

---

**“Viabilidad económica de la rehabilitación  
energética de una vivienda de un bloque de  
viviendas, en la ciudad de Valencia a partir del  
programa CE3X”**

10 jul. 14

---

AUTOR:

**DIEGO JOSE RODRIGUEZ RAMIREZ**

TUTOR ACADÉMICO:

Amadeo Pascual Galán [Departamento de Física  
Aplicada]



## Resumen

La Directiva 2002/91/CE [1] abrió un campo interesante para el desarrollo de miles de profesionales dirigido a la aplicación de las energías renovables y la sostenibilidad en la edificación, el conocimiento de la normativa, trámites administrativos y el manejo de las herramientas para la calificación Energética de edificios, parece cobrar una importancia cada vez mayor con vistas al 2.020, año en que los edificios de consumo casi nulo serán una realidad. Las repercusiones son no solo de tipo ambiental, también de tipo económico, abriéndose un campo nuevo cuya viabilidad económica conviene conocer. Este trabajo pretende ser una aproximación al impacto económico de las mejoras aplicables a las viviendas, partiendo de una vivienda en bloque existente, con la ayuda del programa CE3X se plantea considerar varios conjuntos de mejoras y analizar su coste y beneficios, no solo en emisiones, sobre todo de tipo económico, para conocer que inversiones pueden ser más rentables en Valencia capital.

Para ello se han considerado catorce mejoras analizadas en ocho orientaciones de la vivienda, estudiando finalmente la rentabilidad promedio de cada una.

**Palabras clave:** Ahorro, eficiencia energética, medidas de mejora, rehabilitación energética, VAN.

## Abstract

The Directive 2002/91/EC [1] opened an interesting development of thousands of professionals led to the implementation of renewable energy and sustainability in the construction field, knowledge of regulations, administrative procedures and use of the tools for classification of Sustainable buildings, seems to gain increasing importance in order to 2,020, when the buildings will be nearly zero consumption a reality. The implications are not only environmental, it has an economic pattern also, opening a new field whose economic viability should know. This work intends to approach the economic impact of improvements, based on an existing flat, with the help of the program CE3X consider several sets of improvements and cost-benefit analysis, not only in emissions, especially of economic type, in order to know which investments can be more profitable in Valencia city.

In order to obtain this fourteen solutions have been studied in eight different directions, studying the average economic viability of everyone.

**Keywords:** Saving, energy efficiency, improvement measures, energetic rehabilitation, VAN.

# Agradecimientos

A mis compañeros de CERGETICA, con la esperanza de que este trabajo algún día de sus frutos y marque un nuevo camino en nuestras vidas.

## Acrónimos utilizados

**Ah:** Amperio.

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria.

**CERMA:** Calificación Energética Residencial Método Abreviado.

**COP:** Coefficient Of Performance (coeficiente de rendimiento).

**DN:** Diámetro Nominal.

**CTE:** Código Técnico de la Edificación.

**EPS:** poliestireno expandido

**IEE:** Informe de evaluación de los edificios.

**IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

**INE:** Instituto nacional de Estadística.

**IVA:** Impuesto sobre el Valor Añadido.

**K:** grado Kelvin.

**LED:** light-emitting diode (diodo emisor de luz).

**NTE:** Norma Tecnológica de la Edificación.

**PEM:** Presupuesto de Ejecución Material.

**RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

**RPT:** Rotura del Punteo Térmico.

**SATE:** Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior

**SPF:** Factor de Rendimiento Medio Estacional.

**TIR:** Tipo de Interés Real.

**U:** coeficiente de trasmisiivilidad.

**VAN:** Valor Actualizado Neto.

**VPO:** Vivienda de Protección Oficial

**W:** Watio.

**KW:** Kilowatio

**Kcal:** Kilocaloría.

**Kg:** Kilogramo

**kWh:** Kilovatio Hora

# Índice

Resumen .....	1
Abstract .....	2
Agradecimientos.....	3
Acrónimos utilizados .....	4
Índice .....	6
Capítulo 1. Introducción .....	10
1 Antecedentes.....	10
2 Herramientas disponibles para a calificación energética.....	12
Capítulo 2. Ayudas a la rehabilitación energética. ....	15
1 Situación actual del parque edificado .....	15
2 Beneficios de la rehabilitación:.....	16
3 Plan integral de la vivienda y suelo .....	17
1. Objetivos:.....	17
2. Líneas de actuación .....	18
4 Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial .....	18
5 Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de Edificios BOE 235 1/10/13 .....	19

1.	Objeto.....	19
2.	Régimen de Concesión de Ayudas.....	20
3.	Tipología de las Actuaciones.....	20
4.	Actuaciones elegibles y requisitos que deberán cumplirse para la obtención de las ayudas .....	21
5.	Costes Exigibles.....	22
6.	Cuantía y modalidades de ayuda.....	22
6	Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.....	22
1.	Objeto.....	23
2.	Beneficiarios .....	23
3.	Ayudas .....	23
Capítulo 3. Técnicas de eficiencia energética.....		24
1	Técnicas pasivas.....	24
1.	Medidas convencionales, tratamiento de la envolvente. ....	24
2.	Bioclimatismo .....	35
2	Técnicas activas. ....	39
1.	Energías renovables.....	39
2.	Gestionar la energía. Domótica .....	45
Capítulo 4. Descripción de la vivienda.....		46
1	Información previa. Datos. ....	46



2	Características generales de la vivienda.....	46
3	Orientación.....	48
4	Identificación de la envolvente térmica. ....	49
5	Instalaciones existentes.....	52
Capítulo 5. Evaluación de la eficiencia energética. ....		53
5.1	Calificación de la vivienda existente.....	53
5.2	Medidas de mejora.....	54
1.	Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior (sistema SATE). ....	55
2.	Adición de aislamiento térmico en fachada por el interior. ....	56
3.	Cambio de ventanas RPT. ....	56
4.	Cambio de ventanas RPT + aislamiento por el interior. ....	58
5.	Adición de doble ventana + aislamiento por el interior. ....	59
6.	Trasdosado interior de pilares integrados en fachada.....	59
7.	Trasdosado de caja de persiana .....	60
8.	Incorporación de sistema de energía solar térmica para ACS61	
9.	Incorporación de sistema fotovoltaico.....	61
10.	Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por caldera de alta eficiencia energética. ....	67
11.	Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por caldera de biomasa. ....	69
12.	Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por bomba de calor de alta eficiencia. ....	69

13.	Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por bomba de calor convencional. ....	70
14.	Incorporación de sistema fotovoltaico con baterías. ....	70
5.3	Vida útil, coste de mantenimiento y costes considerados. ....	71
6	Consumo de energía consumida y prevista considerados. ....	73
7	Costes de la energía.....	74
8	Costes de las medidas de mejora. ....	76
9	Impacto de las medidas de mejora. ....	77
Capítulo 6. Conclusiones.....		97
Capítulo 7. Referencias Bibliográficas .....		102
Capítulo 8. Índice de Figuras.....		104
Anexos .....		109

# Capítulo 1. Introducción

En este capítulo se explican brevemente las leyes que a nivel europeo han generado esta línea de actuación a favor de la eficiencia energética, y las herramientas para su valoración por el técnico competente.

## 1 Antecedentes.

Con el objeto de promover la eficiencia energética de los edificios, la Directiva 2002/91/CE [1] exigía a los Estados miembros el establecimiento de un procedimiento de certificación, dirigido a que pudiese a disposición del posible comprador o inquilino una información objetiva sobre el consumo energético del edificio.

Los objetivos de la Directiva eran tres:

- El endurecimiento progresivo de la reglamentación sobre calidad térmica de los edificios de nueva planta.
- La promoción de edificios de nueva planta con alta eficiencia energética.
- En el sector de los edificios existentes, la directiva establece la necesidad de su certificación energética, que conlleva a la identificación, para cada edificio, de una relación de medidas de mejora que, dentro de un contexto de viabilidad técnica y económica, supongan una mejora significativa de la eficiencia de dicho edificio.

Posteriormente se deroga la Directiva 2002/91/CE siendo sustituida por la 2010/31/UE [2], que persigue:

- Los requisitos que se fijen para los edificios deberán de ser calculados de forma que presenten un coste óptimo teniendo en cuenta todos los costes existentes a lo largo de la vida del edificio (energía, mantenimiento...).
- Promoción el uso de sistemas de alta eficiencia (generación de energía descentralizada partir de EERR, cogeneración, redes urbanas de frío y calor, bombas de calor, monitorizado y control...).
- Exige una revisión de la normativa española

Fomenta la construcción de edificios con consumo energía “casi nulo”.

**Directiva 2012/27/UE** [3] del Parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética

### **Que busca:**

- Establecer un marco común de medidas a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20% de ahorro para 2020, así como mejoras ulteriores.
- Establecer normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía.
- Disponer el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

## 2 Herramientas disponibles para a calificación energética.

El Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, aprobado por el Real Decreto 47/2007 [4], de 19 de enero, en su artículo 4 establece que la obtención de la calificación de eficiencia energética de un edificio se podrá realizar mediante una **opción general**, de carácter prestacional, verificada mediante un programa informático, o bien mediante una **opción simplificada**, de carácter prescriptivo que desarrolla la metodología de cálculo de una manera indirecta. **Figura 1.**

		Opción general		Opción simplificada
		Procedimiento de referencia	Procedimientos alternativos	
Requisitos mínimos	Demanda de calefacción y refrigeración	Programa LIDER	Programas alternativos a LIDER	Cumplimiento de la opción simplificada del CTE-HE1
	Rendimiento de instalaciones térmicas	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2
	Contribución solar mínima de ACS	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4
Calificación Energética		Programa CALENER	Programas alternativos a CALENER	Asignación directa de Clase de eficiencia D o E

Figura 1. Requisitos que deben cumplir la opción general y simplificada según el Procedimiento opción simplificada de viviendas. 2009. IDAE.

Esquemáticamente tenemos los siguientes programas, en función de que sea para edificios de nueva construcción **figura 2** o edificios existentes **figura 3**.

NUEVA CONSTRUCCIÓN				
OPCIÓN DE CÁLCULO			USOS	CALIFICACIÓN
GENERAL	CALENER VYP		VIVIENDAS Y PEQ-MEDIO TERCARIO	A-E (TODAS)
	CALENER GT		GRAN TERCARIO	A-E (TODAS)
SIMPLIFICADA	IDAE-MINISTERIO INDUSTRIA		VIVIENDAS	D-E
	CE2			A-E (TODAS)
	CES			A-E (TODAS)
	CERMA			A-E (TODAS)

Figura 2. Métodos de calificación para edificios de nueva construcción. 2013. María Ortiz Tarín

EDIFICIOS EXISTENTES				
OPCIÓN DE CÁLCULO			USOS	CALIFICACIÓN
GENERAL	CALENER VYP		VIVIENDAS Y PEQ-MEDIO TERCARIO	A-G (TODAS)
	CALENER GT		GRAN TERCARIO	A-G (TODAS)
SIMPLIFICADA	CE3		VIVIENDAS Y TERCARIO	A-G (TODAS)
	CE3X			A-G (TODAS)
	CERMA			A-E (TODAS)

Figura 3. Métodos de calificación para edificios existentes. 2013. María Ortiz Tarín

Como conclusión diré que tenemos tres niveles de herramientas disponibles en función del nivel de profundidad de estudio del edificio, así de más a menos complejo tenemos:

- CALENER VvP
- CE3X, CERMA y CES PT (no disponible).
- CE2 y Tablas de soluciones técnicas. (derogada con el nuevo CTE).

Para nuestro objetivo, dado que se trata de un edificio existente y que se pretende un análisis económico la que mejor se adapta es CE3X, ya que dispone de un modulo específico para la consideración de los costes asociados a la instalación existente, como para el análisis económico de las mejoras.

# Capítulo 2. Ayudas a la rehabilitación energética.

En este apartado del trabajo se trata de dar una información sobre el potencial existente y el plan de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial (viviendas y hotelero).

## 1 Situación actual del parque edificado

El parque residencial existente podemos considerarlo dividido cronológicamente en tres etapas según el año de construcción y las características térmicas exigidas por la normativa vigente.

Antes de 1945, Periodo anterior a la Guerra Civil. Cerramientos de gran espesor e inercia térmica.

Entre 1945 y 1981, Posguerra. Desde el inicio de uso de cerramientos de doble hoja hasta el año de aplicación efectiva de la primera normativa térmica española sobre condiciones térmicas, RD 2429/1979 (NBE-CT/79) [5].

Entre 1981 y 2008, Periodo aplicación de la NBE-CT/79 hasta la aplicación efectiva de la normativa térmica actual: DB-HE del CTE [6].

Así tenemos según la **figura 4** que existe una gran cantidad de edificación con bajos valores de eficiencia energética.



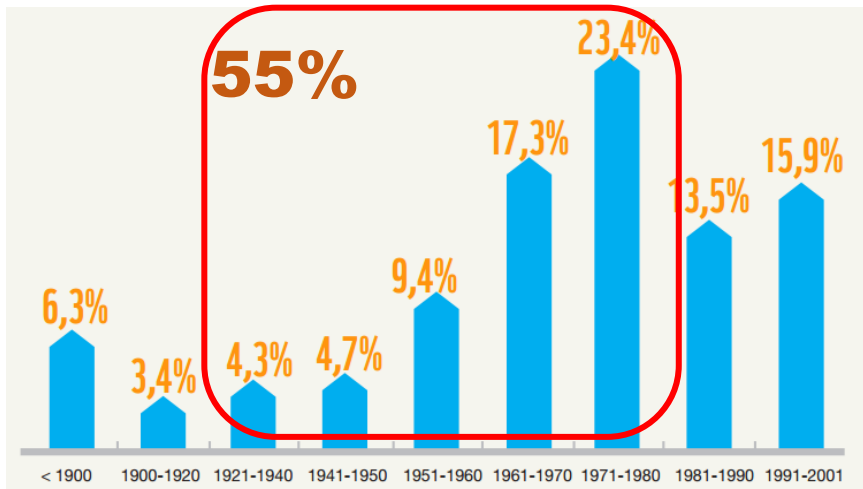


Figura 4. Porcentaje de edificios existentes en España según año de construcción. 2001. INE.

## 2 Beneficios de la rehabilitación:

### Sociales:

- Mejora de la calidad de los barrios.
- Mayor cohesión social.
- Menor factura energética.

### Medioambientales:

- Rehabilitar equivale a sostenibilidad.
- Recursos que hay que dedicar para construir un edificio nuevo son mayores que para la rehabilitación de uno existente.
- Ahorro energético disminuye emisiones CO<sub>2</sub>.
- Menor impacto ambiental.
- Evita crecimientos desmedidos.

### Económicos:

- Estimula creación empleo.
- Forma mano de obra lo que genera operarios más cualificados.
- Incentiva soluciones innovadoras.
- Regenera barrios ya consolidados con lo que se aprovechan infraestructuras.

### 3 Plan integral de la vivienda y suelo

Para apoyar la rehabilitación se ha diseñado el **Plan Integral de la vivienda y suelo**. El Plan se basa principalmente en 4 tipos de actuaciones:

- Aprobación de Proyectos de Leyes nuevas o modificaciones de existentes.
- Plan de Vivienda 2013-2016 [7](Programa de Ayudas subdividido en 8 tipos de actuaciones)
- Trasposición de Directivas Europeas. (CERTIFICACION DE EDIFICIOS EXISTENTES)
- PROGRAMA DE AYUDAS IDAE [8](Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes) y líneas de Crédito ICO.

#### 1. Objetivos:

- Garantizar el derecho constitucional a una vivienda digna y adecuada y paliar la situación de personas y hogares con dificultades para acceder a una vivienda o para afrontar sus deudas hipotecarias.
- Mejorar el estado de conservación, la accesibilidad, la calidad, la sostenibilidad y la eficiencia energética del parque de viviendas
- Contribuir a la reconversión y reactivación del sector de la construcción

## 2. Líneas de actuación

Varias son las leyes que dentro del plan integral se han diseñado para conseguir esos objetivos, como puede verse en la **Figura 5**.



Figura 5. Leyes encaminadas al apoyo de la rehabilitación edificatoria. 2014. PAREXGROUP.

## 4 Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial

La **Directiva 2012/27/UE** [3], relativa a la eficiencia energética obliga, a los Estados miembros a desarrollar una estrategia a largo plazo para movilizar inversiones en la renovación exhaustiva y rentable de edificios residenciales y comerciales, con el fin de mejorar el rendimiento energético del parque inmobiliario y reducir su consumo de energía.

Existen tres líneas de ayudas:

- Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de Edificios BOE 235 1/10/13 [8].
- Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016 [7].
- Ayudas del IVACE a nivel autonómico (no convocadas este año).

