocatoria 2015 para la concesión de ayudas correspondientes al programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad, modalidad 3: proyectos de I+D+I para jóvenes investigadores sin vinculación o con vinculación temporal. Desarrollo de una instalación de frigoconservación basada en almacenamiento térmico de energía con materiales de cambio de fase y energías renovables.

2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

2005

10 CIESOL

aniversario

2015

UNA DÉCADA SACANDO PARTIDO AL SOL

DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

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.





INVESTIGADORES PRINCIPALES

José María Fernández Sevilla
Universidad de Almería
950 015 899 - jfermand@ual.es

Guillermo Zaragoza del Águila
CIEMAT-PSA
950 387 841 - guillermo.zaragoza@psa.es

LÍNEAS ESTRATÉGICAS

Se desarrollan dos líneas paralelas de trabajo relacionadas con el uso de la energía solar (desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas y producción de microalgas y productos de interés), empleando 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. 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

MIEMBROS DEL GRUPO

José María Fernández Sevilla Universidad de Almería	Guillermo Zaragoza del Águila CIEMAT-PSA	Francisco Gabriel Acien Fernández Universidad de Almería	Diego César Alarcón Padilla CIEMAT-PSA
María del Mar Morales Amaral Universidad de Almería	Alba Ruiz Aguirre CIEMAT-PSA	Cintia Gómez Serrano Universidad de Almería	Juan Antonio Andrés Mañas CIEMAT-PSA
Pablo Fernández del Olmo Universidad de Almería	Patricia Palenzuela CIEMAT-PSA		

PROYECTOS

- Zero Carbon Resorts (ZCR), Comisión Europea, programa SWITCH-ASIA.
- Investigación de tecnologías de tratamiento, reutilización y control para la sostenibilidad futura de la depuración de aguas residuales (ITACA), Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, CDTI y Aqualia S.A.
- Modelling, simulation, control and optimization of photobioreactors (MACROBIO), Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Nuevos tratamientos para la mejora en la calidad de las aguas ácidas de la minería (TAAM) CIN/1729/2011, Sociedad Anónima de Depuración y Tratamientos, SADYT, FEDER 2013.
- Improving the Performance of Concentrating PV by Exploiting the Excess Heat through a Low Temperature Supercritical Organic Rankine Cycle (CPV/RANKINE), Comisión Europea, 7th FP, Acciones SME.
- Management of mine water discharges to mitigate environmental risks for post-mining period (MANAGER), European Commission, Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel.
- RED Heat-to-Power, conversion of Low Grade Heat to Power through closed-loop Reverse Electro-Dialysis, programa H2020 de la Comisión Europea (LCE-01-2014 - New knowledge and technologies).



CIESOL
Centro de Investigación en Energía Solar
PARTIDO AL SOL

CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com



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 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. 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 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Guillermo Zaragoza del Águila (Scopus Author 6701505211)

Científico contratado del CIEMAT. Departamento 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.

2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2015

El Proyecto RED Heat-to-Power comenzó en mayo. Durante este tiempo se ha realizado un análisis teórico del máximo rendimiento alcanzable con procesos de separación basados en tecnologías convencionales de evaporación como la destilación multi-efecto (MED) y la destilación por membranas (MD). Se ha considerado un Sistema MED a temperatura superior a 70°C, puesto que al operar en circuito cerrado no se espera que haya precipitación de sales bivalentes. Además, se ha contemplado la opción de aumentar la eficiencia energética regenerando el vapor del último efecto mediante ciclos de absorción/desorción. Para las opciones de separación a menor temperatura, se ha analizado y descartado el uso de ósmosis directa con solventes de polaridad variable debido al alto consumo térmico necesario para la regeneración de la solución extractiva.

