



# **III Congreso EECN**

## **Edificios Energía Casi Nula**

### **Madrid, 21-22 Junio 2016**

## **LIBRO DE COMUNICACIONES**

**III Congreso Edificios Energía Casi Nula**

**21-22 Junio 2016**

**Madrid**

Organizado por:



**GRUPOTECMARED**



---

Editado por:

Grupo Tecma Red S.L.  
C/ Jorge Juan 31, 1º izq. ext.  
28001 Madrid, España  
Tel: (+34) 91 577 98 88  
Fax: (+34) 91 101 19 33

Email: [info@grupotecmared.es](mailto:info@grupotecmared.es)  
Web: [www.grupotecmared.es](http://www.grupotecmared.es)

ISBN: 978-84-608-8686-0  
Depósito Legal: M-19727-2016  
Copyright: © 2016 Grupo Tecma Red S.L.

Todos los derechos reservados por Grupo Tecma Red S.L. Queda prohibida la reproducción total o parcial de todos los contenidos de este libro bajo cualquier método incluidos el tratamiento digital sin la previa y expresa autorización por escrito de Grupo Tecma Red S.L.

## INTRODUCCIÓN - GRUPO TECMA RED

Hace ya seis años de la publicación de la Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios donde, por primera vez, oímos hablar del concepto de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo. Una Directiva que dimensionó la aportación de la Eficiencia Energética en la Edificación a la lucha contra el cambio climático y generó cierta incertidumbre ante un reto que todos veíamos lejano, 2020.

En este contexto, en 2012 organizamos el I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula como respuesta a la necesaria demanda de información y conocimiento sobre el tema, logrando convertirlo en el Foro referencia en el que plantear las implicaciones que suponían para el sector de la edificación la adopción de las Directivas europeas relativas a la Eficiencia Energética de los Edificios y el objetivo de conseguir Edificios de Alta Eficiencia Energética en España.

En 2014, el II Congreso Edificios Energía Casi Nula, demostró que el sector de la edificación estaba preparado y apostaba por la Eficiencia Energética y conocimos de primera mano proyectos reales que en aquellos momentos comenzaban a construirse siendo una realidad a día de hoy.

En todo este tiempo y hasta hoy, la pregunta más repetida por todos ha sido *¿Cómo será un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo en España?* Espero que el III Congreso Edificios Energía Casi Nula aporte respuestas y entre todos podamos alcanzar, hasta el 2018, los objetivos marcados por Europa e incluso superarlos, consiguiendo Edificios de Energía Positiva.

El III Congreso de Edificios de Energía Casi Nula, que se celebra los días 21 y 22 de Junio de 2016 está organizado conjuntamente por Grupo Tecma Red y Ministerio de Fomento, y queremos agradecer especialmente en este punto la valiosa implicación de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo durante estos años de trabajo de conjunto. Asimismo, dar las gracias al Ayuntamiento de Madrid, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE; Ministerio de Agricultura y Medioambiente, a través de la Oficina Española de Cambio Climático; y Ministerio de Economía y Competitividad, a través de su Dirección General de Innovación y Competitividad, por su continuo apoyo y colaboración a todos los niveles.

En el III Congreso Edificios de Energía Casi Nula se tratarán áreas y temáticas diversas a través de profesionales relevantes por su experiencia y conocimiento. Encontramos cuestiones normativas, ejemplos prácticos, resultados de proyectos en marcha, oportunidades de mercado y, en general, todos los aspectos que permiten tener una perspectiva global de situación actual y su evolución hasta 2020.

Como en anteriores ocasiones, para determinar el programa del Congreso se ha convocado un llamamiento de comunicaciones, invitando a todo el sector a presentar propuestas. El llamamiento de comunicaciones para este III Congreso Edificios de Energía Casi Nula ha recibido 116 propuestas que finalmente se han convertido en 85 comunicaciones finales. Las comunicaciones recibidas proceden de todos los puntos de la geografía española, contando con autores de perfiles diversos que reflejan la transversalidad del concepto, representando a todos los sectores implicados: Profesionales, Administración, Empresas, Universidades, Centros de Investigación, Promotores, Inversores, etc. Muchas de las comunicaciones han sido realizadas en coordinación por varios autores lo que refleja la necesaria colaboración multidisciplinar de la Eficiencia Energética en la edificación.

Las temáticas del III Congreso Edificios Energía Casi Nula se han planteado por el Comité Técnico en ocho bloques, evolucionando a partir de las planteadas en ediciones anteriores buscando una mayor concreción y agrupación de temas relacionados. Las áreas temáticas sobre las que se han estructurado las comunicaciones finales son: Estrategias para fomentar los EECN, Viabilidad económica y Modelos de Negocio; Diseño y Soluciones Arquitectónicas; Soluciones Constructivas, Sistemas y Tecnologías integrables; Integración de Energías Renovables in situ o en el entorno del Edificio; Proyectos EECN en Rehabilitación de Edificios; Planificación y Regeneración Urbana; y Uso, Gestión y Mantenimiento.

El papel del Comité Técnico del III Congreso Edificios Energía Casi Nula ha sido también analizar y valorar todas las comunicaciones finales recibidas, seleccionando de ellas las 20 ponencias orales que conforman el programa del Congreso. Asimismo, las comunicaciones seleccionadas, junto con otras consideradas de interés, se han incluido en este Libro de Comunicaciones, en el que se publican 82 comunicaciones ordenadas por temáticas, y dentro de cada temática, por orden de llegada de las propuestas. Expertos de referencia en Eficiencia Energética en Edificación conforman los 41 miembros del Comité Técnico del Congreso pertenecientes a todos los ámbitos de influencia. Desde aquí, nuestro más sincero agradecimiento por la excelente labor realizada y por su compromiso con el éxito del Congreso.

Por otro lado, hemos incrementado también el número entidades de prestigio, tanto del ámbito público como del sector privado, que han mostrado su respaldo al Congreso y su interés por los Edificios de Consumo de Energía casi Nulo. Una amplia red transversal de entidades y asociaciones han querido, a lo largo de estos años, contribuir a la difusión del Congreso y desde aquí les damos también las gracias por su entusiasmo y sus relevantes aportaciones.

En este 2016, contamos con más de 80 colaboradores: A3e, ACA, ADHAC, AEA, AEDIP, AETIR, AFEC, AFELMA, AFME, AHK, AIDICO, AIPEX, AISLA, AMI, ANAIP, ANAPE, ANDIMAT, ANERR, ANESE, ANFAPA, aniLED, ASA, ASEFAVE, ASHRAE Spain Chapter, ASIT, ASPRIMA, Agrupación AUS, AVS, BREEAM ES, BuildingSMART Spanish Chapter, Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático, Fundación Cartif, CECU, CEDOM, CEEC, CENER, CEPKO, CGCOII, Circe, Cni, COAM, COIIM, CAFMadril, CGATE, COGEN España, CONAIF, Construcción21, CSCAE, COIT, COGITT/AEGITT, Domotys, EFENAR, EMVS, Encuentros Edificación, EnerAgen, EnergyLab, enerTIC, F2E, FECOTEL, FENIE, FENITEL, Fundación Laboral de la Construcción, GBCe, HISPALYT, IFMA, IMDEA Energía, Innovaarcilla, IETcc, IVE, IPUR, IREC, ITH, Fundación La Casa que Ahorra, Asociación KNX, LEITAT Technological Center, Madrid Network, Materfad, PEP, Secartys, SLOW ENERGY, SmartLivengPlat, Tecnalía, UNEF, WWF.

En el ámbito privado, ha sido también fundamental la implicación de compañías de referencia nacional e internacional, siendo apoyada esta tercera edición por empresas líderes en sus sectores y que trabajan activamente para que los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo sean una realidad. Su patrocinio ha hecho viable la celebración de un evento alto nivel y calidad - Patrocinio Oro: ACCIONA Service, KÖMMERLING, SAINT-GOBAIN; Patrocinio Plata: LafargeHolcim, SIKA y URSA; y Patrocinio Bronce: Schlüter-Systems, SIBER Ventilación, SOMFY España, SOUDAL y ZENHDER.

