

**Informe de mejora de la eficiencia energética
y del uso de energías limpias en un nuevo
proyecto urbano en Sanchidrián, Ávila**

**Proyecto local dentro del Proyecto IEE
ENPIRE, en colaboración con la Agencia de la
Energía de Ávila**



ÍNDICE

.....	4
.....	6
.....	7
1.1 Partes implicadas.....	9
1.2 legislación, estándares y políticas existentes.....	10
1.3 Objetivos	11
1.4 Necesidades detectadas.....	12
1.5 criterios de definición del proyecto.....	12
.....	13
2.1 area y recursos locales.....	13
2.2 inventario de opciones energéticas.....	13
2.2.1 Mejoras de la eficiencia energética de las viviendas.....	13
2.2.2 Mejoras de la eficiencia energética del entorno urbano	15
.....	16
3.1 situación de partida	16
3.2 Calificación Energética de las viviendas.....	17
3.3 mejora envolvente de los edificios: cerramientos y huecos.....	19
3.4 Mejora de los equipos de climatización y distribución de calor	21
3.4.1 Instalación de una caldera de condensación y suelo radiante.....	22



3.4.2	Mejora de la envolvente y del sistema de climatización.....	24
3.4.3	Instalación de una caldera de biomasa	26
3.5	mejora de los equipos de iluminación	29
3.5.1	Eliminación de lámparas incandescentes.....	29
3.5.2	Instalación de lámparas fluorescentes	30
3.5.3	Instalación de lámparas tipo LED's	33
3.6	Mejoras en los sistemas de ahorro de agua.....	34
3.6.1	Sistemas de recuperación de agua de lluvia	34
3.7	MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	37
3.7.1	Instalación de lámparas de vapor de sodio alta presión	37
3.7.2	Instalación de estabilizadores-reductores de flujo en la instalación de alumbrado exterior.....	39
3.7.3	Instalación de interruptor astronómico.....	43
3.7.4	Instalación de farolas solares	44



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático se ha convertido en uno de los problemas ambientales, económicos y sociales más graves a nivel mundial. El compromiso contraído por España como País Miembro de la UE al ratificar el Protocolo de Kioto para conseguir reducir las emisiones de CO₂, hace que el ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética sean desafíos importantes que se deben afrontar de manera inmediata. Por ello, y para mejorar la competitividad de las organizaciones y el bienestar social, se deben poner en marcha las estrategias adecuadas, proporcionando las herramientas necesarias para introducir mejoras significativas en el desarrollo tecnológico y en las pautas de consumo de energía de todos los sectores, en especial en aquellos más intensivos en sus consumos energéticos, como son los desarrollos urbanos, edificación y viviendas.

El presente Estudio Energético se elabora dentro del proyecto Energy and Urban Planning in Restructuring Areas, ENPIRE, dentro del programa Intelligent Energy Europe, de la Comisión Europea. El objetivo es potenciar el óptimo aprovechamiento de la energía en un nuevo desarrollo urbano en el municipio de Sanchidrián, en la provincia de Ávila. La realización del Estudio Energético será el punto de partida para que todas las partes implicadas dispongan de la información necesaria sobre aquellas mejoras de ahorro energético y fomento del uso racional de la energía, la sostenibilidad y el uso de fuentes de energía limpia, derivadas del propio estudio para que puedan ser implementadas, en éste y otros desarrollos similares.

El punto de partida para la elaboración de este informe ha sido la información sobre la nueva construcción (planos y datos constructivos), así como los comentarios recibidos desde diversas asociaciones interesadas en el desarrollo de la zona (reuniones con APEA).

La herramienta utilizada para desarrollar el estudio se basa en el documento Energy Vision, que sirve como desarrollo de las pautas y guías comunes a todos los proyectos locales desarrollados en varias localidades europeas dentro del proyecto ENPIRE. Las recomendaciones propuestas se han evaluado, según ventajas, inconvenientes, recursos locales, capacidades, etc., cuantificándose las más interesantes y calculando los ahorros y las inversiones necesarias para acometerlas. Las conclusiones y resultados del estudio serán incorporadas dentro de las pautas del ENPIRE, con el fin de lograr el desarrollo de una guía común que sirva para integrar criterios de eficiencia energética, uso racional de

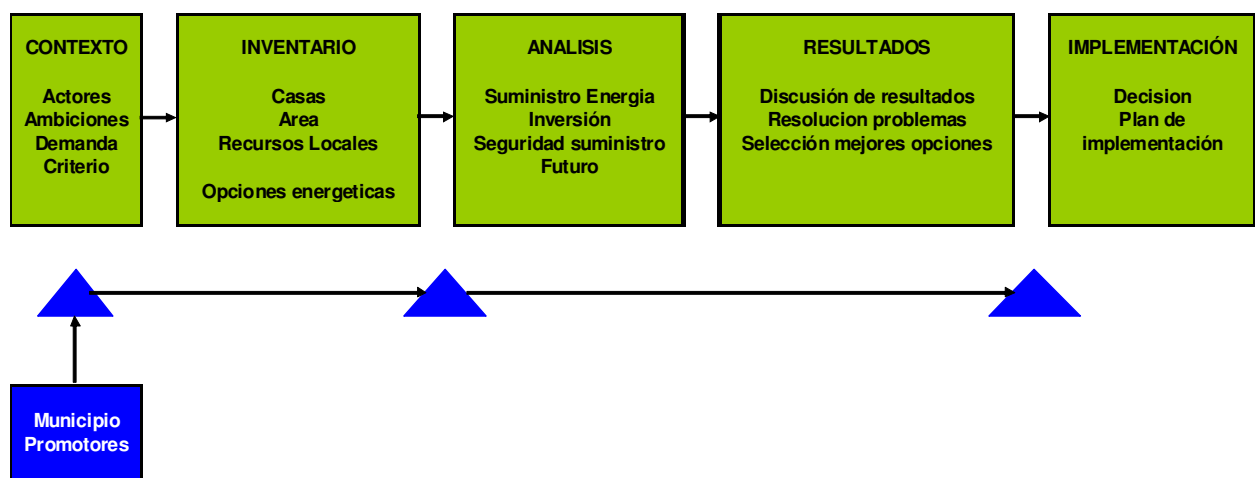


la energía y fomento de energías limpias en los desarrollos urbanos de los países miembros de la UE.



INTEGRACIÓN CON EL DOCUMENTO ENERGY VISION: GUÍA DEL PROYECTO ENPIRE

Los cinco pasos para la definición del proceso de integración de criterios energéticos en los desarrollos urbanos establecidos en la herramienta Energy Vision, desarrollada y empleada con éxito en Los Países Bajos, participantes en el proyecto ENPIRE, son:



1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La nueva urbanización está localizada en una zona anteriormente agrícola, en la provincia de Ávila, en el término municipal de Sanchidrián. El plan de desarrollo incluye una zona de chalets y un campo de golf privado, con un total de 870.000 m². En una primera fase del plan, está prevista la construcción de 48 viviendas, durante los próximos 2 años. El plan de construcción está destinado a viviendas privadas, con la intención de construir hasta 800 viviendas en los próximos 8 años, además de un campo de golf, hoteles y otros edificios dentro de la urbanización. El 80% de la viviendas serán chalets unifamiliares individuales, siendo el resto chalets unifamiliares adosados. Se espera que la mayoría de las casas sean usadas como segunda vivienda o como residencia de vacaciones. Sin embargo, debido a la proximidad de Ávila, e incluso Madrid, es probable que algunas de esas casas sean utilizadas como vivienda principal.

La primera fase, sobre la que se centra el trabajo a realizar dentro del proyecto europeo ENPIRE, dispone de las siguientes viviendas:

- 20 viviendas de 3 dormitorios
- 20 viviendas de 2 dormitorios
- 4 viviendas pareadas de 3 dormitorios
- 4 viviendas pareadas de 4 dormitorios



El proyecto se ha iniciado, y se encuentra en las primeras fases de construcción (movimiento de tierras). Por lo tanto, es ahora el momento de establecer aquellas mejoras e innovaciones que permitan mejorar el desempeño energético del proyecto, contribuyendo de esta forma al desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente, a la vez que se asegura la competitividad económica del proyecto, ya que las mejoras introducidas ahora en proyecto se podrán llevar a la práctica.

La legislación española en materia de ahorro y eficiencia energética y uso de energías renovables en el sector de la construcción se ha venido haciendo más estricta en los últimos años, trasponiendo la legislación europea a la normativa nacional. La reciente aparición de los tres pilares normativos del ahorro y eficiencia energética de los edificios, plasmados en el Nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y el RD 47/2007 de Certificación Energética de Edificios van a contribuir a la reducción del consumo energético de los edificios, así como al uso más racional de la energía y al fomento de las fuentes de energía renovables. No se debe atender por separado las obligaciones establecidas por cada normativa, sino las tres en conjunto para obtener mejores resultados. El proyecto cuenta ya con las licencias obligadas, y en su fase de diseño cumple con todos los requerimientos legales y en materia energética y de utilización de energías renovables detallados en la legislación ya mencionada.