El proyecto PURALGA se ha ido ejecutando a lo largo del año 2015 según lo previsto en el cronograma, en colaboración con la Universidad de Valladolid y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL). La tarea principal de este primer año ha sido la optimización de la producción de microalgas usando efluentes agroindustriales (purines y digestatos) lo que se ha llevado a cabo mediante ensayos en laboratorio y en campos destinados a medir la capacidad de las microalgas para metabolizar diferentes concentraciones de estos efluentes, así como el estudio fluidodinámico por medio de CFD (Computer Fluid Dynamics) para la optimización de las condiciones de cultivo en fotobiorreactores tipo "Raceway" con el objetivo de maximizar la eficiencia de captación y metabolización de la energía solar, siendo esta tarea en la que ha la colaboración del CIESOL ha resultado determinante. El conocimiento de los patrones de mezcla en los mencionados fotobiorreactores y la influencia en los ciclos luz/oscuridad a los que se ven sometidos las microalgas en su seno serán de gran importancia en la obtención de resultados en la tarea una vez los resultados sean analizados.



Además del proyecto PURALGA durante 2015 se ha puesto en marcha el proyecto EDARSOL en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) enfocado al tratamiento de aguas residuales urbanas con microalgas, y el proyecto europeo GREENBIOREFINERY dentro de la convocatoria ERANET-LAC en colaboración con universidades y centros de investigación de Portugal, Argentina y Colombia, para el tratamiento de aguas residuales de cerveceras con microalgas. Otra de las líneas empezadas este año ha sido la producción de bacterias de uso agrícola, dentro de la convocatoria RETOS colaboración, en colaboración con la empresa Biorizon y la Fundación Cajamar.

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

Se han incorporado como nuevos investigadores del grupo:

- Azahara Martínez García, prácticas de empresa.
- Jose Peña Martín, contratado en el proyecto EDARSOL.
- Ismael Martín Cara, contratado en el proyecto GREEN BIOREFINERY.
- Pablo Fernández del Olmo, contratado en el proyecto PurAlga.

2.6.6 Producción Científica

Artículos

- Techno-economic assessment of a pilot-scale plant for solar desalination based on existing plate and frame MD technology Desalination 2015, 374, pp. 70-80.
- Renewable energy desalination: performance analysis and operating data of existing RES desalination plants, Desalination and Water Treatment 2015, 55:11, pp. 3120-3140.
- Energy recovery using salinity differences in a multi-effect distillation system, Desalination and Water Treatment 2015, 55:11, pp. 3048-3055
- Assessment of the use of solar thermal collectors for desalination, Desalination and Water Treatment 2015, 55:10, pp. 2856-2867.
- Assessing the validity of solar membrane distillation for disinfection of contaminated water, Desalination and Water Treatment 2015, 55:10, pp. 2792-2799.
- Productivity analysis of two spiral-wound membrane distillation prototypes coupled with solar energy, Desalination and Water Treatment 2015, 55:10, pp. 2777-2785.
- Evaluation of FO-RO and PRO-RO designs for power generation and seawater desalination using impaired water feeds, Desalination 2015, 368, pp. 27-35.
- Large-scale solar desalination by combination with CSP: Techno-economic analysis of different options for the Mediterranean Sea and the Arabian Gulf, Desalination 2015, 366, pp. 130-138.
- Comparison between CSP+MED and CSP+RO in Mediterranean Area and MENA Region: Techno-economic Analysis, Energy Procedia 2015, 69, pp. 1938-1947.
- Characterisation of the coupling of multi-effect distillation plants to concentrating solar power plants, Energy 2015, 82, pp. 986-995.
- Dynamic modeling and simulation of a solar-assisted multi-effect distillation plant, Desalination 2015, 357, pp. 65-76.
- Improvement of stability and carotenoids fraction of virgin olive oils by addition of microalgae Scenedesmus almeriensis extracts. Food Chemistry 2015, 175, pp. 203-211.
- Influence of pH and CO₂ source on the performance of microalgae-based secondary domestic wastewater treatment in outdoors pilot raceways. Chemical Engineering Journal 2015, 265 pp. 239-248.
- Outdoor pilot-scale production of Nannochloropsis gaditana: influence of culture parameters and lipid production rates in raceway ponds. Algal Research 2015, 8, pp. 205-213.
- Direct supercritical methanolysis of wet and dry unwashed marine microalgae (Nannochloropsis gaditana) to biodiesel. Applied Energy 2015, 148, pp. 210-219.
- A whole biodiesel conversion process combining isolation, cultivation and in situ supercritical methanol transesterification of native microalgae. Bioresource Technology 2015, 190, pp. 281-288.
- Energetic, economic and environmental assessment of the pyrolysis and combustion of microalgae and their oils. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2015, 51, pp. 1752-1770.
- Utilization of secondary treated wastewater for the production of freshwater microalgae. Applied Microbiology and Biotechnology 2015, 99, pp. 6931-6944
- Selective pH and dissolved oxygen control strategy for raceway reactor within an event-based approach. Control Engineering Practice 2015, 44, pp. 209-218.

