

Proyecto EDEA
**DEMOSTRADORES EXPERIMENTALES
EN ENERGÍA Y ARQUITECTURA**



INFORME LAYMAN

RESUMEN Y OBJETIVOS

El objetivo principal del Proyecto EDEA es desarrollar una forma de diseñar y construir viviendas sociales en Extremadura con criterios de ahorro energético, sostenibilidad y empleo de energías renovables.

Este Proyecto comenzó, con el apoyo del **Programa LIFE+07**, buscando la mejora de la calidad en los sectores de la construcción y la energía a través del fomento de buenas prácticas de eficiencia energética; para que todos los agentes implicados en la edificación se concienciaran y construyeran de forma adecuada; para **reducir las pérdidas de energía y emisiones de CO₂ de los edificios** que generan problemas en el cambio climático que sufre nuestro planeta.

El Proyecto EDEA se ha desarrollado principalmente en la región española de Extremadura aunque los resultados obtenidos pueden ser extrapolados a edificios situados en regiones con clima similar e incluso a edificios en otras condiciones climáticas teniendo en cuenta algunas consideraciones.

Situación de Extremadura
Location of Extremadura



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

Para alcanzar esta meta se han construido los Demostradores Experimentales en Energía y Arquitectura (EDEA) en Extremadura, junto al Laboratorio de Control de Calidad en la Construcción, como un **laboratorio de investigación para ensayar medidas de eficiencia energética en tiempo y escala real**.

Estos Demostradores cuentan con **dos viviendas similares a las viviendas sociales extremeñas con más de 300 sensores**, diferentes instalaciones de climatización y **energías renovables**, que hacen que sean unos demostradores muy flexibles para realizar multitud de ensayos de medidas de mejora (también llamadas estrategias) y finalmente comprobar si son adecuadas para las viviendas y propietarios o inquilinos.



Vista general de los Demostradores EDEA

En EDEA se exponen materiales, productos y equipos interesantes para edificios eficientes, ayudando a difundir los avances tecnológicos de los productos del mercado actual.

Estos Demostradores tienen un sistema de medición y control que permite el **ensayo de estrategias energéticas** y el análisis de sus resultados. Estos datos están al alcance de profesionales, empresas e investigadores y pueden ser consultados online en todo momento. La disponibilidad de los Demostradores Experimentales permite que en Extremadura se desarrollen estudios con un carácter práctico, en un camino hacia la innovación y el desarrollo, hacia el emprendimiento y la creación de empleo.

Mediante EDEA se ha promovido la participación pública, profesional y de todos los agentes que colaboran en el campo de la construcción, contribuyendo a la selección de las mejores estrategias para este clima y elaboración de una guía metodológica de sostenibilidad encaminada a las buenas prácticas para las viviendas sociales en Extremadura. EDEA se ha puesto a disposición de la sociedad como una infraestructura para ensayar y proponer soluciones de ahorro energético para promover la mejora de la calidad en la construcción y extraer lecciones de interés para su posterior aplicación en los edificios reales.

LA COORDINACIÓN Y LOS SOCIOS

La **Dirección General de Arquitectura y Vivienda** de la Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del **Gobierno de Extremadura**

ha sido la coordinadora del Proyecto EDEA. Los socios han sido entidades de arquitectura, ingeniería, investigación y energía: **GOP** Oficina de Proyectos, **Valladares Ingeniería**, el Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de construcción (**INTROMAC**), y la Agencia Extremeña de la Energía, (**AGENEX**).

Merecen mención también las colaboraciones realizadas por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (**CIEMAT**), la **Universidad Politécnica de Madrid**, la **Universidad de Extremadura** y el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC (**IETCC**). Asimismo cabe destacar que se ha involucrado a un gran número de empresas extremeñas, nacionales e internacionales vinculadas a los sectores de la construcción y la energía.



Equipo EDEA



Esquema de los socios y objetivos del Proyecto EDEA

Los Demostradores Experimentales en Energía y Arquitectura "EDEA" están constituidos por:

- **Dos demostradores-viviendas llamadas Vivienda Patrón y Experimental.**
- **El edificio de las instalaciones eficientes y energías renovables llamado Espacio Energético.**
- **El Espacio de Energía Solar y Eólica.**
- **El Centro de Interpretación.**

Las dos viviendas se han construido en la misma parcela y con características constructivas, superficies y materiales similares a los de las viviendas sociales extremeñas. Cuentan con orientación Norte-Sur y su diseño corresponde a una combinación entre vivienda adosada y vivienda en bloque. Sobre la vivienda denominada "Vivienda Patrón" no se ejecuta ninguna estrategia ni se realiza intervención alguna; se trata del edificio de referencia. El otro edificio, llamado "Vivienda Experimental", es en la que se centran los ensayos y análisis.

