

Grupo I+D Mecánica de Fluidos e Ingeniería Térmica.

Área 1. Transmisión de calor por convección libre y forzada. Cambiadores de calor.

Introducción

Los fenómenos de transmisión de calor por convección forzada en el interior de tubos, o natural entre placas y paredes verticales, son procesos térmicos donde los fluidos juegan un papel fundamental. Se han desarrollado líneas de investigación con diversas configuraciones y sistemas, tanto con técnicas de simulación numérica como estudios experimentales.

Las aplicaciones del conocimiento básico obtenido son muy diversas: desde el diseño de cambiadores de calor más eficientes y reducidos de tamaño, a la utilización de elementos arquitectónico que actúan como de climatización natural, o la generación de hielo líquido para su aplicación en sistemas de refrigeración o climatización.

Líneas:

- Mejora de la transferencia de calor en tubos de intercambiadores*.
- Mejora de la transferencia de calor en captadores solares térmicos*.
- Convección natural entre paredes. Aplicaciones en Arquitectura Bioclimática.
- Producción, distribución y aplicación del hielo líquido*.

(*: En colaboración con el área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad Miguel Hernández. y la empresa HRS Spiratube)

Técnicas e instalaciones empleadas.

- Programas de Mecánica de Fluidos Computacional: FLUENT, PHOENICS, OpenFOAM
- Banco de ensayos de transferencia de calor en tubos.
- Planta de piloto de producción y ensayo de hielo líquido.
- Banco de ensayos de captadores solares térmicos.
- Sensores diversos, y sistemas de adquisición de datos y control de ensayo por ordenador.
- Sistema de velocimetría por desplazamiento de partícula (PIV)
- Cámara termográfica.

Proyectos y contratos de investigación.

- Contrato con HRS-Spiratube: *Características del flujo turbulento y de la transmisión de calor en tubos corrugados*. Abril-Septiembre de 1995. Responsable: A. Viedma.
- Contrato con E. N. BAZAN de C.N.M. S. A.: *Optimización del diseño de aerorrefrigerantes*. Julio-Diciembre 1997. Responsable: A. Viedma.

- Proyecto 1FD97-0211: *Aumento de la transferencia de calor en tubos de intercambiadores mediante deformación mecánica*. Financiación: Dir. Gral de Enseñanza Científico y Técnica, M.E.C. Proyectos de I+D del Programa FEDER. Duración: 3 años: 1999-2001. Responsable: A. Viedma.
- Contrato con HRS-Spiratube: *“Transferencia de calor en tubos con elementos insertados dinámicos”* Octubre 2002-Sep 2003. Responsable: A. Viedma.
- Proyecto DPI2000-0224-P4-02: *“Desarrollo, modelización y optimización de un sistema de producción, acumulación y aplicación de hielo líquido”* Financiación: Plan Nacional de Investigación. Direc. Gral de Investigación, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Duración 3 años (2001-2004). Responsable: A. Viedma.
- Proyecto DPI2003-07783-C2-01 *“Aumento de la transferencia de calor y prevención del ensuciamiento en tubos de intercambiadores mediante elementos insertados dinámicos”*. Financiación: Plan Nacional de Investigación. Dir. Gral. de Investigación, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Duración 3 años (2004-2006). Responsable: A. Viedma.
- Proyecto DPI2003-02719 *“Optimización de la transmisión de calor por convección natural en sistemas pasivos de climatización (paredes trombe y chimeneas solares)”* Financiación: Plan Nacional de Investigación. Dir. Gral. de Investigación, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Duración 3 años (2004-2006). Responsable: B. Zamora.
- Contrato con HRS-Spiratube: *“Evaluación experimental y numérica de elementos insertados dinámicos en procesos de transferencia de calor”* Octubre 2004. Responsable: A. Viedma.
- Proyecto 2I05SU0029 *“Evaluación experimental de la aplicación de hielo líquido en los procesos industriales”* Financiación: convocatoria Consejería de Economía, Industria y Comercio (orden 20/1/2005), concesión Consejería de Educación y Cultura por resolución 30 de enero 2006 (BORM 10/02/2006). Duración 18 meses (2005-2006)
- Proyecto DPI2007-66551-C02-01: *“Transferencia de calor y generación de hielo en intercambiadores tubulares y de placas con rascadores lineales y rotativos”* Financiación: Plan Nacional de I+D+i, Dir. Gral. de Investigación, M. E. y C. Duración: 3 años (2007-2010). Responsable: A. Viedma
- Proyecto 0873/PI/98. *“Desarrollo de un colector solar plano mejorado y evaluación del rendimiento y prestaciones termo-hidráulicas”*. Financiación: Fundación Séneca de la Región de Murcia. Duración dos años: 2009-2010. Investigador responsable: Alberto García Pinar.
- Contrato con APIA XXI S.A.: *“Mejora del rendimiento de instalaciones fotovoltaicas mediante la refrigeración combinada”* Marzo 2009-Marzo 2010, Responsable: José Ramón García Cascales.
- Proyecto 15297/PI/10. *“Mejora de la transferencia de calor y la eficiencia de los captadores solares planos empleando dispositivos insertados”*. Financiación: Fundación