- Utilization of centrate from wastewater treatment for the outdoor production of *Nannochloropsis gaditana* biomass at pilot-scale. *Algal Research* 2015, 12, pp. 17–25.
- Outdoor production of *Scenedesmus* sp. in thin-layer and raceway reactors using centrate from anaerobic digestion as the sole nutrient source. *Algal Research* 2015, 12, pp. 99–108.
- Selection of native Tunisian microalgae for simultaneous wastewater treatment and biofuel production. *Bioresource Technology* 2015, 198, pp. 424–430.
- Distributed Sliding Mode Control of pH in Tubular Photobioreactors. *Control Systems Technology, IEEE Transactions on* 99, 2015 pp. 1-4.
- Optimization of biomass production in outdoor tubular photobioreactors. *Journal of Process Control*, 2015, 37, pp. 58-69.

Libros

- Concentrating Solar Power and Desalination Plants. Patricia Palenzuela, Diego-César Alarcón-Padilla, Guillermo Zaragoza. Springer 2015. ISBN 978-3-319-20534-2

Capítulos de Libros

- Libro: Microalgal Production for Biomass and High-Value Products Capítulo: Supply of CO₂ to Closed and Open Photobioreactors. F.G. Ación Fernández, J.M^a Fernández Sevilla and E. Molina Grima. Slocombe/Benemann CRC Press Taylor and Francis Group 2015.

Congresos

- 3W Conference, Presentación oral, 28 Enero 2015 Bangkok, Thailand.
- 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation, MED 2015.
- EuroMed 2015. 8 Presentaciones orales. 10-14 May 2015 Palermo, Italy.
- 2nd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse. 1 presentación oral y 2 pósters. 1-4 Julio 2015 Ravello, Italy.
- Desaltech 2015. International Conference on Emerging Water Desalination Technologies in Municipal and Industrial Applications. 2 presentaciones orales. 28-29 Agosto 2015 San Diego, USA.
- XXXVI Jornadas de Automática. 2 presentaciones orales, 2 - 4 Septiembre 2015 Bilbao, Spain.
- 2nd International Conference "Investigación, Desarrollo e Innovación en Sostenibilidad Energética", Presentación oral invitada 11-13 Noviembre 2015 Quito, Ecuador.
- Expoliva 2015. El Aceite de Oliva. Poster. Jaén, España.
- IWA Water and Industry. Presentación oral y 2 pósters, 2015 Vasteras, Suecia.
- 7th international symposium on microalgae and seaweed products in plant/soil systems. Mosonmagyaróvár. Presentación oral, 2015 Hungría.
- IV SOLABIAA LATIN AMERICAN CONGRESS. Presentación oral y póster, 2015 Florianopolis, Brasil.
- V Congreso Latinoamericano de Biotecnología Algal. Presentación oral y 3 pósters, 2015 Viña del Mar, Chile.
- ALGAERUROPE Conference Presentación oral, 2015. Lisboa, Portugal.
- International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses Póster 2015. Evora, Portugal.

Patentes

TITULO: Sistema de eliminación de metales pesados en aguas mediante microalgas.
NÚMERO DE PATENTE: P201500861
SOLICITANTE: Universidad de Almería

2.6.7 Miembros del grupo

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 – PSA
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387941

Francisco Gabriel Acién Fernández



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

Diego César Alarcón Padilla



Investigador titular de OPI
CIEMAT – PSA
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 – PSA
alba.ruiz@psa.es
(+34) 950 387800 (Ext. 998)

Azahara Martínez García



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

Juan Antonio Andrés Mañas



Investigador en formación
CIEMAT – PSA
juanantonio.andres@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (812)

Pablo Fernández del Olmo



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
pfd793@ual.es
(+34) 950 015 914

