

CIESOL

Centro Mixto Universidad de Almería-Centro de Investigaciones Energéticas,
Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

Título de documento:

Informe de actividades 2006



Referencia: CIESOL-2006-Dirección-01

Revisión: A

Fecha: 15 de Noviembre de 2006

Número de páginas: 34

Autor(s): Dr. Antonio Romerosa (UAL)
Dr. Christoph Richter (DLR-PSA)
Dr. José A. Sánchez (UAL)
Dr. Manuel I. Maldonado (CIEMAT)
Dr. Manuel Berenguel (UAL)
Dr. Luis Yebra (CIEMAT)
Dr. Javier Batlles (UAL)
Dr. M^a Lourdes Ramírez Santigosa (CIEMAT)
Dr. Amadeo R. Fernández-Alba (UAL)
Dr. Sixto Malato Rodríguez (CIEMAT)
Dra. M^a José Jiménez (CIEMAT)
Dra. M^a del Rosario Heras (CIEMAT)

Aprobado por Dr. Amadeo R. Fernández-Alba (Director)

CIESOL es un centro estable de carácter público, sin personalidad jurídica propia, dotada de autonomía científica, tecnológica y administrativa para desarrollar líneas y proyectos de investigación y actividades de desarrollo, transferencia e innovación en diversos ámbitos de la ciencia y tecnología relacionados con la Energía Solar.

<http://www.ciesol.es/>

Página en blanco

ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Actividades en Organometálica y Fotoquímica	5
3. Actividades en Tratamiento de Aguas	7
4. Actividades en Modelado y Control Automático	10
5. Actividades en Evaluación del Recurso Solar	19
6. Actividades en Química Ambiental	22
7. Actividades en ARFRISOL	26
Anexo 1	34

1. Introducción

El 16 de Diciembre de 2005 se inauguró CIESOL. Este informe pretende compendiar las actividades desarrolladas desde entonces y a lo largo de 2006. Es necesario remarcar que siendo el primer año de andadura, las actividades científicas relacionadas con nuevos proyectos de investigación han sido reducidas, fundamentándose la actividad principalmente en la continuación de proyectos ya existentes previamente que los grupos de investigación de CIESOL han ido desplazando desde su ubicación en los laboratorios de la UAL hacia CIESOL. Además se ha hecho un esfuerzo considerable en la preparación de propuestas de nuevos proyectos, tanto al Plan Nacional de Investigación, como al VI Programa marco de la UE. De entre las propuestas presentadas cabe reseñar que se ha alcanzado el éxito con la mayoría de ellas. Además, la actividad relacionada con Contratos de investigación puede considerarse muy exitosa. De todo ello se da cuenta en las siguientes páginas.

Una de las actividades fundamentales de CIESOL durante 2006 ha estado fundamentada en el Proyecto SINGULAR ESTRATÉGICO SOBRE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA Y FRIO SOLAR (PSE-ARFRISOL). El fin de este proyecto, pionero en España, es que cada construcción utilice sólo entre un 10% y un 20% de energía convencional gracias a sistemas solares (térmicos para agua caliente y climatización, y fotovoltaicos para electricidad) y de biomasa, que dotarán a cada edificio de las mejores condiciones de eficiencia energética. El proyecto se desarrollará a lo largo de los próximos cuatro años en cinco edificios públicos, de nueva planta o a rehabilitar, representativos de los diferentes climas del territorio peninsular. En estos cinco inmuebles se analizará al detalle su comportamiento energético, desde la fase de diseño hasta de uso, y se comprobará la reducción del consumo de energía y la disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera. CIESOL ha sido el pionero de todos ellos, ya que todos los demás están por ahora en el inicio de las obras. Más adelante se incluyen detalles de este proyecto estratégico, no englobándose en ninguna de las actividades CIESOL debido a su importancia relativa, presupuesto y participación de diferentes grupos CIESOL.

Respecto a actividades de formación cabe reseñar el éxito conseguido con la puesta en marcha del I MASTER EN ENERGÍA SOLAR, pionero en España. Este Master, de 300 horas de duración, comenzó el pasado 19 de Octubre de 2006, contando con 30 alumnos seleccionados entre 86 pre-inscritos. El profesorado de este Master está formado fundamentalmente por investigadores adscritos a CIESOL a través de sus diferentes grupos de investigación. Este Master y su financiación se engloban dentro de las Actividades en Evaluación del Recurso Solar, responsable de la organización y gestión del mismo, en colaboración con la Facultad de Ciencias Experimentales de la UAL. También debe remarcarse la participación de investigadores de CIESOL en formación de personal de post-grado mediante la participación en un Programa Inter-Universitario de Doctorado: "Control de Plaguicidas en Alimentos y Medio Ambiente" y Programa Interdepartamental de Doctorado "Técnicas Informáticas Avanzadas".

Cabe reseñar también la puesta en marcha de página Web de CIESOL, con dominio propio: <http://www.ciesol.es/>

2. Actividades en Organometálica y Fotoquímica

2.1. NUEVOS VINILIDENOS Y ALENILIDENOS DE RUTENIO CON FOSFINAS SOLUBLES EN AGUA: ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES EN DISOLUCION ACUOSA

Participantes: Grupo de Inv. “Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica” (CIESOL, Univ. de Almería).

Contactos: A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es), Christoph Richter (christoph.richter@dlr.de). <http://www.ual.es/GruposInv/FQM-317/>

Fuente de financiación: MEC.

Duración prevista: Enero 2007- Diciembre 2009.

Situación: Aprobado.

Antecedentes: La catálisis homogénea es uno de los medios más utilizados para la producción industrial de compuestos químicos. A pesar de lo útil que es, dicho procedimiento está aquejado de algunos problemas como la necesidad de uso de disolventes orgánicos, muy contaminantes, la imposibilidad de una fácil reutilización de los catalizadores o necesitar energía térmica.

Objetivos: Se pretenden desarrollar nuevos catalizadores homogéneos solubles en agua que medien reacciones de síntesis orgánica inducidas mediante luz solar. Dichos catalizadores permitirían obtener compuestos químicos con bajo impacto ambiental y energético al usar agua como disolvente, poder reutilizar el catalizador, fácil separación de los productos y el uso de la radiación solar como fuente de energía.

Resultados durante 2006: Inicia su actividad en 2007.

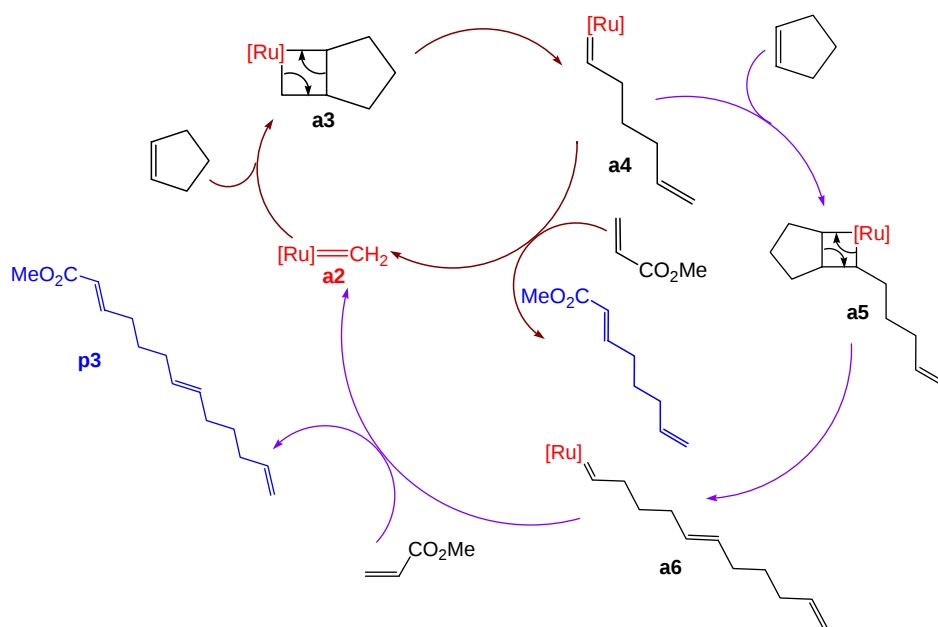


Figura 2.1. Mecanismo propuesto para la formación de enlace C-C entre olefinas en agua.

Publicaciones. Inicia su actividad en 2007.

2.2 FABRICACIÓN AUTOMATIZADA DE MOSAICOS DE BLANCO MACAEL

Participantes: Grupo de Inv. “Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica” (CIESOL, Univ. de Almería).

Contactos: A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es), Christoph Richter (christoph.richter@dlr.de). <http://www.ual.es/GruposInv/FQM-317/>

Fuente de financiación:

Empresa CENTRO TECNOLÓGICO ANDALUZ DE LA PIEDRA (CTAP), Macael, Almería.



Duración prevista: 13/07/2006 – 13/07/2007.

Situación: Firmado.

Antecedentes: Las resinas son indispensables para el tratamiento y consolidación de la piedra natural. Para que el resultado sea utilizable en exteriores las resinas deben ser resistentes al sol y para ello es indispensable el uso de aditivos especiales que retarden la descomposición de los enlaces orgánicos por parte de la radiación solar.

Objetivos: Desarrollar nuevos aditivos retardantes de la rotura de enlaces en moléculas de resina mediante la radiación solar.

Resultados durante 2006: Pendiente de informe a empresa.

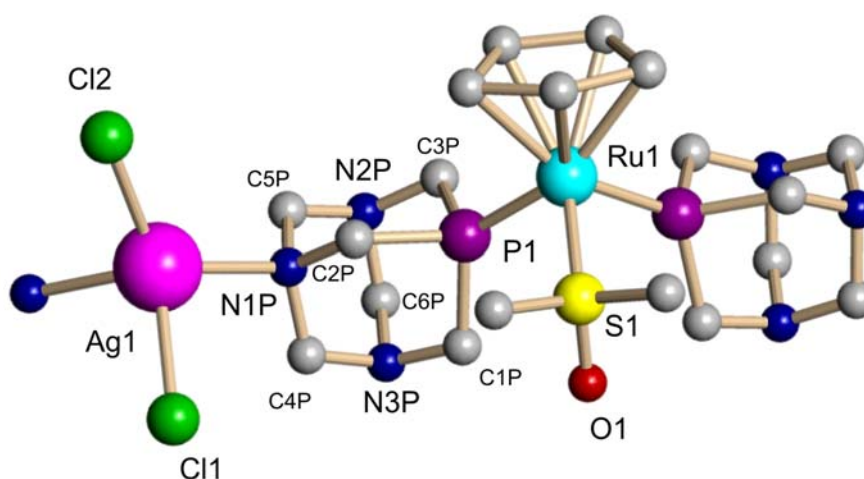


Figura 2.2. Estructura cristalina de un complejo de Ag-Ru como posible aditivo para proteger a resinas de la acción de la radiación ultravioleta.

Publicaciones: Pendiente de informe a empresa

3. Actividades en Tratamiento de Aguas

3.1 AUMENTO DE LA BIODEGRADABILIDAD Y ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES PERSISTENTES EN EFLUENTES ACUOSOS MEDIANTE MÉTODOS DE OXIDACIÓN AVANZADA (FOTOCATÁLISIS SOLAR)

Participantes: Grupo de Inv. “Ingeniería de Bioprocesos y Tecnología Enzimática” (CIESOL, Univ. de Almería); Dept. de Ingeniería Textil de la Univ. Polit. de Valencia; Unidad de “Aplicaciones Medioambientales” de la Plataforma Solar de Almería (CIESOL, CIEMAT), (coordinador).