Además, dentro de los aspectos relacionados con la eficiencia energética en la iluminación exterior, la reciente aparición del Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, obliga a la introducción de medidas de ahorro y eficiencia energética en las nuevas instalaciones de alumbrado público exterior, lo cual tendrá una gran importancia en una urbanización de estas dimensiones.

Para la obtención de la escala de calificación, en nuestro país se ha realizado un estudio específico en el que se detalla el procedimiento utilizado para obtener los límites de dicha escala en función del tipo de edificio considerado y de la climatología de la localidad. La determinación del nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio puede realizarse empleando dos opciones:

- La opción general, de carácter prestacional, se basa en la utilización de programas informáticos que cumplen los requisitos exigidos en la metodología de cálculo dada en el RD 47/2007. Se ha desarrollado un programa informático de referencia denominado CALENER, promovido por el

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través del IDAE y la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

- La opción simplificada, de carácter prescriptivo, consiste en la obtención de una clase de eficiencia a partir del cumplimiento por parte de los edificios afectados de unas prescripciones relativas tanto a la envolvente del edificio como a los sistemas térmicos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación. El conjunto de estas prescripciones se denomina solución técnica.

Todas las viviendas han obtenido una calificación energética tipo E, según la opción simplificada para la calificación energética de edificios de viviendas.

1.1 PARTES IMPLICADAS

Las partes implicadas son todos aquellos sectores que pueden realizar aportaciones al objeto del estudio a realizar dentro de esta urbanización. Además, se ha tratado de asegurar la replicabilidad de las medidas estudiadas en otros desarrollos urbanos a través de la implicación de otras partes.

Las partes elegidas son las siguientes:

- Ayuntamiento de Sanchidrian, por ser el municipio donde se ubicará el proyecto.
- Constructor-promotor de la urbanización objeto de estudio.
- Futuros propietarios de las viviendas.
- Resto de ayuntamientos de la provincia, donde se podrá conseguir trasladar las recomendaciones dadas para esta urbanización, para estudiar su aplicación en otras construcciones similares.
- Colegios de Arquitectos, Aparejadores e Ingenieros, donde se podrán trasladar las recomendaciones estudiadas para esta urbanización, para valorar su introducción en otras construcciones similares.

1.2 LEGISLACIÓN, ESTÁNDARES Y POLÍTICAS EXISTENTES

La legislación que principalmente se ha de cumplir es la siguiente:

1. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía en los edificios. Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concretan en:
 - Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
 - Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
 - Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
 - Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
 - Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
 - Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
 - Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
 - Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.
2. El CTE, exige la instalación de sistemas de energía solar térmica para cubrir un porcentaje de la demanda de energía en Agua Caliente Sanitaria (ACS). Pero también existen otras alternativas de sistemas de energías renovables, que también contribuyen a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. En este sentido, las recomendaciones serían:
 - Aumento de la cobertura de energía solar.

- Uso de la energía solar térmica en otras aplicaciones, tales como calefacción y/o climatización de piscina.
 - Introducción de sistemas de energía geotérmica para la calefacción/refrigeración de las viviendas y el ACS.
 - Introducción de calderas de biomasa para la calefacción y el ACS de las viviendas.
3. Real Decreto de Certificación de Edificios. Es el documento que regula la certificación energética de las viviendas, la cual se plasma en la etiqueta energética de referencia para este tipo de instalaciones.

1.3 OBJETIVOS

Se estudiará el potencial de ahorro energético y la reducción de las emisiones de GEIs mediante diversas mejoras y medidas de introducción de tecnologías y fuentes de energía limpias tanto en el entorno urbano (iluminación principalmente) como en las viviendas. Estas medidas superarán la normativa nacional y europea vigente en la materia.

En el caso de las viviendas se plantea un objetivo de reducción de las emisiones de alrededor de un 30% del consumo energético planteado inicialmente. Para ello se buscarán medidas en los diversos consumos energéticos, incluyendo el fomento del uso de materiales de construcción más ecológicos y el ahorro de agua, que vayan más allá de los requisitos recogidos en el CTE y en el RITE. Con estas medidas la calificación energética de las viviendas mejorará, pudiéndose alcanzar una B, por ejemplo, lo que mejorará su rentabilidad en el mercado inmobiliario.

En el caso del desarrollo urbano, se plantearán objetivos de alumbrado público eficiente, transporte y movilidad sostenible, ahorro de agua, respeto del entorno, fomento del reciclaje y la gestión de residuos, entre otros, así como el fomento de las energías renovables, tanto en el entorno urbano como en las viviendas.

El estudio apuesta por una eficiencia energética óptima, estableciendo unos requisitos estrictos en materia de eficiencia energética y energía limpia dentro del desarrollo urbano sostenible.

1.4 NECESIDADES DETECTADAS

La Calificación Energética de los edificios se ha hecho a través del método simplificado, por lo que se empleará CALENER VYP en el caso del tipo de vivienda más desfavorable, con el fin de obtener una calificación energética mejor a medida que se vayan implementando las mejoras sugeridas.

A pesar de que el proyecto presentado cumple los estándares fijados en la legislación relativos al nivel de aislamiento, queda abierta una posibilidad de mejora si se aumenta el nivel de aislamiento. Por ello, una de las mejoras a las que se prestará atención será la eficiencia energética en este sentido, de gran importancia en Ávila por ser una provincia de temperaturas bajas, por lo que la calefacción es el principal consumo energético.

Para potenciar el óptimo aprovechamiento de la energía y un uso eficiente de la misma, el sistema de calefacción adoptado en las viviendas no es el más adecuado por lo que se estudiará su sustitución por otro más acorde con los objetivos buscados.

El uso de energías renovables, aunque cumple con lo previsto en el Código Técnico de la Edificación puede ser ampliado, por lo que se estudiarán distintas posibilidades analizando tanto el impacto energético de los mismos como sus costes.

Además, en cuanto a las actuaciones a nivel de urbanización, se han detectado necesidades de definición de un sistema de alumbrado público eficiente, así como del establecimiento de criterios adecuados para la instalación de sistemas de mantenimiento de los espacios verdes que cumplan con los criterios de ahorro y eficiencia de agua y energía.

1.5 CRITERIOS DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Los criterios tomados, así como las acciones estudiadas o propuestas en el presente trabajo están encaminados a conseguir ahorros significativos de energía, a la par que se protege al medio ambiente y el entorno natural donde están ubicadas las viviendas, procurando adoptar soluciones innovadoras, que conduzcan una mejora en la calidad de vida de las personas.

2 INVENTARIO

2.1 AREA Y RECURSOS LOCALES

En todas las opciones propuestas, se tratará siempre que sea posible, aprovechar los recursos locales, todo ello sin deteriorar o perjudicar el entorno donde está ubicado el asentamiento.

2.2 INVENTARIO DE OPCIONES ENERGÉTICAS

Las mejoras que se propondrán para la ejecución del proyecto están enfocadas desde dos puntos de vista:

1. Incremento de la eficiencia energética de las viviendas propiamente dicha.
2. Mejoras de la eficiencia energética del entorno urbano.

2.2.1 Mejoras de la eficiencia energética de las viviendas

La calificación energética de las viviendas es muy baja. En parte, esto puede ser debido al uso de la opción simplificada, que no permite obtener una calificación energética superior a la D. Por lo tanto, la primera mejora del proyecto sería obtener la calificación energética según el programa CALENER VYP, para el tipo de vivienda más desfavorable.

A continuación se indicarán algunas de las mejoras que se pueden introducir en las viviendas de estudio. Muchas de ellas se introducirán posteriormente el programa CALENER para analizar el grado de mejora conseguido.

- Mejoras en el aislamiento: fachadas, cubiertas, tuberías, etc. Aplicando espesores de aislamiento óptimos se pueden alcanzar ahorros de energía entre el 12% y el 45%, dependiendo de la zona climática y el modelo del edificio.

- ☒ Mejoras en los huecos: marcos y acristalamiento de puertas y ventanas. Éstas pueden conducir a importantes ahorros, llegando incluso al 40% dependiendo del tipo de huecos a sustituir.
- ☒ Mejoras en los equipos de climatización y distribución del calor. Se traducirán en importantes ahorros, que dependerán de la solución adoptada, así como en importantes reducciones en las emisiones de CO₂ a la atmósfera.
 - Posibilidad de instalación de calefacción central para los distintos bloques.
 - Cambio de la caldera por una de condensación
 - Caldera de biomasa
 - Utilización de suelo radiante
- ☒ Mejoras en los equipos de iluminación. Pueden generar ahorros de hasta un 60% de energía eléctrica,

En el proyecto objeto de estudio no está contemplado el tipo de iluminación. Únicamente aparecen los puntos de luz marcados en el proyecto. Esto significa que la responsabilidad de instalar un tipo de iluminación u otra, corresponde al propietario.

