

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 2021

ÍNDICE

1. EI LIFTEC	1
1.1 Historia.....	1
1.2 Sede	3
1.3 Personal.....	4
2. Líneas de investigación	7
2.1 Combustión y energía	7
2.1.1 Combustión industrial	7
2.1.2 Pilas de combustible.....	9
2.2 Fluidodinámica.....	12
2.2.1 Ingeniería de fluidos	12
2.2.2 Hidrología e hidráulica	16
2.3 Recursos computacionales.....	20
3. Proyectos y Contratos	21
3.1 Proyectos de investigación con financiación pública	21
3.2 Proyectos de investigación con financiación industrial	25
4. Publicaciones	29
4.1 Publicaciones en revistas.....	29
4.2 Presentaciones en congresos.....	32
4.3 Tesis doctorales.....	33
4.4 Proyectos fin de Máster	34
4.5 Proyectos fin de Grado	35
5. Invenciones	41
5.1 Cartera de Patentes.....	41
5.2 Prototipos.....	43
6. Docencia	45
6.1 Másteres oficiales	45
6.2 Grados	46
7. Otras actividades	49
7.1 Gestión de I+D+I.....	49
7.2 Programa Erasmus +	50
7.3 Actividades de divulgación.....	51

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 m²), 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 m²) con dos plantas y un total de 305 m² de superficie de despachos y una nave de laboratorio de una sola planta de 14 x 18 m (252 m²) 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 m² 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 m² 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 25 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
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: D. José Ignacio Martínez García (CSIC)

Investigadores Científicos del CSIC

Dr. Antonio Lozano Fantoba	Ext. 201	alozano@liftec.unizar-csic.es
Dr. Luis Valiño García	Ext. 203	valino@liftec.unizar-csic.es

Científicos Titulares del CSIC

Dr. Félix Barreras Toledo	Ext. 202	felix@liftec.unizar-csic.es
Dr. Santiago Jiménez Torrecilla	Ext. 209	yago@liftec.unizar-csic.es

Catedráticos de la Universidad de Zaragoza

Dr. Javier Ballester Castañer	976762153	ballester@unizar.es
Dr. Norberto Fueyo Díaz	976762959	Norberto.Fueyo@unizar.es
Dra. Pilar García-Navarro	876555057	pigar@unizar.es
Dr. Guillermo Hauke Bernardos	876555315	ghauke@unizar.es

Profesores Titulares de la Universidad de Zaragoza

Dr. Francisco Alcrudo Sánchez	876555314	alcrudo@unizar.es
Dr. Ricardo Aliod Sebastián	974239329	raliod@unizar.es
Dr. Jorge Barroso Estébanez	876555247	jbarroso@unizar.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. Javier A. Murillo Castarlenas	876555317	jmurillo@unizar.es
Dr. Esteban Calvo Bernad	876555312	calvober@unizar.es

Investigador ARAID

D. Manuel Montiel Argáiz	Ext. 225	manuel.montiel@csic.es
--------------------------	----------	------------------------

Profesores Contratados de la Universidad de Zaragoza

Dr. Luis Cerecedo Figueroa	876552672	cerecedo@unizar.es
Dr. César González Cebollada	974292660	cesargon@unizar.es
Dr. Mario Morales Hernández	876555057	mmorales@unizar.es
Dr. Radu Mustata Oroviceanu	Ext. 204	radu@liftec.unizar-csic.es
Dr. Antonio Gómez Samper	876555190	antgomez@unizar.es
D. Javier Fernández Pato	876555057	jfpato@unizar.es
D. David Perales Cortel		dperales@unizar.es
D. Adrián Navas Montilla		anavas@unizar.es
D. Fernando González		fgonzalez@unizar.es

Profesores Eméritos de la Universidad de Zaragoza

Dr. Luis Aísa Miguel	876555055	laisa@unizar.es
Dr. César Dopazo García	876555054	dopazo@unizar.es

Colaborador Extraordinario de la Universidad de Zaragoza

Dr. Antonio Pascau Benito	876555056	pascau@unizar.es
---------------------------	-----------	------------------

Personal Técnico

D. Alberto Campos Aybar	Ext. 110	alberto@liftec.unizar-csic.es
D. Luis Ojeda Arcas	Ext. 121	lojeda@liftec.unizar-csic.es
D. José Antonio Picazo Alda	Ext. 207	picazo@liftec.unizar-csic.es
D. Antonio Pina Artal	Ext. 205	antonio@liftec.unizar-csic.es

Personal Administrativo

Dña. Olga Cebolla Pérez	976761881	olgac@unizar.es
D. José Ignacio Martínez García	976733977	gerencia.liftec@csic.es
Dña. Isabel Romera Arnal	Ext. 103	iromera@liftec.unizar-csic.es

Contratados con cargo a Proyecto Investigación

D. Jorge Almingol Estrada	Ext. 208	jalmingol@liftec.unizar-csic.es
D. José Enrique Barranco Riveros	Ext. 212	j.barranco@csic.es
Dña. Ana Bernad Quílez	Ext. 240	a.bernad@csic.es
D. Abdenbi Cherkaoui	Ext. 110	a.cherkaoui@csic.es
D. Ramón Chordá Pérez	876555190	rchorda@unizar.es
D. Marius Crisan	Ext. 106	marius.crisan@csic.es
Dra. Ana Cubero García	876552672	anac@unizar.es
Dña. Isabel Echeverribar Pérez	876555053	echeverribar@unizar.es
D. Said El Kadmiri Pedraza	Ext. 240	
D. Víctor Esteban Gea	Ext. 106	v.esteban@csic.es
D. Marcos Gabás Conde	Ext. 125	marcos.gabas.conde@csic.es
D. Eduardo Gimeno	876555190	eduardogimeno@unizar.es
Dña. Isabel González Espinosa	Ext. 208	ana.gonzalez@csic.es
Dra. María Herrando Zapater	876555053	mherrando@unizar.es
D. Álvaro Ibáñez Casao	Ext. 106	aibanez@liftec.unizar-csic.es
D. Rubén Lorenz García	Ext. 106	ruben.lorenz@csic.es
D. Iván Manrique Las	Ext. 240	i.manrique@csic.es
D. Juan Marial Ascaso	876555316	716550@unizar.es
D. Javier Melero Bospín	Ext. 240	jmelero@liftec.unizar-csic.es
D. Álvaro Muelas Expósito	Ext. 260	amuelas@liftec.unizar-csic.es
D. Ignacio Ortiz de Landazuri Suárez	Ext. 105	i.o.s@csic.es
D. Pablo Pastor Flores	Ext. 105	pablo.pastor@csic.es
D. Iulian Ovidiu Popa	Ext. 106	iulian.popa@csic.es
Dña. Ana Quílez Villanova	Ext. 110	a.quilez@csic.es
D. Eduardo Recarte Álvarez	Ext. 240	e.recarte@csic.es
Dra. Pilar Remacha Gayán	Ext. 210	remacha@liftec.unizar-csic.es
D. Luis Roche Piñol	Ext. 106	l.roche@csic.es
D. Javier Sanz Moliné	Ext. 106	javier.sanz@csic.es
D. Daniel Serrano Galindo	Ext. 106	daniel.serrano@csic.es

D. Álvaro Sobrino Calvo	Ext. 242	asobrino@liftec.unizar-csic.es
D. Pablo Solán Fustero	876555316	701010@unizar.es
D. Angel Soria Lozano	Ext. 241	asoria@liftec.unizar-csic.es
D. Raúl Soriano Alquézar	Ext. 106	raul.soriano@csic.es
D. Andrés Tejero Mena	Ext. 104	andres.tejero@csic.es
D. Eduardo Tizné Larroy	Ext. 240	etizne@liftec.unizar-csic.es
D. Marlon Villalba Quinchimba	Ext. 104	marlon.villalba@csic.es
D. Fernando Zorrilla Medrano	Ext. 240	fzorrilla@liftec.unizar-csic.es

Contratados predoctorales

D. Mohamad Asrardel	Ext. 248	asrardel@liftec.unizar-csic.es
D. Raúl Losantos Viñuales	Ext. 240	rlosantos@liftec.unizar-csic.es
D. Sergio Martínez Aranda	876555316	sermar@unizar.es
D. Taha Yunusbhai Poonawala	Ext. 260	tpoonawala@unizar.es
Dña. Cristina Raga Barciela	Ext. 240	craga@liftec.unizar-csic.es

Postdoc Juan de la Cierva

D. Marco de Corato	976761881	mdecorato@unizar.es
--------------------	-----------	---------------------

Programa Garantía Juvenil CSIC

D. Diego Minguell Soto	Ext. 106	dminguell@liftec.unizar-csic.es
Dña. Irene Ubau Monterde	Ext. 104	i.ubau@liftec.unizar-csic.es

* 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 procesamiento 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 NO_x: quemadores de bajo 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 O₂, CO, CO₂, NO/NO_x, SO₂, HC, NH₃, HCN, H₂O).
- 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_x
 - Combustión escalonada con gas natural
 - Reducción emisiones de partículas.
 - Escorificación y ensuciamiento
 - Combustión de fuel-oil: Quemadores de bajos NO_x 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 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 (H₂ y O₂) 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 (framestraddling)
- Dispositivos electrónicos varios (fuente de alimentación, generadores de pulsos y retraso de señales, sincronizadores, obturadores, etc.).

