



grupo
energética en la edificación

eman la zabal zazu

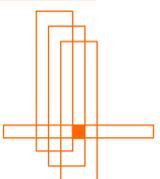


Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

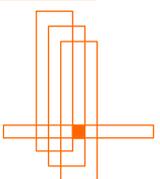
GRUPO DE ENERGETICA EN LA EDIFICACION “ENEDI”

Universidad del País Vasco UPV/EHU



índice

| | |
|---|----|
| presentación | 4 |
| antecedentes | 5 |
| actividades del grupo | 6 |
| asistencia técnica | 6 |
| investigación | 8 |
| formación y difusión..... | 9 |
| medios disponibles..... | 10 |
| equipamiento | 10 |
| laboratorio propiedades higrotérmicas materiales de construcción..... | 11 |
| medios informáticos..... | 14 |
| - Simulación energética de edificios..... | 14 |
| - Dinámica de Fluidos Computacional..... | 15 |
| - Elementos Finitos..... | 15 |
| - Cerramientos Semitransparentes..... | 16 |
| - Transporte y almacenamiento de humedad | 16 |
| equipo de trabajo | 17 |
| investigador principal | 17 |
| investigadores..... | 17 |
| alumnos de tercer ciclo (doctorandos) | 18 |
| Investigadores postdoctorales | 18 |
| referencias recientes | 19 |
| proyectos de investigación | 19 |
| publicaciones | 21 |
| congresos | 22 |



presentación

El Grupo de Energética en la Edificación ENEDI está integrado por profesores pertenecientes a los Departamentos de Máquinas y Motores Térmicos, Física Aplicada y Arquitectura de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Este equipo de profesores tiene una dilatada experiencia en el campo de la Arquitectura y de la Ingeniería Térmica y la Fluidomecánica aplicada a la Edificación, como así lo avalan los numerosos estudios y proyectos en los que ha colaborado.

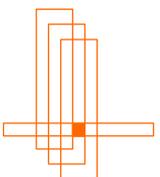
Conscientes de la necesidad de acercar la Universidad a la Sociedad y al mundo empresarial en particular y con el propósito de contribuir al desarrollo tecnológico de nuestro país, este equipo de profesionales considera que se pueden abrir importantes vías de colaboración entre la Empresa y la Universidad.

Esta colaboración puede reportar a la empresa, entre otras, las siguientes ventajas:

- Disponibilidad de expertos en labores de consultoría, investigación y formación.
- Posibilidad de realizar proyectos de investigación con personal muy cualificado.
- Acceso a una amplia red de información y documentación.

Persona de contacto:

D. José M^a Sala Lizarraga
 Catedrático de Universidad
 E.T.S. de Ingeniería de Bilbao
 C/ Alameda Urquijo, s/n
 48013 Bilbao
 Tfno: 946014040 Fax: 946014283
 e-mail: josemariapedro.sala@ehu.es



antecedentes

La construcción es la actividad industrial más tradicional de nuestro País y contribuye de forma muy significativa al PIB. No obstante, la actividad de la construcción, en relación con la mayor parte de otras industrias, presenta bajos índices en investigación y desarrollo.

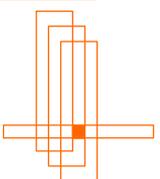
El obligado mercado de numerosas familias de productos de construcción y la nueva reglamentación y normativa técnica del sector requieren unas bases sólidas de conocimiento e investigación. Hace falta desarrollar una I+D+i con una clara orientación hacia la mejora de la competitividad, productividad, calidad y seguridad, con unos criterios sostenibles, tanto desde el punto de vista ambiental como económico y social.

El progresivo nivel de exigencia de los usuarios de los edificios se presenta, sin embargo, en una época caracterizada por el notable avance de los conocimientos científicos, lo que hace posible un análisis más preciso de la compleja realidad de un edificio y sus instalaciones. Así, hoy en día se pueden

tener en cuenta y calcular fenómenos tan importantes como la inercia térmica del edificio, problemas de condensación, etc.

