

Grupo I+D Mecánica de Fluidos e Ingeniería Térmica.

Área 4. Energías renovables y sistemas de climatización.

Introducción

La preocupación por la obtención de energía de fuentes renovables, y la eficiencia energética, ha impulsado al grupo a trabajar en distintos proyectos de investigación que tienen en común la mejora de la tecnología y de las aplicaciones de las energías renovables.

La mayoría de las aplicaciones en las que se ha trabajado están relacionadas con los sistemas de climatización de edificios, aunque también se ha investigado en aspectos concretos de la producción de energía eólica como fuente de suministro general, o en las aplicaciones de las fuentes renovables de energía a la desalación.

En otros casos se ha analizado otras cuestiones relacionadas con los componentes de un sistema de climatización, como son los elementos de enfriamiento evaporativo, su rendimiento y su impacto medioambiental.

Líneas de investigación

- Aplicaciones de la absorción y la energía solar térmica en climatización¹.
- Enfriamiento evaporativo: techo hídrico solar y torres de refrigeración^{1,2}.
- Energía eólica: aerodinámica de perfil y modelo de parque eólico³.
- Desalación por energías renovables

(1): En colaboración con el área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad Miguel Hernández

(2): En colaboración con la empresa Enercom.

(3): En colaboración con el centro danés de investigación RISO.

Técnicas e instalaciones empleadas.

- Código TRNSYS 15, dpCLIMA, MC4 HVAC CAD 2000 y bpFRIO.
- Laboratorio de captadores solares térmicos.
- Torre de refrigeración instrumentada para ensayos e investigación.
- Máquina de absorción monitorizada.
- Sistema de adquisición de datos telemétrico.
- Vivienda climatizada por suelo radiante y monitorizada.
- Instrumentación portátil de ensayos de torres de refrigeración

Proyectos y contratos de investigación.

- Proyecto JOE3-CT97-7003 *“Integrated of Advanced Ventilated Building components and Structure for Reduction of Energy Consumptions of Buildings /Air-in-struct”* Programa CRAFT-JOULE de la Unión Europea. Subcontrato con CRES (Centro de Energías Renovables de Grecia). Duración 1998-1999. Responsable: A. Viedma.

- Proyecto JOR3-CT98-7038: *“Improvement of energy power of solar roof by ventilation with a linear static exhauster”* Programa CRAFT-JOULE de la Unión Europea. Coordinador del proyecto: A. Viedma. Duración: 1999-2000

- Contrato con M Torres Ingeniería de Procesos S.L.: “*Análisis de viabilidad termodinámica y energética de la desalación de agua de mar por energías renovables eólica y solar*”. Septiembre-Noviembre 2000. Responsable: A. Viedma.

- Proyecto PI84/00877/FS/01. “*Desarrollo y validación experimental de modelos para diseño de instalaciones de calefacción con suelo radiante accionadas con energía solar*” Financiación: Comunidad Autónoma de la R. de Murcia, Fundación Séneca. Duración 3 años (2002-2004). Responsable: A. Viedma

- Proyecto 21885: “*Evaluación de la sustitución de las torres de refrigeración por techos hídricos-solares*” Financiación: Consejería de Tecnologías, Industria y Comercio, Comunidad Autónoma de la R. de Murcia. Duración 18 meses. Inicio febrero 2002- Responsable: A. Viedma

- Contrato con Gas Natural Murcia SDG, SA, para la “*Monitorización de una máquina de absorción de doble efecto*”. Responsable: Pedro J. Martínez Beltrán

- Proyecto ENE2007-68106-C02-02 “*Modelización energética de aero-refrigeradores con preenfriamiento adiabático y simulación del arrastre en torres de refrigeración.*” Financiación: Plan Nacional de I+D+i. Dir. Gral. de Investigación, MEC. Duración 3 años (2007-2010). Responsable: Dr. Blas Zamora Parra.

- Convenio con la D. Gral. del Ministerio de Medio Ambiente, para “*Desarrollo de alerta temprana frente a sequías y desalación de agua de mar por energías renovables eólica y solar sin emisión de salmuera*” Firmado 26 de diciembre de 2005. Responsables: Sandra García Galindo y A. Viedma.