## **5 Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de Edificios BOE 235 1/10/13**

### **1. Objeto.**

Promover e incentivar la realización de actuaciones integrales que favorezcan el ahorro energético.

Estas ayudas tienen carácter nacional y gestionará únicamente el IDAE. La convocatoria no será por anualidades sino hasta agotamiento de los mismos (límite Octubre 2015).

## 2. Régimen de Concesión de Ayudas.

Las ayudas se basan en la modalidad de entrega dineraria sin contraprestación o préstamos reembolsables.

Las actuaciones serán seleccionadas en régimen de concurrencia simple, otorgándose a aquellos que cumplan con todos los requisitos exigidos, por orden de fecha de presentación de las solicitudes, hasta agotar el presupuesto.

Las ayudas otorgadas son incompatibles con cualesquiera otras concedidas. **Las ayudas de IDAE son incompatibles con las ayudas del Plan de Vivienda 2013 -2016.** El conocimiento por parte de IDAE de la recepción simultánea de dos tipos de ayuda dará lugar a la revocación y a la exigencia de la devolución del 100 % de la ayuda.

Advertir que no se conceden estas ayudas a viviendas dentro de bloque de forma individual, pero si se conceden a viviendas aisladas y presupuesto a comunidades de vecinos.

## 3. Tipología de las Actuaciones.

Es válido únicamente para edificios existentes que mejoren la calificación energética al menos en una letra.

La cantidad total de 125.000.000 € dividida por las diferentes tipologías:

1. Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica:

31.250.000 euros, bajo la modalidad combinada de entrega dineraria sin contraprestación (30% del coste elegible) y préstamo reembolsable (60% del coste elegible solicitando un aval del 20 % de la obra).

2. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación:

31.250.000 euros, bajo la modalidad de préstamo reembolsable. En las instalaciones térmicas se menciona el como coste elegible la

modificación de redes de calefacción y climatización existentes teniendo que cumplir el RITE.

3. Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas.

31.250.000 euros, bajo la modalidad de préstamo reembolsable.

4. Sustitución de energía convencional por energía geotérmica en las instalaciones

31.250.000 euros, bajo la modalidad de préstamo reembolsable.

#### **4. Actuaciones elegibles y requisitos que deberán cumplirse para la obtención de las ayudas**

a) Dado el carácter incentivador de las ayudas, las actuaciones objeto de las mismas no deben haberse iniciado antes de la entrada en vigor del Programa, (1/10/13) lo que se acreditará mediante la presentación de la fotocopia del permiso o licencia de obras o justificación de su solicitud, en una fecha posterior a la fecha de entrada en vigor del Programa. Asimismo no se considerará elegible ningún coste que haya sido facturado al beneficiario con anterioridad a la fecha de entrada en vigor del Programa.

b) El edificio debe ser existente, por lo que el año de construcción que figure en la certificación catastral debe ser anterior a 2013.

c) En el caso de edificios de uso vivienda, al menos un 70% de su superficie construida sobre rasante debe estar destinada a este uso.

d) En el caso de Edificios de uso Hotelero deberán acreditar que se encuentran dentro del Epigrafe 684 IAE, presentando el correspondiente Certificado Censal expedido por la Delegación Provincial de Hacienda

Las actuaciones objeto de la ayuda deberán de mejorar como mínimo en una letra la calificación energética del edificio.

## 5. Costes Exigibles

Se consideran Costes elegibles a aquellos que son necesarios para conseguir los objetivos energéticos del programa:

- Honorarios del técnico Certificador Energético
- Coste de redacción de Proyecto Técnico.
- Costes de Dirección de Obra
- Costes de inversión de equipos
- Costes de Ejecución de la instalación

## 6. Cuantía y modalidades de ayuda.

Las cuantías se determinará en función del tipo de actuación y de su coste elegible correspondiente.

Las modalidades de ayudas son entrega dineraria sin contraprestación o préstamos reembolsables.

## 6 Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.

De los ocho programas que contempla, nos centraremos en el programa 4, fomento rehabilitación edificatoria

## 1. Objeto

Impulso de las actuaciones de intervención en edificios e instalaciones para mejorar su estado de conservación, garantizar la accesibilidad y mejorar la eficiencia energética. Los inmuebles deberán tener una antigüedad anterior a 1981 y al menos el 70% de su superficie debe tener uso residencial de vivienda y constituir el domicilio habitual de sus propietarios o arrendatarios.

## 2. Beneficiarios

Comunidades de propietarios, agrupaciones de comunidades o propietarios únicos de edificios de viviendas.

## 3. Ayudas

- Hasta 4.000 € por vivienda para conservación
- Desde 2.000 € por vivienda para mejora de la eficiencia energética hasta 5.000 € si se reduce en un 50% la demanda energética del edificio.
- Hasta 4.000 € por vivienda para mejora de accesibilidad
- Límite: la cuantía no podrá superar el 35% del presupuesto; excepcionalmente en el caso de mejora de la accesibilidad el 50% y en todo caso 11.000 € como máximo por vivienda.



# Capítulo 3. Técnicas de eficiencia energética.

## 1 Técnicas pasivas.

### 1. Medidas convencionales, tratamiento de la envolvente.

#### *Cambio de hábitos de consumo.*

En el caso de una vivienda esto se puede conseguir a través de una auditoria energética que incluyese;

- Inventario lo más completo de la instalación, así como del horario de utilización.
- Recopilación de un año de recibos para su análisis.
- Colocar un analizador de redes, durante una semana.

#### *Incorporación de elementos de ahorro*

Uso de luminarias de bajo consumo (incluso LED), cambio de electrodomésticos por otros de alta eficiencia.

## ***Renovación/ rehabilitación de la envolvente de la vivienda***

### **Cubierta:**

- Aislamiento por exterior:
  - TRADICIONAL

Además de las solución clásica de adicionar aislamiento exteriormente, bien directamente **figura 6**, o integrando en el pavimento, existen nuevas ideas como las **Cubiertas reflectantes o frías**



*Figura 6. Aislamiento por el exterior de una cubierta. 2014.  
Aislaconpoliuretano.com.*

Estas cubiertas, de color blanco, se denominan cubiertas frías y entre sus ventajas destaca el ahorro energético en climatización, que alcanza hasta un 20% en verano; la mejora del bienestar del interior, sin usar

climatización; la mayor durabilidad de las impermeabilizaciones y la disminución del efecto Isla de Calor Urbano.

- **Ventajas:** Más aconsejable si hay que reparar lesiones Se aprovecha la inercia térmica del soporte existente No molesta al usuario No reduce altura libre
- **Inconvenientes:** Cuidado con drenaje y encuentros de la cubierta Afecta a toda la comunidad de vecinos Mayor coste económico.
- **Ahorros**, dependiendo de:
  - Espesor de aislamiento.
  - Calidad de aislamiento.
  - Tipo edificio (% cubierta sobre total).
  - Calidad ejecución: evitar puentes térmicos.

## ○ ECOLÓGICA

Estructuralmente consisten en un sistema multicapa colocado sobre los tejados de los edificios sobre el que se favorece el crecimiento de vegetación. Este sistema, además retiene contaminantes, actúa como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto “isla de calor” que se produce en las ciudades.

Las cubiertas vegetadas incluyen terrazas, tejados y balcones tanto de uso público como privado y pueden tener o no con acceso directo a ellas. Algunas inclusive sirven de espacio lúdico. Un ejemplo podemos verlo en la **figura 7**.

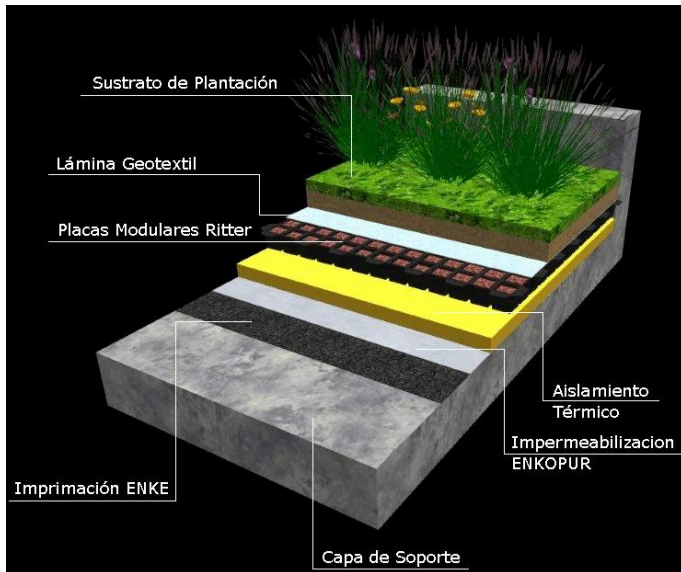
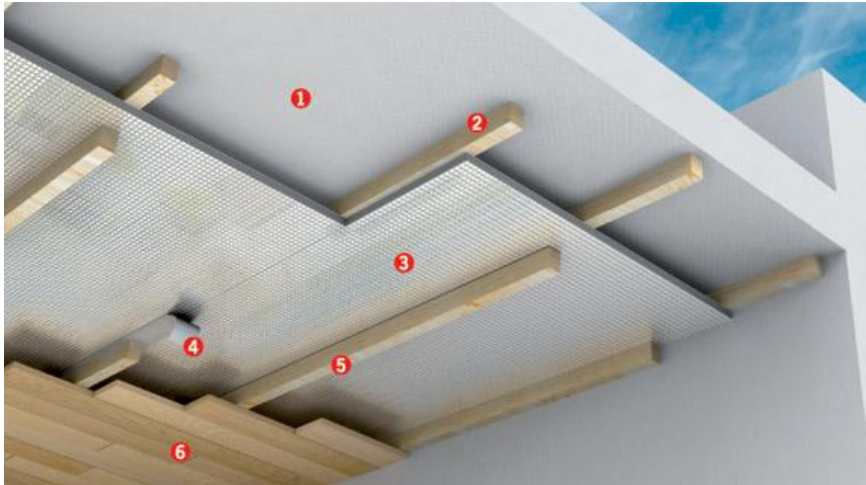


Figura 7. Composición de una cubierta ecológica. 2014. Arhys.com

- **Ventajas;** más ahorro energía (la tierra funciona como aislante) Mejora microclima (isla calor) Aprovecha el agua lluvia (actúa como un aljibe) Membrana impermeabilizante más protegida Genera aéreas verdes.
- **Inconvenientes;** Peso, coste y mantenimiento.
- **Ahorros** dependiendo de:
  - Composición de la cubierta
  - Hábitos del usuario
  - Tipo edificio (% cubierta sobre total).
- Aislamiento por el interior

Los falsos techos sobre los que se colocan un aislante son la solución más extendida **figura 8**.



*Figura 8. Aislamiento inferior de una cubierta por falso techo. 2014. Texsa.com*

- **Ventajas;** más económica. Evita cambiar cubrimiento. Permite cambio estético en interior. Permite soluciones parciales por usuario.
- **Inconvenientes;** No adecuada si hay que impermeabilizar exteriormente. Reduce altura libre. Riesgo de condensaciones. Molestias para usuario
- **Ahorros,** dependiendo de:
  - Espesor de aislamiento.
  - Calidad de aislamiento.
  - Tipo edificio (% cubierta sobre total).
  - Calidad ejecución: si evita puentes térmicos.

## Fachada:

- Aislamiento por exterior:
  - SATE

### 1.- Definición del sistema SATE

Se entiende como sistema SATE un sistema compuesto de aislamiento por el exterior (SATE- ETICS) que se suministra como conjunto (kit) y se utiliza para el aislamiento térmico de edificios.

Los sistemas SATE se pueden clasificar en función del tipo de fijación, material aislante utilizado, por aplicación y tipo de acabados.

### 2.- Componentes del sistema.

Esquemáticamente su composición puede verse en la **figura 9**.

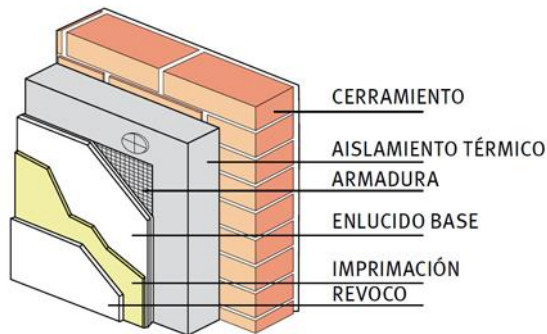


Figura 9. Composición del sistema SATE. 2014. Interempresas.net

○ FACHADA VENTILADA

### 1.- Definición de la fachada ventilada.

Cerramiento que consiste en una cámara de aire separada por dos hojas, una interior, encargada de resolver el aislante térmico y la estanqueidad, y otra hoja exterior, cuya única misión es la de encerrar ese espacio ventilado, garantizando una ventilación continuada a lo largo de toda la superficie de la fachada.

### 2.- Componentes del sistema.

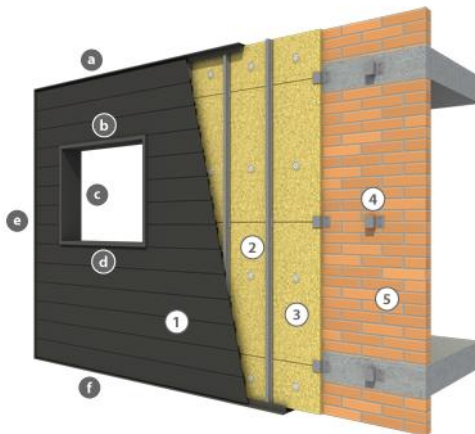


Figura 10. Composición del sistema una fachada ventilada. 2014. Incoperfil.com.

#### COMPONENTES DEL SISTEMA

- 1.-Panel Exterior
- 2.-Subestructura | Perfilería Auxiliar

#### ACCESORIOS DEL SISTEMA

- a.-Rematería | Coronación
- b.-Rematería Ventana |

3.-Aislamiento   Panel de lana de roca	Dintel c.-Rematería Jamba	Ventana
4.-Subestructura   Ménsulas	d.-Rematería Alfeizar	Ventana
5.-Hoja Interior   Fábrica Cerámica	e.-Rematería   f.-Rematería   Plancha	Esquina Pie de

- **Ventajas;** Más aconsejable si hay que reparar lesiones Se aprovecha la inercia térmica del soporte existente No molesta al usuario Se corrigen los puentes térmicos No se reduce la superficie útil Protege el cerramiento original. Mejora estética
- **Inconvenientes;** Mayor coste económico. Numerosos puntos críticos (aleros, voladizos, ventanas) Necesaria retirada de instalaciones y recolocación Consentimiento de la comunidad En edificios protegidos imposible. Impacto estético.
- **Ahorros,** dependiendo de:
  - Espesor del aislante
  - Calidad del aislante
  - Calidad del acabado exterior posterior
- Aislamiento intermedio:

Existen dos procedimientos para conseguir el mismo fin.

- Insuflado
- Inyectado



Ambos presentan un mismo planteamiento rellenar la cámara intermedia existente con un material que actúa de aislante.



*Figura 11. Aislamiento mediante insuflado. 2014.spaininsulation.com.*

- **Ventajas;** No causa demasiada molestia al usuario. No se reduce la superficie útil. No cambia estéticamente el cerramiento original. Costes indirectos bajos. Se puede actuar por partes.
- **Inconvenientes;** Las instalaciones pueden dificultar. Requiere gran control de obra para garantizar continuidad. No elimina los puentes térmicos.
- **Ahorros**, dependiendo de:
  - Espesor del aislante respecto al espesor de la cámara.
  - Calidad del aislante.
  - Homogeneidad del relleno.
  - Proporción de fachada.
- Aislamiento interior
  - Trasdosados

Bien como trasdosado directo, o por medio de estructura autoportante como puede verse en la **figura 12**.

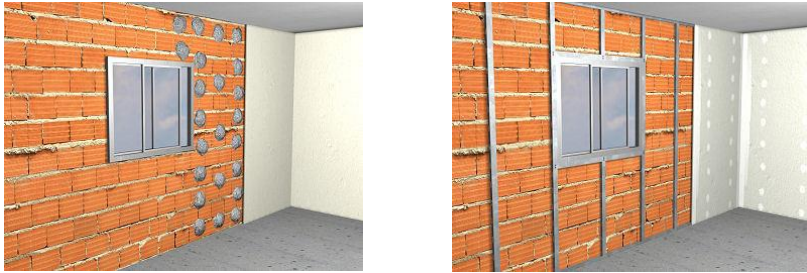


Figura 12. Diferentes formas de aislamiento interior. 2014. giroreformas.com.

