



CÁLCULO DE AHORROS CONSEGUIDOS MEDIANTE ACCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

**COMUNIDAD DE VECINOS
“LA DEL MANOJO DE ROSAS 15”**



Febrero 2015



Cliente: WWF España

Lugar del diagnóstico: La del Manajo de Rosas, 15, 28041 Madrid, (Madrid)

Fecha de elaboración: Enero 2015

Elaborado por:

Revisado por:

Jone Hurtado Reina

Alejandro Morell Fernández

Consultor

Jefe de Proyecto

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	7
1.1	ANTECEDENTES	7
1.2	OBJETIVO Y DESARROLLO DEL TRABAJO.....	7
1.3	CRITERIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ADOPTADOS	8
2	MEDIDAS ACOMETIDAS Y SOMETIDAS A ESTUDIOS.....	9
3	RESUMEN DE LOS AHORROS OBTENIDOS.....	12
3.1	RESUMEN DA AHORROS OBTENIDOS POR CADA MEDIDA IMPLEMENTADA.....	12
3.2	ESTUDIO DEL AHORRO DE LAS MEDIDAS IMPLANTADAS	14
3.3	RESUMEN DE AHORROS OBTENIDOS POR USOS ENERGÉTICOS.....	16
3.4	BALANCE ENERGÉTICO TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS	18
4	CÁLCULO DE AHORROS ASOCIADOS A CADA MEDIDA IMPLEMENTADA	21
4.1	SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS E INSTALACIÓN DE DETECTORES DE PRESENCIA EN LA ESCALERA	21
4.1.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	21
4.1.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	21
4.2	INSTALACIÓN DE CALDERAS DE CONDENSACIÓN EN TRES DE LAS VIVIENDAS	22
4.2.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	22
4.2.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	23
4.3	MEJORA DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE.....	24
4.3.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	24
4.3.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	28
4.4	INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA.....	30
4.4.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	31

4.4.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	31
4.5	INSTALACIÓN DE TOLDOS EN LA FACHADA SUR DEL EDIFICIO	32
4.5.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	32
4.5.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	32
4.6	INSTALACIÓN DE PANELES MIXTOS FOTOVOLTÁICOS- TÉRMICOS.....	33
4.6.1	JUSTIFICACIÓN DE LOS AHORROS Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	33
4.6.2	EVALUACIÓN DE LOS AHORROS	34
5	ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE LAS INSTALACIONES	35
6	ESTUDIO Y PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	37
7	INDICADORES ENERGÉTICOS	43
8	REDUCCIÓN DE LA DEMANDA TRAS LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS.....	44
8.1	REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ASOCIADA A LAS MEDIDAS PASIVAS	44
8.2	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores empleados para el precio de los diferentes suministros energéticos	8
Tabla 2. Factores de emisión empleados proporcionados por el MAGRAMA	8
Tabla 3. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones	13
Tabla 4. Ahorros asociados a cada medida acometida en el bloque de viviendas	14
Tabla 5. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones	17
Tabla 6. Ahorro en iluminación derivado de la sustitución de lámparas e instalación de detectores de presencia en la escalera.....	22
Tabla 7. Ahorro de gas natural derivado a la sustitución de las calderas por calderas de condensación.....	23
Tabla 8. Resumen de las viviendas analizadas y los periodos de los consumos disponibles para cada una en los años 2013 y 2014	25
Tabla 9. Valores promedio de grados día de calefacción empleados para cada periodo.....	25
Tabla 10. Variación de los consumos energéticos y de los grados día en cada periodo y vivienda.	26
Tabla 11. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 1.	27
Tabla 12. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 2.	27
Tabla 13. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 3.	27
Tabla 14. Ahorros energéticos calculados en la auditoría realizada en 2013.	29
Tabla 15. Ahorros energéticos calculados en la auditoría realizada en 2013.	30
Tabla 16. Ahorro derivado de la instalación de un sistema de ventilación forzada	31
Tabla 17. Ahorro derivado de la instalación de toldos en las ventanas de la fachada sur	32
Tabla 4. Ahorro derivado de la instalación de toldos en las ventanas de la fachada sur.....	34
Tabla 19. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones	37
Tabla 20. Resumen de propuestas de mejora en iluminación.	38
Tabla 21. Propuesta de colocación de válvulas termostáticas.	40
Tabla 22. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones	42
Tabla 23. Datos de la comunidad de vecinos en la C/ La del Manojito de Rosas, 15....	43
Tabla 24. Indicadores energéticos de la C/ La del Manojito de Rosas, 15	43
Tabla 25. Reducción de la demanda derivada de la implantación de medidas pasivas.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representación de los ahorros asociados a cada medida implantada.....	15
Gráfico 2. Ahorro energético total tras la implementación de las medidas de ahorro	15
Gráfico 3. Ahorro de emisiones total tras la implementación de las medidas de ahorro	16
Gráfico 4. Distribución del consumo eléctrico en el edificio antes y después de las medidas implantadas.....	19
Gráfico 5. Distribución del consumo de gas natural en el edificio antes y después de las medidas implantadas	20

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos instalados	33
Ilustración 2. Termografías de la fachada trasera del edificio antes (arriba) y después (abajo) de la implementación de las medidas.....	35
Ilustración 3. Termografías de la fachada trasera del edificio antes (arriba) y después (debajo) de la implementación de las medidas.....	36
Ilustración 4. Etiqueta de certificación energética	45

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Con objeto de promover la ciudad sostenible y eficiente, WWF ha realizado durante el 2014 la campaña "**Mejora la energía de tu comunidad**", en colaboración con la Fundación Reale y la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, una campaña que siguió durante el 2014 con la colaboración de la fundación Reale. En el marco de esta campaña, se ejecutó un proyecto piloto a fin de revelar las claves para introducir medidas en las comunidades de vecinos que permitan ahorrar hasta un 75% de energía, y se contactó con la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS) para seleccionar el edificio piloto, uno donde estuviera prevista una rehabilitación energética.

De este modo, buscando optimizar las intervenciones energéticas y dotarlas de sostenibilidad se encargó a CREARA la elaboración de una auditoria energética en la comunidad de vecinos "La del Manojito de Rosas 15", previa a la rehabilitación energética del edificio en cuestión, que indicara el tipo y la magnitud de las intervenciones necesarias y las priorizara según su efectividad en términos de reducción del consumo energético.

Actualmente, muchas de las medidas identificadas en dicha auditoría han sido llevadas a cabo, debiendo ahora valorar su eficacia y los ahorros potenciales esperados de cada una de ellas.

1.2 OBJETIVO Y DESARROLLO DEL TRABAJO

El principal objetivo del presente informe es la determinación del ahorro de energía que se conseguirá en las instalaciones mencionadas, tras la consecución de las obras de rehabilitación llevadas a cabo.

Para ello, se han llevado a cabo las siguientes fases:

Fase I. Recopilación inicial de información

- Información acerca de las medidas energéticas acometidas en el edificio de viviendas
- Datos de facturación de energía eléctrica y gas natural

Fase II. Análisis de la situación de la instalación tras la implantación de las medidas

- Cálculo de los ahorros obtenidos
- Realización de termografías

Fase III. Elaboración del informe

1.3 CRITERIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ADOPTADOS

Para la cuantificación de los ahorros económicos y ahorros de emisiones asociados a los ahorros energéticos registrados en la comunidad de vecinos, se han tenido en consideración los siguientes factores de conversión:

Por una parte, en lo que a los precios energéticos se refiere, se ha partido de los datos de facturación de los vecinos facilitados por la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo.

De este modo, se han empleado los siguientes valores promedio para los distintos suministros energéticos:

Tabla 1. Valores empleados para el precio de los diferentes suministros energéticos

Suministro energético	Precio unitario (€/kWh)	Fuente
Electricidad	0,1284	Facturas de compañía
Gas natural	0,0551	Facturas de compañía

Por su parte, para la conversión de términos de energía a emisiones de CO₂ a la atmósfera, se han empleado los últimos factores de emisión proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), correspondientes al año 2013, para los diferentes combustibles y suministros energéticos.