El consumo energético y el impacto ambiental asociado a los edificios pueden ser reducidos de forma importante mediante una serie de medidas relacionadas con las características de ordenación del territorio y de los propios edificios. Es posible verificar y diseñar introduciendo conceptos y criterios que faciliten un uso más eficiente de la energía y un entorno urbano más acorde con el desarrollo sostenible.

Pues bien, el principal objetivo del Grupo es el asesoramiento a la sociedad en temas relacionados con el comportamiento térmico de los edificios, el movimiento y la calidad del aire, el desarrollo de técnicas, la realización de ensayos de caracterización térmica de cerramientos, validación de modelos, el desarrollo de programas de investigación y la transferencia de la información a la sociedad, para así lograr una mejor utilización de los recursos y una mejora en la calidad de vida.



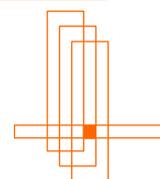
actividades del grupo

– asistencia técnica – investigación – formación y difusión –

asistencia técnica

En este concepto se engloban los servicios de ensayos, mediciones y análisis, así como labores de asesoramiento, tales como:

- Auditorías y estudios energéticos integrales de edificios.
- Ensayos para la caracterización térmica de los elementos constructivos, tanto en régimen estacionario como dinámico.
- Estudios del transporte de calor y humedad en cerramientos.
- Diagnósticos de calidad del aire interior de edificios, con aplicación de la Dinámica de Fluidos Computacional.
- Certificación energética de edificios.
- Asesoramiento a fabricantes de equipos, tales como ciclones, ventiladores, cámaras de sedimentación, etc., para las mejoras de su diseño mediante la utilización de modelos de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD).
- Estudios de las posibilidades de las energías renovables en los sectores industrial, residencial y terciario.
- Asesoramiento a los Gabinetes de Arquitectura en las fases iniciales del diseño de edificios mediante la simulación energética del edificio.



líneas de trabajo

Caracterización térmica de componentes de la envolvente de edificios, estructuras opacas y semitransparentes.

- Ensayos en régimen estacionario y dinámico mediante el método de la caja caliente guardada y de la caja calibrada.
- Cálculo numérico de la transmisión del calor en cerramientos mediante elementos finitos y volúmenes finitos.
- Evaluación de las propiedades higrotérmicas de los materiales de construcción.
- Simulación del transporte de calor y humedad en cerramientos. Cálculo de la condensación superficial e intersticial.

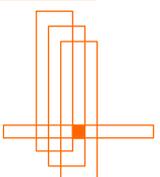


Comportamiento energético de los edificios.

- Evaluación del comportamiento energético de los edificios mediante monitorización y simulación dinámica.
- Diseño de elementos bioclimáticos y su integración en los edificios. Evaluación de los ahorros de energía.
- El análisis del ciclo de vida aplicado a la edificación. Incorporación del método exergético.

Ventilación y movimiento de aire. Calidad de aire interior.

- Medición de los intercambios de aire entre zonas de un edificio.
- Aplicación de CFD para la simulación del movimiento del aire. Ventilación natural y mecánica. La estratificación.
- Calidad de aire interior en edificios. Simulación y mediciones.



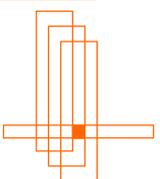
investigación

ENEDI desarrolla proyectos de investigación que tienen que ver con la aplicación de la ingeniería térmica en edificios, contemplando tanto los aspectos fluidomecánicos y energéticos como los que se refieren a la calidad del aire. Estos proyectos son financiados directamente por una empresa privada, o bien por las Administraciones, desde locales a la Unión Europea.