- **Ventajas;** Más económica. Permite cambio estético en interior. Permite soluciones parciales por usuario. Más sencillo el mantenimiento. Se aplica a cualquier tipo de soporte. No son necesarios andamios.
- **Inconvenientes;** No adecuada si hay que impermeabilizar exteriormente. Reduce superficie útil. Riesgo de condensaciones. Molestias para usuario. No elimina los puentes térmicos. No se aprovecha la inercia térmica del cerramiento
- **Ahorros** dependen de:
  - Espesor del aislante
  - Calidad del aislante
  - Espesor de placa y ejecución del sistema

### Huecos:

Como mejorarlos:

- Sustituir vidrios.
- Sustituir carpintería+vidrio.
- Colocar doble ventana.

- Sellado de juntas.
- Modificar tamaño y/o orientación.

<b>Huecos:</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
SUSTITUIR VIDRIOS	Rápido y fácil. Aumento aislamiento acústico	Extra peso en carpintería Reciclar los anteriores
SUSTITUIR CARPINTERIA + VIDRIO	Aumento aislamiento acústico Adaptable al CTE	Caro. Requiere albañilería Reciclar los anteriores.
COLOCAR DOBLE VENTANA	Mejor resultado	+ Caro Mantenimiento complejo
SELLADO JUNTAS	+ Económico	Depende estado original
MODIFICAR TAMAÑO/ORIENTACION	Sostenible	Más caro No siempre posible

### **Suelos:**

Como mejorarlos:

- MEJORAR DESDE ABAJO:
  - Falsos techos
- MEJORAR POR ARRIBA:
  - Suelos técnicos
  - Soleras flotantes

Suelos:	VENTAJAS	INCONVENIENTES
DESDE ABAJO (Falso techo)	Fácil Aislamiento acústico Permite instalaciones	Pérdida de altura
DESDE ARRIBA (suelos)	Aislamiento acústico Aislamiento a impacto	+ Caro / incómodo Cambio pavimento

## 2. Bioclimatismo

De difícil aplicación en general en edificación existente, por lo que simplemente se hace una breve mención de las técnicas disponibles.

### *Sistemas naturales de generación de calor*

- Efecto invernadero



*Figura 13. Invernadero del edificio Acciona (Navarra). 2008. Construable.es.*

Se produce el efecto invernadero, cuando los rayos solares de frecuencia modificada no pueden atravesar el vidrio y vuelven a chocar con los elementos arquitectónicos cediendo sucesivamente toda su energía al interior de la estancia. **Figura 13.**

- Muros trombé



*Figura 14. Muro Trombe en casa ecológica en Tucumán. 2008.  
ecofactory.blogspot.com.*

Durante el día, los rayos del sol atraviesan la lámina de vidrio calentando la superficie oscura del muro y almacenando el calor en la masa térmica de este. En la noche, el calor se escapa del muro tendiendo a enfriarse principalmente hacia el exterior. Pero como se encuentra con la lámina de vidrio (es semiopaca a la radiación infrarroja) el calor es entregado al interior del local. Debido a esto la temperatura media diaria del muro es sensiblemente más alta que la media exterior. Si la superficie vidriada es mejorada en su aislamiento térmico (mediante doble o triple vidrio) la pérdida de calor hacia el exterior es mucho menor elevando la temperatura del local a calefactar. Esto permite que mientras en el exterior hay bajas o muy bajas temperaturas el interior del local se encuentre en confort higrotérmico y adecuadamente diseñado y calculado se puede lograr una temperatura constante de 18 o 20 °C en el interior de la casa.

- Doble invernadero.



Figura 15. Doble invernadero del ecoedificio de la Vola. 2008. Construible.es.

- Papel de los vidrios

La misión de las ventanas en los edificios se centra en:

- Captación solar directa en invierno
- Iluminación natural
- Renovación del aire interior:
- Calidad aire interior
- Ventilación en verano
- Equilibrio entre pérdidas y ganancias:
- Elementos de control solar

- Control de infiltraciones: permeabilidad adecuada de carpinterías
- Control pérdidas de calor a través de vidrio

Una herramienta importante en el control de las pérdidas es la reducción del Coeficiente de transmisión térmica de los vidrios  $U$   $W/m^2K$  se consigue con:

1. Incremento del número de láminas.
2. Ventanas con vacío
3. Ventanas rellenas con diferentes tipos de gases
4. Aerogel [ $0,011 - 0,013$   $W/mK$ ]
5. Recubrimiento de baja emisividad

Finalmente otras técnicas generadoras de calor son:

- Cubiertas vegetales; vistas anteriormente.
- Convectores solares.
- Calentamiento por inmersión en la tierra

### ***Sistemas naturales de generación de fresco***

- Protecciones solares directas horizontales
- Protecciones solares directas verticales
- Protecciones solares indirectas
- Convección natural
- Ventilación cruzada
- Generadores de sombra
- Captadores de viento

## 2 Técnicas activas.

### 1. Energías renovables

#### **Eólica.**

Acostumbrados a las grandes turbinas eólicas, es fácil olvidar el papel tan importante que desempeñan los aerogeneradores pequeños.

Las turbinas de 1 a 10 kW se suelen usar en granjas, para bombear agua, viviendas aisladas, comunidades de vecinos, etc. Las turbinas para aplicaciones residenciales pueden estar en el rango de 400 W hasta los 100 kW dependiendo de la cantidad de electricidad que se desee generar.

Podemos diferenciar, los elementos que captan la energía del viento, los sistemas de acumulación o regulación, los equipos de generación eléctrica, los inversores, la cimentación, la torre y otros elementos auxiliares como podemos ver en la **figura 16**.

- Aerogenerador. (A)
- Sistemas de acumulación. (B)
- Sistemas de regulación. (C)
- Inversor. (D)
- Cimentación.
- Otros elementos

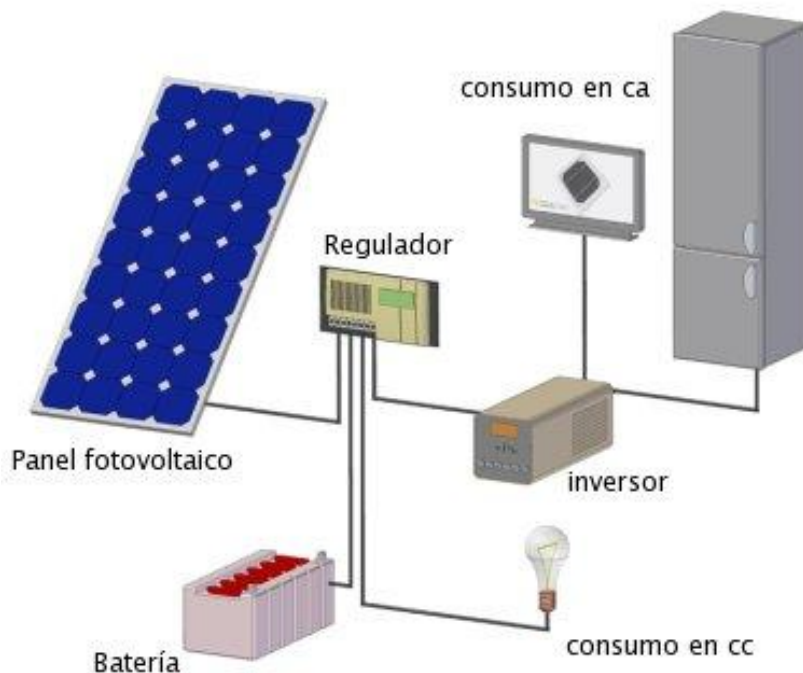


*Figura 16. Componentes de instalación eólica. 2008.  
([www.lacasasostenible.com](http://www.lacasasostenible.com) / [www.bornay.com](http://www.bornay.com)).*



## Solar.

Con una instalación de apoyo similar a la eólica, nos apoyamos en los paneles solares para la producción de corriente continua **figura 17**.



*Figura 17. Componentes de instalación fotovoltaica. 2013. (www.autoconsumamos.com).*

## ***Geotérmica.***

La energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra.

Así pues, se establecen las cuatro categorías siguientes para la energía geotérmica:

- **ALTA TEMPERATURA:** más de 150 °C

Permite transformar directamente el vapor de agua en energía eléctrica.

- **MEDIA TEMPERATURA:** entre 90 y 150 °C.

Utilizada para producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta a las centrales.

- **BAJA TEMPERATURA:** entre 30 y 90 °C.

Su contenido en calor es insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción de edificios y en determinados procesos industriales y agrícolas.

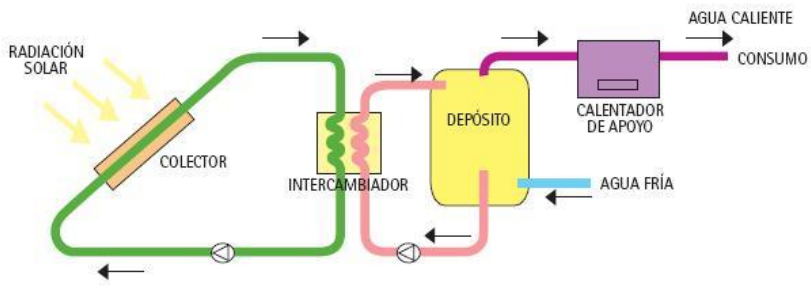
- **MUY BAJA TEMPERATURA:** menos de 30 °C.

Puede ser utilizada para calefacción y climatización, necesitando emplear bombas de calor.

Por la zona en la que nos encontramos, el uso de esta energía es poco interesante, ya que las temperaturas medias del levante al no ser extremas hacen poco interesante esta solución.

### **Fototérmica.**

Las mencionadas instalaciones son de baja temperatura (entiéndase en este caso  $< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Quedan fuera de nuestro caso, las aplicaciones de mayor temperatura como pueden ser: frío solar, de media temperatura (termosolar, aplicaciones industriales de media temperatura) y las de alta temperatura.



*Esquema simplificado instalación ACS por energía solar*

*Figura 18. Componentes de instalación fototérmica. 2013.  
(www.autoconsumamos.com).*

Partiendo del captador que recibe la energía del sol, se transmite esta a través de un fluido caloportador (agua con anticongelante, que se ve cede esta energía por medio de un intercambiador a un circuito secundario que también tiene agua como caloportador, agua que es almacenada en un acumulador para su uso.

## **Biomasa.**

Se conoce como biomasa a toda materia orgánica de origen vegetal o animal, y a la obtenida a partir de ésta mediante transformaciones naturales o artificiales.

Las plantas, y los animales a través de ellas, almacenan energía gracias a la fotosíntesis, que tiene lugar en presencia de la luz solar en combinación con agua, sales minerales y dióxido de carbono. Así podemos ver el ciclo de generación de biomasa en la **figura 19**.

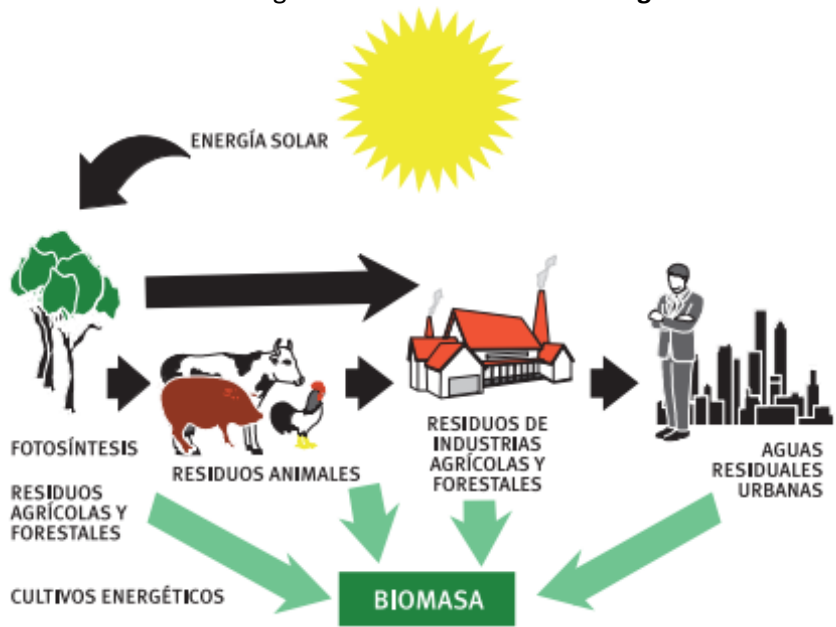


Figura 19. Ciclo de generación de biomasa. 2013. ([www.opex-energy.com](http://www.opex-energy.com)).

## CLASIFICACIÓN POR USOS

Las principales aplicaciones o usos son:

- PRODUCCIÓN DIRECTA DE CALOR. Producción de calor y agua caliente sanitaria (ACS).
- CLIMATIZACIÓN. Producción de calor y frío.
- COGENERACIÓN. Producción de electricidad, y calor.
- TRIGENERACIÓN. Producción de electricidad, calor y frío.

### PRODUCCIÓN DIRECTA DE CALOR

La producción térmica puede realizarse con:

- Chimeneas o estufas:

Calientan una única estancia, utilizan leña, pélets o briquetas y son decorativas.

Calderas de biomasa de baja potencia (<30 KW):

Utilizadas en viviendas unifamiliares o construcciones de pequeñas dimensiones.

- Calderas de biomasa de media potencia (<500KW):

Estas se diseñan para aportar calefacción centralizada a edificios de viviendas o en bloque

Centrales térmicas de biomasa:

Calientan varios edificios o instalaciones (district heating) o grupo de viviendas.

### CLIMATIZACIÓN

En este tipo de instalación se precisa además de una caldera, de una máquina de absorción para la producción de frío. Este equipo será el encargado de convertir parte de la energía térmica generada (que es calor) en frío mediante un proceso de compresión-expansión termodinámico.

## COGENERACIÓN Y TRIGENERACIÓN

En estos últimos casos, se combina la producción de agua con calor y/o frío con un calor económico justificable, a través de la energía eléctrica o mecánica.

Para producir electricidad se requiere de una caldera de vapor a alta temperatura y presión, que al pasar a través de una turbina de vapor, conectada a un alternador, produce energía eléctrica. El calor residual generado, es utilizado para la obtención de calor y la producción de frío, al igual que en el caso anterior, a través de una máquina de absorción.

### *Microcogeneración*

La cogeneración, consiste en la producción simultánea de calor y electricidad en el punto de consumo final de energía a partir de un combustible, generalmente gas natural.

## 2. Gestionar la energía. Domótica

Este término se refiere al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, entre otros sistemas que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas.

Centrándonos en el ahorro de energía, podemos actuar sobre:

- o AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE TOLDOS Y PERSIANAS
- o CONTROL DE TEMPERATURA Y CLIMATIZACIÓN
- o GESTIÓN Y CONTROL DE CONSUMO ENERGÉTICO
- o CONTROL DE ILUMINACIÓN

# Capítulo 4. Descripción de la vivienda

## 1 Información previa. Datos.

Se trata de una vivienda situada en sexta planta, de 96 m<sup>2</sup> de superficie útil, de los que 88.6 m<sup>2</sup> son realmente superficie habitable a efectos de cálculo de la calificación energética.

SUPERFICIE ÚTIL	96 m <sup>2</sup> – medición realizada in situ
SUPERFICIE HABITABLE	88.6 m <sup>2</sup> – medición realizada in situ
S. CONSTRUIDA UNIDAD CATASTRAL	115,00 m <sup>2</sup>

## 2 Características generales de la vivienda.

La vivienda forma parte de una manzana de 288 viviendas de VPO, cuyo proyecto básico data de 1983.

La vivienda en concreto está constituida por:

- Hall de entrada.
- Comedor.
- Terraza.
- Cocina con galería.
- Dos cuartos de baño completos.
- Cuatro habitaciones.

Nuestra manzana forma parte a su vez de un conjunto de cinco manzanas de iguales características. Dichas manzanas constan de un cuerpo basamental sobre el que se levantan dos torres de planta irregular e idéntica geometría. El cuerpo basamental ocupa la planta baja y en él se dispone el terciario del programa mientras que en las dos torres se dispone el programa residencial de planta 1ª a 11ª inclusive. El conjunto consta por tanto de 12 alturas (baja+11).

En planta baja se dispone el terciario destinado a comercial. Cada una de las torres se organiza con tres núcleos de comunicaciones constituido por una escalera especialmente protegidas y dos ascensores (uno de ellos llega al sótano).

La edificación se organiza en torno a un espacio común en planta baja que contiene zonas ajardinadas y una fuente. El complejo consta de un acceso rodado a la planta sótano desde la fachada a la calle lateral. El acceso peatonal principal, se establece aproximadamente en el centro de la fachada a la calle perpendicular a La Guardia Civil. Este acceso cuenta con una cabina de conserje. Desde ese punto y a través de los soportales del espacio interior se accede a los zaguanes de ambas torres. Cada zaguán consta de una escalera y dos ascensores. Uno comunica con la planta de sótano aparcamiento. La evacuación de la planta sótano se resuelve mediante una escalera especialmente protegida hasta planta baja.