Además, quiero dar las gracias a los cientos de profesionales que han contribuido a consolidar este gran evento y convertirlo en una referencia necesaria para todo aquel que trabaje en el sector de la Eficiencia Energética en la edificación en España. Autores de Comunicaciones, ponentes, participantes en conferencias magistrales, mesas redondas, los equipos detrás de todos los apoyos institucionales, colaboradores, patrocinadores y, por supuesto, los congresistas, que fielmente han querido estar presentes en cada una de las ediciones desde el 2012. Nos hemos convertido en una comunidad de valor cuyo trabajo conjunto ha dado sus frutos. Gracias a todos por vuestra contribución.

Quiero terminar con una mirada nostálgica y positiva, y para ello recomiendo volvéis a releer los Libros de Comunicaciones del primer y el segundo Congreso Edificios Energía Casi Nulo. Os daréis cuenta de la gran evolución desde aquellos inicios, cuando conocíamos proyectos que se presentaban como novedosos y que hoy son una realidad, proyectos e iniciativas que vimos nacer en las primeras ediciones del Congreso y que hoy son realidades construidas que nos presentan resultados.

Os esperamos en el IV Congreso de Edificios de Energía Casi Nulo que os anuncio que incluirá novedades de formato y periodicidad para adaptarse en estos años hasta 2020 a todos esos cambios que nos esperan y que se presentan apasionantes y plenos de actividad.

Madrid, Junio 2016

### **Inés Leal**

Directora III Congreso Edificios Energía Casi Nulo  
Directora Editorial y Desarrollo, Grupo Tecma Red

## INTRODUCCIÓN - MINISTERIO FOMENTO

En diciembre de 2015 la COP21 (Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) finalizó con la adopción del Acuerdo de París que establece el marco global de lucha contra el cambio climático a partir de 2020. Es un acuerdo histórico que promueve una transición hacia una economía baja en emisiones y resiliente al cambio climático.

El objetivo de evitar que el incremento de la temperatura media global supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales obliga a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta alcanzar un escenario de neutralidad de carbono en la segunda mitad de siglo. Para alcanzar este escenario es necesario actuar de forma decidida sobre el sector de la edificación por su alto impacto sobre el medio ambiente, ya que representa en España en torno al 30 % del consumo de energía final y es el responsable de aproximadamente el 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En este contexto, las Directivas europeas sobre eficiencia energética (Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE) son más que una obligación, una necesidad nacional, sobre todo si tenemos en cuenta el elevado nivel de dependencia energética de España, muy superior al de la media europea. La reducción del consumo mediante la mejora de la eficiencia de nuestro parque edificado y la incorporación sustantiva de las fuentes de energía renovables en este sector se convierten, por tanto, en objetivos principales.

Por todo ello, se ha considerado fundamental la puesta en marcha de un amplio conjunto de medidas a lo largo de esta legislatura, tanto de tipo de reglamentario como de sensibilización de los consumidores, que actuando de forma integrada con los planes de ayuda (Plan Estatal de Vivienda, PAREER CRECE, etc.), permitieran reducir el consumo energético de la edificación.

En el ámbito reglamentario, de forma análoga a lo hecho por los países de nuestro entorno, las exigencias relativas a la eficiencia energética de los edificios han ido incrementándose de forma gradual en la medida que los avances tecnológicos lo han permitido y buscando siempre un equilibrio óptimo entre las inversiones realizadas y los costes energéticos ahorrados a lo largo del ciclo de vida del edificio. El Documento Básico DB HE de Ahorro de Energía aprobado en 2006 fue actualizado en 2013, lo que supuso un considerable endurecimiento de las exigencias con reducciones medias de consumo de hasta el 45% en los climas más adversos en régimen de invierno. Y la revisión actualmente en curso y cuya tramitación está prevista para 2017, nos conducirá hacia edificios de alta eficiencia energética y de consumo casi nulo, en un proceso dinámico que no concluye aquí y que debe continuar en el futuro, más allá del 2020, hacia edificios de energía positiva.

En cualquier caso, la mejora de la eficiencia energética de nuestra edificación hasta alcanzar los objetivos de consumo energético casi nulo, fijados en la Directiva 2010/31/UE para el año 2020, no es una cuestión enmarcada exclusivamente en el ámbito reglamentario, sino que requiere de un profundo cambio social y de mentalidad que nos afecta a todos los agentes del sector, incluidos los usuarios que deben ser capaces de valorar los beneficios de una edificación sostenible de alta eficiencia energética.

Como decía ya en el año 2014, los técnicos como principales responsables de proyectar, construir y rehabilitar los edificios, han que ser capaces de asumir este reto y convertir la eficiencia energética en uno de los valores principales de los edificios y también de la arquitectura, utilizando todas las posibilidades que el estado de los conocimientos y de la industria de la construcción ponen actualmente a su disposición.

Hoy en día el sector está en disposición de dar respuesta adecuada a los grandes retos planteados por la Directiva europea y sin duda alguna el Congreso de Edificios de Energía Casi Nula, que este año alcanza su tercera edición, ha jugado un papel fundamental para llegar hasta aquí. La capacidad de sus organizadores para conformar el Congreso como un lugar de encuentro para el intercambio de experiencias, inquietudes y sensibilidades entre todos los agentes del sector, ha permitido evolucionar de una forma progresiva hacia este nuevo escenario.

El Congreso de Edificios de Energía Casi Nula se ha consolidado ya como elemento de referencia, y tras las dos ediciones anteriores, en esta edición va a permitir dar un salto cualitativo y profundizar en cuestiones tan relevantes como viabilidad económica y los modelos de negocio, la integración de soluciones constructivas, sistemas y tecnologías, o la forma de alcanzar estos estándares de alta eficiencia energética en la rehabilitación.

Solo resta, felicitar a la organización por el éxito seguro de esta tercera edición del Congreso, agradecer a todos los patrocinadores y colaboradores su apoyo e interés y esperar que cumpla, como en ocasiones anteriores, con todas las expectativas generadas.

Madrid, Junio 2016

**Francisco Javier Martín Ramiro**

Subdirector General de Arquitectura y Edificación  
Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo  
Ministerio Fomento

## MIEMBROS COMITÉ TÉCNICO

El Comité Técnico del III Congreso Edificios Energía Casi Nula ha sido constituido con personalidades de relevancia y representatividad en el sector de la Edificación y la Eficiencia Energética en España. Se ha conformado un grupo heterogéneo y operativo con las siguientes personas:

- **Luis Vega**, Coordinador Unidad de Edificación Sostenible, Subdirección General de Arquitectura y Edificación, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Cristina Colomo**, Jefe de Área de Habitabilidad, Subdirección General de Arquitectura y Edificación, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Eduardo de Santiago**, Consejero Técnico, Subdirección General Urbanismo, Dirección General Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Aitor Domínguez**, Técnico de Proyectos, Departamento Doméstico y Edificios, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, Ministerio de Industria, Energía y Turismo
- **Eduardo González**, Subdirector General de Coordinación de Acciones frente al Cambio Climático, Oficina Española de Cambio Climático, OECC, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- **Ramón López**, Jefe Servicio, Oficina Española de Cambio Climático, OECC, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- **Pilar Pereda**, Asesora Concejalía Desarrollo Sostenible, Ayuntamiento de Madrid
- **Gloria Gómez**, Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, CSCAE
- **Juan Layda**, Consejo General de Colegios de Ingenieros Industriales de España, CGCOII
- **Juan López-Asiain**, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, CGATE
- **Marta Rodríguez**, Secretaria de la Comisión de Urbanismo, Vivienda y Patrimonio Histórico, Federación Española de Municipios y Provincias, FEMP
- **Fernando Aranda**, Coordinación Técnica, Innovación y Eficiencia Energética, INCASOL, Generalitat Catalunya
- **José Antonio Tenorio**, Coordinador Unidad de Calidad, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc
- **Alberto Ortiz de Elgea**, Asociación de Promotores Públicos de Vivienda y Suelo, AVS
- **Florencio Manteca**, Director del Departamento de Energía en la Edificación, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER
- **Jaume Salom**, Director del Grupo de Energía Térmica y Edificación, Institut de Recerca en Energia de Catalunya, IREC
- **Miguel Angel García**, Coordinador de Proyectos, División de Energía, Centro Tecnológico CARTIF
- **Benjamín Eceiza**, Secretario, Colegio Profesional Administradores Fincas de Madrid, CAFMadrid
- **César Ruiz-Larrea**, Vocal Junta Gobierno, Colegio Oficial Arquitectos de Madrid, COAM
- **Rafael Úrculo**, Presidente de AEDICI (Asociación Española de Ingenierías e Ingenieros Consultores de Instalaciones)
- **Yago Massó**, Director Técnico y Asistencia Técnica, Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes, ANDIMAT
- **David Martínez**, Vicepresidente, Sociedad Española de Facility Management, IFMA España
- **Dolores Huerta**, Secretaria Técnica, Green Building Council España, GBCE
- **Oscar Martínez**, Director, BREEAM ES
- **Ana González**, Responsable de Recursos Didácticos, Fundación Laboral de la Construcción