A continuación se muestran los valores empleados:

Tabla 2. Factores de emisión empleados proporcionados por el MAGRAMA

Suministro energético	Factor de Emisión		Fuente
Electricidad	0,36	kg CO ₂ /kWh	MAGRAMA (2013)
Gas Natural	0.202	kg CO ₂ /kWh	MAGRAMA (2013)
Butano	2,964	kg CO ₂ /kg	MAGRAMA (2013)a

2 MEDIDAS ACOMETIDAS Y SOMETIDAS A ESTUDIOS

Como se ha mencionado, a lo largo del año 2014 se ha comenzado con la rehabilitación energética del edificio.

Las principales medidas acometidas en las instalaciones son las indicadas a continuación:

1. Sustitución de las lámparas incandescentes e instalación de detectores de presencia en la escalera de la comunidad

La iluminación de la escalera estaba compuesta en su totalidad por lámparas incandescentes de 60 W.

Con el fin de reducir el consumo energético en las zonas comunes, se han sustituido las lámparas por otras de menor potencia (40 w) y se han instalado detectores de presencia en los descansillos.

2. Instalación de calderas de condensación

La instalación de este tipo de calderas se llevó a cabo en tres de las viviendas (bajo izquierda, 2º derecha y 3º izquierda). En general, el resto de viviendas ya disponía de este tipo de calderas. La caldera instalada en el 3ºI ha sido financiada por el proyecto RETROKIT. El proyecto RETROKIT (www.retrokkitproject.eu), del que la EMVS es socio, es un proyecto europeo financiado por la Comisión Europea dentro del Séptimo Programa Marco y tiene como objeto el estudio de la eficiencia energética de los edificios.

3. Mejora del aislamiento de la envolvente

Con el fin de mejorar el aislamiento del edificio con el exterior, se llevaron a cabo 3 acciones.

Por una parte, en enero de 2014, se realizó el aislamiento de la cubierta. Además, también se instaló aislamiento SATE en toda la fachada y, por último, se instaló doble ventana en las viviendas. Además, las ventanas de terraza se sustituyeron por otras con rotura de puente térmico suministradas financiadas en parte por el proyecto RETROKIT.

Todas estas medidas están orientadas, fundamentalmente, a reducir el consumo en climatización por la reducción de la demanda.

4. Instalación de un sistema de ventilación forzada

En julio de 2014 se instaló un nuevo sistema de ventilación forzada, mediante cajas de ventilación en las ventanas de la terraza de las viviendas y en todas las ventanas del 3º izquierda. Las cajas de ventilación consisten, básicamente, en ventiladores tanto de impulsión como de extracción en las que se hacen circular ambos caudales por un intercambiador de calor, de manera que en invierno se atempera el aire entrante con el que sale de la vivienda.

Si bien la instalación de un sistema de ventilación forzada no está siempre asociada a un ahorro energético (incluso puede aumentar el consumo), su potencial sí debería ser valorado.

Cabe mencionar que en el presente informe no ha sido posible el cálculo exacto de los ahorros esperados tras la implantación de esta medida por los siguientes motivos:

Por una parte, el sistema aún no se encuentra en funcionamiento, por lo que no se conoce información relacionada con su operación ni con los efectos provocados por la misma.

Por otra parte, este sistema fue instalado en el marco del proyecto europeo Retrokit llevado a cabo en este edificio, y está siendo producto de investigación patentado por una empresa privada encargada de la evaluación del rendimiento y los ahorros asociados a la instalación de este nuevo sistema. Por tanto, no ha sido posible conocer los datos técnicos y características de la instalación.

No obstante, sí ha sido posible realizar un cálculo teórico aproximado del ahorro derivado de la instalación de la ventilación forzada en el edificio, en base a los siguientes datos facilitados por la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo:

- El ahorro derivado del uso de la ventilación forzada frente al consumo obtenido mediante la ventilación a través de cualquier otro sistema puede estimarse en 53,98 kWh anuales por cada hora de ventilación.
- Además, en base a los estudios realizados en el edificio objeto de este informe, se determinó la necesidad de ventilar cada hora un 60% del

volumen de la vivienda, dando así cumplimiento al requisito que establece el Código Técnico de Edificación (CTE), según el cual debe llevarse a cabo una ventilación total o parcial cada hora.

A partir de esta información, por tanto, se ha realizado una estimación del ahorro previsto tras la consecución de esta medida, tal y como se detalla en el apartado 3.

5. Instalación de toldos en las ventanas de la fachada sur del edificio

Con el fin de aumentar el confort de los vecinos de la comunidad sometida a estudio, se han colocado toldos en las ventanas de la fachada sur del edificio. Esto supondrá un ahorro en la demanda de refrigeración en las mismas y, por tanto, en el consumo.

6. Instalación de paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos

Además de la instalación de las cajas de ventilación y de la sustitución de las ventanas de terrazas, dentro del marco del proyecto RETROKIT se han instalado nueve paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos de 52 W de potencia en el peto de la fachada, integrados en el SATE que, por un lado, alimentarán con la electricidad producida los ventiladores de las cajas de ventilación y, por otro lado, precalentará el ACS de uno de los vecinos, el 3º Izquierda.

Por tanto, si bien estos paneles aún no se encuentran en funcionamiento, se ha realizado una estimación teórica del ahorro previsto por su uso para el precalentamiento del ACS del 3º izquierda.

3 RESUMEN DE LOS AHORROS OBTENIDOS

3.1 RESUMEN DA AHORROS OBTENIDOS POR CADA MEDIDA IMPLEMENTADA

A continuación se muestra una tabla a modo de resumen con la información acerca de los ahorros derivados de las diferentes medidas implantadas.

Cabe mencionar que debido a que muchas de las medidas han sido llevadas a cabo a través del proyecto RETROKIT, no ha sido posible conocer la inversión exacta necesaria para su consecución. De este modo, para la sustitución de las ventanas se ha tomado el presupuesto calculado inicialmente en el proyecto (41.422 €).

Además, los presupuestos para algunas medidas han sido estimados en base a los datos del mercado por no disponer de otra información.

- Aislamiento de la fachada: 33.329 €
- Sistema de ventilación forzada: 3.000 €
- Instalación de paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos: 1.215 € por panel

De este modo, si bien muchas de las medidas acometidas han sido donadas o subvencionadas por diferentes entidades, la inversión estimada ha sido incluida en la siguiente tabla a fin de poder establecer el periodo de retorno aproximado que habrían presentado las medidas de haber sido financiadas por la propia comunidad de vecinos.

Tabla 3. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones

Medida	Ahorro energético (kWh/año)		Ahorro energético (% ¹)	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
	Electricidad	Gas Natural			
Sustitución de lámparas incandescentes de 60 W por 40 W e instalación de detectores de presencia en la escalera	438	-	0,6%	56,25	157,7
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el bajo izquierda (ACS)	-	844	1,2%	48,4	170,1
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el 2º derecha	-	505	0,7%	29,0	101,8
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el 3º izquierda	-	2.063	2,7%	104,4	415,7
Colocación de ventanas dobles de aluminio y vidrio doble	1.304	4.361	7,9%	408	1.348
Mejora del aislamiento de fachada	4.043	13.524	24,5%	1.265	4.181
Mejora del aislamiento de cubierta	264	883	1,6%	83	273
Instalación de un sistema de ventilación forzada	171	600	1,1%	55	182
Instalación de paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos para precalentamiento del ACS del 3º izquierda	-	778	1,1%	43	157
Instalación de toldos en la fachada sur del edificio	57	-	0,1%	7	21
TOTAL	6.277	23.558	41,6%	2.099	7.007

¹ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo total del edificio antes de la implantación de las medidas

Como se puede ver en la tabla anterior, la implantación conjunta de las medidas llevadas a cabo hasta la fecha en el bloque de viviendas, tiene un ahorro esperado de 29.835 kWh anuales, lo que supone un 42% del consumo energético total actual en el edificio.

La mayoría del ahorro viene dado por la mejora del aislamiento de las instalaciones, siendo el aislamiento de la fachada la medida que mayor ahorro presenta, seguida de la colocación de ventanas dobles en las viviendas.

Seguida de estas dos medidas, la sustitución conjunta de las tres calderas en las tres viviendas por calderas de condensación es la medida que más ahorro presenta con un 4,8% respecto al consumo total.

3.2 ESTUDIO DEL AHORRO DE LAS MEDIDAS IMPLANTADAS

A continuación se muestran las medidas ordenadas de mayor a menor ahorro, así como una representación gráfica del mismo.

