

# Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión

## LIFTEC

Centro Mixto  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Universidad de Zaragoza

## Memoria de Actividades Año 2014





---

## ÍNDICE

---

<b>1. EI LIFTEC</b> .....	1
1.1 Historia.....	1
1.2 Sede .....	3
1.3 Personal.....	4
<b>2. Líneas de investigación</b> .....	7
2.1 Combustión y energía.....	7
2.1.1 Combustión industrial .....	7
2.1.2 Pilas de combustible.....	10
2.2 Fluidodinámica.....	13
2.2.1 Ingeniería de fluidos .....	13
2.2.2 Hidrología e hidráulica .....	17
<b>3. Proyectos y contratos</b> .....	21
3.1 Proyectos de investigación con financiación pública .....	21
3.2 Proyectos de investigación con financiación industrial .....	23
3.3 Otros contratos y convenios con las Administraciones .....	27
<b>4. Publicaciones</b> .....	29
4.1 Publicaciones en revistas incluidas en SCI.....	29
4.2 Tesis doctorales.....	33
4.3 Presentaciones en congresos.....	34
4.4 Trabajos fin de Máster presentados.....	37
4.5 Proyectos fin de carrera presentados .....	38
4.6 Trabajos fin de grado presentados .....	41
<b>5. Cartera de Patentes</b> .....	43
<b>6. Cursos, Presentaciones y Estancias</b> .....	45
6.1 Cursos y Conferencias.....	45
6.2 Congresos organizados.....	46
6.3 Máster oficiales y Estudios propios.....	47
6.4 Cursos de 1 <sup>er</sup> y 2 <sup>o</sup> ciclo .....	48
6.5 Grados .....	49
6.6 Profesores e Investigadores Visitantes.....	51
6.7 Actividades de divulgación.....	52



## 1.1 HISTORIA

---

El Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión (LIFTEC) es un centro mixto entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Zaragoza, ubicado en Zaragoza creado por convenio de 15 de noviembre de 2011. Es continuación del Laboratorio de Investigación en Tecnologías de la Combustión (LITEC) creado a su vez por convenio de 20 de mayo de 1991 como centro mixto participado por el CSIC y la Diputación General de Aragón, y modificado en agosto de 1999, para dar entrada a la Universidad de Zaragoza. El Laboratorio en sus inicios se dedicó preferentemente al estudio de la combustión, partiendo desde sus aspectos más básicos hasta sus aplicaciones tecnológicas. Posteriormente, el campo de investigación se ha extendido a otras líneas dentro de las áreas de la Mecánica de Fluidos, Ingeniería Química e Ingeniería Medioambiental. El trabajo del LIFTEC incluye técnicas experimentales, computacionales y analíticas. Se definen dos líneas principales de investigación: *Combustión y Energía y Fluidodinámica*, divididas a su vez en las sublíneas de *Combustión Industrial, Pilas de Combustible, Ingeniería de Fluidos e Hidrología e Hidráulica*.

Las actividades de LIFTEC se desarrollan en el Campus Universitario Río Ebro. En sus inicios, en la parcela F 2 del Plan Especial del Área 5 del Polígono Actur-Puente de Santiago de Zaragoza, la DGA construyó una nave industrial de una sola planta de 17 x 20 m (340 m<sup>2</sup>), para albergar la primera instalación experimental consistente en un combustor de 500 Kw de potencia. En 1995, ante la escasez de espacio, especialmente de despachos, el CSIC construyó una ampliación de la nave existente, añadiendo dos anexos: un edificio de oficinas de 12 x 18 m (216 m<sup>2</sup>) con dos plantas y un total de 305 m<sup>2</sup> de superficie de despachos y una nave de laboratorio de una sola planta de 14 x 18 m (252 m<sup>2</sup>) que, en su momento, debido a restricciones presupuestarias, quedó sin acondicionar. En el año 2002 la nave se completó dividiéndola en dos plantas que albergan 2 laboratorios y una amplia sala de 82 m<sup>2</sup> para becarios y colaboradores. En el año 2004 se añadió un almacén para combustibles sólidos. Finalmente, en el año 2010 se ha construido un anexo de 42 m<sup>2</sup> distribuidos en dos plantas por un total de 40.000 € aportados por el CSIC para ubicar los vestuarios, ya que los existentes no disponían del espacio mínimo exigido por la legislación vigente.

Adicionalmente, también se desarrollan actividades en los laboratorios de investigación del área de Mecánica de Fluidos de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) de la Universidad de Zaragoza, en cuyo edificio Torres Quevedo se ubican los despachos del personal universitario de plantilla adscrito al LIFTEC.

A lo largo de sus 21 años de funcionamiento, el LIFTEC se ha consolidado como un centro de referencia en el ámbito nacional, e incluso internacional, en los campos de combustión y fluidodinámica. Dispone de instalaciones y plantas piloto, que pueden clasificarse dentro de la categoría de ‘instalaciones singulares’, y que son únicas a nivel nacional. Un dato que demuestra la actividad y dinamismo del centro son los más de 12 M€ obtenidos de proyectos desde su creación.

## 1.2 SEDE

---

La dirección del LIFTEC es:

Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión  
María de Luna, 10  
50018 – Zaragoza  
Tel. 976 506520 Fax: 976 506644  
Web: <http://www.liftec.unizar-csic.es>

La dirección del Área de Mecánica de Fluidos es:

Edificio Torres Quevedo  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), Universidad de Zaragoza  
María de Luna, 3  
50018 - Zaragoza  
Tel. 976 761881 Fax 976 761882  
Web: <http://www.unizar.es/amf>

## 1.3 PERSONAL

---

**DIRECTOR:** Dr. Luis Valiño García (CSIC)

**VICEDIRECTORA:** Dra. Pilar García Navarro (Universidad de Zaragoza)

**GERENTE:** Dña. Isabel Dendariena Ortiz de Zárate (CSIC)

### Investigador Científico del CSIC

Dr. Antonio Lozano Fantoba	Ext. 201	alozano@litec.csic.es
----------------------------	----------	-----------------------

### Científicos Titulares del CSIC

Dr. Félix Barreras Toledo	Ext. 202	felix@litec.csic.es
Dr. Santiago Jiménez Torrecilla	Ext. 209	yago@litec.csic.es
Dr. Luis Valiño García	Ext. 203	valino@litec.csic.es

### Catedráticos de la Universidad de Zaragoza

Dr. Javier Ballester Castañer	976762153	ballester@unizar.es
Dr. César Dopazo García	876555054	dopazo@unizar.es
Dr. Norberto Fueyo Díaz	976762959	Norberto.Fueyo@unizar.es
Dra. Pilar García Navarro	876555057	pigar@unizar.es
Dr. Guillermo Hauke Bernardos	876555055	ghauke@unizar.es

### Profesores Titulares de la Universidad de Zaragoza

Dr. Luis Aísa Miguel	876555055	laisa@unizar.es
Dr. Francisco Alcrudo Sánchez	876555314	alcrudo@unizar.es
Dr. Ricardo Aliod Sebastián	974239329	raliod@unizar.es
Dr. Jorge Barroso Estébanez	876555247	barroso@litec.csic.es
Dr. Javier Blasco Alberto	876555048	jablasal@unizar.es
Dra. Pilar Brufau García	876555051	brufau@unizar.es
Dr. José Ignacio García Palacín	976762518	ignacio@unizar.es
Dr. Jesús J. Martín Yagüe	876555245	jjmartin@unizar.es
Dr. Antonio Pascau Benito	876555056	pascau@unizar.es

### Científicos Contratados del CSIC

Dr. Radu Mustata	Ext. 204	radu@litec.csic.es
------------------	----------	--------------------

### Profesores Contratados de la Universidad de Zaragoza

Dr. Esteban Calvo Bernad	876555312	calvober@unizar.es
Dr. Luis Cerecedo Figueroa	976762672	<a href="mailto:cerecedo@litec.csic.es">cerecedo@litec.csic.es</a>
Dr. Juan Antonio García Rodríguez	876555313	juanto@unizar.es
Dr. César González Cebollada	974292660	cesargon@unizar.es
Dra. Ana Isabel González Espinosa	Ext. 251	agonzalez@litec.csic.es
Dr. Javier Murillo Castarlenas	876555317	Javier.Murillo@unizar.es



Personal Técnico

D. Alberto Campos Aybar	Ay. Inv. OPI	Ext. 122	<a href="mailto:alberto@litec.csic.es">alberto@litec.csic.es</a>
D. Luis Ojeda Arcas	Oficial (ITA)	Ext. 121	<a href="mailto:lojeda@litec.csic.es">lojeda@litec.csic.es</a>
D. J. Antonio Picazo Alda	Téc. Medio OPI	Ext. 207	<a href="mailto:picazo@litec.csic.es">picazo@litec.csic.es</a>
D. Antonio Pina Artal	Téc. Medio OPI	Ext. 205	<a href="mailto:antonio@litec.csic.es">antonio@litec.csic.es</a>
D. Alberto Remón Corrales	Oficial	Ext. 120	
D. Juan Carlos Villa Sierra	Téc. Especialista	Ext. 110	

Personal Administrativo

Dña. Isabel Dendariena Ortiz de Zárate		Ext. 101	<a href="mailto:isabel@litec.csic.es">isabel@litec.csic.es</a>
Dña. Olga Cebolla Pérez		876555053	<a href="mailto:olgac@unizar.es">olgac@unizar.es</a>
Dña. M <sup>a</sup> Pilar Ezquerro Sainz-Aja		976761881	<a href="mailto:ezquerro@unizar.es">ezquerro@unizar.es</a>
Dña. M <sup>a</sup> Dolores Marquez Ortiz		Ext. 103	<a href="mailto:lola@litec.csic.es">lola@litec.csic.es</a>