- **Joaquín Villar**, Coordinador Comité Eficiencia Energética, Asociación Agencias Españolas de Gestión de la Energía, ENERAGEN
- **Manuel Herrero**, Adjunto a la Dirección General, Asociación Fabricantes de Equipos de Climatización, AFEC
- **Sara Sanz**, Responsable Área Técnica, Confederación Nacional de Asociaciones de Instaladores y Fluidos, CONAIF
- **Pablo Martín**, Director, Asociación Española Fabricantes Fachadas Ligeras y Ventanas, ASEFAVE
- **Begoña Serrano**, Directora, Instituto Valenciano de la Edificación, IVE
- **Alejandro Bosqued**, Secretario, Asociación Sostenibilidad y Arquitectura, ASA
- **Luis Rodulfo**, Director General, Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de Productos de Construcción, CEPCO
- **Coralía Pino**, Responsable de Sostenibilidad y Eficiencia Energética, Instituto Tecnológico Hotelero, ITH
- **Oscar Querol**, Director, Asociación Española de Domótica e Inmótica, CEDOM
- **Alba Álvarez**, Clúster Manager, Clúster Empresas Domótica, Inmótica y Smart Cities, DOMOTYS
- **Sergio Melgosa**, Presidente, Asociación Española de Termografía, AETIR
- **Ana Etchenique**, Vicepresidenta, Confederación de Consumidores y Usuarios, CECU
- **Georgios Tragopoulos**, Energy Efficiency Officer, WWF España
- **José Luis López**, Coordinador Proyectos, Asociación de Ciencias Ambientales, ACA
- **Stefan Junstrand**, Director General, Grupo Tecma Red
- **Inés Leal**, Directora del III Congreso de Edificios Energía Casi Nula, Grupo Tecma Red



# ÍNDICE

## ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR LOS EECN:

<b>DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA A LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA</b>	<b>1</b>
<i>Nicolás Bermejo Presa y Alberto Coloma Campal Gómez</i> Saint-Gobain ISOVER y HABITAT Saint-Gobain	
<b>EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD: ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES DE INSTITUCIONES ACADÉMICAS</b>	<b>7</b>
<i>María Angélica Romero Ascanio, Milena Sofía Duran Ramos, José Antonio Delgado Monroy y Jair Díaz Barbosa</i> Universidad de Santander	
<b>EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN</b>	<b>13</b>
<i>F. José Castilla Asensio y Miguel Fernández Ramos</i> Cundall España	
<b>ESTRATEGIA DE CONTROL DE EMISORES DE CALOR DE BAJA TEMPERATURA</b>	<b>19</b>
<i>José Miguel Peña Suárez y María del Carmen González Muriano</i> Corporación Empresarial Altra	
<b>INTERNET DE LAS COSAS Y GAMIFICACIÓN APLICADOS A EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS</b>	<b>25</b>
<i>Fernando Terroso Sáenz, Victoria Moreno Cano, Aurora González Vidal, Miguel Angel Zamora-Izquierdo y Antonio F. Skarmeta</i> Universidad de Murcia y Odin Solutions	
<b>IMPLEMENTACIÓN DE CUBIERTAS AJARDINADAS EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>31</b>
<i>Josep Bové</i> Knauf Insulation	
<b>BLESIL: RECOGIENDO LAS MEJORES PRÁCTICAS Y SOFTWARES INNOVADORES DE PROYECTOS EUROPEOS PARA FORMAR AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN HACIA LOS EECN</b>	<b>37</b>
<i>José Andrés López Pérez, Eva Sanchís Pelegrín, Ángel Martínez López, Eva Roldán Saso, Robert Gerylo, Michal Piasecki, Dominic Bekierski, Duygu Başoğlu y Gülfem Inaner</i> AITIIP, GEEZAR SOLUCIONES, ITB y EKODENGE	
<b>LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR EN LA FORMACIÓN DEL SECTOR DE EECN: PROYECTO PROF/TRAC</b>	<b>43</b>
<i>Cristina Jareño Escudero, Leticia Ortega Madrigal, Laura Soto Francés y Carolina Mateo Cecilia</i> Instituto Valenciano de la Edificación (IVE)	
<b>ECOINVOLÚCRATE, LA ESTRATEGIA DE ECUADOR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA</b>	<b>49</b>
<i>Marina Pérez Pérez y Luis A. Márquez Pérez</i> Universidad de Cuenca-Ecuador y Universidad Autónoma de Yucatán-México	
<b>ESTRATEGIAS PARA CONSTRUIR EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA EN LA VIVIENDA PÚBLICA DE EUSKADI</b>	<b>55</b>
<i>Juan M. Hidalgo Betanzos, Carlos García-Gáfaró, Cesar Escudero-Revilla, Eider Iribar Iribarren, Jose María Sala Lizarrag, Daniel Pérez González e Imanol Ruíz de Vergara-Ruiz de Azua</i> Universidad del País Vasco UPV/EHU y Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco LCCE	
<b>PROYECTO ZEBRA2020: EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS CERTIFICADOS ENERGÉTICOS Y LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA EN ESPAÑA</b>	<b>61</b>
<i>José Santos López, Jordi Cipriano y José Manuel Salmerón</i> BEE Group-CIMNE y AICIA	
<b>PROYECTO ZEBRA2020: ANÁLISIS DE DATOS DE MERCADO DE LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA EN ESPAÑA</b>	<b>67</b>
<i>José Santos López y Jordi Cipriano</i> BEE Group-CIMNE	
<b>HACIA UN HOSPITAL EECN. "BIOMÍMESIS" PARA CONVERTIR LA NECESIDAD DE CAMBIO, EN UNA OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>73</b>
<i>Paula Gómez Vela y Oscar Jiménez Salvador</i> Vela & Salvador Arquitectos	
<b>RED DE PARQUES DE INNOVACIÓN BRE - INFORMANDO AL FUTURO DE NUESTRA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>79</b>
<i>Dr David Kelly, Jordan Grant y Carlos Campos</i> BRE-Building Research Establishment y University of Strathclyde UK	
<b>VIABILIDAD ECONÓMICA Y MODELOS DE NEGOCIO:</b>	
<b>EL ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO EN LA VIVIENDA ITAPEVA F</b>	<b>85</b>
<i>Déborah Hager Lopes de Andrade y Dr. Marcone Susumo Gomazako</i> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	