Contactos: J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es); Ana M^a Amat (aamat@txp.upv.es); S. Malato, sixto.malato@psa.es

<http://www.psa.es/webesp/projects/fotodetox/index.html>

Fuente de financiación: MEC, Proyecto coordinado.

Duración prevista: Diciembre, 2003 - Diciembre, 2006.

Situación: Iniciado

Antecedentes: Los costes de operación de los Procesos de Oxidación Avanzada (P.O.A.) para el tratamiento de aguas conteniendo contaminantes persistentes son elevados. En todo caso, su uso como etapa de pre-tratamiento para aumentar la biodegradabilidad de esas aguas puede estar justificada si el biotratamiento es capaz de degradar los intermedios resultantes del P.O.A.

Objetivos: Estudiar las principales variables que intervienen en la combinación de los métodos de oxidación avanzada mediante fotocátalisis y la depuración biológica para la eliminación de contaminantes persistentes.

Resultados durante 2006 (correspondientes al subproyecto desarrollado en la UAL): Se han realizado cultivos de la bacteria *Pseudomona putida* con diversos plaguicidas (pirimetanil, clorfenvinfos, alaclor y sevnol), tanto del plaguicida sin oxidar como de aguas parcialmente tratadas. Se ha observado que ninguna de las concentraciones ensayadas de plaguicida es inhibitoria del crecimiento bacteriano, sin embargo la bacteria no es capaz de degradar el pesticida. Esto demuestra que en una E.D.A.R., los plaguicidas pueden salir en el efluente sin ser degradados, depositándose finalmente en el ambiente. Asimismo, se ha puesto de relieve la necesidad de realizar un pretratamiento con P.O.A. para obtener intermedios biodegradables. Actualmente se está estudiando la intensidad de tratamiento fotocatalítico idónea para acoplar este proceso con el biológico.

En una fase anterior del proyecto, se modeló el consumo de cuatro sustratos (ácido fórmico, vanilina, fenol y ácido oxálico) frecuentes entre los intermedios de reacción de la fotooxidación de plaguicidas, observándose la complejidad de la cinética que se ajustó usando una suma de cinéticas con parámetros de interacción, fig .1. En la figura 2 se muestra un caso de biodegradación de los intermedios procedentes de la fotooxidación del pirimetanil.

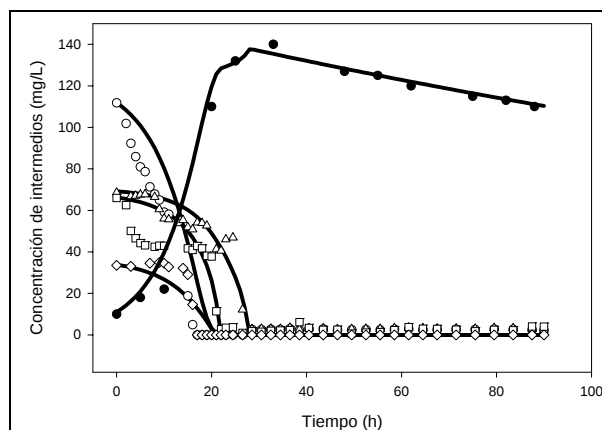


Figura 3.1. Biodegradación de (◇) ácido fórmico, (○) vanilina, (Δ) fenol y (□) ácido oxálico. (●) Concentración de biomasa (P. putida a 30°C y pH 7) en un biorreactor de 5 L.

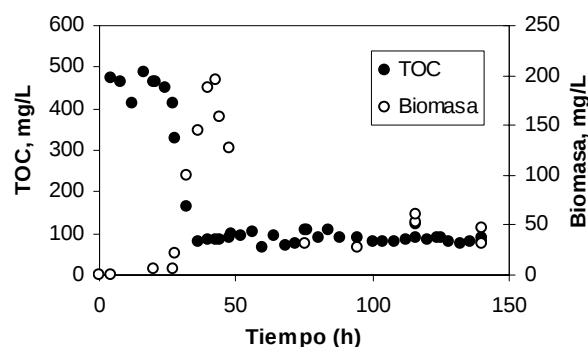


Figura 3.2. Biodegradación de residuos de pirimetanil parcialmente oxidado en un biorreactor de 17 L (P. putida a 30°C y pH 7)

Publicaciones:

M. M. Ballesteros Martín. Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Almería. Diciembre 2005.

M.M. Ballesteros, I. Quesada, E.M. Rodríguez, J.A. Sánchez, F.G. Acien, J. L. García, J.L. Casas, S. Malato. Coupling of photocatalysis and biological treatment for persistent water contaminants removal. Biodegradation of photocatalysis intermediates by *Pseudomonas putida*. *Póster. Expoquimia 2005. Barcelona*.

M.M. Ballesteros, J.A. Sánchez, J.L. García, J.L. Casas, F.G. Acien y S. Malato. Cinética de biodegradación de compuestos aromáticos y ácidos carboxílicos mediante cultivos de *Pseudomonas putida* CECT 324. *Póster. Biotec 2006. Madrid*.

M.M. Ballesteros, J.A. Sánchez, J.L. García, J.L. Casas, F.G. Acien y S. Malato. A biological oxidation process for wastewater treatment: degradation of aromatics and carboxylic acids using *Pseudomonas putida* CECT 324. *Presentación oral. Cierta 2006. Roquetas de Mar, Almería*.

M. M. Ballesteros, J.A. Sánchez, J.L. García, J.L. Casas, F.G. Acien y S. Malato. Biodegradation of aromatics and carboxylic acids using *Pseudomonas putida* CECT 324. *Artículo. Chemosphere. Enviado*.

3.2 DESARROLLO DE SISTEMAS ACOPLADOS DE OXIDACIÓN (FOTOCATÁLISIS SOLAR Y OXIDACIÓN BIOLÓGICA) PARA LA DEPURACIÓN DE EFLUENTES ACUOSOS CONTAMINADOS CON PLAGUICIDAS NO BIODEGRADABLES

Participantes: Grupo de Inv. “Ingeniería de Bioprocesos y Tecnología Enzimática” (CIESOL, Univ. de Almería); Dept. de Ingeniería Textil de la Univ. Polit. de Valencia; Unidad de “Aplicaciones Medioambientales” de la Plataforma Solar de Almería (CIESOL, CIEMAT), (coordinador).

Contactos: J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es); Ana M^a Amat (aamat@txp.upv.es); S. Malato, sixto.malato@psa.es

<http://www.psa.es/webesp/projects/fotodetox/index.html>

Situación: Aprobado

Antecedentes: Aunque actualmente existe información acerca de la posibilidad de combinar métodos de tratamiento basados en la oxidación química de contaminantes no biodegradables hasta conseguir que lo sean, y realizar posteriormente una oxidación biológica hasta una completa descontaminación, la mayoría de esta información se circunscribe a la evaluación de parámetros globales como DBO₅, DQO y COT y a la utilización de fangos activados de depuradora en pequeños dispositivos de laboratorio. La información sobre cinéticas de ambos procesos integrados y las propiedades tóxicas de los diferentes compuestos que se generan durante el pre-tratamiento oxidativo es escasa. Más aún, la poca experimentación llevada a cabo en planta piloto, que puede permitir el desarrollo de modelos potentes que integren las diferentes etapas de tratamiento, ha sido hasta ahora una de las razones principales para la ausencia de aplicaciones industriales de métodos combinados de tratamiento de contaminantes biorrecalcitrantes.

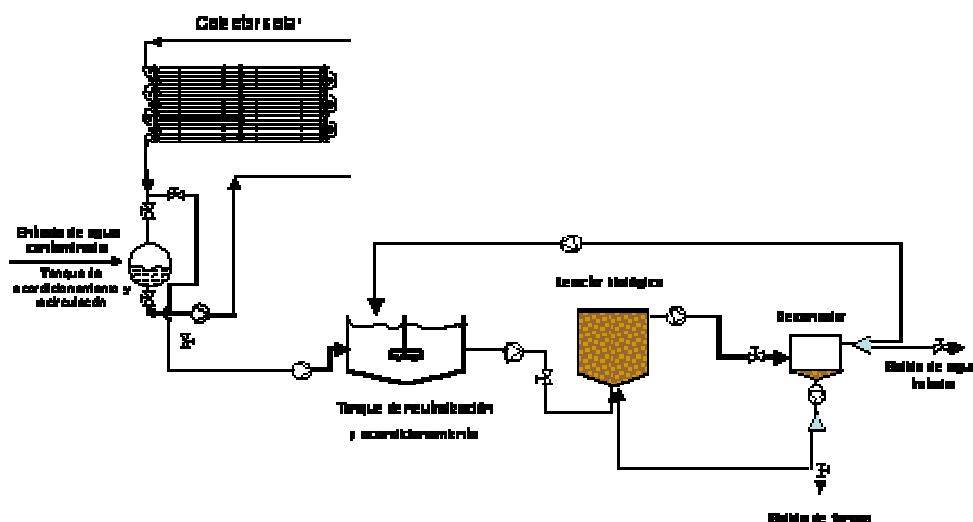


Figura 3.3. Esquema aproximado del prototipo de sistema integrado.

Objetivos: Estudiar la detoxificación de mezclas de pesticidas mediante fotocátalisis con la utilización de técnicas de modelizado de experimentos y diseño experimental. Estudio de las rutas de degradación de contaminantes y la influencia de los intermedios formados con la detoxificación y el aumento de biodegradabilidad de las aguas tratadas. Estudiar la influencia sobre fotodegradación y toxicidad de otros contaminantes presentes en las aguas residuales junto a los plaguicidas. Diseño de un sistema específico de depuración biológica basado en microorganismos adaptados a la naturaleza química de los contaminantes pretratados mediante fotocátalisis. Diseño y construcción de un sistema integrado fotocátalisis-biológico a escala planta piloto (Figura 1). Estudio de las variables del proceso. Evaluación de la operatividad del sistema y evaluación económica del proceso.

Resultados durante 2006: Inicia en 2007

Publicaciones: Inicia en 2007

4. Actividades en Modelado y Control Automático

4.1. ANÁLISIS BASADO EN DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE CONTROLADORES PARA PLANTAS SOLARES SOMETIDAS A PERTURBACIONES

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” (CIESOL, Univ. de Almería) y UNIVERSIDAD POLITECNICA DE WROCLAW (POLONIA)

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es); H. Maciejewski (Henryk.Maciejewski@ict.pwr.wroc.pl)

Fuente de financiación: Ministerio de Asuntos Exteriores

Duración prevista: Enero 2005 – Diciembre 2006

Situación: En desarrollo

Antecedentes: El proyecto pretende dar continuidad a una colaboración que se inició durante una visita del Prof. Klempous a la Universidad de Almería durante febrero de 2002 para establecer vínculos de investigación con los grupos de investigación liderados por los Prof. Manuel Berenguel y Manuel Cantón. En junio de 2002, coincidiendo con la asistencia de los citados profesores al congreso TIASWIK02 en Gdansk (Polonia), extendieron su estancia durante 4 días en la Universidad Politécnica de Wroclaw para planificar la participación del grupo polaco liderado por el Prof. Klempous en el Programa Europeo “Improving Human Potential” dentro del subprograma “Access to Research Infrastructures” (proyecto “Optimization methods and hierarchical optimal control of a distributed solar collector field”). La participación en dicho proyecto permitió a los Profesores Klempous, Maciejewski, Nikodem y Żdanowicz realizar una estancia de 2 semanas en Almería y trabajar en el desarrollo de sistemas de control y desarrollo de técnicas de análisis de prestaciones de controladores usando tecnologías de minería de datos (data mining) y análisis multidimensional. A la vista de los resultados obtenidos tras los primeros contactos entre los grupos, se ha considerado de gran interés la propuesta de este proyecto en el ámbito de los proyectos de cooperación bilateral entre España y Polonia.

