



Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

## “Desarrollo e Implantación de un Plan de Rehabilitación Energética de Edificios”

Jornada Técnica sobre Rehabilitación Energética de  
Edificios

Madrid, 28 de Mayo de 2013

 30 años | Asociación de Empresas  
de Eficiencia Energética

**BeENERGY!**  
LA REVISTA DE LA EFICIENCIA Y EL AHORRO ENERGÉTICO



# Índice

- 1 Introducción
- 2 Descripción de los trabajos
- 3 Conclusiones



# 1 Introducción

## Proyecto:

- ✓ Realizado junto con una **utility europea para el Ministerio de Energía del país** donde se ubica el proyecto, de acuerdo con los objetivos nacionales del Plan de Eficiencia Energética y Consumo de Energías Renovables y Combustibles Alternativos 2010-2015.

## Alcance del proyecto:

- ✓ **Rehabilitación energética de 6 distritos residenciales piloto** y de diferentes **edificios gubernamentales** en 4 ciudades diferentes, así como la **mejora del suministro energético** a través de la implementación de medidas de eficiencia energética en los **sistemas de calefacción de distrito existentes**.
- ✓ Volumen de rehabilitación: Alrededor de **339.000 m<sup>2</sup> residenciales** y **75.000 m<sup>2</sup> de edificios públicos**.
- ✓ **Diagnóstico del estado actual y búsqueda de soluciones óptimas.**
- ✓ Realización de un **estudio de viabilidad técnica y medioambiental del proyecto**: Condiciones del proyecto, objetivos y resultados esperados.
- ✓ **Estimación de costes.**
- ✓ Elaboración de un **Business Plan** para llevar a cabo la ejecución de las medidas en base a los ahorros proyectados.

# 1 Introducción



## 2 Descripción de los trabajos

### 1ª FASE

- ✓ **Inspección técnica in-situ** de los distritos en las 4 ciudades objeto de estudio:
  - ✓ Edificios residenciales y públicos/dotacionales (colegios, guarderías y piscinas)
    - ✓ Tipología de cerramientos.
    - ✓ Tipología de huecos: número y tipo.
    - ✓ Tipología cubiertas y sótanos.
    - ✓ Examen Interior viviendas.
    - ✓ Zonas comunes: entrada edificio, escaleras, etc.
    - ✓ Instalación térmica y ACS: Canalizaciones, Unidades terminales.
    - ✓ Detección de patologías: Existencia de humedades, deterioro de materiales, etc.
  - ✓ Instalaciones generadoras térmicas y de los sistemas de calefacción de distrito (gas).
- ✓ **Recogida de documentación:** facturas, datos de contadores, consumos de combustible de las centrales generadoras, horarios de funcionamiento del district heating, tipología de uso de los edificios públicos, etc.
- ✓ Duración de los trabajos: 2 semanas.

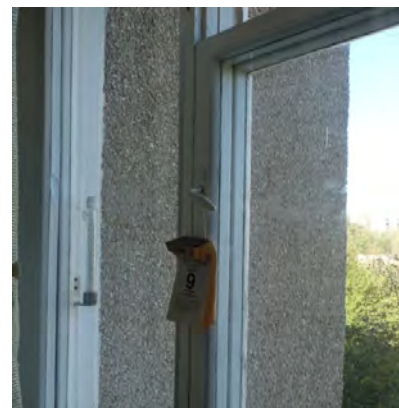
## 2 Descripción de los trabajos

### 1ª FASE

- ✓ Características constructivas generales:
  - ✓ La mayoría, edificios de los años **70 y 80**.
  - ✓ **Poca variedad arquitectónica** con diseños de edificios muy similares.
  - ✓ Estructura de **hormigón**.
  - ✓ Aprovechamiento de **materiales locales** (ladrillos material calcáreo).
  - ✓ Sin cámaras de aire.
  - ✓ Sin aislamientos.
  - ✓ Pero sí **muros muy masivos**.
  - ✓ **Acrilamientos bastante primitivos** con marcos de madera dobles.
  - ✓ **Urbanización muy pobre** en el entorno de los edificios.

## 2 Descripción de los trabajos

### 1ª FASE (Edificio de apartamentos)



- ✓ Estructura de hormigón.
- ✓ Bloques de fachada prefabricados (puentes térmicos).
- ✓ Algunas rehabilitaciones individuales (SATE).
- ✓ Ventana típica con peor comportamiento que ventanas convencionales con doble acristalamiento aislante.
- ✓ Cubierta plana transitable mal impermeabilizada y no aislada.
- ✓ Deterioro de aislamiento en conexión a la red de DH.

## 2 Descripción de los trabajos

### 1ª FASE (Edificio de apartamentos)



- ✓ Cerramiento de fachada de ladrillo silíceo calcáreo.
- ✓ Algunas rehabilitaciones individuales (SATE).