En todos los casos los proyectos están orientados hacia una mejora en la calidad de vida, buscando la optimización de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

Entre posibles temas de investigación citamos los siguientes:

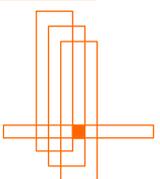
- Ensayos para la caracterización térmica de cerramientos opacos en régimen estacionario y dinámico, mediante el método de la caja caliente guardada.
- Caracterización térmica dinámica de cerramientos mediante ensayos y cálculo por elementos finitos, volúmenes finitos, o métodos indirectos.
- Caracterización térmica de cerramientos semitransparentes mediante ensayos y cálculo.
- Simulación del transporte de calor y humedad en cerramientos. Cálculo de las condensaciones intersticiales y superficiales.
- Caracterización de los puentes térmicos mediante elementos finitos. Su contribución a la demanda de energía el edificio.
- Diseño de elementos de arquitectura bioclimática. Su contribución al ahorro de energía.
- Utilización de la DFC para el análisis del movimiento de aire, y cálculo de las concentraciones de contaminantes.
- Simulación energética dinámica de edificios. Monitorización de edificios.
- Utilización de la DFC para la optimización del diseño de equipos de depuración de emisiones atmosféricas.
- Evaluación de materiales de cambio de fase (PCM's) aplicados a cerramientos de edificación



formación y difusión

Además de la investigación son también objetivos de ENEDI los siguientes:

- Formación de técnicos y directivos de las empresas y de las administraciones en los diversos temas relacionados con la energética en la edificación, a través de cursos y programas de difusión.
- Colaboración con los Departamentos universitarios en la docencia de determinadas asignaturas de segundo y tercer ciclo, dentro de esta temática.
- Formación de investigadores en física de los edificios, climatización y movimiento y calidad de aire, a través de la realización de Tesis Doctorales.
- Organización de Seminarios, ciclos de Conferencias, Congresos, etc. que contribuyan a la difusión de los avances científicos y técnicos.



medios disponibles

equipamiento

- Equipo de caja caliente guardada y de caja calibrada, que permite ensayar muestras de 2 m x 2 m y hasta 55 cm de fondo. El sistema está formado por tres cámaras:
 - Cámara fría para simulación de las condiciones del exterior, con rango de temperatura de -10 a +40 °C y con velocidad de enfriamiento/calentamiento de 0,2 °C/min.
 - Cámara móvil para simulación de las condiciones del interior, con rango de temperaturas de 0 a 50 °C, con velocidad de enfriamiento/calentamiento de 0,2 °C/min.
 - Anillo de atemperado, situado alrededor de la muestra a ensayar, que tiene la función de anillo guarda y mejora la estabilidad térmica de la muestra.

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN TÉRMICA (V)
(LABORATORIO)

CAJA CALIENTE GUARDADA

Basado en la normas UNE 92204:1995 y en UNE EN ISO 8990:1997.

Cerramientos y soluciones constructivas constituidas por materiales heterogéneos.

Muestras de 2 x 2 m y hasta 40 cm de espesor.

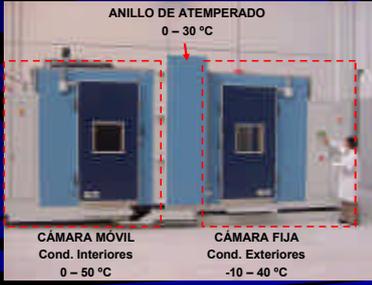
Propiedades estacionarias y en régimen dinámico.



ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN TÉRMICA (VI)
(LABORATORIO)