<b>EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA, ¿CUÁNTO Y POR QUÉ?</b>	<b>91</b>
<i>Celia Zorzano Gonzalo y David Zorzano Gonzalo</i>	
<i>Zorzano Gonzalo Arquitectos</i>	
<b>DISEÑO Y SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS:</b>	
<b>ORONA IDEO: UN CAMPUS DE ENERGÍA CASI NULA. DATOS DE FUNCIONAMIENTO REAL Y VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE SOSTENIBILIDAD ADOPTADAS</b>	<b>96</b>
<i>Xabier Barrutieta Basurko</i>	
<i>Xabier Barrutieta arquitectura, urbanismo, ecotecnologías</i>	
<b>FACTORES ARQUITECTÓNICOS Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DE OFICINAS EN MADRID. HORIZONTE 2020-50 (A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO TOBEEEM)</b>	<b>102</b>
<i>Carlos Expósito Mora</i>	
<i>Alia, Arquitectura Energía y Medio Ambiente y Proamas</i>	
<b>CENTRO DE PRODUCTOS DE LA TIERRA EN CEBREROS, CAMINANDO HACIA UN EDIFICIO DE ENERGÍA CASI NULA A TRAVÉS DE LA INERCIA TÉRMICA</b>	<b>108</b>
<i>Iban Jaén R. Carrascal y Javier Durán Escribano</i>	
<i>E. R. Elia-Solar</i>	
<b>ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE A FORJADO DE UNA SUBESTRUCTURA DE FACHADA VENTILADA</b>	<b>114</b>
<i>Beñat Arregi Goikolea, Roberto Garay Martinez, Alberto Riverola Lacasta y Daniel Chemisana Villegas</i>	
<i>Tecnalia y Universidad de Lleida</i>	
<b>ESTABLECIMIENTO POSTAL DE CORREOS EN ARGAMASILLA DE ALBA. UN EDIFICIO #EFICIENTE Y #SOSTENIBLE #NZEB</b>	<b>120</b>
<i>Borja Sánchez Miranda, Laura Bellido García-Seco, Roberto Portugués Porras, Sonia Sánchez Bermejo, José Ramón Martín Sotillo y Natalia Marcos Lopez</i>	
<i>GesHAB gestión del hábitat y Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos</i>	
<b>ENVOLVENTE DE BAJO ESPESOR CON RESULTADOS DE DEMANDA ENERGÉTICA A</b>	<b>126</b>
<i>Juan José Berbel Rubia y Pablo Aguilar Gil</i>	
<i>Pabloaguilarstudio</i>	
<b>VIVIENDA EXPERIMENTAL DE CONSUMO CASI NULO MEDIANTE DISEÑO PASIVO Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES ADAPTADAS A LOS REQUISITOS ACTUALES</b>	<b>132</b>
<i>Alberto Monreal Aliaga y Elisa Durán Pérez</i>	
<i>Arquitecturas Naturales</i>	
<b>HACIA EL NUEVO MODELO DE EDIFICIOS 0,0 - 92 VIVIENDAS NZEB EN TORREJÓN DE ARDOZ</b>	<b>138</b>
<i>Miguel Díaz Martín, Gorka Álvarez Ugalde y Gabriel Ruiz-Larrea Fernández</i>	
<i>Ruiz-Larrea &amp; Asociados</i>	
<b>VIVIENDA UNIFAMILIAR, DE 300 M2, CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A, USANDO ARQUITECTURA SOLAR PASIVA Y GEOTERMIA</b>	<b>143</b>
<i>Juan José Tejedor Hernández, Sandra Sánchez Matéos, Gonzalo Tejedor Panchón, José Manuel Rodríguez Márquez y José Antonio Cobos Saiz</i>	
<i>Arquitejedor, GISA e ISSOS</i>	
<b>APORTACIÓN DEL ESTÁNDAR PASSIVHAUS A LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA EN EL ARCO MEDITERRÁNEO</b>	<b>149</b>
<i>Raquel Torres Marrades</i>	
<b>LOS RETOS DE LOS EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO PARA EL SECTOR INMOBILIARIO</b>	<b>155</b>
<i>Lola Ripollés, Ana Cunha Cribellier, Julien Daclin, Olivier Severini y Andrei Pawlaczyk</i>	
<i>Deerns Group, Deerns France y Deerns Spain</i>	
<b>SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS, SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS INTEGRABLES:</b>	
<b>EL GRAN PREFABRICADO DE INGENIERÍA CIVIL, RENACE PARA CREAR ESPACIOS BIOCLIMÁTICOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ACÚSTICA SIN ELIMINAR ZONAS VERDES</b>	<b>161</b>
<i>José F. Pedraza París, Fernando Sahagún Sanz, Ana Isabel Arguas Pedraza, Gorka Muñoz Isuskiza, Gustavo Pérez Saiz y Tamara Ruiz Alonso</i>	
<i>Bioclimática Modular Concept</i>	
<b>LOS EECN AUNARÁN SOLUCIONES PASIVAS, ACTIVAS Y LA TECNOLOGÍA PARA EL CONTROL DOMÓTICO</b>	<b>167</b>
<i>Ana Isabel Menéndez Suárez, Ana Pérez Otero, Pablo García Fernández y Pablo Arboleya Arboleya</i>	
<i>EFINCO, Ingenium y Universidad de Oviedo</i>	
<b>WOOL4BUILD UN NUEVO MATERIAL AISLANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN BASADO EN LANA NATURAL</b>	<b>173</b>
<i>Alberto Jiménez Tiberio, Luca Cappelli, Bruno Marco Barrachina, Miriam Martínez Carbonell, Jesús Alba Fernandez, Romina Del Rey Tornos y Federico Cartasegna</i>	
<i>ACR Grupo, INPELSA, AITEX, Universitat Politècnica de Valencia y ENVIRONMENT PARK</i>	

<b>GEOTERMIA CON TUBOS CANADIENSES COMO ALMACENAMIENTO ESTACIONAL DE ENERGÍA EN LOS EECN. COP MÁXIMO A PRINCIPIOS DE PRIMAVERA Y OTOÑO</b>	<b>179</b>
<i>Manuel Sánchez Iturbe y Claudio Javier García Ballano</i>	
IDEYA y USJ	
<b>CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS MEDIANTE TERMOACTIVACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y EN COMBINACIÓN CON GEOTERMIA</b>	<b>185</b>
<i>Iván Castaño Simón e Israel Ortega</i>	
Uponor y Uponor Iberia	
<b>UN MODELO GENERAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO PARA EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA</b>	<b>191</b>
<i>Eneko Iturriaga, Unai Aldasoro, Álvaro Campos-Celador y José M. Sala</i>	
LKS Ingeniería, Basque Center for Applied Mathematics (BCAM) y Universidad del País Vasco (UPV-EHU)	
<b>STRUCTURA, SOLUCIÓN DE FACHADA DE LADRILLO CARA VISTA PARA EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO</b>	<b>197</b>
<i>Concepción del Río Vega, Elena Santiago Monedero y Ana Ribas Sangüesa</i>	
Hispalyt y Geohidrol	
<b>INFLUENCIA DE LA INMÓTICA EN LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO PÚBLICO DE OFICINAS EN BARCELONA</b>	<b>203</b>
<i>Ignacio de Ros y Jordi Sabaté</i>	
AdRC Ingeniería y CEDOM	
<b>LOS MODELOS DE LAS CERTIFICACIONES SOSTENIBLES Y LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS UTILIZADOS EN BRASIL Y ESPAÑA</b>	<b>209</b>
<i>Éric Frade y Marcone Susumu Gomazako</i>	
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) y Universidad de Barcelona	
<b>IMPORTANCIA DEL DISEÑO HIGROTÉRMICO EN LAS ENVOLVENTES DE ENTRAMADO LIGERO DE MADERA PARA EDIFICIOS NZEB</b>	<b>215</b>
<i>Emma Romero Brey</i>	
FINSA	
<b>LA BÓVEDA TERMOACTIVA Y VENTILACIÓN DE CONFORT EN UNA VIVIENDA DE CONSUMO NULO EN MADRID CAPITAL</b>	<b>221</b>
<i>Juan Postigo Castellanos, Ana Martín Ayala y Santiago Pascual Solà</i>	
POSCON y Siber Ventilación	
<b>EL EDIFICIO MÁS ALTO DE MADERA DE BARCELONA, SOSTENIBLE, SALUDABLE Y EFICIENTE CON CRITERIOS ECCN</b>	<b>227</b>
<i>Pere Linares, Jaime Llamas, Artur García, Juan Ortega y Santiago Pascual</i>	
House Habitat, Zero Consulting y Siber Ventilación	
<b>CONSTRUCCIÓN DE EECN MEDIANTE SISTEMA SEMI-PREFABRICADO DE PANELES AISLANTES DE VIRUTA DE MADERA REICLADA AGLOMERADA. EJEMPLO REAL Y RESULTADOS</b>	<b>232</b>
<i>Roberto Higuero Artigas y Emilio de la Red Belvis</i>	
In.Genium Arquitectura y EcoHaus	
<b>MONTEALISO: REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EDIFICACIÓN RESIDENCIAL</b>	<b>238</b>
<i>Javier Pinilla Costa y Jesús García López</i>	
CP Grupo	
<b>NUEVAS SOLUCIONES DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA FACHADAS CON ARLIBLOCK. THERMOSILENCE F</b>	<b>244</b>
<i>Alberto Rubio Benito y Nicolás Bermejo Presa</i>	
Saint-Gobain WEBER y Saint-Gobain ISOVER	
<b>UN NUEVO MATERIAL DESCONTAMINANTE PARA HORMIGONES Y MORTEROS</b>	<b>249</b>
<i>Isabel Mateos Delso</i>	
LafargeHolcim	
<b>PREIS - PROYECTOS PILOTO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL</b>	<b>255</b>
<i>José Carlos Greciano Merino</i>	
ANERR – ingeniae	
<b>LA INSTALACIÓN ESTANCA DE LAS VENTANAS, UN FACTOR CRÍTICO PARA LOS EDIFICIOS DE EECN</b>	<b>261</b>
<i>Peter Esselens</i>	
Soudal Química	
<b>LA MEMBRANA LÍQUIDA: UNA SOLUCIÓN RÁPIDA Y FÁCIL PARA LA ESTANQUEIDAD EN INTERIOR</b>	<b>267</b>
<i>Peter Esselens</i>	
Soudal Química	
<b>AHORRO ENERGÉTICO Y SIMPLIFICACIÓN DE INSTALACIÓN EN GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.) CENTRALIZADA</b>	<b>273</b>
<i>Jaime Gil Centelles</i>	
Hiplus Aire Acondicionado	