Cuando se realiza la adquisición de una lámpara, el producto debe informarnos sobre la eficiencia energética, la potencia de la lámpara (W), el flujo luminoso (lm) y la vida media útil del producto (h).

A continuación, se representan una serie de propuestas, que garanticen la eficiencia energética en la instalación de iluminación:

- Eliminación de lámparas incandescentes
 - Instalación de lámparas fluorescentes en cocina y garajes
 - Instalación de lámparas de tipo LED's en iluminación interior
- ☒ Aumento del uso de energías renovables: biomasa, solar, geotérmica, micro-eólica, etc.
 - ☒ Medidas de ahorro de agua dentro de las viviendas

2.2.2 Mejoras de la eficiencia energética del entorno urbano

- Medidas de ahorro de agua fuera de las viviendas
- Alumbrado público eficiente.
 - Lámparas eficientes (LED), telegestión, regulador en cabecera, reloj astronómico, etc.
 - Instalación de estabilizadores-reductores de flujo en la instalación e alumbrado exterior.
 - Instalación de interruptores astronómicos: interruptores crepusculares y horarios.
 - Instalación de farolas solares
- Correcta planificación urbana.
 - Análisis del lugar
 - Distribución de zonas edificables y espacios libres
 - Trazado de las calles
- Parcelación
 - Posición de los edificios y separación entre ellos
 - Urbanización, vegetación urbana y zonas verdes
- Plan de gestión de residuos y recogida selectiva
- Movilidad sostenible: carril bici, , etc.
- Campañas de información, educación y sensibilización de la población

3 ANÁLISIS

3.1 SITUACIÓN DE PARTIDA

Tras el pre-estudio de las distintas medidas enumeradas en el apartado anterior se ha optado por profundizar y analizar los siguientes campos:

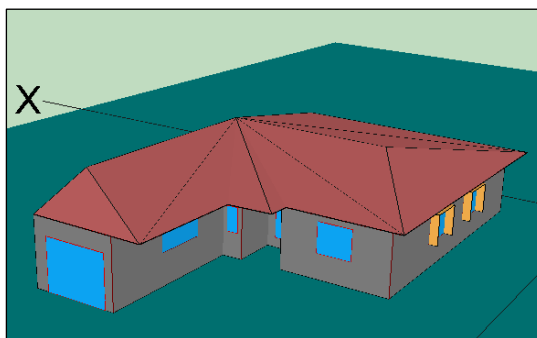
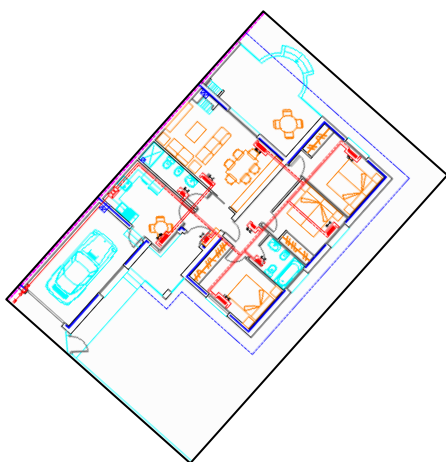
- Calificación energética
- Mejoras del aislamiento de la envolvente exteriores de las viviendas (cerramientos y huecos).
- Mejora o cambio de los equipos de climatización y distribución de calor
- Mejora de los equipos de iluminación
- Uso de energías renovables
- Medidas encaminadas al ahorro de agua.
- Mejoras de la eficiencia energética del entorno urbano

Del estudio de estas mejoras se han seleccionado las medidas más adecuadas para la consecución de los objetivos marcados. Estas son:

1. Utilización de mejores acristalamientos en las viviendas.
2. Mejora del aislamiento de los cerramientos exteriores de las viviendas
3. Utilización de un sistema centralizado de calefacción con contadores individuales en cada una de las viviendas.
4. Cambio de las calderas por otras de condensación o biomasa
5. Cambio de los radiadores por suelo radiante.
6. Medidas encaminadas al ahorro de agua.
7. Mejoras de la eficiencia energética del entorno

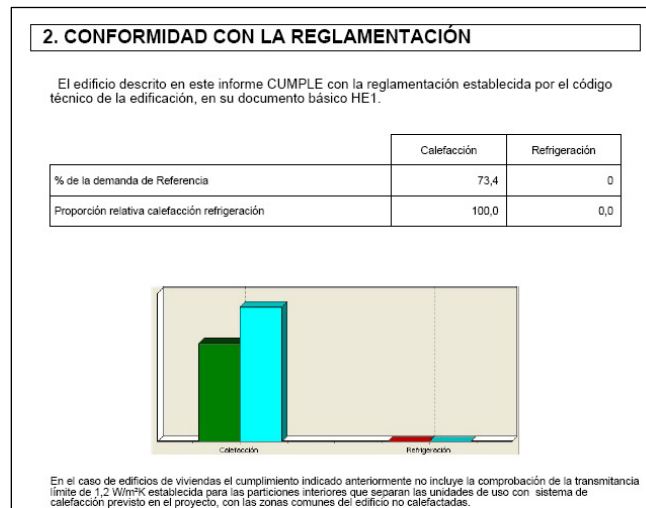
3.2 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS VIVIENDAS

Para estimar correctamente las posibles mejoras necesarias así como la disminución de las emisiones resultantes se ha procedido a realizar una nueva calificación energética de las viviendas de estudio mediante CALENER VYP. Al no ser todos los edificios iguales, contar con distintas orientaciones, y diferentes superficies de envolvente exterior expuestas, se ha tomado la situación más desfavorable para realizar la nueva calificación. Esto es, realizar la calificación de uno de los pareados de tres dormitorios, en concreto el situado en la parcela 104.



Se eligió esta vivienda por tener mayor superficie de envolvente expuesta, en dirección norte, sur y oeste. De la misma forma esta parcela no cuenta con barreras físicas ni edificios que le den sombra según sus orientaciones sur y oeste. La orientación de las viviendas que se van a construir es buena, ya que están orientadas las caras principales al sur, por eso se ha optado por proponer medidas en el caso mas desfavorable. Se trata de estudiar la vivienda que pueda tener consumos energéticos mayores una vez construida.

Una vez introducido el edificio en el programa CALENER VYP, se comprobó que el edificio cumple con el reglamento establecido en el DB HE1 del Código Técnico de la edificación y se consiguió una calificación C.



Cumplimiento de la HE1 del CTE


Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
<14,4 A		
14,4-22,1 B		
22,1-33,0 C	25,0 C	
33,0-49,4 D		36,5 D
>49,4 E		
F		
G		
Demanda calefacción kWh/m ²	C 77,1	D 105,1
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	C 22,8	D 33,6
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	B 2,2	D 2,9

Calificación edificio original

No se ha encontrado en la librería de LIDER carpinterías de aluminio con un coeficiente de transmisión de calor de $U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Las carpinterías metálicas con

menor coeficiente de transmisión son las de aluminio con rotura de puente térmico de más de 12 mm. ($U= 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$). Para llegar a las U del edificio de estudio, la carpintería sería necesariamente de madera o PVC.

Marcos	$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$
Metálico	5,7
Metálico RPT $4 < d < 12$	4,0
Metálico RPT $d > 12$	3,2
Madera dura	2,2
Madera blanda	2,0
PVC 2 cámaras	2,2
PVC 3 cámaras	1,8



Coef. Transm. calor según tipo de marco

Para realizar un estudio comparativo lo más realista posible, entre la situación actual y las posibles mejoras, se ha optado por tomar como situación de partida la utilización de los materiales descritos, con los coeficientes de transmisión de calor que proporciona LIDER para los mismos.

A partir de aquí se está procediendo a analizar las posibles mejoras, cuantificando tanto sus costes, como el ahorro energético y la disminución de las emisiones de CO_2 derivadas de las mismas.

Con posterioridad se tomarán las mejoras que se estimen más efectivas y se incluirán en un mismo trabajo para su calificación.