Tabla 4. Ahorros asociados a cada medida acometida en el bloque de viviendas

Medida	Ahorro energético total (kWh)
Mejora del aislamiento de fachada	17.567
Colocación de ventanas dobles de aluminio y vidrio doble	5.665
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el 3º izquierda	2.063
Mejora del aislamiento de cubierta	1147
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el bajo izquierda (ACS)	844
Instalación de paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos para precalentamiento del ACS del 3º izquierda	778
Instalación de un sistema de ventilación forzada	771
Sustitución de las calderas por calderas de condensación en el 2º derecha	505
Sustitución de lámparas incandescentes de 60 W por 40 W e instalación de detectores de presencia en la escalera	438
Instalación de toldos en la fachada sur del edificio	57
TOTAL	29.835

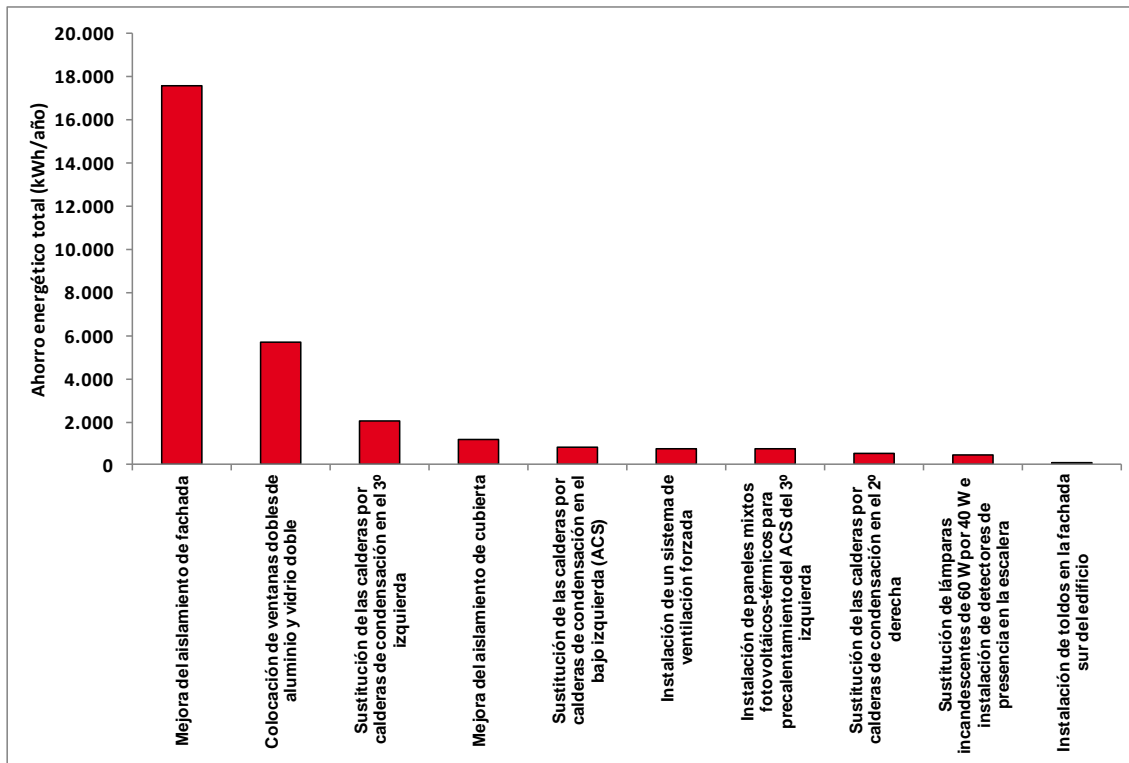


Gráfico 1. Representación de los ahorros asociados a cada medida implantada

Como ya se ha mencionado, en base a los cálculos realizados, se prevé que la implantación de las medidas suponga un ahorro del 42% del consumo energético total del edificio.

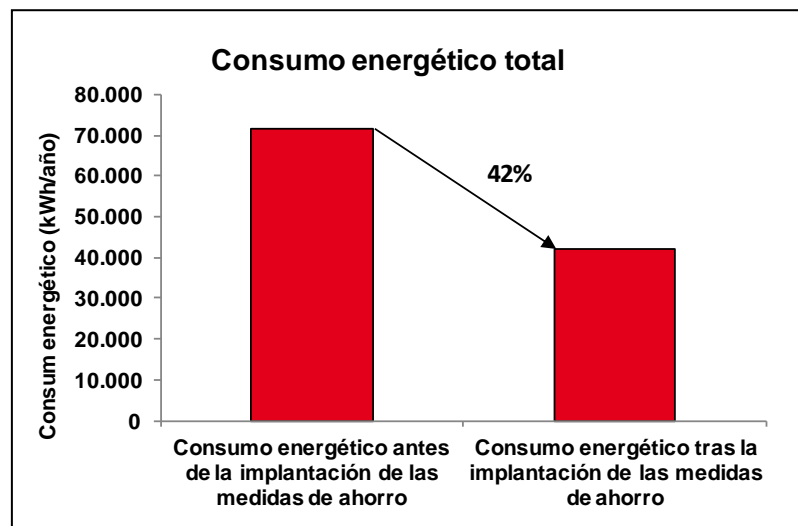


Gráfico 2. Ahorro energético total tras la implementación de las medidas de ahorro

Finalmente, el ahorro energético derivado de la implementación de las medidas analizadas en el presente informe, también conlleva una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, habiéndose reducido de 19.533 kg CO₂ a 12.525 kg CO₂.

Esto supone una reducción de emisiones del 36%.

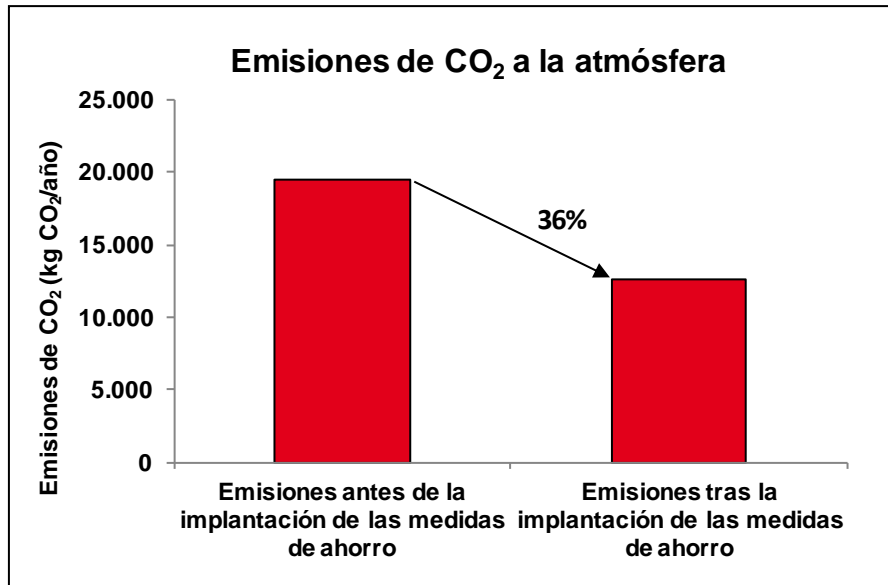


Gráfico 3. Ahorro de emisiones total tras la implementación de las medidas de ahorro

3.3 RESUMEN DE AHORROS OBTENIDOS POR USOS ENERGÉTICOS

Las medidas de ahorro implementadas llevan un ahorro asociado a diferentes usos energéticos, en función de la naturaleza de cada medida.

A continuación se muestra una tabla resumen de los ahorros obtenidos por fuente y uso energético:

Tabla 5. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones

Uso energético	Ahorro energético (kWh/año)		Ahorro energético total	Ahorro energético (%) ²	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
	Electricidad	Gas Natural				
Calefacción	5.782	21.936	27.718	38,7%	1.944	6.502
Agua Caliente Sanitaria (ACS)	0	1.622	1.622	2,3%	91	327
Iluminación	438	0	438	0,6%	56	158
Refrigeración	57	0	57	0,1%	7	0
TOTAL	6.277	23.558	29.835	42%	2.099	7.008

² Porcentaje de ahorro calculado sobre el ahorro energético total en el edificio

Como puede observarse, la mayor parte del ahorro energético obtenido proviene de las medidas llevadas a cabo en climatización y, más concretamente, en calefacción. Esto se debe fundamentalmente a la mejora del aislamiento de la fachada.