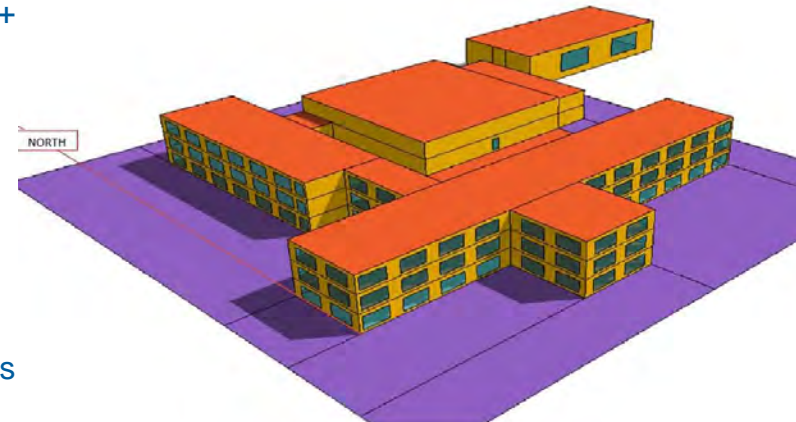
✓ Nota: al tratarse de edificios antiguos y con poco mantenimiento muchos han sufrido modificaciones por parte de los ocupantes que deberán ser tenidas en cuenta para el estudio de posibles soluciones.



## 2 Descripción de los trabajos

### 2ª FASE

- ✓ **Caracterización constructiva** de todos los **edificios** integrantes del proyecto
- ✓ **Simulación energética** de los edificios (TRNSYS 17 + Sketchup)
  - ✓ Residenciales:
    - ✓ Según tipología de cerramientos.
    - ✓ Según orientaciones y número alturas.
  - ✓ Dotacionales:
    - ✓ Todos.
- ✓ En total: **21 modelos de edificios** como partida para las simulaciones.
- ✓ **Calibración** de las simulaciones energéticas **en base a datos de consumos energéticos reales**.
- ✓ Establecimiento de la **línea energética base** en cada uno de los distritos para la posterior evaluación de las mejores medidas de ahorros: protocolo IPMVP, Opción D.
- ✓ Duración de los trabajos: 4 semanas



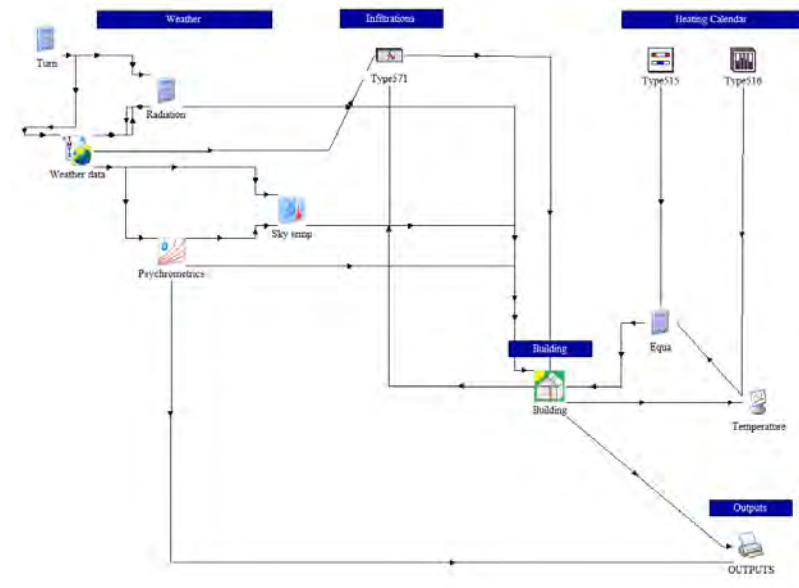
Modelo geométrico simplificado realizado con Sketchup de una de las escuelas objeto de estudio

## 2 Descripción de los trabajos

### 2ª FASE

Descripción simulaciones:

- ✓ Datos meteorológicos locales:
  - ✓ Meteonorm
- ✓ Modelo geométrico del edificio y modelo de sombras:
  - ✓ Sketchup + Legacy OpenStudio Plugin / Trnsys3d
- ✓ Simulación energética: TRNSYS v17
  - ✓ Simulation Studio – Diagrama de bloques o Types
  - ✓ Trnbuild – Multizone building model
  - ✓ Modelo de infiltraciones + modelo climático
  - ✓ Outputs y postproceso
- ✓ Simulación horaria: 8.760 horas.