- Contrato con sobre “*Dimensionado hidráulico óptimo de los componentes del circuito primario de una instalación solar térmica*”, Fechas: 03/04/2007 a 04/08/2007. Responsable: Pérez García, José.

- Contrato con ARGEM (Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia) sobre “*Profundización en los modelos de máquina de absorción. FRIOSOL II-Molina*”, Fechas 20/12/2008 a 20/04/2009. Responsable: Vera García, Francisco

- Contrato con ARGEM sobre “*Asesoría energética de una instalación de climatización mediante una máquina de absorción singular alimentada con energía solar*”. Fecha: 20/12/2008 a 20/04/2009. Responsable: Vera García, Francisco

- Contrato con ARGEM sobre “*Desarrollo de un colector solar plano con transferencia de calor mejorada*”. Fechas: 20/12/2008 a 20/12/2009. Responsable: Pérez García, José

- Contrato con ARGEM sobre “*Desarrollo, instrumentación y modelado de una instalación de absorción asistida con energía solar en la UPCT*” Fechas: 20/12/2008 a 20/12/2009. Responsable: García Cascales, José Ramón.

- Contrato con ARGEM sobre “*Desarrollo de un banco de ensayos de captadores solares térmicos*” Fechas: 20/12/2008 a 20/12/2009. Responsable: García Cascales, José Ramón.

- Contrato con ARGEM sobre “*Desarrollo de un colector de concentración de pequeño tamaño para aplicación en frío solar*”. Fechas: 20/12/2008 a 20/12/2009. Responsable: García Cascales, José Ramón.

- Contrato con sobre “*Desarrollo de un secadero de serrín y astilla de madera mediante el aprovechamiento de la energía solar y la biomasa*” Fechas: 30/12/2009 a 30/06/2010. Responsable: Vera García, Francisco.

- Contrato con SOLTEC, ENERGIAS RENOVABLES S.L., sobre “*Determinación de las acciones del viento sobre paneles fotovoltaicos*”. Fecha: : 02/10/2009 a 30/11/2009. Responsable Pérez García, José

- Contrato con SOLTEC, ENERGIAS RENOVABLES S.L., sobre “*Determinación de las acciones del viento sobre receptáculos de sistemas de energía fotovoltaica de alta eficiencia*”. Fecha: : 01/03/2010 a 01/07/2010. Responsable Pérez García, José

- . Contrato con APIA XXI S A. sobre “*Mejora del rendimiento de instalaciones fotovoltaicas en invernaderos*”. Fecha: 18/03/2010 a 17/03/2011. Responsable García Cascales, José Ramón

- Proyecto 15184/PI/10: “*Modelización de la dispersión y deposición de gotas procedentes de torres de refrigeración u otras fuentes en entornos urbanos.*” Financiación: Fundación Séneca de la Región de Murcia. Duración dos años: 2011-2012. Inv. responsable: Dr. Blas Zamora Parra.

Publicaciones.

Antes de 1999

- “Aplicación de la energía solar a la climatización mediante el uso de la tecnología de absorción”, Pedro J Martínez, Victor M. Soto, Jose M. Pinazo, El Instalador, vol. 335, pp 69-83, 1997.

1999

- “Simulación de ciclos de absorción mediante el programa TRNSYS. Validación con datos experimentales.” Pedro Juan Martínez Beltrán y José Manuel Pinazo. V Congreso Iberoamericano de Aire Acondicionado y Refrigeración. Lisboa, 1999.

- “Aplicaciones de la energía solar a la climatización. Análisis del funcionamiento de diferentes ciclos de absorción en el seno de una instalación solar.” Pedro J. Martínez Beltrán y José M. Pinazo. V Congreso Iberoamericano de Aire Acondicionado y Refrigeración, Lisboa, 1999.

- “Simulación de ciclos de absorción en estado estacionario.”. Pedro J. Martínez Beltrán y José M. Pinazo. I Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica, Badajoz, 1999

- “Simulación y análisis de viabilidad de una instalación de climatización mediante energía solar”, Pedro J. Martínez, José A. Villena, José M. Pinazo, El Instalador, Vol. 357, pp 153-174, 1999.