Algunas de las instalaciones que se han ejecutado en EDEA son sistema de calefacción con biomasa, sistema geotérmico de calefacción y refrigeración, bomba de calor, caldera de condensación, intercambiador geotérmico tierra-aire, solar térmica, solar fotovoltaica y eólica

para producción de electricidad. Además, las **condiciones climáticas externas** son medidas con una **estación meteorológica** propia (temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad y dirección del viento), ubicada en la cubierta de la Vivienda Experimental.

¿Para qué sirven los Demostradores Experimentales?

Es evidente que sirven para informar a usuarios, técnicos, instaladores, proyectistas, etc., con el objetivo de sensibilizar sobre la eficiencia energética en los edificios, realizar la **Transferencia del conocimiento** adquirido a todos los agentes del sector y participar en la reducción del consumo energético de los edificios y, por tanto, en la disminución de las emisiones de CO₂.



Vista General de los Demostradores y sus instalaciones (EDEA)

El uso de la zona de ensayos EDEA también proporciona:

- **Evaluar la eficiencia energética de los sistemas constructivos y materiales.**
- **Comprobar prototipos, equipos innovadores y sistemas de energías renovables en edificación.**
- **Ensayar nuevos componentes y sistemas con mejoras energéticas integradas en la edificación.**
- **Certificar el comportamiento térmico de materiales y sistemas constructivos**
- **Asesorar para la mejora y desarrollo de productos.**
- **Apoyar a proyectistas, promotores y constructores.**
- **Elaborar bases de datos con toda la información obtenida.**
- **Trabajar en investigación y desarrollo tecnológico.**
- **Mejorar el diseño arquitectónico.**
- **Estudiar fachadas y cubiertas inteligentes.**
- **Avanzar en soluciones de domótica.**
- **Formación y sensibilización.**

METODOLOGÍA

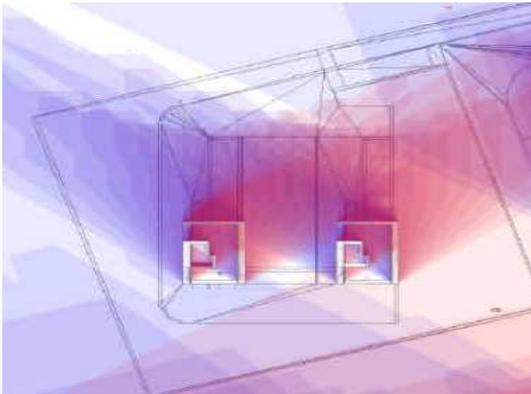
FASE 1. Caracterización del edificio y su ubicación. Diseño y Construcción.

Hay un conjunto de estudios previos que ha sido necesario desarrollar como la realización de los correspondientes anteproyectos, estudios de viabilidad económica, sistemas constructivos y materiales, proyectos, direcciones de obra, etc.

Para definir el edificio, su diseño y su construcción, se han seleccionado los materiales, sistemas e instalaciones realizando análisis, simulaciones, evaluaciones y diseños en función de multitud de requisitos. Todo ello con la visión de un **equipo multidisciplinar**, necesario e importante en este Proyecto.

Teniendo en cuenta todos estos estudios, las viviendas fueron construidas similares a las viviendas sociales extremeñas junto con varias instalaciones novedosas y eficientes, para poder realizar estudios de estrategias en ellas y comprobar cuánto reducen el consumo energético y/o aumentan el confort en su interior.

Merecen ser mencionados algunos estudios previos como el **Estudio de Soleamiento y Climático**, donde las medias mensuales del año reflejan un clima con inviernos fríos y veranos calurosos, con una media de mínimas de 4-6°C en invierno y veranos con temperaturas máximas medias de 34°C.



Estudio de soleamiento de EDEA

FASE 2. Análisis e identificación de las estrategias.

En esta fase se identifican estrategias que reduzcan el consumo energético del edificio. Éstas pueden ser pasivas o activas; las **estrategias pasivas** son aquellas que mejoran la construcción y diseño del edificio mientras que las **estrategias activas** mejoran la eficiencia y emisiones de CO2 de las instalaciones energéticas.

