

Proyecto **EDEA RENOV**
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARQUITECTURA
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA E INNOVACIÓN



INFORME LAYMAN



edeaRenov
EXPERIMENTAL ARCHITECTURE

www.edeaarquitectura.com | info@edeaarquitectura.com

RESUMEN Y OBJETIVOS

El objetivo principal del Proyecto EDEA-Renov es desarrollar una forma de evaluar, diseñar y rehabilitar viviendas existentes con criterios de ahorro energético, sostenibilidad y empleo de energías renovables.

Este proyecto comenzó con el apoyo del **Programa LIFE+ 09**, como respuesta a la situación del sector de la construcción que demandaba nuevas soluciones y recursos para poder realizar rehabilitaciones energéticas en los edificios existentes. El proyecto marcó como objetivos básicos el fomento de buenas prácticas en eficiencia energética para que todos los agentes implicados en la edificación se concienciaran y rehabilitaran de forma apropiada. El objetivo final es, a través de la rehabilitación energética, **reducir las pérdidas de energía y las emisiones de CO₂ de los edificios durante su fase de uso**, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático que sufre nuestro planeta.



Extremadura, región de España donde se ha desarrollado el Proyecto EDEA-Renov.

El proyecto EDEA-Renov se ha desarrollado principalmente en la región española de Extremadura aunque los resultados obtenidos pueden ser aplicados en otros climas o en edificios situados en regiones con clima similar.

El Proyecto EDEA-Renov ha conseguido un compendio de resultados destinados a **guiar, comprender, facilitar y fomentar la rehabilitación energética en viviendas** tanto a los técnicos de la construcción como a los usuarios de las viviendas.

La mejor manera de resumir el Proyecto EDEA-Renov es hacer una relación de los numerosos logros alcanzados:

- Se han realizado más de **500 simulaciones energéticas en 9 modelos de edificios representativos de 2 barrios de viviendas sociales** alcanzando resultados sobre las intervenciones óptimas de rehabilitación energética.
- **Se han mejorado energéticamente 6 viviendas sociales** con el objetivo de estudiar los costes y mejoras reales que suponen en las viviendas, así como comparar con viviendas que no han sido mejoradas.
- Se ha desarrollado **EDEAsim: simulador energético on-line** que estudia de manera automatizada, sin necesidad de conocimientos técnicos, cualquier vivienda de manera sencilla y precisa para realizar estudios de rehabilitación energética con resultados económicos, ambientales y sociales.
- **Se han monitorizado 8 viviendas sociales** en las que se han estudiado las mejoras energéticas llevadas a cabo durante el proyecto.





BIENVENIDO A LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN ENERGÉTICA EDEASim



La herramienta EDEASim le permite evaluar energéticamente su edificio o vivienda para conocer los ahorros energéticos y económicos que puede llegar a alcanzar.



Web EDEASim (<http://edeasim.gobex.es>)

Se ha desarrollado **EFICIEX, un sistema de monitorización de bajo coste y de código abierto** para medir el confort y el consumo energético de las viviendas.

· Se han realizado **16 cursos para técnicos, constructores y usuarios de viviendas**. Estos cursos han sido en algunos casos teóricos y en otros prácticos.

· Se han realizado **6 publicaciones destinadas** a mejorar el conocimiento y las herramientas de usuarios y técnicos de la construcción.

· Se ha desarrollado **ClimEX, la base de datos climática de la región de Extremadura** con archivos climáticos de 66 municipios.

- Se han desarrollado **10 ensayos de equipos bioclimáticos y equipos de alta eficiencia en los Demostradores EDEA** de Cáceres.

- Se han recibido **más de 1000 visitantes en los demostradores EDEA**.

- Se han formado a **más de 1300 personas en cursos, charlas y jornadas** en rehabilitación energética y normativa relacionada.