Patricia Palenzuela



Investigadora contratada
CIEMAT – PSA
patricia.palenzuela@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (909)

Jose Peña Marín



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

Ismael Martín Cara



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

2.6.8 Proyectos vigentes durante 2015

2.6.8.1 Nuevos tratamientos para la mejora en la calidad de las aguas ácidas de la minería (TAAM)

Participantes:

SACYR (ES)
SADYT (CIEMAT-PSA as a subcontractor) (ES)
CABAL Geólogos Consultores (ES)
AGQ Mining & Bioenergy (ES)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Sociedad Anónima de Depuración y Tratamientos, SADYT. FEDER 2013. (Orden CIN/1729/2011)

Duración prevista:

Julio 2012 – Diciembre 2014. Prorrogado hasta junio 2015.

Situación:

Finalizado

Resumen:

Los ríos Tinto y Odiel, en la provincia de Huelva, están muy contaminados como consecuencia de las actividades mineras en la zona. Durante los últimos años se ha intentado abordar el tratamiento pasivo de los lixiviados ácidos. Sin embargo, la alta concentración de contaminantes en las aguas residuales de las actividades mineras hace necesario el desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento con mejor rendimiento económico que las actuales.

Objetivos:

La actividad en la que participa el CIESOL, es desarrollar un proceso de tratamiento mediante membranas de ósmosis inversa con vertido cero (líquido) del agua para la mejora de la calidad del agua de la presa de Alcolea, sostenible ambiental, energética y económicamente. El objetivo particular de este grupo CIESOL es investigar la eficiencia del tratamiento de las aguas ácidas mediante un proceso de ósmosis inversa alimentado por energía solar térmica.

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 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. 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 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. A partir de la caracterización de la biomasa se desarrollarán procesos adecuados para la valorización completa de la misma. Por último, la tecnología desarrollada se escalará a escala piloto, hasta bioreactores de 1 m³. 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 su uso 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 Conversion of Low Grade Heat to Power through closed loop Reverse Electro-Dialysis (RED-Heat-to-Power)

Participantes:

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

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.

Objetivos:

- 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 escalar 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.

2.6.8.5 Management of mine water discharges to mitigate environmental risks for post-mining period (MANAGER)

Participantes:

Główny Instytut Górnictwa, Poland
Hulleras del Norte S.A., Spain
Asociación Para La Investigación Y Desarrollo Industrial de Los Recursos Naturales, Spain
DMT GmbH & CO. KG, Germany
Universidad de Almería, Spain
Centre for Research and Technology Hellas, Greece
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques , France
IXSANE S.A.S, France
The Coal Authority, United Kingdom
TAURON Wydobycie S.A., Poland

Contactos:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel

Duración prevista:

Julio 2013 – Junio 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto MANAGER tiene por objetivo desarrollar y evaluar diferentes tecnologías de tratamiento de aguas de mina contaminadas con metales pesados para su aplicación en escenarios posteriores al cierre de las actividades mineras. En este proyecto participan diversos centros de investigación y empresas europeas y el plan de trabajo se divide en cuatro etapas correspondientes al grado de desarrollo y aplicación de las distintas tecnologías, desde ensayos de laboratorio a la demostración en condiciones reales.

Objetivos:

- Evaluación de riesgos e impacto asociado a la contaminación de aguas de mina en escenarios posterior al cierre de actividad.
- Desarrollo de tecnologías de tratamiento de aguas de mina.
- Aplicación y validación de las tecnologías desarrolladas.
- Demostración a escala piloto de las mejores tecnologías desarrolladas.
- Coordinación y difusión de resultados.

2.6.8.6 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:

En curso

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:

- Modelado dinámico de plantas de desalación híbridas gas-solar.
- Análisis de sistemas de acumulación energética y otros auxiliares para reducir el coste energético.
- Diseño de modelos simplificados de control
- Desarrollo de estrategias para el control de 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.

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

Participantes:

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)

Universidad de Valladolid

UAL

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:

En curso

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. 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:

- 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.

2.6.8.8 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:

En curso

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.