En los demostradores-viviendas se han analizado qué estrategias pasivas generan mejores resultados para disminuir la demanda de energía y qué estrategias activas son más sostenibles. También se ha desarrollado una **herramienta de evaluación de la sostenibilidad** de los materiales que evalúa de forma objetiva la sostenibilidad de diferentes soluciones constructivas o estrategias pasivas aplicadas sobre EDEA, considerando el ciclo de vida del edificio.



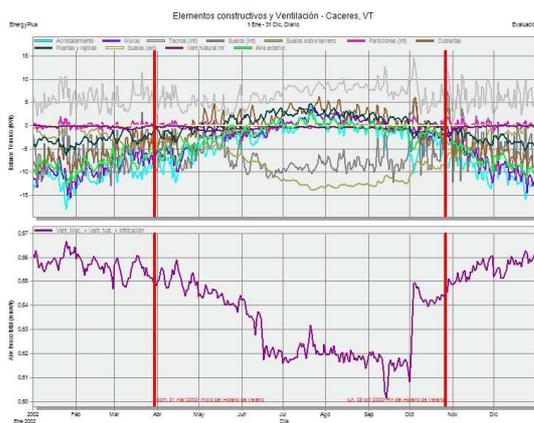
Fases del ciclo de vida del edificio

Algunas de las estrategias pasivas y activas que se han seleccionado son: aumento de aislamiento, mejora de la ventilación, elementos de sombra en ventanas, chimenea solar, caldera de biomasa, energía solar térmica, intercambiador tierra-aire, sistema geotérmico, losa termoactiva, etc.

FASE 3. Selección y aplicación de las estrategias en los Demostradores Virtuales y realización de simulaciones.

Se han desarrollado más de **5.000 simulaciones** energéticas de un edificio virtual con las características de las viviendas EDEA para esta zona cumpliendo en todo momento la normativa vigente. Se ha utilizado una exhaustiva metodología y usado diferente software para contrastar los resultados obtenidos alcanzando un alto conocimiento sobre el comportamiento térmico de estos edificios, de forma muy cercana a la realidad.

Este modelo de simulación por ordenador es una representación abstracta de la realidad que permite predecir el comportamiento energético, valorar las diferentes posibilidades constructivas del edificio y evaluar el ahorro energético que supone la ejecución de las estrategias pasivas o activas que se han seleccionado.



Simulaciones de los Demostradores Experimentales

Con los resultados de las simulaciones, se han cuantificado las ventajas o inconvenientes de cada estrategia manteniendo siempre los niveles de confort para los usuarios y se han analizado parámetros económicos para determinar en cuánto tiempo se amortizan las mejoras energéticas.

FASE 4. Ejecución de los ensayos en los Demostradores Experimentales.

Después de haber identificado, estudiado y simulado las diferentes estrategias, éstas se ejecutan y ensayan en los demostradores-viviendas para conocer su comportamiento real. Esto es posible gracias al complejo y completo sistema de monitorización y control de EDEA con multitud de sensores que permiten la **consulta de los datos online** de temperatura, humedad, calidad del aire, etc. para saber si se alcanzan condiciones de confort y también se cuantifica el consumo energético en cada caso.

Por tanto, en esta fase se analizan en tiempo real los diferentes ensayos bajo condiciones climáticas idénticas estudiando y **comparando los resultados obtenidos de la vivienda experimental respecto a la vivienda patrón**. Posteriormente se determina si los resultados pueden extrapolarse a otras regiones con el objetivo de que las ventajas sean más aprovechadas.

De forma general a continuación se indican algunas consideraciones sobre la metodología seguida en la realización y análisis de los ensayos:

- Las dos viviendas están construidas idénticas.
- Las condiciones climáticas son iguales.
- No hay personas viviendo.
- Los parámetros se miden en función del ensayo.
- Se estudian y comparan sensores iguales.

En todos los ensayos se han comparado las dos Viviendas (Patrón y Experimental) con el objetivo de medir las mejoras que genera cada una de las estrategias ensayadas respecto al consumo energético y al confort de los usuarios de viviendas sociales.

ENSAYOS Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

Los experimentos o ensayos que se han realizado en los Demostradores EDEA consisten en aplicar una serie de **estrategias de mejora de la eficiencia energética tanto de arquitectura como de ingeniería** a las viviendas, es decir, para la mejora del edificio, su construcción, materiales y diseño o bien de las instalaciones generadoras de energía para calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, ventilación y electricidad.