3.3 MEJORA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS: CERRAMIENTOS Y HUECOS

Se ha estudiado el cambio del acristalamiento de los huecos, sustituyendo el vidrio doble 4-8-4 por uno doble bajo emisivo 4-12-6. Con este cambio pasamos de una transmitancia $U= 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (el de proyecto tiene $2,91 \text{ W/m}^2\text{K}$) a otra $U= 2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Se ha estudiado la mejora del aislamiento de los cerramientos exteriores, sustituyendo el EPS (poliestireno expandido) de $0,037 \text{ W/m}^2\text{K}$ por otro del mismo tipo

Climalit 4-12-6 marco PVC	664	2.192	2.856
Incremento de coste mejora envolvente			941

3.3.1.2 Ahorros estimados

Están calculados a partir de los consumos de energía que proporciona el programa CALENER VYP, teniendo en cuenta que el coste medio actual del gas natural en viviendas (4,95 c€/kWh).

	Consumo GN(kWh/m²)	Emis.CO₂ (KgCO₂/m²)	Sup.	Cons. Anual combustible (kWh/año)	Ahorro combustible (kWh/año)	Ahorro económico (€)
Proyecto original	108,8	25	123,67	13.455	1.719	85,1
Mejora envolvente	94,9	21,8	123,67	11.736		

3.3.1.3 Periodo de amortización

El periodo de amortización sería de 11 años.

3.3.1.4 Conclusiones

Se puede observar que con la mejora de la envolvente se consiguen ahorros entorno al 13%, lo que demuestra la importancia de un buen aislamiento

3.4 MEJORA DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CALOR

Se han realizado varios estudios mediante CALENER VYP para saber la calificación de las viviendas derivada de varios sistemas de calefacción. Todos ellos suponen el cambio de caldera y la instalación de suelo radiante en sustitución de los radiadores tradicionales.

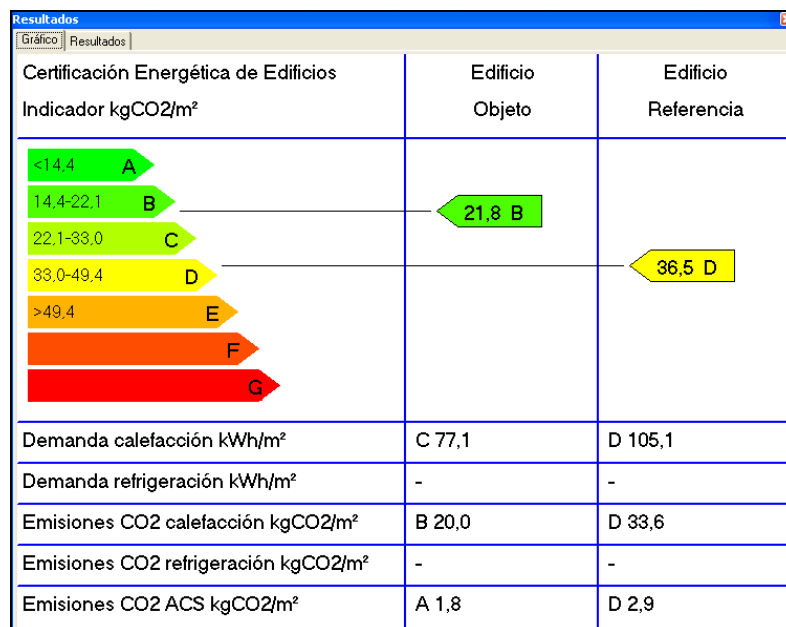
El motivo por el que se ha adoptado esta solución es para aprovechar el ahorro energético que supone el calentar el agua hasta 45^o C (con el suelo radiante), en lugar de los 80^oC necesarios con los radiadores clásicos.

Las calderas convencionales no son operativas por debajo de 55°C, por lo que se ha sustituido por una de condensación. Este tipo de calderas aprovechan tanto el calor latente como el sensible por lo que tienen un rendimiento muy superior.

3.4.1 Instalación de una caldera de condensación y suelo radiante

El edificio de estudio es una de las viviendas pareadas de tres dormitorios. Como una de las mejoras que se pretende implantar consiste en la instalación de un sistema centralizado de calefacción con contadores individuales en cada vivienda, se ha decidido dimensionar dos calderas que entrarían en cascada para calefactar las ocho viviendas pareadas. Al menos una de ellas tendría que ser mixta para ACS.

Las calderas de condensación elegidas serían de 90 kW, potencia más que suficiente para las cargas requeridas. Mediante este tipo de calderas se consigue una calificación B.



Calificación con caldera de condensación y suelo radiante

3.4.1.1 Inversión estimada:

Para el caso de los pareados de 3 dormitorios con la envolvente original:

El sistema de calefacción del proyecto original consta de calderas convencionales individuales para cada una de los cuatro pareados, con radiadores como elementos terminales. El propuesto consta de caldera centralizada de condensación y suelo radiante.

	Caldera
Marca-Modelo	ROCA POWER HT 100
Potencia calorífica/eléctrica	100 kW
Rendimiento	106%

Características de la caldera

Como elemento terminal se ha elegido suelo radiante. El coste para una vivienda es de 1.317 €.

Los precios de calderas sobre proyecto son bastante moderados. No obstante se han respetado a la hora de realizar las comparaciones. Por otra parte, debido al volumen de la inversión y tras consultar con algunos fabricantes, se ha aplicado un descuento del 30 % sobre precio de catálogo a los equipos propuestos, con el objetivo de obtener unos resultados lo más realistas posibles.

A la hora de analizar los precios de la caldera de condensación hay que tener en cuenta que ésta, es centralizada para las cuatro viviendas, mientras que en proyecto era una para cada vivienda.

Como se ha calculado una caldera centralizada para las 4 viviendas (serían dos calderas que podrían entrar en cascada según necesidades para las 8 viviendas pareadas de 3 y 4 dormitorios), con un precio de 3.192 €, el coste correspondiente a una sola vivienda sería de 798 €.

	Caldera	Elementos terminales	Coste total
Proyecto original	471	756	1.227
Proyecto con mejoras	798	1.317	2.115
Incremento del coste mejora calefacción			888

3.4.1.2 Ahorros estimados

Están calculados a partir de los consumos de energía que proporciona el programa CALENER VYP, teniendo en cuenta el coste medio actual del gas natural en viviendas (4,95 c€/kWh).

	Consumo GN(kWh/m ²)	Emis.CO ₂ (KgCO ₂ /m ²)	Superficie	Cons. Anual combustible (kWh/año)	Ahorro combustible (kWh/año)	Ahorro económico (€)
Proyecto original	108,8	25	123,67	13.455	1.941	96
Con mejora	93,1	21,8	123,67	11.514		

3.4.1.3 Periodo de amortización

El periodo de amortización sería de 9,2 años.

3.4.1.4 Conclusiones

Se puede observar que la sustitución del sistema de calefacción convencional por uno con caldera de condensación y suelo radiante, supone un ahorro energético en torno al 14%, lo que supone un ahorro de combustible de 1.941 kWh/año, así como una disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera de un 13%.

Si además de cambiar el sistema de calefacción se mejorase la envolvente los ahorros serían más importantes.

3.4.2 Mejora de la envolvente y del sistema de climatización

Si además de cambiar las calderas individuales por un sistema centralizado con caldera de condensación y suelo radiante, se mejorase la envolvente, el resultado seguiría teniendo una calificación B, disminuyendo, eso sí, tanto las emisiones, como el consumo energético.

3.4.2.2 Ahorros estimados

Están calculados a partir de los consumos de energía que proporciona el programa CALENER VYP, teniendo en cuenta el coste medio actual del gas natural en viviendas (4,95 c€/kWh).

	Consumo GN(kWh/m ²)	Emis.CO ₂ (KgCO ₂ /m ²)	Superficie	Cons. Anual combustible (kWh/año)	Ahorro combustible (kWh/año)	Ahorro económico (€)
Proyecto original	108,8	25	123,67	13.455	3.364	166,5
Con mejoras	81,6	19,1	123,67	10.091		

3.4.2.3 Periodo de amortización

El periodo de amortización sería de 11 años.

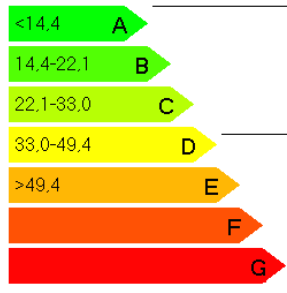
3.4.2.4 Conclusiones

La adopción de todas las mejoras vistas hasta ahora (envolvente, sistemas de generación y distribución de calor), supone un ahorro de combustible en torno al 25% y una disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de un 23,6%. Estos porcentajes de ahorro son ya muy importantes y nos acercan por sí solos a los objetivos buscados (30% de emisiones de CO₂), con un sobre coste razonable.

3.4.3 Instalación de una caldera de biomasa

En este caso se sustituirían las dos calderas de condensación por dos calderas equivalentes de biomasa.

Si la caldera de biomasa no es de condensación se deberán mantener los radiadores como elementos terminales. No obstante y debido al tipo de combustible empleado la calificación mejora en gran medida, llegando a una A.