SOCIOS DEL PROYECTO

La **Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Turismo** del Gobierno de Extremadura ha sido la entidad que ha coordinado el Proyecto EDEA-Renov.

Los socios que han participado en las tareas de arquitectura, ingeniería, investigación y difusión han sido: **Fairbanks arquitectos & Eduardo Montero, Valladares Ingeniería S.L., INTROMAC** (Instituto Tecnológico de rocas ornamentales y materiales de construcción), **ACCIONA S.A. y AGENEX** (Agencia Extremeña de la Energía).

Es importante mencionar la colaboración de diferentes entidades con el proyecto tales como: **La asociación de vecinos de Santa Engracia (Badajoz), Weber S.A., la Universidad de Extremadura y el Grupo ABIO de la Universidad Politécnica de Madrid**.

Estructura de socios del Proyecto EDEA Renov.



BARRIOS DE SANTA ENGRACIA Y SAN LÁZARO

Las tareas principales del proyecto EDEA-Renov se han realizado en los barrios sociales de Santa Engracia (Badajoz) y San Lázaro (Mérida). Se han realizado mejoras energéticas en viviendas, estudios y talleres.

EDEA-Renov es un proyecto de demostración en el cual se han realizado numerosas tareas relacionadas con la eficiencia energética. **La mayoría de las tareas se han llevado a cabo en las viviendas de los barrios de Santa Engracia (Badajoz) y San Lázaro (Mérida).**

En los barrios se han realizado los siguientes trabajos:

- **Análisis climáticos** de los barrios.
- Redacción de los **planos de más de 130 viviendas diferentes y más de 50 estudios energéticos** en viviendas.
- **Monitorización de 8 viviendas** con el testeado de 3 sistemas de monitorización diferentes.
- **Mejora energética de 6 viviendas:** mejora de aislamientos, huecos e instalaciones.
- **Proyecto para la Rehabilitación integral de 63 viviendas** en San Lázaro (Mérida).
- **Talleres de rehabilitación energética** para usuarios de vivienda. 40 participantes.
- **Asesoría desde las oficinas técnicas de los barrios** a vecinos para la solicitud de ayudas, coordinación de actividades, uso de equipos, etc...
- Ensayos con equipos de **termografía y "Blower Door"** para evaluar las mejoras energéticas realizadas.

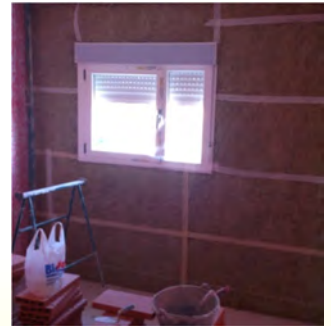
Gracias a estos trabajos **se han definido las intervenciones más óptimas** en cada tipo de vivienda, **se han documentado los hábitos de uso energético en vivienda social** y **se ha mejorado la concienciación de los usuarios de las viviendas.**



Barrio de Santa Engracia (Badajoz)



Barrio de San Lázaro (Mérida)



Rehabilitación energética de viviendas en Santa Engracia y San Lázaro



Sistemas de monitorización y equipos de alta eficiencia instalados.



Taller autoconstrucción para obreros en paro de Santa Engracia (Badajoz)



DEMOSTRADORES EDEA

Los demostradores EDEA son espacios de estudio e investigación de la eficiencia energética formado por dos viviendas gemelas, situados en Cáceres, y desarrollados en el proyecto "LIFE+ 07 Proyecto EDEA".

Durante el Proyecto EDEA-Renov se han realizado las siguientes mejoras:

- Se ha preparado la cubierta para realizar pruebas de **cubierta aljibe**.
- Se ha instalado una **chimenea solar** para su estudio.
- Se han instalado **toldos**.
- Se ha **mejorado la accesibilidad con una nueva pavimentación exterior**.
- Se han realizado una **rehabilitación del centro de recepción de visitantes**, dotándolo de una nueva sala multiusos para presentaciones y muestras de equipos y productos.
- Se ha instalado un **sistema de enfriamiento evaporativo** en el centro de recepción de visitantes.
- Se han implementado estas mejoras en el sistema de control.