Se pretende en este proyecto desarrollar nuevas tecnologías de depuración sobre la base de un mejor conocimiento de los sistemas biológicos empleados, así como de la optimización del diseño y operación de los reactores, y en la separación y utilización de la biomasa obtenida.

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.
- Analizar la viabilidad técnico-económica de los procesos desarrollados.

2.6.8.9 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 2017.

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.

Objetivos:

- Selección e identificación de bacterias beneficiosas para suelos y plantas. El aislamiento y selección de estas cepas permitiría ampliar la gama de microorganismos adecuados en su empleo como agentes de control biológico, favoreciendo de esta forma la reducción de los niveles aplicados de fitosanitarios químicos altamente contaminantes.
- 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. Esta tarea es un reto por cuanto se pretende correlacionar cuantitativamente los efectos positivos en la productividad de los cultivos con la cuantificación del incremento en la disponibilidad de nutrientes y reducción de organismos patógenos. Se trata por tanto de una evaluación neta de la mejora de la productividad además de la elucidación de los fenómenos subyacentes en la misma.

2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Conferencia: "Production and downstream of microalgae for the production of valuable compounds". Impartida en el Workshop KOREA-SPAIN, Málaga (España).

Conferencia: "Uso de microalgas y/o bacterias en agricultura intensiva". Impartida en el Seminario Técnico Agronómico, El Ejido (España).

Conferencia: "Potential of wastewater treatment using microalgae in the Mediterranean context". Impartida en el congreso IWA Water and Industry, Vasteras, (Suecia).

Conferencia: "Tratamiento de aguas residuales y efluentes con microalgas". Impartida en el congreso Jornadas Técnicas sobre biotecnología de microalgas, Instituto Tecnológico de Canarias(España).

Conferencias: "Algae biotechnology", "Environmental applications of microalgae bio-technology" y "Algae bio-technology method: applicability to mine water discharges". Impartidas en el congreso Workshop Innovative treatment technologies for mine water discharges. Universidad de Oviedo (España).

Conferencias: "Biofuels from microalgae: When it is possible and when it is feasible to produce" y "Major Factors Limiting the Utilization of Microalgae for Wastewater Treatment". Impartidas en el congreso IV Solabiaa Latin American Congress. Florianopolis (Brasil).

Conferencia: "Commercial applications of microalgae". Impartida en el congreso Resultados del Consorcio Desert-Bioenergy. Antofagasta (Chile).

Conferencia: "Integral utilization of microalgae production of biofertilizers". Impartida en el congreso 3rd Iberoamerican Congress Biorefineries. Concepcion (Chile).

Conferencia: "Use of microalgae for the treatment of urban and agro-industrial wastewaters". Impartida en el congreso International Workshop Bioprocess Engineering. Temuco (Chile).

2.6.10 Proyectos solicitados durante 2015

1. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016. Programa FEDER ININTERCONECTA. Biorefinería a pequeña escala de aplicación insitu en entornos rurales con actividad mixta agrícola y ganadera (bioREFINA).
2. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016. Programa FEDER ININTERCONECTA. Depuración sostenible de aguas residuales en pequeños entornos (EXPLORA).
3. Marine Biotechnology ERA-NET 2015. Sustainable production of bioactive compounds from marine microalgae (SEA4LIFE).
4. LIFE15 ENV/ES/000285 LIFE GREEN FARMING. Treatment plant for Integral environmental management and bio-valorization of animal manure.

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.

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



INFRAESTRUCTURA CIESOL: ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR

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 a la comunidad científica y las empresas del sector.

Además, la presencia de las distintas unidades funcionales, y el hecho de contar con una unidad técnica especialista en el manejo y mantenimiento del equipamiento, nos convierte en un centro multidisciplinar con la capacidad de combinar distintas áreas de investigación para desarrollar proyectos de investigación, tesis doctorales, dar servicios al exterior, etc.