En segundo lugar, están los ahorros obtenidos en ACS, asociados, por una parte, a la sustitución de una de las calderas empleadas para ACS y, por otra, a la instalación de los paneles mixtos, que servirán de apoyo al precalentamiento del ACS de una de las viviendas.

El ahorro en iluminación deriva de la sustitución de las lámparas de la escalera y la instalación de detectores de presencia en la misma, suponiendo un ahorro de poco más del 1% respecto al ahorro total.

Por último, el ahorro en refrigeración, asociado principalmente a la instalación de los toldos en la fachada, apenas lleva un ahorro energético asociado, debido al bajo consumo asociado a refrigeración en las viviendas aún antes de la implantación de las medidas

3.4 BALANCE ENERGÉTICO TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS

La implementación de las medidas llevadas a cabo, como se ha comentado, ha supuesto un ahorro energético en los distintos usos del edificio de viviendas sometido a estudio.

Por este motivo, el balance energético de las instalaciones ha sido modificado, variando la distribución de los usos energéticos en el edificio.

A continuación se muestra la comparación del consumo energético antes y después de la implantación de las medidas, en base a los cálculos de ahorro realizados y comentados en el presente informe.

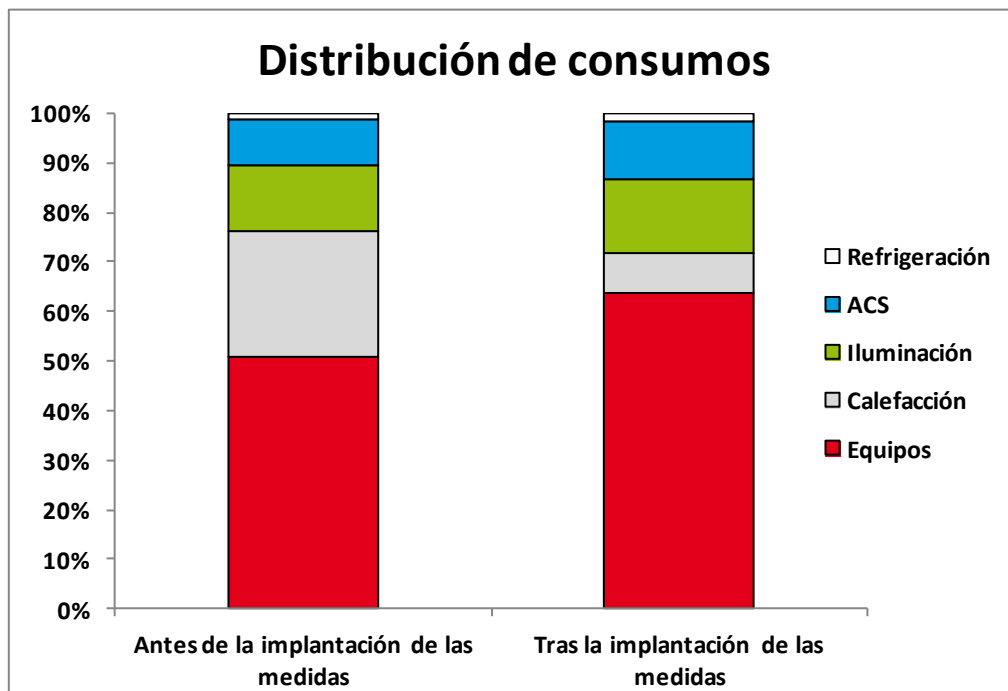


Gráfico 4. Distribución del consumo eléctrico en el edificio antes y después de las medidas implantadas

Como se puede observar, la distribución de consumos ha variado considerablemente respecto a la distribución obtenida en el balance energético realizado en la auditoría energética antes de la implementación de las medidas.

La notoria reducción del consumo eléctrico en calefacción provoca un aumento en el resto de porcentajes de la distribución del consumo eléctrico total, habiendo un aumento del 13% en el consumo eléctrico destinado a equipos (de un 51% a un 64%), y un 2% tanto en iluminación como en ACS (de un 13% a un 15% en el primer caso y de un 9% a poco más del 11% en el segundo).

En lo que al consumo de refrigeración se refiere, éste se ha mantenido prácticamente constante, suponiendo cerca de un 1,5% del consumo en ambos casos.

En el caso del balance de gas natural, también en este caso se aprecia una importante reducción en el porcentaje de distribución para calefacción. Esto se debe a que las medidas orientadas a la mejora del aislamiento de la envolvente provocan una reducción de la demanda energética destinada a calefacción y, por tanto, también una reducción en el consumo. De este modo, se ha reducido su aportación en el balance de un 77% a un 47%.

Al igual que ocurría en el balance eléctrico, la reducción del consumo en calefacción provoca un aumento tanto en la contribución de los equipos como de ACS en el consumo de gas natural total, si bien el consumo no ha aumentado.

De este modo, en el caso del ACS, a pesar de que se prevé una reducción del consumo de 1.622 kWh tras las medidas implantadas, el % de contribución al consumo total de gas natural aumenta de un 17% a un 35%.

En cuanto a los equipos, éstos han sufrido un aumento menor que en el caso del ACS, presentando una variación del 19% (de un 17% a un 35%).

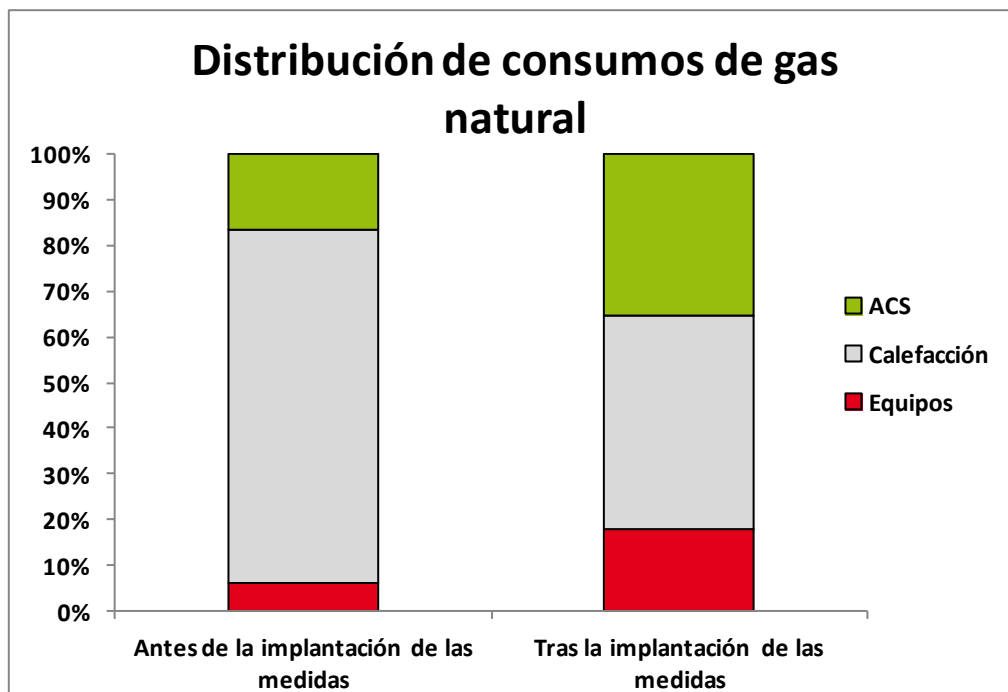


Gráfico 5. Distribución del consumo de gas natural en el edificio antes y después de las medidas implantadas

4 CÁLCULO DE AHORROS ASOCIADOS A CADA MEDIDA IMPLEMENTADA

4.1 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS E INSTALACIÓN DE DETECTORES DE PRESENCIA EN LA ESCALERA

Como se ha mencionado, la iluminación en la escalera y zonas comunes del edificio está compuesta por lámparas incandescentes de 60 W.

Si bien en la auditoría energética realizada en las instalaciones se proponía su sustitución por lámparas de bajo consumo de 12 W, el bajo consumo asociado a la iluminación de la escalera ha hecho que se decidiera realizar una inversión menor.