### 3 Orientación.

La orientación de las fachadas de la edificación la establecemos según la figura 3.1 del DB HE1 del Código Técnico de Edificación **Figura 20**.

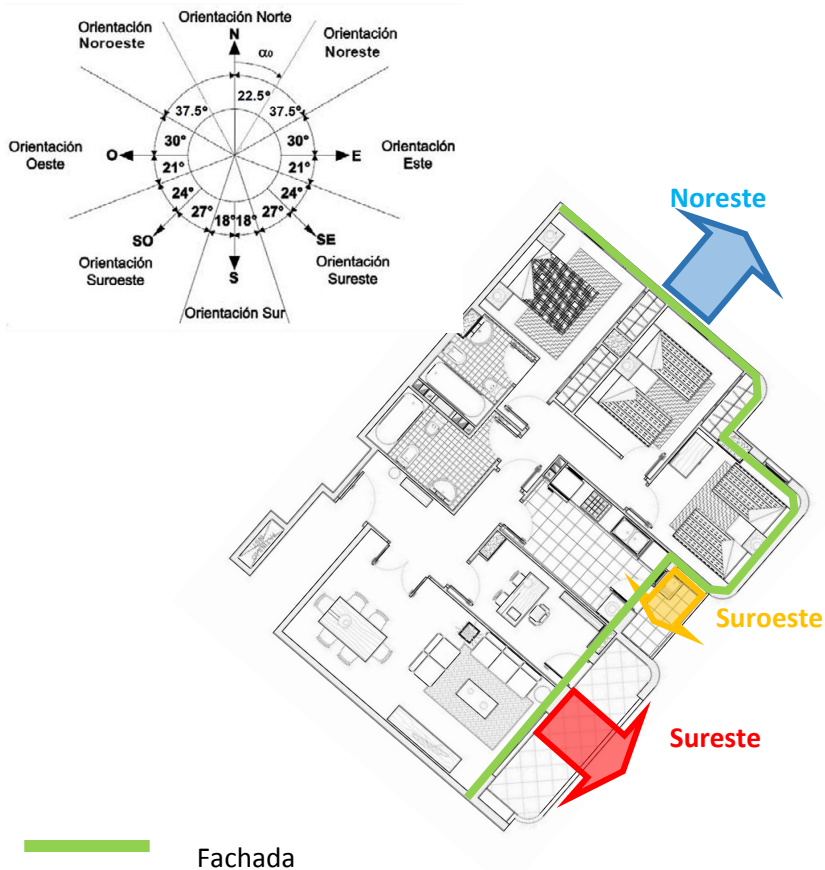


Figura 20. Orientación de la vivienda. 2014. Elaboración propia.

## 4 Identificación de la envolvente térmica.

Consultado en el archivo histórico municipal de la ciudad de Valencia por ser un edificio anterior a 1987, pero solo se conserva el proyecto básico, en el que se encuentra una definición muy pobre de los mismos, por lo que se recurre a localizar al arquitecto redactor D. Joaquín Hernández que tampoco conserva información, pero sí que aporta una descripción del tipo de cerramiento utilizado, así podemos considerar:

### **Medianeras**

Que nuestra vivienda que linda con viviendas al noreste y al sureste siendo dichas paredes son de ladrillo hueco del 11, tenemos que tener presente que se trata de una vivienda económica.

### **Fachada**

Fachada principal son de ladrillo caravista de 23 cm de espesor, formados por 11 cm de ladrillo caravista, enfoscado de mortero de cemento, cámara de aire no ventilada de 2 cm, aislamiento con EPS de 3 cm y ladrillo hueco de 4 cm, revestido con enlucido de yeso al interior.

La pared de la fachada de la galería de 21 cm de espesor, está formada por ladrillo hueco del 11, enfoscado al interior y al exterior, ladrillo hueco del 4 acabado con alicatado al interior en cocina y revestido de yeso en pared que da al dormitorio.

### **Forjado**

El forjado está constituido por viguetas semiresistentes de hormigón, con relleno de bovedillas aligeradas de hormigón en el intereje, de 22 cm de espesor y 4 cm de capa de compresión.

### Cubiertas.

La cubierta transitable, barrera contra vapor formada por 1.5 kg/m<sup>2</sup> de oxiasfalto, capa de 11 cm de espesor medio de hormigón celular de formación de pendientes, capa de 2 cm de mortero de cemento fratasado, membrana impermeabilizante semi-adherida tipo “LA”, capa de 2 cm de mortero de cemento de dosificación 1:6 y solado de baldosín tomado con mortero 1:8, como terminación, ejecutado según normas MV-301 y NTE/QAT. Completamente terminada. Incluso p.p. de mermas y solapes, juntas de dilatación, maestras, limahoyas, sumideros, encuentros y elementos especiales. Medida en proyección horizontal.

### Carpinterías.

Carpintería exterior; formada por perfiles de aluminio prelacado de aluminio en color marrón oscuro sin rotura del puente térmico y vidrio monolítico de 4 mm, sistema de oscurecimiento con persiana de PVC con sistema de accionamiento manual.

Los datos considerados para el cálculo se pueden ver en las **figuras 21 y 22**.

#### DATOS CONSIDERADOS EN LOS CALCULOS DE LOS HUECOS

	MARCO				VIDRIO	
	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	$\alpha$	U W/m <sup>2</sup> K	Fracción del marco	U W/m <sup>2</sup> K	g del vidrio
HUECOS	50,00	0,92	5,70	variable	5,70	0,82
	100,00	0,92	5,70	variable	5,70	0,82

Figura 21. Características de los huecos de la vivienda. 2014. Elaboración propia.

**DATOS CONSIDERADOS EN LOS CALCULOS DE LA ENVOLVENTE**

	CERRAMIENTO			
		U W/m <sup>2</sup> K	masa/m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	ψ (W/mK)
FACHADA	Muro LH11, AISLAMIENTO, LH4, ENLUCIDO	0,57	166,65	
	Muro LH11, AISLAMIENTO, LH4, ALICATADO	0,63	189,65	
	Muro CV, AISLAMIENTO, LH4	0,57	166,90	
	Muro SATE, CV, AISLAMIENTO, LH4	0,23	200,40	
	Muro CV, AISLAMIENTO, LH4, AISLAMIENTO, PYL	0,34	178,70	
HUECOS	Corredera			
	Abatible			
PUENTES TERMICOS	Pilar integrado en fachada			1,05
	Contorno de hueco			0,17
	Fachada con forjado			1,31
	Caja de persiana			0,39
	Fachada esquina exterior			No procede
	Fachada esquina interior			No procede
	Unión solera-pared exterior			No procede

Figura 22. Características de los cerramientos de la vivienda. 2014. Elaboración propia.

## 5 Instalaciones existentes.



La vivienda solo dispone de un calentador de 10 Lt Aspes ACL-100E2 N de gas natural de 17.4 kW de potencia máxima nominal y un rendimiento del 85%.

**Figura 23.**

*Figura 23. Calentador de ACS de la vivienda. 2014.  
Elaboración propia.*

Para calefactar la vivienda se supone que se usan radiadores de aceite con un rendimiento del 100% ante la falta de datos aportados por el fabricante, a pesar de haberse pedido.

# Capítulo 5. Evaluación de la eficiencia energética.

## 5.1 Calificación de la vivienda existente.

La calificación se realiza a partir de los datos anteriormente expuestos con el programa CE3X, que aunque en principio ofrece una menor precisión que CERMA, tiene la ventaja de analizar las mejoras no solo en cuanto a emisiones, también considerando los costes de energía de la vivienda actual, por lo que resulta una herramienta muy cómoda para el objeto de este trabajo.

Aunque el proceso de cálculo está contemplado en el anexo I de este trabajo, quiero comentar ciertos detalles:

Se han creado los cerramientos necesarios, ya que se obtiene una mayor precisión considerando datos conocidos, que considerando propiedades térmicas estimadas, así podemos ver en la **figura 24** los diferentes valores que toma el programa en función de que se considere por defecto, estimado o conocido (caso elegido).

Cerramiento	Por defecto	Estimadas	Conocidas
Fachada caravista	1.8 W/m <sup>2</sup> K	0.81 W/m <sup>2</sup> K	0.57 W/m <sup>2</sup> K
Galería	1.8 W/m <sup>2</sup> K	0.81 W/m <sup>2</sup> K	0.63 W/m <sup>2</sup> K

*Figura 24. Valores del coeficiente U de transmisibilidad de los cerramientos de la vivienda dependiendo de su definición. 2014. Elaboración propia.*

Una vez calculado se obtiene la calificación, en este caso en orientación Sureste **figura 25**.

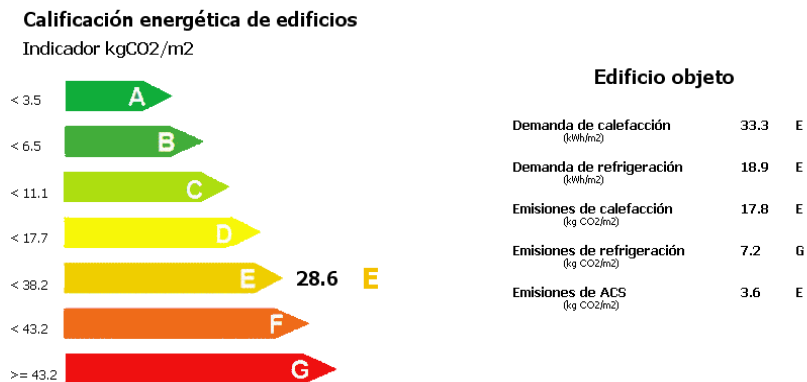


Figura 25. Calificación de la vivienda con orientación Sureste. 2014. CE3X

## 5.2 Medidas de mejora.

La idea es analizar 14 conjuntos, que nos dan diferentes grados de ahorro y su variación dependiendo de la orientación, dejando fuera la estrategia de colocar LED o electrodomésticos de mayor eficiencia centradme en medidas de tipo constructivo. De cada grupo solo se puede seleccionar una medida, salvo en aislamiento donde se puede elegir varias mientras que no afecte a un mismo tipo de cerramiento (ejemplo de aislamiento se puede elegir una de fachada y otra que afecte a cubierta, pero no dos de fachada), de manera que se pueden crear conjuntos de medidas formadas por una solución de cada una, a su vez el programa facilita una calificación nueva del conjunto que compara con la calificación base. **Figura 26**.

Listado comparativo de conjuntos de medidas de mejora

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Glo...	Ahorro
CASO BASE	28.7 D	22.1 E	15.9 E	8.4 G	3.6 E	27.9 E	-
1.- SATE	4.3 A	15.8 D	2.4 B	6.0 F	3.6 E	12.0 D	57.2%
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	26.3 D	21.3 E	14.6 E	8.1 G	3.6 E	26.3 E	5.8%
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT...	21.9 D	12.9 D	12.2 E	4.9 E	3.6 E	20.7 E	26.0%
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT...	19.7 D	12.1 D	10.9 E	4.6 E	3.6 E	19.1 E	31.6%
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+...	22.0 D	11.7 C	12.2 E	4.5 D	3.6 E	20.2 E	27.5%
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILA...	27.2 D	22.1 E	15.1 E	8.4 G	3.6 E	27.1 E	3.0%
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	27.4 D	22.1 E	15.2 E	8.4 G	3.6 E	27.2 E	2.7%
8.- FOTOTERMIA	28.7 D	22.1 E	11.0 E	8.4 G	1.2 A	20.6 E	26.3%
9.- FOTOVOLTAICA	28.7 D	22.1 E	11.0 E	8.4 G	3.6 E	6.5 C	76.6%
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	28.7 D	22.1 E	7.8 D	8.4 G	2.9 E	19.1 E	31.7%
11.-CALDERA DE BIOMASA	28.7 D	22.1 E	3.9 C	8.4 G	0.0 A	12.3 D	55.9%
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIE...	28.7 D	22.1 E	7.2 D	8.4 G	1.6 C	17.3 D	38.1%
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	28.7 D	22.1 E	9.2 D	8.4 G	1.6 C	19.3 E	31.1%
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	28.7 D	22.1 E	11.0 E	8.4 G	3.6 E	6.5 C	76.6%

Figura 26. Calificación de la vivienda con orientación Sureste. 2014. Fuente programa CE3X.

## 1. Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior (sistema SATE).

Se ha elegido la solución aportada por la empresa Coteterm, se corresponde con el tipo de fijación mecánica con perfiles de retención, perfiles de unión, taco y tornillo para fachada más punto de adhesivo y fijación con espigas, panel EPS preparado para perfiliería, mortero armadura + malla de fibra de vidrio embebida, mortero de juntas y cola, figura 27.

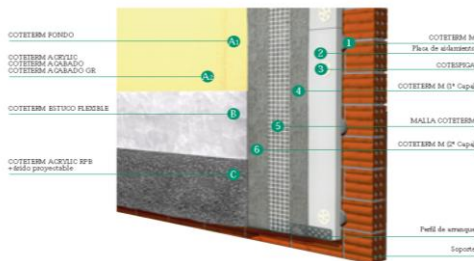


Figura 27. Composición del sistema SATE. 2014. PAREXGROUP.



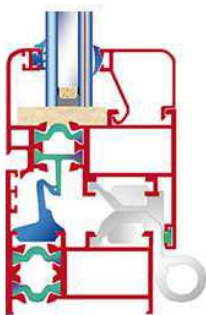
## 2. Adición de aislamiento térmico en fachada por el interior.

La solución se basa en el sistema w623 de Knauf, formado por aislamiento de 4 cm de lana mineral, con una conductividad de 0.037 W/mK y placa de yeso de 1.5 cm y de yeso laminado con una conductividad 0.21 W/mK. El conjunto aporta una resistencia térmica de 1.15 m<sup>2</sup>K/W. No se tratan los puentes térmicos intencionadamente para determinar en otro conjunto de mejoras su grado de importancia.

## 3. Cambio de ventanas RPT.

Se considera muy interesante el cambio de carpinterías exteriores, ya que combinados con mejoras en las instalaciones generan un ahorro importante en climatización de cualquier edificio, junto con el cambio de carpintería se aíslan los cajones de las persianas.

Se ha optado por la oferta de la empresa Cabañero con su perfil COMFORT THERMIC16 (EXTRUAL E16/55 RPT), con una permeabilidad al aire clase 4. **Figura28.**



*Figura 28. Sección de un perfil con RTP. 2014. Cabañero ventanas.*

Un perfil con rotura del puente térmico (RPT), es realmente un doble perfil separado por una junta de material plástico que impide que la parte exterior de la ventana entre en contacto con el interior de la vivienda, aislando térmicamente mucho más que las carpinterías tradicionales metálicas.

Los valores que se manejan en las mejoras pueden verse en la **figura 29**.

Concepto	U (W/m2K)	Factor solar
Vidrio 4-16-4	1.8	0.7
Marco	2.8	

Figura 29. Valores que definen los huecos. 2014. Cabañero ventanas.

En CE3X se definen esas mismas características **figura 30**.

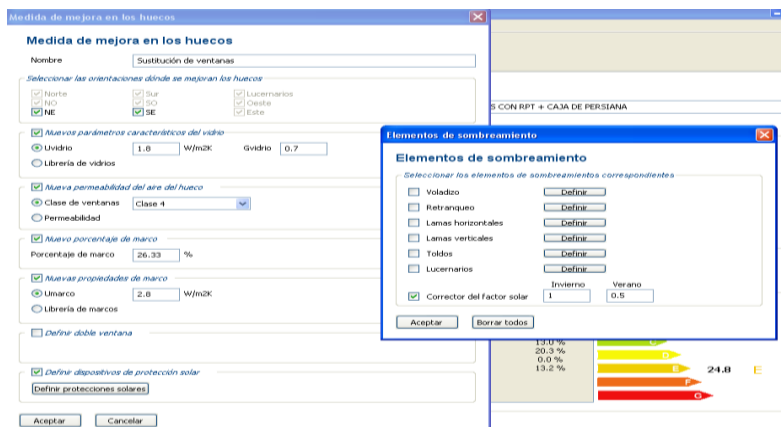
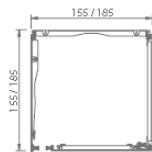
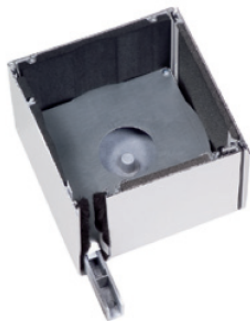


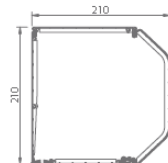
Figura 30. Ventana de introducción de mejoras de huecos en CE3X. 2014. CE3X.