<b>SELLADO DE CARPINTERÍA Y ENCOLADO PARA UN CERRAMIENTO ÓPTIMO DE LA ENVOLVENTE EN VIVIENDA UNIFAMILIAR, SEGÚN CRITERIOS DE PASSIVHAUS INSTITUT</b>	<b>279</b>
<i>Oscar Jansa y Pere Linares</i>	
Tremco Illbruck y House Habitat	
<b>INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES IN SITU O EN EL ENTORNO DEL EDIFICIO:</b>	
<b>SISTEMA PIONERO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA RENOVABLE PARA UN COMPLEJO DE VIVIENDAS</b>	<b>284</b>
<i>Estefanía Hernández Lugones</i>	
Robert Bosch España	
<b>ARQUITECTURA Y RENOVABLES: HACIA EL BALANCE NETO EN EDIFICACIÓN</b>	<b>290</b>
<i>Miguel Ángel Díaz Camacho y Joaquín Martínez Matute</i>	
MADC arquitectos	
<b>PRESENTACIÓN DE ESTUDIO PARA CONSTRUIR UN TALLER DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA POSITIVA EN I.E.S. GRAN VÍA DE ALICANTE</b>	<b>296</b>
<i>Fco. José Serra Otero, José Manuel Escribano, Miguel Ángel Padilla Sáez, Antonio Riquelme, Manuel Abellaneda Larios, Carlos Clemente, Enrique Ceres, Daniel Pomares Oliver y M<sup>a</sup> Ángeles Rubio Sánchez</i>	
Consellería de Educación, Investigación, Cultura y Deporte/I.E.S. Gran Vía de Alicante	
<b>EL EDIFICIO CINE: HACIA UN ENTORNO DE ENERGÍA CERO</b>	<b>302</b>
<i>Rubén Cereijo González, Fernando Barreiro Ferro y Daniel Blanco Moa</i>	
Norvento	
<b>PANELES SOLARES HÍBRIDOS DE SEGUNDA GENERACIÓN, MÁS ENERGÍA SOLAR CON MENOS SUPERFICIE DE CAPTACIÓN</b>	<b>308</b>
<i>Isabel Guedea, Alejandro del Amo, Montserrat Dominguez y Gonzalo Brun</i>	
EndeF Engineering	
<b>VIVIENDA EECC GUADALIX, VENTILACIÓN DE CONFORT ALIMENTADA POR ENERGÍA SOLAR</b>	<b>314</b>
<i>Ander Echevarría, Manuel Daniel Camero Hernanz, Alberto Rodríguez Bravo, Santiago Pascual Solà y Domingo González</i>	
100x100 madera, Solucciona Energía, Siber Ventilación y Saunier Duval	
<b>ESTUDIO DE LA FACHADA VENTILADA FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA INNOVADORA DE INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN PAÍSES DE LA REGIÓN MENA</b>	<b>320</b>
<i>David Martín Jiménez, Elena Rico Rodríguez, Teodosio del Caño González y Juan Luis Lechón</i>	
Onyx Solar Energy	
<b>¿EXCESO DE ENERGÍA PRODUCIDA? APROVECHAMOS PARA CARGAR EL COCHE ELÉCTRICO-PASSIVHAUS “EISENSTRASSE”</b>	<b>326</b>
<i>Francesc Soler y Mertixell Esquiús</i>	
Loxone	
<b>BIOMASA CONTENEDORIZADA, SOLUCIÓN DE INTEGRACIÓN DE BIOMASA CUANDO FALTA ESPACIO</b>	<b>332</b>
<i>Josep Vergés Fort</i>	
Grupo Nova Energía	
<b>PROYECTOS EECN EN REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS:</b>	
<b>LA REGENERACIÓN URBANA: ADECUACIÓN DE EDIFICIOS, MEJORA TÉRMICA Y ENTORNO</b>	<b>337</b>
<i>Ana Isabel Menéndez Suárez</i>	
EFINCO	
<b>REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL CENTRO CÍVICO DE CAN PORTABELLA DE BALANCE ENERGÉTICO NETO</b>	<b>343</b>
<i>Josep Bunyesc Palacín</i>	
Josep Bunyesc	
<b>CASO TECTUM: PRIMERA AEROTERMIA EN BLOQUE DE VIVIENDAS EN ASTURIAS</b>	<b>348</b>
<i>Aser Moris Rodríguez</i>	
Moris Arroes	
<b>REHABILITACIÓN DE EQUIPAMIENTOS PÚBLICOS MUNICIPALES CON CRITERIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO</b>	<b>354</b>
<i>Gil Lladó Morales, Ana Romero Calix, Julia Hereza Atienza, Micheel Wassouf y Berta Pujol</i>	
Àrea Metropolitana de Barcelona y Energiehaus	
<b>CASO TECTUM 2.0: PRIMER BLOQUE DE VIVIENDAS REHABILITADO EN ASTURIAS CLASE A CON BOMBA DE CALOR AIRE-AGUA PARA CALEFACCIÓN Y ACS</b>	<b>360</b>
<i>Aser Moris Rodríguez</i>	
Moris Arroes	
<b>REPUBLIC_ZEB: REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS PÚBLICOS EN BASE A CRITERIOS NZEB Y NIVELES COSTE-ÓPTIMOS</b>	<b>366</b>
<i>Joana Ortiz y Jaume Salom</i>	
Instituto de Investigación en Energía de Cataluña	