Objetivos: El proyecto pretende profundizar en el desarrollo de estrategias de control óptimas para plantas solares y desarrollar más ampliamente las posibilidades que las técnicas de minería de datos y análisis orientado a datos ofrecen en el ámbito del control industrial, y más concretamente en el del control de plantas solares, caracterizadas por el hecho de que la principal fuente de energía (radiación solar) está sujeta a cambios no controlables producidos por el ciclo solar diario y el paso de nubes.

Resultados durante 2006: se ha desarrollado una herramienta de control jerárquico para el control de plantas solares con colectores cilindroparábolicos y una herramienta de minería de datos para la predicción de fallos en este tipo de instalaciones.

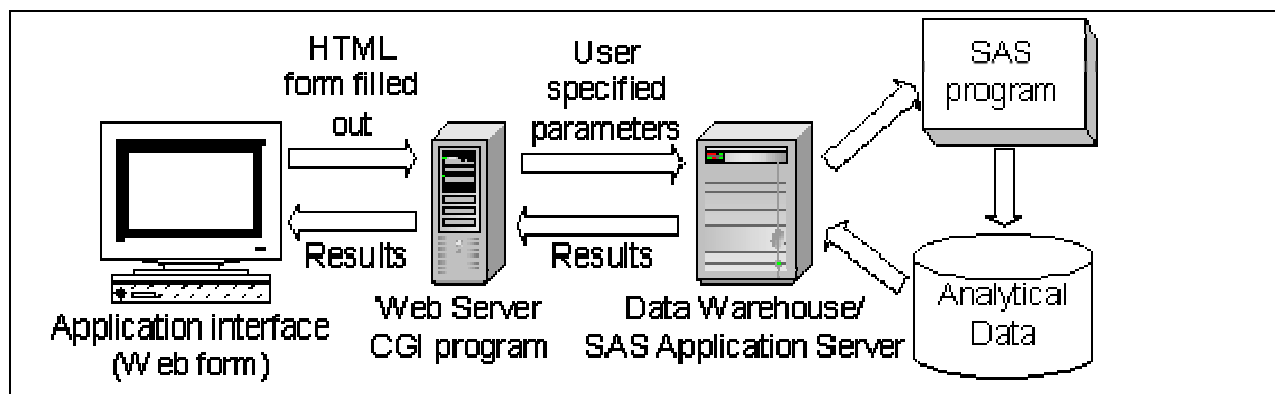


Figura 4.1. Herramienta de minería de datos para la planta DISS.

Publicaciones:

H. Maciejewski, L. Valenzuela, M. Berenguel, K. Adamus. Performing direct steam generation solar plant analysis through data mining. *13th Solarpaces International Symposium, Sevilla, Spain, 2006.*

Cirre C.M., Berenguel M., Valenzuela L., Rodríguez F., Klempous R. Reference governor optimization and control of a distributed solar collector field. *EURO 2006 Conference, 21st European Conference on Operational Research. Reykjavik, Iceland, 2006*

4.2 EVALUACIÓN ENERGÉTICA Y CONTROL DE PLANTAS SOLARES

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica”, “Evaluación de Recursos Solares” y Plataforma Solar-CIEMAT (CIESOL, Univ. de Almería) y UNIVERSIDAD POLITECNICA DE WROCLAW (POLONIA)

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es); F. Batlles (fbatlles@ual.es); H. Maciejewski (Henryk.Maciejewski@ict.pwr.wroc.pl)

Fuente de financiación: MEC

Duración prevista: Enero 2007 – Enero 2010.

Situación: Solicitado

Antecedentes: El proyecto pretende dar continuidad al proyecto ANÁLISIS BASADO EN DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE CONTROLADORES PARA PLANTAS SOLARES SOMETIDAS A PERTURBACIONES, pero a largo plazo y con mayor financiación.

Objetivos: The main objective of this Project is the development of evaluation, management and integrated control methodologies and tools for electricity generation using solar energy.

Resultados durante 2006: Inicia en 2007

Publicaciones: Inicia en 2007

4.3 CONTROL PREDICTIVO JERÁRQUICO DE PROCESOS EN OPERACIÓN SEMICONTINUA

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” y Plataforma Solar-CIEMAT (CIESOL, Univ. de Almería). Proyecto coordinado con Universidades de Sevilla (coordinador), Valladolid y CSIC de Vigo.

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es); L. Yebra, luis.yebra@psa.es.
<http://www.esi2.us.es/~ridao/cpros/>

Fuente de financiación: MEC

Duración prevista: Diciembre 2004 – Diciembre 2007

Situación: En desarrollo

Antecedentes: Este proyecto trata sobre el desarrollo de conceptos y métodos sistemáticos de diseño de estructuras de control integral adaptadas a procesos industriales que operan en régimen semicontinuo que permitan una operación eficiente y flexible. Este tipo de procesos aparece en aplicaciones que operan en estado no estacionario y por tanto no tienen un punto de funcionamiento definido, como son los procesos por lotes (batch) o aquéllos que operan sujetos a continuos cambios de régimen a lo largo del día. Se pretende abordar el problema en su conjunto, analizando las interacciones entre estimación y los niveles de control jerárquico.

Objetivos: El proyecto aborda fundamentalmente tres problemas básicos: (i) la definición de una normativa de modelado y el desarrollo de una estructura abierta de modelado y simulación, que permita y facilite la utilización de modelos en distintos esquemas de control integral: a nivel de simulación, identificación, control, optimización, etc., (ii) el desarrollo de estimadores de estado para esta clase de procesos y (iii) el desarrollo de estrategias de control predictivo jerárquico que integren todos los niveles de producción, desde el control de las variables físicas (regulación) hasta los niveles de optimización económica y gestión de recursos, estudiando la estabilidad, robustez y convergencia de los esquemas desarrollados 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.

Los algoritmos desarrollados se están aplicando a procesos considerados representativos de sistemas que se pueden encontrar la industria agroalimentaria y energética: un procesamiento térmico que se emplea en la transformación y conservas de alimentos, bien como parte del proceso de cocción de la materia prima como durante el proceso de esterilización, una planta de secado rotativo, un caso de producción vegetal (invernaderos), plantas termosolares y una planta de tratamiento de aguas de proceso o efluentes industriales.

Resultados durante 2006: los desarrollos contenidos en el proyecto se han traducido en 2006 en la presentación de dos tesis doctorales por miembros integrantes, y las consecuentes publicaciones asociadas. Se han desarrollado esquemas de control jerárquico para invernaderos y plantas solares, modelos orientados a objetos de plantas solares con colectores distribuidos y algoritmos de control de sistemas con estructura bilineal.

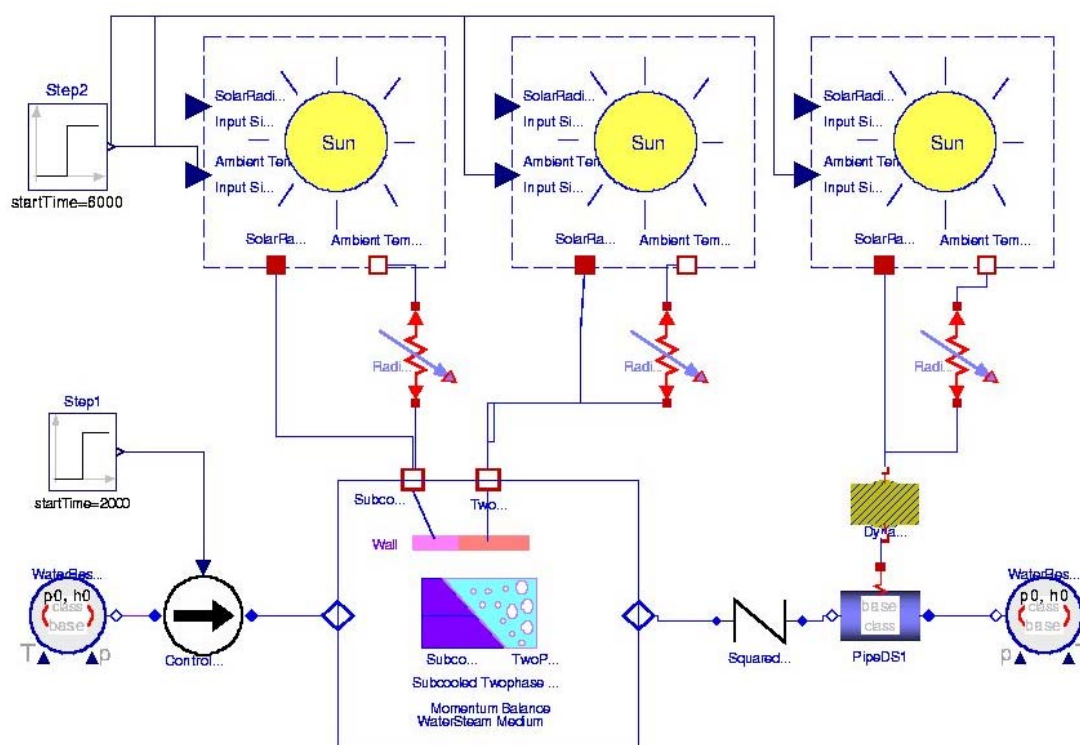


Figura 4.2. Modelo en Modelica de la planta DISS.

Publicaciones:

L. Valenzuela, E. Zarza, M. Berenguel, E.F. Camacho. Control scheme for direct steam generation in parabolic troughs under recirculation operation mode *Solar Energy*, Vol. 80, Pp. 1-17, 2006.

J.C. Moreno, A. Baños, M. Berenguel. Improvements on the computation of boundaries in QFT. *International Journal Of Robust And Nonlinear Control (Wiley)*, 16(12), Pp. 575-597, 2006

F. Rodríguez, M. Berenguel, J.L. Guzmán, S. Dormido. A virtual course on automation of agricultural systems. *International Journal Of Engineering Education (Tempus, En Prensa)*, 2006

F.R. Rubio, E.F. Camacho, M. Berenguel. Control de campos de colectores solares. *Riai- Revista Iberoamericana De Automática E Informática Industrial*, 3(4), Pp. 26-45, 2006

L. Yebra, M. Berenguel, E. Zarza, S. Dormido. Object oriented modelling and simulation of parabolic trough collectors with modelica. *5th Mathmod Conference, Vienna (Austria)*, 2006

J.P. Parra, F. Rodríguez, M. Berenguel, A. Ramírez-Arias. Ventilation rate models of greenhouses for control purposes. *ISHS International Symposium On Greenhouse Cooling, Almería, Spain*, 2006

M. Berenguel, F. Rodríguez, J.L. Guzmán, J.P. Parra, D. Lacasa. Greenhouse diurnal temperature control with natural ventilation based on empirical models. *ISHS International Symposium On Greenhouse Cooling, Almería, Spain*, 2006

C.M. Cirre, L. Valenzuela, M. Berenguel. Control jerárquico borroso para un campo de colectores solares distribuidos. *XXVII Jornadas De Automática, ISBN 84-689-9417-0, Almería, España*, 2006.