CAJA CALIENTE GUARDADA

ANILLO DE ATEMPERADO
0 - 30 °C



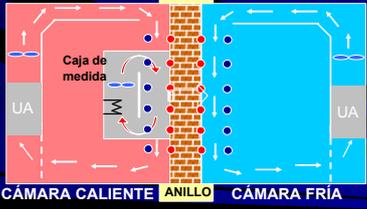
CÁMARA MÓVIL
Cond. Interiores
0 - 50 °C

CÁMARA FIJA
Cond. Exteriores
-10 - 40 °C

- Cámara termográfica AGEMA 570.
- Sistema de adquisición de datos, con unidad de control programable y dos data-loggers.
- Sensores de humedad, temperatura, temperatura superficial, etc., con soporte vertical de aluminio telescópico de 6,2 m de altura máxima
- Monitor Térmico. Bruel & Kjaer 1219
- Analizador de Clima. Bruel & Kjaer 1213
- Chemiluminescent Nitrogen Oxide Analyzer. AC31 M-LCD
- Analizador de Gases (Oxidos de Nitrógeno).Emisión. MIR9000LCD
- Analizador de Gases de Combustibles. IMR 3000 P
- Analizer Combustion. TESTO 300 XXL

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN TÉRMICA (VII)
(LABORATORIO)

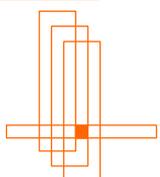
CAJA CALIENTE GUARDADA



Caja de medida

UA

CÁMARA CALIENTE ANILLO CÁMARA FRÍA

$$R = \frac{\Delta T}{\Phi}$$


- Instrumentos multifunción de referencia. TESTO 400 y 454
- Analizer Combustion. TESTO 350
- Termohigrómetro. ALENO 2290/8
- Equipos de placa caliente GHP 456 Titan de NETZSCH, para muestras de 60cm x 60cm y que permite medir la conductividad térmica de materiales aislantes.

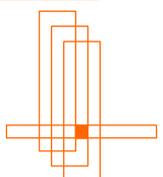


Laboratorio propiedades higrotérmicas materiales de construcción

Se ha puesto a punto la metodología para diferentes ensayos de caracterización de las propiedades higrotérmicas de productos y materiales para edificación*.

*Condicionado al suministro de muestras acondicionadas a las dimensiones de ensayo

La capacidad experimental del Laboratorio permite la realización de los siguientes ensayos, referidos a la normativa general y específica de producto existente:



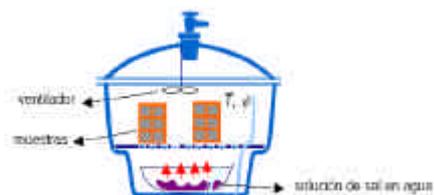
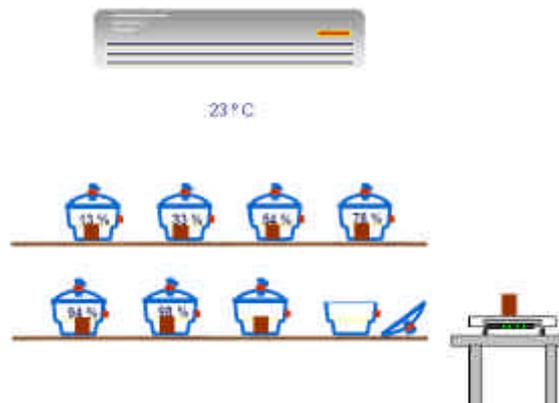


NBN B 24-213:1976

Ensayo de saturación al vacío.

UNE-EN 772: 2001

Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería, en hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.

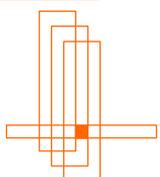


UNE-EN 1609: 1997

Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación Determinación de la absorción de agua a corto plazo. Ensayo por inmersión parcial

UNE-EN 1925: 1999

Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad.





UNE-EN 12086: 1998

Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua

UNE-EN 12087: 1997

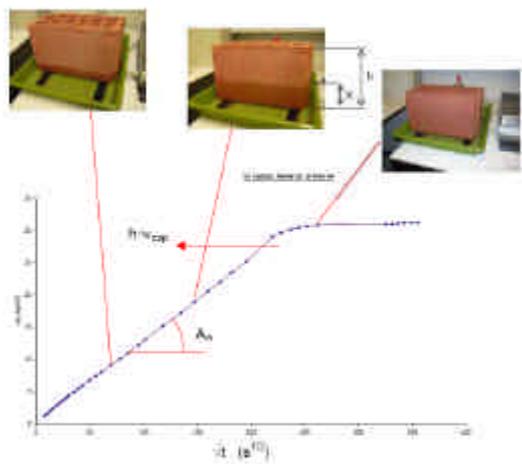
Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión



UNE-EN 12570:2000

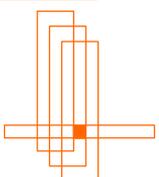
Prestaciones higrotérmicas de productos y materiales para edificios.