- “Análisis para selección de bombas de calor en calefacción”, Pedro J. Martínez, Antonio García, José M. Pinazo, en el libro Técnica y comentarios sobre la bomba de calor, editorial El Instalador, vol. 36, pp. 93-104, 1999.

- “Oscillating turbulent flow over different NACA profiles: a finite element approach to dynamic stall”. Pedro G. Vicente, A. Viedma, Ronald Horn. Wind Energy Conference 99. Niza, Francia, Marzo 1999.

- "Turbulent flows around a NACA 0012 profile including static and dynamic stall" Pedro G Vicente, Antonio Viedma, Ronald Horn. *3rd ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conference - ASME Fluid Engineering Division Summer Meeting*, FEDSM99-7021, San Francisco, July 18-23th, 1999.

2000

- "Evacuación y captura de energía térmica para climatización de edificios mediante un techo hídrico solar integrado" José M^a Galán, Antonio Sánchez, Manuel Lucas, Pedro Martínez y Antonio Viedma. *Anales de Ing. Mec.*, año 13, vol. 1, pp. 2601-2607, 2000.

- "Modelado de sistemas de enfriamiento con suelo radiante" J.R García Cascales, P. Bernal Valero & A. Viedma Robles. *Anales de Ing. Mec.*, año 13, vol. 4, pp. 2478-2484, 2000.

- "Aplicaciones de la energía solar a la climatización". Pedro J. Martínez Beltrán, José A. Villena Y José M. Pinazo. *El Instalador* Vol 369 Pag 91-102 Noviembre 2000

- "Método de mejora de la distribución de áreas de un ciclo de absorción de simple efecto". Pedro J. Martínez Beltrán, José M. Pinazo. *Anales de Ingeniería Mecánica*, Vol 4 Pag 2471-2484 Diciembre 2000

- "Método de mejora de la distribución de áreas de un ciclo de absorción de simple efecto", Pedro J. Martínez Beltrán y ¿?. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. año 2000.

2001

- "Hydrosolar roof for integrated energy dissipation and capture in buildings" A. Sánchez y A. Viedma. *Energy & Buildings*, vol. 33, pp 673-682, 2001.

- "Presentación del prototipo de techo hídrico solar para la evacuación y captura de energía térmica en climatización de edificios." A. S. Kaiser, P. Martinez, M. Lucas y A. Viedma. *I Encuentro Iberoamericano de Refrigeración y Aire Acondicionado Solar*. Sevilla, Junio 2001

- "Sistema de mejora en los periodos de funcionamiento de una instalación frigorífica", Alfredo Velázquez, Pedro J. Martínez, Mariano Alarcón, *El Instalador*, vol. 372, pp 157-162, 2001.

- "Hydrosolar roof for integrated energy dissipation and capture in buildings" A. Sánchez y A. Viedma. *Energy & Buildings*, Vol. 33, Issue 7, pp 673-682, Sep. 2001.

2002

- "The solar roof of Enercom, as an integrated energy solution for thermal conditioning of buildings" J. M. Galán, A. Viedma, M. Lucas, P. Martínez and M. Gemelli. *Eurosun 2002: 4th ISES (International Solar Energy Society) Europe Solar Congress*, Bolonia, 23-26 de Junio 2002.

- "Water drop size numerical optimization for hydrosolar roof" M- Lucas. P. Martínez, A. S. Kaiser, A. Viedma y B. Zamora. *Eurosun 2002: 4th ISES (International Solar Energy Society) Europe Solar Congress*, Bolonia, 23-26 de Junio 2002.

- "A method for design analysis of absorption machines", Pedro J. Martínez, José M. Pinazo, *Int. J. of Refrigeration*, vol 25/5, pp 617-622, Agosto 2002.

- "A method for obtaining performance correlations of absorption machines", Pedro J. Martínez, José M. Pinazo, *Int. J. of Thermal Sciences*, vol 42...

- "The climatic solar roof: a new ecological alternative to the heat dissipation in buildings" M. M. Sánchez, M. Lucas, P. Martínez, A. Sánchez & A. Viedma. *Solar Energy*, Vol. 73, No. 6, pp. 419-432, 2002.