4.4 CONTROL JERÁRQUICO DE PROCESOS CON CONMUTACIÓN EN EL MODO DE OPERACIÓN: APLICACIONES A PLANTAS SOLARES E INVERNADEROS

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” y Plataforma Solar-CIEMAT (CIESOL, Univ. de Almería). Proyecto coordinado con Universidades de Sevilla (coordinador) e INTA.

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es); L. Yebra, luis.yebra@psa.es.

Fuente de financiación: MEC

Duración prevista: Diciembre 2007 – Diciembre 2010

Situación: Solicitado

Antecedentes: Este proyecto se va a conformar como una continuación natural del proyecto CJPROS (CICYT-DPI2004-07444-C04-04) que finaliza el próximo año donde se ha llevado a cabo el diseño de sistemas de control jerárquico para procesos en funcionamiento discontinuo. Los resultados alcanzados en dicho proyecto sirven de base para la siguiente propuesta.

Objetivos: El proyecto va a abordar fundamentalmente dos problemas básicos: (i) el diseño de una estructura de control jerárquico que formalice la conmutación de modos de funcionamiento e incluso el cambio de estructura del sistema de control, (ii) el diseño de sistemas de control robusto para distintos niveles de la jerarquía de control. Se realizarán aplicaciones sobre plantas solares e invernaderos.

Resultados durante 2006: Inicia en 2007

Publicaciones: Inicia en 2007

4.5 PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO ARFRISOL

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” y Consorcio descrito en sección 7.

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es), M. J. Jiménez (Mjose.Jimenez@psa.es)

Fuente de financiación: MEC

Duración prevista: Diciembre 2005 – Diciembre 2009.

Situación: En desarrollo

Antecedentes: Tras la aprobación del proyecto ARFRISOL, los fondos recibidos para el subproyecto 2 en la primera anualidad se han dedicado por completo al equipamiento relacionado con el frío solar, por lo que las actividades relacionadas con los subproyectos 2 y 7 en las que participan miembros del equipo investigador del grupo Automática, Electrónica y Robótica de la Universidad de Almería se han tenido que avanzar sin contar con las instalaciones y medios requeridos. Por tanto, los estudios se han centrado en el estudio de aspectos teóricos relacionados con el control de instalaciones de frío solar y se han buscado alternativas que faciliten el desarrollo de dichos subproyectos una vez que sean financiadas las instalaciones relacionadas con la sensorización y monitorización del edificio. Para la realización de las tareas, se ha incorporado como contratado (desde el 22/02/2006) Manuel Pasamontes.

Objetivos: Monitorización del edificio y desarrollo de esquemas avanzados de control del sistema de frío solar.

Resultados durante 2006: Las actividades llevadas a cabo por el grupo de Automática, Electrónica y Robótica están resumidas en sección 7.

Publicaciones:

No se han realizado publicaciones científicas al carecer de los sensores y sistema de monitorización necesarios, aunque se prevén varias publicaciones a corto plazo de las actividades realizadas en las instalaciones del proyecto europeo Hycon y del Premio OMRON. Las experiencias adquiridas se implementarán en el edificio CIESOL.

4.6 CONVENIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS Y HERRAMIENTAS DE CONTROL PARA PLANTAS SOLARES

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” y Plataforma Solar-CIEMAT (CIESOL, Univ. de Almería).

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es); M. Romero, manuel.romero@ciemat.es.
http://aer.ual.es/contratos_es/contractContent_ciemat.htm

Fuente de financiación: CIEMAT

Duración prevista: Diciembre 2002 – Diciembre 2006.

Situación: Finaliza en 2006.

Antecedentes: Este convenio surge como consecuencia de la necesidad detectada para desarrollar sistemas avanzados de control y sistemas SCADA para diversos tipos de plantas termosolares de media y alta temperatura.

Objetivos: El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de herramientas informáticas y esquemas de control que faciliten de manera amigable las tareas de operación y evaluación de sistemas termosolares:

Tarea I: Desarrollo de un sistema de control global para hornos solares a implementar y validar en el horno de la PSA

Tarea II: Desarrollo de un nuevo sistema de control de campos de helióstatos a implementar en los campos CESA-1 y CRS de la PSA.

Tarea III: Integración de entornos de control, adquisición y evaluación de resultados en ensayos de receptores solares en campos de torre.

Tarea IV: Desarrollo de sistema de control para una planta de desalación solar en la PSA.

Resultados durante 2006: Los desarrollos contenidos en el proyecto se han traducido en 2006 en el desarrollo de esquemas de control para plantas foto-fenton y modelos para desaladoras solares, así como la explotación de resultados de los trabajos desarrollados los años previos.

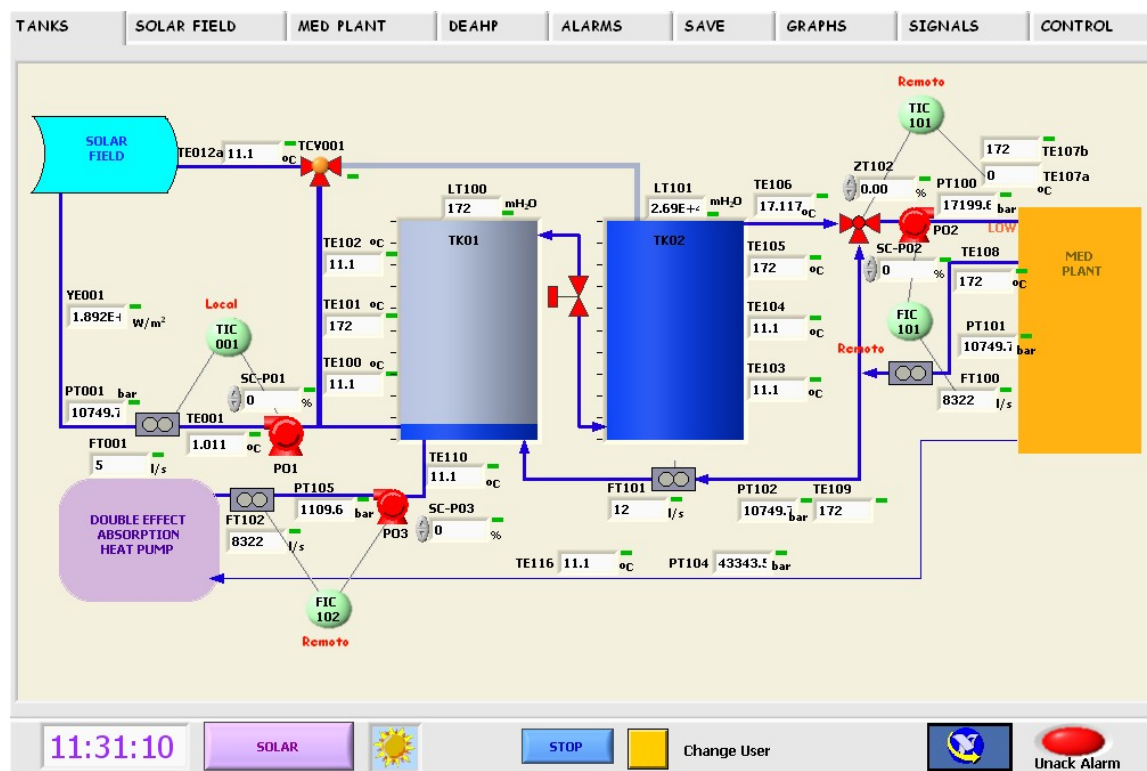


Figura 4.3. SCADA de la planta desaladora de la PSA.

Publicaciones:

J.D. Álvarez, W. Gernjak, S. Malato, M. Berenguel, M. Fuerhacker, L.J. Yebra. Dynamic models for hydrogen peroxide control in solar photo-fenton systems. *Journal of Solar Energy Engineering – Transactions of the ASME*, Ref. SOL-05-1121, en prensa.

D. Lacasa, M. Berenguel, I. Cañadas, L. Yebra. Modelling the thermal process of copper sintering in a solar furnace. *13th SOLARPACES INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Sevilla, Spain, 2006*

J.L. Guzmán, F. Rodríguez, M. Berenguel, D. Lacasa. Enseñanza y aprendizaje de conceptos de control automático utilizando labview. *XXVII JORNADAS DE AUTOMÁTICA, ISBN 84-689-9417-0, Almería, España, 2006.*

J.D. Álvarez, W. Gernjak, S. Malato, M. Berenguel, M. Fuerhacker, L.J. Yebra. Control del peróxido de hidrógeno en sistemas solares foto-fenton. *XXVII JORNADAS DE AUTOMÁTICA, ISBN 84-689-9417-0, Almería, España, 2006.*

L. Roca, L.J. Yebra, M. Berenguel, D. Alarcón. Modelado dinámico de plantas solares de desalación: proyecto AQUASOL. *XXVII JORNADAS DE AUTOMÁTICA, ISBN 84-689-9417-0, Almería, España, 2006.*

4.7 PROPUESTA DE COLABORACIÓN CON COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS S.A. PARA PARTICIPACIÓN EN LA ÚLTIMA FASE DEL PROYECTO “FABRICACIÓN, MONTAJE, INTEGRACIÓN Y ENSAYO DEL LAZO SENERTROUGH PARA SU VALIDACIÓN EN PLANTA COMERCIAL”, TITULADA “ENSAYO Y MONITORIZACIÓN”

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” (CIESOL, Univ. de Almería), Grupo de Energía Solar Térmica de Media Temperatura (CIESOL, Plataforma Solar de Almería-CIEMAT)

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es), Eduardo Zarza (Eduardo.Zarza@psa.es), Luis Yebra (Luis.Yebra@psa.es).

Fuente de financiación: COBRA S.A.

Duración prevista: Julio 2007 – Diciembre 2007.

Situación: Presentado a orden de incentivos de Agencia IDEA y Corporación Tecnológica Andaluza.

Antecedentes: El alcance de la colaboración resumida en este documento consiste en el asesoramiento en la etapa de ensayos y monitorización del colector cilindro parabólico SENERTROUGH y una unidad móvil de ensayo de colectores, que permitirá certificar los valores esperados de rendimiento térmico de un lazo, así como validar su operación y mantenimiento en plantas solares comerciales.

Objetivos: Asesoramiento en:

- Pruebas de rendimiento, destinadas a caracterizar el lazo SENERTROUGH desde el punto de vista de la eficiencia de conversión (ensayos ópticos y térmicos).
- Pruebas de operación, enfocadas al estudio del comportamiento del lazo en diferentes modos de operación.
- Pruebas de mantenimiento.
- Monitorización del sistema para caracterizar su comportamiento y relación con rendimiento, operación y mantenimiento.

Resultados durante 2006: No procede

Publicaciones: No procede

4.8 ASESORAMIENTO Y COLABORACIÓN EN EL DISEÑO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL EN ESTRUCTURAS LIGERAS DE CERRAMIENTOS MÓVILES

Participantes: Grupo de Inv. “Automática, Electrónica y Robótica” (CIESOL, Univ. de Almería).

Contactos: M. Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación: AYNAT S.L.

Duración prevista: Octubre 2005 – Diciembre 2006.

Situación: En desarrollo. Se prorrogará en años sucesivos.