Contratos de proyectos

Dña. Laura Abadía Albás		Ext. 110	
D. Mario Gregorio Angeloni		Ext. 217	<a href="mailto:mario@litec.csic.es">mario@litec.csic.es</a>
D. Luis Cifuentes Rubio			<a href="mailto:lcifuentes@unizar.es">lcifuentes@unizar.es</a>
Dra. Ana Cubero García			<a href="mailto:anac@unizar.es">anac@unizar.es</a>
D. Enrique Faci Lobera			
Dra. Tatiana García Armingol		Ext. 212	<a href="mailto:tatiana@litec.csic.es">tatiana@litec.csic.es</a>
Dña. Susana García Asín			
Dra. M <sup>a</sup> Cristina Gonzalo Tirado		Ext. 252	<a href="mailto:cgonzalo@litec.csic.es">cgonzalo@litec.csic.es</a>
Dr. Antonio Gómez Samper			
Dr. Carmelo Juez Jiménez			
Dr. Mario Morales Hernández	DGA		<a href="mailto:mmorales@unizar.es">mmorales@unizar.es</a>
D. Ennio Giovani Luciano		Ext. 243	
Dña. Jara Paño Lacasa			
Dra. Pilar Remacha Gayán		Ext. 210	<a href="mailto:remacha@litec.csic.es">remacha@litec.csic.es</a>
Dña. Ana Pilar Ruiz Garcés		Ext. 246	<a href="mailto:ana@litec.csic.es">ana@litec.csic.es</a>
D. David Serrano García		Ext. 250	<a href="mailto:dserrano@litec.csic.es">dserrano@litec.csic.es</a>
D. Álvaro Sobrino Calvo		Ext. 242	<a href="mailto:asobrino@litec.csic.es">asobrino@litec.csic.es</a>
D. Angel Soria Lozano		Ext. 241	<a href="mailto:asoria@litec.csic.es">asoria@litec.csic.es</a>

Becarios

D. Leonard E. Dueñas Gutiérrez	JAE	Ext. 245	<a href="mailto:leoduenas@litec.csic.es">leoduenas@litec.csic.es</a>
D. Diego Irisarri Jiménez	FPU		<a href="mailto:dirijim@unizar.es">dirijim@unizar.es</a>
D. Asier Lacasta Soto	FPI		<a href="mailto:alacasta@unizar.es">alacasta@unizar.es</a>

\* Para llamar a los teléfonos con número de extensión hay que marcar 976506520 y el número de extensión.



---

## 2.1 COMBUSTIÓN Y ENERGÍA

---

La línea de investigación de Combustión y Energía se inicia con la creación del LIFTEC, y en estos momentos se encuentra fuertemente consolidada. Integra dos sublíneas

- Combustión Industrial
- Pilas de combustible.

### 2.1.1 COMBUSTIÓN INDUSTRIAL

Esta sublínea incluye todos los aspectos de la combustión, teóricos, experimentales y numéricos, abordados desde un punto de vista físico. Se presta una especial atención a la investigación aplicada y a su vertiente industrial. En particular, se pueden señalar los siguientes temas

#### 2.1.1.1 Actividades

*(1) Estudio de llamas de escala semi-industrial de combustibles gaseosos, líquidos o sólidos pulverizados.*

El LIFTEC dispone de un combustor de 500 kW que permite el estudio de llamas de escala semi-industrial quemando tanto combustibles gaseosos como líquidos o sólidos pulverizados (carbón). La instrumentación disponible permite estudiar tanto los parámetros globales (transferencia de calor, emisiones contaminantes) como la distribución espacial dentro de la llama de numerosas variables (temperatura, 7 especies químicas, velocidad del gas).

*(2) Formación y deposición de cenizas en sistemas de carbón pulverizado. Estudios experimentales y desarrollo de métodos predictivos.*

Mediante técnicas experimentales y computacionales se estudian los procesos de transformación de la materia mineral del carbón desde su inyección a la cámara de combustión hasta su emisión final a la atmósfera o su captación por deposición sobre las superficies de transferencia de calor de la caldera. El objetivo es desarrollar métodos predictivos y de ensayo que permitan analizar el comportamiento de las cenizas en calderas de generación de energía que utilizan carbón pulverizado.

*(3) Sistemas avanzados de diagnóstico y control para combustión industrial.*

Se están desarrollando nuevos métodos de diagnóstico aplicables a sistemas industriales de combustión, basados en técnicas de procesado de imágenes y

análisis espectral de fluctuaciones de presión. El objetivo final es desarrollar nuevos sistemas de monitorización de llamas industriales, y su incorporación en sistemas de control inteligente de procesos.

*(4) Equipos y estrategias para control de las emisiones de óxidos de nitrógeno en combustión de gas natural, fuel oil y carbón pulverizado.*

Se estudian diversas tecnologías de reducción de emisiones de  $\text{NO}_x$ : quemadores de bajo  $\text{NO}_x$  (patentado), escalonamiento de aire y *reburning* con gas natural. El objetivo es tanto estudiar en detalle el comportamiento de estos sistemas como identificar las condiciones óptimas de implementación en sistemas reales de generación de energía.

*(5) Simulación de la combustión y transferencia de calor en equipo industrial.*

Se desarrollan y aplican modelos de combustión y transferencia de calor para la simulación, mediante técnicas de Fluidodinámica Computacional, de equipos industriales tales como: calderas de gas, fuel-oil y carbón para la generación de energía eléctrica; hornos de fusión de vidrio; intercambiadores de calor y condensadores.

*(6) Combustión de biomasa*

Caracterización y combustión de distintos residuos vegetales (serrines, orujillo). Estudio de distintas estrategias de combustión, con o sin participación de otros combustibles tradicionales (gas o carbón).

### **2.1.1.2 Técnicas, equipos e instalaciones.**

- ◆ Combustor de escala semi-industrial (0.5 MW) diseñado para quemar gas, fuel o sólidos pulverizados en el que se realizan ensayos de diversos equipos y estrategias de combustión.
- ◆ Medidas puntuales de temperaturas (termopar de hilo fino, pirómetro de succión), velocidad (tubos de impacto direccionales), transferencia de calor (radiómetro elipsoidal, flujo total), carga de partículas (sonda de muestreo) y concentración de gases (diversos tipos de sondas de muestreo, sistema de tratamiento y analizadores en continuo para  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}/\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HC}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).
- ◆ Reactor tubular e instrumentación asociada para caracterización de la combustión, la formación y la deposición de cenizas en combustión de carbón y otros materiales.
- ◆ Combustor de laboratorio de 100 kW para combustibles ligeros
- ◆ Técnicas de procesamiento de imágenes y espectro acústico para caracterización de llamas industriales.
- ◆ Se dispone así mismo de equipos para determinación de concentración de productos intermedios mediante técnicas espectroscópicas (LIF, PLIF, Raman): láser sintonizable de colorante bombeado por Nd: YAG, sistema de cámara ICCD, etc.

### 2.1.1.3 Objetivos

- ◆ Ejecutar I+D viable en combustión de gases, líquidos (fuel residual, aceites usados, mezclas líquidas de carbones) y carbones (lignitos, antracitas, hullas).
  - Combustión de carbón:
    - Quemadores de bajos NO<sub>x</sub>.
    - Combustión escalonada con Gas Natural.
    - Reducción emisiones de partículas.
    - Escorificación y ensuciamiento.
    - Combustión de fuel-oil: Quemadores de bajos NO<sub>x</sub> y combustión de emulsiones.
    - Combustión de aceites usados: Pretratamiento de los aceites y caracterización y reducción de emisiones.
- ◆ Asesorar a empresas en tecnologías de uso (aditivación para mejorar combustión o reducir emisiones, cambios de parámetros de operación, modificaciones de instalaciones, selección de nuevos equipos, etc.).
- ◆ Diseñar y construir sondas, sensores e instrumentación de combustión.
  - Sondas de medida en flujos con combustión (concentraciones, partículas, velocidad, temperatura, radiación de calor).
  - Sondas/sensores ópticos para combustión y flujos bifásicos.

## 2.1.2 PILAS DE COMBUSTIBLE

La sublínea de Pilas de Combustible se inició en el LIFTEC en el año 2002, con la integración en la “Red de Pilas de Combustible y Baterías Avanzadas” organizada por el CSIC. La investigación comprende tanto aspectos científicos como tecnológicos. Por un lado se estudian los complejos procesos fluidodinámicos que tienen lugar en las pilas de combustible, por medio de simulaciones numéricas y técnicas experimentales. Por otro lado se intenta resolver una serie de problemas tecnológicos tales como el diseño y fabricación de placas bipolares, la optimización del sistema de sellado o el diseño de sistemas de refrigeración.

### 2.1.2.1 Actividades.

#### (1) *Estudio de la fluidodinámica de las pilas de combustible.*

- Desarrollo de códigos numéricos propios para el estudio de los fenómenos fluidodinámicos que ocurren dentro de las pilas de combustible poliméricas.
- Estudio mediante la simulación numérica bi- y tri-dimensional del transporte de gases, protones e iones en una pila de combustible con membrana de intercambio de protones.
- Simulación numérica del flujo de gases en las placas bipolares de pilas poliméricas.
- Análisis de la formación y condensación de agua dentro de la pila. Desarrollo de estrategias para la extracción de la misma por el cátodo.
- Estudio experimental de la visualización de los patrones del flujo de gases y la medida del campo de velocidad en placas bipolares.
- Análisis del comportamiento del flujo gaseoso detrás de la capa difusora.
- Optimización de los sistemas de distribución del flujo de gases en pilas de combustible poliméricas.

#### (2) *Optimización y análisis del funcionamiento de pilas formadas por varias unidades (stack).*

- Diseño y fabricación de placas bipolares y terminales geometrías de flujo de gases óptimas.
- Optimización del montaje de los conjuntos membrana-electrodos (MEA) y las diferentes celdas que forman una pila.
- Optimización del sellado de los stacks.
- Evaluación del funcionamiento de monoceldas o pequeños stacks para diferentes condiciones de trabajo.

### 2.1.2.2 Objetivos

Los **objetivos** de esta línea de investigación son:

- ♦ Desarrollar modelos computacionales para la fluidodinámica que incluyan los aspectos relevantes de la física del problema: difusión, condensación, recombinación y reacción química, etc.

- ◆ Realizar experimentos sencillos que permitan validar los modelos numéricos.
- ◆ Optimización del sistema de distribución del flujo de gases a partir de estudios numérico/experimentales.
- ◆ Diseño y fabricación de placas bipolares y terminales con geometrías de flujo óptimas capaces de distribuir los gases uniformemente sobre las capas catalíticas.
- ◆ Diseño optimizado de placas bipolares refrigeradas para su uso en pilas de media y alta potencia.
- ◆ Estudio de diferentes recubrimientos superficiales para su uso en metales de baja densidad a emplearse como materiales alternativos al grafito para la producción de las placas bipolares y terminales.
- ◆ Optimización de los procesos de montaje y fabricación de pilas de tipo PEM.
- ◆ Fabricación de pilas tipo PEM de diversas potencias.