2.1.2.3 Objetivos

- 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.

2.2 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 difractómetro 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 μ 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.

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 aguas 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

2.3 RECURSOS COMPUTACIONALES

El LIFTEC cuenta con un Beowulf de cálculo, que ha tenido renovaciones en los años 2008, 2011, 2015 y 2021.

Actualmente el clúster de cálculo tiene las siguientes características:

- 32 TB de capacidad de disco duro.
- 12 nodos de cálculo con procesadores Intel Xeon y AMD Epyc Milan, que suman 264 núcleos de CPU y 2 TB de memoria RAM, interconectados por una red ethernet Gigabit/s.
- GPU para cálculo numérico: 4 Tesla 2070 y una Tesla K80.

3.1 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN PÚBLICA

1. **CONFIDENCIAL.**
FINANCIACIÓN: MINECO. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/04/2018 – 30/04/2022
2. *Herramientas eficientes de alta precisión para la simulación y control de flujos medioambientales.*
FINANCIACIÓN: AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN. FONDOS FEDER, PGC2018-094341-B-I00
INVESTIGADOR PRAL: P. García-Navarro
PARTICIPANTES: I. García Palacín, P. Brufau
DURACIÓN: 01/01/2019 – 31/12/2021
3. *Diseño óptimo e integración de plantas de potencia con pilas de combustible de tipo PEM para vehículos eléctricos autónomos o tripulados de forma remota.*
FINANCIACIÓN: FEDER/MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN- AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, RTI2018-096001-B-C31
INVESTIGADOR PRAL: F. Barreras, L. Valiño
PARTICIPANTES: A. Lozano, J. Martín, J. Barroso, F. F. Marzo, A. Pérez Manso
DURACIÓN: 01/01/2019 – 30/09/2022
4. *Mecánica de Fluidos para una Energía Limpia.*
FINANCIACIÓN: GOBIERNO DE ARAGÓN, T01_20R
INVESTIGADOR PRAL: A. Lozano
PARTICIPANTES: M. Asrardel, J. Ballester, F. Barreras, J. Barroso, E. Calvo, L.M. Cerecedo, S. Jiménez, A. Muelas, R. Mustata, P. Remacha, A. Sobrino, A. Soria, L. Valiño
DURACIÓN: 01/01/2020 – 31/12/2022
5. *Mecánica de Fluidos Computacional.*
FINANCIACIÓN: GOBIERNO DE ARAGÓN, T32_20R
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
PARTICIPANTES: F. Alcrudo, R. Aliod, J. Blasco, P. Brufau, C. Dopazo, P. García-Navarro, I. García-Palacín, G. Hauke, J. Martín, A. Pascau
DURACIÓN: 01/01/2020 – 31/12/2022

6. *Modelado tridimensional in silico de la interacción entre células tumorales y células madre mesenquimales en una Matriz Extracelular de BioMicrogel*
FINANCIACIÓN: AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN.
PID2019-106099RB-C44
INVESTIGADOR PRAL: M. Doweidar, G. Hauke
PARTICIPANTES: F. Alcrudo, J. Blasco
DURACIÓN: 01/06/2020 – 31/05/2023
7. *Análisis y optimización de los procesos de evaporación y combustión de líquidos residuales y no convencionales.*
FINANCIACIÓN: AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN.
PID2019-109747RB-I00
INVESTIGADOR PRAL: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso
DURACIÓN: 01/06/2020 – 31/05/2023
8. **CONFIDENCIAL.**
FINANCIACIÓN: MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
PARTICIPANTES: J. Ballester, J. Blasco
DURACIÓN: 01/07/2020 – 31/03/2021
9. *RLD Diseño de conexiones hidráulicas para paneles solares híbridos de aire con impresión 3D proyecto connecting ecoair.*
FINANCIACIÓN: MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/07/2020 – 31/03/2021
10. *Sistema de gestión y monitorización remoto con funciones de operación inteligente y aplicación de la industria 4.0 en diseño de adsorbentes avanzados para innovación en la limpieza de biogás y aprovechamiento como combustible renovable*
FINANCIACIÓN: MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO.
AEI-010500-2020-231 SMARTBIOGRES
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño, J. Gorauskis
PARTICIPANTES: J. Martín, R. Mustata
DURACIÓN: 01/09/2020 – 31/03/2021
11. **CONFIDENCIAL.**
FINANCIACIÓN: UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
INVESTIGADOR PRAL: P. García-Navarro
PARTICIPANTES: P. Brufau
DURACIÓN: 01/09/2020 – 31/08/2021

12. *Flexibilidad y agilidad de ciclos combinados mediante herramientas avanzadas de simulación, instrumentación y optimización – Flagship.*
FINANCIACIÓN: MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN,
RTC2019-007012-3
INVESTIGADOR PRAL: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso, N. Fueyo
DURACIÓN: 01/09/2020 – 31/08/2023
13. *PrioritEE PLUS/Transferring the PrioritEE Decision Support Tool to public authorities in the MED area.*
FINANCIACIÓN: FONDOS FEDER. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/03/2021 – 30/06/2022
14. *Fabricación de un módulo de batería de flujo redox de 50 kW (TRE2103002) y su integración en aplicaciones (TRE2103003).*
FINANCIACIÓN: Fondos REC_EU
INVESTIGADOR PRAL: F. Barreras
PARTICIPANTES: A. Lozano, L. Valiño
DURACIÓN: 01/04/2021 – 31/12/2022
15. *Hidrogena Renovable de 60 kg H₂/día (TRE2103001).*
FINANCIACIÓN: Fondos REC_EU
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño
PARTICIPANTES: F. Barreras, A. Lozano
DURACIÓN: 01/04/2021 – 31/12/2022
16. *Banco de ensayos de pilas de combustible: pilas de baja temperatura (TRE2102007).*
FINANCIACIÓN: Fondos REC_EU
INVESTIGADOR PRAL: A. Lozano
PARTICIPANTES: F. Barreras, L. Valiño
DURACIÓN: 01/04/2021 – 31/12/2022
17. *Un Marco de Hidrodinámica Fluctuante para la Simulación de Nano Reactores.*
FINANCIACIÓN: AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN.
PID2020-113033GB-I00
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo, M. de Corato
PARTICIPANTES: N. Fueyo, M. de Corato
DURACIÓN: 01/09/2021 – 31/08/2023
18. *crossCert / Cross Assessment of Energy .Certificates in Europe (H2020 G.A. no. 101033778).*
FINANCIACIÓN: UNIÓN EUROPEA
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/09/2021 – 31/08/2024

19. *Desentrañando la mecánica del núcleo celular para investigar la interacción entre mecánica y genética.*

FINANCIACIÓN: GOBIERNO DE ARAGÓN, LMP63_21

INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo

DURACIÓN: 18/09/2021 – 30/09/2023

20. *DT4DRYER*

FINANCIACIÓN: UNIÓN EUROPEA

INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo

DURACIÓN: 01/10/2021 – 30/09/2022

3.2 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN INDUSTRIAL

1. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: Hydronia, L.L.C.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 18/04/2013 – 31/12/2026
2. *Licencia de explotación del know-how: software para OILFLOW2D.*
FINANCIACIÓN: Hydronia, L.L.C.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 18/10/2014 – 31/12/2026
3. *Licencia de uso y soporte del programa informático GESTAR.*
FINANCIACIÓN: ADI-Compagnie d'amenagement agricole et de developpement industriel, Construcciones y depuraciones S.A., Victoria University
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
DURACIÓN: 29/06/2018 – 31/12/2025
4. *Estudios experimentales de combustión y fluidos.*
FINANCIACIÓN: Varias empresas
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 19/03/2019 – 31/12/2022
5. *Monitorizado de plantas de combustión y fluidos.*
FINANCIACIÓN: Varias empresas
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 26/03/2019 – 31/12/2021
6. *Estudio de sistemas de combustión, Proyecto Redemis Licitación 0000784442.*
FINANCIACIÓN: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 24/06/2019 – 28/02/2022
7. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/11/2019 – 01/05/2021
8. *Caracterización del circuito de extracción integrado en encimera Venting Cooktop.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 31/01/2020 – 30/06/2021