Resultados		
Certificación Energética de Edificios	Edificio	Edificio
Indicador kgCO ₂ /m ²	Objeto	Referencia
	9,7 A	
		36,5 D
Demanda calefacción kWh/m ²	C 77,1	D 105,1
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	A 9,7	D 33,6
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 0,0	D 2,9

Calificación con caldera de biomasa

Aunque en España no han sido aún comercializadas, existen calderas de condensación que utilizan biomasa como combustible. Estas calderas son del fabricante austriaco OKOFEN. Con esta tecnología se logra aumentar en un 10% el rendimiento de las calderas tradicionales por pellets. El rango de potencia de estas calderas llega hasta 32 kW. Al no ser un equipo probado en España no se ha considerado su instalación en este trabajo, aunque sí se estudia a nivel de certificación energética.

3.4.3.1 Inversión estimada:

Para el caso de los pareados de 3 dormitorios:

El sistema de calefacción del proyecto original consta de calderas convencionales individuales para cada una de los cuatro pareados, con radiadores como elementos terminales. El propuesto consta de caldera centralizada de biomasa, manteniendo los radiadores como elementos terminales.

	Caldera
Marca-Modelo	BIOSISTEM 105
Potencia calorífica/eléctrica	90 kW
Rendimiento	90%

Características de la caldera

Como se ha calculado una caldera centralizada para las 4 viviendas (serían dos calderas que podrían entrar en cascada según necesidades para las 8 viviendas pareadas de 3 y 4 dormitorios) con un precio de 11.445 €, el coste correspondiente a una sola vivienda sería de 2.861 €

	Caldera	Elementos terminales	Coste total
Proyecto original	471	756	1.227
Proyecto con mejoras	2.861	756	3.617
Incremento del coste mejora calefacción			2.390

3.4.3.2 Ahorros estimados

Están calculados a partir de los consumos de energía que proporciona el programa CALENER VYP, teniendo en cuenta los costes medios actuales tanto de pellets como de gas natural en viviendas. Ambos precios son muy similares, por lo que se sigue manteniendo los 4,95 céntimos de euro como base de cálculo para los dos.

	Consumo GN(kWh/m²)	Emis.CO2 (KgCO2/m²)	Superficie	Cons. Anual combustible (kWh/año)	Ahorro combustible (kWh/año)	Ahorro económico (€)
Proyecto original	108,8	25	123,67	13.455	-2.251	-111
Con mejora	127	9,7	123,67	15.706		

3.4.3.3 Conclusiones

Mediante esta solución se aumenta el consumo. Esto es debido a que el programa a nivel interno toma un rendimiento de caldera, según los datos introducidos de superficie calefactada así como la demanda. En el primer caso, al ser calderas individuales supone que funciona según rendimiento nominal, mientras que en el segundo en el que se ha optado por caldera central, para las cuatro viviendas (el programa considera únicamente una de ellas), llega a la conclusión que ésta está muy sobredimensionada y funciona con un grado de carga bajo, por lo que su rendimiento disminuye. Esto en la realidad no es así, ya que la caldera funcionará para cuatro viviendas (que pueden ser de cualquiera de los dos bloques pareados) y dispondrá de quemador modulante, para que no esté continuamente encendiéndose y apagándose.

Donde se consiguen mejoras importantísimas es en el ahorro de energía primaria y en la disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera, que se reducen en más de un 61%. Esto explica la calificación A que proporciona CALENER.

3.5 MEJORA DE LOS EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

3.5.1 Eliminación de lámparas incandescentes

Para que nuestra vivienda pueda obtener un ahorro energético en la iluminación es imprescindible emplear lámparas que tengan una clasificación energética A. Cada vez se está reduciendo más el uso de lámparas incandescentes en viviendas y otros edificios. A continuación se expone una comparación real sobre la utilización de una lámpara incandescente y otra de bajo consumo.

	Incandescente	Bajo Consumo
Precio unidad (€)	0,66	3,92
Pot. lámpara (W)	60	11
Vida útil (horas)	1.000	7.000
Precio kWh	11 cent de euro	
Funcionamiento año (h)	1.000	1.000
Consumo energético (kWh)	60	11
Coste energético anual (€)	6,6	1,21
Coste de lámparas (€/año)	1 lamp/ año = 0,66	0,14 lamp/ año = 0,56
Total €/año	6,6 + 0,66 = 7,26€	1,21 + 0,56 = 1,77€

3.5.1.1 Retorno de la inversión

La adquisición de este tipo de lámparas supone un periodo de retorno muy bajo. El periodo de retorno al sustituir una lámpara incandescente por otra de bajo consumo sería de medio año aproximadamente.

3.5.1.2 Emisiones de CO2

	Incandescente	Bajo Consumo
Consumo anual kWh	60	11
Emisiones kg CO2/kWh	38,94	7,14

Se puede comprobar que las lámparas de bajo consumo reducen en un 545 % las emisiones de CO2 a la atmósfera.

3.5.2 Instalación de lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes se recomiendan en dos tipos de estancias: la cocina (por la necesidad de tener una gran cantidad de iluminación) y en el garaje.

El tipo de lámpara propuesta para su instalación en el garaje es fluorescente de la marca Philips Master TL-D Eco o similar de 32 W de potencia unitaria. Además, se instalaría en una luminaria estanca tipo Pacific TCW 216 de Philips o similar con difusor de policarbonato, la cual incorpora un balasto de tipo electrónico regulable. Sus principales ventajas:

- Reducción de hasta un 70 % de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
- Incremento de la eficiencia de la lámpara.
- Incremento de la vida de las lámparas hasta el 50 %, reduciendo los costes de mantenimiento.
- Reducción de la carga térmica del establecimiento debido a la menor generación de calor.
- Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico.

A continuación se expone una comparación real sobre la utilización de un equipo compuesto por dos lámparas fluorescente TL-D con balasto electromagnético y otro equipo compuesto por lámpara TL-D Eco con balasto electrónico regulable.

	Lámpara fluorescente TL-D con balasto electromagnético	Lámpara fluorescente TL-D Eco con balasto Electrónico
Precio balasto (€)	15	66
Precio lámpara (€)	4,94	6,84
Pot. Total de equipo (W)	90	72
Vida útil de la lámpara (horas)	8.000	12.000
Vida útil del balasto (horas)	50.000	
Funcionamiento año (h)	1.000	
Precio kWh	11 cent de euro	
Consumo energético estimado (kWh)	90	72
Coste energético anual (€)	9,9	7,92
Coste de lámparas (€/año)	0,25 lamp/año = 1,24	0,16 lamp/año = 1,14
Coste de balastos (€/año)	0,02 bal/año = 0,3	0,02 bal/año = 1,32
Total €/año	9,9+1,24+0,3=11,44€	7,92+1,14+1,32=10,38€

3.5.2.1 Retorno de la inversión

La instalación de un equipo compuesto por lámparas TL-D Eco de menor potencia, incluyendo un balasto electrónico regulable, respecto a un equipo con menor eficiencia energética, supone un retorno de la inversión aproximado de 68 años. Hay que tener en cuenta que el consumo dado para el equipo con balasto electrónico es estimado, y que puede ser menor. Además, la luminaria propuesta, ofrece una ganancia de luminosidad del 10 % debido a su óptica reflectante.

3.5.2.2 Emisiones de CO2

	Lámpara fluorescente TL-D con balasto electromagnético	Lámpara fluorescente TL-D Eco con balasto Electrónico
Consumo anual kWh	90	72
Emisiones kg CO2/kWh	58,41	46,72

Se puede comprobar que el equipo compuesto por lámparas fluorescentes que las lámparas de bajo consumo reduce en un 125 % las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

En el caso de la cocina se propone la instalación de lámparas compactas no integradas por su luminosidad y por que permite la instalación de un mayor número de puntos de luz, pudiendo distribuir la iluminación, y evitar que sea focalizada. El tipo de lámpara propuesta sería fluorescente de la marca Philips Master PL-C o similar. Además, se instalaría en una luminaria tipo downlight Europa FBS 122 de Philips o similar con difusor de policarbonato metalizado.

En la tabla siguiente, se realiza una comparación que resalta el consumo energético y económico de las diferentes instalaciones de iluminación propuestas.

	Lámpara fluorescente TL-D	Lámpara fluorescente compacta
Precio unidad (€)	4,94	6,64
Pot. Total de equipo (W)	90	39
Vida útil de la lámpara (horas)	8.000	10.000
Funcionamiento año (h)	1.000	
Precio kWh	11 cent de euro	
Consumo energético estimado (kWh)	90	39
Coste energético anual (€)	9,9	4,3
Coste de lámparas (€/año)	0,125 lamp/año = 0,62	0,1 lamp/año = 0,66
Total €/año	9,9+0,62=10,52€	4,3+0,66=4,96€

3.5.2.3 Retorno de la inversión

La instalación de iluminación propuesta resulta más económica, aunque no se ha tenido en cuenta la instalación y precio de las luminarias. Por tanto, y teniendo en cuenta una instalación de iluminación actual y la propuesta, el periodo de retorno sería de unos 0,3 años.