### **2.1.2.3 Técnicas, equipos e instalaciones.**

Se dispone de equipos para aplicar las siguientes técnicas:

- ◆ Banco de ensayos para la evaluación del funcionamiento de pilas de tipo PEM. Esta instalación posee dos líneas para cada gas ( $H_2$  y  $O_2$ ) con controladores máxicos que permiten trabajar con un rango de caudales desde 1,2 NI/min hasta 100 NI/min. Dispone también de sendos sistemas uno para la humidificación de los gases reactantes con un control preciso de la temperatura, presión y humedad relativa de los mismos, y otro para la desecación de los gases de salida de la pila que permite la medida exacta del agua producida por reacción química, y un control de presión de salida para poder trabajar en régimen de sobrepresión. El banco se puede operar de forma manual o automática utilizando un paquete de software desarrollado sobre LabVIEW.  
Para evaluar el funcionamiento y el comportamiento electroquímico de las pilas el banco dispone de dos cargas electrónicas (300 W y 1 Kw).
- ◆ Sistema de deposición de tintas catalíticas por atomización asistida.
- ◆ Prensa de laboratorio con un área de 300x300 mm y control simultáneo del tiempo, presión y temperatura para la formación de los conjuntos membrana electrodos.
- ◆ Autómata programable para la dispensación automática de juntas líquidas para pilas de combustible de tipo PEM.
- ◆ Sistema de suministro y control de gases para pruebas en monoceldas y pequeños stacks.
- ◆ Equipo Autolab de la Firma ECO-CHEMIE, compuesto por un potenciostato-galvanostato PGSTAT-320, módulo FRA-2 y una "workstation" para la caracterización de las MEAs y las pilas empleando espectroscopia de impedancia compleja.
- ◆ Láser pulsante de Nd: YAG con doble cavidad (con emisión de luz @ 1064 nm, 532 nm, 355 nm y 266 nm) para visualización de flujos y velocimetría de imagen de desplazamiento de partículas (PIV), que permite obtener medidas simultáneas de dos componentes de la velocidad en planos completos.

- ◆ Cámara de CCD de matriz completa de lectura lenta y bajo ruido para la adquisición de las imágenes en los experimentos de visualización de los patrones de flujo.
- ◆ 2 cámaras de CCD de matriz interlineada, 8 bits y 30 imág./seg. para los estudios de velocimetría por desplazamiento de imágenes de partículas (frame straddling)
- ◆ Dispositivos electrónicos varios (fuente de alimentación, generadores de pulsos y retraso de señales, sincronizadores, obturadores, etc.).
- ◆ Cluster de ordenador paralelo sobre sistema Linux (Debian) de 13 nodos de cálculo con 46 núcleos de procesadores AMD Opteron x26, 140 GB de memoria RAM y 2,4 TB de capacidad de disco duro.
- ◆ Ordenador paralelo tipo Beowulf con 32 procesadores Pentium IV a 2.8 GHz, conexión rápida híbrida Mirinet/GigaBit, 60 Gb RAM, 400 Gb de capacidad de disco duro.



## 2.2 FLUIDODINÁMICA

---

Al igual que en el caso anterior, esta segunda línea de investigación también se encuentra bien consolidada en el centro. Incluye todos los estudios realizados en el campo de la mecánica de fluidos que no son específicos de combustión. Dentro de esta línea se llevan a cabo actividades tanto computacionales como experimentales, que pueden agruparse en dos sublíneas:

- Ingeniería de fluidos
- Hidrología e hidráulica

### 2.2.1 INGENIERÍA DE FLUIDOS

#### 2.2.1.1 Actividades.

*(1) Cálculo y modelización de flujos turbulentos con reacciones químicas.*

Se usan modelos estocásticos y técnicas numéricas de Montecarlo para estimar la evolución de velocidades, temperaturas y concentraciones medias en flujos con/sin reacciones químicas así como parámetros de dispersión (varianzas, correlaciones cruzadas y momentos de orden superior). Se comparan las predicciones con datos experimentales existentes y con resultados de simulación numérica directa. Se han desarrollado nuevas técnicas numéricas para resolver este tipo de flujos.

En la actualidad se están aplicando estas técnicas al uso en LES ("Large Eddy Simulation" en inglés, Simulación de Grandes Torbellinos) para obtener una descripción más precisa de la evolución del flujo.

*(2) Simulación numérica directa de mezcla/reacción en flujos turbulentos.*

Se utilizan métodos pseudoespectrales y de Lattice-Boltzmann para resolver numéricamente el campo de velocidades y de escalares inertes o reactivos en turbulencia homogénea. Los resultados obtenidos se usan como datos experimentales para el cálculo y modelización de flujos turbulentos con reacciones químicas. También se utilizan estos datos para estudiar el comportamiento topológico de la velocidad y los escalares.

*(3) Computación de flujos mediante métodos de elementos finitos.*

Desarrollo de métodos de elementos finitos estabilizados para el cálculo de flujos compresibles e incompresibles, laminares y turbulentos. Extensión de estas técnicas a flujos de superficie libre.

*(4) Aplicación de redes neuronales artificiales en cinética química.*

Se utilizan Redes Neuronales Artificiales para el análisis, la reducción y la representación de sistemas termoquímicos complejos.

*(5) Cavitación hidrodinámica como inductora de conversión química.*

Se combinan experimentos y simulaciones numéricas de la dinámica de burbujas así como los campos térmicos y de concentración de especies químicas sometidas a las altas temperaturas y presiones típicas del colapso de una burbuja. Se estudian aplicaciones de estos fenómenos, por ejemplo, para depuración de aguas residuales.

*(6) Estudio experimental de chorros con partículas/gotas.*

Se trabaja sobre chorros axisimétricos de partículas/gotas arrastradas por aire para caracterizar y controlar los fenómenos responsables de la dispersión y mezcla de partículas en el flujo. El estudio incluye la medida de valores medios, varianzas, y correlación de componentes de velocidades en ambas fases; medidas simultáneas de velocidad y tamaño partícula a partícula; y determinación local de flujos másicos. Se aborda por medida simultánea de velocidad y tamaño (PDA) con adquisición y promedio en fase; velocimetría de campo extenso PIV y visualización de flujos. Se ha trabajado con chorros libres, forzados y con rotación.

*(7) Desarrollo de técnicas de medida de flujos turbulentos polifásicos.*

Se realizan mejoras y adaptaciones de técnicas de velocimetría y granulometría dinámica para el estudio experimental de flujos polifásicos con fase dispersa fina. Entre estas realizaciones se encuentran:

- Determinación tomográfica de la distribución de gotas/partículas por un punto, a partir de medida sobre línea con difractor de haz láser.
- Previsión numérica de la señal detectada por un sistema Laser-Doppler LDA o/y PDA: establecimiento de relaciones de calibrado (parámetros de señal Doppler frente a tamaño de partícula/gotas).
- Modelo escalar simplificado para selección de configuración optimizadas en sistemas PDA de medida simultánea de velocidad y tamaño.
- Determinación de flujo másico por PDA.
- Utilización y desarrollo de sistemas de medida de las tres componentes de la velocidad en un plano mediante imágenes estereoscópicas de desplazamiento de partículas.

*(8) Atomización de líquidos y formación de gotas.*

Se realizan experimentos para el estudio básico de fenómenos de atomización, por presión, asistida por gas o mediante otros procedimientos alternativos (por ejemplo, ultrasonidos). Se ha trabajado tanto en configuraciones planas con láminas líquidas como en geometrías axisimétricas. Se ha analizado la influencia de distintos parámetros (presiones, caudales, viscosidades, tensión superficial). Se han realizado estudios de estabilidad lineal incluyendo viscosidad en líquido y gas.

*(9) Diseño y caracterización de boquillas atomizadoras.*

Se caracterizan boquillas atomizadoras comerciales y de diseño propio atendiendo a parámetros tales como tamaño medio y distribución de tamaño de gotas, ángulo de atomización, velocidad de gotas y estructura del aerosol. Se

diseñan boquillas para usos específicos, por ejemplo para líquidos de muy alta viscosidad o para producción de gotas microscópicas.

### 2.2.1.2 Técnicas, equipos e instalaciones

Se dispone de equipos para aplicar las siguientes técnicas:

- ◆ Velocimetría Láser-Doppler (LDV) para medidas puntuales en flujos turbulentos monofásicos y polifásicos.
- ◆ Láser pulsante de Nd:YAG con doble cavidad para visualización de flujos y velocimetría de imagen de desplazamiento de partículas (PIV), que permite obtener medidas simultáneas de tres componentes de la velocidad en planos completos.
- ◆ Microflash de luz blanca de 0,5  $\mu$ s de duración para fotografía de exposición corta.
- ◆ Sistema PDA para la medida simultánea de tamaño y velocidad en dispersiones diluidas (sprays y otros). Se aplican técnicas mejoradas de determinación de flujo y concentración locales de partículas basadas en PDA.
- ◆ Difractómetros laser (Malvern 2600, Mastersizer y Spraytec) para medida de la distribución de tamaños de dispersiones de burbujas, gotas y partículas sólidas.
- ◆ Fluorescencia planar inducida por láser para medidas de concentración de escalares.
- ◆ Sistema de PIV estereoscópico

Además se dispone de las siguientes instalaciones

- ◆ Instalación de atomización abierta con salida de agua y coflujo de aire, con posibilidad de operar en bucle recirculante.
- ◆ Túnel de viento con suministro de agua para estudio de flujos bifásicos.
- ◆ Instalación para atomización de aceites usados.
- ◆ Bucle de cavitación con geometría variable.

Para llevar a cabo los trabajos computacionales se cuenta con numerosas estaciones de trabajo, más dos potentes ordenadores paralelos tipo Beowulf con las siguientes características

- ◆ 33 procesadores Pentium duales, 66 CPU's, 16 Gb RAM, 350 Gb disco.
- ◆ 16 procesadores Pentium IV, 1.2 GHz, conexión rápida Mirinet, 24 Gb RAM, 400 Gb disco.

Las técnicas numéricas aplicadas son

- ◆ Métodos estocásticos (función de densidad de probabilidad o PDF).
- ◆ Simulación numérica directa (DNS) con resolución mediante métodos espectrales u otros alternativos.

- ◆ Métodos promediados con modelos de cierre (RANS), resueltos mediante diferencias finitas o volúmenes finitos (CFD).
- ◆ Elementos finitos.
- ◆ Simulación de Grandes Torbellinos (LES).
- ◆ Redes neuronales artificiales.