De este modo, se han mantenido las lámparas de tecnología incandescente, reduciendo su potencia de 60 W a 40 W.

Por otra parte, también se han instalado detectores de presencia. El ahorro asociado a estos dispositivos se debe a la disminución del tiempo de funcionamiento por eliminación del uso innecesario de las lámparas.

4.1.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

Como se ha indicado, el ahorro en la iluminación de la escalera de la comunidad viene determinado, por una parte, por la reducción de la potencia y, por otra, a la reducción del uso de encendido de las lámparas por la instalación de los detectores de presencia.

Por tanto, el ahorro ha sido calculado como la diferencia entre el consumo antes y tras la implementación de la medida, obtenidos ambos a través de la realización de un balance energético.

4.1.2 Evaluación de los ahorros

A continuación se muestran los ahorros teóricos esperados tras la sustitución de las lámparas y la instalación de los detectores de presencia.

Tabla 6. Ahorro en iluminación derivado de la sustitución de lámparas e instalación de detectores de presencia en la escalera

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (% ³)	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
Sustitución de lámparas incandescentes de 60 W por 40 W e instalación de detectores de presencia en la escalera	788	350	438	56%	56	157

4.2 INSTALACIÓN DE CALDERAS DE CONDENSACIÓN EN TRES DE LAS VIVIENDAS

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento basado en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. De este modo, esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido.

Con una caldera clásica de tipo atmosférico, una parte del calor latente es evacuada por los humos, lo que implica una temperatura muy elevada de los productos de combustión del orden de 150°C. La utilización de una caldera de condensación permite recuperar una parte muy grande de ese calor latente y esta recuperación de la energía reduce considerablemente la temperatura de los gases de combustión para devolverlos a temperaturas del orden de 65°C, limitando además así las emisiones de gases contaminantes.

Hasta la fecha, son tres las viviendas que han sustituido sus equipos por calderas de esta tecnología (bajo izquierda, 2º derecha y 3º izquierda).

4.2.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

El ahorro energético conseguido al aplicar esta medida estará dado, principalmente, por un mayor rendimiento de los equipos.

En las tres viviendas en las que las calderas han sido sustituidas, las calderas que se encontraban instaladas poseían un rendimiento entre el 85% y el 92,7%.

³ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo en iluminación antes de la implantación de la medida

Los nuevos equipos instalados, se tratan de calderas Vaillant Ecotec Plus con un rendimiento del 108%, lo cual reducirá considerablemente el consumo de gas natural en las tres viviendas en las que estos equipos han sido instalados.

Por tanto, el ahorro ha sido calculado como la diferencia entre el consumo antes y tras la instalación de las calderas, obtenidos ambos a través de la realización de un balance energético.

4.2.2 Evaluación de los ahorros

A continuación se muestran los ahorros esperados tras la sustitución de las calderas en las tres viviendas:

Tabla 7. Ahorro de gas natural derivado a la sustitución de las calderas por calderas de condensación

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%) ⁴	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
Sustitución de la caldera por una de condensación en el bajo izquierda	2.594	1.750	844	33%	48	170
Sustitución de la caldera por una de condensación en el 2º derecha	1.672	1.167	505	30%	29	102
Sustitución de la caldera por una de condensación en el 3º izquierda	6.729	4.667	2.063	31%	104	416
TOTAL	10.995	7.583	3.412	31%	182	688

Como se observa, el ahorro energético obtenido tras la sustitución de la caldera en las tres viviendas no es igual en términos absolutos, es decir, en kWh. Esto es debido a la diferencia del uso de las mismas.

No obstante, tal y como puede verse en la tabla, el porcentaje de ahorro obtenido en los tres casos es muy similar, cercano al 30%.

⁴ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo de gas natural en cada vivienda antes de la implementación de las medidas

4.3 MEJORA DEL AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE

La mejora del aislamiento del edificio se ha llevado a cabo a través de las siguientes tres medidas:

1. Aislamiento de la cubierta del edificio, implementada entre los meses de diciembre de 2013 y enero de 2014
2. Aislamiento SATE de la fachada, llevada a cabo en febrero de 2014
3. Instalación de la doble ventana, acometida entre los meses de marzo y abril de 2014. Además, las ventanas de terraza se sustituyeron por otras con rotura de puente térmico.

Tras haber realizado un análisis de los efectos obtenidos tras esta mejora, se ha comprobado que, hasta la fecha, no se disponen datos suficientes para realizar una cuantificación fiable de los mismos.

Esto se debe principalmente a la falta de información completa sobre el consumo energético de los vecinos durante el 2014 y al hecho que las medidas fueron implementadas progresivamente entre los meses de enero y abril de 2014, con lo que el periodo de calefacción tras la implantación de las mismas resulta demasiado corto como para poder obtener conclusiones fiables.

4.3.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

Tal y como se ha comentado, la no disponibilidad de las facturas de los últimos meses del año, hace que tan solo sea posible observar el periodo de calefacción entre los meses de enero y abril para los años 2013 y 2014 para analizar los ahorros obtenidos. Además, tampoco ha sido posible obtener las facturas del año 2014 de todas las viviendas, habiéndose quedado reducido el análisis al estudio de las viviendas ubicadas en el Bajo Izquierda, 1º izquierda, 3º Derecha y 3º Izquierda.

En la siguiente tabla se muestran los consumos de cada una de las viviendas mencionadas, así como el periodo analizado y el combustible empleado en calefacción en cada uno de los casos:

Tabla 8. Resumen de las viviendas analizadas y los periodos de los consumos disponibles para cada una en los años 2013 y 2014

	Periodo	2013	2014	Fuente energética
		Consumo (kWh)	Consumo (kWh)	
Bajo Izquierda	Febrero - Marzo	1.172	1.115	Electricidad
	Abril - Mayo	455	327	Electricidad
1º izquierda	Febrero - Marzo	1.535	896	Electricidad
	Abril - Mayo	418	309	Electricidad
3º derecha	Marzo - Abril	2.250	1.678	Gas Natural
	Mayo - Junio	4.310	659	Gas Natural
3º izquierda	Marzo - Abril	2.287	1.614	Gas Natural
	Mayo - Junio	1.182	871	Gas Natural

A simple vista, se observa que los consumos en el año 2014 son menores que los registrados para el año 2013 en todos los casos. Sin embargo, esto no es suficiente para poder establecer un ahorro energético asociado a la mejora del aislamiento de edificio, dado que el consumo energético también depende, en gran medida, de la climatología.

De este modo, se ha comparado la variación del consumo en calefacción con la variación de los grados día de calefacción en cada uno de los periodos analizados. Los valores de grados día promedio empleados son los indicados a continuación:

Tabla 9. Valores promedio de grados día de calefacción empleados para cada periodo
Fuente: www.degreedays.net.

	Periodo	2013	2014
		GD (promedio)	GD (promedio)
Bajo Izquierda	Febrero - Marzo	218	178
	Abril - Mayo	98	40
1º izquierda	Febrero - Marzo	218	178
	Abril - Mayo	98	40
3º derecha	Marzo - Abril	157	94
	Mayo - Junio	45	15
3º izquierda	Marzo - Abril	157	94
	Mayo - Junio	45	15

Los grados día de calefacción representan un indicador que relaciona la temperatura media con una cierta temperatura de confort definida para calefacción, empleado para representar el rigor invernal o severidad climática de una localidad.

Así, a mayor valor de grados día, mayor necesidad de calefacción habrá para una misma sensación de confort y, por tanto, mayor consumo.

En base a esto, se ha comparado la variación de consumo obtenida en cada periodo y cada vivienda frente a la variación de los grados día, entre los años 2013 y 2014, de la siguiente manera:

Tabla 10. Variación de los consumos energéticos y de los grados día en cada periodo y vivienda.

		% variación consumo	%variación GD
Bajo izquierda	Febrero - Marzo	-5%	-18%
	Abril - Mayo	-28%	-145%
1º Izquierda	Febrero - Marzo	-42%	-18%
	Abril - Mayo	-26%	-145%
3º Derecha	Marzo - Abril	-25%	-40%
	Mayo - Junio	-85%	-200%
3º Izquierda	Marzo - Abril	-29%	-40%
	Mayo - Junio	-26%	-200%

Como se observa en la Tabla 5, en la mayoría de los casos se observa una variación mayor de grados día que de consumo entre los mismos periodos de los años 2013 y 2014.