9. *EGR Coolers Characterization.*
FINANCIACIÓN: Valeo Térmico, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso, A. Pina, P. Remacha
DURACIÓN: 13/02/2020 – 12/02/2023
10. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Blasco
DURACIÓN: 01/11/2020 – 28/02/2021
11. *Services for development of new software capabilities.*
FINANCIACIÓN: Hydronia, L.L.C.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/11/2020 – 30/10/2021
12. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 02/11/2020 – 02/11/2021
13. *Depósito temporal de estériles proyecto touro-estudio de rotura e inundación.*
FINANCIACIÓN: Golder Associates Global Ibérica, S.L.U.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 10/11/2020 – 31/01/2021
14. *Estudio sobre medidas de prevención de transmisión aérea de COVID-19 en colegios y transporte público de la ciudad de Zaragoza.*
FINANCIACIÓN: Autobuses Urbanos de Zaragoza, S.A., Ayuntamiento de Zaragoza, S.E.M., Los tranvías de Zaragoza, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 14/12/2020 – 13/12/2021
15. *Estudio de emisiones de gas en las redes de gas natural. Fase II.*
FINANCIACIÓN: Sedigas
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 24/02/2021 – 23/01/2022
16. *Desarrollo de modelos predictivos de simulación hidráulica en tiempo real.*
FINANCIACIÓN: Varias empresas
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/03/2021 – 28/02/2023

- 17.** *Ponencia: Aerosoles y Covid-19.*
FINANCIACIÓN: Mutualia, Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social nº 2
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 23/03/2021 – 24/03/2021
- 18.** *Asesoramiento sobre flujo de sustancias en instalaciones industriales.*
FINANCIACIÓN: Urbaser, S.A., varias empresas
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/04/2021 – 31/12/2021
- 19.** *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: Seiasa del Norte, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
DURACIÓN: 20/05/2021 – 04/06/2021
- 20.** *Estudio bidimensional de inundabilidad en el río Flumen tramo entre Montearagón y Grañén.*
FINANCIACIÓN: Confederación Hidrográfica del Ebro
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/06/2021 – 31/07/2021
- 21.** *Todo biomedical consulting group, S.L.*
FINANCIACIÓN: Todo biomedical consulting group, S.L.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/07/2021 – 31/07/2021
- 22.** *CONFIDENCIAL*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 01/07/2021 – 31/12/2022
- 23.** *Simulación numérica del flujo y la energía en electrodomésticos y edificios.*
FINANCIACIÓN: Varias empresas
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/10/2021 – 31/12/2022
- 24.** *CONFIDENCIAL*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/10/2021 – 30/11/2022
- 25.** *CONFIDENCIAL*
FINANCIACIÓN: Iberdrola Generación Térmica, S.L.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 29/10/2021 – 15/12/2021

- 26.** *Certificación de Proyectos de I+D+I*
FINANCIACIÓN: EQA Certificados I+D+I
INVESTIGADOR PRAL.: G. Hauke
DURACIÓN: 01/11/2021 – 31/12/2021
- 27.** *Development of numerical models to enhance and extend the computational possibilities of software.*
FINANCIACIÓN: Hydronia, L.L.C.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/11/2021 – 31/10/2022
- 28.** *CONFIDENCIAL*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 03/11/2021 – 03/04/2022
- 29.** *Desarrollo de un software de generación de lotes-PRS.*
FINANCIACIÓN: Peaches, S.L.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Blasco
DURACIÓN: 15/11/2021 – 15/01/2022
- 30.** *Minimizar el riesgo de contagio de enfermedades por vía aérea en el futuro puesto de trabajo del controlador aéreo.*
FINANCIACIÓN: Centro de Referencia Investigación Desarrollo e Innovación ATM AIE - CRIDA
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 28/11/2021 – 27/11/2022

4.1 PUBLICACIONES EN REVISTAS

1. *Improving policy making and strategic planning competencies of public authorities in the energy management of municipal public buildings: The PrioritEE toolbox and its application in five mediterranean areas.*
M. Salvia, S.G. Simoes, M. Herrando, M. Cavar, C. Cosmi, F. Pietrapertosa, J.P. Gouveia, N. Fueyo, A. Gómez, K. Papadopoulou, E. Taxeri, K. Rajic, S. Di Leo
Renewable & Sustainable Energy Reviews, 135. p.p. 110106 1-17. ISSN 1364-0321 (2021)
2. *A posteriori error estimation and adaptivity based on VMS for the incompressible Navier–Stokes equations.*
D. Irisarri, G. Hauke
Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 373. p.p. 113508 [22 pp]. ISSN 0045-7825 (2021)
3. *2D experiments and numerical simulation of the oscillatory shallow flow in an open channel lateral cavity.*
A. Navas-Montilla, S. Martínez-Aranda, A. Lozano, I. García-Palacín, P. García-Navarro
Advances in Water Resources, Vol 148, Pages 103836 (2021)
4. *CO emissions and temperature analysis from an experimental and numerical study of partially premixed methane flames impinging onto a cooking pot.*
S. Laguillo, J. S. Ochoa, E. Tizné, A. Pina, J. Ballester, A. Ortiz
Journal of Natural Gas Science and Engineering, Vol 88, Pages 103771 (2021)
5. *An experimental investigation on bubbles departure characteristics during sub-cooled flow boiling in a vertical U-shaped channel utilizing high-speed photography.*
S. Ghazanfari, M. Ali Abdous, P. Roy, M. Shamsaiee, M. Shafiee, H. Saffari, L. Valiño, R. Andersson
Thermal Science and Engineering Progress, Vol 22, Pages 100828 (2021)
6. *Relative motion of two neighboring points on inert and reactive scalar iso-surfaces in homogeneous turbulence.*
C. Dopazo, J. Martín
Physics of Fluids, 3 – 33. p.p. [10 pp] ISSN 1070-6631(2021)

7. *Application of approximate dispersion-diffusion analyses to under-resolved Burgers turbulence using high resolution WENO and UWC schemes.*
P. Solán-Fustero, A. Navas-Montilla, E. Ferrer, J. Manzanero, P. García-Navarro
Journal of Computational Physics, 435 p.p. 110246 [29 pp] ISSN 0021-9991 (2021)
8. *Novel use of green hydrogen fuel cell-based combined heat and power systems to reduce primary energy intake and greenhouse emissions in the building sector.*
J. Renau, V. García, L. Domenech, P. Verdejo, A. Real, A. Giménez, F. Sánchez, A. Lozano, F. Barreras
Sustainability, 13, 1776, 19 pp, ISSN: 2071-1050 (2021)
9. *Vanadium Redox Flow Battery State of Charge Estimation Using a Concentration Model and a Sliding Mode Observer.*
A. Clemente, M. Montiel, F. Barreras, A. Lozano, R. Costa-Castelló
IEEE Access, vol. 9, pp. 72368-72376, ISSN: 2169-3536 (2021)
10. *Nasal spray formulations based on combined hyalurosomes and glycerosomes loading Zingiber officinalis extract as green and natural strategy for the treatment of rhinitis and rhinosinusitis.*
E. Casula, M.L. Manca, J.L. Pedraz, T.B. López-Méndez, A. Lozano, E. Calvo, M. Zaru, M. Manconi
Antioxidants, 10, 1109, ISSN: 2076-3921 (2021)
11. *Design of a nasal spray based on Cardiospermum halicacabum extract loaded in phospholipid vesicles enriched with gelatin or chondroitin sulfate: formulation and evaluation of sprayability, biocompatibility and protective effect.*
E. Casula, M. Manconi, J.A. Vázquez, T.B. Lopez-Mendez, J.L. Pedraz, E. Calvo, A. Lozano, M. Zaru, M.L. Manca
Molecules 26, 6670, ISSN: 1420-3049 (2021)
12. *Complementary effect of Zingiber officinalis extract and citral in counteracting non allergic nasal congestion by simultaneous loading in ad hoc formulated phospholipid vesicles.*
E. Casula, M. Manconi, T.B. Lopez-Mendez, J.L. Pedraz, E. Calvo, A. Lozano, M. Zaru, I. Castangia, G. Orrù, S. Fais, M.L. Manca
Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Vol 209 ,112170 ISSN: 0927-7765 (2022)
13. *Computational study for temperature distribution in ArF excimer laser corneal refractive surgeries using different beam delivery techniques.*
K.C. Gokul, H. Kandel, L. Valiño, R. Kaiti, P. Roy, M. Sohail, D.B. Gurung
Lasers in Medical Science, 2021 (in press)

14. *Quasi-stationarity of scalar turbulent mixing statistics in a non-symmetric case.*
L. Valiño, J. Hierro, R. Mustata, C. Dopazo
Physics of Fluids, 33(5), 055109 (2021)
15. *Comparison of economic performance of lead-acid and Li-ion batteries in standalone photovoltaic energy systems.*
J. Carroquino, C. Escriche-Martínez, L. Valiño, R. Dufo-López
Applied Sciences, 11(8), 3587 (2021)
16. *Analysis of the Dynamics of Premixed Methane and Biogas Flames Based on Cross-correlation Maps.*
E. Luciano, J. Ballester
Combustion Science and Technology, Vol 193, Issue 3, Pages 485-510 (2021)
17. *A solution of the junction riemann problem for 1d hyperbolic balance laws in networks including supersonic flow conditions on elastic collapsible tubes.*
J. Murillo, P. García-Navarro
Symmetry-Basel, 9 - 13. p.p. 13091658[66 pp] ISSN 2073-8994 (2021)
18. *Efficient reservoir modelling for flood regulation in the ebro river (Spain).*
I. Echeverribar, P. Vallés, J. Mairal, P. García-Navarro
Water (Switzerland), 22 - 13. p.p. 13223160[20 pp] ISSN 2073-4441 (2021)

4.2 PRESENTACIONES EN CONGRESOS

1. *A virtual sensor for a cell voltage prediction of a Proton-Exchange Membranes based on intelligent techniques.*
Z. E. Jove, A. Lozano, A. Pérez Manso, F. Barreras, R. Costa-Castelló, J.L. Calvo-Rolle
Sustainable Smart Cities and Territories International Conference, SSCt2021.
Doha, Qatar, 27 a 29 abril 2021.
Ponencia oral y artículo.