Todas estas mejoras han tenido 2 objetivos
1- **Mejorar la calidad de las visitas** de los colectivos de profesionales y estudiantes que visitan el centro.
2- Incluir **nuevas instalaciones y sistemas bioclimáticos para realizar los ensayos** contemplados en el Proyecto EDEA-Renov.

Los ensayos realizados en los Demostradores EDEA durante el Proyecto EDEA-Renov han tenido los principales resultados:

- **La cubierta aljibe no ha mejorado de manera significativa** la eficiencia energética de la vivienda.
- **La chimenea solar ha mejorado temperatura media de las estancias entre 2 y 6°C durante su uso en invierno y 2-3°C en las noches de verano.**
- Durante días soleados de invierno, la **calefacción mediante paneles solares térmicos reduce el consumo energético en un 66%.**



Chimenea solar en los Demostradores EDEA



Demostradores EDEA: A la izquierda una vista exterior de las viviendas, en el centro la sala de instalaciones y a la derecha una imagen interior.



SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Las simulaciones del Proyecto EDEA-Renov se han usado para determinar las mejoras energéticas en las rehabilitaciones de los barrios, comparar los diferentes programas de simulación y calibrar el software EDEAsim.

Una de las tareas principales ha sido la simulación energética de las diferentes mejoras energéticas en las viviendas de los barrios de Santa Engracia y San Lázaro.

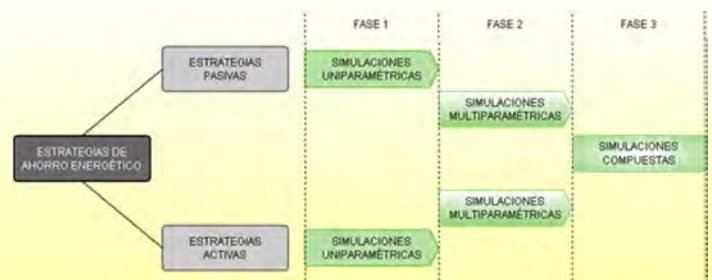
Durante la fase de toma de datos se seleccionaron **9 modelos diferentes** para caracterizar completamente un total de 1300 viviendas de los 2 barrios. **Los modelos corresponden a 1 bloque de viviendas completo y 8 viviendas individuales.**

Se han seleccionado un total de **46 medidas de mejora de construcción y 46 tipos de mejoras de instalaciones** para su estudio en los modelos seleccionados.

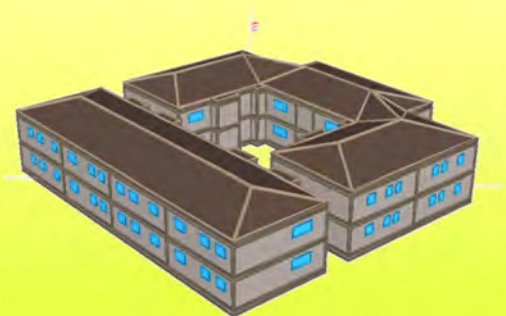
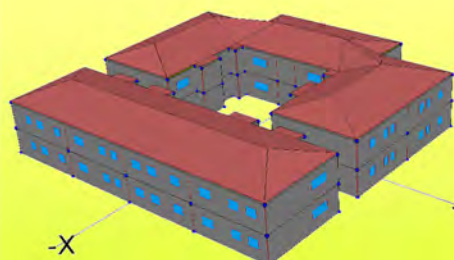
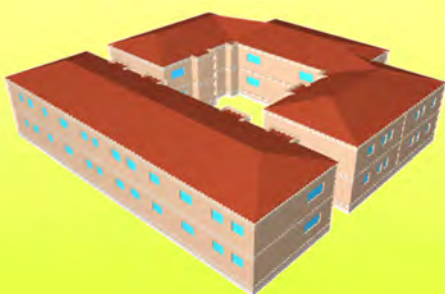
El trabajo se ha realizado en **3 programas de simulación energética (CE3, Calener y Design Builder)**. El objetivo ha sido comparar la precisión y los resultados obtenidos para poder comparar y determinar que software es el más apropiado.