Séneca de la Región de Murcia. Duración dos años: 2011-2012. Investigador responsable: Alberto García Pinar.

Publicaciones.

1998

- "Numerical analysis of flow reversals in natural convection cooled vertical channels". Zamora Parra, Blas & Hernández, J.. *Phoenics Journal of Computational Fluid Dynamics & its Applications* vol 11, (1998), pp. 168-186
- "Metodología de diseño óptimo de aerorrefrigerantes". Pedro G. Vicente Quiles, Eduardo Esteve del Pozo, Antonio Viedma Robles. *Anales de Ing. Mec.*, año 12, vol. 4, pp 655-663, 1998.

2000

- "Aumento de la transferencia de calor en el flujo turbulento de tubos deformados mecánicamente mediante abolladuras en espiral" Pedro G. Vicente, Alberto García y Antonio Viedma. *Anales de Ing. Mec.*, año 13, vol. 4, pp. 2539-2545, 2000.
- "Enhanced natural convection in a vertical rectangular cavity on account of the mixing of two pure gases" A. Campo & B. Zamora,. *J. Heat Transfer (ASME)* Vol 122, pp. 284- 387 Mayo 2000.
- "Simulación numérica de transferencia de calor en una chimenea solar" Antonio Sánchez Kaiser, Pedro Martínez Martínez, Manuel Lucas Miralles y Blas Zamora Parra. *Encuentro de Usuarios Españoles de FLUENT* , Barcelona, Octubre 2000.

2001

- "Heat transfer and pressure drop for low Reynolds flow in helically dimpled tubes" P.G. Vicente, A. García & A. Viedma. *Int. J. Heat Mass Transfer*, vol. 45/3, pp. 543-553, 2001.
- "Experimental set-up to measure tube-side heat transfer and pressure drop in laminar and turbulent one-phase flow" Pedro G. Vicente, Alberto García & Antonio Viedma, *5th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*. September 24-28, 2001, Tesalónica, Greece. Publicado en *Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*. Editores G.P. Celata et al., Edizioni ETS, Pisa, Italia, ISBN 88-467-0459-2.
- "Estudio de extractores estáticos para la optimización del gasto másico en una chimenea hídrico-solar" Antonio Sánchez-Kaiser, Manuel Lucas, Pedro Martínez, Antonio Viedma y Blas Zamora. *Encuentro de usuarios de Fluent*, Madrid, 28-29 Septiembre 2001.
- "Influence of upstream conduction on the thermally optimum spacing of isothermal, natural convection cooled vertical plate arrays" B. Zamora y J. Hernández. *Int. Comm. Heat Mass Transfer*, Vol 28, pp. 201-210, 2001.
- "Estudio numérico de la influencia de las condiciones de contorno en los flujos de convección natural en canales convergentes" A. Sánchez-Kaiser, J. Contreras y B. Zamora. *Encuentro de Usuarios Españoles de FLUENT*, Septiembre 2001.
- "Attainment of maximum levels of natural convective heat transfer across major cavities using as a coolant a mixture of two pure gases instead of air" A. Campo & B. Zamora. *Heat and Mass Transfer*, vol. 37, pp 43-51, 2001.