3.5.2.4 Emisiones de CO2

	Lámpara fluorescente TL-D con balasto electromagnético	Lámpara fluorescente compacta
Consumo anual kWh	90	39
Emisiones kg CO2/kWh	58,41	25,3

Se puede comprobar que el equipo compuesto por lámparas fluorescentes que las lámparas de bajo consumo reduce en un 230 % las emisiones de CO2 a la atmósfera.

3.5.3 Instalación de lámparas tipo LED's

Se propone la incorporación de las lámparas LED's a la iluminación interior. Los LED's de luz blanca podrían sustituir a las lámparas incandescentes e incluso a las lámparas halógenas, ya que su utilización y conexión sería la misma. Esta tecnología consume un 90 % menos que las bombillas incandescentes y un 30 % menos que los fluorescentes o halógenos. Además, tenemos que tener en cuenta que los LED's tienen una vida útil de 35.000 h. Estas características convierten a los LED's en una opción muy buena para las instalaciones de iluminación.

En la tabla se muestra el coste total de adquisición de lámparas y consumo energético, de las distintas posibilidades que ofrece el mercado.

	Incandescente	Bajo Consumo	Halógeno	LED's
Precio unidad (€)	0,66	3,92	4,15	29,90
Pot. lámpara (W)	60	11	35	2
Vida util (horas)	1.000	7.000	3.000	35.000
Funcionamiento	1.000 horas/año			
Precio kWh	11 cent de euro			
Consumo anual	60	11	35	2
Coste anual (€)	6,6	1,21	3,85	0,22
Coste de lámparas	1	0,14	0,33	0,03
Emisiones kg	4,28	0,79	2,5	0,14
Total €/año	6,6+0,66=7,26€	1,21+0,56=1,77€	3,85+1,4=5,25€	0,85+0,22=1,07€
Retorno (años)	---	0,6	1,7	4,7

3.5.3.1 Retorno de la inversión

La instalación de iluminación en las distintas estancias de la vivienda compuesta por lámparas tipo LED's, supone la mejor opción económicamente y energéticamente.

3.5.3.2 Emisiones de CO2

	Incandescente	Bajo Consumo	Halógeno	LED's
Consumo anual kWh	6,6	1,21	3,85	0,22
Emisiones kg CO2/kWh	4,28	0,79	2,5	0,14

Se puede comprobar que las lámparas tipo LED's son más eficientes energéticamente, además de reducir hasta en un 564 % las emisiones de CO2 a la atmósfera respecto a la lámpara de bajo consumo, que es una de las más eficientes.

3.6 MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA

El ahorro en el consumo de agua reporta indudables beneficios medioambientales, al tratarse de un bien escaso, y económicos. Se ahorra dinero en la factura de agua y en la factura energética: se disminuye el consumo de energía necesaria para su bombeo y para su calentamiento, al consumirse menos. Las tecnologías de ahorro aplicables en el hogar no disminuyen en ningún caso la calidad del servicio que se presta al usuario.

3.6.1 Sistemas de recuperación de agua de lluvia

El agua es un bien escaso y tenemos que darle un uso racional. El consumo de agua de las viviendas, supone aproximadamente el 10 % del consumo total.

El cuarto de baño, es responsable del 70 % del consumo de agua de una vivienda. Hay que recordar, que está restringido el baño a favor de la ducha. El uso de la cisterna es una actividad que consume mucho. Cada vez que se utiliza se gasta entre 10 y 15 litros según la capacidad de la misma. De ahí que se recomiende el uso de sistemas de ahorro tipo STOP.

Reemplazar el agua potable por agua de la lluvia es una medida que nos ayudara a ahorrar hasta un 50 % del agua que usamos en nuestros hogares, ya que puede ser

utilizada para todos aquellos usos que no requieran agua potable, por ejemplo la cisterna del WC, la lavadora, limpieza en general o para regar el jardín.

El agua de la lluvia es agua pura que no contiene calcio ni productos químicos, lo que beneficia el mantenimiento de las tuberías, evitamos calcio en la lavadora y regamos nuestras plantas con excelente agua natural. Además del beneficio ecológico, el ahorro económico considerable es otra buena razón para aprovechar el agua de la lluvia con los sistemas de recuperación de agua de lluvia.



Figura 1: Sistema de recuperación de agua de lluvia marca GRAF.

El ahorro total sería el siguiente, para una instalación cuyo periodo de vida es de 30 años aproximadamente.

	Situación actual	Situación propuesta
Precio (€)	75€/año (facturación y consumo en m ³)	2.630€ instalación más 15€/año (facturación y consumo)
Consumo (m³/año)	100	50
Coste total en 30 años*	5.232€	2.630€ + 1.046€ + 2.092€ = 5.768€

**Se ha calculado teniendo en cuenta un aumento de la facturación anual del 5%, y un coste de mantenimiento de la instalación de 30€ año.*

Para la realización de esta obra, sería necesario disponer de una superficie total de unos 120 m² para la captación de 50 m³ anuales propuestos. El agua se recoge en el

tejado de la vivienda mediante canales, luego se canaliza por las bajantes, se filtra y se lleva al tanque, que permite la conservación del agua en las condiciones adecuadas. Un sistema de control-bomba suministra el agua de lluvia en todos los puntos de la vivienda. Inclusive es posible utilizarla en el jardín mediante un filtro conector.

Además, para ayudar en el ahorro del consumo de agua, se propone la instalación de los siguientes sistemas de ahorro, que consiguen reducir los consumos en un 50 % y un 60 %:

- Perlizador/aireador para lavabos, y duchas.
- Duchas con sistema de cámara de turbulencias y tobera de tres etapas, antical y antibloqueo, pues economiza en el punto de salida, y aumenta el confort, al proporcionar una sensación de masaje.
- Reductor volumétrico para duchas, W.C. stop para cisternas.

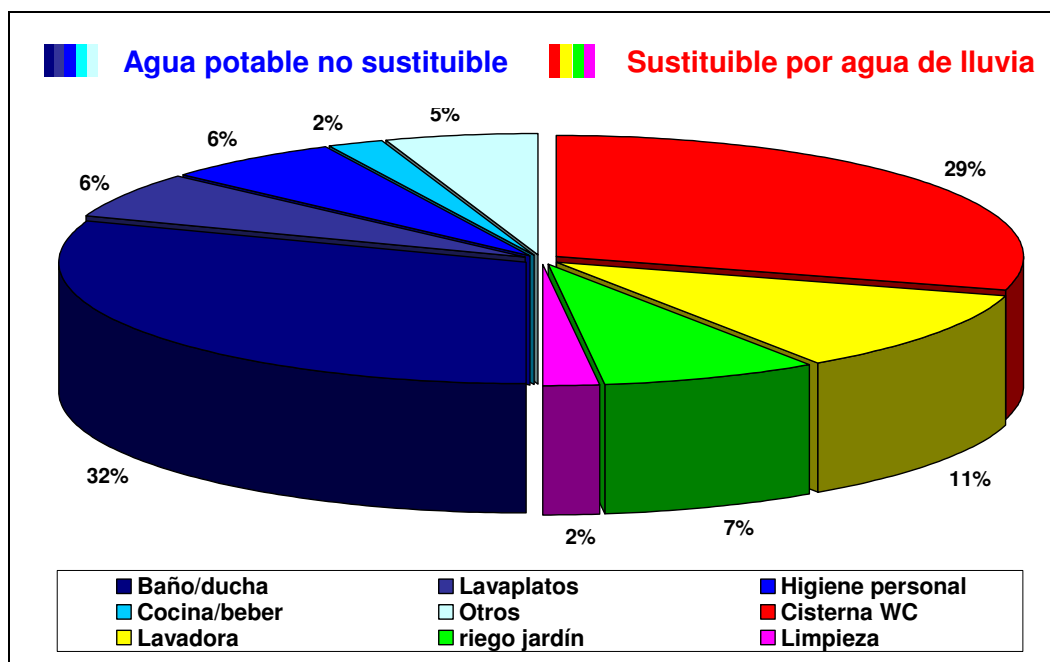


Figura 2: Distribución del consumo de agua en una vivienda.

3.7 MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

3.7.1 Instalación de lámparas de vapor de sodio alta presión

Las lámparas de vapor de mercurio, utilizadas tradicionalmente en los sistemas de alumbrado público tienen una eficacia luminosa muy reducida. En el mercado, existen otro tipo de lámparas que pueden reemplazar a las lámparas de vapor de mercurio para el alumbrado exterior, ofreciendo los mismos niveles de iluminación o incluso mayores con un menor consumo energético.