### 2.2.1.3 Objetivos.

- ◆ Modelización, estudio analítico y numérico de los fenómenos básicos de los flujos turbulentos, especialmente de la interacción reacción química-turbulencia.
  - Modelado de procesos físicos.
  - Estudio del cierre de los sistemas de ecuaciones.
  - Aplicación de métodos estocásticos (función de densidad de probabilidad o PDF).
  - Simulación Numérica Directa de flujos turbulentos sin/con reacciones químicas.
  - Simulación de Grandes Torbellinos (LES).
  - Integración de técnicas PDF/LES y PDF/CFD.
- ◆ Estudio del impacto medioambiental de diferentes procesos industriales: combustión de residuos tóxicos, vertido y dispersión de contaminantes, incendios forestales, nubes radioactivas, depuración de aguas, etc.
- ◆ Simulación numérica de los procesos dinámicos y termoquímicos en una burbuja generada por cavitación hidrodinámica.
- ◆ Desarrollo de técnicas avanzadas de diagnóstico óptico para flujos inertes, y con combustión, monofásicos y bifásicos.
  - Detección 2-D de intermedios y productos (PLIF, Raman).
  - Medida simultánea concentraciones/velocidad/tamaño de partículas, etc.
  - Desarrollo de sondas/sensores.
  - Desarrollo de técnicas para sistemas 2D y 3D no estacionarios.
  - Análisis y visualización de datos.
  - Aplicación de técnicas espectroscópicas a llamas con hollín.
  - Desarrollo de técnicas de fluorescencia planar inducida por láser para flujos bifásicos.
- ◆ Estudio experimental de flujos de inyección de gotas y partículas.
  - Descripción física de estructura fina de chorros de gotas y partículas sólidas.
  - Caracterización por técnicas de imagen y velocimetría/granulometría dinámica de procesos de mezcla/dispersión/evaporación en sprays y chorros de inyección de polvo.

- Estudio y desarrollo de aplicaciones técnico-industriales de atomizadores e inyectores de polvo: quemadores; nebulizadores de uso médico; pulverizadores de fabricación de polvos; inyectores de pintura; pulverizadores de uso agrícola, forestal y otros.
- ◆ Aplicación de técnicas de laboratorio a flujos industriales

## 2.2.2 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

### 2.2.2.1 Actividades.

(1) *Desarrollo de técnicas numéricas para las ecuaciones de guas poco profundas 1D:*

- Esquemas en diferencias finitas centradas explícitos e implícitos
- Esquemas en volúmenes finitos conservativos centrados y descentrados
- Flujos transitorios y estacionarios
- Confluencias
- Propiedad TVD, teorías de limitación de flujos
- Influencia de la interpolación

(2) *Desarrollo de modelos numéricos para las ecuaciones de aguas poco profundas 2D:*

- Volúmenes finitos
- Aplicación a flujos transitorios y estacionarios transcíticos
- Influencia de los términos fuente en las propiedades de la solución
- Influencia de las fronteras seco/mojado
- Resolución en mallas estructuradas y no estructuradas

(3) *Desarrollo de modelos de simulación de transporte con convección-difusión:*

- Transporte de una sustancia pasiva acoplado a flujos 1D estacionarios y transitorios
- Transporte de una sustancia pasiva acoplado a flujos 2D estacionarios y transitorios
- Transporte de varias sustancias reactivas acoplado a flujos 2D estacionarios y transitorios

(4) *Desarrollo de modelos de simulación de flujo sobre lecho deformable:*

- Ondas generadas por deslizamientos tipo pistón
- Ondas generadas por masas deformables deslizantes
- Modelos de transporte de carga de fondo
- Modelos de simulación de flujo de derrubios

(5) *Estudio experimental de flujos transitorios asociados a rotura de presa.*

Medida de alturas, presiones y velocidades en el frente de onda producido en flujo de avenidas causado por la rotura instantánea de una presa.

(6) *Diseño, análisis y gestión de sistemas de riego.*

Métodos numéricos para el dimensionado óptimo de redes de riego. Ensayos de campo en riegos a presión. Gestión hidráulica de regadíos. Simulación y diseño integral de redes de riego.

(7) *Cálculo de redes de distribución de fluidos.*

Programas numéricos para determinar caudales y presiones en redes interconectadas de distribución de fluidos, incluyendo bombas, pérdidas singulares, válvulas de regulación, diseños inversos, etc.

### 2.2.2.2 Técnicas.

- ◆ Técnicas numéricas para las ecuaciones de aguas poco profundas 1D.
  - Esquemas en diferencias finitas centradas explícitos e implícitos. Resolución de flujos transitorios y estacionarios. Condiciones de contorno. Método de las características sobre malla fija. Aplicación para el tratamiento de las condiciones de contorno.
  - Esquemas en diferencias finitas implícitos clásicos. Propiedades.
  - Simulación del flujo transitorio de ondas de crecida y de inundación en geometrías irregulares. Aplicación a sistemas fluviales.
  - Esquemas de alta resolución: Propiedad TVD, teorías de limitación de flujos.
  - Métodos semilagrangianos. Influencia de la interpolación. Aplicación de modelo con interpolación cúbica a problemas de golpe de ariete y transitorios de lámina libre.
- ◆ Modelos numéricos para las ecuaciones de aguas poco profundas 2D.
  - Volúmenes finitos. Técnicas de alta resolución. Aplicación a flujos bidimensionales, transitorios y estacionarios, transcíticos con y sin términos fuente.
  - Resolución en mallas no estructuradas. Técnicas de *upwinding* multidimensional. Descomposición en ondas.
  - Adaptación de mallas.
  - Adaptación espontánea a problemas 2D estacionarios acopladas a esquema explícito sobre malla no estructurada.
  - Adaptación a problemas 1D no estacionarios. Resolución implícita de las ecuaciones acopladas al movimiento de los nodos.
  - Técnicas numéricas generales y robustas para el diseño simulación y síntesis redes de distribución.
  - Tratamiento matricial de configuraciones complejas con múltiples tipos de válvulas reguladoras interactuando con hidrantes en ramales.
  - Modelización de ramales portagoteros, microaspersores y cintas de exudación como líneas emisoras continuas dependientes de la presión.

- Análisis inverso de redes para la gestión óptima hidráulica, energética y control de fugas en riegos y abastecimientos.
- Combinación de algoritmos genéticos y procedimientos deterministas en el trazado y dimensionado simultáneo optimizado de redes ramificadas. Aplicación a casos de redes de distribución a la demanda y de aplicación de agua en parcela.

### 2.2.2.3 Objetivos

- ◆ Aplicación de modelos de simulación a sistemas de riego:
  - Riego por superficie
  - Infiltración
  - Regulación y automatización de los canales de riego
- ◆ Aplicación de modelos de simulación a flujo en ríos:
  - Ondas de crecida y de inundación en geometrías irregulares
  - Condiciones de contorno de entrada y salida
  - Condiciones de contorno interiores: Puentes y compuertas
  - Modelos de rugosidad
- ◆ Aplicación de modelos de simulación a estudios medioambientales:
  - Transporte, difusión y términos de forzado de la temperatura del agua
  - Transporte, discusión y reacción de nutrientes en un flujo de agua
  - Transporte, difusión y reacción del oxígeno disuelto en agua
  - Capacidad erosiva de una corriente
- ◆ Aplicación de modelos de simulación en Hidrología:
  - Análisis de modelos simplificados de flujo superficial
  - Influencia de la malla en simulaciones 2D con modelos simplificados
  - Acoplamiento de modelos de flujo superficial y subsuperficial. Infiltración
  - Resolución numérica de la ecuación de Richards en medio poroso no saturado
- ◆ Aceleración de los modelos de cálculo sobre GPU
- ◆ Integración de herramientas para el dimensionado, análisis y gestión de redes de riego.
  - Desarrollo de “software” profesional en entorno Windows, que integre herramientas de dimensionado y trazado óptimo, análisis hidráulico, bases de datos, modelos topográficos,...destinado a proyectistas y gestores de regadíos
  - Comunicación e interacción con paquetes comerciales CAD, GIS.
  - Mejora de las condiciones hidráulicas y de calidad de aguas en sistemas de abastecimiento

- Explotación de modelos de simulación en grandes sistemas de abastecimiento para la mejora de las garantías de suministro y calidad del agua servida
- Estrategias efectivas de calibración de modelos de redes
- Asesoría y formación continua de entidades y profesionales
- Asistencia técnica a organismos municipales para la gestión de los abastecimientos
- Asistencia técnica a la administración y comunidades de regantes en el diseño, modernización y explotación de regadíos
- Formación de cuadros y reciclaje de técnicos



---

### 3.1 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN PÚBLICA

---

1. *Sustainable combustion research*  
FINANCIACIÓN: MICINN CONSOLIDER INGENIO (CSD2010-00011)  
INVESTIGADOR PRAL: C. Dopazo  
DURACIÓN: 27/12/2010 - 26/12/2015
  
2. *Generación de una herramienta informática de control óptimo de compuertas en redes de canales para sistemas de riego*  
FINANCIACIÓN: Ministerio de Ciencia e Innovación, BIA2011-30192-C02-01  
INVESTIGADOR PRAL: P. Brufau  
PARTICIPANTES: M. Morales, J. Burguete  
DURACIÓN: 01/01/2012 – 31/12/2014
  
3. *Cuantificación rigurosa de escenarios energéticos para España*  
FINANCIACIÓN: Ministerio de Ciencia e Innovación, ENE2011-27264  
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo  
PARTICIPANTES: M.M. García, C. Montañés, S. Ochoa  
DURACIÓN: 01/01/2012 – 31/12/2014
  
4. *Simulación numérica de generación y evolución de flujos granulares geofísico y su impacto en masas de agua*  
FINANCIACIÓN: Ministerio de Ciencia e Innovación, CGL2011-28590  
INVESTIGADOR PRAL: P. García-Navarro  
PARTICIPANTES: J. Murillo, D. Caviedes  
DURACIÓN: 01/01/2012 – 31/12/2014
  
5. *Investigador Invitado: Carles Ferrer Boix-University of British Columbia (Vancouver – Canadá)*  
FINANCIACIÓN: V.I. Movilidad Países no Europeos-Campus Iberus  
INVESTIGADOR PRAL: P. García-Navarro  
DURACIÓN: 01/01/2013 – 30/11/2014
  
6. *Placas Beowulf Tesla para el cálculo de CFD*  
FINANCIACIÓN: Ministerio de Economía y Competitividad. Ayudas a Infraestructura y Equipamientos Científico-Técnico  
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño  
DURACIÓN: 01/02/2013 – 31/01/2015