2. *Can ultrasonic atomization generate nanometric droplets?*
S. Jiménez, A. Lozano, E. Calvo, J.L. Santolaya, F. Barreras
ICLASS 2021, 15th Triennial Intl. Conference on Liquid atomization and Spray Systems.
Edinburgh, Scotland, UK (on line) 30 agosto a 2 septiembre 2021
Ponencia oral y artículo.

4.3 TESIS DOCTORALES

1. *Flame transfer function: Description, interpretation and use for prediction and control of thermoacoustic instabilities in premixed methane and biogas flames.*
DOCTORANDO: Ennio Giovanni Luciano
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
FECHA: 7 de enero de 2021

2. *Experimental characterization and modeling of liquid fuel combustion. From pure compounds to real fuels.*
DOCTORANDO: Álvaro Muelas Expósito
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
FECHA: 7 de abril de 2021

3. *Efficient simulation tools (est) for sediment transport in geomorphological shallow flows.*
DOCTORANDO: Sergio Martínez Aranda
DIRECTOR: María Pilar García-Navarro
FECHA: 27 de septiembre de 2021

4.4 PROYECTOS FIN DE MÁSTER

1. *Nueva metodología de formulación de surrogates de combustibles líquidos. Aplicación a combustible diésel.*
AUTOR: Diego Aranda Ibáñez
TITULACIÓN: Máster Universitario en Ingeniería Industrial
DIRECTORES: Javier Ballester Castañer y Álvaro Muelas Expósito
FECHA: 11 de febrero de 2021

2. *Diseño e implementación de los sistemas electrónicos de control para refrigeración y humidificación por cortocircuitos en una pila PEM de cátodo abierto.*
AUTOR: Jorge Almingol Estrada
TITULACIÓN: Máster Universitario en Ingeniería Electrónica
DIRECTORES: Félix Barreras Toledo y Antonio Lozano Fantoba
FECHA: 6 de julio de 2021

3. *Diseño y construcción de una batería de flujo redox de Vanadio de 1Kw.*
AUTOR: Abdenbi Cherkaoui
TITULACIÓN: Máster Universitario en Ingeniería Química
DIRECTORES: Félix Barreras Toledo y Manuel Montiel Argaiz
FECHA: 9 de julio de 2021

4. *Fabricación e integración de un sistema para la medida del estado de carga en una batería de flujo redox de todo vanadio.*
AUTOR: Luis Roche Piñol
TITULACIÓN: Máster Universitario en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética
DIRECTORES: Manuel Montiel Argaiz, Antonio Lozano Fantoba y Vanesa Fernández Cavero
FECHA: 20 de julio de 2021

5. *Desarrollo de modelo multizona para el estudio de la calidad del aire interior en edificios con ventilación natural.*
AUTOR: Said El Kadmiri Pedraza
TITULACIÓN: Máster Universitario en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
FECHA: 5 de octubre de 2021

6. *Programa de cálculo de aislamiento térmico en plantas industriales.*
AUTOR: Ana Hernández Sanz
TITULACIÓN: Máster Universitario en Ingeniería Industrial
DIRECTOR: Javier Amadeo Blasco Alberto
FECHA: 8 de octubre de 2021

4.5 PROYECTOS FIN DE GRADO

1. *Estudio de un sistema solar de trigeneración para la climatización de edificios.*
AUTOR: Sergio Gallego Casas
TITULACIÓN: Grado Ingeniería de Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
FECHA: 8 de febrero de 2021
2. *Potencial e impacto económico, social y ambiental de la biomasa: Aragón como caso de estudio.*
AUTOR: Javier Manuel Sauras Audera
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Norberto Fueyo Díaz, Antonio Gómez Samper
FECHA: 10 de febrero de 2021
3. *Caracterización fluidodinámica del proceso de deshumidificación de aire en una lavadora-secadora.*
AUTOR: Guillermo Güemes Ferrer
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
FECHA: 5 de julio de 2021
4. *Modelado del comportamiento de la brida mediante aprendizaje automático.*
AUTOR: Halizatul Sofía Binti Ahmad Halim
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Javier A. Blasco Alberto, J. Antonio Bea Cascarosa
FECHA: 5 de julio de 2021
5. *Estudio de un sistema de almacenamiento de gases para una hidrogenera.*
AUTOR: Andrés Tafalla Asín
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Antonio Lozano Fantoba, Jorge Barroso Estébanez
FECHA: 6 de julio de 2021
6. *Monitorización del estado de carga de una batería de flujo redox todo vanadio mediante observador de modo deslizante.*
AUTOR: Arturo Pérez Andrés
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Eléctrica
DIRECTORES: Antonio Lozano Fantoba, Manuel Montiel Argaiiz
FECHA: 6 de julio de 2021
7. *Análisis del rendimiento aerodinámico de dispositivos de punta alar de aeronaves.*
AUTOR: Miguel Aguilar Marín
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Pilar Brufau García
FECHA: 6 de julio de 2021

- 8.** *Cálculo de uniones bridadas con junta de estanqueidad.*
AUTOR: Pablo Germán Arauzo
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Javier A. Blasco Alberto
FECHA: 6 de julio de 2021
- 9.** *Modelado de flujos de convección natural con grandes diferencias de temperatura.*
AUTOR: Lecuyer Titouan
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos
FECHA: 6 de julio de 2021
- 10.** *Diseño 3D en software específico de proyecto de tuberías ampliación almacenamiento de lactama.*
AUTOR: Jorge Gil García
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Javier A. Blasco Alberto, Eduardo Murcia Tejero
FECHA: 7 de julio de 2021
- 11.** *Estudio sobre rotura de tuberías en T.*
AUTOR: Clara Toledo Arizon
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química
DIRECTORES: Javier A. Blasco Alberto, José Antonio Bea Cascarosa
FECHA: 7 de julio de 2021
- 12.** *Desarrollo de un modelo climático simplificado de balance de energía.*
AUTOR: Hugo Lacambra Asensio
TITULACIÓN: Grado Física
DIRECTORES: P. García Navarro, Javier Fernández Pato
FECHA: 8 de julio de 2021
- 13.** *Estudio de soluciones para mitigar inundaciones en el río Ebro mediante simulación numérica.*
AUTOR: Pablo Vallés Oliván
TITULACIÓN: Grado Física
DIRECTORES: P. García Navarro, Isabel Echeverribar Pérez
FECHA: 8 de julio de 2021
- 14.** *Desarrollo de un modelo bidimensional de flujo bicapa.*
AUTOR: Sergio Gracia Borobia
TITULACIÓN: Grado Física
DIRECTORES: P. García Navarro, Sergio Martínez Aranda
FECHA: 9 de julio de 2021

- 15.** *Análisis de la influencia de diques y motas en un evento de inundación mediante simulación numérica.*
AUTOR: Manuel Antón Roldán
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: P. García Navarro, Javier Fernández Pato
FECHA: 13 de septiembre de 2021
- 16.** *Simulación numérica de la probabilidad de transmisión por aerosoles de la Covid-19 en espacios cerrados.*
AUTOR: Alejandro Jesús Morales Cabodevilla
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
FECHA: 13 de septiembre de 2021
- 17.** *Un modelo de simulación de procesos pirodinámicos y de combustión de sólidos.*
AUTOR: Andrés Laín Sanclemente
TITULACIÓN: Grado Física
DIRECTORES: P. García Navarro, Adrián Navas Montilla
FECHA: 23 de septiembre de 2021
- 18.** *Simulación numérica de flujo compresible con ondas de choque.*
AUTOR: Miguel Calvo Arnal
TITULACIÓN: Grado Física
DIRECTORES: P. García Navarro, Adrián Navas Montilla
FECHA: 23 de septiembre de 2021
- 19.** *Cálculo numérico y analítico de trayectorias balísticas en tiro tenso.*
AUTOR: Arturo Diez García
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Francisco Alcrudo Sánchez
FECHA: 5 de octubre de 2021
- 20.** *Elaboración de una guía básica de diseño de tuberías para vehículos ferroviarios de hidrógeno.*
AUTOR: Sergio Martínez Crespo
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Jorge Ángel Barroso Estébanez, Pedro Casero Cabezón
FECHA: 6 de octubre de 2021
- 21.** *Diseño e integración del sistema de monitorización y control en la instalación experimental de una batería de flujo redox.*
AUTOR: Daniel Serrano Galindo
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Electrónica y Automática
DIRECTOR: Manuel Montiel Argáiz, Félix Barreras Toledo
FECHA: 7 de octubre de 2021