Se propone la instalación de lámparas de vapor de sodio a alta presión de 70 W de potencia, de la marca Philips o similar. Las características de estas lámparas propuestas se recogen a continuación:

	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	T ^a color (K)	Vida media (h)	Precio unidad (€)
VSAP 69 W	4.300	62	1.800	24.000	35,45

Tabla 1: Características de las lámparas de vapor de sodio a alta presión

En la tabla siguiente se muestra el ahorro energético conseguido al instalar lámparas de vapor de sodio alta presión a favor de lámparas de vapor de mercurio.

	Horas nocturnas	kWh Vapor de Mercurio	kWh Vapor de Sodio Alta Presión
Enero	387,5	55,70	30,75
Febrero	336,0	48,30	26,66
Marzo	356,5	51,25	28,29
Abril	315,0	45,28	25,00
Mayo	303,8	43,67	24,11
Junio	264,0	37,95	20,95
Julio	269,7	38,77	21,40
Agosto	260,4	37,43	20,66
Septiembre	291,0	41,83	23,09
Octubre	381,3	54,81	30,26
Noviembre	423,3	60,85	33,59
Diciembre	418,5	60,16	33,21
Total	4007	576,01	317,96

Tabla 2: Cálculo de consumos anuales con los distintos tipos de lámparas

El ahorro de energía eléctrica anual que supone la instalación de las lámparas de vapor de sodio alta presión de 70 W en favor de las actuales del tipo vapor de mercurio de 125 W de potencia unitaria es de 258 kWh. El ahorro económico resultante de este ahorro energético, partiendo de un precio del kWh eléctrico de 9 c€/kWh, es de 23,22 €/año. Además, hay que tener en cuenta que el precio de las lámparas de vapor de sodio alta presión es mayor, pero se compensa una mayor vida útil de la misma.

La instalación de iluminación propuesta es una buena opción en lo que a eficiencia energética se refiere, debido a que las lámparas de vapor de sodio alta presión, nos permiten una mayor disminución de la tensión de entrada, con lo que podemos disminuir la luminosidad de las mismas en horario de poco tránsito. Esto se explicará con más detalle en el apartado: Instalación de Estabilizadores-Reductores de Flujo en la Instalación de Alumbrado Exterior

	Vapor de Mercurio	VSAP
Precio lámpara (€)	9,04	35,45
Pot. Total de equipo (W)	144	81
Vida útil de la lámpara (horas)	16.000	24.000
Funcionamiento año (h)	4.000	
Precio kWh	0,085 cent de euro	
Consumo energético estimado (kWh)	576	316
Coste energético anual (€)	48,96	26,86
Coste de lámparas (€/año)	0,25 lamp/año = 2,26	0,17 lamp/año = 5,9
Total €/año	48,96+2,26= 51,22€	26,86+5,9=32,72€

En la propuesta, no se tiene en cuenta el tipo de balasto, ya que el precio para cada una de las instalaciones sería el mismo o muy parecido.

3.7.1.1 Retorno de la inversión

El periodo de retorno para la instalación de iluminación propuesta es de 2 años.

3.7.1.2 Emisiones de CO2

	Vapor de Mercurio	VSAP
Consumo anual kWh	576	316
Emisiones kg CO ₂ /kWh	373,8	205,1

Se puede comprobar que las lámparas de vapor de sodio alta presión son más eficientes energéticamente y además, reducen hasta en un 182 % las emisiones de CO₂ a la atmósfera, respecto a la lámpara de vapor de mercurio.

3.7.2 Instalación de estabilizadores-reductores de flujo en la instalación de alumbrado exterior

Hay que tener en cuenta que el alumbrado público se mantiene encendido una media de 11 horas diarias. Además, se mantiene encendido a su mayor intensidad durante todo el período de encendido. Sin embargo, se podría disminuir el nivel de luminosidad a ciertas horas de la noche donde el tránsito de vehículos o de personas es inexistente o por lo menos, muy ocasional.

Se propone la instalación de estabilizadores – reductores en cada una de las acometidas eléctricas de alumbrado público, de forma que el flujo luminoso se pueda

reducir entre la 00:00 h y las 07:00 h. De esta forma se logra un importante ahorro energético, al funcionar las lámparas a menor potencia que la nominal.

Estos equipos realizan un ciclo de arranque a 210 V con el fin de limitar los picos de intensidad que se producen en la puesta en marcha de las lámparas, consiguiendo prolongar la vida útil de las mismas (alrededor del 10 %). Además, estabilizan la tensión durante las horas de régimen normal evitando así que las sobretensiones que aparecen en la línea durante la noche aumenten el consumo de la instalación y disminuyan la vida de las lámparas. Durante las horas de régimen reducido (a partir de la hora definida para disminuir el nivel de iluminación), estos equipos reducen un 40 % la potencia consumida por la instalación respecto al consumo de la instalación a tensión nominal.

Para realizar esta instalación, el tipo de lámpara más adecuada es la de vapor de sodio alta presión, ya que permite rebajar su tensión de entrada hasta un 40 % permitiendo que su funcionamiento sea correcto sin deteriorar la lámpara. A continuación se muestra un listado en el que se observa en grado de rebaja de tensión que permiten las distintas lámparas utilizadas en iluminación pública.

Coeficiente de ahorro %	Tipo de lámpara	Tensión
0,40	VSAP	180 V.
0,27	Vapor de Hg.	200 V.
0,34	Vapor de Hg. con "DS"	190 V.
0,30	Sodio B.P.	195 V.
0,27	Halogenuros	200 V.
0,40	Incandescencia	180 V.
0,34	Fluorescencia	190 V.

Tabla 3: Ahorro producido por lámpara al tener instalado en alumbrado público lámparas de VSAP controladas por un reductor – estabilizador del flujo.

	Horas nocturnas diarias	Horas mes	Alumbrado hasta las 01:30	Horas mes	Alumbrado de 01:30 en adelante	Horas mes	kWh VM		kWh VSAP	
							Inicio a 00:00	00:00 a fin	Inicio a 00:00	00:00 a fin
Ene	13,3	412	6,5	202	6,8	211	28,97	8,48	16,22	8,48
Feb	12,8	397	6,5	182	6,3	176	26,16	25,36	14,65	7,10
Mar	11,7	363	6,5	202	5,2	161	28,97	23,17	16,22	6,49
Abr	10,8	335	6	180	4,8	144	25,88	20,70	14,49	5,80
May	10,2	316	5,8	180	4,4	136	25,85	19,61	14,47	5,49
Jun	8,3	257	3,4	102	4,9	147	14,66	21,13	8,21	5,92
Jul	6,2	192	3,1	96	3,1	96	13,81	13,81	7,74	3,87
Ago	7,7	239	4,2	130	3,5	109	18,72	15,60	10,48	4,37
Sep	9,5	295	5,7	171	3,8	114	24,58	16,39	13,77	4,59
Oct	11,2	347	6,8	211	4,4	136	30,30	19,61	16,97	5,49
Nov	12,0	372	5,8	174	6,2	186	25,01	26,74	14,01	7,49
Dic	13,2	409	6,5	202	6,7	208	28,97	29,86	16,22	8,36
Total	126,9	3934	66,8	2030	60,1	1825	291,87	262,27	163,45	73,44

	kWh	€
VM	455	37
VSAP	336	27

Ahorro kWh	120
Ahorro €/ud	9,64

En la tabla siguiente, se realiza un cálculo comparativo de una instalación de iluminación de alumbrado público actual (con lámparas de vapor de mercurio 125 W), y la instalación de iluminación propuesta (lámparas de vapor de sodio alta presión con estabilizador – reductor de flujo).

	Lámpara VM	Lámpara VSAP con estabilizador – reductor de flujo
Precio lámpara (€)	9,04	35,45
Pot. Total de equipo (W)	144	81
Vida útil de la lámpara (horas)	16.000	26.000
Funcionamiento año (h)	4.000	
Precio estabilizador-reductor de flujo	2.500	
Reducción de consumo por	0	10
Precio kWh	0,085 cent de euro	
Consumo energético estimado	489	316 – (10% = 284)
Coste energético anual (€)	37	24
Coste de lámparas (€/año)	0,25 lamp/año = 1,24	0,15 lamp/año = 5,5
Total €/año	37+1,24+=38,24€	24+5,5=29,5€

3.7.2.1 Retorno de la inversión

La instalación de iluminación propuesta resulta mucho más eficiente energéticamente. En los cálculos se aprecia un ahorro de casi 9 € por lámpara. No se ha realizado un cálculo preciso de los ahorros que supondría la instalación de alumbrado público, debido al desconocimiento del número de farolas que se instalarían. Sin estos datos, el precio del reductor-estabilizador de flujo no se puede calcular, ya que su coste está directamente relacionado con la potencia instalada en iluminación.