Esto demuestra que los efectos de las medidas llevadas a cabo no son visibles en los periodos estudiados.

No obstante, a fin de confirmar que los efectos de las medidas no son del todo visibles en los periodos analizados, se ha realizado el estudio al conjunto de las cuatro viviendas, obteniendo los siguientes resultados:

- **Caso 1.** Análisis en el periodo “Febrero-Abril”, incluyendo todos los consumos indicados en la tabla 1

Tabla 11. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 1.

	Febrero - Marzo - Abril		
	2013	2014	% variación
Consumo (kWh)	7.244	5.303	-27%
GD (promedio)	185	136	-26%

Como se observa, la variación del consumo es similar a la variación de los grados día, lo cual evidencia que la reducción del consumo es debida, fundamentalmente, a la menor severidad de la climatología registrada en el 2014 frente al 2013, y no a la mejora del aislamiento del edificio.

- **Caso 2.** Análisis en el periodo “Marzo-Abril”, los consumos de las viviendas del 3º derecha y 3º izquierda

Tabla 12. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 2.

	Marzo - Abril		
	2013	2014	% variación
Consumo (kWh)	4.537	3.292	-27%
GD (promedio)	157	94	-40%

En este caso, también puede evidenciarse que los ahorros aún no eran del todo visibles en los periodos sometidos a estudio. Si bien se observa una reducción del consumo del 27%, la reducción de los grados día es aún mayor, por lo que la variación en el consumo no puede ser asociada a la mejora del aislamiento del edificio, estando directamente relacionada con la climatología de los años estudiados.

- **Caso 3.** Análisis en el periodo “Febrero - Marzo”, incluyendo los consumos de las viviendas del Bajo izquierda y 1º izquierda

Tabla 13. Variación de los consumos energéticos y de los grados día. Caso 3.

	Febrero - Marzo		
	2013	2014	% variación
Consumo (kWh)	2.707	2.011	-26%
GD (promedio)	218	178	-18%

Por último, también se ha analizado por separado el periodo entre febrero y marzo para dos de las viviendas. Cabe mencionar, que en esta ocasión, el

ahorro derivado de la instalación de dobles ventanas no puede visualizarse, dado que su instalación fue después del periodo mencionado. Por tanto, en este último caso, al ahorro observado debería ser cercano al 26,1% para el mismo uso de calefacción.

Sin embargo, si bien se observa una reducción del consumo de un 26%, también se ve una menor severidad del invierno en 2014 respecto a 2013, tal y como evidencia la reducción del 18% en los grados día.

De este modo, para poder cuantificar la reducción real del consumo de un año respecto de otro, deben igualarse las condiciones climáticas en ambos periodos. Para ello, se ha realizado la siguiente simulación:

En primer lugar, se ha calculado el consumo medio por cada grado día para el año 2014, obteniendo un resultado 22,298 kWh/GD. Para conocer el consumo que se habría obtenido para la misma severidad climática registrada en el año 2013, por tanto, basta con multiplicar este valor por los grados día registrados en 2013.

Finalmente, mediante esta simulación, se obtiene un consumo de 2.457 kWh para el año 2014, lo que supondría un ahorro del 9% respecto al consumo de 2013, valor muy por debajo del esperado tras todas las medidas de aislamiento de la envolvente llevadas a cabo.

El bajo porcentaje de ahorro obtenido evidencia que los efectos del aislamiento no se observan todavía íntegramente. Por este motivo, se ha considerado que, a fecha de este informe, es más coherente y fiable el resultado teórico obtenido en la simulación de la auditoría que el extraído del análisis de las facturas disponibles.

Más adelante, una vez pueda disponerse de más información y más puntos de consumo para las viviendas, podrá realizarse un mejor ajuste de los ahorros obtenidos.

4.3.2 Evaluación de los ahorros

Como se ha mencionado, tras los análisis mostrados en los apartados anteriores se puede concluir que la información disponible no es suficiente para

poder cuantificar los ahorros reales derivados de las tres medidas orientadas a la mejora del aislamiento del edificio.

Además, la reciente implementación de las medidas no hace posible disponer de un periodo lo suficientemente representativo para el estudio del impacto de las mismas.

Por este motivo, de momento, se considera más fiable y representativo el ahorro teórico calculado en la auditoría.

A continuación se muestran los ahorros calculados como resultado de la auditoría energética realizada en el año 2013, valores que se emplearán como referencia en el cálculo de los ahorros teóricos derivados de la mejora del aislamiento de las instalaciones:

Tabla 14. Ahorros energéticos calculados en la auditoría realizada en 2013.

Medida	Ahorro energético (% ⁵)
Colocación de ventanas dobles de aluminio y vidrio doble	7,9%
Mejora del aislamiento de fachada	24,5%
Mejora del aislamiento de cubierta	1,6%
TOTAL	34%

Como se muestra en la tabla anterior, según los resultados obtenidos en la auditoría energética realizada, se espera que la mejora del aislamiento de las instalaciones suponga un ahorro total del 34% respecto al consumo energético total en el edificio.

Por tanto, este porcentaje ha sido aplicado a la suma del consumo energético total en el edificio para el año 2013, es decir, antes de la implementación de las medidas de aislamiento.

Cabe mencionar, que en algunas ocasiones, no se disponía de datos de facturación para el año mencionado. En estos casos, se ha tomado como consumo anual el empleado en la auditoría energética, considerando que, al no haberse llevado a cabo ninguna otra modificación en las viviendas, el consumo energético en las mismas sería similar al registrado entonces.

⁵ Porcentaje de ahorro energético respecto al consumo total del edificio

A continuación se muestran los ahorros teóricos esperados tras la mejora del aislamiento de las instalaciones, en base a todo lo explicado en los apartados anteriores.

Tabla 15. Ahorros energéticos calculados en la auditoría realizada en 2013⁶.

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%) ⁷	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
Colocación de ventanas dobles de aluminio y vidrio doble	71.705	66.041	5.665	7,9%	408	1.348
Mejora del aislamiento de fachada	71.705	54.138	17.568	24,5%	1.265	4.181
Mejora del aislamiento de cubierta	71.705	70.558	1.147	1,6%	83	273
TOTAL	-	-	24.380	34%	1.755	5.803

4.4 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA

Como se ha comentado en apartados anteriores, en julio de 2014 se instaló un nuevo sistema de ventilación forzada. Las cajas de ventilación consisten, básicamente, en ventiladores tanto de impulsión como de extracción en las que se hacen circular ambos caudales por un intercambiador de calor, de manera que en invierno se atempera el aire entrante con el que sale de la vivienda.

Si bien el ahorro real derivado de esta medida no puede ser calculado por los motivos anteriormente expuestos, sí se ha realizado un cálculo teórico aproximado del mismo, tomando como referencia los siguientes datos facilitados por la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo:

- El ahorro derivado del uso de la ventilación forzada frente al consumo obtenido mediante la ventilación a través de cualquier otro sistema puede estimarse en 53,98 kWh anuales por cada hora de ventilación.
- Además, en base a los estudios realizados en el edificio objeto de este informe, se determinó la necesidad de ventilar cada hora un 60% del

⁶ Los valores tomados de la auditoría corresponden al porcentaje de ahorro respecto al consumo total en el edificio, habiendo aplicado dicho porcentaje al consumo total actual.

⁷ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo de gas natural en cada vivienda antes de la implantación de las viviendas

volumen de la vivienda, dando así cumplimiento al requisito que establece el Código Técnico de Edificación (CTE), según el cual debe llevarse a cabo una ventilación total o parcial cada hora.

En el siguiente apartado se indica la estimación del ahorro realizada.

4.4.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

En primer lugar, al ahorro energético esperado facilitado se le debe restar el consumo de cada uno de los dos ventiladores presentes en el sistema. Según los datos facilitados, el consumo anual de cada uno de ellos es de 0,234 kWh, por lo que se debe restar un total de 0.468 kWh anuales.

Esto daría un ahorro total de 53.512 kWh anuales. Sin embargo, este ahorro ha sido calculado por una sola hora de ventilación y para una ventilación total en las viviendas.

Por tanto, para la estimación del ahorro en el caso estudiado, deberá ajustarse dicho valor a una ventilación parcial del 60% del volumen de aire con periodicidad horaria.