2002

- "Estudio numérico del flujo inducido por convección natural en una pared trombe" Blas Zamora, Luis Molina y Antonio Viedma. *Revista Internacional para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, vol. 18, nº 2, pp. 227-242, 2002.

- "Simulación numérica de la transmisión de calor por evaporación producida en una torre de refrigeración extendida" A. S. Kaiser, M. Lucas, P. Martínez, A. Viedma, B. Zamora. *I Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío. CYTEF'2002*, Cartagena 4-6 Abril, 2002.
- "Estudio numérico de procesos transitorios de transferencia de calor por convección natural en canales convergentes". M Lucas, P Martínez, A. Sánchez-Kaiser, B. Zamora y A. Viedma. *V Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería*, Madrid, 3-6 Junio 2002.
- "Numerical study of natural convection heat transfer in converging channels" A Sánchez-Kaiser, A. Viedma & B. Zamora. *12th International Heat Transfer Conference*, Grenoble 18-23 Agosto 2002.
- "Heat transfer and pressure drop for low Reynolds flow in helically dimpled tubes" P.G. Vicente, A. García & A. Viedma. *Int. J. of Heat and Mass Transfer*, vol. 45/3, pp. 543-553, 2002.
- "Experimental study of mixed convection and pressure drop in helically dimpled tubes for laminar and transition flow" Pedro G. Vicente, Alberto García & Antonio Viedma. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, vol 45/26 pp 5091-5105, 2002.
- "Análisis de la mejora de la transferencia térmica laminar mediante dispositivos insertados en tubos de intercambiadores de calor" Alberto García, Pedro G. Vicente, Antonio Viedma. *Actas del XV Cong. Nac. de Ing. Mec.*, Cádiz, 10 a 13 de diciembre de 2002, resumen en pag. 497.
- "Evaluación de la mejora de la transmisión de calor obtenida mediante tubos deformados mecánicamente" Pedro G. Vicente, Alberto García y Antonio Viedma. *Actas del XV Cong. Nac. de Ing. Mec.*, Cádiz, 10 a 13 de diciembre de 2002, resumen en pag. 502.

2003

- "Experimental study of mixed convection and pressure drop in helically dimpled tubes for laminar and transition flow" Pedro G. Vicente, Alberto García & Antonio Viedma. *Int. J. Heat Mass Transfer*. Vol 45/26 pp 5091-5105, 2003.
- "Simulation strategies and grid dependence study in steady incompressible flow in ribbed channels with heat transfer" I. Murcia Murcia, J. Pérez García, A. Sánchez Kaiser y A. Viedma Robles. *4º Encuentro Anual de Usuarios de Fluent*, Barcelona, 23-24 de octubre 2003.
- "Mejora de la transmisión de calor mediante tubos deformados mecánicamente", Pedro G. Vicente Quiles, Alberto García Pinar y Antonio Viedma Robles. *III Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica*, Valencia, 5-6 junio 2003.

2004

- "Experimental investigation of heat transfer and friction characteristics of spirally corrugated tubes in turbulent flow at different Prandtl numbers" Pedro G. Vicente, Alberto García & Antonio Viedma. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 47, pp 671-681, 2004.
- "Mixed convection heat transfer and isothermal pressure drop in corrugated tubes for laminar and transition flow" Pedro G. Vicente, Alberto García & Antonio Viedma. *Int. Comm. in Heat and Mass Transfer*, vol. 31, no. 5: pp 651-662, 2004
- "Correlation for Nusselt number in natural convection in vertical convergent channels at uniform wall temperature by a numerical investigation". A. S. Kaiser, B. Zamora & A. Viedma. *Int. J. Heat and Fluid Flow*, vol. 25, pp. 671-682, 2004.
- "Estudio de la transferencia de calor en sistemas de placas en régimen turbulento" A. Sánchez Kaiser, A. Viedma Robles, B. Zamora Parra, *FLUENT Forum 2004*, 15 de octubre de 2004, Madrid.