Según la experiencia que obtenida por recientes trabajos en Gestión Energética Municipal, el periodo de retorno estaría en torno a 5 años.

3.7.2.2 Emisiones de CO2

	Lámpara VM	Lámpara VSAP con estabilizador – reductor de flujo
Consumo anual kWh	489 ud	284 ud
Emisiones de CO ₂	317 ud	184 ud

Se puede comprobar que el equipo compuesto por lámparas fluorescentes que las lámparas de bajo consumo reduce en un 172 % las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

3.7.3 Instalación de interruptor astronómico

La instalación de iluminación de municipios o urbanizaciones, está controlada por elementos de maniobra que nos permiten el encendido y apagado de la iluminación de forma controlada, consiguiendo que se reduzca el consumo energético. Estos elementos de maniobra pueden ser los siguientes:

Interruptores crepusculares: Es un célula fotoeléctrica que manda un impulso de maniobra permitiendo el encendido de la iluminación, cuando el nivel de luminosidad es menor al programado. Este tipo de elemento tiene las siguientes desventajas:

- Depreciación propia
- Condiciones ambientales de suciedad y contaminación
- Variaciones climatológicas que pueden producir encendidos o apagados de una instalación, aún existiendo suficiente luz natural

Interruptor horario: Es un Interruptor al que hay que programar normalmente con el cambio de horas (dos veces al año). En muchas instalaciones se suele instalar un interruptor horario con un interruptor crepuscular provocando según una programación preestablecida, la apertura o cierre de uno o varios circuitos.

Se propone la instalación de un interruptor astronómico, que se basa en el cálculo de los Ortos y Ocasos en la zona geográfica instalado. Así, se ajusta el arranque y desconexión de la instalación de iluminación a las horas de sol. Además, este tipo de interruptor, nos permite comandar un doble circuito permitiendo programar de forma independiente a desconexión parcial la instalación a partir de ciertas horas. Según experiencias anteriores, este tipo de interruptor, nos permite un ahorro energético del 5 % respecto a otras instalaciones.

En la tabla se muestra el ahorro conseguido en una urbanización tipo, cuyo alumbrado consta de 60 farolas compuestas por lámparas de VSAP de 70 W.

	Otros	Int. astronómico
Precio unidad (€)	80	400
Pot. lámpara (W)	4.860	
Precio kWh	0,085	
Consumo energético estimado (kWh)	19.440	18.468
Total €/año	1.652	1.569

3.7.3.1 Retorno de la inversión

El retorno de la inversión para este tipo de instalación es de unos 4 años respecto a otro tipo de instalaciones.

3.7.3.2 Emisiones de CO2

	Otros	Int. astronómico
Consumo anual kWh	19.440	18.468
Emisiones kg CO2/kWh	12.617	11.986

Se puede comprobar que el elemento de maniobra seleccionado (interruptor astronómico) es más eficiente energéticamente que otros modelos utilizados en la actualidad. Reducen hasta en un 5 % las emisiones de CO2 a la atmósfera, respecto a otros elementos.

3.7.4 Instalación de farolas solares

Actualmente, la instalación de iluminación para alumbrado público está compuesta de farolas simples, que necesitan de energía eléctrica para funcionar, es decir, de un cableado que le suministre la corriente, cuadro eléctrico, etc.

Sin embargo, se pueden instalar farolas solares que están constituidas por un báculo sobre el que se montan de uno a tres paneles de 55 Wp y una o dos luminarias con lámpara fluorescente o de vapor de sodio baja presión. Además tiene de un regulador-temporizador electrónico que controla mediante un sencillo selector los tiempos de alumbrado deseados.

Para el caso de instalación de iluminación en una urbanización, la opción adecuada sería la farola solar que incorpore lámparas de vapor de sodio baja presión de 55 W. A continuación se muestran las características de las lámparas de VSBP.

	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Tª color (K)	Vida media (h)	Precio unidad (€)
Vapor de sodio baja presión 55 W	8.000	145	-	22.000	50,47

Tabla 4: Características de las lámparas de vapor de mercurio

Las farolas solares son el nuevo concepto de iluminación ecológica, y se escoge ésta opción por numerosas razones:

- ☒ Se puede instalar una farola solar donde se necesite, sin reparar en si el lugar de instalación está cerca o lejos de una acometida eléctrica de la red comercial. Esto supone, que evitamos los costes en acometida eléctrica, la conexión con las líneas de electrificación, gastos de canalizaciones, cableados, centros de transformación, contadores y proyectos para las Compañías eléctricas suministradoras.
- ☒ El periodo de encendido y apagado es completamente programable pudiendo adaptarse a lo largo del año y consiguiendo un mayor ahorro energético.
- ☒ Estas farolas son ideales para calles, plazas, parques, jardines y espacios naturales.
- ☒ Tienen una altura de punto de luz de 3 m a 4,30 m. La potencia de iluminación es equivalente a una farola convencional.
- ☒ Permite evitar grandes emisiones de gases de efecto invernadero
- ☒ Evitan los gastos que conlleva la acometida eléctrica, la conexión con las líneas de electrificación, gastos de canalizaciones, cableados, centros de transformación, contadores y proyectos para las Compañías eléctricas suministradoras.
- ☒ En la tabla se muestra el ahorro que se conseguiría en una urbanización, cuyo alumbrado consta de 60 farolas compuestas por lámparas de VSAP de 70 W, y el ahorro con una instalación de iluminación compuesta de farolas solares.

	Farolas con VSAP	Farolas solares
Precio farola (€)	1.800	4.500
Precio equipo (lámpara más balasto)	68	148
Coste total	112.080	278.880
Pot. lámpara (W)	81	63
Precio kWh	0,085	
Consumo energético estimado (kWh)	16.320	-
Total €/año	1.285	-

En la tabla no se refleja el coste que supone la instalación y montaje que suponen los costes en acometida eléctrica, la conexión con las líneas de electrificación, etc, pero podemos suponer que la rentabilidad de instalar farolas solares, es muy grande.

3.7.4.1 Retorno de la inversión

El retorno de la inversión para este tipo de instalación no se puede realizar, ya que se desconocen los costes que conlleva una conveniente instalación de iluminación.

3.7.4.2 Emisiones de CO2

	Farola con VSAP	Farola solar
Consumo anual kWh	16.320	0
Emisiones kg CO2/kWh	10.591	0

Se puede comprobar que el ahorro de emisiones de CO2 a la atmósfera, al instalar farolas solares es total.



4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las medias estudiadas, son los siguientes:



	Medida 1. Mejora envolvente	Medida 2. Instalación caldera condensación y suelo radiante	Medida 3. Mejora Envolvente y centralización calefacción	Medida 4. Instalación caldera biomasa	Medida 5. Eliminación de lámparas incandescentes por bajo consumo	Medida 6. Instalación de fluorescentes con balasto electrónico en garaje
Consumo anual combustible (kWh/año)	11.736	11.514	10.091	15.706	11	72
Emissiones CO ₂ (kgCO ₂ /m ²)	21,8	21,8	19,1	9,7	7,14	46,72
	Medida 7. Instalación de fluorescentes compactas en cocina	Medida 8. Instalación lámparas tipo LED'S	Medida 9. Instalación de lámparas de sodio de alta presión	Medida 10. Instalación de estabilizadores- reductores de flujo	Medida 11. Instalación de interruptor astronómico	Medida 12. Instalación de farolas solares
Consumo anual combustible (kWh/año)	39	0,22	316	284	18.468	0
Emissiones CO ₂ (kgCO ₂ /m ²)	25,3	0,14	205,1	184	11.986	0



A partir de estos datos se puede decidir la mejora o mejoras más adecuadas para el proyecto.

En cuanto a eficiencia energética en climatización, la opción más interesante puede ser la explicada en el apartado 3.4.2, es decir mejora de envolvente y cambio del sistema de generación de calor, utilizando suelo radiante como elementos terminales, debido a su simplificación, coste asumible, ahorros de energía y disminución de emisiones de CO₂. Con esta opción se consigue una alta eficiencia energética utilizando tecnologías altamente probadas, con un nivel de mantenimiento normal, Esto es importante dado el grado esperado de utilización de las viviendas y su situación, fuera del centro urbano. Como hemos visto esta opción supone un 23,6% de reducción de emisión, cerca del objetivo buscado del 30%.

Al no venir definidos en proyecto los sistemas de iluminación con los que va a contar la urbanización, no se puede estimar la disminución de emisiones de CO₂ conseguida con la mejora. En todo caso, si se comparase con los sistemas tradicionales, las reducciones de emisiones estarían siempre por encima del 100% por lo que se lograría cumplir con los objetivos buscados.