Para cada uno de los modelos y programas de simulación se han realizado las siguientes etapas:

- **Simulaciones uniparamétricas:** En las que sólo se realiza 1 mejora energética por simulación.
- **Simulaciones multiparamétricas:** En las que se combinan mejoras constructivas (pasivas) o mejoras de instalaciones (activas) de manera independiente usando los resultados anteriores.
- **Simulaciones combinadas:** En las que se usan tanto mejoras constructivas como de instalaciones para obtener las mejoras más efectivas de ahorro energético.



Fases de las simulaciones energéticas



Modelos tridimensionales del bloque de viviendas en los 3 programas de simulación (de izquierda a derecha): Design Builder, CE3 y Calener



Los resultados más relevantes obtenidos en el proceso de simulación han sido:

1- Todas las viviendas estudiadas requieren **un mayor consumo energético en calefacción** que en refrigeración.

2- Las mejoras de **aislamiento térmico por el exterior (en gráfico inferior: M1, M2, M5 y M6)**, en todo caso, han sido en torno a un 5% más eficientes que las mejoras por el interior (M3, M4, M7 y M8).

3- Las mejoras de **ventana doble (en gráfico inferior: M11, M12 y M13)** han sido más eficientes que las de sustitución de ventanas (M9 y M10).

4- Las mejoras de **protección solar fija (en gráfico inferior: M14 a M19)** han resultado ser **contraproducentes** debido a la falta de captación solar en invierno.

5- En las simulaciones han destacado 3 instalaciones principalmente:

- **La caldera de condensación a gas** (menor consumo de energía primaria).
- **La bomba de calor aerotérmica** (menor consumo de energía final).
- **La caldera de biomasa** como el equipo (menor tasa de emisiones de CO2).

Las simulaciones energéticas llevadas a cabo en el Proyecto EDEA-Renov también **han determinado la rentabilidad económica de las mejoras estudiadas en cada modelo.**

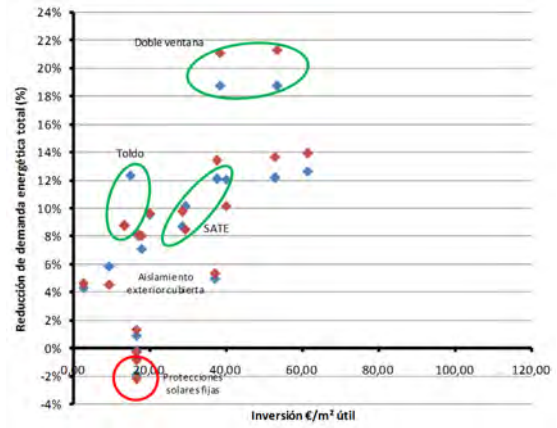


Gráfico de las medidas de mejora energética pasivas en vivienda unifamiliar entre medianeras de San Lázaro (Mérida).

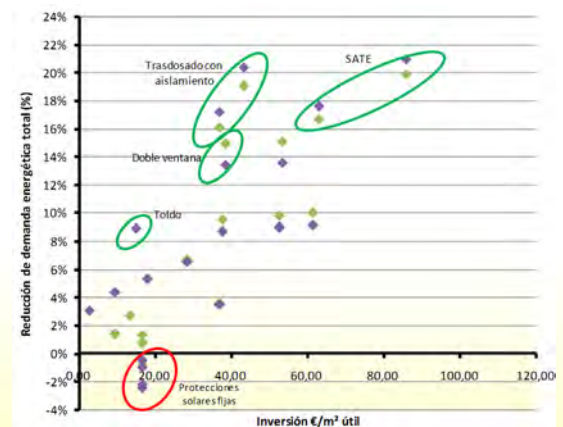


Gráfico de las medidas de mejora energética pasivas en vivienda unifamiliar en esquina de San Lázaro (Mérida).