Los ensayos que se describen a continuación han sido realizados con varios objetivos:

- **Mejorar los hábitos de los usuarios en sus viviendas.**
- **Estudiar y ajustar la eficiencia de las instalaciones en este clima.**
- **Comprobar los resultados de las simulaciones.**
- **Comparar el confort.**
- **Estudiar los ahorros energéticos, medioambientales y económicos.**

En todos los ensayos realizados se han comparado los dos demostradores-viviendas (Patrón y Experimental) para medir las mejoras que supone cada una de las estrategias energéticas estudiadas en los ensayos.

The image displays three screenshots of the EDEA monitoring system. The leftmost screenshot shows the 'Proyecto EDEA / Arquitectura Experimental' website, which includes a navigation menu, a 'DOCUMENTOS Y VIDEOS' section with links to PDFs, and a 'Más información' section. The middle screenshot shows the 'Consulta on-line de monitorización de demostradores' interface, featuring a 3D architectural model of a building with labels for 'VIVIENDA EXPERIMENTAL' and 'VIVIENDA DE REFERENCIA', and a list of monitoring parameters. The rightmost screenshot shows a 'Datos Histórico' (Historical Data) window with a date range from 03-03-2012 to 03-04-2013, a calendar, and a line graph showing energy consumption data over time.

Web y programa on-line del sistema de monitorización

A continuación se enumeran algunos de los ensayos que se han llevado a cabo en los Demostradores EDEA:

Ensayos de **Estrategias Pasivas:**

- 1: Ventilación Inadecuada.
- 2: Renovación del aire.
- 3: Mejora de aislamiento térmico en la fachada norte.
- 4: Apertura y cierre de persianas.

Ensayos de **Estrategias Activas:**

- 5: Ventilación inadecuada con calefacción.
- 6: Calefacción con bomba de calor.
- 7: Ventilación con intercambiador tierra-aire.
- 8: Calefacción con caldera de biomasa y radiadores.
- 9: Calefacción con caldera de biomasa y losa térmica.

Algunas de las **conclusiones** obtenidas de los ensayos realizados en los Demostradores EDEA son:

- La **apertura de las ventanas** en invierno para ventilar las viviendas no debería ser mayor a 15 minutos en ningún caso. Con mayor tiempo de apertura, la temperatura interior del edificio se ve afectada durante todo el día.
- Si la **ventilación de la vivienda** se hace durante 30 minutos el consumo en calefacción aumenta entre el 15 y el 20% según el caso, esto supone un aumento del gasto económico de 0,40€ al día aproximadamente.

- Un **sistema de ventilación** como el intercambiador tierra-aire produce una mejora en la temperatura interior del edificio de 1°C con temperaturas templadas. Este sistema tiene un consumo muy bajo (0,25€ al día aproximadamente) y además los días más frío y cálidos son cuando se consiguen ventajas mayores.

- Es imprescindible la **apertura y cierre de persianas** enrollables por la noche y el día. El ahorro en calefacción debido al cierre de persianas por la noche y apertura por la mañana es de aproximadamente 0,70 € con una temperatura interior de 20°C

- Se identifica mejor **comfort térmico** con la losa termoactiva y/o suelo radiante que con los radiadores y éstos mejor que los fan-coils.

- El coste de calefacción con **bomba de calor** en un día templado de invierno (9°C-17°C) puede llegar a 7€, dependiendo del equipo y para una temperatura de confort en el interior de 20°C.
- El coste de calefacción con **caldera de biomasa** en un día templado de invierno puede llegar a 5€ aproximadamente si utilizamos radiadores, y a 2.5€ con suelo radiante, para una temperatura de confort en el interior de 20°C.
- El estudio de calefacción con **biomasa** indica que se obtienen ahorros energéticos de hasta el 65% respecto a otras instalaciones de calefacción y en función de las condiciones exteriores (radiadores eléctricos, bombas de calor, etc.)

- En casos normales, añadir 50mm de **aislamiento térmico** en la fachada Norte supone un aumento de temperatura de 1,5°C en invierno durante todo el día aproximadamente, lo que aumenta considerablemente el confort.