Antecedentes: Este proyecto se presenta a petición de D. Manuel Aynat Bañón, Administrador único de la empresa AYNAT S.L., tras una reunión mantenida en Almería los días 5 de agosto y 14 de diciembre de 2005. El objeto es el asesoramiento en la incorporación de sistemas de control y sistemas solares a estructuras de cerramientos móviles.

Objetivos: El objetivo principal de este proyecto consiste en el asesoramiento y colaboración en el diseño de sistemas que permitan controlar estructuras ligeras de cerramientos móviles (mediante la incorporación de actuadores y sensores adecuados) y su monitorización a través de distintas arquitecturas de redes, en función de las diversas aplicaciones que persigue la empresa.

Los esfuerzos por tanto se encaminan a dotar a sus sistemas de elementos típicos de ambientes domóticos o inmoticos, caracterizados por la posibilidad de controlar y monitorizar ambientes de una forma muy sencilla que no requiera ningún tipo de conocimientos especiales por parte del usuario. Adicionalmente, se pretende dotar a las estructuras de la capacidad de captar energía mediante módulos de energía solar fotovoltaica y térmica.

Resultados durante 2006: Asesoramiento

Publicaciones: No procede

5. Actividades en Evaluación del Recurso Solar

5.1 CONTRATO CON LA EMPRESA MILENIO SOLAR DESARROLLO DE PROYECTO S.L PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO “GENERACIÓN DE VAPOR DIRECTA A MÁS DE 500° C”

Participantes: Grupo de Inv “Evaluación de Recursos Solares”

Contactos: F. Batlles (fbatlles@ual.es);

Fuente de financiación: MILENIO SOLAR

Duración prevista: Enero 2007-Diciembre 2008.

Situación: Concedido

Antecedentes: Dicho proyecto ha sido presentado a la Corpopración Tecnológica de Andalucía. En el participan la empresa Endesa Generación de electricidad, la empresa Milenio Solar y el Grupo de Investigación Recursos Energéticos Solares. Dicho proyecto ha sido concedido.

Objetivos: El objetivo de este proyecto es desarrollar nuevas tecnologías para la generación directa de vapor con energía solar termoeléctrica.

- 1.) Montaje de tres estaciones radiométricas. En dichas estaciones se medirán radiación global, directa y difusa sobre superficie horizontal y sobre superficie inclinada. Temperatura, humedad relativa a 1.5 m y 10 m. Velocidad y orientación del viento a 1.5 y 10 m.
- 2.) Obtención de una base de datos a escala de 1 minuto de radiación global, directa y difusa, temperatura, humedad y velocidad y orientación del viento.
- 3.) Generación de mapas topográficos de radiación global, directa y difusa e insolación a partir de Modelos Digitales del terreno en la zona de los llanos del Marquesado.
- 4.) Desarrollo de una metodología para estimar la radiación global directa y difusa a partir de imágenes de satélite.
- 5.) Desarrollo de algoritmos computacionales para modelizar la radiación solar utilizando Redes Neuronales artificiales.

Resultados durante 2006: No procede

Publicaciones: No procede

5.2 PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO ARFRISOL

Participantes: Grupo de Inv “Evaluación de Recursos Solares”y Consorcio descrito en sección 7.

Contactos: F. Batlles (fbatlles@ual.es), M. J. Jiménez (Mjose.Jimenez@psa.es)

Fuente de financiación: MEC

Duración prevista: Diciembre 2005 – Diciembre 2009.

Situación: En desarrollo

Antecedentes: Durante últimos meses en el edificio CIESOL se ha finalizado la instalación del sistema de refrigeración. Dicho sistema consta fundamentalmente de una máquina de absorción alimentada por energía solar, procedente de un campo de colectores solares planos instalados

sobre una de las fachadas del edificio y, de un sistema de un sistema de apoyo, consistente en una caldera de gas.

Objetivos: Se pretende analizar en primer lugar el dimensionado del campo de colectores solares que alimentarán el sistema de refrigeración por absorción, posteriormente los dispositivos del sistema instalado para climatización y producción de agua caliente sanitaria en el edificio CIESOL

Resultados durante 2006: Las actividades llevadas a cabo por el grupo de Grupo de Inv “Evaluación de Recursos Solares” están resumidas en sección 7.

Publicaciones:

Batlles, F.J.; Rosiek, S.; Pérez, M; Barbero F.J., 2006. *Instalación de frío solar en el edificio CIESOL ubicado en la Universidad de Almería: Proyecto ARFRISOL Agua y Energía para el Desarrollo Sostenible*, pag: 78-85 ISBN 84-933658-3-1.

Batlles, F.J., 2006. *La energía solar en la Universidad de Almería: Proyecto ARFRISOL. Universidad siglo XXI*, 12, pag: 16-20.

Batlles, F.J., 2006. *Integración de las Energías Renovables en la Edificación: Proyecto ARFRISOL. Conferencia impartida en la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería*. 15-11-2006.

Batlles, F.J., 2006. *Análisis energético del edificio bioclimático CIESOL de la Universidad de Almería. Conferencia impartida en el curso “Sostenibilidad del sistema energético”. Cursos de verano de la Universidad de Cantabria. Suances (Santander)*, 11-08-2006.

Batlles, F.J., 2006. *Salidas profesionales: Universidad y Sol. Conferencia impartida en las Semana del Sol, organizada por la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Almería* 15-05-2006.

Batlles, F.J. *Aplicaciones de la energía solar en el contexto energético actual: Proyecto ARFRISOL. Conferencia impartida en el curso “Oportunidades de negocio en el sector medioambiental”*.

5.3 MASTER EN ENERGÍA SOLAR

Participantes: Profesores de la Univ. de Almería (12), CIEMAT (29), Univ. de Sevilla (1), Univ. Polit. Valencia (1), Univ. de Huelva (1), CAJAMAR (1), ATERSA (1), ABASOL (1). 30 alumnos.

Contactos: F. Batlles (fbatlles@ual.es).

Fuente de financiación: Matrículas y subvenciones públicas y privadas.

Duración prevista: 1 curso académico

Situación: En funcionamiento

Antecedentes: Dentro de las energías renovables, la energía solar juega un papel fundamental. En los últimos tiempos, los diferentes gobiernos españoles han mostrado su interés por fomentar el uso de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica. Cabe destacar la ley de aprobación térmica para la edificación y la ley que regula las primas en el sector eléctrico. La primera favorece la producción de agua caliente sanitaria en la edificación, con colectores solares planos. La segunda es un apoyo decidido a la producción de electricidad mediante energía solar, tanto térmica como fotovoltaica. Entre los diferentes proyectos relacionados con la energía solar existentes en Almería, cabe destacar el AFRISOL y las centrales de producción de electricidad mediante colectores cilindro-parabólicos. Este Master nace del interés común de los organismos participantes en potenciar el área de energía solar y de la necesidad cada vez más acusada que esta sociedad tiene de disponer de profesionales con una formación específica de

estas tecnologías. Implantar el Master en la Universidad de Almería es consecuencia del entorno privilegiado en donde ésta se encuentra, ya que la situación geográfica de la provincia de Almería la convierte en un enclave de gran futuro en el campo de la energía solar y también ha sido pionera en el empleo de este tipo de desarrollo.

Objetivos: El curso está dirigido a postgraduados, alumnos del último curso de licenciatura y, profesionales interesados en el aprovechamiento de la energía solar, pretende ofrecer una panorámica de la potenciabilidad del uso de dichas tecnologías, mostrando el interés que su utilización puede representar en el contexto energético actual. Así mismo, se pretende dar a conocer realizaciones industriales, siendo éstas presentadas y analizadas por especialistas que han intervenido en su diseño o puesta en funcionamiento. La Plataforma Solar de Almería (PSA) constituye un escenario de excepción para las actividades formativas. El CIESOL dispone también de instalaciones de aprovechamiento de energía solar y, en el panorama energético andaluz, surgen proyectos y realizaciones en el área de la energía solar que hacen indispensable la especialización en estas disciplinas energéticas.

RELACIÓN ESQUEMÁTICA DE MATERIAS Y ACTIVIDADES		
DENOMINACIÓN	CRÉDITOS	CUATRIMESTRE ¹
Evaluación de recursos energéticos solares	3.5	1º
Modelado y control de plantas de energía solar	2.5	1º
Energía solar térmica de baja temperatura	4.5	1º
Energía solar térmica de media temperatura	4.5	1º
Energía solar térmica de alta temperatura	4.5	2º
Energía solar fotovoltaica	4.5	2º
Aplicaciones de la energía solar al tratamiento de aguas	2.5	2º
Aplicaciones de la energía solar a la agricultura	2.5	2º
Legislación y aspectos económicos de la energía solar	1	2º

Tabla 5.2. Módulos y carga lectiva (créditos) de Master de Energía Solar.

Resultados durante 2006: El acto de apertura del Master fue el día 19/10/2006 estando presente D. Diego Alonso López, Vicerrector de Investigación de la UAL; D. Cayetano López, Director General adjunto del CIEMAT, D. Javier de las Nieves López, Delegado de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía; D. Alfonso Sevilla Portillo, de la Fundación Cajamar y D. Francisco Javier Batlles Garrido, Director del Master. Las clases se empezaron el día 21/10/2006 y finalizarán a finales de julio de 2006.

Publicaciones: No procede

6. Actividades en Química Ambiental

6.1 INNOVATIVE AND INTEGRATED TECHNOLOGIES FOR THE TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER

Participantes: Italian Water Research Institute (coordinador del proyecto), Italia. CIEMAT-PSA (CIESOL-UAL) + 6 otras instituciones de investigación de Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Noruega, Suecia, Australia. 9 socios industriales de los mismos países, entre ellos Albaida S.A., España.

Contactos: Amadeo R. Fernández-Alba (amadeo@ual.es); Sixto Malato (sixto.malato@psa.es)

Fuente de financiación: 6th FP-UE (PRIORITY 6.6/3). "GLOBAL CHANGE AND ECOSYSTEMS"

Duración prevista: 1 Noviembre 2006 a 31 Octubre 2009.

Situación: Iniciado

Antecedentes: A finales de 2005 se solicitó financiación al VI Programa Marco de la UE para el desarrollo del proyecto: "Innovative and/or integrated technologies for treating industrial wastewater" (INNOWATECH), dentro de la convocatoria de 2005 del Área temática de "Global Change and Ecosystems" del Programa "Integrating and strengthening the European Research Area" (periodo 2002-2006). Se evaluó favorablemente a inicios de 2006.

Objetivos: El proyecto Innowatech pretende desarrollar una serie de procesos de tratamiento de aguas residuales procedente de actividades industriales. Los procesos utilizados (biomasa aeróbica granulada, combinación de procesos de oxidación avanzada combinados con tratamiento biológico, integración de procesos de membrana) están considerados como innovadores y de potencial alto. Las tecnologías se aplicarán a distintas corrientes procedentes de industria (lixiviado, farmacéutico, lavado de botes de pesticidas, industria papelera etc.). De tal forma el proyecto pretende a la vez (i) solucionar una serie de problemas de aguas residuales reales (ii) generar información científica respecto a procesos considerados como innovadores. El trabajo en CIESOL se encuadra en el paquete de trabajo 2 (WP2) del que la PSA es coordinador y CIESOL es subcontratado para desarrollo de métodos analíticos mediante LC-MS y toxicidad que puedan ser aplicados en evaluación de tratamientos de oxidación avanzada y biológicos.

Resultados durante 2006: No disponibles ya que se inicio 1 de Noviembre de 2006.