<b>REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE CENTROS ESCOLARES. ESTRATEGIAS PARA ALCANZAR EDIFICIOS REHABILITADOS DE CONSUMO CASI NULO EN ZONAS CLIMÁTICAS C1, C2 Y D1</b>	<b>372</b>
<i>José Manuel Castro Vázquez</i>	
Escuela de Arquitectura de la Universidad Camilo José Cela y Universidad de A Coruña	
<b>REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN CENTROS DEPORTIVOS. PROYECTO EUROPEO STEP-2-SPORT</b>	<b>378</b>
<i>Marc Torrentellé Soler y Marta Escamilla Monell</i>	
Centro Tecnológico LEITAT	
<b>REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE DOS VIVIENDAS EN LEÓN</b>	<b>384</b>
<i>Horacio Díez Domínguez</i>	
<b>REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL BARRIO RESIDENCIAL FASA- RENAULT CON CRITERIOS DE DISTRITO DE ENERGÍA CASI NULA DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO FARO REMOURBAN</b>	<b>390</b>
<i>Cristina de Torre Minguela, Ignacio González Pérez, Alfonso Gordaliza Pastor, Miguel Á. García-Fuentes y Diego Romera Pascual</i>	
Fundación CARTIF, ACCIONA Infraestructuras y VEOLIA Servicios LECAM	
<b>METODOLOGÍA DE COSTE ÓPTIMO APLICADA A LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS EN MADRID</b>	<b>396</b>
<i>María Fernández Boneta y Luis Marquez Barrero</i>	
CENER – Centro Nacional de Energías Renovables y Garrigues Asociados	
<b>SÍ ES POSIBLE LA VENTILACIÓN CON RECUPERACIÓN DE CALOR EN LA REHABILITACIÓN - REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE BLOQUE DE VIVIENDAS EN ZARAMAGA</b>	<b>402</b>
<i>Ramón Ruiz-Cuevas, Santiago Pascual Solà e Iván Agudiez Andrés</i>	
Luzyespacio arquitectura y energía y Siber Ventilación	
<b>CÓMO EDUCAR Y CONCIENCIAR EN EFICIENCIA ENERGÉTICA: REHABILITACIÓN CON CRITERIOS DE EECN PARA UN CENTRO EDUCATIVO</b>	<b>408</b>
<i>Marta Epelde, Alex Orena y Auritze Etxezarreta</i>	
Kursaal Rehabilitaciones Integrales y Centro Integrado de Formación Profesional Don Bosco	
<b>LOS EDIFICIOS DE VIVIENDAS DE LOS AÑOS 70, PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE FACHADAS DE LADRILLO</b>	<b>413</b>
<i>Soledad Camino y Gonzalo Martín</i>	
Universidad de Valladolid	
<b>ENERPHIT Y PASSIVHAUS EN DOS CASAS RURALES PARA ESTANCIAS TEMPORALES EN IBERO, NAVARRA</b>	<b>419</b>
<i>Iñaki Archanco Mancho, Raúl Belloso Luqui y Pablo Díaz Torquemada</i>	
BOA arquitectos	
<b>INFLUENCIA DE LOS PUENTES TÉRMICOS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS. CASO PRÁCTICO: PROPUESTAS PARA REHABILITACIÓN DE EDIFICIO RESIDENCIAL</b>	<b>425</b>
<i>Mercedes Sánchez Mateos</i>	
<b>REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE OFICINAS. CÓMO PASAR DE CLASE E A CLASE A</b>	<b>431</b>
<i>Penélope González de la Peña</i>	
URSA Ibérica Aislantes	
<b>DREEAM PROJECT: METODOLOGÍAS ESTANDARIZADAS PARA LA REHABILITACIÓN CON CRITERIOS EECN DE EDIFICIOS RESIDENCIALES</b>	<b>437</b>
<i>Ángel Luis Teso Alonso</i>	
Everis Ingeniería (Exeleria)	
<b>PLANIFICACIÓN Y REGENERACIÓN URBANA:</b>	
<b>OPTEEMAL: UNA HERRAMIENTA DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS URBANAS HACIA DISTRITOS DE ENERGÍA CASI NULA</b>	<b>443</b>
<i>Miguel Á. García-Fuentes, Gema Hernández, Víctor Iván Serna y Julia M<sup>a</sup> Vicente</i>	
Fundación CARTIF	
<b>METODOLOGÍA PARA LA REDACCIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE E INTEGRADO (EDUSI)</b>	<b>449</b>
<i>Enrique Mínguez Martínez, María Vera Moure y Diego Meseguer García</i>	
Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Universidad de Alicante (UA) y Enrique Mínguez Arquitectos	
<b>USO, GESTIÓN Y MANTENIMIENTO:</b>	
<b>NUEVO CONCEPTO DE MANTENIMIENTO EN LOS EECN RESIDENCIALES, LA GARANTÍA DEL ÉXITO</b>	<b>455</b>
<i>Fernando Aranda Moreno</i>	
Institut Català del Sòl - Generalitat de Catalunya	

<b>PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y MANTENIMIENTO DE 12 EDIFICIOS RESIDENCIALES REHABILITADOS. MEJORA DE LA EFICIENCIA EN 576 VIVIENDAS</b>	<b>461</b>
<i>Isabel Martín Sanz, Iñigo Urra Mardaraz, Javier Martín Sanz, Francisco Javier Rodríguez, Félix Larrinaga Barrenechea, Susana María Gutiérrez Caballero, Carol Pascual Ortiz, Imanol Aguirre, Ali Vasallo Belver y Andoni Diaz de Mendibil</i>	
3IA Ingeniería acústica, Tecnalia Research & Innovation, LKS Ingeniería, Mondragon Unibertsitatea y Fundación CARTIF	
<b>MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN A TRAVÉS DE LA MONITORIZACIÓN Y AUDITORÍAS ENERGÉTICAS. PROYECTO ME3A</b>	<b>467</b>
<i>Lorena Druet y Diego Fernandez</i>	
Fundación HABITEC	
<b>CIEMDATLAB-PROYECTO DE MONITORIZACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO</b>	<b>473</b>
<i>Francesco Oliva, Octavio Cabello Villalobos, David de Torres y Daniel Sarasa Fuenes</i>	
Zeroaplus, Energy-minus y Ayuntamiento Zaragoza	
<b>ESTRATEGIAS DE OCUPACIÓN, OPERACIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA CASI NULA PARA EL EDIFICIO DE RECTORADO UNSJ, SAN JUAN, ARGENTINA</b>	<b>479</b>
<i>Bruno Arballo, Ernesto Kuchen, Alción Frank y Yesica Alamino</i>	
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa)	

# INTERNET DE LAS COSAS Y GAMIFICACIÓN APLICADOS A EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

**Fernando Terroso Sáenz**, Investigador, Universidad de Murcia  
**Victoria Moreno Cano**, IT Manager, Odin Solutions S.L.  
**Aurora González Vidal**, Investigadora, Universidad de Murcia  
**Miguel Angel Zamora-Izquierdo**, Profesor Titular, Universidad de Murcia  
**Antonio F. Skarmeta**, Catedrático de Universidad, Universidad de Murcia

**Resumen:** En esta comunicación se describen las actuaciones llevadas a cabo dentro del proyecto europeo Entropy, que busca el diseño de un sistema que motive cambios en la conducta de las personas respecto al uso energético, a fin de incrementar su conciencia ambiental y de que adopten un estilo de vida más sostenible en la sociedad. Para conseguir un mayor nivel de implicación y motivación, se hará uso de aplicaciones para móvil, internet de las cosas para recoger datos de sensorización y del estado del consumo en los edificios, y el uso de la plataforma de gestión y monitorización de edificios inteligentes City Explorer, la cual permite definir actuaciones y reglas de mejora de la gestión energética en edificios basado en la experiencia con los usuarios.

**Palabras clave:** Eficiencia Energética, Internet de las Cosas, Gamificación

## INTRODUCCIÓN

El consumo energético de edificios es uno de los principales sectores de consumo energético a nivel global, seguido por el transporte (32%) y la industria (25%). Según informes recientes (Petersen et al. 2009), los edificios consumieron cerca del 41% del total de la energía en Europa en 2010. En los Estados Unidos, los edificios constituyen el 41% del consumo energético primario, un 44% y 36% más que el transporte y la industria, respectivamente.

Tal y como indica el informe *Smarter 2020*<sup>1</sup>, la mayoría de los edificios - incluyendo tanto los de nueva como los de antigua construcción - no han incorporado todas las oportunidades que actualmente existen para incrementar su eficiencia energética. El desaprovechamiento de energía es debido, en su mayor parte, a una ineficaz climatización e iluminación. Considerando todos estos factores, resulta crucial llevar a cabo un cuidadoso estudio del potencial ahorro energético que puede lograrse.

En su Plan de Eficiencia Energética 2011, la Comisión Europea afirma que el mayor potencial de ahorro energético reside en los edificios (European Commission 2011). Para aprovechar dicho potencial, es necesario implementar soluciones innovadoras sobre un conocimiento sólido de los principales factores involucrados en el consumo energético en edificios, incluyendo aquí el comportamiento de los ciudadanos con respecto a dicho consumo. Sin embargo, entender las diferentes formas en las que se usa la energía dentro de los edificios es un problema complejo debido a la escasez de datos fiables, así como la gran variedad de tipos de edificios.

En este contexto, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) resultan indispensables en el desarrollo de soluciones que reduzcan los aspectos de ineficiencia energética anteriormente mencionados. En concreto, las TICs pueden ayudar tanto a proporcionar una mayor eficiencia energética como a lograr un cambio de comportamiento de los ciudadanos basado en la monitorización, la gestión y el control inteligente de los datos de consumo energético. Esto, además, proporcionaría información valiosa a los ciudadanos, la industria y los gobiernos acerca del consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>. En este sentido, se estima que las TICs pueden reducir potencialmente las emisiones anuales de los edificios en un 1.68 GtCO<sub>2</sub> antes del 2020.