Sistema micromolar fotoquímico

Cromatógrafo de Gases SHIMADZU GC-2010

Espectrofotómetros

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

Irradiador de tubos de RMN

Carruseles de reacción

Plantas piloto para el tratamiento de aguas contaminadas

Reactores biológicos

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

Analizadores de carbono orgánico total (TOC)

Analizador de la demanda biológica de oxígeno (DBO)

Analizador de la demanda química de oxígeno (DQO)

Simulador solar Suntest cPS+ de Atlassuntest

Cromatógrafo Líquido de Alta Presión (UPLC Agilent Technologies series 1200)

Cromatógrafo de Gases SHIMADZU GC-2010GC-2010

Espectrómetro de masas triple cuadrupolo BRUKER 320MS acoplado al cromatógrafo de gases BRUKER 450GC 450

Cromatógrafo Iónico (Metrohm 881 Compact IC Pro)

Espectrómetros de masas AB SCIEX QTRAP 5500 LC/MS/MS y TripleTOF™ 5600+



CIESOL - Centro de Investigaciones de la Energía Solar
Solar Energy Research Center
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano
04120 Almería



www.ciesol.es - www.ciesol.com

El equipamiento del que dispone el área de aprovechamiento químico es el siguiente:

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

Espectrofotómetros

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

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

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

Se 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 ($\text{DBO mg O}_2/\text{L}$) 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

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

2005

10 años

CIESOL

aniversario

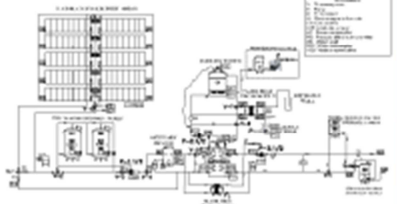
UNA DÉCADA SACANDO PARTIDO AL SOL

2015

Infraestructura:
Área de Aprovechamiento Energético de la Energía Solar

1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN SOLAR.

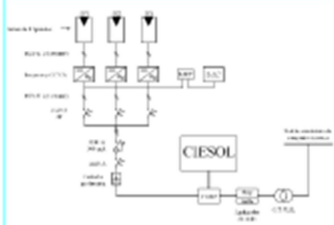
El edificio CIESOL es uno de los pocos C-DE (centro de desarrollo e investigación) del Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frio Solar (PSE-ARFRISOL). En el verano el año 2008 se instaló un sistema de refrigeración y calefacción solar. Dicho sistema consta fundamentalmente de un campo de captadores planos, una máquina de absorción, una torre de refrigeración, un sistema alternativo de disipación de calor utilizando agua de subterráneo, dos tanques de almacenamiento térmico, un sistema de apoyo y dos tanques de agua fría (figura adjunta). La instalación abastece la demanda de refrigeración y calefacción del edificio CIESOL y sirve como el banco de ensayos para las investigaciones.


El esquema general y la imagen del sistema de refrigeración y calefacción solar.

2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Desde el Septiembre del año 2009, el edificio CIESOL cuenta con una instalación fotovoltaica que consiste en un total de 42 módulos, configurando un campo fotovoltaico de 9,324 kWp conectado a tres inversores de 2500 W de potencia nominal. Dicho sistema fue desmontado gracias al Proyecto ARFRISOL. En la figura adjunta se muestra un esquema general de la instalación donde se observa la conexión y distribución de los elementos.




El esquema general y la imagen de la instalación fotovoltaica.

3. GARITA METEOROLÓGICA

Desde 2007, el CIESOL cuenta con una estación meteorológica ubicada en la azotea del edificio. La figura adjunta muestra los sensores instalados en la garita meteorológica. Se dispone de un seguidor solar (2AP Replicon) sobre el cual están instalados los sensores de medida de radiación solar global, directa y difusa respectivamente. En la mencionada estación se miden también otras variables meteorológicas genéricas, tales como temperatura, humedad y dirección de viento, humedad, CO₂ y presión atmosférica. Durante el año 2014 en la azotea del edificio CIESOL se instalaron las siguientes equipos:

- Celómetro Vaisala CL51. Proporciona información de las nubes y visibilidad vertical.
- Cámara de video ASTOR (All Sky Transmission Monitor), modelo CODE (CODE Detector). Proporciona imágenes del cielo en tiempo real.
- Cámara de cielo de bajo coste MOBOTOX Q24. Proporciona imágenes del cielo en tiempo real.