El coste del cajón de persiana he tenido que estimarlo a partir de tarifas de fabricantes, ya que el suministrador de la ventana no me lo da. **Figura 31**.

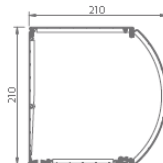
## CAJÓN SUBLIBOX® | COMPACTO



SUBLIBOX



SUBLIBOX 210 DOBLE ÁNGULO



SUBLIBOX 210 CURVO

CAJÓN SUBLIBOX							
DESCRIPCIÓN	FAMILIA	BLANCO	NORMALIZADOS	ANODIZADO BRONCE	ANODIZADO INOXIDABLE	RALES ESPECIALES	MADERAS ESPECIALES
			ANODIZADO PLATA				
CAJÓN SUBLIBOX 155	0342	58,760	62,739	63,996	64,798	64,938	80,102
CAJÓN SUBLIBOX 185		66,134	70,676	72,136	73,065	73,200	90,873
CAJÓN SUBLIBOX 210 DOBLE ÁNGULO		67,450	72,021	73,407	74,329	74,878	91,993
CAJÓN SUBLIBOX 210 CURVO		64,828	69,268	70,691	71,597	71,981	88,951
CAJÓN SUBLIBOX 245		86,527	92,336	93,903	95,061	95,579	117,366

Figura 31. Detalle de cajón aislado y precio. 2014. LUXEPERFIL.

Podemos hablar de un precio de 72 €/ml aproximadamente.

### 4. Cambio de ventanas RPT + aislamiento por el interior.

Combinación de las dos anteriores.

## 5. Adición de doble ventana + aislamiento por el interior.

Esta medida tiene la ventaja de que aumenta el aislamiento acústico, con una inversión menor, como desventaja está la incomodidad en la limpieza de las ventanas.

Se ha optado por la oferta de la empresa Alunion con su perfil C700 (de Perfiles valencia SL), con una permeabilidad al aire clase 3.

Los valores que se manejan en las mejoras son.

Concepto	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
Vidrio 5 mm	5.7	0.85
Marco	4.3	

Figura 32. Valores que definen los huecos. 2014. Perfiles valencia S.L.

El cajón de la persiana se aísla de forma manual, ya que se mantendrían los existentes, siendo imprescindible evitar la pérdida de energía por ese puente térmico.

## 6. Trasdosado interior de pilares integrados en fachada.

Se analiza esta solución por separado, aunque quedaría normalmente englobada en el aislamiento por el interior, pero como he comentado me interesa plantearlo así para demostrar que lo importante es evitar los puentes térmicos.

Se asocia con una conductividad de 0.33 W/mk **figura 33**.

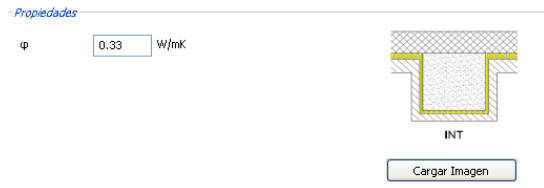


Figura 33. Valores que definen los pilares integrados aislados. 2014. CE3X.

## 7. Trasdosado de caja de persiana

En este caso se aislaría manualmente el cajón existente, es interesante analizarlo independientemente porque es un puente térmico por el que hay grandes pérdidas, con un ahorro del 2.5%

Se asocia con una conductividad de 0.85 W/mk, (**figura 34**).

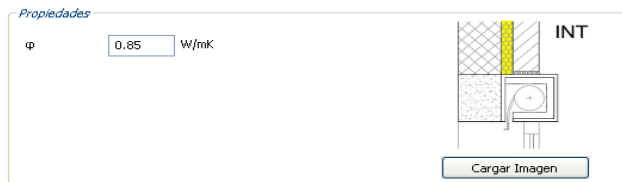


Figura 34. Valores que definen el trasdosad de caja de persiana. 2014. CE3X.

## 8. Incorporación de sistema de energía solar térmica para ACS

Los cálculos pueden verse en el anexo I, basados en el método F-Chart, como resultado de los cálculos tenemos que la instalación quedaría formada por:

1 Placa Sonnenkraft SKR500, con las siguientes características:

Dimensiones

Largo; 2.79 m

Ancho; 1.24 m

Área de apertura; 2.26 m<sup>2</sup>

Eficiencia óptica; 0.82

Coefficiente de pérdidas; 3.82

Acumulador Remeha BP 200-2 de 200 lt.

1 Vaso de expansión sería el Sonnenkraft AG8S de 8 lt de capacidad.

1 Bomba Wilo-Stratos ECO-STG.

34.91 ml de tubería de 18 mm de DN. Las tuberías del circuito primario se aislarán con espuma elastomérica suministrada en coquillas. El espesor mínimo para una conductividad térmica de 0.04 W/m K será de 30 mm. El aislamiento de todo el circuito primario se protegerá exteriormente con chapa de aluminio.

## 9. Incorporación de sistema fotovoltaico.

Este caso he querido plantearlo aplicando el **autoconsumo con balance neto** que hace referencia a la producción individual de electricidad para el propio consumo, a través de paneles solares fotovoltaicos.

Esta práctica puede ser llevada a cabo por individuos, familias, empresas, centros públicos, etc., siempre y cuando la electricidad producida solo la utilicen los mismos. El sistema tecnológico que se utiliza para generar la electricidad es denominado sistema de autoconsumo.

### ***Clasificación de sistemas de autoconsumo fotovoltaico***

Los sistemas de autoconsumo se clasifican en aislados o con conexión a red según estén o no conectados a la red eléctrica.

#### **Sistemas aislados**

El sistema aislado se utiliza para producir electricidad que se consume en el instante o se almacena en una batería eléctrica para un posterior uso.

#### **Sistemas de conexión a red**

El sistema de conexión a red permite verter los excesos de electricidad, es decir, la que no se consume, a la red eléctrica. Este permite obtener un suministro de electricidad con el **mecanismo de compensación diferida** o **balance neto**, un sistema de compensación de saldos, gestionado por las compañías eléctricas, que descuenta de la electricidad obtenida de la red, los excesos de producción del sistema de autoconsumo. Esta práctica está sujeta a la legislación vigente en cada país.

#### **Sistemas conmutados con la red**

También se puede hacer un sistema conmutado con la red; bien con un conmutador aparte o integrado en el inversor (ya los hay disponibles en el mercado), que conmutan la instalación solar con la de la red en 10 milisegundos; con lo que convertimos la instalación solar en una aislada, pues nunca se "toca" con la compañía. Hacen falta unas baterías con un poco de acumulación, lo que no encarece demasiado la instalación en comparación con la de conexión, pero puede acogerse a la legislación de aislada.

### ***Componentes de un sistema de autoconsumo fotovoltaico***

Instalación autoconsumo de conexión a red (**figura 35**).



*Figura 35. Esquema de instalación con balance neto. 2014. Wikipedia.*



Un sistema de autoconsumo fotovoltaico de conexión a red está formado por el conjunto de **paneles fotovoltaicos** y un **inversor**.

- **Los paneles fotovoltaicos (A)** están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (electricidad solar). Algunas marcas que fabrican paneles fotovoltaicos para el autoconsumo son Suntech, Yingli, First Solar, Sharp Corporation y Phoenix Solar. En España, destacan Isofotón, Solaria y Atersa.
- **El inversor (B)** es un aparato electrónico que convierte la corriente continua, generada, por ejemplo, por el panel fotovoltaico, en corriente alterna. Este se conecta a los paneles con un cable. Algunas marcas que fabrican inversores para conexión a red en autoconsumo son SMA Solar Technology, Sputnik Engineering, SolarEdge, etc.

Aparte de estos, los sistemas de autoconsumo pueden incorporar otros componentes, como los descritos a continuación.

- Una estructura para la sustentación de las placas fotovoltaicas.
- Baterías o acumuladores para almacenar la energía. Estos son necesarios en el caso de sistema de autoconsumo aislados, no en los de conexión a red.
- Cargadores de baterías.
- Reguladores para controlar y gestionar las baterías. Son dispositivos que controlan constantemente el estado de carga de las baterías con la finalidad de alargar su vida útil y de protegerlas frente a sobrecargas y sobredescargas. Estos reguladores cuentan con microcontroladores que permiten gestionar los sistemas fotovoltaicos.

- Accesorios para monitorizar el comportamiento del sistema. Permiten controlar los parámetros más importantes de las instalaciones fotovoltaicas.

### ***Ventajas de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico respecto a consumo de la red***

Entre las ventajas del autoconsumo respecto al consumo de la red se encuentran las siguientes.

- Con el abaratamiento de los sistemas de autoconsumo y el encarecimiento de las tarifas eléctricas, puede salir más barato que uno mismo produzca su propia electricidad.
- Se reduce la dependencia de las compañías eléctricas.
- Los sistemas de autoconsumo fotovoltaicos utilizan la energía solar, una fuente gratuita, inagotable, limpia y respetuosa con el medioambiente.
- Se genera un sistema distribuido de generación eléctrica que reduce la necesidad de invertir en nuevas redes y reduce las pérdidas de energía por el transporte de la electricidad a través de la red.
- Se reduce la dependencia energética del país con el exterior.
- Se evitan problemas para abastecer toda la demanda en hora punta, conocidos por los cortes de electricidad y subidas de tensión.
- Se minimiza el impacto de las instalaciones eléctricas en su entorno.

## ***Obstáculos del autoconsumo***

Hasta hace unos años, uno de los principales obstáculos del autoconsumo era el coste de compra de los sistemas. Esto ha dejado de ser un problema dado que los precios se han abaratado en gran medida (hasta un 80% en los últimos 5 años), mientras que los precios de la electricidad proporcionada por las compañías eléctricas han subido de forma continua, y se espera que lo sigan haciendo en el futuro próximo.

Otro obstáculo del autoconsumo es la intermitencia de la generación de electricidad a partir de la energía solar. Así, un sistema de placas solares por la noche no generará electricidad, siendo necesario un sistema de almacenamiento en caso de instalaciones aisladas.

En el caso de sistemas de autoconsumo conectados a red esto no es mayor problema si el país dicta normas que regulen un suministro eléctrico con **balance neto** lo cual es el principal obstáculo del autoconsumo en España: el vacío legal creado, al estar pendiente de aprobación la regulación que autorice el autoconsumo con balance neto, ya que la Disposición Adicional Segunda del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre [9], por el que se regula la conexión a red de instalaciones de pequeña potencia no fija las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo si este a su vez dispone de enganche a la red eléctrica con suministradores exteriores.

No obstante en principio plantearé mi instalación de esta manera, suponiendo que en el futuro próximo se regulará un suministro eléctrico con **balance neto**.

En este caso el ahorro es importante, ya que no son precisos ni el regulador de carga, ni las baterías.

Los resultados del cálculo que pueden verse en el anexo I arrojan una instalación compuesta por:

1 batería estacionaria traslucida de 6 vasos de 2V, 1025 Ah TUDOR, 6.8 Enersol T1000 (no se considera).

5 paneles fotovoltaicos ATERSA A-240P SOL de 240 W de potencia máxima (pico).

1 regulador podría ser LEO 20 50A Bitensión 12/24 V Maestro de Atersa (no se considera).

1 Inversor TAURO onda senoidal BC 2548 48Vcc/220Vca 2500W de Atersa

1 Soporte Ref. 1502064 Acero galvanizado para 2 paneles 6" 6x10 6" 6x12 AA6 6x12-6x10/2 CT 434,10

1 Soporte Ref. 1502065 Acero galvanizado para 3 paneles 6" 6x10 6" 6x12 AA6 6x12-6x10/3 CT 435.10

## **10.Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por caldera de alta eficiencia energética.**

Según los aparatos previstos necesito una caldera de 36.8 kW para cubrir las necesidades de ACS, y aunque las necesidades de calefacción serían de 6.56 kW, estas no se tiene en cuenta, ya que la caldera al ser sistema mixto de ACS y calefacción, prioriza el uso de ACS que es para el que se hace el calculo que puede verse en el anexo I.

Se consideran los siguientes consumos a cubrir:

Sanitario	Uds.	Consumo
Lavabos	2	0.05 lt/s
Bañera	2	0.3 lt/s
Bidé	2	0.01 lt/s
Fregadero	1	0.2 lt/s

Figura 36. Consumo por aparato. 2006. CTE

En función de esas demandas y aplicando un coeficiente de simultaneidad promedio, se obtiene la potencia de la caldera (figura 37)

POTENCIA ACS			
Consumos ACS (l/s)	densidad agua	1	Potencia necesaria ACS [kW]
Lavamanos 0,1	Cp. agua	4,186	36,8
Ducha	Tacs	45	
Bañera 0,6	Tred	13	
Bidé 0,2			
Fregadero 0,2			
ratio			0,275

Figura 37. Potencia necesaria de ACS. 2014. Elaboración propia.

La caldera que podría cumplir es la Remeha Avanta Plus 39C En CE3X se define de la siguiente manera (figura 38):

Figura 38. Ventana de definición de la potencia necesaria de ACS. 2014. Elaboración propia.

En cuanto a la calefacción formado por 49 elementos, los radiadores elegidos son de aluminio modelo Dubal de Baxi Roca.

### **11.Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por caldera de biomasa.**

Este mismo planteamiento me sirve para la biomasa. A partir de los datos anteriores, una posible solución es la caldera FERROLI SLF6 de 42 kW.

### **12.Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por bomba de calor de alta eficiencia.**

En la **Directiva 2009/28/CE** [10] se reconoce como energía renovable, en determinadas condiciones, la energía capturada por bombas de calor, según se dice en su artículo 5 y se define en el Anexo VII: Balance energético de las bombas de calor.

Las bombas de calor que podrán considerarse como renovables son aquellas en las que la producción final de energía supere de forma significativa el consumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

Posteriormente, la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) [11] establece el parámetro  $\eta$  con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como renovables siempre que su SPF sea superior a 2,5.

En el documento “Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas”[12],

pretende establecer una metodología que, utilizada por defecto a falta de una mejor información, podrá considerarse como suficiente para que determinadas bombas de calor accionadas eléctricamente puedan ser consideradas como bombas de calor renovables. Estos cálculos se encuentran en el anexo I

Aunque comercialmente no se encuentra aún ninguna maquina (salvo las de agua-agua) disponibles que aporte el COP de 5.43, voy a plantear una maquina hipotética que diese ese 5.43 a un precio actual.

### **13.Sustitución de equipo de generación para ACS y calefacción por bomba de calor convencional.**

A la vista del resultado tan negativo, se decide considerar la posibilidad de colocar una bomba de calor de menores prestaciones, sistema aire-aire, que aunque no sea considerada como energía renovable, si que presenta un COP de 3.41, lo que implica un gran ahorro respecto a la caldera aunque sea esta de alta eficiencia que solo alcanza un COP de 1.1 (es decir 110%).

Se opta por un modelo de una firma poco conocida para que sea más barata XIDECO XD-XE 99912 HC.

### **14.Incorporación de sistema fotovoltaico con baterías.**

Cabe considerar que a pesar de que no se legisle el balance neto, si que pueda llegar a ser interesante ver si es viable una instalación aislada dado el poco consumo que según facturas tiene la casa.

### 5.3 Vida útil, coste de mantenimiento y costes considerados.

Como resumen, aunque el presupuesto está en el anexo III se adjunta un tabla resumen de los conjuntos de mejora, con sus medidas y la vida útil de dichas medidas (**figura 39**).

Conjunto	Medida de mejora	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incremento coste mantenimiento anual (€)	Coste total (PEM)
1.- SATE	COTETERM PLACA EPS BCO	Adición de Aislamiento Térmico	50,00	4.382,34	0,00	4.382,34
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	FACHADA+TRASDOSADO KNAUF W623	Adición de Aislamiento Térmico	50,00	3.476,01	0,00	3.476,01
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	Sustitución de ventanas	Sustitución/mejora de Huecos	50,00	3.672,27	0,00	
	TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	Mejora de Puentes Térmicos	50,00	1.157,92	0,00	4.830,19
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	Sustitución de ventanas	Sustitución/mejora de Huecos	50,00	3.672,27	0,00	
	FACHADA+TRASDOSADO KNAUF W623	Adición de Aislamiento Térmico	50,00	3.621,22	0,00	
	TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	Mejora de Puentes Térmicos	50,00	1.157,92	0,00	8.451,41



5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+ AISLAMIENTO POR INTERIOR	Sustitución de ventanas	de Sustitución/mejora de Huecos	50,00	2.008,82	0,00	
	FACHADA+TRASDOSADO KNAUF W623	de Adición Aislamiento Térmico	50,00	3.621,22	0,00	
	TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	de Mejora Puentes Térmicos	50,00	412,55	0,00	6.042,59
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	de Mejora Puentes Térmicos	50,00	425,45	0,00	425,45
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	CAJA DE PERSIANA	de Mejora Puentes Térmicos	50,00	412,55	0,00	412,55
8.- FOTOTERMIA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	25,00	4.358,57	120,00	7.358,57
9.- FOTOVOLTAICA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	25,00	6.743,09	120,00	9.743,09
10.- CALDERA ALTA EFICIENCIA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	30,00	6.405,60	176,00	11.685,60
11.- CALDERA DE BIOMASA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	30,00	7.255,05	205,00	13.405,05
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	30,00	11.803,57	370,00	22.903,57
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	20,00	5.527,58	300,00	11.527,58
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	Nuevas Instalaciones	Instalaciones	25,00	10.421,17	120,00	13.421,17

Figura 39 Costes y vida útil considerados en cada medida. 2014. Elaboración propia.