2003

- "Improved Hydrosolar Roof for Buildings' Air Conditioning" Lucas, M., Martínez, P., Sánchez, A., Viedma, A. & Zamora, B. *Energy & Buildings*, Vol. 35, Issue 9, pp. 963-970, October 2003.

- "Water mass flow optimization for hydrosolar roof" Lucas M., Martínez P., Kaiser A. S., Viedma A. & Zamora B. *ISES Solar World Congress 2003*, Göteborg, Sweden, 14-19 June, 2003.

- "Aplicación de la técnica del papel hidrosensible a la medida del arrastre en torres de refrigeración". J. P. Solano, M. Lucas, P.J. Martínez, A. Viedma. *II Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío CYTEF'2003*, Vigo 18-20 septiembre 2003.

- "Medida del arrastre en torres de refrigeración" Juan Pedro Solano, Pedro Juan Martínez, Antonio Viedma y Manuel Lucas. *III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica*, Valencia, 5-6 junio 2003.

- "Simulación numérica de un sistema síncrono de generación eólica", Viguera Campuzano, Antonio; Viguera Rodríguez, Antonio. *Anales de Ingeniería Mecánica*. vol 15(4), 2004, pp. 2557-2565.

2005

- "Numerical model of evaporative cooling processes in a new type of cooling power" A. S. Kaiser, M. Lucas, A. Viedma and B. Zamora. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 48, pp. 986-999, 2005.

- "Performance analysis of a solar energy driven heating system" P.J. Martínez, A. Velazquez y A. Viedma. *Energy & Building*, vol. 37, pp. 1028-1034, 2005.

- "Towards an overall simulator for a synchronous wind energy system" A. Viguera-Rodríguez, F. Ruz & A. Viguera. Resumen enviado al *International Congress on Energy and Environment Engineering and Management (CIEEM)*. Badajoz, 18-20 mayo 2005.

- "Medida del arrastre en torres de refrigeración con la técnica del balance químico, influencia del giro del ventilador" M. Lucas Miralles, Pedro J. Martínez Beltrán y A. Viedma Robles. *CYTEF2005 : III Cong. Esp. de Ciencias y Técnicas del Frío, I Cong. Iberoamericano de Cien. y Tec. del Frío*. Barcelona 21-23 de julio de 2005.

2006

- "Energy optimization of air conditioning system using hydrosolar roof as heat sink" Lucas M., Kaiser A.S. Viedma A. and Zamora B. *Solar Energy*, vol 80 (4), pp. 448-458, 2006.

- "Spectral coherence models for the wind speed in large wind farms" A. Viguera-Rodríguez, P. E. Sørensen & A. Viedma. *2nd PhD seminar on Wind Energy in Europe*. Riso National Laboratory, Denmark, 4-5 october 2006.

- "Estudio numérico del arrastre en torres de refrigeración de tiro natural. Definición de la región de estudio" M. Lucas, P.J. Martínez, J. Ruiz, A. Sánchez-Kaiser y A. Viedma. *Forum Fluent*, 24 de noviembre 2006, Madrid

- "Power fluctuations from large offshore wind farms", Sørensen, Poul E.; Cutululis, N. A.; Hjerrild, J.; Lensen, L.; Donovan, M.; Christensen, L.E.A.; Madsen, Henrik; Viguera Rodríguez, Antonio. *Nordic Wind Power Conference*. Espoo (Finlandia), 22-23 May 2006.

2007

- "Sistema integrado de desalación por energías renovables sin emisión de salmuera" C. Fernández López, A. Viedma Robles, R. Herrero Martín y A. Sánchez Kaiser. *CIBIM8 - 8º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*, 23-25 de octubre de 2007 en Cusco, Perú.

- "Analysis of the experimental spectral coherence in the Nysted Wind Farm" A. Viguera-Rodríguez, P.E. Sørensen, A. Viedma, N.A Cutululis. *NWPC2007 – Nordic Wind Power Conference 2007*, 1-2 Nov 2007, Roskilde, Denmark.

- "Influencia de las condiciones ambientales en la deposición del arrastre de torres de refrigeración" M. Lucas, P. J. Martínez, J. Ruiz, A. Sánchez-Kaiser, A. Viedma. *IV Congreso Ibérico y II Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío CYTEF-2007*, Porto, Portugal, 11-13 Nov 2007.