2005

- "Experimental study of heat transfer enhancement with wire coils inserts in laminar-transition-turbulent regimes at different Prandtl number" Alberto García, Pedro G. Vicente y Antonio Viedma. *Int. Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 48, pp. 4640-4651, 2005.

-“Experimental study of heat transfer and pressure drop in laminar and transition flows of mechanically-assisted heat exchangers with wire coil inserts” A. García, P.G. Vicente & A. Viedma. Resumen enviado al *Eurotherm Seminar 77 “Heat and mass transfer in food processing”*, Parma, Italia, 20-22 Junio 2005.

- “Dimensional analysis and experimental study of pressure drop and heat transfer for Na-Cl ice slurry in pipes.” F. Illán, P. Martínez & A. Viedma. *6th IIR Ice Slurry Workshop*, Yverdon-les-Bains, Suiza, 15-17 junio 2005.

- “Evaluación del comportamiento termo-fluidodinámico de un hielo líquido.” F. Illán Gómez⁽¹⁾, A. Viedma Robles y P. Martínez Martínez. *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.

- “Estudio del gasto másico inducido en sistemas de placas en régimen turbulento” A.S. Kaiser, A. Viedma, B. Zamora. *Forum Fluent 2005*, Madrid, 6 de octubre 2005.

- "Effects of variable properties and nonuniform heating on natural convection flows in vertical channels" J. Hernández, B. Zamora, *Int. J. of Heat and Mass Transfer*, Vol. 48, pp. 793-807 (2005)..

2006

- “Experimental investigation of flow pattern in enhanced exchangers with active insert devices” J P Solano, A. García, J. M. Pedrero, P. G. Vicente & A. Viedma, *ASME-ATI Conference on Energy: production, distribution and conservation*, Milan, Italia 14-17 mayo 2006.

- “Experimental study of heat transfer and pressure drop in mechanically-assisted heat exchangers with active scrapers”. J P Solano, A. García, P G Vicente & A.Viedma. *International Heat Transfer Conference*. IHTC-13, Sidney, Australia, 13-18 Agosto 2006.

- “Ice concentration measurement and control for ice slurry pipe flow.” F. Illán y A.Viedma. *7th Conference on Phase Change Materials and Slurries for Refrigeration and Air Conditioning*, 13 - 15 September 2006 - Dinan - Brittany – France.

- “2D data reduction technique for turbine blade heat transfer measurements using double-layered thin film gauges” Juan Pedro Solano, Guillermo Paniagua & Rémy Dénos. *The XVIII Symposium on Measuring Techniques in Turbomachinery*, Thessaloniki (grecia), 21-22 sep 2006.

2007

- “Flow pattern assessment in tubes with wire coil inserts in laminar and transition regimes” A. García, J. P. Solano, P. G. Vicente & A. Viedma. *Int. J. Heat and Fluid Flow* 28 (3): 516-525 JUN 2007.

- “Enhancement of laminar and transitional flow heat transfer in tubes by means of wire coil inserts” A. García, P G Vicente, J P. Solano & A. Viedma. *Int. J. of Heat and Mass Transfer* 50 (15-16): 3176-3189 JUL 2007.

- “Simulación numérica del flujo convectivo turbulento establecido en sistemas pasivos de climatización”, A.S. Kaiser, B. Zamora. *CMNE/CILAMCE Conference (Congress on Numerical Methods in Engineering)*, 13-15 de Junio de 2007.