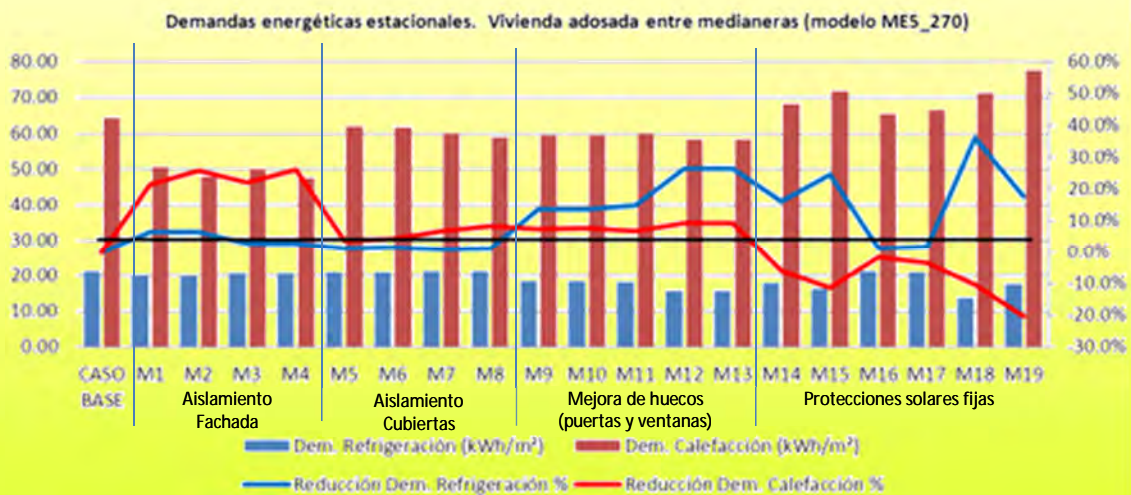


Gráfico de las medidas de mejora energética pasivas en vivienda unifamiliar en esquina de San Lázaro (Mérida).



EDEAsim: SIMULACIÓN ENERGÉTICA PARA TODOS

EDEAsim es una herramienta online que permite a cualquier usuario realizar una simulación energética, evaluando costes de la rehabilitación energética y aspectos de sostenibilidad.

EDEAsim es una herramienta de simulación simplificada on-line que recoge todo el trabajo realizado en las fases de simulación energética del proyecto y lo pone al servicio de cualquier usuario de vivienda para poder realizar el estudio energético de su propia vivienda de manera sencilla.

Las características de EDEAsim son:

- Integra la búsqueda de la vivienda a través de Google Earth®
- Gracias a la **base de datos de catastro (registro gratuito y obligatorio de los inmuebles en España)** es capaz de dibujar de manera automatizada la geometría de la vivienda.
- Incluye una herramienta de dibujo manual para casos en los que la geometría de catastro no sea apropiada.
- El motor de cálculo es **Energy Plus 8.1**. Es el software más reconocido a nivel internacional.
- Para la simulación utiliza **archivos climáticos del Proyecto ClimEX** y del CTE (marco normativo de exigencias de calidad y seguridad que deben cumplir las viviendas en España).
- Tiene una **extensa base de datos con la información desarrollada durante el Proyecto EDEA-RENOV** con soluciones constructivas y de instalaciones, precios de energía y mejoras, de sostenibilidad, etc...
- Tiene un **exportador de informes a .pdf** para recoger los resultados de la simulación.