- "Seawater integrated desalination plant without brine discharge and powered by renewable energy systems." C. Fernández-López, A. Viedma, R. Herrero and A. S. Kaiser. Aceptado en *Desalination* (mayo 2007).
- "Spectral coherence model for power fluctuations in a wind farm" A. Viguera-Rodríguez, P. Sorensen, A. Viedma & M. H. Donovan. Enviado a *J. of Wind Eng & Industrial Aerodynamics*. (agosto 2007)
- "Power fluctuation from large wind farms" Sørensen , Poul E.; Cutululis , N. A.; Viguera Rodríguez, Antonio; Jensen , L. E.; Hjerrild , J.; Donovan , M. ; Madsen , Henrik. *IEEE Transactions On Power Systems*, vol. 22., pp 958-965, 2007
- "Models for assessing power fluctuations from large wind farms." Cutululis , N. A.; Sørensen , Poul E.; Viguera Rodríguez, Antonio; Jensen , L. E.; Hjerrild , J.; Donovan , M. ; Madsen , Henrik. *European Wind Energy Conference & Exhibition (EWEC), MILÁN (ITALIA), 2007*
- "Análisis térmico y dinámico de una central eólico-solar mediante simulación numérica". Sánchez Kaiser, Antonio; Hurtado Sánchez, Francisco José; Zamora Parra, Blas; Herrero Martín, Ruth. *CONVERGE 2007, Madrid, 15 Nov 2007*

2008

- "Thermal comfort analysis of a low temperature waste energy recovery system: SIECHP." R. Herrero Martín, F.J. Rey Martínez, E. Velasco Gómez. *Energy and Buildings, Volume 40, Issue 4*, pp. 561-572. 2008.
- "Comparative experimental drift study between a dry and adiabatic fluid cooler and a cooling tower" M. Lucas, P.J. Martínez, A. Viedma. *Int. J. of Refrigeration 31 (2008), pp. 1169 –1175.*
- "Estudio numérico de la pérdida de presión de diferentes tipos de separadores de gotas en torres de refrigeración" Kaiser, A. S.; Ling, U.; Lucas, M.; Martínez P. J.; Ruiz, J.; Viedma A. y Zamora B.. *VIII Congreso Internacional de Climatización, Refrigeración e Ingeniería Energética, RECLIEN 2008, La Habana, Cuba, 6-8 Octubre 2008.*
- "Eficiencia de captura de separadores de gota en torres de refrigeración". M. Lucas, J. Ruíz, M. Hernández, A. Viedma, R. Herrero, P.J. Martínez, B. Zamora y A.S. Kaiser *2008 ANSYS Iberian Conference: Inspiring Engineering*, Madrid, 4 y 5 noviembre 2008
- "Técnicas de análisis del comportamiento de aeroturbinas y parques eólicos" A. S. Kaiser y A. Viedma. *Jornada sobre Innovación y Optimización Energética, Foro de Cooperación UPCT-, Empresa*, Cartagena 5 de junio de 2008.
- "Modelización numérica del proceso de transferencia de calor, del flujo convectivo inducido y de la potencia generada en una central eólico solar" Hurtado F.J., Kaiser A.S., Zamora B., Lucas M., Viedma A. *XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energía Solar (CIES 2008) Vigo, del 17 al 21 de junio de 2008.*

2009

- "Experimental study on the thermal performance of a mechanical cooling tower with different drift eliminators" Manuel Lucas; Pedro Juan Martínez, Antonio Viedma. *Energy Conversion and Management, Volume 50, Issue 3, March 2009, Pages 490-497.*
- "Seawater integrated desalination plant without brine discharge and powered by renewable energy systems." C. Fernández-López, A. Viedma, R. Herrero and A. S. Kaiser. *Desalination* 235 (2009), pp 179-198.