- 22.** *Evaluación experimental y comparación de índices de formación de hollín para combustibles de tipo diésel.*
AUTOR: Sofía Sanz Ramón
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química
DIRECTORES: Javier Ballester Castañer, Álvaro Muelas Expósito
FECHA: 7 de octubre de 2021
- 23.** *Simulación computacional de un ventilador de tipo sirocco mediante el modelo de turbulencia vms.*
AUTOR: Héctor Sánchez Izuel
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos
FECHA: 7 de octubre de 2021
- 24.** *Análisis mediante simulación numérica de la influencia del río Ebro en las inundaciones del río Gállego.*
AUTOR: Pablo Poyo Casado
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Tecnologías Industriales
DIRECTORES: Pilar Brufau García, Isabel Echeverribar Pérez
FECHA: 8 de octubre de 2021
- 25.** *Estudio de ventilación en aulas mediante medida de concentración de CO₂.*
AUTOR: Ana Ruiz García
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Química
DIRECTORES: Javier Ballester Castañer, Pilar Remacha Gayán
FECHA: 15 de diciembre de 2021
- 26.** *Diseño de un sistema de almacenamiento de Hidrógeno para almacenar energía renovable.*
AUTOR: Daniel Zueco Montañés
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Javier A. Blasco Alberto
FECHA: 16 de diciembre de 2021
- 27.** *Diseño hidráulico para la modernización a red presurizada de la acequia de Santa Lucía-Farbardo en el término municipal de Graus (Huesca).*
AUTOR: José Manuel Pesqué Puyalto
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
DIRECTORES: Ricardo Aliod Sebastián
FECHA: 16 de diciembre de 2021
- 28.** *Simulación computacional de modelos biomiméticos aplicados a aerogeneradores.*
AUTOR: Alberto Arribas Vinuesa
TITULACIÓN: Grado Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Javier A. Blasco Alberto
FECHA: 16 de diciembre de 2021

- 29.** *Proyecto de planta fotovoltaica de 1,5MWp para autoconsumo sin excedentes para alimentación de planta de procesado de almendra en cáscara y estación de bombeo en Mequinenza (Zaragoza).*

AUTOR: Javier Segura Segura

TITULACIÓN: Grado Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

DIRECTORES: Ricardo Aliod Sebastián

FECHA: 21 de diciembre de 2021

5.1 CARTERA DE PATENTES

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
PCT/ES03/00643 Fecha de prioridad 17.Dic.2003
2. Inventores J. Ballester, J. Barroso, A. Pina, A. Sanz, L.M. Cerecedo, L.M. Ferrer, L. Ojeda, M. González, S. Jiménez
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: C. Dopazo, L.M. Cerecedo
Título: Cavitador multi-venturi para tratamiento de líquidos contaminados
N. de solicitud: P201630269
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 2016
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
11. Autores: V. Roda, F. Barreras, L. Valiño, R. Mustata, A. Lozano
Título: Sistema modular y autónomo de generación, almacenamiento y suministro de hidrógeno para su aprovechamiento energético.
Colaboradores: A. Campos, A. Nueno, A. Pina
Depósito de Secreto Industrial
12. Inventores: C. Aguado, J. Ballester, S. Laguillo, J. S. Ochoa, A. Pina, C. Rueda, D. Serrano, E. Tizné
Título: Gas burner for a gas hob
N. de solicitud: 201930069
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 30 enero 2019
Entidad titular: Universidad de Zaragoza

5.2 PROTOTIPOS

1. Desarrolladores: M. Maza, F. Barreras, A. Lozano, V. Roda, M. Cerqueira, S. Báscones, J. Barranco, A. Vergés
Título: Vehículo multipropósito eléctrico híbrido con pila de combustible (2010).
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
2. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, J. Barroso, J. Martín
Título: Pila PEM de alta temperatura de 2 kW para unidad CHP (2012).
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
3. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, A.M. López-Sabirón
Título: Banco de ensayos dual para evaluación de pilas PEM de hasta 3 kW (2013).
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
4. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, J. Renau, F. Sánchez, J. Barroso, J. Martín
Título: Pila PEM ultraligera de alta temperatura de 1 kW para un UAV (2015)
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
5. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, L. Valiño, V. Roda, A. Bueno, R. Mustata
Título: Vehículo eléctrico híbrido de 7,5 kW con pila PEM y baterías (2016).
Entidad titular: Viñas del Vero
6. Desarrolladores: L. Valiño, A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, A. Bueno, R. Mustata
Título: Instalación autónoma de generación, almacenamiento y suministro de hidrógeno (2016).
Entidad titular: Viñas del Vero

6.1 MÁSTERES OFICIALES

Máster Universitario en Ingeniería Mecánica

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Instrumentación y simulación del flujo de fluidos.</i>	E. Calvo, M. Morales
1	<i>Centrales hidráulicas y eólicas.</i>	E. Calvo, G. Hauke

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Ingeniería de fluidos.</i>	J. Barroso, F. Alcrudo, J. Ballester
1	<i>Máquinas e instalaciones de fluidos.</i>	L.M. Cerecedo
2	<i>Modelos y simulación de flujos e instalaciones.</i>	P. García-Navarro

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Recursos hídricos e instalaciones hidráulicas.</i>	R. Aliod

6.2 GRADOS

Física

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Física de fluidos.</i>	P. García-Navarro

Ingeniería Eléctrica

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Mecánica de fluidos.</i>	L.M. Cerecedo

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>	P. Brufau, J. Martín, J. Barroso
3	<i>Máquinas e Instalaciones de fluidos.</i>	R. Mustata, F. Alcrudo, J. Murillo
4	<i>Hidráulica y neumática industrial.</i>	I. García

Ingeniería Química

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos.</i>	G. Hauke, J. Blasco
3	<i>Fluidotecnia.</i>	J. Ballester
4	<i>Diseño de instalaciones de fluidos.</i>	J. Barroso, J. Blasco

Ingeniería de Tecnologías Industriales

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos.</i>	N. Fueyo, I. García, P. García-Navarro,
2	<i>Máquinas e instalaciones de fluidos.</i>	R. Mustata, J. Murillo, G. Hauke

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Hidráulica.</i>	C. González
4	<i>Redes de riego.</i>	R. Aliod

7.1 GESTIÓN DE I+D+I

1. ACTIVIDAD: *Miembro del Comité de Dirección de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*
ENTIDAD: Universidad de Zaragoza
INVESTIGADOR: N. Fueyo
FECHA INICIO: 05/07/2012
TAREAS: Gestión de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza

2. ACTIVIDAD: *Coordinador del Programa de Doctorado en Mecánica de Fluidos*
ENTIDAD: Universidad de Zaragoza
INVESTIGADOR: N. Fueyo
FECHA INICIO: 23/09/2013
TAREAS: Coordinación académica del Programa de Doctorado en Mecánica de Fluidos

3. ACTIVIDAD: *Profesora-Secretaria Escuela de Ingeniería y Arquitectura*
ENTIDAD: Universidad de Zaragoza
INVESTIGADOR: P. Brufau
FECHA INICIO: 03/07/2019
TAREAS: Profesora Secretaria de Centro Universitario

7.2 PROGRAMA ERASMUS+

1. ACTIVIDAD: Acogida alumno en prácticas dentro del programa Erasmus plus.
BENEFICIARIO: Rabih Hussein
CENTRO DE ESTUDIO: Universidad de Génova, Italia
LUGAR: LIFTEC
PROFESOR: Javier Ballester
FECHA: 16 de septiembre 2020 a 21 de febrero 2021