Determinación del contenido de humedad mediante secado a temperaturas elevadas



UNE-EN 12571:2000

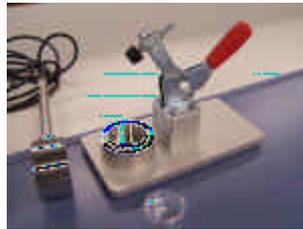
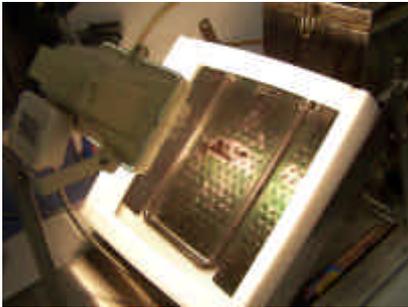
Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios Determinación de las propiedades de sorción higroscópica.





UNE-EN 12572:2002

Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua: Permeabilidad, Permeabilidad al vapor, Factor de resistencia al vapor de agua, Resistencia a la difusión, Permeancia, Espesor de aire equivalente



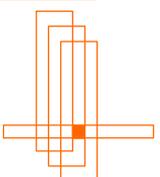
medios informáticos

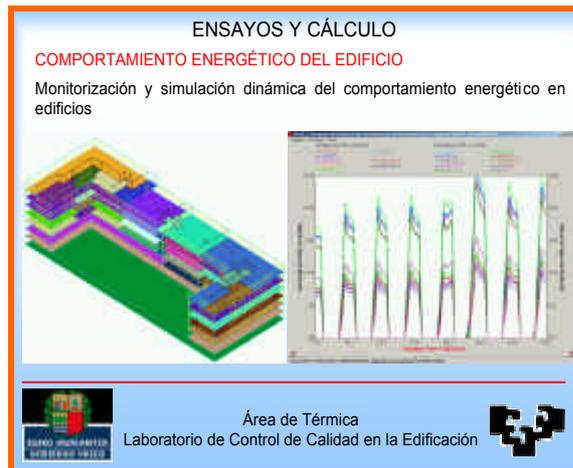
ENEDI dispone de un moderno equipamiento de hardware y una amplia biblioteca de software. Dentro del software técnico específico destacamos los programas siguientes:

- **Simulación energética de edificios.**

TRNSYS.- Simulación del comportamiento térmico dinámico de edificios y cálculo de las cargas de calefacción y refrigeración hora a hora.

Además, el programa permite contemplar una amplia variedad de sistemas de generación y transporte de calor y frío, calculando el consumo horario de combustible y electricidad de cada alternativa planteada.





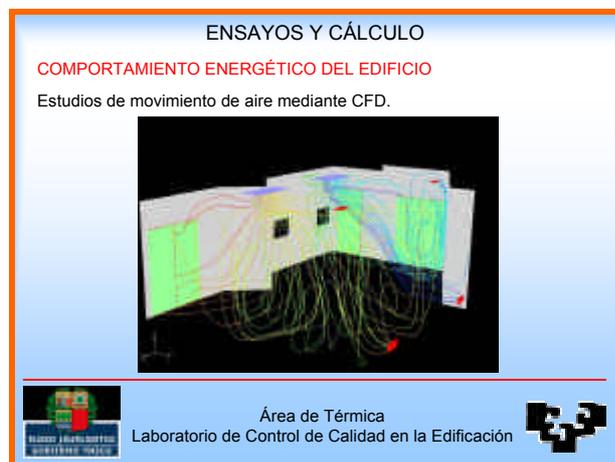
DOE.– Programa de un alcance similar al anteriormente descrito.