Modelo de simulación mediante Catastro+Google Earth de edificio de viviendas de San Lázaro (Mérida)

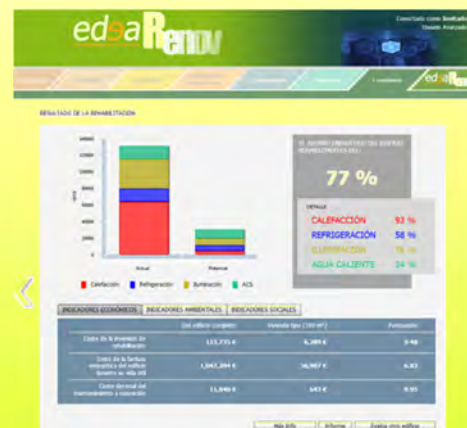
Tras elegir las características de nuestro edificio, EDEAsim realiza 2 fases de simulación:

- En la primera determina el consumo actual y el potencial ahorro según unas medidas predeterminadas por defecto.
- En la segunda fase permite seleccionar las medidas de mejora de manera personalizada para estudiar diferentes opciones de rehabilitación energética.

EDEAsim se puede usar desde:

<http://edeasim.gobex.es>

<http://edeasim.aidico.es>



Pantalla de resultados EDEAsim v1.0



FORMACIÓN Y DIFUSIÓN PARA TÉCNICOS

Los profesionales y empresas deben ser los principales responsables y concedores de los avances de la rehabilitación energética. EDEA-Renov ha impartido cursos y documentos para apoyar al sector en esta tarea.

Desde el comienzo del Proyecto EDEA-Renov se han realizado tareas y resultados enfocados al reciclaje y mejorar el conocimiento de las nuevas soluciones constructivas, instalaciones, sistemas de monitorización y demás innovaciones que existen en el sector de la eficiencia energética en construcción.

Durante el desarrollo del proyecto EDEA-Renov se han ido sucediendo diferentes cambios importantes en normativas europeas y nacionales para el desarrollo de certificaciones energéticas y cumplimiento de requisitos mínimos de la eficiencia energética. Esto ha hecho más valiosa la participación del proyecto EDEA-Renov como dinamizador y resolución de dudas sobre las soluciones más apropiadas para resolver los requisitos de eficiencia energética impuestos.

El proyecto EDEA-Renov ha formado a técnicos en:

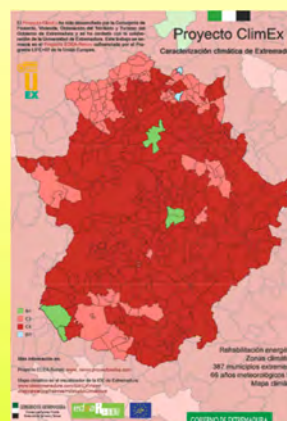
- 7 cursos de certificación energética con los programas oficiales españoles con más de 100 asistentes.
- Formación de alrededor de 1000 agentes rehabilitadores de la Comunidad de Extremadura para la gestión del Plan de Rehabilitación y Vivienda 2013-2016.
- 21 jornadas de difusión, congresos y presentación de resultados con más de 1000 asistentes totales.
- Visitas a los demostradores experimentales EDEA en Cáceres. Más de 1000 asistentes entre 2011 y 2014.

Además de las actividades realizadas, es de destacar los resultados y documentos desarrollados para mejorar la comprensión y los conocimientos de la eficiencia energética.

Todos los documentos se han redactado con la intención que sean de fácil comprensión y de muy fácil aplicación.

Las publicaciones más destacadas del Proyecto EDEA-Renov han sido:

- Manual de eficiencia energética para construcción e instalaciones en viviendas de Extremadura.
- 66 archivos climáticos en formato .epw para simulación energética de municipios Extremeños (ClimEX).
- Catálogo de Elementos constructivos e instalaciones de Extremadura. Con 42 soluciones constructivas y 80 instalaciones estudiadas.