2008

- “On the effects of Rayleigh number and inlet turbulence intensity upon the buoyancy-induced mass flow in sloping and convergent channels”, B. Zamora, A. S. Kaiser & A. Viedma. *Int. J. of Heat and Mass Transfer* 51 (2008), pp. 4985-5000.

- “Numerical simulations of laminar flow instabilities in tubes with wire coil inserts” D. Muñoz-Esparza, J. Pérez-García, E. Sanmiguel-Rojas, A. García-Pinar And J.P. Solano-Fernández. *7TH EUROMECH FLUID MECHANICS CONFERENCE*. Manchester, UK, 14 – 18 September 2008.

- "Numerical simulation of incompressible laminar fluid flow in tubes with wire coil inserts". Pérez García, José; Muñoz Esparza, Domingo; Sanmiguel Rojas, Enrique; García Pinar, Alberto; Solano Fernández, Juan Pedro. *Heat Transfer 2008. Advanced Computational Methods And Experimental Measurements In Heat Transfer*. University Of Maribor, Slovenia 09/07/2008.

2009

- "Numerical correlation for natural convective flows in isothermal heated, inclined and convergent channels for high Rayleigh numbers" A. S. Kaiser, B. Zamora & A. Viedma. *Computers and Fluids* 38 (2009) pp. 1-15

- "Experimental study on pressure drop and heat transfer in pipelines for brine based ice slurry. Part I: operational parameters correlation" F. Illán, A. Viedma. *Int. J. of Refrigeration* 32 (2009) pp 1015-1023.

- "Experimental study on pressure drop and heat transfer in pipelines for brine based ice slurry. Part II: dimensional analysis and rheological model" F. Illán, A. Viedma. *Int. J. of Refrigeration* 32 (2009) pp 1024-1031.

- "Prediction of ice slurry performance in a corrugated tube heat exchanger." F. Illán & A. Viedma. *Int. J. of Refrigeration*, Vol. 32, Issue 6, Sep 2009, pp. 1302-1309.

- "Experimental study of ice slurry performance in a standard fan coil" F. Illán & A. Viedma. *Int. J. of Refrigeration* Vol. 32 (2009) pp. 1808-1814.

- "Assessment of improvement in heat exchangers behaviour using ice slurry as secondary refrigerant" Fernando Illán & Antonio Viedma. *3rd IIR Conference on Thermophysical Properties and Transport Processes of Refrigerants*, Boulder, CO, USA, 23-26 Jun 2009.

- "Performance evaluation of a zero-fouling reciprocating scraped surface heat exchanger" . P. Solano, A. García, P. G. Vicente & A. Viedma. *Heat Exchanger Fouling and Cleaning VIII*, Pichl/Schladming, Austria, June 14 -19, 2009.

- "Experimental investigation of turbulence level in enhanced heat exchangers with active insert devices" D. Crespí , P.G. Vicente, J.P. Solano, A. García1, A. Viedma. al *Heat Exchanger Fouling and Cleaning VIII*, Pichl/Schladming, Austria, June 14 -19, 2009.

- "The effect of velocity ratio on thermal-hydraulic performance of reciprocating scraped surface heat exchangers at low Reynolds number". J. P. Solano, A. García, P. G. Vicente & A. Viedma. *ExHFT-7, 7th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*, Cracovia, Polonia, 28 Jun – 3 Julio, 2009.

- "Medida experimental y simulación numérica del flujo turbulento en intercambiadores de calor mejorados con discos rascadores" Damián Crespí, Luís Climent, Pedro Vicente, Pedro Martínez y Antonio Viedma. *CYTEF-2009. V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío*. Castellón, España – 23 a 25 de Septiembre, 2009.

- "Optimum wall-to-wall spacing in solar chimney shaped channels in natural convection by numerical investigation" B. Zamora, A.S. Kaiser. *Applied Thermal Engineering*, Vol 29 (2009), pp 762-769.