MCELCAP.– Para realizar estudios de viabilidad de cogeneración. Contempla las diferentes tecnologías hoy disponibles en el mercado.

- **Dinámica de Fluidos Computacional.**

AIRPACK.– Programa CFD para el estudio del movimiento de aire en el interior de locales y para diseño del sistema de climatización.

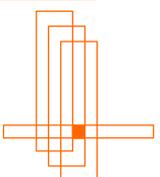
FLUENT.– Programa de CFD para la simulación de flujo de fluidos y transporte de calor. Sus aplicaciones son muy variadas.

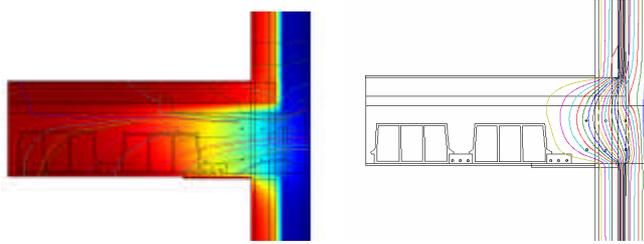


- **Elementos Finitos.**

THERM. – Especialmente orientado al cálculo de la transmisión de calor en 2D en marcos de ventanas. (Software de libre distribución del LBNL de Berkeley).

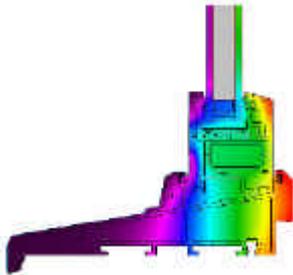
ANSYS. – Cálculo de la transmisión de calor en 2D dedicado especialmente a puentes térmicos.





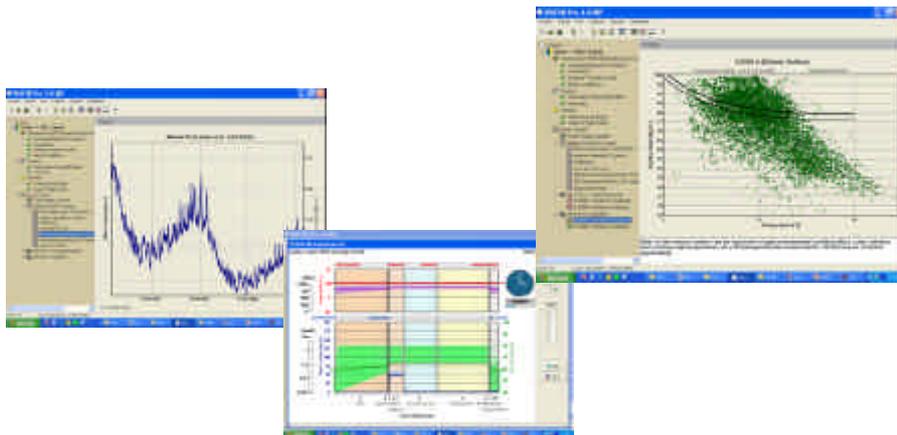
- **Cerramientos Semitransparentes.**

WINDOW. – Para el cálculo de la transmitancia térmica y el factor solar de ventanas. (Software de libre distribución del LBNL de Berkeley).

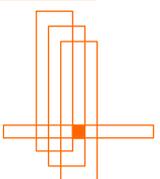


- **Transporte y almacenamiento de humedad**

WUFI – Precisa simulación higrótérmica dinámica en cerramientos. Posibilidades: estimación de tiempos de secado, optimización del diseño y comportamiento de materiales a la humedad, Predicción del riesgo de desarrollo de hongos y musgos.



ENEDI dispone también de diversos programas para cálculo y dimensionamiento de instalaciones en edificios, tales como la colección de programas INSTAL, FLO-SERIES, etc.