## 6 Consumo de energía consumida y prevista considerados.

Partimos de un consumo anual conocido a partir de la facturación del último año, que es de

Electricidad:

28/12/2012...lectura real....027836 kWh

27/12/2013...lectura real....030082 kWh

Consumo..... 2246 kWh

Gas natural

9/1/2013...lectura facilitada 753 metros cúbicos

9/1/2014...lectura facilitada 888 metros cúbicos

Consumo.....135 m<sup>3</sup>\*11.497 kWh=1552.09 kWh

Las facturas están en el anexo IV “documentación técnica utilizada”

En el caso de la biomasa y la fotovoltaica hay que considerar los costes futuros, aunque estos no se hayan producido, indicando que demandas van a cubrir y en qué porcentaje.

En el caso de los pellets tenemos un poder calorífico de 4.31 kcal/kg=0.00501 kWh, es decir que con 1552 kWh consumidos en un año en gas natural al que se va a sustituir implica un consumo de 309.780 kg anuales de pellets (310 Tm que hay que subir en el

ascensor). La ventana e introducción de datos puede verse en la **figura 39**.

### Definición de Factura Energética

*Datos de la factura*

Nombre	<input type="text" value="BIOMASA"/>		
Combustible	<input type="text" value="Biomasa/Renov."/>		
Consumo anual	<input type="text" value="309780"/> Kg	Factor de conversión	<input type="text" value="0.00501"/> kWh/Kg
Demandas satisfechas	Distribución de consumos		
<input checked="" type="checkbox"/> ACS	<input type="text" value="70"/> %		
<input checked="" type="checkbox"/> Calefacción	<input type="text" value="30"/> %		
<input type="checkbox"/> Refrigeración	<input type="text"/> %		
<input type="checkbox"/> Otros	<input type="text"/> %		

Figura 40. Ventana de definición de consumo de biomasa. 2014. CE3X

## 7 Costes de la energía.

En CE3X además de los consumos se introducen los costes, tanto de la energía consumida, como la que los posibles equipos a instalar pueden consumir, como la biomasa (**figura 41**).

Combustible	Densidad Kg/m <sup>3</sup>	Tamaño mm	Humedad	Presentación	Precio (*) €/t	PCI kcal/kg	Precio c€/kWh
Astilla de pino triturada	200	30/100	<20%	a granel	58	3.600	1,39
Zuro de maíz	150	100/150	<25%	a granel	37	3.880	0,82
Zuro de maíz triturado	200	30/100	<25%	a granel	58	3.880	1,29
Cáscara de almendra limpia de finos	350	50/50	<20%	a granel	56	3.800	1,27
Cáscara de almendra triturada	850	5/10	<20%	a granel	98	3.800	2,22
Pellets de madera	800	6	<15%	a granel	169	4.310	3,38
Pellets de madera	800	6	<15%	saco 15 kg	226	4.310	4,51

Figura 41. Precio de diferentes combustibles de biomasa. 2013. IDAE

Así pues tanto los precios de luz y gas, obtenidos por división de las facturas por sus consumos en kWh, como el precio de las energías usadas por los conjuntos de mejoras, se introducen en el programa (figura 42).

#### Definición de los parámetros económicos

*Precio asociado a los diferentes combustibles*

Gas Natural	<input type="text" value="0.1199"/>	€/kWh
Gasóleo-C	<input type="text"/>	€/kWh
Electricidad	<input type="text" value="0.2209"/>	€/kWh
GLP	<input type="text"/>	€/kWh
Carbón	<input type="text"/>	€/kWh
Biocombustible	<input type="text"/>	€/kWh
Biomasa/Renovable	<input type="text" value="0.0451"/>	€/kWh
Electricidad generada para autoconsumo	<input type="text" value="0.2209"/>	€/kWh

*Datos económicos*

Incremento anual del precio de la energía	<input type="text" value="5"/>	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	<input type="text" value="2"/>	%

Figura 42. Ventana de definición de precios de la energía. 2014. CE3X

## 8 Costes de las medidas de mejora.

En el anexo III se encuentran las mediciones y presupuestos de las diferentes medidas de mejora desglosadas, cuyo resumen es el siguiente. (figura 43).

### Presupuesto

<i>Código</i>	<i>Resumen</i>	<i>ImpPres con IVA</i>
1	SISTEMA SATE	4.382,34
2	AISLAMIENTO INTERIOR	3.476,02
3	CAMBIO DE VENTANAS RPT+CAJA DE PERSIANA	4.830,19
4	CAMBIO VENTANAS RPT + CAJA DE PERSIANA+ AISLAMIENTO POR INTERIOR	8.451,40
5	DOBLE VENTANA MAS AISLAMIENTO POR INTERIOR	6.042,58
6	TRASDOSADO DE PILARES INTEGRADOS	425,45
7	AISLAMIENTO DE CAJA DE PERSIANA	412,55
8	INCORPORACION DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR TERMICA PARA ACS	4.358,57
9	INCORPORACION DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	6.743,09
10	CALDERA DE ALTA EFICIENCIA	6.405,06
11	CALDERA DE BIOMASA	7.255,05
12	BOMBA DE CALOR	11.803,57
13	BOMBA DE CALOR NORMAL	5.527,58
14	FOTOVOLTAICA+BATERIA	10.421,17
<b>Total</b>		<b>80.534,62</b>

Figura 43. Importes de las medidas de mejora. 2014. Elaboración propia.

Se ha utilizado intencionadamente el PEM con el IVA prescindiendo del beneficio industrial de forma intencionada con el fin de ver e margen real que una empresa de reformas podría plantear en función de los beneficios generados.

## 9 Impacto de las medidas de mejora.

En este apartado veremos el aprovechamiento económico traducido años de amortización y en ahorros, el VAN de cada medida dependiendo de la orientación elegida.

En primer lugar se indican los años de amortización simple, usando el método conocido como Periodo de amortización bruta (Pay-back) este es un método directo que divide la inversión por el ahorro económico anual. Este indicador no es muy preciso, puede servir para hacer una criba entre distintos conjuntos de mejora, para pasar a estudiar con más detalle los que den un tiempo de retorno menor.

Sin embargo el **VAN** (Valor Actualizado Neto), consiste en ver cuál será la ganancia que tendremos a los largo de N años de vida del proyecto en dinero de hoy y se expresa:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$V_t$  Representa los flujos de caja en cada periodo t.

$I_0$  Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

$n$  Es el número de *periodos considerado*.

$k$ , d o TIR es el tipo de interés.

Indicar que un valor negativo de VAN indica que es una inversión que no es ventajosa económicamente, pues solo genera costes.

Podemos ver el valor promedio de los 14 conjuntos de soluciones consideradas en la **figura 44**.

Código	Resumen	Años amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
1	SISTEMA SATE	39,09	8.589,64	13,60	32.477,68
2	AISLAMIENTO INTERIOR	334,99	-2.277,00	108,91	177,94
3	CAMBIO DE VENTANAS RPT+CAJA DE PERSIANA	137,06	-777,58	47,41	6.998,73
4	CAMBIO VENTANAS RPT + CAJA DE PERSIANA+ AISLAMIENTO POR INTERIOR	183,50	-3.159,59	63,75	6.882,38
5	DOBLE VENTANA MAS AISLAMIENTO POR INTERIOR	168,39	-1.924,91	58,55	6.019,96
6	TRASDOSADO DE PILARES INTEGRADOS	73,11	257,60	22,26	1.753,81
7	AISLAMIENTO DE CAJA DE PERSIANA	79,74	195,20	23,94	1.555,20
8	INCORPORACION DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR TERMICA PARA ACS	28,20	2.870,00	10,26	13.302,26
9	INCORPORACION DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	12,90	14.266,80	8,45	24.719,84
10	CALDERA DE ALTA EFICIENCIA	-85,60	-6.778,90	-501,39	-690,10
11	CALDERA DE BIOMASA	448,60	-2.675,80	35,54	7.000,04
12	BOMBA DE CALOR	-93,90	-11.051,70	-58,03	-1.207,51
13	BOMBA DE CALOR NORMAL	-42,59	-6.058,53	56,25	-1.490,08
14	FOTOVOLTAICA+BATERIA	21,19	9.315,81	13,43	19.339,04

Figura 44. Promedio de amortización y VAN de las medidas de mejora. 2014.  
Elaboración propia.

Podemos a continuación ver el Valor Actualizado Neto (VAN) de cada solución en función de la orientación. (**figuras 45 a 58**).

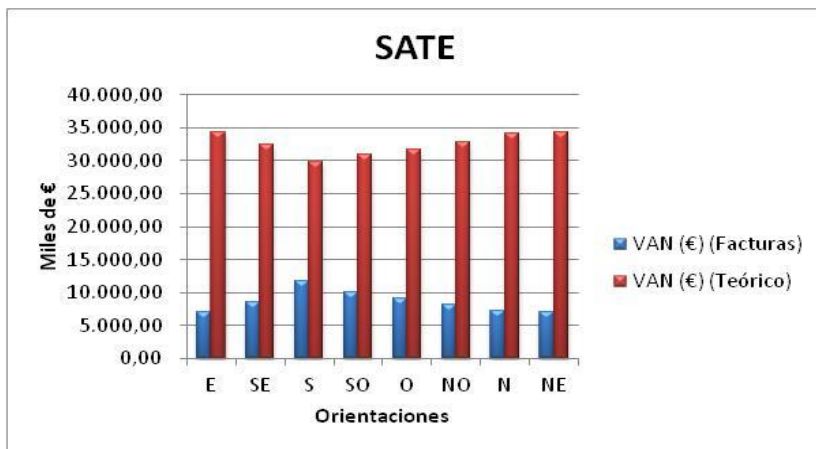


Figura 45. VAN del sistema SATE por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

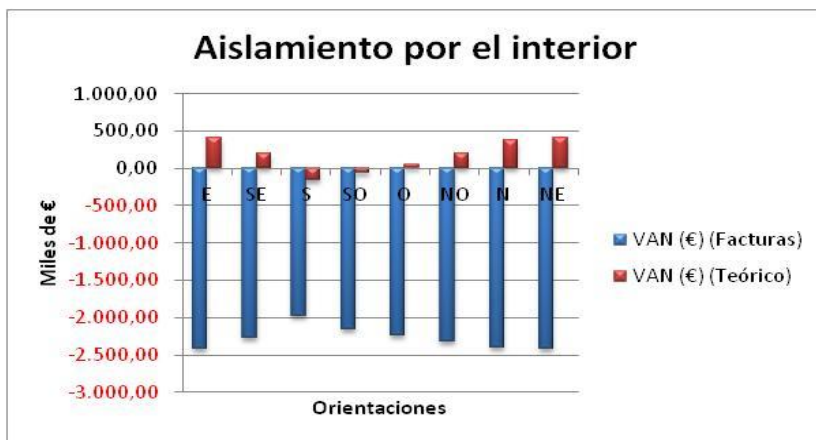


Figura 46. VAN del aislamiento interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.



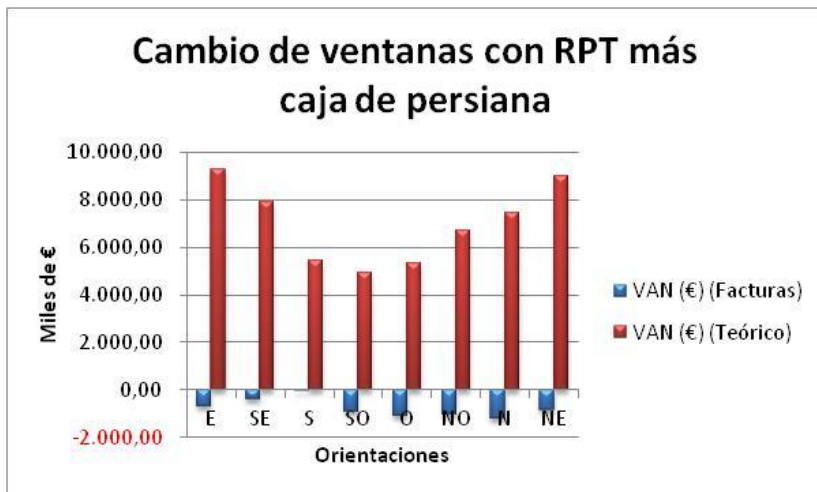


Figura 47. VAN carpintería con RPT por orientaciones. 2014. Elaboración propia.



Figura 48. VAN carpintería RPT, más aislamiento interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.



Figura 49. VAN dobles ventanas, más aislamiento por el interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

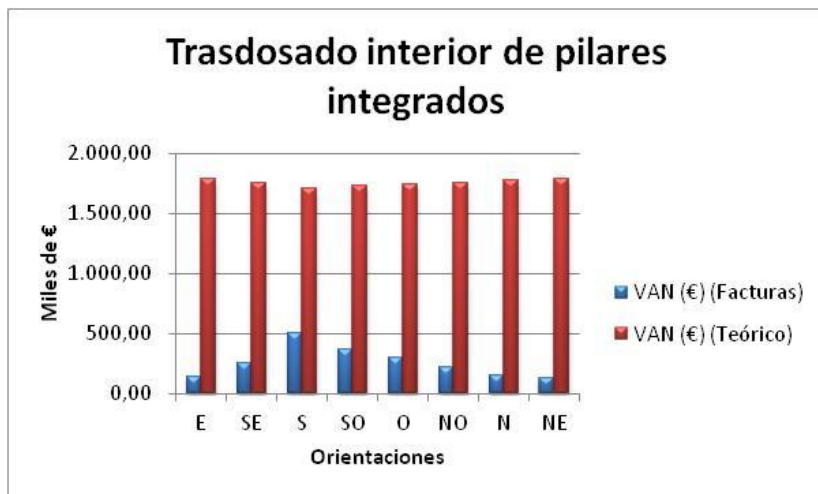


Figura 50. VAN trasdosado pilares integrados por orientaciones. 2014. Elaboración propia.