- "Novel 2D transient heat conduction calculation in a cooled rotor: ventilation preheating - blowdown flux". J. P. Solano and G. Paniagua. *J. of Heat Transfer*, vol. 131-8 (2009), pp. 81601-81607.

- "Thermal and dynamic optimization of the convective flow in trombe wall shaped channels by numerical investigation" Blas Zamora & Antonio S. Kaiser. *Heat and Mass Transfer*, Vol. 45, N. 11, (2009), pp 1393-1407.

- "Simulación dinámica de una instalación experimental para el estudio de la ebullición de refrigerantes en microcanales" Pérez García, José; García Cascales, José Ramón; Vera García, Francisco; Illán Gómez, Fernando; Cano Izquierdo, José Manuel. *VI Jornadas Nacionales de Ingeniería Termodinámica*. Córdoba (España), 3-5 junio 2009.

- “Prediseño y análisis de una instalación para el estudio del proceso de condensación en microcanales”. Vera García, Francisco; García Cascales, José Ramón; Pérez García, José; Illán Gómez, Fernando. *CYTEF-2009. V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío*. Castellón (España). 23-25 septiembre 2009.

- “Instalación para el estudio del proceso de ebullición en microcanales” García Cascales, José Ramón; Vera García, Francisco; Pérez García, José; Illán Gómez, Fernando. *CYTEF-2009. V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío*. Castellón (España). 23-25 septiembre 2009.

- “Diseño y desarrollo de un banco de ensayo de captadores solares térmicos mejorados” Pérez García, José; García Pinar, Alberto; López Galiana, Elena; García Soto, Francisco José; Herrero Martín, Ruth; García Cascales, José Ramón; Vera García, Francisco. *CIBIM9. 9º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*. Las Palmas de Gran Canaria, 17-20 Nov 2009. .

2010

- “Using ice slurry as secondary refrigerant for charge reduction in industrial facilities”. F. Illán, A. Viedma. *2nd IIR Workshop on Refrigerant Charge Reduction*, KTH, Stockholm, Sweden. June 16-17, 2010

- “Heat Transfer Enhancement in Smooth Tube with Wire Coil Insert in Laminar and Transitional Non-Newtonian Flow” David-Sebastian Martínez, Alberto García, Juan-Pedro Solano, Antonio Viedma. *7th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*, Antalya, Turkey, 19-21 Jul 2010.

- “Numerical simulation of non-newtonian flow and heat transfer in tubes of heat exchangers with reciprocating insert devices” David S. Martínez, Juan P. Solano, José Pérez, Antonio Viedma, *International Heat Transfer Conference IHTC-14*, Washington D.C., USA, August 8-13, 2010.

- “Numerical study on mixed buoyancy-wind driving induced flow in a solar chimney for building ventilation” Zamora Parra, Blas; Sánchez Kaiser, Antonio. *Renewable Energy*. vol 35, pp. 2080-2088, 2010.

2011

- “Performance evaluation of a zero-fouling reciprocating scraped surface heat exchanger” J.P. Solano, A. García, P. G. Vicente & A. Viedma. *Heat Transfer Engineering*, Vol. 32, Issue 3, 2011, Pages 331 – 338.

- “Flow Pattern Assessment In Tubes Of Reciprocating Scraped Surface Heat Exchangers”. J.P. Solano, A. García, P. G. Vicente & A. Viedma. *International Journal of Thermal Sciences Volume 50, Issue 5, May 2011, Pages 803-815*.

- “Experimental heat transfer research in enhanced flat-plate solar collectors” R. Herrero Martín, A. García, J. Pérez-García, *World Renewable Energy Congress (WREC 2011) Solar Thermal Applications*, Linköping, Sweden 8-11 May 2011.

- “Simulation of an enhanced flat-plate solar liquid collector with wire-coil insert devices” R. Herrero Martín, J. Pérez-García, A. García, F.J. García-Soto, E. López Galiana, *Solar Energy*, Vol 85, (2011) 455-468.