Sin embargo, los despliegues tecnológicos deben ir acompañados de una participación activa de los usuarios, pues este aspecto puede ser la mayor barrera para la total adopción y eficacia de cualquier

solución. Esto puede lograrse incrementando la concienciación general de los consumidores respecto a los principales contribuidores al consumo energético, su impacto en el medio ambiente, así como los motivos para cambiar algunas de sus rutinas diarias a fin de conseguir reducir potencialmente la energía consumida y sus gastos derivados, consiguiendo a su vez una mejor calidad de vida.

Teniendo en cuenta la necesidad de reducir el consumo energético y el potencial ofrecido por las TICs, el presente trabajo introduce un innovador ecosistema TIC orientado a incrementar la eficiencia energética a través de la comprensión por parte de los consumidores, su implicación y el cambio de ciertos hábitos, así como el soporte de características sensibles a la energía en el equipamiento TIC. La presente propuesta se basa en la aplicación del internet de las cosas, el modelado y análisis de datos, así como en sistemas de recomendación y gamificación.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto europeo Entropy - *“Design of an innovative energy-aware IT ecosystem for motivating behavioural changes towards the adoption of energy efficient lifestyles – de la convocatoria EE-07-2016-2017 “Behavioural change toward energy efficiency through ICT”*, y en el caso de uso llevado a cabo en el Campus de Espinardo de la Universidad de Murcia, a través de la plataforma tecnológica City Explorer.

## ASPECTOS TECNOLÓGICOS CLAVE

Según el informe técnico de la Comisión Europea de Medio Ambiente<sup>iii</sup>, la realización de acciones interventivas centradas en el comportamiento de los consumidores puede lograr hasta un 20% de ahorro energético extra con respecto al modo de funcionamiento normal de una infraestructura.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente propuesta se basa en tres ramas de investigación diferenciadas que motivan el cambio de hábitos de los usuarios. La Figura 1 esquematiza los principales pilares tecnológicos de esta propuesta.

Por un lado, las tecnologías del internet de las cosas se usarán para: 1) la correcta y eficiente - desde el punto de vista energético - conexión de un conjunto de sensores heterogéneos; 2) la recolección de datos basados en mecanismos de *crowdsensing* móvil, que permitirá la captación de datos de una gran masa de fuentes; y, 3) la aplicación de esquemas de comunicación orientados a la captación de datos.

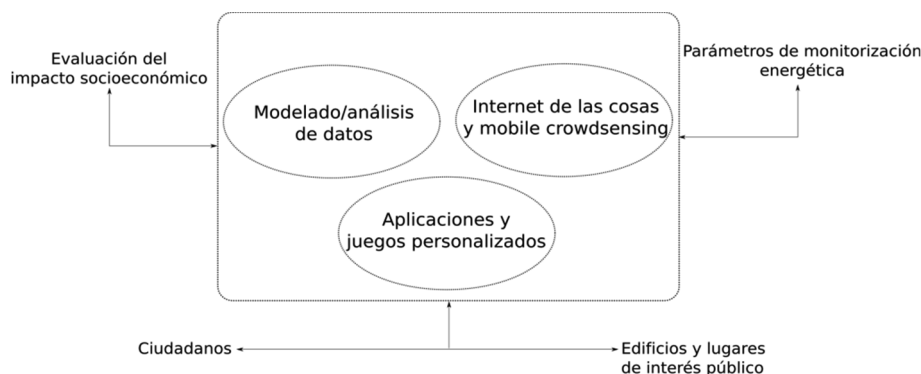


Figura 1. Pilares tecnológicos de la propuesta

Se usarán técnicas avanzadas de modelado y análisis de los datos recogidos, tanto de las redes de sensores desplegadas como de los usuarios finales, y la extracción a partir de los mismos de conocimiento haciendo uso de técnicas basadas en la web semántica y la minería de datos.

Por último, el tercer elemento de la propuesta se centra en el desarrollo de aplicaciones móviles y juegos personalizados enfocados a proporcionar a los usuarios información relacionada con la energía, incentivar la interacción con usuarios relevantes en las redes sociales (ej. usuarios dentro de una determinada área en una ciudad) e incrementar la concienciación respecto a las diferentes formas de reducir el consumo energético en sus actividades diarias. Para lograr un cambio gradual de hábitos se hará uso de sistemas



de recomendación de estilos de vida. También de técnicas de gamificación para describir el proceso y resultado donde elementos propios de los videojuegos pueden introducirse en determinadas situaciones, transformando dichas situaciones en experiencias cercanas a un juego. Finalmente, también se desarrollarán juegos que combinen datos tanto del mundo real como del digital, para estimular la colaboración y reafirmar los resultados obtenidos de una manera sostenible por los ciudadanos.

## ARQUITECTURA GENERAL

A la hora de integrar las tecnologías arriba indicadas, se ha definido una arquitectura conceptual consistente en 4 capas diferentes (ver Figura 2). Cada una de ellas tiene un rol determinado y una serie de funcionalidades asignadas.



Figura 2. Arquitectura general de la propuesta

La capa de comunicaciones del internet de las cosas es la del despliegue de la infraestructura de comunicaciones y la responsable de la interconexión de los diferentes dispositivos con las capas superiores de la arquitectura. Dicha infraestructura abarca tantos sensores inalámbricos como cableados instalados en diferentes áreas y capaces de monitorizar el consumo energético así como otras variables ambientales (ej. CO<sub>2</sub>, polución en el aire, etc.). Además, dicha infraestructura es energéticamente eficiente tanto a nivel de procesamiento como de comunicación ya que se tiene en cuenta el uso de tecnologías basadas en IPv6. Por último, esta capa contiene también una serie de mecanismos de agregación de datos heterogéneos, tales como los mencionados sensores, así como aquellos obtenidos mediante mecanismos de *crowdsensing* móvil.

La capa de modelado y fusión de datos es la responsable de proporcionar una representación común a los datos obtenidos mediante el uso de modelos semánticos apropiados. En concreto, incluye dos modelos bien diferenciados:

1. El modelo semántico de los parámetros monitorizados por la infraestructura de red que describe las entidades y conceptos relevantes para la monitorización del consumo de energía, sus parámetros de producción, así como otras variables medioambientales que puedan tener cierto impacto sobre dicho consumo.
2. El modelo semántico de comportamiento de usuarios que describe los perfiles de usuario respecto a la adopción de estilos de vida energéticamente eficientes.

Por tanto, esta segunda capa se encarga de mapear los datos recibidos con estos dos modelos a fin de incrementar su expresividad, su potencial extensibilidad e interconexión con otros tipos de datos, extrayendo conocimientos más avanzados.

La capa de diseño y despliegue de algoritmos es la responsable del desarrollo de mecanismos que permitan proveer a los usuarios de recomendaciones sobre estilos de vida energéticamente eficientes. Estas recomendaciones vienen proporcionadas por el adecuado razonamiento de los resultados

obtenidos a través de los análisis realizados por dichos algoritmos sobre los datos capturados, después de haber sido mapeados en los modelos semánticos contenidos en la anterior capa y, en algunos casos, también interconectados con conjuntos de datos externos.

Para el análisis se usa un amplio abanico de algoritmos incluyendo clasificación, reconocimiento de patrones o análisis predictivo respecto al consumo energético, y sus costes asociados serán tenidos en cuenta. Además, esta capa contiene las técnicas de gamificación que permiten describir e interconectar los conceptos y situaciones respecto a la involucración de los usuarios finales en actividades diarias eficientes energéticamente. Esta información será el bloque fundamental para la transformación de dichas actividades en experiencias *gamificadas* con un ámbito y objetivos predefinidos.

Por último, la capa de servicios y aplicaciones se destina a motivar y ayudar el cambio gradual de comportamiento de los ciudadanos a fin de obtener ahorros energéticos significativos a través de las TICs. Entre otros elementos, contiene un *framework* para una visualización avanzada de los parámetros bajo monitorización y la generación de informes de los resultados de los análisis, de acuerdo con el dominio de aplicación, en un formato amigable. En cuanto a las aplicaciones, estas incluyen el desarrollo de “juegos serios” a fin de incrementar la concienciación y estimular la colaboración, así como aplicaciones personalizadas enfocadas a la interacción mediante social media entre los ciudadanos involucrados.