Publicaciones: No disponibles ya que se inicio 1 de Noviembre de 2006.

6.2 TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE. (TRAGUA)

Participantes: Grupos de Ingeniería Química de la Universidad de Alcalá, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Complutense, Universidad de Extremadura, Universidad de Castilla la Mancha, Universidad de Cantabria, CIEMAT, CIESOL, Grupo de Microbiología Ambiental de la Universidad Autónoma de Barcelona, Química Analítica de la Universidad de Jaén, Microbiología III de la Universidad Complutense, Laboratorio de Ecotoxicología del INIA, Instituto Jaume Almera del CSIC/Universidad de Barcelona, Departamento de Geología de la Universidad de Alcalá, Grupo de Geología de la Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Politécnica de Catalunya, COEXPHAL, Universidad Las Palmas de Gran Canarias, ASAJA-GRANADA, Grupo de Economía Ambiental de la Universidad de Alcalá, Universidad de Alicante, Cátedra UNESCO de Territorio y Medio Ambiente de la Universidad rey Juan Carlos

Contactos: Amadeo R. Fernández-Alba (amadeo@ual.es); Sixto Malato (sixto.malato@psa.es)

Fuente de financiación: Ministerio de Educación y Ciencia: Convocatoria Plan Nacional de I+D+i 2004-2007. CONSOLIDER-INGENIO 2010. Convocatoria 2006

Duración prevista: 2006-1010.

Situación: Iniciadas las actividades pero pendiente de firma de contrato con el Ministerio de Educación y Ciencia

Antecedentes: España es el país europeo con mayor déficit hídrico y ello genera preocupación social. Según el CIS, la escasez de agua parece un problema, actual o de futuro, a un 96,5% de los españoles. También España es uno de los países que más agua reutiliza pero aún en cantidades poco significativas: no se llega a reutilizar más del 5% del volumen aguas residuales recogidas. La gestión sostenible del agua tiene como uno de sus pilares básicos a la reutilización. Según estudios recientes realizados sobre nuestro país el potencial de reutilización de agua es alrededor de 10 veces superior al nivel actual. Estos son los motivos fundamentales por los que se propone el programa TRAGUA. Las causas de la escasa reutilización de aguas son diversas, entre las más importantes: no se dispone de protocolos de tratamiento para las aguas generadas en las EDAR's, no existen criterios claros para elegir tecnologías en los tratamientos avanzados, no existen indicadores de calidad de las aguas de aceptación generalizada en función de su uso posterior y tampoco se dispone de instrumentos que permitan establecer las ventajas económicas y sociales de la reutilización. Estas carencias están ligadas a la falta de información sistemática sobre el efecto que los componentes no habituales del agua ejercen sobre el medio natural – ambientes geótico y biótico-.

Objetivos: El objetivo de este programa es abordar de manera integrada los diferentes aspectos implicados en la reutilización de aguas residuales procedentes de EDAR's. El equipo estudiará la aplicación de tratamientos de las aguas procedentes de las EDAR's basados en tecnologías avanzadas, establecerá los criterios de calidad química y biológica de las aguas y determinará su impacto sobre el medio natural. Entre los productos obtenidos al finalizar el Programa se encontrará un inventario de aguas residuales con potencial reutilización, protocolos de tratamiento en función de sus características y de las 2 económicamente mejores tecnologías disponibles, métodos estándar de análisis químico, microbiológico y toxicológico, información sobre el impacto que las aguas tendrán sobre el medio y el correspondiente análisis socioeconómico. También se habrá puesto en marcha un programa de posgrado con al menos un master reglado con dos itinerarios y un programa de doctorado.

Resultados durante 2006: No existen resultados por ahora



ESQUEMA DE ACTIVIDADES, TAREAS Y
PROGRAMA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO TRAGUA

Figura 6.1. Esquema conceptual de proyecto TRAGUA..

Publicaciones: No existen publicaciones por ahora

6.3. APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR AL TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y EFLUENTES

Participantes: Investigadores del Grupo de Investigación “Residuos de Plaguicidas” (AGR-159).

Contactos: Amadeo R. Fernández-Alba (amadeo@ual.es)

Fuente de financiación: JUNTA DE ANDALUCÍA. PROGRAMA DE INCENTIVOS A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA. CONVOCATORIA 2006.

Duración prevista: 3 años.

Situación: Aprobado, pendiente de financiación.

Antecedentes: A pesar de que existe abundante información sobre procesos fotoquímicos en la literatura científica no existe un estudio de evaluación a nivel integral del empleo de estos procesos que permita eliminar o degradar los contaminantes indeseables y evaluar en detalle su potencial reutilización en la agricultura. En consecuencia, este proyecto pretende ser demostrativo de esta aplicación y ser un elemento básico en los procesos de transferencia tecnológica desarrollados a partir del mismo, proporcionando así al sector productivo agrícola una solución tecnológica y económicamente viable que promuevan la reutilización del agua de forma segura para el medio ambiente y la salud de los consumidores.

Objetivos: El proyecto pretende abordar de manera integral la reutilización de aguas residuales y agrícolas mediante la evaluación en detalle de las características físico-químicas de efluentes de EDAR y efluentes agrícolas seleccionados y la eliminación total o parcial de los compuestos indeseables mediante la aplicación de tecnologías fotoquímicas, en especial fotocátalisis, para concluir en una planta de demostración donde se evalúe en cantidad, calidad y riesgo ambiental la reutilización de las aguas tratadas en la producción agronómica (agricultura intensiva, cultivos energéticos y riegos).

Resultados durante 2006: No disponibles ya que aun no se ha iniciado el proyecto.

Publicaciones: No disponibles.

7. Actividades en ARFRISOL

PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO SOBRE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA Y FRÍO SOLAR (PSE-ARFRISOL)

Participantes: Para llevar a cabo las Investigaciones de este PSE se firmó el 15 de Diciembre de 2005 un Acuerdo de Consorcio entre las siguientes Instituciones:

Empresas Constructoras: ACCIONA , DRAGADOS, FCC y OHL.

Empresas fabricantes de captadores solares y módulos fotovoltaicos: ISOFOTON, GAMESA, ATERSA y UNISOL.

Empresas fabricantes de bombas de absorción para ser acopladas a captadores solares: UNISOL

Empresas instaladoras de captadores solares y módulos fotovoltaicos: ATERSA, ACCIONA, GAMESA, ISOFOTON y UNISOL.

Empresas e ingenierías de diseño de instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas ATERSA, ACCIONA , GAMESA, ISOFOTON y UNISOL.

Grupos de Investigación: CIEMAT y Universidades: de Almería y de Oviedo.

Depositarios finales de los edificios: CIEMAT, Universidad de Almería y Fundación Barredo (Asturias).

Coordinador: CIEMAT .

Contactos: M. R. Heras (Mrosario.heras@ciemat.es), M. J. Jiménez (Mjose.Jimenez@psa.es)
F.J. Batlles (fbatlles@ual.es). <http://www.ciemat.es/>

Fuente de financiación: 50% MEC y las CCAA

Duración prevista: Mayo 2005 – Diciembre 2009

Situación: Aprobado globalmente en Octubre 2005. El presupuesto es aceptado por anualidades. En 2006 la aceptación fue en el mes de Octubre.

Antecedentes: El crecimiento de la demanda y la carencia de fuentes energéticas a escala nacional están obligando, con mayor intensidad que en otros países de la Unión Europea, a buscar en las energías renovables la alternativa del futuro. La alternancia productiva de las energías renovables y su situación de inmadurez tecnológica imposibilitan la implementación rápida de estas tecnologías. Al mismo tiempo uno de los mayores puntos de consumo energético se encuentra en el sector doméstico y concretamente en la edificación (más de un 33% en España desde 2003, y 40% en los países de la U.E.), donde la incorporación de sistemas solares pasivos y activos presenta un gran potencial de ahorro. Se ha estimado que “el consumo energético en los edificios podría reducirse más de un 50% en la Unión Europea, para el año 2010, mediante la integración de sistemas solares pasivos y activos desde las primeras fases del diseño del edificio”. La arquitectura española ha demostrado históricamente estar entre las más prestigiosas del mundo y, además, la industria de fabricación de sistemas de captación solar se encuentra entre las tres más importantes a escala mundial. A su vez, España es de los países con mayor crecimiento en el uso de los sistemas de climatización, sobre todo de aire acondicionado, que esta experimentando un gran aumento en los últimos veranos como consecuencia de sus características geográficas y climatológicas.

Estas circunstancias, han conducido a la consideración de la arquitectura bioclimática y a la utilización de la energía solar, en forma pasiva y activa, como fuente energética más adecuada

para el acondicionamiento ambiental de los edificios. Si bien la aplicación de la energía solar en forma activa: térmica y fotovoltaica, ya se investigaba anteriormente, los estudios sobre la energía solar pasiva comienzan en la U.E. en 1980, con diversos proyectos tanto de Investigación y Desarrollo como de Demostración y Aplicación, impulsados y subvencionados por distintas Administraciones e Instituciones. Aunque en España existen algunas implementaciones, (pocas si se tiene en cuenta la climatología española y escasas para poder tener un conocimiento exhaustivo del comportamiento de estos edificios), es necesario profundizar en este tipo de edificios en cuanto a investigación y desarrollo se refiere, sin minimizar las necesidades de confort térmico a que están acostumbrados los usuarios.

Otro aspecto muy interesante a investigar en este PSE es el de la calidad del aire interior de los edificios y en los últimos años la investigación en nuevos métodos para el tratamiento y purificación de aire. En este sentido, teniendo en cuenta que el hombre permanece entre el 80 y el 90% de su tiempo en el interior de edificios, en muchos de los cuales la calidad del aire interior se encuentra disminuida por la acumulación de compuestos orgánicos volátiles (COVs), bacterias, hongos, etc, que han propiciado la aparición de la sintomatología específica del “síndrome del edificio enfermo”. Se ha observado que el control de la contaminación del aire interior pasa actualmente por establecer una buena relación entre ventilación e infiltración. La eliminación de COVs y de algunos microorganismos resulta muy pobre en el filtrado al ser de difícil retención. Por otra parte, en los métodos que actualmente se utilizan transfieren el contaminante de un lugar a otro sin eliminarlo, mientras que el tratamiento fotocatalítico persigue la destrucción del compuesto químico o microorganismo hasta alcanzar en ambos casos su eliminación final. De ser viable la oxidación fotocatalítica, para los compuestos y microorganismos específicos existentes en estos medios, puede suponer una alternativa novedosa y ambientalmente segura para enfrentar este problema.

Objetivos: Demostrar la adecuación de la arquitectura bioclimática y de la energía solar empleada en edificios tanto térmica para calefacción como para refrigeración (“frió solar”), y fotovoltaica para producir energía eléctrica, como elementos básicos para el acondicionamiento de la construcción del futuro, utilizando solo del 10 al 20 % de energía convencional. Para ello es necesario:

- Conseguir ahorro de energía y un uso racional de la que se utilice.
- Definir modelos de integración con parámetros que incluyan: zonas, tipologías, sistemas,...
- Demostrar a los distintos colectivos implicados que funciona (educar).
- Formar a los profesionales mediante el desarrollo de material de formación y transferencia. Generar datos y experiencias reales para elaborar el material educativo.
- Optimizar (de forma general) los elementos que se utilizan (paneles, diseños, modelos,...) y poner equipos comerciales en el mercado.
- Concienciar al usuario y la sociedad en general: "Cambio de mentalidad“.