Figura 51. VAN trasdosado caja de persiana por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

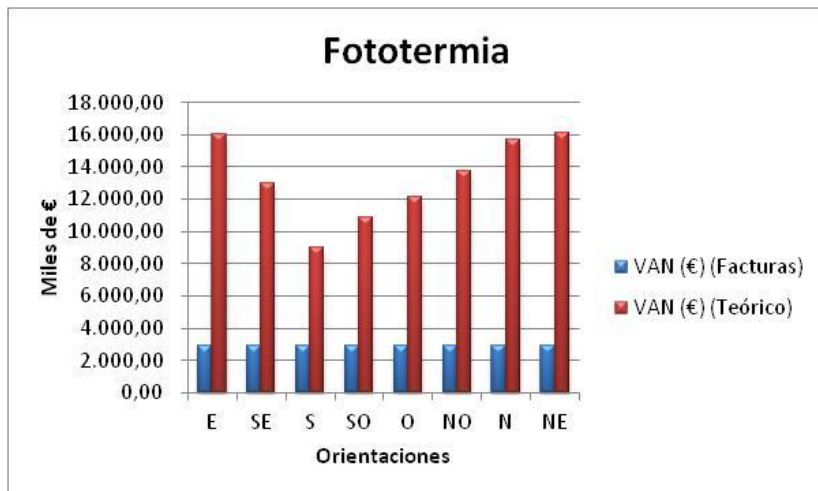


Figura 52. VAN de la fototermia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

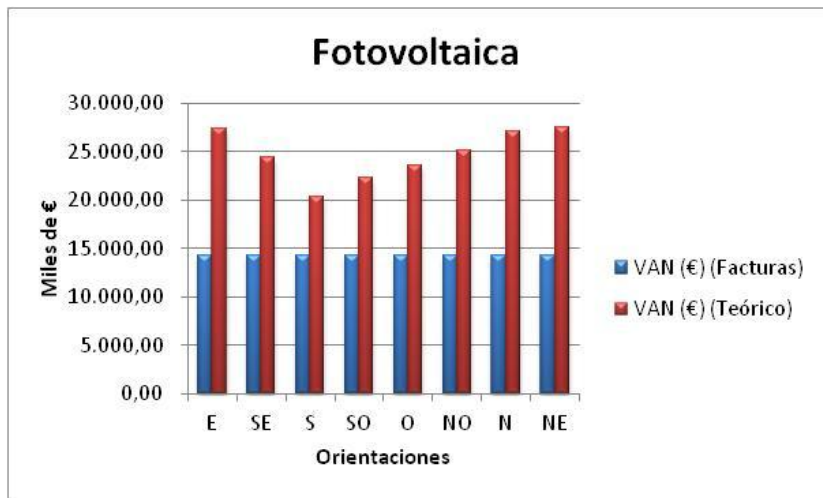


Figura 53. VAN de la energía fotovoltaica por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

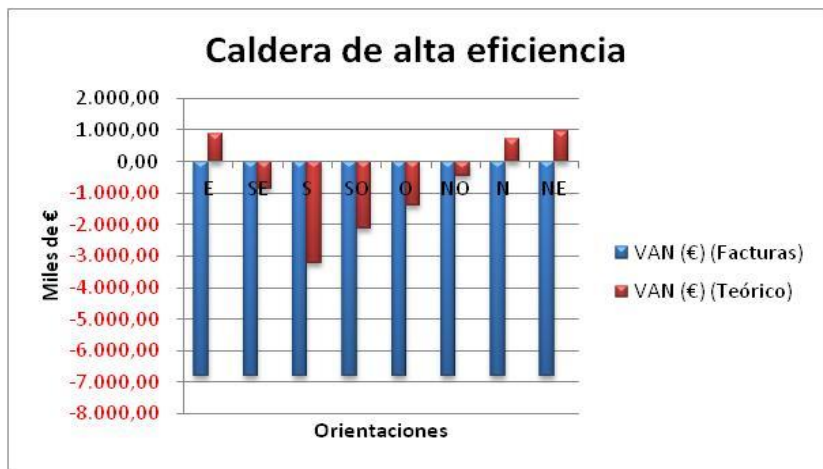


Figura 54. VAN de la caldera de alta eficiencia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

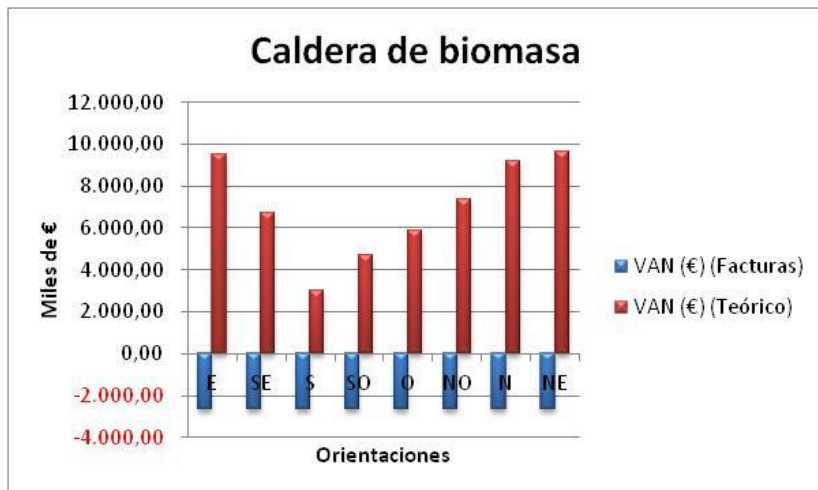


Figura 55. VAN caldera de biomasa por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

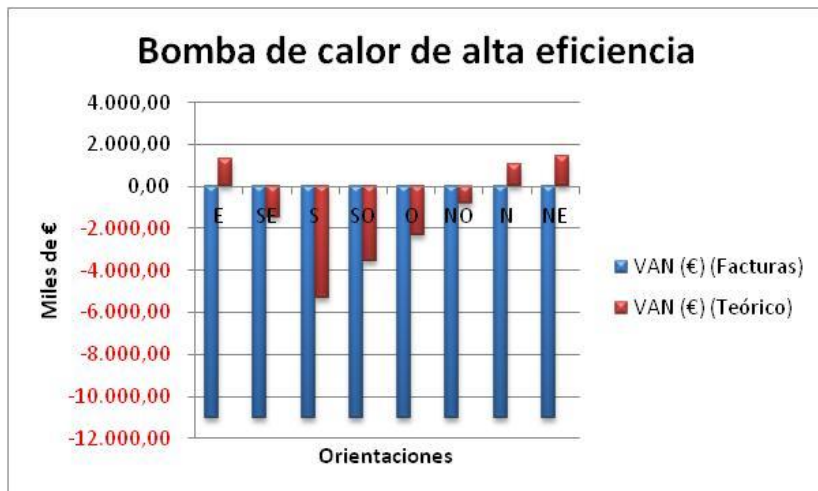


Figura 56. VAN bomba de calor de alta eficiencia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

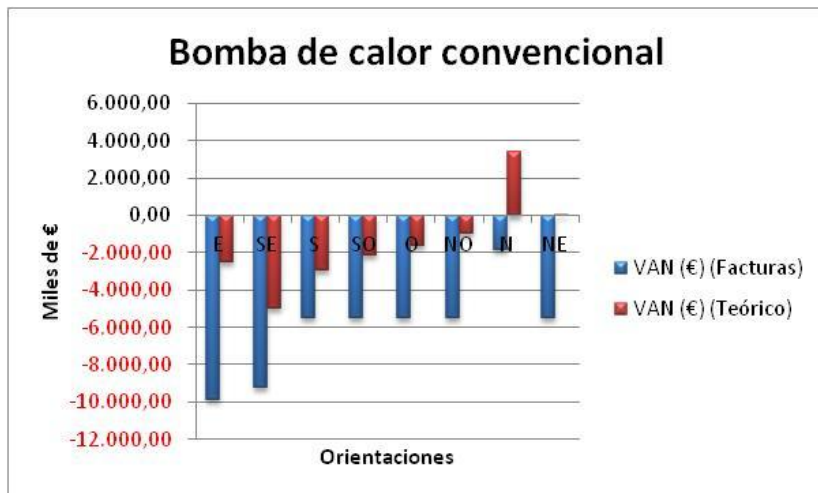


Figura 57. VAN bomba de calor de rendimiento normal por orientaciones. 2014. Elaboración propia.

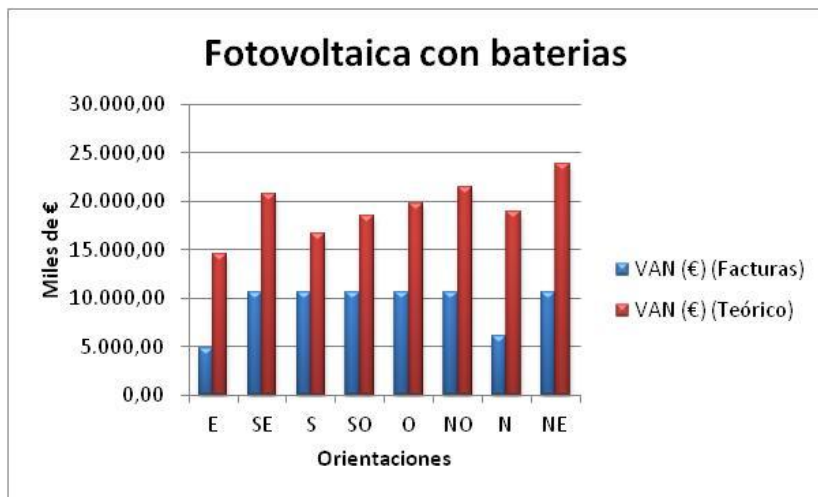


Figura 58. VAN fotovoltaica con baterías. 2014. Elaboración propia.

Vemos que en VAN es mayor en general en la orientación Este y Noreste, y en menor medida en la Norte. Podemos ahora preguntarnos qué soluciones aportan en función de la inversión un mayor rendimiento, es decir por cada Euro invertido ver las que generan más beneficio, dividiendo ese VAN por la inversión.

En grafico de columnas podemos ver de los promedios de las ocho orientaciones **figura 59 y 60**.

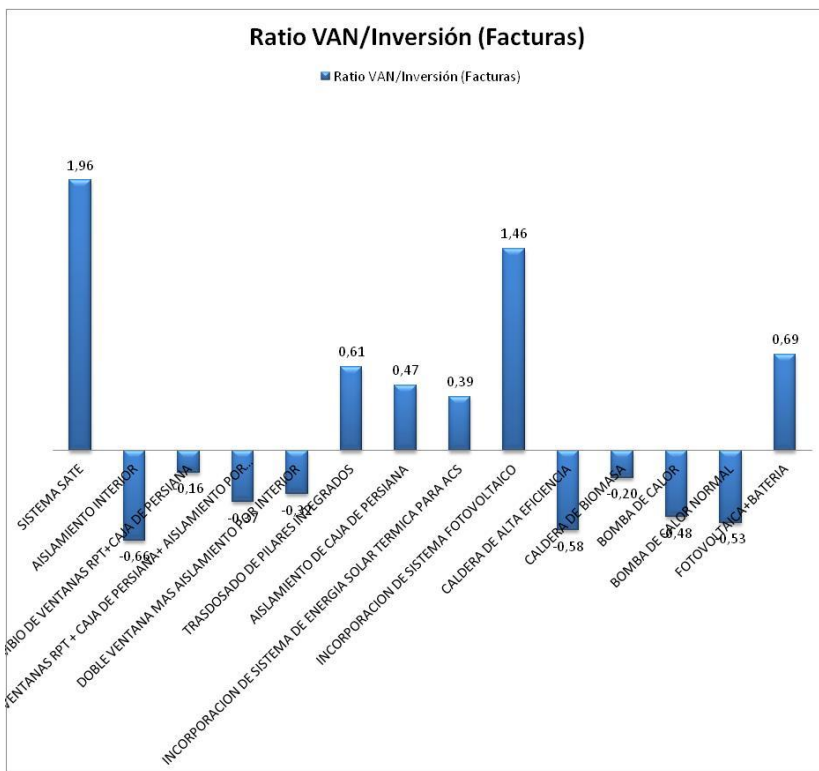


Figura 59. Ratio inversión/VAN facturas reales. 2014. Elaboración propia.

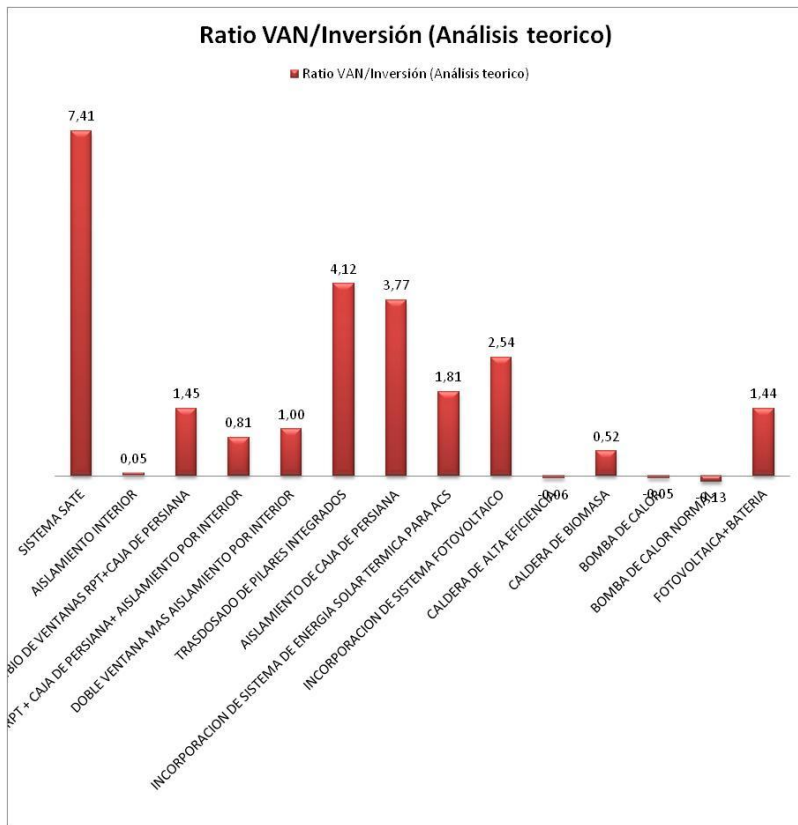


Figura 60. Ratio inversión/VAN análisis teórico. 2014. Elaboración propia.

Podemos analizar con más detalle en tabla siguiente esos valores (**figura 61**), en fondo verde aquellos conjuntos que tiene un ratio superior a 1, es decir generan un beneficio mayor del 100% de la inversión, claramente beneficiosos, en fondo amarillo aquellos conjuntos que se mueven entre el 0-1, es decir 0-100%, y finalmente en



fondo rojo todos aquellos que generan perdidas y que lógicamente económicamente no interesan.

VALORES PROMEDIO DE CADA SOLUCION			
Código	Medida de mejora	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1	SISTEMA SATE	1,96	7,41
2	AISLAMIENTO INTERIOR	-0,66	0,05
3	CAMBIO DE VENTANAS RPT+CAJA DE PERSIANA	-0,16	1,45
4	CAMBIO VENTANAS RPT + CAJA DE PERSIANA+ AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,37	0,81
5	DOBLE VENTANA MAS AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,32	1,00
6	TRASDOSADO DE PILARES INTEGRADOS	0,61	4,12
7	AISLAMIENTO DE CAJA DE PERSIANA	0,47	3,77
8	INCORPORACION DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR TERMICA PARA ACS	0,39	1,81
9	INCORPORACION DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	1,46	2,54
10	CALDERA DE ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,06
11	CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,52
12	BOMBA DE CALOR	-0,48	-0,05
13	BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,53	-0,13
14	FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,69	1,44

Figura 61. Ratio inversión/VAN según medidas de mejora. 2014. Elaboración propia.

Podemos ver a continuación en cada orientación las 5 mejores (fondo verde y las 5 peores, aunque produzcan beneficio en fondo rojo, para poder extraer conclusiones. (figuras 62 a 69).

ORIENTACION ESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	1,60	7,81
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,69	0,12
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,15	1,92
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,38	1,11
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,29	1,43
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,33	4,19
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,21	3,83
8.- FOTOTERMIA	0,39	2,17
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,81
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	0,07
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,71
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	0,06
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,86	-0,22
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,37	1,09

Figura 62. Ratio inversión/VAN orientación Este. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION SURESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	1,95	7,38
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,65	0,06
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,09	1,63
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,33	0,92
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,26	1,14
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,59	4,12
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,46	3,76
8.- FOTOTERMIA	0,39	1,77
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,51
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,07
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,50
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	-0,06
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,80	-0,44
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,55

Figura 63. Ratio inversión/VAN orientación Sureste. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION SUR		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	2,70	6,78
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,57	-0,05
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,01	1,12
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,25	0,59
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,23	0,64
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	1,18	4,02
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	1,00	3,67
8.- FOTOTERMIA	0,39	1,22
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,09
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,27
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,22
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	-0,23
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,48	-0,26
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,24

Figura 64. Ratio inversión/VAN orientación Sur. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION SUROESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	2,29	7,04
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,62	-0,02
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,19	1,02
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,38	0,54
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,36	0,60
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,86	4,06
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,71	3,71
8.- FOTOTERMIA	0,39	1,47
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,28
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,18
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,35
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	-0,15
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,48	-0,19
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,38

Figura 65. Ratio inversión/VAN orientación Suroeste. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION OESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	2,07	7,23
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,64	0,01
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,23	1,10
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,41	0,60
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,38	0,70
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,70	4,09
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,56	3,74
8.- FOTOTERMIA	0,39	1,64
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,41
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,12
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,44
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	-0,10
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,48	-0,14
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,48

Figura 66. Ratio inversión/VAN orientacion Oeste. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION NOROESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	1,85	7,47
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,67	0,06
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,21	1,38
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,41	0,78
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,35	0,95
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,52	4,13
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,40	3,78
8.- FOTOTERMIA	0,39	1,86
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,58
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	-0,04
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,55
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	-0,04
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,48	-0,09
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,60

Figura 67. Ratio inversión/VAN orientación Noroeste. 2014. Elaboración propia.

ORIENTACION NORTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	1,63	7,76
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,69	0,11
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,25	1,54
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,44	0,89
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,37	1,13
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,35	4,18
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,23	3,82
8.- FOTOTERMIA	0,39	2,13
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,78
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	0,06
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,69
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	0,05
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,16	0,30
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,45	1,41

Figura 68. Ratio inversión/VAN orientación Norte. 2014. Elaboración propia.