- "Wind model for low frequency power fluctuations in offshore wind farms" A. Viguera-Rodríguez P. Sørensen N. A. Cutululis, A. Viedma M. H. Donovan. *Wind Energy*. Publicado en la versión electrónica <http://dx.doi.org/10.1002/we.368>. D.O.I. 10.1002/we.368

- "Application of ramp limitation regulations for smoothing the power fluctuations from offshore wind farms". Antonio Viguera-Rodríguez, Poul Sørensen, Nicolaos Cutululis, Antonio Viedma, Emilio Gómez, Sergio Martín. *European Wind Energy Conference & Exhibition – EWEC Parc Chanot, Marseille, France*, 16 - 19 March 2009.

- "Influencia de los separadores de gotas en el comportamiento térmico de torres de refrigeración" M. Lucas Miralles, P. J. Martínez Beltrán J. Ruiz Ramírez, A. Viedma Robles. *VI Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica*. Córdoba, 3 a 5 de junio 2009. Actas del congreso: ISBN 078-84-692-2642-1

- "Estudio numérico de la pérdida de presión y eficiencia de captura de separadores de gotas en torres de refrigeración" M Lucas, P J. Martínez, J. Ruiz, A. S. Kaiser, M. Hernández, U. Kling, B. Zamora y A. Viedma. *CYTEF-2009. V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío*. Castellón, España – 23 a 25 de Septiembre, 2009.

- "Evaluación de riesgo por legionelosis de los aerorefrigeradores con preenfriamiento adiabático". M. Lucas, P.J. Martínez y A. Viedma. Poster en *X Congreso Español y I Iberoamericano de Sanidad Ambiental*. La Coruña 28, 29 y 30 de octubre de 2009.

- "Modelo numérico para el análisis del arrastre de torres de refrigeración de tiro mecánico en un entorno urbano", M. Hernández, A.S. Kaiser, B. Zamora, A. Viedma, P.J. Martínez, M. Lucas, J. Ruiz. Poster en *Smart Engineering Simulation, 2009 ANSYS Iberian Conference*, 27 y 28 de octubre 2009 – Madrid.

- "Numerical study of the influence of ambient conditions on the mechanical cooling tower drift deposition in an urban area" M. Hernández, A. S. Kaiser, B. Zamora, A. Viedma, P. J. Martínez, M. Lucas and J. Ruiz. *14th IAHR Cooling Tower and Air-cooled Heat Exchanger Conference*, 1- 3 December 2009, Stellenbosch, South Africa.

- "Simulación numérica del flujo de aire y del impacto de gotas dispersas sobre los separadores de una torre de refrigeración", Sánchez Kaiser, Antonio; Zamora Parra, Blas; Hernández Jiménez, Mónica; Lucas Miralles, Manuel; Ruiz Ramírez, Javier, *Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería 2009 (SEMNI)*, Barcelona, 29 Junio - 2 Julio 2009.

2010

- "On the influence of psychrometric ambient conditions on cooling tower drift deposition". M. Lucas, P.J. Martínez, J. Ruiz, A.S. Kaiser, A. Viedma. *Int. J. of Heat and Mass Transfer. Volume 53, Issue 4, 31 January 2010, Pages 594-604*

- "Estudio del comportamiento térmico de un aero-refrigerador con pre-enfriamiento adiabático" M. Lucas, P. J. Martínez, J. Ruiz, A.S. Kaiser, A. Viedma, B. Zamora. *XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*, Ciudad Real, noviembre 2010.

- "Influencia del binomio separador de gotas-sistema de distribución en el comportamiento térmico de torres de refrigeración" J. Ruiz Ramírez, M. Lucas Miralles, P. J. Martínez Beltrán, A. S. Kaiser, B. Zamora, A. Viedma Robles. *CIIME 2010: Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía*, Santiago de Cuba, Cuba, 9-11 nov 2010.

- "Estudio experimental del comportamiento térmico de un aero-refrigerador con pre-enfriamiento adiabático". M. Lucas, P.J. Martínez, J. Ruiz, A.S. Kaiser, A. Viedma, B. Zamora. *CIIME 2010: Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía*, Santiago de Cuba, Cuba, 9-11 nov 2010.

- "Development of an installation to reduce the temperature of fotovoltaic modules and improve their efficiency" Mazón Hernández, Rocio; García Cascales, José Ramón; Vera García, Francisco; Sánchez Kaiser, Antonio; Zamora Parra, Blas. *International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10)* Granada (España), 23/03/2010.