4.4.2 Evaluación de los ahorros

A continuación se muestran los ahorros estimados tras la instalación del sistema de ventilación forzada en la comunidad:

Tabla 16. Ahorro derivado de la instalación de un sistema de ventilación forzada

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)⁸	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO₂/año)
Instalación de un sistema de ventilación forzada	71.705	70.935	771	3%	55	182
TOTAL	71.705	70.935	771	3%	55	182

El ahorro debido al sistema de ventilación forzada se debe, fundamentalmente, a la reducción de la demanda de calefacción, dado que en la comunidad apenas existe consumo en refrigeración.

En la tabla 3 se desglosa, por tanto, el ahorro en el ahorro de electricidad y gas natural empleado para la calefacción en el edificio.

⁸ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo total en calefacción antes de la implantación de las medidas

4.5 INSTALACIÓN DE TOLDOS EN LA FACHADA SUR DEL EDIFICIO

Con el objetivo de aumentar el confort de los vecinos en la comunidad ubicada en la calle La del Manojito de Rosas, se han instalado toldos en las 10 viviendas, en la fachada sur del edificio.

El ahorro obtenido tras la implantación de esta medida proviene de la reducción de la demanda y, por tanto, del consumo en refrigeración en los meses de verano.

4.5.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

Para la estimación de los ahorros derivados de la instalación de los toldos en las ventanas de las viviendas, se ha realizado una simulación mediante el programa informático Calener Vyp.

Como resultado de dicha simulación se ha obtenido una reducción del consumo de un 14.5% respecto al consumo en refrigeración antes de la instalación de los toldos.

4.5.2 Evaluación de los ahorros

A continuación se muestran los ahorros estimados tras la instalación de los toldos en las ventanas de la fachada sur:

Tabla 17. Ahorro derivado de la instalación de toldos en las ventanas de la fachada sur

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%) ⁹	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
Instalación de toldos en ventanas de la fachada sur	394	337	57	14,5%	7	1.319
TOTAL	394	337	57	14,5%	7	1.319

Como se observa, el ahorro obtenido tras la instalación es muy pequeño. Esto es debido a que el consumo en refrigeración era ya muy bajo antes de la implantación de la medida, no habiendo un elevado potencial de ahorro.

No obstante, si bien los ahorros energéticos y económicos son insignificantes, la instalación de los toldos tiene asociado un aumento en la sensación de confort tanto

⁹ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo en refrigeración antes de la instalación de los toldos

térmica como visual de los vecinos, al dosificar la luz y evitar el deslumbramiento y los reflejos solares.

4.6 INSTALACIÓN DE PANELES MIXTOS FOTOVOLTÁICOS-TÉRMICOS

Dentro del proyecto RETROKIT se han instalado nueve paneles mixtos de 52 W de potencia en el peto de la fachada, integrados en el SATE. Estos paneles, por un lado, alimentarán con la electricidad producida los ventiladores de las cajas de ventilación forzada. Por otro, la producción térmica, servirá de apoyo para precalentar el ACS del 3º izquierda.

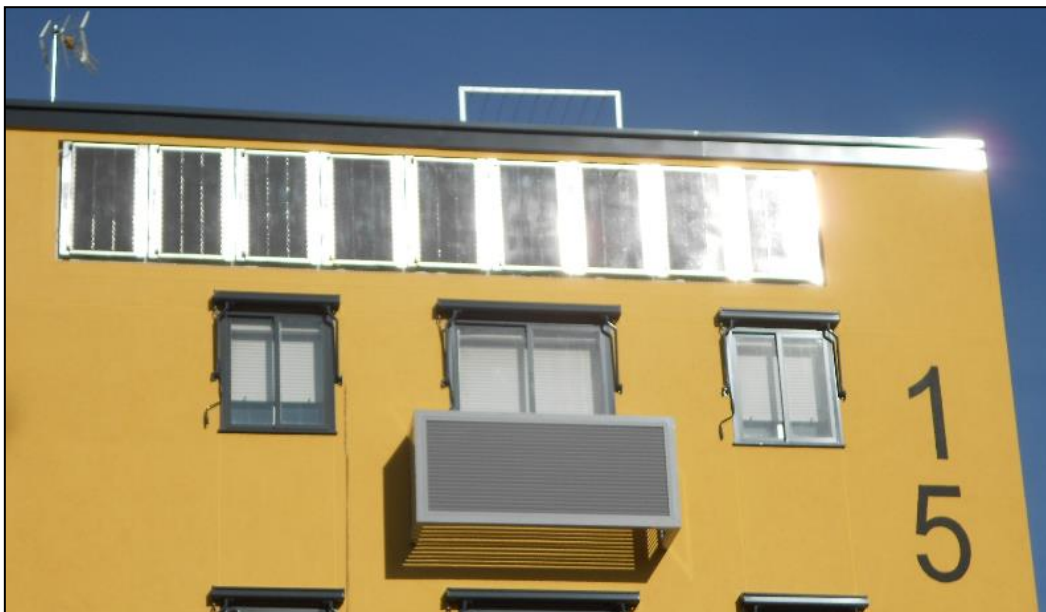


Ilustración 1. Paneles mixtos fotovoltaicos-térmicos instalados

4.6.1 Justificación de los ahorros y metodología de cálculo

Según la información facilitada por la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo, está estimada una producción térmica anual de 100 kWh/m² y 70 kWh/m² eléctricos. Esto supone una producción eléctrica anual aproximada de 605 kWh y una térmica de 864 kWh.

Cabe mencionar que, a efectos del presente estudio, tan solo se han considerado los ahorros en ACS derivados de la producción térmica, sin tener en consideración la producción eléctrica. Esto se debe a lo siguiente la electricidad generada es empleada

como alimentación de las cajas de ventilación forzada, sistema que no existía en la situación inicial del edificio.

Por tanto, esta producción eléctrica no supone ningún ahorro respecto a esa situación inicial, si no que más bien evita un consumo eléctrico adicional provocado por la instalación del sistema de ventilación forzada.

En cuanto al cálculo del ahorro por producción térmica, se ha considerado una pérdida del 10% de la energía térmica producida.

4.6.2 Evaluación de los ahorros

A continuación se muestran los ahorros derivados de la instalación de los paneles solares como apoyo en el precalentamiento del ACS de una de las viviendas:

Tabla 18. Ahorro derivado de la instalación de toldos en las ventanas de la fachada sur

Medida	Consumo antes de la acometida de la medida (kWh/año)	Consumo tras la acometida de la medida (kWh/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (% ¹⁰)	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
Instalación de paneles mixtos para el precalentamiento del ACS en una de las viviendas	2.002	1.224	778	39%	43	157
TOTAL	2.002	1.224	778	39%	43	157

¹⁰ Porcentaje de ahorro calculado sobre el consumo en ACS en la vivienda del 3º izquierda antes de la instalación de los paneles

5 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE LAS INSTALACIONES

A continuación se muestra una comparativa del análisis termográfico de la envolvente antes y después de llevar a cabo las medidas comentadas en los apartados anteriores.



Ilustración 2. Termografías de la fachada trasera del edificio antes (arriba) y después (abajo) de la implementación de las medidas

Si bien algunas de las medidas llevadas a cabo a lo largo del último año en el edificio están orientadas a la mejora del aislamiento de la envolvente, no es sencillo apreciar este impacto en las termografías. Esto es debido a que las termografías anteriores a la implementación de las medidas, están realizadas en periodo de refrigeración, durante el verano, mientras que las últimas se realizaron en enero, es decir, en periodo de calefacción.

No obstante, en la ilustración 2, sí puede apreciarse el efecto del aislamiento de la fachada.



Ilustración 3. Termografías de la fachada trasera del edificio antes (arriba) y después (debajo) de la implementación de las medidas

Como se observa en la termografía superior, antes del aislamiento de la fachada en la comunidad de vecinos sometida a estudio, se observa una gran diferencia entre su fachada (derecha) y el contiguo (izquierda), debido a que éste último ya se encontraba aislados y, por tanto, las transferencias de calor con el exterior eran claramente menores.

En la termografía inferior, realizada en enero de este mismo año, se puede ver cómo el comportamiento de ambas fachadas es más similar, no habiendo tanta diferencia de temperatura entre ambas, y demostrando los beneficios obtenidos tras el aislamiento SATE de la fachada.