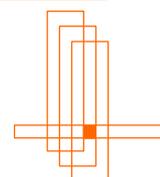
equipo de trabajo

investigador principal

José M^a Sala Lizarraga, Doctor Ingeniero Industrial y M. Phil.
Catedrático de Universidad
Director del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos

investigadores

- Rufino Hernández Minguillón, Dr. Arquitecto.
Profesor Titular de Universidad.
- Víctor Del Campo Díaz, Dr. Ing. Ind.
Catedrático de Escuela Universitaria
- Fernando López Jiménez, Ing. Ind.
Profesor Titular de Escuela Universitaria
- Juan José Eguia Rentería, Ing. Ind.
Profesor Asociado de Universidad.
- Iñaki Gómez Arriaran, Dr. Ing. Ind.
Profesor Titular de Escuela Universitaria
- José Antonio Millán García, Ing. Org. Industrial.
Profesor Titular de Escuela Universitaria
- Luis del Portillo Valdés Dr. Ing. Ind.
Profesor Titular de Escuela Universitaria.
- Aitor Urresti González, Ing. Ind.
Profesor Contratado de Universidad.
- Aitor Erkoreka , Ing Ind.
Profesor Contratado
- Ana García González, Dra. CC Químicas
Profesor Contratado Doctor.
- César Escudero, Ing. Ind.
Profesor Asociado

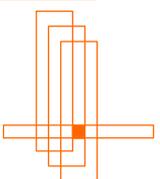


alumnos de tercer ciclo (doctorandos)

- Iván Flores Abascal.
- Carlos García Gáfaró.
- Karmele Urbicain Pelayo.
- Ainhoa Mendivil.
- Koldo Martín.

Investigadores postdoctorales

- Claude Mvuama Massamba

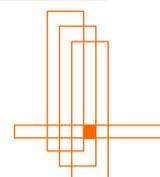


referencias recientes

proyectos de investigación

Entre los Proyectos de Investigación más relevantes en los que se ha intervenido en los últimos cinco años destacamos los siguientes:

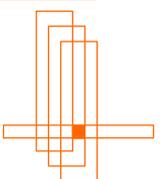
| Tema | Entidad | Fechas |
|---|---|-------------|
| Modelado del movimiento del aire en naves industriales de producción de bobinas de acero. | Aceralia (Grupo Arcelor) | 2000 - 2001 |
| Aplicación de la CFD para el diseño del sistema de ventilación de motores cabinados. | GUASCOR I+D | 2003 |
| Diseño mediante aplicación de CFD de un nuevo sistema de temple de bobinas de acero por inmersión en aceite | STEIN HORNOS Y SIDENOR | 2002 - 2003 |
| Operation and Assessment of multiple-skin facades. (Proy. EN K5-CT-201-520) | Comisión Europea | 2001 - 2004 |
| Diseño, monitorización y análisis del comportamiento térmico de una vivienda unifamiliar pasiva en el País Vasco. | Gobierno Vasco | 2001 - 2003 |
| Desarrollo de una metodología para la certificación energética de edificios contemplando medioambientales. | Programa PROFIT (ENSATEC). | 2003 - 2004 |
| Aplicación de la CFD para el diseño de sistemas de ventilación de Centros de Transformación. | Ormazabal Corporate Technology | 2004 - 2006 |
| Estudio para la definición de las técnicas y los equipos necesarios para un laboratorio de determinación de las propiedades higrotérmicas de los materiales de construcción. | Gobierno Vasco | 2004-2005 |
| Determinación teórica y experimental de la resistencia térmica equivalente y del comportamiento dinámico de un nuevo diseño de bloque de arcilla aligerada. | Gobierno Vasco UPV/EHU | 2004-2005 |
| Integración de sistemas constructivos industrializables en fachadas ventiladas activas para el aseguramiento de un consumo energético eficiente y de la calidad del aire interior (BIA 2006-15398-CO4-03) | Ministerio de Educación y Ciencia (Plan Nacional de Construcción) | 2006-2009 |



Desarrollo de fachadas ventiladas activas para sistemas de acondicionamiento climático mediante la incorporación de materiales de cambio de fase.