### CITY EXPLORER: LA PLATAFORMA

City Explorer es una plataforma de tele-gestión integral basada en productos embebidos que integran los últimos avances en electrónica. Estos productos permiten llevar a cabo un control fino con bajo consumo de energía para soluciones innovadoras en ciudades y agricultura.

Esta plataforma es proporcionada por la empresa Odin Solutions S.L., una spin-off de la Universidad de Murcia. Los productos electrónicos (sensores y controladores) integrados en City Explorer permiten la monitorización de condiciones ambientales (temperatura, humedad, CO2, etc.) y el control remoto de infraestructuras de ciudad (iluminación, aire-acondicionado, ventilación, paneles solares, farolas, válvulas de riego, etc.).

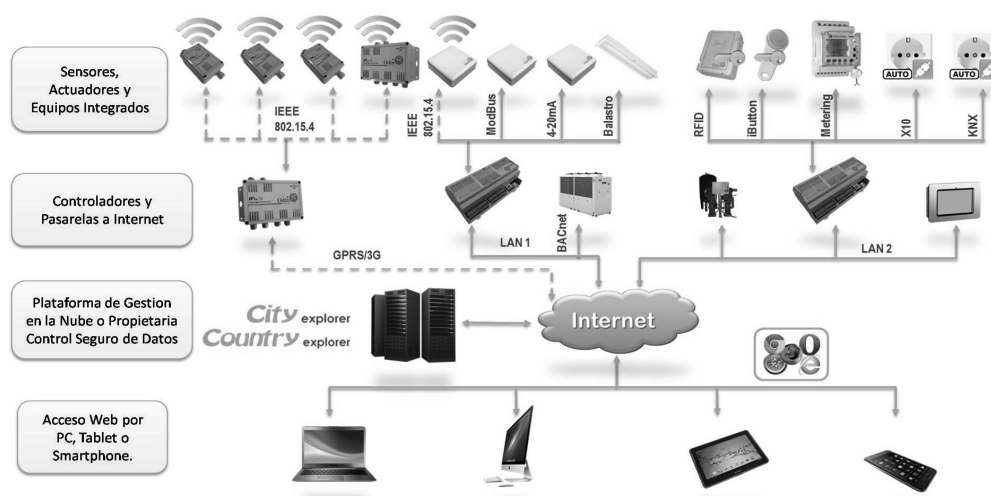


Figura 3. Plataforma City Explorer

Los dispositivos electrónicos que componen City Explorer soportan un amplio abanico de comunicaciones tales como Ethernet, Wifi, GPRS/4G y Radio 868/433/169Mhz que permiten conectarse través de Internet a la plataforma de gestión. La plataforma de tele-gestión proporciona un sistema inteligente de procesamiento de datos, toma de decisiones y administración segura multiusuario.

El sistema integral de tele-gestión está compuesto por:

- Sensores y actuadores que monitorizan las condiciones ambientales y ejecutan acciones sencillas basadas en los principales estándares industriales (4-20mA, Modbus, RS232, Radio, Wifi, RFID, etc.).
- Controladores que recopilan los datos monitorizados y lanzan acciones complejas automatizadas. Los controladores tienen módulos inteligentes para iniciar acciones basadas en temporizadores, calendarios, etc. Además, pueden comunicarse con dispositivos electrónicos (iluminación, aire acondicionado, electrodomésticos, etc.) mediante protocolos estandarizados (X10, KNX, etc.) para tener un control fino y regular su funcionamiento según las necesidades del cliente.
- Central de procesamiento de datos y plataforma web. La plataforma proporciona base de datos, gestión eficiente y segura de las comunicaciones con los sensores y controladores, y un interfaz amigable y accesible desde Internet.
- Clientes web compatibles con múltiples dispositivos (Ordenador, Smartphone y Tablet) para acceder a los datos monitorizados y personalizar las acciones automatizadas mediante una interfaz. El acceso no depende del sistema operativo.

City Explorer permite definir actuaciones y reglas de mejora de la gestión energética en edificios basado en la experiencia con los usuarios. En los despliegues realizados de City Explorer para la Universidad de Murcia, todo el personal de la misma tiene la posibilidad de convertirse en un agente más del sistema.

City Explorer permite tanto el acceso a toda la información disponible, como la gestión de los diferentes actuadores integrados en el sistema, por ejemplo, mediante la edición de reglas de control. En este sentido, la Universidad de Murcia se encuentra participando en materia de eficiencia energética desde hace varios años, con más de treinta edificios conectados a City Explorer (ver Figura 4). Los servicios ofrecidos en cada edificio son diferentes dependiendo de su contexto.

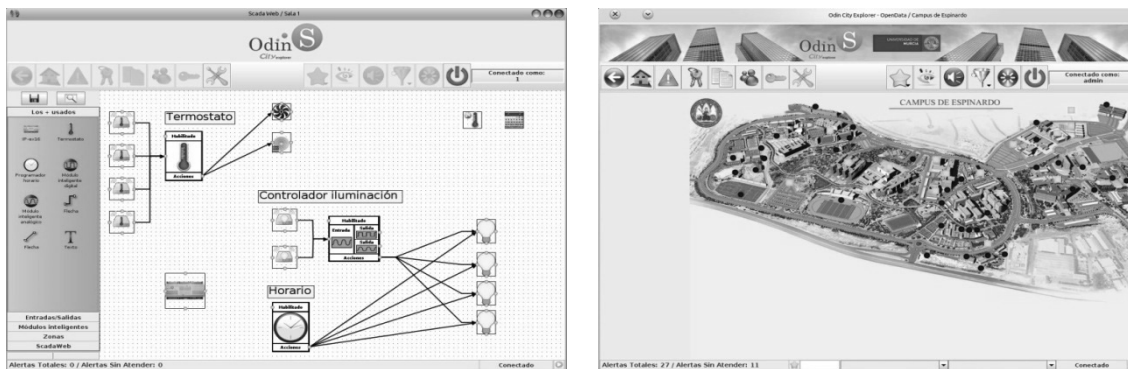


Figura 4. Izquierda: Edificios del Campus de Espinardo de la Universidad de Murcia conectados a la plataforma City Explorer. Derecha: Interacción del usuario con City Explorer a través de la edición de reglas y las opciones de configuración

## CONCLUSIONES

Si tenemos en cuenta que los edificios constituyen el mayor sector de consumo energético, resulta crucial el diseño y posterior desarrollo de soluciones destinadas a la reducción de su consumo basándose en el uso de técnicas eficientemente energéticas que involucren la activa participación de ciudadanos y usuarios.

El presente trabajo describe un nuevo enfoque para dicho tipo de soluciones bajo la integración de tecnologías que facilitan el desarrollo de ecosistemas TIC de gestión energética que incentiven determinados cambios de comportamiento en los usuarios finales. Dichos ecosistemas hacen uso de: 1) el internet de las cosas por su capacidad para interconectar gran cantidad de dispositivos de una manera energéticamente eficiente junto con otros mecanismos de recolección de datos distribuidos tales como crowdsensing; 2) técnicas avanzadas de modelado y análisis de datos; y, 3) sistemas de recomendación y gamificación.

Este nuevo enfoque es aplicado en el escenario desplegado en la Universidad de Murcia como caso de uso del proyecto Entropy y a través de la plataforma tecnológica City Explorer.

## REFERENCIAS

- D. Petersen, J. Steele, and J. Wilkerson. Wattbot: a residential electricity monitoring and feedback system. In Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems, pages 2847-2852. ACM, 2009.
- European Commission (2011), Energy Efficiency Plan 2011, COM(2011) 109 final, Online: [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/action\\_plan/action\\_plan\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/action_plan/action_plan_en.htm)

---

<sup>i</sup> <http://gesi.org/SMARTer2020>

<sup>ii</sup> <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/5059-ee-07-2016-2017.html>

<sup>iii</sup> <http://www.eea.europa.eu/publications/achieving-energy-efficiency-through-behaviour>