Captura Simulation Studio (TRNSYS17) correspondiente a uno de los edificios objeto de estudio

## 2 Descripción de los trabajos

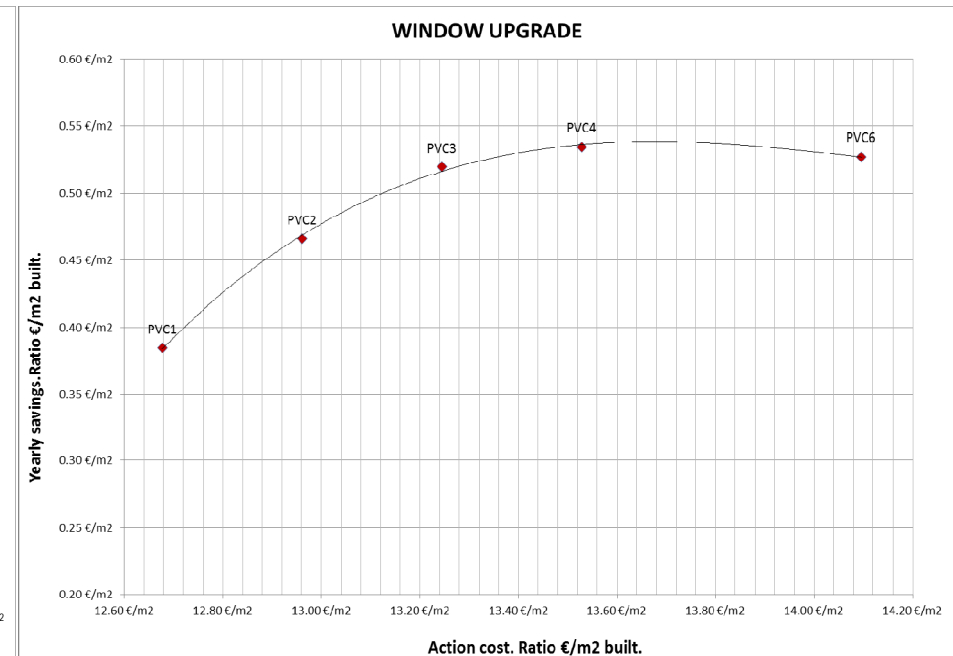
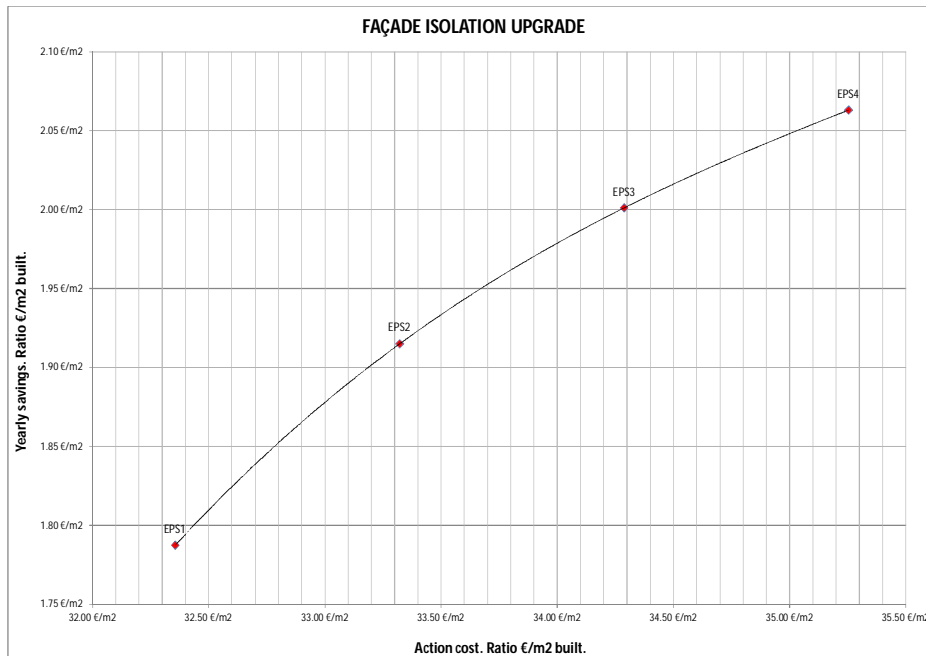
### 3ª FASE

**Prescripción de las mejores medidas de ahorro energético** en base a las simulaciones realizadas:

- ✓ Actuaciones únicamente de renovación de la envolvente térmica:
  - ✓ Aislamiento de suelos sobre sótanos.
  - ✓ Instalación de aislamiento en los cerramientos exteriores (SATE).
  - ✓ Instalación de aislamiento e impermeabilización de cubiertas.
  - ✓ Sustitución de ventanas por ventanas con doble vidrio aislante y rotura de puente térmico.
- ✓ Simulación energética de las medidas de ahorro sobre los modelos calibrados:
  - ✓ Para determinar las actuaciones óptimas bajo criterios de coste-eficiencia (análisis paramétrico).
  - ✓ Para calcular los ahorros bajo metodología IPMVP opción D –simulación calibrada-.
  - ✓ De cada una de las medidas por separado y de las mejores combinaciones de medidas.
- ✓ Identificación de proveedores locales y soluciones disponibles en el mercado local:
  - ✓ Precios locales. Será necesario documentar los costes materiales y energéticos en moneda local y tenerlos en cuenta en las simulaciones.
  - ✓ Características de los materiales locales.
- ✓ Conocimiento de la normativa local para garantizar el cumplimiento de los niveles prestacionales recomendados y mínimos.
- ✓ Duración de los trabajos: 4 semanas.