Portadas del Proyecto ClimEX y del Manual de Eficiencia Energética



RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN

El control de lo que realmente consume una vivienda y la concienciación del usuario es el campo donde existe mayor potencial de mejora energética de los edificios.

Para conocer los ahorros y mejoras de confort de las viviendas rehabilitadas energéticamente durante el proyecto se han instalado diferentes sistemas de monitorización desarrollados por el proyecto.

Desde el comienzo se determinó que los datos a monitorizar de las viviendas serían:

- **Datos de confort:** Temperatura (°C), humedad (%) y calidad del aire (p.p.m. de CO₂) interior además de la temperatura y la humedad exteriores.

- **Datos de consumo:** Consumo eléctrico (W y kWh), consumo de agua (L) y consumo de combustible (kWh).

En las 4 rehabilitaciones del Barrio de Santa Engracia se ha instalado el primer sistema desarrollado basado en Arduino® y con base de datos en Xively®. El enlace de los datos recopilados se encuentra en:

<https://xively.com/feeds/3368415>



Pantalla de monitorización del Barrio de Santa Engracia en Xively

En las 4 viviendas estudiadas del Barrio de San Lázaro se ha usado el sistema EFICIEX desarrollado por el Proyecto EDEA RENOV con hardware desarrollado con Arduino® y Raspberry Pi®. Un ejemplo de los datos han sido recopilados se encuentra en:

<http://eficiex.gobex.es/davidcarvajajusto>

Los datos recopilados revelan varios resultados muy importantes:

- La monitorización de una vivienda mediante sistemas de código abierto desarrollados en el proyecto tiene un coste entre 150 y 300 € dependiendo de las instalaciones y el tamaño de la vivienda.

- Se ha demostrado que los hábitos de uso son al menos igual de importantes que las mejoras energéticas para conseguir un hogar eficiente.

- Que la concienciación y la corrección de hábitos de uso ineficientes suponen un ahorro energético del 50% comparando viviendas con buenos y malos hábitos de uso.

- Los usuarios de viviendas sociales tienen reservas respecto al consumo de las instalaciones de alta eficiencia y su uso en las viviendas. En algunos casos optan por no arrancarlas por temor a la factura.

- En 2 casos (Gévora 31 y Umbría 8 en Badajoz) la temperatura de confort de la vivienda se ha cumplido (20°C en invierno y 26°C en verano de media) con un consumo eléctrico diario total de la vivienda de 10kWh (unos 60 € mensuales).



EFICIEX: ASESOR ENERGÉTICO

El sistema EFICIEX es un sistema de sensores de bajo coste y de libre acceso, combinando con una aplicación móvil y online que permite monitorizar la vivienda y recibir avisos.

Ante la inexistencia en el mercado del equipo de monitorización y control apropiado para su uso en vivienda (de bajo coste e inalámbrico), en el Proyecto EDEA Renov se ha desarrollado un sistema con tecnología Raspberry Pi® y Arduino® totalmente pensado para mejorar la eficiencia energética de las viviendas por un coste de 150 a 300 € por vivienda.

El sistema consta de 2 sensores de confort (interior y exterior), 2 sensores de consumo (electricidad y agua + combustible) y una estación base. Los sensores son inalámbricos y a pilas.

Los datos de cada vivienda están alojados en <http://eficiex.gobex.es> y se muestran los datos online de la vivienda mediante un acceso privado de cada usuario.

Además se ha desarrollado una aplicación en IOS y Android que, además de mostrar los datos recogidos, es capaz de dar avisos para la mejora del confort y disminuir el consumo.