7.3 ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

1. ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Adiós al Liftec, tras casi 30 años de investigación.*
FECHA: 7 de enero, 2021
2. ACTIVIDAD: Artículo en rtve.es
TÍTULO: *Esta nieve es real, te explicamos visualmente por qué no se derrite.*
FECHA: 12 de enero, 2021
3. ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Las mascarillas de rejilla, un coladero para virus y bacterias*
FECHA: 13 de enero, 2021
4. ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Desarrollan un sistema alimentado por hidrógeno “verde” para cogenerar electricidad y calor en los hogares.*
FECHA: 19 de enero, 2021
5. ACTIVIDAD: Artículo en energias-renovables.com
TÍTULO: *La batería española de hidrógeno doméstico que cogenera la electricidad y el calor de casa.*
FECHA: 19 de enero, 2021
6. ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *Desarrollan un sistema alimentado por hidrógeno “verde” para cogenerar electricidad y calor en los hogares.*
FECHA: 19 de enero, 2021
7. ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodelaenergia.com
TÍTULO: *Investigadores españoles desarrollan un sistema de cogeneración con hidrógeno verde.*
FECHA: 19 de enero, 2021
8. ACTIVIDAD: Artículo en elconfidencial.com
TÍTULO: *Una semana con una mascarilla electrónica: ¿más efectiva y cómoda que las tradicionales?*
FECHA: 19 de enero, 2021
9. ACTIVIDAD: Artículo en dparquitectura.es
TÍTULO: *Investigadores de la CEU UCH desarrollan un sistema alimentado por hidrógeno “verde” para la cogeneración de electricidad y calor en hogares.*
FECHA: 20 de enero, 2021

- 10.** ACTIVIDAD: Artículo en lasprovincias.es
TÍTULO: *Desarrollan un sistema de calor con hidrógeno verde.*
FECHA: 20 de enero, 2021
- 11.** ACTIVIDAD: Artículo en levante-emv.com
TÍTULO: *Un sistema con hidrógeno verde dará electricidad y calor en casa.*
FECHA: 20 de enero, 2021
- 12.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *El ocio nocturno recurre a la medición de aerosoles para demostrar que son “seguros”.*
FECHA: 21 de enero, 2021
- 13.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón TV, Aragón Noticias 2
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 21 de enero, 2021
- 14.** ACTIVIDAD: Artículo en ondacero.es
TÍTULO: *Prueba piloto en Zaragoza para medir el nivel de aerosoles en los bares.*
FECHA: 22 de enero, 2021
- 15.** ACTIVIDAD: Entrevista en Onda Cero, Más de Uno Zaragoza
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 22 de enero, 2021
- 16.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *Medidores de CO2... y de frío.*
FECHA: 25 de enero, 2021
- 17.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Zaragoza inicia un protocolo para aunar seguridad y confort térmico en aulas.*
FECHA: 25 de enero, 2021
- 18.** ACTIVIDAD: Entrevista en TVE1, Noticias Aragón 2
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 25 de enero, 2021
- 19.** ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *Urbanismo aplica un protocolo en colegios públicos de Zaragoza para garantizar el confort térmico y la calidad del aire.*
FECHA: 25 de enero, 2021

- 20.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Urbanismo aplica un protocolo en colegios públicos para garantizar el confort térmico y la calidad del aire.*
FECHA: 25 de enero, 2021
- 21.** ACTIVIDAD: Artículo en aragondigital.es
TÍTULO: *Urbanismo emprende un protocolo en los colegios públicos para garantizar el confort térmico.*
FECHA: 25 de enero, 2021
- 22.** ACTIVIDAD: Artículo en zaragoza.es
TÍTULO: *Urbanismo emprende un protocolo en los colegios públicos de la ciudad para garantizar el confort térmico y calidad del aire en las aulas.*
FECHA: 25 de enero, 2021
- 23.** ACTIVIDAD: Artículo en cope.es
TÍTULO: *El Ayuntamiento de Zaragoza repartirá medidores de CO2 en los colegios.*
FECHA: 26 de enero, 2021
- 24.** ACTIVIDAD: Artículo en educaciontrespuntocero.com
TÍTULO: *Consejos para utilizar un medidor de CO2 correctamente en el aula.*
FECHA: 26 de enero, 2021
- 25.** ACTIVIDAD: Artículo en casadomo.com
TÍTULO: *Los colegios de Zaragoza tendrán sensores para monitorizar los niveles de CO2.*
FECHA: 27 de enero, 2021
- 26.** ACTIVIDAD: Conferencia fundacionibercaja.es
TÍTULO: *Energías renovables: más que un instrumento para la reducción de las emisiones de CO2.*
PONENTE: L. Valiño
FECHA: 3 de febrero, 2021
- 27.** ACTIVIDAD: Webinar
TÍTULO: *Guía práctica de ventilación natural en aulas.*
PONENTE: P. Remacha
FECHA: 8 de febrero, 2021
- 28.** ACTIVIDAD: Webinar
TÍTULO: *Purificador artesanal.*
PONENTE: J. Ballester, S. Jiménez, A. Pina, P. Remacha, E. Tizné, A. Muelas
FECHA: 8 de febrero, 2021

- 29.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *¿Qué es mejor contra la Covid en el aula, abrir pocas ventanas todo el rato o abrirlo todo entre clases? Un nuevo estudio lo aclara.*
FECHA: 9 de febrero, 2021
- 30.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón TV, Aragón Noticias 1
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 31.** ACTIVIDAD: Artículo en eldiario.es
TÍTULO: *Por qué mantener abiertas las ventanas de las aulas es más seguro frente a la COVID que ventilar entre clases.*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 32.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Así de mal se ventila en España contra la Covid: “No hay un criterio concreto, y menos se promueve ventilar mejor”.*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 33.** ACTIVIDAD: Artículo en ideal.es
TÍTULO: *¿Cómo se deben ventilar las aulas para evitar contagios?*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 34.** ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *CCOO pide actualizar la dotación de material de protección en centros educativos tras recuperar la presencialidad.*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 35.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *CCOO pide actualizar el material de protección en centros educativos tras recuperar la presencialidad.*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 36.** ACTIVIDAD: Artículo en noticiasde.es
TÍTULO: *CCOO pide actualizar el material de protección en centros educativos tras recuperar la presencialidad.*
FECHA: 10 de febrero, 2021
- 37.** ACTIVIDAD: Artículo en radiodiezdemarzo.com
TÍTULO: *Así de mal se ventila en España contra la Covid: “No hay un criterio concreto, y menos se promueve ventilar mejor”.*
FECHA: 10 de febrero, 2021

- 38.** ACTIVIDAD: Artículo en elsolidario.org
TÍTULO: *Mantener las ventanas abiertas es más seguro que ventilar entre clases.*
FECHA: 11 de febrero, 2021
- 39.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón TV, Aragón Noticias 2
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 12 de febrero, 2021
- 40.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón TV, Objetivo
PONENTES: J. Ballester, A. Pina, P. Remacha
FECHA: 15 de febrero, 2021
- 41.** ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *Urbanismo, expertos de la Universidad de Zaragoza y docentes estudian el protocolo de calidad del aire en las aulas.*
FECHA: 16 de febrero, 2021
- 42.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Urbanismo, expertos de la Universidad y docentes estudian el protocolo de calidad del aire en las aulas.*
FECHA: 16 de febrero, 2021
- 43.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón Radio
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 18 de febrero, 2021
- 44.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Qué significan las siglas CCD y por qué deberías conocer su importancia para luchar contra el coronavirus.*
FECHA: 18 de febrero, 2021
- 45.** ACTIVIDAD: Canal de YouTube LIFTEC-CO2: "El virus, el agua y el aire".
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 18 de febrero, 2021
- 46.** ACTIVIDAD: Artículo en elaltojalon.es
TÍTULO: *El Ayuntamiento de Ariza instala doce medidores de CO₂ para garantizar la seguridad en sus dependencias municipales.*
FECHA: 19 de febrero, 2021

- 47.** ACTIVIDAD: Entrevista canal de YouTube Voceriavirtual.cl
TÍTULO: *Previniendo una Crisis Humanitaria con @AIREyVIDA2021 [PODCAST #18] - DOMINGO DE @VOCERÍAVIRTUAL*
PONENTE: *J. Ballester*
FECHA: 21 de febrero, 2021
- 48.** ACTIVIDAD: Artículo en voceriavirtual.cl
TÍTULO: *Experto español Javier Ballester sobre Retorno a Clases: Aprendan de nuestros Errores y Pónganse en Marcha ahora que están a Tiempo.*
FECHA: 24 de febrero, 2021
- 49.** ACTIVIDAD: Artículo en mimorelia.com
TÍTULO: *¿Para qué sirven los medidores de dióxido de carbono en los establecimientos?*
FECHA: 27 de febrero, 2021
- 50.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Dos estudios determinan que el transporte público de Zaragoza es seguro ante la covid si se mantienen las ventanillas abiertas.*
FECHA: 3 de marzo, 2021
- 51.** ACTIVIDAD: Artículo en zaragoza.es
TÍTULO: *Los estudios sobre calidad del aire en el autobús y en el tranvía de Zaragoza avalan que el uso del transporte público no supone riesgos añadidos de contagio para sus viajeros.*
FECHA: 3 de marzo, 2021
- 52.** ACTIVIDAD: Informativos Aragón TV, Aragón Noticias1
FECHA: 3 de marzo, 2021
- 53.** ACTIVIDAD: Artículo en abc.es
TÍTULO: *Zaragoza instala filtros de aire más potentes para prevenir el Covid en el tranvía y los autobuses.*
FECHA: 3 de marzo, 2021
- 54.** ACTIVIDAD: Artículo en unizar.es
TÍTULO: *El Área de Mecánica de Fluidos de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura estudia la calidad del aire en locales hosteleros de Zaragoza.*
FECHA: 9 de marzo, 2021