Con el PSE-ARFRISOL se pretende solventar los problemas que nos encontramos en la actualidad a la hora de implementar un sistema de climatización con energías renovables de manera eficiente tanto técnica como económicamente. Estos problemas son de tipo:

- Técnico: Problemas de carácter constructivo y funcional que engloban todas las consideraciones sobre la edificación y la instalación solar.
- Tecnológico: Situación de inmadurez que imposibilitan la integración eficiente de estas tecnologías en los sistemas energéticos.

- Diseño: Aspectos estéticos encaminados a la consecución de la armonía arquitectónica.
- Económicos: Soluciones rentables técnica y económicamente.

Para alcanzar los objetivos palteados se construirán cinco contenedores de investigación (C-DdI) de características y uso similares, tanto de nueva planta como a rehabilitar, con condiciones geográficas y climáticas diferentes y representativas de la climatología Española, uno de los cuales es el CIESOL (Figura 7.3). Por lo tanto se desarrollará I+D en los siguientes aspectos:

- Utilización de estrategias pasivas para reducir significativamente la demanda energética del edificio, mediante el diseño exclusivamente.
- Empleo de sistemas energéticos para acondicionamiento interior, alimentados con fuentes de energía renovables, sobre todo energía solar.
- Utilización de sistemas energéticos de apoyo, convencionales, alimentados, si fuera posible, con fuentes de energías renovables

Para conseguir estos objetivos el proyecto se estructura en 9 subproyectos cuyos títulos son:

- Subproyecto 1: Trabajos previos a la Construcción de los C-DdI
- Subproyectos 2, 3, 4, 5 y 6: Respectivamente construcción de cada uno de los C-DdI
- Subproyecto 7: Evaluación energética y calidad del aire interior
- Subproyecto 8: I+D de sistemas
- Subproyecto 9: Difusión

En el año 2005 se aprobó la subvención del SP1 para 2005, 2006 y 2007, y de los demás subproyectos para 2005, excepto para el SP8. En la convocatoria de 2006 se ha solicitado subvención de todos los demás subproyectos.

Resultados durante 2006: En este epígrafe se resumen los resultados del proyecto ARFRISOL referentes exclusivamente al C-DdI CIESOL.

Subproyecto 1:

Se han desarrollado las siguientes fases:

Fases 1a: Diseño arquitectónico y 1b Apoyo al diseño

- Se ha analizado el estado de los 5 C-DdI mediante análisis psicométricos y de cargas energéticas. En función del estado de avance de cada C-DdI, como es el caso del SP 2, aunque la obra estaba concluida, se ha realizado la simulación teórica para luego poder comparar los resultados con los medidos experimentalmente.
- Se han modelizado y simulado los 5 C-DdI y en vista de los resultados se ha optimizado, los materiales o características de los componentes, para obtener un mejor comportamiento energético de los mismos. Para el C-DdI CIESOL solo se han presentado propuestas ya que estaba ya construido.
- Se han estudiado las diferentes estrategias de refrigeración natural para ser empleadas en los C-DdIs y para el CIESOL se han propuesto estrategias para su mejora.

Fase 1c: Integración de los sistemas solares activos

- Se ha dado apoyo en el diseño de los esquemas de principio y dimensionado de las instalaciones e integración arquitectónica.

Fase 1d: Instalaciones convencionales

- Se ha comenzado con el estudio del acoplamiento entre la instalación convencional y las renovables.

En el caso del C-DdI CIESOL es importante tener en cuenta que la naturaleza de las propuestas realizadas en este C-DdI está muy influenciada por el hecho de que el C-DdI objeto de estudio ya había sido construido cuando los análisis de estrategias comenzaron. Los resultados de los estudios realizados para el C-DdI CIESOL son:

- Análisis energéticos: El tratamiento diferenciado de fachadas en función de las orientaciones y usos del edificio resulta ser una estrategia adecuada.
- Es adecuado el diseño de los cerramientos exteriores de la fachada norte mediante bloques de termoarcilla de 20cm de espesor.
- Se propone el sombreado de la terraza de dirección mediante una parra de vegetación caduca para mejorar el comportamiento energético de los despachos sur y este de la planta baja administrativa, así como del despacho de dirección (Figura 7.4).
- Propuesta de utilización de ventilación natural inducida a partir de aperturas estratégicamente situadas a diferentes alturas en las orientaciones sur y norte.
- Propuesta de refrigeración pasiva de la nave mediante introducción de aire previamente enfriado a su paso por un sistema de intercambio con el suelo por tubos enterrados (Figura 7.5).

Subproyecto 2:

Esta finalizada la construcción del edificio, fue inaugurado el 16 de diciembre de 2005, y en la actualidad, los laboratorios están siendo ocupados por los grupos de investigación integrantes de CIESOL, habiéndose instalando parte del cableado necesario para la monitorización del edificio. Se está finalizando el montaje del sistema de frío solar.

ATERSA, ha planteado y estudiado la posibilidad de construir una parte de fachada ventilada fotovoltaica mediante un sistema con TAU Cerámica y en la actualidad está pendiente de aprobación por la Universidad de Almería

UNISOLAR, ha configurado, e instalado el sistema de frío solar basado en máquina de absorción y captadores solares planos en cubierta. Se trata de un campo solar con 72 captadores (Figura 7.2), y una máquina de absorción de BrLi - Agua, de 70 KW, con disipación a torre de refrigeración y con una acumulación de agua caliente para el funcionamiento continuo de la máquina de absorción.

El grupo de “Recursos Energéticos Solares y Climatología” de la UAL ha colaborado en el dimensionado de este sistema de frío.

Dimensionado del campo solar. Primero se ha analizado desde el punto de vista energético la viabilidad de instalar un campo de colectores solares planos para alimentar el sistema de refrigeración por absorción. Los pasos a seguir son: Estimación de la radiación solar incidente sobre el campo de colectores (oferta); estimación de energía necesaria para la operación (demanda); cálculo del número de paneles necesarios.

Radiación solar incidente sobre el campo de colectores. En un estudio previo estimamos la radiación global diaria media anual sobre superficie horizontal en la Universidad de Almería (Batlles et al., 1998), siendo esta del orden de $17.8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, por lo que en un año tendremos

una energía del orden de $1.559.280 \text{ Kcal m}^{-2}$, teniendo en cuenta que los colectores se van a instalar en una fachada del edificio que se encuentra inclinada unos 30° , (factor medio de 1.16) la radiación que va a incidir sobre los colectores será del orden de unas $1.808.765 \text{ Kcal m}^{-2}$.

Energía necesaria para la operación (demanda). Dado que el sistema va a funcionar como sistema de refrigeración en los meses de verano y, como bomba de calor en los meses de invierno, calcularemos por separado la energía consumida en cada una de las operaciones. En la Tabla adjunta se muestra las necesidades energéticas de cada uno de los equipos.

Periodo de refrigeración: 8 meses (mar-oct) x 22 días x 8 horas	1408 horas
Demanda media en régimen de refrigeración	51.600 Kcal/h
Demanda total en régimen de refrigeración	72.652.800 Kcal
Demanda media en régimen de refrigeración	51.600 Kcal/h
Demanda total en régimen de refrigeración	72.652.800 Kcal
Periodo de calefacción: 4 meses (nov-feb) x 22 días x 8 horas	704 horas
Demanda media en régimen de calefacción	45.000 Kcal/h
Demanda total en régimen de calefacción	31.680.000 Kcal
La energía necesaria para la operación	104.332.800 Kcal

Tabla 7.1. Demanda energética de CIESOL.

Cálculo del número de paneles necesarios. Los paneles que se van a instalar son de la marca SOLARIS, el modelo utilizado es el captador CP-1, su superficie es aproximadamente de 2 m^2 , las demás especificaciones se pueden encontrar en www.solaris.es. A partir de la curva característica y teniendo en cuenta que la temperatura media anual durante las horas de sol, en la Universidad de Almería, es de 21°C (Batlles et al., 1998), y que la temperatura media anual de operación es del orden de 70°C , obtenemos un rendimiento medio anual de los paneles del orden de 0.36. Por lo tanto la energía anual útil será $0.36 \times 1.808.765 \text{ Kcal} = 723.506 \text{ Kcal.m}^{-2}$. El área de la superficie colectora será igual a la energía anual necesaria dividida por la energía anual útil. Realizando esta operación obtenemos una superficie colectora del orden de 160 m^2 . Teniendo en cuenta que los panel que vamos a instalar tienen una superficie de 2 m^2 , tendremos que instala en la cubierta del edificio CIESOL un total de 80 colectores solares planos. Con esta superficie colectora nos garantizamos un producción anual de energía del orden de $115.760.960 \text{ Kcal}$, por lo tanto la instalación prevista cubrirá el 100% de la demanda. Se ha sobredimensionado un poco la instalación, con el fin de tener en cuenta otro tipo de pérdidas.

Descripción del dispositivo de refrigeración instalado. Las instalaciones que se describen tienen como objetivo dotar de climatización a todos los despachos y laboratorios del edificio. La característica fundamental de la instalación es que la producción térmica es realizada por un campo de 80 captadores solares planos, que aportan total o parcialmente la energía calorífica para accionar una máquina de absorción de bromuro de litio con una capacidad de 70 KW para la producción de agua fría en los meses de verano. En el invierno se usará la energía térmica directamente para calefacción. Como sistema de apoyo se ha instalado una caldera de gas, que se encuentra en serie con el campo de colectores. Esta se aportará la energía necesaria para cubrir el 100% de la demanda. Para el aprovechamiento de la energía solar cuando no exista demanda, se han instalado dos depósitos de 5000 l, cada uno, que se interconectan con la instalación, actuando de receptores o de emisores según el régimen de temperaturas establecido. Un sistema de gestión, monitoriza el funcionamiento de la instalación. En la Figura 7.1 adjunta, se muestra

el esquema de la instalación. Sus principales componentes son: el campo de colectores, el sistema de acumulación, la caldera de gas como sistema de apoyo, la máquina de absorción y la torre de refrigeración. Actualmente el sistema está funcionando y se trabaja sobre primeros seguimientos del mismo y posteriormente se procederá a evaluar el rendimiento del sistema

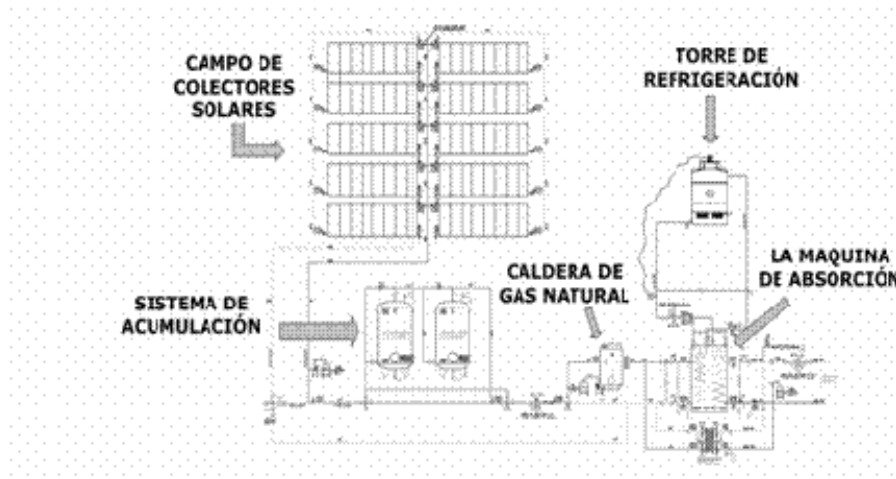


Figura 7.1. Esquema de la instalación de refrigeración del edificio CIESOL.