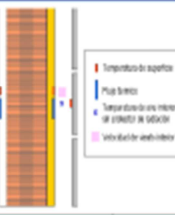



Garita meteo: seguidor solar, anemómetros, cámara de nubes y antena parabólica encargada de establecer comunicación con el satélite geostacionario Meteosat de Segunda Generación.

4. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El edificio CIESOL cuenta con un amplio sistema de monitorización diseñado para demostrar el cumplimiento de los objetivos del proyecto ARFRISOL. Actualmente el sistema de monitorización del edificio cuenta con 317 sensores, correspondientes al conjunto de sensores instalado a lo largo de la vida del proyecto. Se dispone de una terminal de adquisición, enfocada a almacenar datos por minuto de los sistemas hardware de National Instruments, en archivos datos.



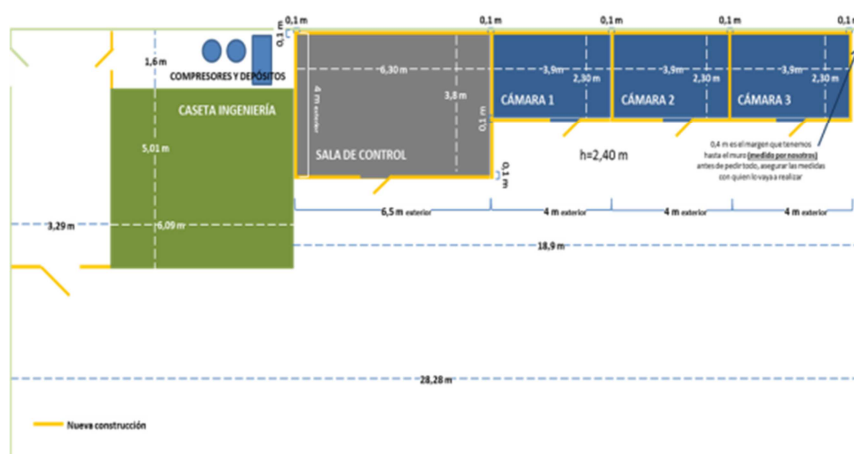


Detalle del laboratorio singular para estudios de confort. Distribución de sensores en la fachada ventilada. Vista exterior y lateral.

Durante el año 2015 y gracias a un 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 un módulo piloto. 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. A continuación se describen las mencionadas instalaciones:

- Cámara piloto de frigoconservación n°1 con sistema de acumulación de energía térmica por cambio de fase (acumulación en hielo) y sistema de energía híbrido solar fotovoltaica y aerogenerador en autoconsumo.
- Cámara piloto n°2 climática de control de parámetros ambientales, dotada de sistema de control experto, cámara patrón de la cámara n°1, al ser de las mismas dimensiones y tener la misma potencia frigorífica instalada.
- Cámara piloto n°3 para pruebas de refrigeración mediante el aprovechamiento de la acumulación de agua del ciclo de absorción solar del edificio CIESOL, cuyo objetivo primordial es la prueba de la refrigeración del local mediante aprovechamiento de agua fría del ciclo de absorción del edificio CIESOL.



Esquema del patio del CIESOL con las tres cámaras piloto de frigoconservación y la cámara de control instaladas dentro del proyecto UNAM13-1E-2532.



Tres 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.

4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.

4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO

Director	José Antonio Sánchez Pérez Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería jsanchez@ual.es
Subdirector	Sixto Malato Rodríguez Investigador 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 Profesor Titular de la UAL fbatlles@ual.es	

4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería

vinvest@ual.es

Manuel Berenguel (Catedrático de la Universidad de Almería)

beren@ual.es

Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT

sixto.malato@psa.es

Eduardo Zarza (Profesor de Investigación de CIEMAT)

eduardo.zarza@psa.es

4.4 COMITÉ CIENTÍFICO

Sebastián Dormido

sdormido@dia.uned.es

Catedrático de Informática y Automática de la UNED

María Luisa Castaño

mluisa.castano@micinn.es

Directora General de Innovación y Competitividad.

dgic@mineco.es'

MINECO-Gobierno de España.

Rafael van Grieken

rafael.vangrieken@urjc.es

Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad Rey Juan Carlos

David Serrano

david.serrano@imdea.org

Catedrático de Ingeniería Química y Director de IMDEA-Energía