- 7.** *Diseño y fabricación de una pila PEM ultraligera de mediana potencia para unidad de energía de un UAV*  
FINANCIACIÓN: Ministerio de Economía y Competitividad, ENE2012-38642-C02-01  
INVESTIGADOR PRAL: F. Barreras  
PARTICIPANTES: A. Lozano, J. Martín, J. Barroso, F. Sánchez, J. Renau, J. Miralles, A. Jiménez  
DURACIÓN: 01/02/2013 – 31/01/2016
- 8.** *Using the CM SAF CLARA-1 dataset for improved estimates of the aerosol direct radiative forcing*  
FINANCIACIÓN: UE, CM\_AVS13\_01  
INVESTIGADOR PRAL: A.P. Ruiz  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 30/06/2014
- 9.** *Desarrollo de herramientas E-Training Multimedia asociados al paquete de software para Ingeniería Hidráulica y Energética de Sistemas de Riego GESTAR*  
FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón  
INVESTIGADOR PRAL: R. Aliod  
DURACIÓN: 01/03/2014 – 31/12/2014
- 10.** *Profitable small scale renewable energy systems in agrifood industry and rural areas: demonstration in the wine sector*  
FINANCIACIÓN: UE, LIFE13 ENV/ES/000280  
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño  
DURACIÓN: 01/07/2014 – 31/07/2017

### 3.2 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN INDUSTRIAL

1. *Tecnologías y herramientas para el ahorro de agua y energía mediante riego localizado en cultivos extensivos*  
 FINANCIACIÓN: Programa INNPACTO, IPT-2012-0567-310000  
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
 DURACIÓN: 2013-2015
2. *Development of algorithms and Computer Codes for Hydrodynamic Models.*  
 FINANCIACIÓN: HYDRONIA, L.L.C.  
 INVESTIGADOR PRAL.: P. García  
 DURACIÓN: 18/04/2013 – 17/04/2016
3. *Estudio experimental de quemadores domésticos con aireación primaria controlada.*  
 FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.  
 INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
 PARTICIPANTES: D. Serrano, A. Pina  
 DURACIÓN: 15/06/2013 – 15/01/2014
4. *Licencia de uso y soporte del programa informático GESTAR.*  
 FINANCIACIÓN: Agri Development Sal, FB Agri Development Sal (OFFSHORE)  
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
 DURACIÓN: 19/07/2013 – 18/07/2014
5. *Convenio de colaboración entre el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza para impulsar la investigación y el desarrollo de algoritmos y protocolos de diseño y tecnologías avanzadas de gestión automáticas, orientadas hacia el ahorro de agua y energía. GESTAR.*  
 FINANCIACIÓN: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente-Gobierno de Aragón  
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
 DURACIÓN: 11/09/2013 – 31/12/2015
6. *Adaptación de GASESHOR a los cambios en CTE según la Orden FOM/1635/2013.*  
 FINANCIACIÓN: Gas Natural Fenosa Engineering, S.L.U.; Gas Natural SDG, S.A.  
 INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
 DURACIÓN: 28/10/2013 – 28/01/2014
7. *Ensayo combustión con aditivo de nanopartículas de óxido de Cerio.*  
 FINANCIACIÓN: Universidad Zaragoza. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)  
 INVESTIGADOR PRAL.: S. Jiménez  
 DURACIÓN: 10/2013 – 02/2014
8. *Licencia de uso y soporte del programa informático GESTAR*

- FINANCIACIÓN: Consultoria Boliviana Bottega Ltda.; Gob. La Rioja  
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 31/12/2014
9. *Modernización de Callén*  
FINANCIACIÓN: Obrascon Huarte Laín, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 31/12/2014
10. *Certificación de proyectos de I+D+I*  
FINANCIACIÓN: EQA Certificados I+D+I  
INVESTIGADOR PRAL.: G. Hauke  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 31/12/2014
11. *Modelado de la termoquímica en quemadores de premezcla: extensión a alcanos superiores*  
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 31/12/2014
12. *Desarrollo y estandarización de biocarburantes de segunda generación (2G-BIOFUEL)*  
FINANCIACIÓN: INKEMIA IUCT GROUP  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 01/01/2014 – 30/06/2015
13. *Medida de distribuciones de tamaño de partículas.*  
FINANCIACIÓN: Laboratorios de Análisis Dr. Echevarne  
INVESTIGADOR PRAL.: S. Jiménez  
DURACIÓN: 14/01/2014 – 31/12/2014
14. *EGR Coolers Characterization*  
FINANCIACIÓN: Valeo Térmico, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
PARTICIPANTES: J. Barroso  
DURACIÓN: 12/02/2014 – 12/02/2017
15. *Desarrollo de software para la realización de estudios hemodinámicos en cirugía*  
FINANCIACIÓN: Health & Code Software Solution, S.L.  
INVESTIGADOR PRAL.: P. García  
DURACIÓN: 24/02/2014 – 23/02/2015
16. *Modelado de quemadores domésticos con openfoam: transferencia de calor, FGM e interfaz de usuario*  
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo  
DURACIÓN: 01/05/2014 – 31/03/2015
17. *Cálculo hidráulico de red de riego*

- FINANCIACIÓN: Dragados  
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
DURACIÓN: 13/05/2014 – 28/02/2015
- 18.** *Medida de distribución de tamaño de gotas*  
FINANCIACIÓN: Zelnova, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: A. Lozano  
DURACIÓN: 23/06/2014 – 30/06/2014
- 19.** *Ensayo de quemador y caldera de pellets*  
FINANCIACIÓN: E&M Combustion, S.L.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 25/06/2014 – 25/11/2014
- 20.** *Simulación de la combustión en una caldera en situaciones de operación y posibles causas de fallo*  
FINANCIACIÓN: CERNEY  
INVESTIGADOR PRAL.: L. Valiño  
DURACIÓN: 27/02/2014 – 14/07/2014
- 21.** *Estudio de atomización para refrigeración de moldes de vidrio*  
FINANCIACIÓN: Saint Gobain/Verallia  
INVESTIGADOR PRAL.: L. Valiño  
DURACIÓN: 20/06/2014 – 20/09/2014
- 22.** *Caracterización y mejora de la aireación en quemadores domésticos de gas*  
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 01/09/2014 – 30/04/2015
- 23.** *Realización de una pasarela de comunicación entre la plataforma TeleGestar y el Programa de Gestión de Regadíos PROGAR*  
FINANCIACIÓN: Transformaciones Agrarias, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod  
DURACIÓN: 13/10/2014 – 28/02/2015
- 24.** *GEACE. Estudio del sistema de recirculación de aires de descarga del compresor a la admisión CCC ACECA*  
FINANCIACIÓN: IBERDROLA Generación, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 20/10/2014 – 31/12/2014
- 25.** *Testing of a prototype domestic boiler: analysis and discussion of combustion data*  
FINANCIACIÓN: SUPPLY SERVIS, S.R.O.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 23/10/2014 – 23/11/2014

- 26.** *GEACE. Estudios de diversos del comportamiento de la combustión en la central de ciclo combinado de acerca proyecto GTCONTROLFLEX*  
FINANCIACIÓN: IBERDROLA Generación, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 24/10/2014 – 30/04/2015
- 27.** *Caracterización de la combustión de gasóleos y otros combustibles líquidos.*  
FINANCIACIÓN: REPSOL, S.A.  
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester  
DURACIÓN: 19/12/2014 – 19/04/2015

### **3.3 OTROS CONTRATOS Y CONVENIOS CON ADMINISTRACIONES**

---

1. *Grupo de investigación consolidado: Mecánica de Fluidos Computacional.*  
FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón (T21)  
INVESTIGADOR PRAL: P. García Navarro  
DURACIÓN: 2014
  
2. *Grupo de investigación consolidado: Fluidodinámica Experimental.*  
FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón (T03)  
INVESTIGADOR PRAL: A. Lozano  
DURACIÓN: 2014





---

#### 4.1 PUBLICACIONES EN REVISTAS INCLUIDAS EN SCI

---

1. *2D dry granular free-surface transient flow over complex topography with obstacles. Part I: Experimental study using a consumer-grade RGB-D sensor.*  
C. Juez; D. Caviedes-Voullième; J. Murillo; P. García Navarro  
Computers and Geosciences, Vol. 73, 177-197, (2014)
2. *2D dry granular free-surface transient flow over complex topography with obstacles. Part II: Numerical predictions of fluid structures and benchmarking.*  
C. Juez; D. Caviedes-Voullième; J. Murillo; P. García Navarro  
Computers and Geosciences, Vol. 73, 142-163, (2014)
3. *A 2D extension of a Large Time Step explicit scheme ( $CFL > 1$ ) for unsteady problems with wet/dry boundaries. Application of the energy balanced.*  
M. Morales-Hernández; M.E. Hubbard; P. García-Navarro  
Journal of Computational Physics, Vol. 263, 303-327, (2014)
4. *A 2D weakly-coupled and efficient numerical model for transient shallow flow and movable bed.*  
C. Juez; J. Murillo; P. García Navarro  
Advances in Water Resources, Vol. 71, 93-109, (2014)
5. *A consistent momentum interpolation method for steady and unsteady multiphase flows.*  
A. Cubero; A. Sánchez-Insa; N. Fueyo  
Computers and Chemical Engineering, Vol. 62, 96-107, (2014)
6. *A pipe network simulation model with dynamic transition between free surface and pressurized flow*  
J. Fernández-Pato; P. García-Navarro  
Procedia Engineering, Vol. 70, 641-650, (2014)
7. *Accurate numerical modeling of 1D flow in channels with arbitrary shape. Application of the energy balanced.*  
J. Murillo; P. García Navarro  
Journal of Computational Physics, Vol. 260, 222-248, (2014)
8. *An accurate quantification of the flow structure along the acoustic signal cycle in a forced two-phase jet.*  
E. Calvo; J.A. García; J.L. Santolaya; L. Aísa; J.I. García