- 55.** ACTIVIDAD: Material físico en unizar.es
TÍTULO: *Medidas de ventilación y CO₂ en establecimientos de hostelería.*
PARTICIPANTES: Á. Muelas, A. Pina, P. Remacha, E. Tizné, J. Ballester
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 56.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *Zaragoza propone a la DGA crear un “pasaporte covid” para la hostelería.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 57.** ACTIVIDAD: Artículo en aragondigital.es
TÍTULO: *El ayuntamiento propone un pasaporte Covid para hostelería que certifique la calidad del aire.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 58.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Zaragoza propone crear un “pasaporte covid” que garantice la calidad del aire en la hostelería y el ocio nocturno.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 59.** ACTIVIDAD: Artículo en cope.es
TÍTULO: *La hostelería pide un “Pasaporte COVID” para poder abrir cumpliendo las medidas de seguridad.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 60.** ACTIVIDAD: Artículo en diarioaragones.com
TÍTULO: *El ayuntamiento de Zaragoza propone al Gobierno de Aragón la creación de un pasaporte covid para el sector de la hostelería.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 61.** ACTIVIDAD: Informativos Aragón TV, Aragón Noticias1
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 62.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón TV, Aquí y Ahora
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 63.** ACTIVIDAD: Entrevista en Aragón Radio
PONENTE: J. Ballester
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 64.** ACTIVIDAD: Artículo en abc.es
TÍTULO: *Zaragoza propone un “pasaporte Covid” que certifique la calidad del aire de bares y restaurantes.*
FECHA: 9 de marzo, 2021

- 65.** ACTIVIDAD: Artículo en zaragoza.es
TÍTULO: *El ayuntamiento de Zaragoza propone al Gobierno de Aragón la creación de un pasaporte covid para el sector de la hostelería.*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 66.** ACTIVIDAD: Artículo en ondacero.es
TÍTULO: *Carmen Herrarte presenta el estudio realizado en la hostelería: "los aforos no tienen rigor científico".*
FECHA: 9 de marzo, 2021
- 67.** ACTIVIDAD: Artículo en hoyaragon.es
TÍTULO: *Cuando los políticos escuchan a los científicos todos ganamos.*
FECHA: 10 de marzo, 2021
- 68.** ACTIVIDAD: Entrevista en cope.es
PONENTE: J. Ballester
TÍTULO: *¿Qué es el Pasaporte COVID? Te lo contamos de la mano de sus protagonistas.*
FECHA: 10 de marzo, 2021
- 69.** ACTIVIDAD: Artículo en zaragozaonline.com
TÍTULO: *Pasaporte Covid, ¿la solución que espera la hostelería de Zaragoza?*
FECHA: 10 de marzo, 2021
- 70.** ACTIVIDAD: Entrevista en pod.casts.io
PONENTE: J. Ballester
TÍTULO: *Aire CO2 Covid. La vida en Aragón con Mayte Salvador.*
FECHA: 10 de marzo, 2021
- 71.** ACTIVIDAD: Entrevista en plazaradio.valenciaplaza.com
PONENTE: J. Ballester
TÍTULO: *Javier Ballester, autor del informe, hace referencia a la ventilación del aire como un factor clave en la desescalada en lugares cerrados.*
FECHA: 11 de marzo, 2021
- 72.** ACTIVIDAD: Artículo en cicconstruccion.com
TÍTULO: *Los ingenieros industriales valoran positivamente la propuesta de controlar la calidad del aire en la hostelería y no los aforos.*
FECHA: 11 de marzo, 2021

- 73.** ACTIVIDAD: Artículo en elconfidencial.com
TÍTULO: *Ir en un autobús lleno de gente es seguro ante el covid... si van las ventanas abiertas.*
FECHA: 13 de marzo, 2021
- 74.** ACTIVIDAD: Artículo en larazon.es
TÍTULO: *¿Es mejor medir la calidad del aire que limitar aforos?*
FECHA: 13 de marzo, 2021
- 75.** ACTIVIDAD: Artículo en larazon.es
TÍTULO: *Esta es la primera medida que tenemos que tomar contra la COVID-19 este verano.*
FECHA: 17 de marzo, 2021
- 76.** ACTIVIDAD: Artículo en farodevigo.es
TÍTULO: *El CO2, centinela del contagio.*
FECHA: 21 de marzo, 2021
- 77.** ACTIVIDAD: Material físico en aireamos.org
TÍTULO: *Carta a los gobiernos sobre prevención de COVID.*
PARTICIPANTES: J. Ballester, C. Dopazo, N. Fueyo, S. Jiménez, P. Remacha
FECHA: 24 de marzo, 2021
- 78.** ACTIVIDAD: Artículo en elpais.com
TÍTULO: *Científicos españoles reclaman medidas “urgentes” para evitar contagios por mala ventilación en interiores.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 79.** ACTIVIDAD: Artículo en niusdiario.es
TÍTULO: *Cien científicos de élite españoles piden por carta a Sánchez 8 medidas urgentes frente al contagio por aerosoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 80.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Científicos aragoneses instan a implantar medidas que garanticen la medición de CO₂ y la ventilación cruzada.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 81.** ACTIVIDAD: Artículo en larazon.es
TÍTULO: *Más de cien investigadores reclaman al Gobierno medidas para controlar el contagio por aerosoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021

- 82.** ACTIVIDAD: Artículo en 20minutos.es
TÍTULO: *Un centenar de científicos denuncia el peligro de contagio por terrazas con cerramientos y mascarillas mal puestas.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 83.** ACTIVIDAD: Artículo en lavozdegalicia.es
TÍTULO: *Más de cien científicos reclaman cambiar la prevención del coronavirus en España y centrarse en el contagio por inhalación.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 84.** ACTIVIDAD: Artículo en laverdad.es
TÍTULO: *Científicos españoles piden replantear las medidas para evitar los contagios por aerosoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 85.** ACTIVIDAD: Artículo en valenciaplaza.com
TÍTULO: *Más de cien expertos piden medidas urgentes y coordinadas contra la transmisión de la covid por aerosoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 86.** ACTIVIDAD: Artículo en cordobabn.com
TÍTULO: *Más de 100 científicos españoles presentan una carta al Gobierno concretando medidas urgentes contra el Covid.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 87.** ACTIVIDAD: Artículo en objetivocastillalamancha.es
TÍTULO: *Tres investigadores de la UCLM junto a un centenar de científicos españoles reclaman “una acción coordinada y urgente” frente a la COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 88.** ACTIVIDAD: Artículo en lanzadigital.com
TÍTULO: *Tres investigadores de la UCLM reclaman al presidente del Gobierno “una acción coordinada y urgente” frente a la COVID, junto a un centenar de científicos españoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 89.** ACTIVIDAD: Artículo en eldigitaldecidadreal.com
TÍTULO: *Dos investigadores de la UCLM en Ciudad Real, el televisivo Doctor Carballo y un centenar de expertos más reclaman al Gobierno de Pedro Sánchez «una acción coordinada y urgente» frente a la COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021

- 90.** ACTIVIDAD: Artículo en eldigitalcastillalamancha.es
TÍTULO: *Expertos de Castilla-La Mancha junto a un centenar de científicos piden a Sánchez una acción "coordinada y urgente" frente al covid.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 91.** ACTIVIDAD: Artículo en cope.es
TÍTULO: *Tres investigadores de la UCLM envían una carta a Sánchez y a Page, entre otros, con medidas contra la Covid.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 92.** ACTIVIDAD: Artículo en eldiadigital.es
TÍTULO: *Un centenar de científicos y expertos de toda España reclaman "una acción coordinada y urgente".*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 93.** ACTIVIDAD: Artículo en eldigitaldealbacete.com
TÍTULO: *Esta investigadora de Albacete, el televisivo Doctor Carballo y un centenar de expertos más reclaman al Gobierno de Pedro Sánchez «una acción coordinada y urgente» frente a la COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 94.** ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *Un centenar de científicos y expertos reclaman "una acción coordinada y urgente" frente a la COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 95.** ACTIVIDAD: Artículo en entomelloso.com
TÍTULO: *Científicos y expertos reclaman «una acción coordinada y urgente» frente al virus en España.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 96.** ACTIVIDAD: Artículo en lacerca.com
TÍTULO: *Un centenar de científicos y expertos de toda España reclaman "una acción coordinada y urgente" frente a la COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 97.** ACTIVIDAD: Artículo en diariosanitario.com
TÍTULO: *Cien científicos piden coordinación frente al COVID.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 98.** ACTIVIDAD: Artículo en telecinco.es
TÍTULO: *La carta de 100 científicos ante el contagio por aerosoles y sus claves para evitar la cuarta ola.*
FECHA: 25 de marzo, 2021