## 2 Descripción de los trabajos

### 3ª FASE



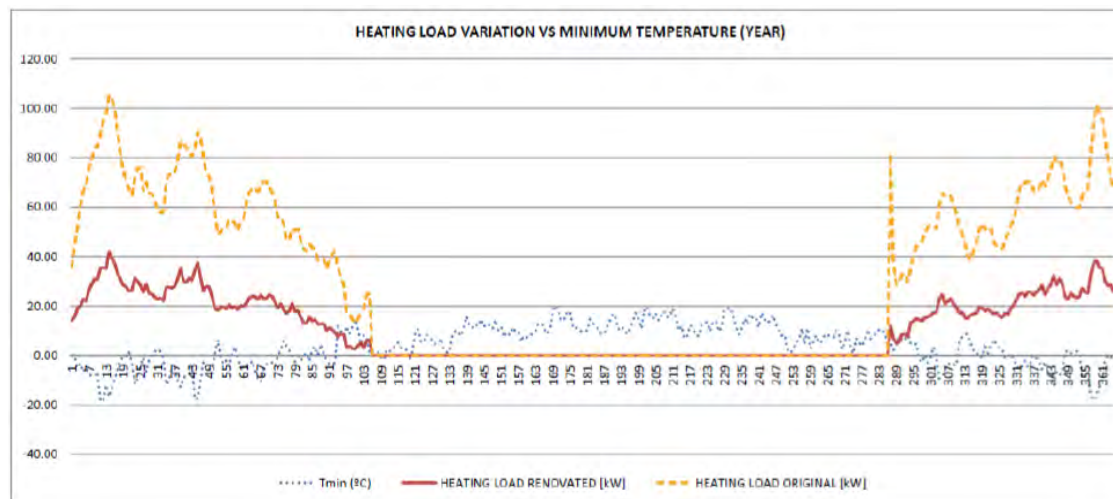
✓ Ejemplo del análisis paramétrico: **ahorros en calefacción frente a coste de la medida** para diferentes niveles de espesor de asilamiento en SATE, y para diferentes tipos de vidrios aislantes para un determinado modelo => **Identificación del óptimo coste-beneficio.**

## 2 Descripción de los trabajos

### 4ª FASE

- ✓ **Cálculo del ahorro energético y coste económico** de las **propuestas de mejora** de la envolvente energética a nivel agregado para cada uno de los distritos residenciales analizados.
- ✓ Cálculo de **indicadores de energía ahorrada** en MWh/año, **emisiones evitadas** de CO<sub>2</sub> y **coste total** de la acción, para cada uno de los escenarios planteados.
- ✓ Duración de los trabajos: 2 semanas.

Actuación	% de ahorro energético
Aislamiento fachada	20 – 50 %
Aislamiento cubierta	7 – 20 %
Aislamiento sótano	4 – 8 %
Sustitución ventanas	10 – 15 %
1+2+3+4	60 – 75 %



Demanda energética diaria caso base frente a rehabilitación para uno de los edificios objeto de estudio.

## 3 Conclusiones

- ✓ El **suministro energético nacional** se está tratando claramente como un **problema de estado**, identificando el **sector edificatorio existente y su renovación** como un **pilar fundamental** para la reducción del consumo energético nacional.
- ✓ La existencia de diferentes agentes que dependen de diferentes organismos puede **dificultar** enormemente el **acceso a la información técnica mínima necesaria**: comunidades de propietarios, agencias de vivienda de los ayuntamientos, empresa suministradora del district heating, etc.
- ✓ Será necesario **adecuar las soluciones** a proponer a las **condiciones climáticas, normativas, constructivas y económicas locales**, y es que las mejores soluciones disponibles para nuestro entorno a nivel nacional no serán las mismas en otro entorno diferente, tanto en coste como en eficiencia energética.
- ✓ La **simulación energética calibrada** en base a datos de consumo permite tener un elevado grado de precisión respecto de los **potenciales ahorros** de las diferentes medidas a proponer, en el caso de escenarios complejos => Justificación de **decisiones** en la **elaboración del Business Plan**.



**Gracias por su atención**

[www.energylab.es](http://www.energylab.es)