- EPJ Web of Conferences, Vol. 67, Art. nº 02013, (2014)
9. *An optimized GPU implementation of a 2D free surfaces simulation model on unstructured meshes.*  
A. Lacasta; M. Morales-Hernández; J. Murillo; P. García Navarro  
Advances in engineering Software, Vol. 78, 1-15, (2014)
  10. *Analysis and prediction of the spray produced by an internal mixing chamber twin-fluid nozzle.*  
J. Barroso; A. Lozano; F. Barreras; E. Lincheta  
Fuel Processing Technology, Vol. 128, 1-9, (2014)
  11. *Automatic control of pollutant on a shallow river using surface water systems: Application to the Ebro River*  
V. Puig; J. Romera; J. Quevedo; R. Sarrate; M. Morales-Hernández; M. González Sanchís; P. García-Navarro  
Water Science and Technology, Vol. 69 (11), 2210-2220, (2014)
  12. *Challenges in the electrochemical modeling of solid oxide fuel and electrolyser cells.*  
M. García Campubrí; S. Izquierdo; Fueyo, N.  
Fuel, Vol. 124, 701-718, (2014)
  13. *Comparative study of four alternative models for CO oxidation around a burning coal char particle.*  
C. Gonzalo-Tirado; S. Jiménez; R. Johansson; J. Ballester  
Combustion and Flame, Vol. 161, 1085-1095, (2014)
  14. *Consistent modeling of a single PEM fuel cell using Onsager's principle.*  
L. Valiño; R. Mustata; L. Dueñas  
International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 39 (8), 4030-4036, (2014)  
EPJ Web of Conferences, Vol. 67, (2014)
  15. *Design modification of the air diffuser in the burners of a fuel oil power plant. Part II: Interaction with the liquid spray.*  
A. González-Espinosa; A. Lozano; J.A. García; F. Barreras; E. Lincheta  
Fuel, Vol. 124, 141-150, (2014)
  16. *Editorial foreword.*  
C.M. Rangel; F. Barreras  
International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 39, 5203, (2014)
  17. *Effect of local flame properties on chemiluminescence-based stoichiometry measurement.*  
T. García-Armingol; Y. Hardalupas; A.M.K.P.Taylor; J. Ballester  
Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 53, 93-103, (2014)
  18. *Finite volume simulation of unsteady water pipe flow*  
J. Fernández-Pato; P. García-Navarro  
Drinking Water Engineering and Science, Vol. 2 (7), 83-92, (2014)

- 19.** *Flame chemiluminescence in premixed combustion of hydrogen-enriched fuels.*  
T. García Armingol; J. Ballester  
International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 39 (21), 11299-11307, (2014)
- 20.** *High flow-rate ultrasonic seeder.*  
A. Lozano; A. González-Espinosa; J.A. García; E. Calvo; J. Barroso; F. Barreras  
Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 38, 62-66, (2014)
- 21.** *Influence of fuel composition on chemiluminescence emission in premixed flames of CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>/CO blends*  
T. García Armingol; J. Ballester  
International Journal of Hydrogen Energy, Vol 35 (39), 20255-20265, (2014)
- 22.** *Local flow topologies and scalar structures in a turbulent premixed flame.*  
L. Cifuentes; C. Dopazo; J. Martín; C. Jiménez  
Physics of Fluids, Vol. 26 (6), (2014)
- 23.** *Measurements about the air motion in an acoustically forced jet: effects of the dispersed phase on the coherent flow structure.*  
E. Calvo; J.A. García; J.L. Santolaya; J.I. García; L. Aísa  
Experiments in Fluids, Vol. 55 (1), Art. nº 1635, (2014)
- 24.** *Numerical modeling of bridges in 2D shallow water flow simulations*  
H. Ratia; J. Murillo; P. García-Navarro  
International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. 55 (1), (2014)
- 25.** *Operational issues in premixed combustion of hydrogen-enriched and syngas fuels*  
T. García Armingol; J. Ballester  
International Journal of Hydrogen Energy, vol. 2 (40), 1229-1243, (2014)
- 26.** *Optimal design and operational tests of a high-temperature PEM fuel cell for a combined heat and power unit.*  
F. Barreras; A. Lozano; V. Roda; J. Barroso; J. Martín  
International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 39 (10), 5388-5398, (2014)
- 27.** *Recent advances on explicit variational multiscale a posteriori error estimation for systems.*  
G. Hauke; D. Irisarri; F. Lizarraga  
International Journal of Numerical Analysis and Modeling, Vol. 11, 372-384, (2014)
- 28.** *Reconstruction of 2D river beds by appropriate interpolation of 1D cross-sectional information for flood simulation.*  
D. Caviedes-Voullième; M. Morales-Hernández; I. López-Marijuan; P. García Navarro

- Environmental Modelling and Software, Vol. 61, 206-228, (2014)
- 29.** *Simulation of PID control applied to irrigation channels*  
A. Lacasta; M. Morales-Hernández; P. Brufau; P. García-Navarro  
Procedia Engineering, Vol. 70, 978-987, (2014)
- 30.** *SURCOS: A software tool to simulate irrigation and fertigation in isolated furrows and furrow networks.*  
J. Burguete; A. Lacasta; P. García Navarro  
Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 103, 91-103, (2014)
- 31.** *The causes of the high energy intensity of the Kazakh economy: A characterization of its energy system*  
A. Gómez; C. Dopazo; N. Fueyo  
Energy, Vol. 71, 556-568, (2014)
- 32.** *Time-resolved stereo PIV measurements in the far-field of a turbulent zero-net-mass-flux jet.*  
A. González-Espinosa; N. Buchmann; A. Lozano; J. Soria  
Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 57, 111-120, (2014)

## 4.2 TESIS DOCTORALES

---

DOCTORANDO: Carmelo Juez Jiménez  
DIRECTOR: Javier Murillo Castarlenas  
TESIS: Development of robust, physically-based numerical models for transport processes and geomorphodynamics changes.  
FECHA: 16 mayo 2014

DOCTORANDO: Tatiana García Armingol  
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer  
TESIS: Operational issues and advanced monitoring in lean premixed syngas combustion.  
FECHA: 6 junio 2014

DOCTORANDO: M.<sup>a</sup> Cristina Gonzalo Tirado  
DIRECTOR: Santiago Jiménez Torrecilla  
TESIS: CO<sub>2</sub>-Gasification and Oxy-Combustion of pulverized coal.  
FECHA: 27 junio 2014

DOCTORANDO: Mario Morales  
DIRECTOR: Pilar García Navarro  
TESIS: Efficient explicit finite volume schemes for the shallow water equations with solute transport.  
FECHA: 27 junio 2014

DOCTORANDO: Pilar Remacha Gayán  
DIRECTORES: Javier Ballester Castañer, Santiago Jiménez Torrecilla  
TESIS: Experimental and modelling study of pulverized biomass combustion.  
FECHA: 6 noviembre 2014

DOCTORANDO: Ana Isabel González Espinosa  
DIRECTORES: Antonio Lozano, Julio Soria  
TESIS: Experimental study of the velocity field of turbulent complex jets.  
FECHA: 11 diciembre 2014

### 4.3 PRESENTACIONES EN CONGRESOS

---

1. *Hacia la independencia energética en bases y campamentos, mediante generación renovable y otras técnicas*  
J. Carroquino, J. Hierro, L. Valiño  
II Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad, DESEi+d 2014, Zaragoza, España, 6-7 noviembre 2014  
Ponencia oral
2. *Consideraciones sobre el uso de una pila de combustible como sistema personal de suministro de energía para tropas de infantería*  
L. Valiño, J. Hierro, J. Carroquino, R. Mustata, A. Lozano, F. Barreras  
II Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad, DESEi+d 2014, Zaragoza, España, 6-7 noviembre 2014  
Ponencia oral
3. *Simulación numérica tridimensional No-Isotérmica de una pila de combustible de alta temperatura*  
L. Dueñas, L. Valiño, R. Mustata  
CONAPPICE 2014, Barcelona, España, 15-17 octubre 2014  
Ponencia oral
4. *Consistent behavior of Eulerian Montecarlo Fields at low Reynolds numbers*  
L. Valiño  
SPEIC 2014, Lisboa, Portugal, 19-21 noviembre 2014  
Ponencia oral
5. *Design of an ultra-lightweight high-temperature PEMFC stack and its cooling system for the power unit of an UAV*  
F. Barreras, J. Horno, J. Renau, J. Barroso, J. Miralles, J. Martín, F. Sánchez, A. Lozano  
Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference EmHyTeC 2014, Taormina, Italia, 9-12 diciembre 2014  
Ponencia oral
6. *Use of fuel cell stacks in high altitude long-endurance unmanned aerial vehicles*  
A. Lozano, J. Renau, J. Barroso, J. Miralles, J. Martín, A. Giménez, F. Sánchez, F. Barreras  
Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference EmHyTeC 2014, Taormina, Italia, 9-12 diciembre 2014  
Ponencia oral
7. *Ultrasonic atomization of mixtures and suspensions*  
A. Lozano, J.A. García, A. Ranz, F. Barreras, J. L. Santolaya  
26th Annual Conference of ILASS-Europe, Bremen, Alemania, 8-10 septiembre 2014  
Ponencia oral y artículo
8. *Hacia un avión no tripulado ligero de elevado techo de vuelo alimentado por pila de combustible*

- J. Renau, J. Barroso, J. Miralles, J. Martín, F. Sánchez, A. Lozano, F. Barreras  
II Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad, DESEi+d 2014, Zaragoza, España, 6-7 noviembre 2014  
Ponencia oral
9. *Accuracy of the single-film model in the prediction of coal char conversion rates under oxy-fuel and conventional combustion conditions*  
C. Gonzalo, S. Jiménez  
35<sup>th</sup> International Symposium on Combustion, San Francisco, California, 3-8 agosto 2014  
Ponencia oral
10. *Detailed analysis of the co oxidation chemistry around a coal char particle under conventional and oxy-fuel combustion conditions*  
C. Gonzalo, S. Jiménez  
SPEIC 2014, Lisboa, Portugal, 19-21 noviembre 2014  
Ponencia oral
11. *A conservative strategy to couple 1D and 2D numerical models: Application to flooding simulations*  
M. Morales Hernández, J. Murillo, A. Lacasta, P. Brufau, P. García Navarro  
7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics, RIVERFLOW 2014, Lausanne, Suiza, 3-5 septiembre 2014  
Ponencia oral
12. *Unsteady 2D flow over mobile bed with variable density*  
C. Juez, J. Murillo, P. García Navarro  
7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics, RIVERFLOW 2014, Lausanne, Suiza, 3-5 septiembre 2014  
Ponencia oral
13. *A conservative 1D-2D finite volume inundation and solute transport model*  
M. Morales, A. Lacasta, J. Murillo, P. Brufau, P. García Navarro  
XX International Conference on Computational Methods in Water Resources CMWR 2014, Stuttgart, Alemania, 10-13 junio 2014  
Ponencia oral
14. *A comparative study of accuracy and performance between a fully 2D GPU based and a 1D-2D coupled numerical model in a real river*  
M. Morales, A. Lacasta, J. Murillo, P. Brufau, P. García Navarro  
11<sup>th</sup> International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, Nueva York, Estados Unidos, 17-21 agosto 2014  
Ponencia oral
15. *A simulation based optimal control system for water resources*  
A. Lacasta, M. Morales, P. Brufau, P. García Navarro  
11<sup>th</sup> International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, Nueva York, Estados Unidos, 17-21 agosto 2014  
Ponencia oral