BENEFICIOS E IMPACTO DE EDEA

Desde el punto de vista medioambiental, en el Proyecto EDEA se ha cuantificado la disminución de emisiones de CO2 en las estrategias energéticas así como se ha adaptado la metodología de cálculo a la directiva europea, la Directiva 2010/31/UE. Para la selección de las estrategias energéticas más apropiadas se han desarrollado más de 5.000 simulaciones térmicas de un edificio virtual similar a las viviendas EDEA. Además se ha hecho uso de más de 33.000 datos al día que se pueden obtener de los sensores de EDEA.

El impacto de la difusión del Proyecto es relevante, no sólo a escala regional y nacional sino a escala europea, de hecho se invitó a EDEA a participar en la red de demostradores experimentales que se ha creado a escala europea en el **Proyecto RIEEB** (Research Infrastructures for energy efficiency in buildings), por lo que el Proyecto EDEA ya forma parte de esta red.

La formación que se está realizando, el fomento de buenas prácticas y la transferencia de conocimiento también son muy importantes, sobretodo por la necesidad de capacitar a personal especializado en eficiencia energética. Se ha impartido **formación a más de 500 personas**.

Se ha producido un impacto sobre la sociedad extremeña a través de la difusión y concienciación de los usuarios sobre la correcta selección de materiales o instalaciones de los edificios para ahorrar energía. Asimismo se ha generado una edificación con mayor rentabilidad económica para los usuarios finales pues se han estudiado los impactos ambientales, sociales y económicos de las mejoras energéticas.

Ha sido muy interesante la participación de empresas especializadas en el Proyecto ya que se han concienciado medioambientalmente y han aportado un importante valor añadido. **Han colaborado más de 50 empresas de diferentes ámbitos del sector de la edificación.**

A través de los Demostradores Experimentales se ha participado en el desarrollo de políticas encaminadas a la mejora de la eficiencia energética en la edificación, así como han sido y son un camino hacia la innovación y el emprendimiento de las empresas privadas, de los grupos de investigación y de los sectores especializados.

En definitiva, gracias al Proyecto EDEA se ha conseguido mejorar la calidad en la edificación, aumentar el confort térmico y reducir los consumos energéticos de las viviendas sociales en Extremadura.



Difusión y formación en el Proyecto EDEA

TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO EDEA

Se puede afirmar que el Proyecto EDEA, a lo largo de su vida, ha alcanzado sus objetivos principales, a través de la realización y puesta en práctica de estudios, simulaciones y ensayos que son extrapolables a viviendas similares y que, por tanto, se ha desarrollado un método de diseño y construcción de viviendas a favor de la eficiencia energética para mayor **calidad de la edificación** a través de la mejora de:

- La sostenibilidad en los edificios.
- La formación y capacitación del sector.
- El confort de los usuarios de viviendas.
- El medioambiente.

Se han llevado a cabo multitud de acciones de difusión para dar a conocer el Proyecto y sus avances tales como jornadas, cursos, visitas al Centro de Interpretación EDEA, actividades de participación con la universidad, formación online, etc.

Es importante mencionar que ha habido más de 20.000 visitas en la página web de EDEA (www.proyectoedea.com) y más de 80.000 visitas en las páginas web de los socios para informarse sobre el Proyecto. Asimismo, el número total de personas a las que se ha llegado de forma directa e indirecta a través de otros medios de difusión es mayor de 5.000; es necesario destacar que aproximadamente

800 personas han visitado el Centro de Interpretación EDEA. Todo esto evidencia el **éxito de la difusión** de los resultados del Proyecto.

Otros Proyectos europeos relacionados con la eficiencia energética en edificación han usado muchos de los resultados de EDEA como **E4R: Evaluación de Eficiencia energética de Edificios. Rehabilitación en el espacio de SUDOE** (SUDOE Programme) y **EnEf: Fomento de la formación en eficiencia energética en el sector de la construcción** (Lifelong Learning Programme, Leonardo Da Vinci).

Esta metodología diseñada en EDEA se ha transferido a la **política** de vivienda del Gobierno de Extremadura de forma que los resultados se están transponiendo en los diseños de las actuales viviendas sociales de esta región. Además, está sirviendo de apoyo para evaluar las subvenciones en materia de eficiencia energética.

Aunque el Proyecto EDEA ha finalizado, el conocimiento se ha transferido dando continuidad a los Demostradores Experimentales mediante el Proyecto **EDEA-Renov**, cofinanciado por el programa LIFE+09, que amplía los objetivos del EDEA y los dirige a la rehabilitación energética en los barrios y viviendas sociales.



Visitas al Centro de Interpretación de EDEA