ORIENTACION NORESTE		
Conjunto de mejoras	Ratio VAN/Inversión (Facturas)	Ratio VAN/Inversión (Análisis teórico)
1.- SATE	1,59	7,82
2.- AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,70	0,12
3.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT + CAJA DE PERSIANA	-0,17	1,86
4.- CAMBIO DE VENTANAS CON RPT+ CAJA PERSIANA +AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,40	1,08
5.- CAMBIO DE VENTANAS SIN RPT+AISLAMIENTO POR INTERIOR	-0,31	1,38
6.- TRASDOSADO INTERIOR DE PILARES INTEGRADOS	0,32	4,19
7.- TRASDOSADO CAJA DE PERSIANA	0,20	3,83
8.- FOTOTERMIA	0,39	2,19
9.- FOTOVOLTAICA	1,46	2,83
10.-CALDERA ALTA EFICIENCIA	-0,58	0,08
11.-CALDERA DE BIOMASA	-0,20	0,72
12.- BOMBA DE CALOR ALTA EFICIENCIA	-0,48	0,06
13.- BOMBA DE CALOR NORMAL	-0,48	0,00
14.- FOTOVOLTAICA+BATERIA	0,79	1,78

Figura 69. Ratio inversión/VAN orientación Noreste. 2014. Elaboración propia.

## Capítulo 6. Conclusiones

Relacionado con el objeto de este trabajo podemos concluir:

Medidas aconsejables económicamente:

- Muy recomendables todas las encaminadas a reducir los **puentes térmicos**, más que el aislamiento propiamente dicho, apoyado por el hecho de que el aislamiento por el interior tiene un impacto mínimo, dentro de estas medidas tenemos por orden de beneficio:
  - Sistema SATE; claramente ventajoso.
  - Trasdosado de pilares.
  - Trasdosado de caja de persiana.
- Cambio de carpinterías; es moderadamente interesante (más en teoría, con los consumos reales no), el aislamiento por el interior conjuntamente con esta medida no es fundamental, de hecho aumenta el coste y disminuye el ratio respecto a cambiar solo la carpintería, lo que si se demuestra es que si es fundamental actuar sobre la caja de la persiana, por otro lado con la opción de colocar doble ventana, es decir aprovechar la carpintería exterior, y colocar otra ventana sin rotura, se consiguen casi los mismos resultados que colocando carpintería con rotura del puente térmico, pero resulta tal vez muy incómoda para el usuario.
- La actuación sobre puentes térmicos, tanto trasdosado de pilares integrados en fachada, como cajas de persiana generan con poca inversión un beneficio importante con relación a la

inversión hecha (ratios de casi 50% la inversión y teóricamente hasta de un 400%).

- La energía fototérmica al tener un uso más limitado si nos atenemos al consumo real genera menos beneficio, pero no deja de ser interesante si se hace caso a las necesidades teóricas.
- La implantación de la energía fotovoltaica sería muy beneficiosa si se pusiera en marcha el autoconsumo, generando sin necesidad de subvenciones un ahorro importante, ya no solo para el usuario, sino para el conjunto de la sociedad. Sorprende ver que ya hemos llegado al punto de que incluso un sistema aislado es rentable.

Medidas no aconsejables económicamente:

- El aislamiento interior produce resultados muy pobres si no se actúa sobre los puentes térmicos.
- Todo lo que implica instalación de máquinas para climatización aunque sean de alta eficiencia, conlleva un resultado negativo en sí mismo, ya que la inversión es muy superior al ahorro generado, lo que implica que deben ir acompañadas de las medidas anteriores en aislamiento para realmente potenciar su efecto económico, a esto hay que sumar que si se prevé un uso escaso por parte del usuario bien porque el clima de Valencia es muy suave o porque el usuario se autoimpone medidas de ahorro muy fuertes, lo que hace que la amortización sea difícil. El caso de la bomba de calor es un claro exponente de que la inversión no se ve compensada con los excelentes rendimientos

de las maquinas, pero esto mismo da pie a pensar que apoyadas con energía fotovoltaica puede ser una alternativa nada despreciable, más incluso en terciarios (oficinas y centros públicos) donde la actividad se realiza durante el día, beneficiándose de la captación solar.

En cuanto a orientaciones tenemos que las soluciones e comportan de forma diferente, así tenemos:

- Sistema SATE; es más efectivo en teoría en orientaciones Norte y Este, aunque con la facturación real ocurre que es la orientación Sur la más adecuada, seguramente esto es debido a que se ha declarado un sistema de calefacción que en orientaciones Norte debe trabajar más para asegurar las condiciones previstas de confort en invierno por el CTE y sin embargo no existe sistema de refrigeración.
- Aislamiento interior; ocurre de igual manera, en teoría se comporta mejor en orientaciones Norte, pero en el caso de considerar el consumo real es en la Sur donde produce mayores ahorros.
- Las tres soluciones que implican colocar carpinterías nuevas teóricamente funcionan mejor en orientaciones Norte y Este (debido a que una fachada mirara al Norte), con las instalaciones existentes esto no es así, siempre tenemos perdidas, aunque las perdidas en este caso varían muy poco entre orientaciones.
- El trasdosado de pilares y de cajas de persiana debería tener un comportamiento homogéneo teóricamente, en la realidad las orientaciones sur son las más beneficiadas por esta medida por

el menor uso de la instalación de calefacción que esta orientación trae aparejada.

- La fototermia en Este, Norte y Noreste teóricamente debería dar grandes beneficios y en la realidad con los consumos reales es uniforme y muy moderados, aquí se ve claramente un uso muy limitado del ACS.
- Fotovoltaica; se da lo mismo que en el caso anterior, pero con unas ganancias mucho mayores.
- Caldera de alta eficiencia; teóricamente en orientación sur daría los peores resultados (por menor uso y por lo tanto menor amortización), pero con los consumos reales los malos resultados son uniformes.
- Caldera de biomasa; teóricamente solo al Sur y Suroeste debería dar pérdidas, en la realidad es general por el poco uso de la instalación.
- Bomba de calor de alta eficiencia; aunque planteada de modo hipotético porque comercialmente no existen bombas domesticas con un COP tan elevado el programa nos indica lo evidente, que con orientación sur al usarse menos (hay que recordar que también calefacta en invierno) su amortización es menor, influye el suelo radiante, pero aun considerando una bomba aire-aire el resultado no es bueno por usar una energía cara.

A estas consideraciones puramente económicas se añaden ciertos problemas para determinadas soluciones:

- Fotovoltaica; además del bloqueo legal que hoy sufre esta tecnología se presenta un problema de espacio en cubierta si todos los vecinos quisieran optar por ella, esto pasa por el uso

de tecnologías emergentes como las células de colorante, que absorben no solo la radiación directa, también la reflejada y que pueden ser colocadas en fachada.

- La biomasa; tan apoyada desde los estamentos oficiales, tal vez útil en comunidades de propietarios con instalación centralizada, pero inviable en Valencia donde impera la instalación individual, inviable por precio y por espacio, además de por un problema de aprovisionamiento.
- Bomba de calor; usa una energía cara, no es mala solución para un terciario, donde los COP altos permiten que pueda ser considerada como energía renovable, y donde la inversión enorme puede ser amortizada con un uso continuado, que si además se apoya con energía fotovoltaica que suministra energía en las horas de funcionamiento puede ser una idea de futuro, no así en vivienda por los horarios de uso.

## Capítulo 7. Referencias Bibliográficas

- [1] Parlamento Europeo y del Consejo, Directiva 2002/91/CE, Bruselas, 2002.
- [2] Parlamento Europeo y del Consejo, Directiva 2010/31/UE, Bruselas, 2010.
- [3] Parlamento Europeo y del Consejo, Directiva 2012/27/UE, Bruselas, 2012.
- [4] Parlamento Español, Real Decreto 47/2007, Madrid, 2007.
- [5] Parlamento Español, RD 2429/1979 (NBE-CT/79), Madrid, 1979.
- [6] Parlamento Español, DB-HE, Madrid, 2006.
- [7] Ministerio de Fomento, Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016., Madrid, 2013.
- [8] Secretaria de Estado de Energía, Programa de Ayudas para la rehabilitación energética de Edificios, Madrid, 2013.
- [9] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña

potencia., Madrid, 2011.

- [10] Parlamento Europeo y del Consejo, «Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables,» 2.009.
- [11] Parlamento Europeo y del Consejo, Decisión de la Comisión de 1 de Marzo de 2013 por la que se establecen las directrices para el cálculo por los Estados miembros de la energía renovable procedente de las bombas de calor de diferentes tecnologías, Bruselas, 2013.
- [12] IDAE, “Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas”, Madrid, 2014.



## Capítulo 8. Índice de Figuras

Figura 1. Requisitos que deben cumplir la opción general y simplificada según el Procedimiento opción simplificada de viviendas. 2009. IDAE. 12	
Figura 2. Métodos de calificación para edificios de nueva construcción. 2013. María Ortiz Tarín.....	13
Figura 3. Métodos de calificación para edificios existentes. 2013. María Ortiz Tarín .....	13
Figura 4. Porcentaje de edificios existentes en España según año de construcción. 2001. INE.....	16
Figura 5. Leyes encaminadas al apoyo de la rehabilitación edificatoria. 2014. PAREXGROUP.....	18
Figura 6. Aislamiento por el exterior de una cubierta. 2014. Aislaconpoliuretano.com.....	25
Figura 7. Composición de una cubierta ecológica. 2014. Arhys.com ....	27
Figura 8. Aislamiento inferior de una cubierta por falso techo. 2014. Texsa.com .....	28
Figura 9. Composición del sistema SATE. 2014. Interempresas.net.....	29
Figura 10. Composición del sistema una fachada ventilada. 2014. Incoperfil.com.....	30
Figura 11. Aislamiento mediante insuflado. 2014.spaininsulation.com. ....	32
Figura 12. Diferentes formas de aislamiento interior. 2014. giroreformas.com. ....	33
Figura 13. Invernadero del edificio Acciona (Navarra). 2008. Construible.es.....	35
Figura 14. Muro Trombe en casa ecológica en Tucumán. 2008. ecofactory.blogspot.com.....	36

Figura 15. Doble invernadero del ecoedificio de la Vola. 2008. Construible.es.....	37
Figura 16. Componentes de instalación eólica. 2008. (www.lacasasostenible.com / www.bornay.com). ....	39
Figura 17. Componentes de instalación fotovoltaica. 2013. (www.autoconsumamos.com). ....	40
Figura 18. Componentes de instalación fototermica. 2013. (www.autoconsumamos.com). ....	42
Figura 19. Ciclo de generación de biomasa. 2013. (www.opex-energy.com).....	43
Figura 20. Orientación de la vivienda. 2014. Elaboración propia.....	48
Figura 21. Características de los huecos de la vivienda. 2014. Elaboración propia.....	50
Figura 22. Características de los cerramientos de la vivienda. 2014. Elaboración propia.....	51
Figura 23. Calentador de ACS de la vivienda. 2014. Elaboración propia. ....	52
Figura 24. Valores del coeficiente U de transmisibilidad de los cerramientos de la vivienda dependiendo se su definición. 2014. Elaboración propia.....	53
Figura 25. Calificación de la vivienda con orientación Sureste. 2014. CE3X.....	54
<i>Figura 26. Calificación de la vivienda con orientación Sureste. 2014. Fuente programa CE3X. ....</i>	<i>55</i>
Figura 27. Composición del sistema SATE. 2014. PAREXGROUP.....	55
Figura 28. Sección de un perfil con RTP. 2014. Cabañero ventanas.....	56
Figura 29. Valores que definen los huecos. 2014. Cabañero ventanas.	57
Figura 30. Ventana de introducción de mejoras de huecos en CE3X. 2014. CE3X.....	57

Figura 31. Detalle de cajón aislado y precio. 2014. LUXEPERFIL. ....	58
Figura 32. Valores que definen los huecos. 2014. Perfiles valencia S.L.59	
Figura 33. Valores que definen los pilares integrados aislados. 2014. CE3X.....	60
Figura 34. Valores que definen el trasdosad de caja de persiana. 2014. CE3X.....	60
Figura 35. Esquema de instalación con balance neto. 2014. Wikipedia. ....	63
Figura 36. Consumo por aparato. 2006. CTE .....	68
Figura 37. Potencia necesaria de ACS. 2014. Elaboración propia. ....	68
Figura 38. Ventana de definición de la potencia necesaria de ACS. 2014. Elaboración propia.....	68
Figura 39 Costes y vida útil considerados en cada medida. 2014. Elaboración propia.....	72
Figura 40. Ventana de definición de consumo de biomasa. 2014. CE3X .....	74
Figura 41. Precio de diferentes combustibles de biomasa. 2013. IDAE	75
Figura 42. Ventana de definición de precios de la energía. 2014. CE3X	75
Figura 43. Importes de las medidas de mejora. 2014. Elaboración propia.....	76
Figura 44. Promedio de amortización y VAN de las medidas de mejora. 2014. Elaboración propia.....	78
Figura 45. VAN del sistema SATE por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....	79
Figura 46. VAN del aislamiento interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....	79
Figura 47. VAN carpintería con RPT por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....	80

Figura 48. VAN carpintería RPT, más aislamiento interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....80

Figura 49. VAN dobles ventanas, más aislamiento por el interior por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....81

Figura 50. VAN trasdosado pilares integrados por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....81

Figura 51. VAN trasdosado caja de persiana por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....82

Figura 52. VAN de la fototerminia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....82

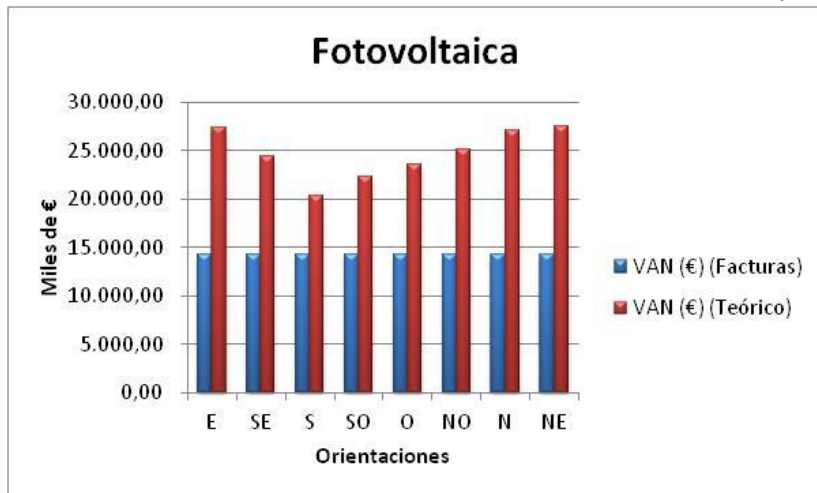


Figura 53. VAN de la energía fotovoltaica por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....82

Figura 54. VAN de la caldera de alta eficiencia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....83

Figura 55. VAN caldera de biomasa por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....84

Figura 56. VAN bomba de calor de alta eficiencia por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....	84
Figura 57. VAN bomba de calor de rendimiento normal por orientaciones. 2014. Elaboración propia.....	85
Figura 58. VAN fotovoltaica con baterías. 2014. Elaboración propia.....	85
Figura 59. Ratio inversión/VAN facturas reales. 2014. Elaboración propia.....	86
Figura 60. Ratio inversión/VAN análisis teórico. 2014. Elaboración propia.....	87
Figura 61. Ratio inversión/VAN según medidas de mejora. 2014. Elaboración propia.....	88
Figura 62. Ratio inversión/VAN orientación Este. 2014. Elaboración propia.....	89
Figura 63. Ratio inversión/VAN orientación Sureste. 2014. Elaboración propia.....	90
Figura 64. Ratio inversión/VAN orientación Sur. 2014. Elaboración propia.....	91
Figura 65. Ratio inversión/VAN orientación Suroeste. 2014. Elaboración propia.....	92
Figura 66. Ratio inversión/VAN orientación Oeste. 2014. Elaboración propia.....	93
Figura 67. Ratio inversión/VAN orientación Noroeste. 2014. Elaboración propia.....	94
Figura 68. Ratio inversión/VAN orientación Norte. 2014. Elaboración propia.....	95
Figura 69. Ratio inversión/VAN orientación Noreste. 2014. Elaboración propia.....	96

## Anexos

- Anexo I; justificación de cálculos.
- Anexo II; archivos informáticos utilizados.
- Anexo III; presupuesto.
- Anexo IV; documentación técnica utilizada.
- Anexo V; planos.