- 16.** *A simulation based tool for PID control in canals: application to the Pina de Ebro irrigation community*  
A. Lacasta, M. Morales, P. Brufau, P. García Navarro  
Congress on Industrial & Agricultural Canals, Lleida, España, 2-5 septiembre 2014  
Ponencia oral
- 17.** *A forced conservative FC 1D-2D explicit finite volume inundation model*  
M. Morales, A. Lacasta, J. Murillo, P. Brufau, P. García Navarro  
XX International Conference on Computational Methods in Water Resources CMWR 2014, Stuttgart, Alemania, 10-13 junio 2014  
Póster
- 18.** Demand management in pressurized irrigation networks to achieve minimum energy cost  
R. Aliod  
Water IDEAS 2014, Bolonia, Italia, 22-24 octubre 2014



#### **4.4 TRABAJOS FIN DE MASTER PRESENTADOS**

---

AUTOR: Laura Abadía Albás  
TITULACIÓN: Ingeniería Química  
DIRECTOR: Luis Manuel Cerecedo  
TÍTULO: Estudio experimental de la hidrodinámica de flujos cavitantes.  
Optimización de un equipo de Cavitación Hidrodinámica  
FECHA: 15 diciembre 2014

AUTOR: Enrique Faci Lobera  
TITULACIÓN: Ingeniería Química  
DIRECTOR: Ricardo Aliod Sebastián  
TÍTULO: Algoritmos evolutivos para la optimización de la gestión hidráulica y  
energética de redes de riego a presión  
FECHA: 29 septiembre 2014

## 4.5 PROYECTOS FIN DE CARRERA PRESENTADOS

---

AUTOR: Álvaro Bautista Gómez  
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial  
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos  
TÍTULO: Influencia de los efectos geométricos en el comportamiento de las uniones multimaterial en la aeronáutica (2014)

AUTOR: Héctor Beltrán Larred  
TITULACIÓN: Ingeniería Química  
DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez  
TÍTULO: Influencia de la viscosidad y de parámetros geométricos en atomizadores Venturi-Vórtice (2014)

AUTOR: Pilar Isabel Borau Maorad  
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial  
DIRECTOR: M.<sup>a</sup> Pilar Brufau García  
TÍTULO: Estudio experimental de las características del flujo de aire y flujo cargado con partículas en un modelo de flujo frío de un gasificador entrained-flow (2014)

AUTOR: Miguel Cámara Sanz  
TITULACIÓN:  
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz, Antonio Montañés Bernal  
TÍTULO: Simulación de la zona de recuperación de calor en una central termoeléctrica (2014)

AUTOR: Héctor Cortés Parilla  
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial  
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos  
TÍTULO: Stage D'Amelioration Continue (2014)

AUTOR: Beatriz Cubero Méndez  
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial  
DIRECTOR: José Ignacio García Palacín  
TÍTULO: Auditoría energética del laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión (LIFTEC) del CSIC-Universidad de Zaragoza (2014)

AUTOR: M.<sup>a</sup> Victoria Ferruz Alba  
TITULACIÓN: Ingeniería Química  
DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez  
TÍTULO: Desarrollo de un software para la adquisición de datos de un equipo de difractometría Malvern HS-2600 para determinar el tamaño de burbujas generadas por cavitación (2014)

AUTOR: Oscar Gimeno López  
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial  
DIRECTOR: Pilar García Navarro

TÍTULO: Modelo matemático del comportamiento de una gota sobre un gradiente del ángulo de contacto considerando el efecto de la histéresis y la gravedad (2014)

AUTOR: Javier Horno Maggioni

TITULACIÓN: Ingeniería Química

DIRECTOR: Félix Barreras y Antonio Lozano

PONENTE: Jorge Barroso Estébanez

TÍTULO: Diseño del sistema de transferencia de calor para una pila de combustible tipo PEM de alta temperatura empleada en una UAV. (2014)

AUTOR: Izaskum Jaca Equiza

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos

TÍTULO: Simulación 3D de flujos aerodinámicos con adaptatividad y estimación de error con el VMS (2014)

AUTOR: David López Barrera

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos

TÍTULO: Conception sous catia d'une pompe hydraulique et sa fabrication en roto-moulage (2014)

AUTOR: Rubén Marzo Limeres

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez

TÍTULO: Funcionamiento y control de compresores centrífugos. Evaluación de sistemas en serie y paralelo (2014)

AUTOR: Marta Mérida Delgado

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Antonio Pascau Benito

TÍTULO: Análisis de un convertidor de par (2014)

AUTOR: Benjamín Negro Cubel

TITULACIÓN:

DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz

TÍTULO: Modelado y simulación de quemadores de gas con distintos grados de premezcla (2014)

AUTOR: Alberto Ranz Elías

TITULACIÓN: Ingeniería Química

DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez

TÍTULO: Caracterización experimental de la atomización ultrasónica de líquidos con partículas en suspensión (2014)

AUTOR: Alejandro Sierra Luño

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Antonio Pascau Benito

TÍTULO: Análisis computacional de la dispersión de contaminantes en entornos urbanos (2014)

AUTOR: Jacob Sobreviela Solan

TITULACIÓN: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: José Ignacio García Palacín

TÍTULO: Sistema alternativo de limpieza de algas en una minicentral hidroeléctrica autónoma (2014)

## 4.6 TRABAJOS FIN DE GRADO PRESENTADOS

---

AUTOR: Eduardo Álvarez Acedo  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química  
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer  
CODIRECTOR: Ennio Luciano  
TÍTULO: Análisis de inestabilidades termoacústicas en llamas de premezcla de metano y biogases. (2014)

AUTOR: Javier Aso Roca  
TITULACIÓN: Grado  
DIRECTOR: Pilar García Navarro, Mario Morales Hernández, Asier Lacasta Soto  
TÍTULO: Modelización y calibración de un sistema regulado de suministro de agua (2014)

AUTOR: Carlos Azara Egea  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería de Tecnologías Industriales  
DIRECTOR: Pilar García Navarro  
TÍTULO: Estudio comparativo y análisis de sensibilidad de un modelo computacional de simulación hidráulica para flujos en superficie libre (2014)

AUTOR: Daniel Clavel Villagrasa  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería en Tecnologías Industriales  
DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez  
TÍTULO: Caracterización experimental de la onda acústica producida por un piezoeléctrico en el seno de una masa líquida (2014)

AUTOR: Félix Jaime Anadón  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería en Tecnologías Industriales  
DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez  
TÍTULO: Caracterización del aerosol de glicerina generado por un atomizador Venturi-vórtice (2014)

AUTOR: José Cristóbal Morales Arcos  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Eléctrica  
DIRECTOR: Pilar García Navarro  
TÍTULO: Modelado y control de un sistema de separación de sólido-líquido mediante fuerzas centrífugas. Aplicación a la obtención de fosfato de hierro (2014)

AUTOR: Andrés Bueno Mairal  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica  
DIRECTOR: Jesús Martín Yagüe, Antonio Lozano Fantoba, Félix Barreras Toledo  
TÍTULO: Diseño, montaje y puesta en marcha de una pila PEM de alta temperatura para unidad de potencia en un UAV (2014)

AUTOR: José Ángel Pérez Milagros

- TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química  
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer  
TÍTULO: Proyecto de abastecimiento de gas natural para factoría industrial mediante estación de regulación y medida de alta presión de 72 bar e instalación receptora de distribución (2014)
- AUTOR: Pablo Pomar Gómez  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica  
DIRECTOR: Pilar García Navarro  
TÍTULO: Proyecto de modernización del sistema de bombeo y red de riego en la finca "Soto de Candespina" en los términos municipales de Utebo, Sobradiel y Torres de Berrellén (2014)
- AUTOR: Javier Sagües Tanco  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica  
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos  
TÍTULO: Resistance welding of new lightweight sandwich steels (2014)
- AUTOR: Rosa M<sup>a</sup> Sánchez Roy  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química  
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer  
TÍTULO: Planta de gas natural licuado GNL y red de distribución de gas natural (2014)
- AUTOR: Alejandro Sesma Baquedano  
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica  
DIRECTOR: Juan Antonio García Rodríguez  
TÍTULO: Caracterización del aerosol generado por un atomizador (2014)

1. Inventores: E. Lincheta, J. Suárez, J. Barroso, A. Lozano, F. Barreras  
Título: Cabezal atomizador de alta eficiencia para líquidos viscosos y su uso  
N. de solicitud: 200202944  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 20.dic.2002  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Matanzas
2. Inventores Ballester J., Barroso J., Pina A., Sanz A., Cerecedo L.M., Ferrer L.M., Ojeda L., González M., Jiménez S.  
Título: Pirómetro de Succión con Eyector Interno y su Uso  
N. de solicitud: P200400351  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 6.Feb.2004  
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
3. Inventores: J. Ballester, J. Barroso, A. Pina  
Título: Convector a Gas para Aplicaciones Domésticas y su Uso  
N. de solicitud: P200400804  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 29.Mar.2004  
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
4. Inventores: E. Lincheta, J. Suárez, F. Barreras, A. Lozano  
Título: Selector de aerosol para la caracterización de atomizadores de orificios múltiples  
N. de solicitud: 200402228  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 17.sep.2004  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Matanzas
5. Inventores: F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, C. Marín  
Título: Placa bipolar para distribución homogénea del flujo en pilas de combustible  
N. de solicitud: 200602547  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 11 oct 2006  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
6. Inventores: E. Lincheta, F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, R. Mustata  
Título: Placa de pila de combustible con geometría de flujo de "espina de pez".  
N. de solicitud: P2010331092  
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 16 jul 2010  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