- 99.** ACTIVIDAD: Artículo en libertaddigital.com
TÍTULO: *Un centenar de científicos piden al Gobierno medidas urgentes para evitar el contagio por aerosoles.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 100.** ACTIVIDAD: Artículo en elespanol.com
TÍTULO: *El 'ultimátum' de los 100 mayores expertos de la Covid: las 8 cosas que España todavía hace mal.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 101.** ACTIVIDAD: Artículo en cadenaser.com
TÍTULO: *Tres investigadores de la UCLM entre el centenar de científicos que piden acción coordinada frente al Covid19.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 102.** ACTIVIDAD: Artículo en economiadigital.es
TÍTULO: *Carta de 100 científicos al Gobierno: "Es urgente abordar la transmisión por aerosoles".*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 103.** ACTIVIDAD: Telediario RTVE, 15 horas
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 104.** ACTIVIDAD: Artículo en theworldnews.net
TÍTULO: *Denuncia el peligro de contagio por terrazas con cerramientos y mascarillas mal puestas.*
FECHA: 25 de marzo, 2021
- 105.** ACTIVIDAD: Artículo en farodevigo.es
TÍTULO: *Un centenar de científicos urgen a Gobierno y comunidades a atajar el contagio por aire.*
FECHA: 26 de marzo, 2021
- 106.** ACTIVIDAD: Artículo en diariodepontevedra.es
TÍTULO: *Guerra abierta contra los aerosoles.*
FECHA: 26 de marzo, 2021
- 107.** ACTIVIDAD: Artículo en elprogreso.es
TÍTULO: *Guerra abierta contra los aerosoles.*
FECHA: 26 de marzo, 2021
- 108.** ACTIVIDAD: Artículo en madrimasd.org
TÍTULO: *Científicos españoles reclaman medidas "urgentes" para evitar contagios por mala ventilación en interiores.*
FECHA: 26 de marzo, 2021

- 109.** ACTIVIDAD: Artículo en iisaragon.es
TÍTULO: *Científicos aragoneses instan a implantar medidas que garanticen la medición de CO2 y la ventilación cruzada.*
FECHA: 26 de marzo, 2021
- 110.** ACTIVIDAD: Entrevista en ondacero.es
PONENTE: J. Ballester
TÍTULO: *Javier Ballester: "Hay veinte veces más riesgo de contagio en interiores que en exteriores, por eso es necesario ventilar bien".*
FECHA: 27 de marzo, 2021
- 111.** ACTIVIDAD: Artículo en elpais.com
TÍTULO: *No respire el aire de otro: cómo esquivar el coronavirus en interiores.*
FECHA: 28 de marzo, 2021
- 112.** ACTIVIDAD: Artículo en isanidad.com
TÍTULO: *Científicos españoles reclaman a las autoridades sanitarias abordar de forma urgente y coordinada la transmisión de Covid por aerosoles.*
FECHA: 29 de marzo, 2021
- 113.** ACTIVIDAD: Artículo en carlospazvivo.com
TÍTULO: *Cómo esquivar el contagio por Covid-19: las últimas claves difundidas por científicos.*
FECHA: 29 de marzo, 2021
- 114.** ACTIVIDAD: Artículo en elentrieros.com
TÍTULO: *Cómo hacer para no respirar el aire de otro y esquivar al coronavirus en interiores.*
FECHA: 29 de marzo, 2021
- 115.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Científicos aragoneses instan a implantar medidas que garanticen la medición de CO2 y la ventilación cruzada.*
FECHA: 30 de marzo, 2021
- 116.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Zaragoza pide a la DGA no restringir la hostelería si se mantiene la calidad del aire.*
FECHA: 31 de marzo, 2021
- 117.** ACTIVIDAD: Artículo en hoyaragon.es
TÍTULO: *Zaragoza se pone del lado de la hostelería: sólo se cierran bares si hay mala calidad del aire.*
FECHA: 5 de abril, 2021

- 118.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *Zaragoza quiere ser pionera en medidas de calidad del aire contra el covid-19.*
FECHA: 13 de abril, 2021
- 119.** ACTIVIDAD: Artículo en europapress.es
TÍTULO: *Zaragoza, pionera en sumarse a la petición científica de cambiar el criterio de aforo por calidad del aire.*
FECHA: 13 de abril, 2021
- 120.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *Estudio de ventilación en las aulas del IES Matarraña en la era covid.*
FECHA: 19 de abril, 2021
- 121.** ACTIVIDAD: Artículo en lacomarca.net
TÍTULO: *Alumnos del IES Matarraña presentan un estudio sobre cómo ventilar para prevenir el covid y mantener temperatura.*
FECHA: 20 de abril, 2021
- 122.** ACTIVIDAD: Artículo en diario16.com
TÍTULO: *¿Realmente estamos siguiendo la estrategia adecuada para intentar frenar la transmisión del virus?*
FECHA: 29 de abril, 2021
- 123.** ACTIVIDAD: Conferencia.
TÍTULO: *Proyecto CSI Aragón Rural, ref: FCT-19-14649.*
PONENTE: S. Jiménez
LUGAR: I.E.S. Ángel Sanz Briz. Casetas (Zaragoza)
FECHA: 5 de mayo, 2021
- 124.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *Los ayuntamientos de Zaragoza y Teruel reclaman a la DGA que regule la calidad del aire en establecimientos.*
FECHA: 13 de mayo, 2021
- 125.** ACTIVIDAD: Artículo en niusdiario.es
TÍTULO: *Mascarilla y distancia en la terraza de un bar: así contagia el coronavirus al aire libre.*
FECHA: 16 de mayo, 2021
- 126.** ACTIVIDAD: Artículo en cope.es
TÍTULO: *Científicos recuerdan la importancia de filtrar el aire para evitar contagios.*
FECHA: 2 de junio, 2021

- 127.** ACTIVIDAD: Artículo en heraldo.es
TÍTULO: *La segunda Evau en pandemia se inicia en 84 sedes y con la repesca el próximo mes.*
FECHA: 8 de junio, 2021
- 128.** ACTIVIDAD: Artículo en elperiodicodearagon.com
TÍTULO: *El Instituto de Investigación Sanitaria Aragón desarrolla mascarillas quirúrgicas a partir de botellas de plástico.*
FECHA: 15 de junio, 2021
- 129.** ACTIVIDAD: Artículo en residuosprofesional.com
TÍTULO: *El IIS Aragón y el CSIC desarrollan mascarillas quirúrgicas con botellas de plástico recicladas.*
FECHA: 16 de junio, 2021
- 130.** ACTIVIDAD: Artículo en retema.es
TÍTULO: *Mascarillas quirúrgicas a partir de botellas de plástico.*
FECHA: 17 de junio, 2021
- 131.** ACTIVIDAD: Artículo en diaridetarragona.com
TÍTULO: *VIRANTE, el coche eléctrico de Tecnovelero, también se impulsará con hidrógeno.*
FECHA: 2 de septiembre, 2021
- 132.** ACTIVIDAD: Artículo en diarimes.com
TÍTULO: *El futuro coche eléctrico tarraconense Virante apuesta por el hidrógeno.*
FECHA: 2 de septiembre, 2021
- 133.** ACTIVIDAD: Artículo en soymotor.com
TÍTULO: *Tecnovelero Virante: eléctrico de hidrógeno de origen español.*
FECHA: 3 de septiembre, 2021
- 134.** ACTIVIDAD: Artículo en economiadehoy.es
TÍTULO: *Virante, el coche eléctrico de Tecnovelero, también se impulsará con hidrógeno.*
FECHA: 4 de septiembre, 2021
- 135.** ACTIVIDAD: Artículo en elconfidencial.com
TÍTULO: *Tecnovelero Virante, además de eléctrico también quiere ser de hidrógeno.*
FECHA: 7 de septiembre, 2021
- 136.** ACTIVIDAD: Artículo en noticias.coches.com
TÍTULO: *Tecnovelero Virante: con hidrógeno y listo para el ámbito rural.*
FECHA: 7 de septiembre, 2021

- 137.** ACTIVIDAD: Artículo en neomotor.sport.es
TÍTULO: *Tecnovelero Virante, el coche eléctrico de hidrógeno de origen español.*
FECHA: 16 de septiembre, 2021
- 138.** ACTIVIDAD: Artículo en autocasion.com
TÍTULO: *Tecnovelero Virante, el eléctrico español, apuesta por el hidrógeno.*
FECHA: 4 de octubre, 2021
- 139.** ACTIVIDAD: Artículo en energías-renovables.com
TÍTULO: *El CSIC lanza una red científico-industrial para identificar las “tecnologías clave” de la transición energética.*
FECHA: 22 de octubre, 2021
- 140.** ACTIVIDAD: Artículo en smartgridsinfo.es
TÍTULO: *El CSIC presenta PTI+TransEner, una red de investigadores e industria para la transición energética.*
FECHA: 26 de octubre, 2021