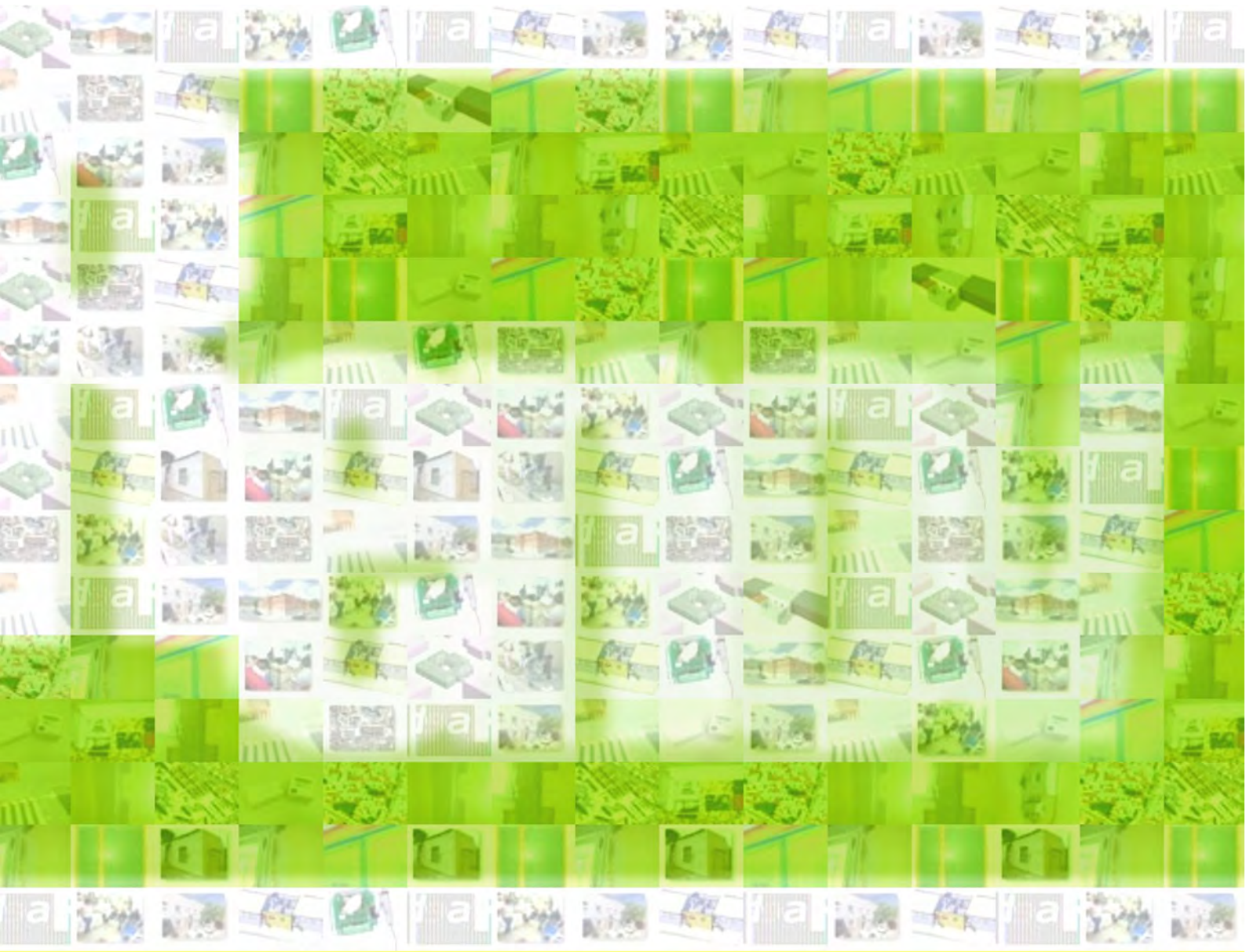


Pantallas de la aplicación móvil eficiex



Sistema de sensores eficiex. De izquierda a derecha: (1) Sensor de confort interior, (2) sensor de confort exterior, (3) estación base (Raspberry Pi®), (4) sensor de consumo de agua y combustible y (5) sensor de consumo eléctrico.





ed9a **Renov**
EXPERIMENTAL ARCHITECTURE