- 7.** Inventores: E. Lincheta, F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, R. Mustata  
Título: Placa de pila de combustible con varias áreas de reacción química.  
N. de solicitud: P201031093  
País de prioridad: España      Fecha de prioridad: 16 jul 2010  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- 8.** Inventores: A. Lozano, F. Barreras, J.A. García, J. Barroso, E. Calvo  
Título: Generador ultrasónico de gotas micrométricas de alto caudal y funcionamiento continuo.  
N. de solicitud: P201131969  
País de prioridad: España      Fecha de prioridad: 5 dic.2011  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Zaragoza
- 9.** Inventores: F. Barreras, A. Lozano, V. Roda  
Título: Pila de combustible modular por bloques  
N. de solicitud: P201330888  
País de prioridad: España      Fecha de prioridad: 14 jun.2013  
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)  
Solicitud de extensión internacional      21.ago.2014
- 10.** Inventores: P. García  
Título: Software para la modelización de flujo en zonas urbanas e industriales  
N. de solicitud:  
País de prioridad: España      Fecha de prioridad: 2013  
Entidad titular: Universidad de Zaragoza



**6.1 CURSOS Y CONFERENCIAS**

---

TÍTULO: *O uso das Ferramentas Gestar para o desenho e gestao de redes de rega sob pressao*

AUTORES: R. Aliod

CURSO: Seminario organizado por el Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio de Portugal

FECHAS: Beja (Portugal) 15 - 18 octubre 2014

## 6.2 CONGRESOS ORGANIZADOS

---

NOMBRE: SPEIC14 Towards Sustainable Combustion  
COMITÉ ORGANIZADOR: Mário Costa, Edgar Fernandes, Pedro García-Ybarra,  
Norberto Fueyo, Javier Ballester  
LUGAR: Lisboa, Portugal  
FECHAS: 18-20 November 2014

## 6.3 MÁSTER OFICIALES Y ESTUDIOS PROPIOS

---

### Máster Oficiales

- ✓ Máster Universitario en Mecánica Aplicada (Universidad de Zaragoza)
  - \* Fluidodinámica computacional. Profesores: Norberto Fueyo Díaz, M.<sup>a</sup> Pilar García Navarro, Guillermo Hauke Bernardos.
  - \* Mecánica de Fluidos Avanzada. Profesor: Pilar García Navarro, Francisco Alcrudo.
  - \* Turbulencia y mezcla. Profesor: César Dopazo García
  
- ✓ Máster Universitario en Ingeniería Mecánica (Universidad de Zaragoza)
  - \* Instrumentación y Simulación del Flujo de Fluidos. Profesores: A. Pascau Benito, Juan Antonio García Rodríguez.
  
- ✓ Máster Universitario en Tecnologías Industriales (Universidad de Zaragoza)
  - \* Ingeniería de Fluidos. Profesores: Francisco Alcrudo Sánchez, Javier Ballester Castañer
  
- ✓ Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Universidad de Zaragoza)
  - \* Máquinas e Instalaciones de Fluidos. Profesores: Luis Manuel Cerecedo Figueroa
  
- ✓ Máster Universitario en Ingeniería Agronómica (Universidad de Zaragoza)
  - \* Recursos Hídricos e instalaciones hidráulicas. Profesores: Ricardo Aliod Sebastián

### Estudios Propios

- ✓ Máster Rotating Machinery
  - \* Principios de Turbomáquinas. Profesor: Francisco Alcrudo Sánchez.
  - \* Bombas y Aplicaciones. Profesor: Guillermo Hauke Bernardos.
  
- ✓ Máster en Ingeniería de los Recursos Hídricos. Directora: M.<sup>a</sup> Pilar García Navarro
  - \* Fundamentos de Hidrología. Profesor: M.<sup>a</sup> Pilar García Navarro.
  - \* Fundamentos de Hidrodinámica. Profesores: M.<sup>a</sup> Pilar García Navarro; José Ignacio García Palacín; Antonio Pascau Benito; Luis Adrián Aísa Miguel.
  - \* Sistemas Fluviales. Profesor: Mario Morales Hernández.
  - \* Redes de Distribución. Profesores: José Ignacio García Palacín; César González Cebollada.

## 6.4 CURSOS DE 1<sup>er</sup> Y 2<sup>o</sup> CICLO

### Ingeniería Industrial - Plan 94

Semes	Asignatura	Profesores
14	<i>Fluidodinámica Técnica</i>	J. Murillo, P. García, A. Pascau
14	<i>Hidráulica y Neumática Industrial</i>	I. García

### Ingeniería Química - Plan 94

Semes	Asignatura	Profesores
15	<i>Ampliación de Fenómenos del Transporte</i>	C. Dopazo, J. Blasco, L.M. Cerecedo
15	<i>Contaminación Atmosférica</i>	A. Pascau
15	<i>Instalaciones de Fluidos</i>	J. Blasco

### Ingeniero Agrónomo

Curso	Asignatura	Profesores
-	<i>Tecnología Hidráulica</i>	C. González

### Asignaturas de Libre Elección

Semes	Asignatura	Profesores
-	<i>Física de fluidos</i>	P. García, J. Murillo

## 6.5 GRADOS

### Física

Curso	Asignatura	Profesores
-	<i>Física de Fluidos</i>	P. García

### Ingeniería Eléctrica

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Mecánica de Fluidos</i>	E. Calvo, J.A. García, L.M. Cerecedo, P. García

### Ingeniería Electrónica y Automática

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Mecánica de Fluidos</i>	N. Fueyo

### Ingeniería Mecánica

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	J. Barroso, J. Martín, J. Murillo, L.M. Cerecedo, A.I. González
3	<i>Máquinas e Instalaciones de fluidos</i>	J. Murillo, A. Pascau, E. Calvo, J.A. García
-	<i>Diseño de instalaciones de fluidos</i>	J. Ballester, J. Blasco
-	<i>Fluidodinámica industrial y ambiental</i>	J. Murillo, P. García, A. Pascau

### Ingeniería Química

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Fluidotecnia</i>	J. Ballester
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	J. Blasco, G. Hauke, L.M. Cerecedo, C. Dopazo
3	<i>Experimentación en Ingeniería Química</i>	F. Alcrudo
-	<i>Diseño de instalaciones de fluidos</i>	J. Ballester, J. Blasco

### Ingeniería de Tecnologías Industriales

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	J. Blasco, N. Fueyo, I. García, P. García, A.I. González
2	<i>Máquinas e instalaciones de fluidos</i>	F. Alcrudo, J.A. García, G. Hauke, A.I. González, E. Calvo, L.M. Cerecedo

**Ciencias Ambientales**

<b>Curso</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesores</b>
1	<i>Bases físicas del medio ambiente</i>	C. González
2	<i>Meteorología y climatología</i>	C. González

**Ingeniería Agroalimentaria**

<b>Curso</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesores</b>
1	<i>Física I</i>	C. González
1	<i>Física II</i>	C. González
-	<i>Redes de riego</i>	R. Aliod
3	<i>Hidráulica</i>	C. González

## **6.6 PROFESORES E INVESTIGADORES VISITANTES**

---

NOMBRE                    Carles Ferrer Boix  
PROCEDENCIA:        University of British Columbia, Vancouver (Canadá)  
ESTANCIA:              0/01/2013 – 30/11/2014  
TIPO:                     Profesor invitado, Movilidad Países no europeos, Campus Iberus

## 6.7 ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

---

- ACTIVIDAD: Talleres interactivos  
TITULO: Semana de la Ciencia en el CSIC de Aragón  
LUGAR: Delegación del CSIC en Aragón  
FECHA: 4 - 12 Noviembre, 2014
- ACTIVIDAD: Jornadas de Puertas Abiertas  
TITULO: Jornadas de Puertas Abiertas  
LUGAR: LIFTEC  
FECHA: 17 - 23 Noviembre, 2014
- ACTIVIDAD: Actividades de divulgación de la Ciencia  
LUGAR: CEIP Tenerías de Zaragoza  
FECHA: 29 Mayo, 2014
- ACTIVIDAD: Participación en la organización de la Conferencia (Organización Comité)  
TITULO: SPEIC 14 Towards Sustainable Combustion  
LUGAR: Instituto Superior Técnico de Lisboa (Portugal)  
FECHA: 18 – 20 de noviembre, 2014
- ACTIVIDAD: Artículo en El Periódico  
TITULO: Iniciativa europea de investigación aplicada. El vino más sostenible  
FECHA: 16 de septiembre, 2014
- ACTIVIDAD: Artículo en Heraldo de Aragón  
TITULO: Sol para regar la viña y conducir el tractor  
FECHA: 16 de septiembre, 2014
- ACTIVIDAD: Artículo en Heraldo del Campo  
TITULO: La UZ lidera un proyecto sobre la rentabilidad de las energías renovables en el sector agrícola  
FECHA: 15 de septiembre, 2014
- ACTIVIDAD: Artículo en Diario del Alto Aragón  
TITULO: La UZ presenta una iniciativa europea sobre vitivinicultura sostenible  
FECHA: 14 de septiembre, 2014
- ACTIVIDAD: Artículo en Todo Vinos  
TITULO: Investigan implantar energía solar en los viñedos  
FECHA: 16 de septiembre, 2014
- ACTIVIDAD: Rueda de prensa  
TITULO: La Universidad de Zaragoza lidera un proyecto europeo para demostrar el uso rentable de las energías renovables en el sector vitivinícola  
LUGAR: Paraninfo de la Universidad de Zaragoza (España)  
FECHA: 15 de septiembre, 2014



ACTIVIDAD: Entrevista radiofónica  
TITULO: Proyecto europeo para impulsar el uso de energías « limpiás » en bodegas y viñedos  
LUGAR: Radio Huesca (España)  
FECHA: 13 de septiembre, 2014

ACTIVIDAD: Página web  
TITULO: REWIND : Sistemas rentables de energía renovable de pequeña escala en la industria agroalimentaria y las áreas rurales : una demostración en el sector vitivinícola  
FECHA: 11 de septiembre, 2014

ACTIVIDAD: Noticia  
TITULO: Proyecto Life+ REWIND para demostrar el uso rentables de las energías renovables en el sector vitivinícola  
LUGAR: Web Aragón investiga, Gobierno de Aragón  
FECHA: 15 de septiembre, 2014

ACTIVIDAD: Noticia  
TITULO: Proyecto Life+ REWIND para demostrar el uso rentables de las energías renovables en el sector vitivinícola  
LUGAR: Web de la Universidad de Zaragoza  
FECHA: 15 de septiembre, 2014