Subproyecto 7:

El CIEMAT ha hecho el diseño inicial de la monitorización del C-DdI CIESOL. También ha realizado una búsqueda y ha seleccionado los sensores que existen en el mercado que más se adecuan a las necesidades de la monitorización planteada. Este diseño se recoge en un informe realizado por el CIEMAT donde se definen y justifican los puntos de medida, la exactitud requerida para cada una de las variables a registrar, el tipo de instrumentación adecuada para cada una de estas medidas, la información necesaria para incorporar tales sensores al sistema de adquisición de datos que se utilice, así como los equipos comerciales que responden a las especificaciones del diseño de la monitorización.

El grupo de “Automática, Electrónica y Robótica” de la UAL ha realizado las siguientes actividades:

- La primera actividad del subproyecto fue llevar a cabo un estudio de las alternativas de monitorización de edificios científicos que existen en la actualidad, intentando encontrar un compromiso entre fiabilidad y precisión requeridas en este proyecto y costes. Este estudio sirvió de base a la definición del sistema de monitorización de CIESOL.
- La segunda actividad en este subproyecto fue definir, en colaboración con investigadores del CIEMAT (reunión del 31/01/2006 en la Universidad de Almería), el conjunto de sensores y el sistema de monitorización necesario para la investigación a desarrollar en el edificio CIESOL, sistema que será extrapolable al resto de edificios. Esta información se utilizó en la solicitud de la infraestructura necesaria de monitorización en la solicitud del año 2006. Se está trabajando en la definición de la interfaz del sistema de monitorización, aunque el diseño definitivo se hará en base a la instalación que finalmente se realice. El diseño de la interfaz se está realizando utilizando el SCADA Labview de National Instruments (<http://www.ni.com/>).
- Al no estar operativa la instalación durante el año pasado, el grupo de control de la UAL solicitó formar parte de una red de excelencia europea denominada Hycon (<http://www.ist-hycon.org/>), donde se ha planteado una competición a nivel internacional en el ámbito del control de una instalación de frío solar sita en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla (<http://nyquist.us.es/hycon/index.php>,

- <http://servigar2.us.es/Solar/SolarMain.aspx>). Parte de esta actividad realmente pertenece a los subproyectos 7 y 8 y se continuará durante los próximos años.
- Se ha contactado con el suministrador del sistema de control de la máquina de frío solar para que implemente en dicho sistema un cliente OPC (*Ole for Process Control*, <http://www.opcfoundation.org/>) que permita la comunicación y el acceso a variables internas, tanto en modo lectura como en modo escritura. De esta forma se prevé disponer tanto del sistema de control comercial del sistema de frío solar como de la posibilidad de sustituir éste por otros desarrollados en el ámbito del proyecto. Además, de esta forma se facilita la integración del sistema de control de la máquina de frío solar (sistema propietario), con el sistema de monitorización general del edificio (sistema abierto).
 - Varios investigadores participantes en este proyecto realizaron una propuesta al Premio OMRON de Iniciación a la Investigación e Innovación en Automática (<http://www.cea-ifac.es/empresa/index.htm>), en el ámbito del Comité Español de Automática (<http://www.cea-ifac.es/>), titulado *Control multiobjetivo en los ámbitos domóticos e inmóticos implementado sobre redes heterogéneas*. El jurado del premio decidió conceder el premio a la propuesta, que se ha presentado en las XXVII Jornadas de Automática (<http://jal2006.ual.es>), organizadas por el área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Almería (<http://aer.ual.es/>), participante en este proyecto.



Figura 7.2. Vista del campo de captadores solares instalados



Figura 7.3. C-DdI CIESOL

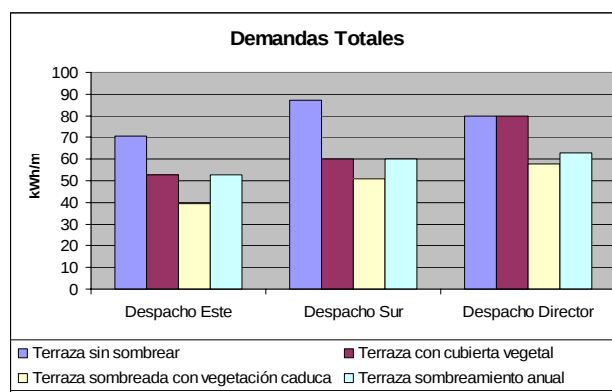


Figura 7.4. Estimación de demandas totales con sombreadamiento en terraza de dirección.

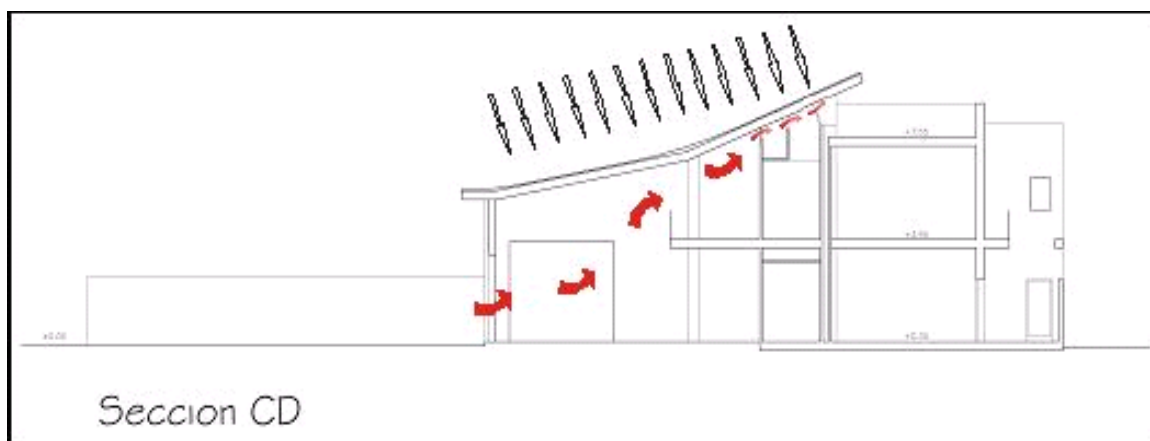


Figura 7.5. Propuesta de ventilación cruzada en la nave con tubos enterrados.

Publicaciones:

J. A. Ferrer , J. Heras, S. Palero, A. Bosqued, R. Enríquez, J. Guzmán, M. J. Jiménez, J. Martí, C. San Juan, S. Soutullo, B. Porcar, R. Bosqued, M. R. Heras. “Proyecto singular estratégico PSE-ARFRISOL: Utilización de la arquitectura bioclimática y de la energía solar para reducir un 80% el consumo energético convencional de edificios de oficinas”. *X Encuentro Inter-Bienal del Grupo Especializado de Termodinámica de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. (GET-Termo 2006) El Escorial (Madrid). 13-15 Septiembre de 2006.*

A. Bosqued, S. Palero, C. San Juan, C. Soutullo, R. Enríquez, J. A. Ferrer, J. Martí, J. heras, J. D. Guzman, M. J. Jimenez, R. Bosqued, M. R. Heras. “Arfrisol, bioclimatic architecture and solar cooling Project”. Presentado a “*23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2006)*”. Ginebra (Suiza) 6 a 8 Septiembre 2006.

Palero S., San Juan C., Enríquez R., Ferrer J. A., Soutullo S., Martí J., Bosqued A., Heras J., Guzmán J.D., Jiménez M.J., Bosqued R., Porcar B., Heras M.R. “Thorough Study of a Proposal to Improve the Thermal Behaviour of a Bioclimatic Building”. Presentado a “*23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2006)*”. Ginebra (Suiza) 6 a 8 Septiembre 2006.

Heras, J; *Participación en la Semana de Madrid por la Ciencia, 20 Abril 2006*

Bosqued, R; Heras, M.R.. Curso Construcción Sostenible. *Escuela de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Marzo 2005 - Junio 2006*

Heras, M.R.: Master en Experto en Energías Renovables. *Universidad de Salamanca (Zamora). Enero 2005-Enero 2006.*

Bosqued, R; *III Jornada Energías Renovables en Guipúzcoa. 29 Septiembre 2005*

Heras, M.R.:. Curso CIEMAT “Energía Solar en la Edificación. 16-20 Octubre 2005

Heras, M.R.:. Curso de Energía Solar en la Edificación en Universidad de Salamanca 23 Noviembre 2005

Bosqued, R.:. *Congreso Nacional de Energías Renovables de Murcia. 14-16 Noviembre 2005*

Heras, M.R.: *Jornada de Proyectos Singulares Estratégicos del MEC. Barcelona. 28 Noviembre 2005.*

Heras, M.R.: *Jornada de la Energía en la Edificación, León. 30 Noviembre 2005.*

Anexo 1

Director	Amadeo R. Fernandez-Alba Catedrático de la Universidad de Almería amadeo@ual.es
Subdirector	Sixto Malato Rodríguez Investigador de O.P.I. CIEMAT Sixto.malato@psa.es

RESPONSABLES DE ACTIVIDADES

	Universidad de Almería	Plataforma Solar de Almería
Organometálica y Fotoquímica	Antonio Romerosa. Profesor Titular de la Universidad de Almería. romerosa@ual.es	Christoph Richter. Investigador de DLR en la Plataforma Solar de Almería christoph.richter@dlr.de
Tratamiento de Aguas	Jose A. Sánchez. Profesor Titular de la Universidad de Almería. jsanchez@ual.es	Manuel I. Maldonado. Investigador de O.P.I. CIEMAT Mignacio.maldonado@psa.es
Modelado y Control Automático	Manuel Berenguel. Profesor Titular de la Universidad de Almería. beren@ual.es	Luis Yebra. Investigador de O.P.I. CIEMAT Luis.yebra@psa.es
Evaluación del Recurso Solar	Javier Batlles. Profesor Titular de la Universidad de Almería. fbatlles@ual.es	M ^a Lourdes Ramirez Santigosa. Investigador de O.P.I. CIEMAT lourdes.ramirez@ciemat.es
Química Ambiental	Amadeo R. Fernandez-Alba. Catedrático de la Universidad de Almería. amadeo@ual.es	Sixto Malato Rodríguez. Investigador de O.P.I. CIEMAT Sixto.malato@psa.es
ARFRISOL	Javier Batlles. Profesor Titular de la Universidad de Almería. fbatlles@ual.es	M ^a José Jiménez. Investigador de O.P.I. CIEMAT mjose.jimenez@psa.es

COMITÉ DE COORDINACIÓN

Diego López (Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería)	vinvest@ual.es
Manuel Berenguel (Catedrático de la Universidad de Almería)	beren@ual.es
Diego Martínez (Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT)	Diego.martinez@psa.es
Luis Yebra (Investigador del CIEMAT)	Luis.yebra@psa.es

COMITÉ CIENTÍFICO

Manuel Romero (Director de la División de Energías Renovables del CIEMAT)	manuel.romero@ciemat.es
Manuel Montes (Subdirector General de Programas de Fomento de la Investigación Técnica Sectorial del MEC).	manuel.montes@mec.es
Eloy García (Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Alcalá de Henares)	eloy.garcia@uah.es
Arturo Romero (Catedrático de Ingeniería Química de Universidad Complutense)	aromeros@quim.ucm.es