Gobierno Vasco

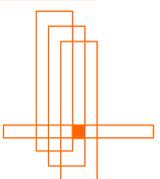
2006–
2008



publicaciones

Entre las publicaciones más relevantes de los últimos años destacamos las siguientes:

- Título: Proposal for the use of renewable energy in the La Rioja Autonomous Community (LARAC) (Spain)
Revista: Renewable Energy, Vol. 20, 289–304 (2000).
- Título: Computational Fluid Dynamics and Building Thermal Simulation
Revista: Buildings services Engineering Research and Technology, Vol. 14, 106–112 (2001)
- Título: Application of thermoeconomics to the Allocation of Environmental Loads in the Life Cycle Assesment of Cogeneration Plants.
Revista: Energy Int. Journal, Vol. 28, 557–574 (2003).
- Título: A Fickian model for calculating wine losses from oak casks depending on conditions in ageing facilities.
Revista: Applied Thermal Engineering, Vol. 25, 709–718 (2004).
- Título: Improvement of a chain hardening furnace by CFD simulation.
Revista: Applied Thermal Engineering, Vol. 26, 604 –617 (2005).
- Título: Modelling and simulation of the dynamic performance of a natural–gas turbine flowmeter.
Revista: Applied Energy (Aceptado 21–12–2005
- Título: Transmitancia térmica y factor solar de ventanas. Cálculo según el CTE y según la ISO 15009:2003
Revista: Montajes e Instalaciones Volumen: abril 2005 Páginas, inicial: 87 final:93.
- Título: Efecto de los espaciadores sobre la transmitancia térmica y la resistencia a la condensación para ventanas de carpintería compleja.
Revista: Montajes e Instalaciones Volumen: octubre 2006
- Título: Static and Dynamic Termal Characterisation of a Hollow Brick Wall: Tests and Analysis
Revista: Building and Environment Aceptado 16–1–2007 (Ref nº 06/2645)



congresos

| Título | Congreso | Carácter | Lugar | Fecha |
|--|--|---------------|--------------------|-------|
| La climatización de naves de crianza y el control de las mermas de vino. | II Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío, CYTEF 2003 | Nacional | Vigo | 2003 |
| Diseño y modelado utilizando CFD de un quemador industrial de gas natural de 2 MW de bajas emisiones de NOx. | Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, AIP'2003. | Internacional | Puebla, México | 2003 |
| Estudio del comportamiento del pantalón de una chimenea mediante CFD. | Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, CAIP'2003. | Internacional | Puebla, México | 2003 |
| Mejora de una cámara climática para la determinación de las propiedades térmicas de cerramientos mediante CFD. | Congreso Ibérico de Aislamiento Térmico y Acústico, CIATEA 2004. | Nacional | Gijón | 2004 |
| Posibilidades de COMIS-TRNSYS en los estudios de calidad del aire. Aplicación a un edificio de oficinas. | 2º Congreso Internacional de Calidad Ambiental en Interior de Edificios. | Internacional | Bilbao | 2004 |
| El Nuevo Código Técnico de la Edificación en España. Cumplimentación de la Normativa utilizando el Método Oficial de Cálculo LIDER y comparación con TRNSYS. | X Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia, LATCYM 2005. | Internacional | Caracas, Venezuela | 2005 |
| Cogeneración y Eficiencia Energética en Edificios | International Workshop Advances in Engineering of HVAC and R | Internacional | Valladolid | 2005 |
| Study of the ventilation in operating rooms by Computational Fluid Dynamics (CFD) | Congres Mediterraneo de Thermiciens CLIMAMED | Internacional | Lyon (Francia) | 2006 |
| The influence of window type and orientation on energy-saving in buildings | CLIMA 2007. Aceptado 28-12-2006 Actas del Congreso | Internacional | Helsinki | 2007 |