6 ESTUDIO Y PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Tal y como se ha comentado a lo largo del informe, son muchas las medidas de ahorro que se han acometido en el edificio de viviendas de la calle La del Manajo de Rosas 15. Sin embargo, aún quedan muchas otras medidas por implantar.

A continuación se muestra una serie de posibles medidas de ahorro a implantar, habiendo realizado una estimación tanto del ahorro energético esperado con la implantación de cada una de ellas como de la inversión requerida en cada caso.

Además, estas medidas han sido priorizadas en función del periodo de retorno calculado para cada una de ellas.

Como puede observarse en la tabla, de todas las medidas finalmente propuestas en la auditoría energética realizada, tan solo están pendientes de acometer 3 de ellas.

1. Sustitución de lámparas ineficientes en las viviendas

En la instalación de iluminación de las viviendas y zonas comunes se encuentran instaladas diversas lámparas ineficientes. Se propone el cambio de las tecnologías ineficientes por otras más eficientes.

A continuación se presentan las sustituciones propuestas:

Tabla 19. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones

Vivienda	Lámpara Actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
Bajo Izquierda	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	7
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 9,5 W	1
Bajo Derecha	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	2
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	2
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 9,5 W	10
1º Izquierda	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	7
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 6 W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
1º Derecha	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	3

Vivienda	Lámpara Actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	9
	HALOGENO DICROICO DE 35 W	LED 6 W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
2º Izquierda	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	11
2º Derecha	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	5
3º Izquierda	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	3
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	7
	INCANDESCENTES DE 100 W	BAJO CONSUMO DE 23W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
3º Derecha	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	4
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
4º Izquierda	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	5

Tabla 20. Resumen de propuestas de mejora en iluminación.

Lámpara actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	14
INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	50
INCANDESCENTES DE 100 W	BAJO CONSUMO DE 23W	1
HALOGENO DICROICO DE 35 W	LED 6 W	3
HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 9,5 W	20
FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	8

2. Instalación de regletas anti standby

El consumo de los equipos en los edificios residenciales suponen una parte importante del consumo total (en este caso más del 38% del consumo energético total del edificio), por lo que la aplicación de medidas que reduzcan el consumo de éstos es muy recomendable, por ello se propone la instalación de regletas eliminadores de

stand-by, para los equipos que suelen funcionar conjuntamente como son los ofimáticos y los de televisión.

La mejora que se propone consiste en la instalación de regletas eliminadoras de stand-by a todos aquellos equipos electrónicos que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica.

Estas regletas miden la corriente que circula por los aparatos cuando están encendidos, de forma que cuando entran en stand-by detecta la disminución de consumo y cortan el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos la regleta detecta la demanda de potencia y vuelve a conectar el paso de electricidad.

Para ello el eliminador queda en modo de espera, por lo que es interesante que se utilice para desconectar varios aparatos a la vez. La principal ventaja frente a las regletas convencionales de interruptor es que no necesitan la vigilancia permanente del usuario, por lo que se evitan las situaciones de olvido en las que quedaban los equipos encendidos.

Las regletas eliminadoras del modo stand-by han de utilizarse conectando un equipo maestro que controlará el apagado completo de todos los esclavos. El stand-by a eliminar será únicamente el de los esclavos.

Un ejemplo sería conectar el ordenador de un despacho a dicha regleta como maestro y el resto de equipos, como la impresora, el escáner y el monitor en el modo esclavos. De esta forma, cuando el usuario encienda el ordenador, todos los periféricos tendrán corriente, pero cuando lo apague, todos se desconectarán.

3. Instalación de válvulas termostáticas en radiadores

Las válvulas termostáticas regulan la emisión de cada uno de los radiadores, cerrando el paso de los que están en estancias con mayor carga térmica y abriendo el paso en los de menor carga térmica.

Una ventaja añadida es la posibilidad de definir distintas temperaturas de confort para cada estancia, juntando de esta manera el confort y el ahorro energético.

Las válvulas termostáticas propuestas poseen una sonda remota, que se sitúa alejada del radiador para evitar la toma falseada de temperaturas. El sistema permite pasar fácilmente, a partir de un mismo cuerpo, de una válvula manual a una termostática sin tener que desmontar el cuerpo ni vaciar la instalación.

En la siguiente tabla se desglosan los radiadores tenidos en consideración en la estimación del ahorro previsto tras su instalación:

Tabla 21. Propuesta de colocación de válvulas termostáticas.

Vivienda	Estancia	Unidades de radiadores
1º Derecha	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
2º Derecha	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
3º Izquierda	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
3º Derecha	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Salón comedor	1
4º Izquierda	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1

A continuación se muestran los ahorros estimados para la implementación de las medidas pendientes en el edificio de viviendas.

Como se observa, la implantación conjunta de las tres medidas indicadas podría ahorrar hasta un 6,6% del consumo energético anual total registrado actualmente en el edificio, lo que supondría además una reducción de emisiones de 1.065 kg CO₂.

Tabla 22. Ahorros energéticos calculados en base a las medidas de ahorro llevadas a cabo hasta la fecha en las instalaciones

Medida propuesta	Consumo energético (kWh/año)		Ahorro energético (kWh/año)	Fuente energética	Ahorro energético (% ¹¹)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO ₂ /año)
	Antes de la implantación ¹²	Tras la implantación							
Instalación de regletas anti stand-by	15.760	14.324	1.436	Electricidad	2%	184,4	177	0,96	66,4
Sustitución de lámparas ineficientes en las viviendas	3.243	1.103	2.140	Electricidad	3%	274,9	731	2,7	770,5
Instalación de válvulas termostáticas en los radiadores	27.607	5.671	1.134	Gas Natural	1,6%	62,5	990	15,8	228,6
TOTAL	-	-	4.711	-	6,6%	521,8	1.898	3,63	1.065,5

¹¹ Porcentaje de ahorro calculado sobre el ahorro energético actual total en el edificio, es decir, tras la implantación de todas las medidas implantadas hasta la fecha

¹² Este consumo hace referencia al consumo energético actual, una vez implementadas las medidas comentadas en los apartados anteriores

7 INDICADORES ENERGÉTICOS

El consumo energético de la comunidad de vecinos se ve influenciado por múltiples factores: elementos constructivos, superficie total, climatología, hábitos de consumo, etc. Debido a esta variedad, no es posible englobar en un único indicador la influencia de los diferentes factores que afectan al consumo energético. A continuación se muestran los tres indicadores que se han considerado más representativos.

Se cuenta con los siguientes datos para obtener los indicadores energéticos del edificio.

Tabla 23. Datos de la comunidad de vecinos en la C/ La del Manajo de Rosas, 15

Superficie construida total	m ²	750
Superficie útil total	m ²	675
Número de viviendas	viviendas	10
Consumo energético antes de la implantación de las medidas	kWh/año	71.705
Consumo energético tras la implementación de las medidas	kWh/año	41.870
Consumo energético tras la implementación de las medidas no llevadas a cabo propuestas en la auditoría energética	kWh/año	37.159

A partir de los datos mostrados en la tabla anterior, se obtienen los siguientes indicadores energéticos:

Tabla 24. Indicadores energéticos de la C/ La del Manajo de Rosas, 15

	Antes de la implantación de las medidas llevadas a cabo	Tras la implantación de las medidas llevadas a cabo hasta la fecha	Si se implantaran las medidas propuestas en la auditoría
Consumo por superficie construida (kWh / m²)	96	56	50
Consumo por superficie útil (kWh / m²)	106	62	55
Consumo por vivienda (kWh / vivienda)	7.171	4.187	3.716

8 REDUCCIÓN DE LA DEMANDA TRAS LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS

8.1 REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ASOCIADA A LAS MEDIDAS PASIVAS

Se conoce por medidas pasivas aquéllas que inciden reduciendo la demanda energética de un edificio existente. Por normal general, afectan a la envolvente térmica y a sus infiltraciones y renovaciones de aire.

Con el fin de poder ver la reducción de la demanda tanto en calefacción como en refrigeración de las diferentes medidas pasivas llevadas a cabo en el edificio de viviendas ubicado en la calle La del Manajo de Rosas 15, se ha realizado su simulación a través del CALENER VyP.

Además, también se ha realizado la simulación de cada medida pasiva acometida en el edificio de manera separada, con el fin de conocer la reducción asociada a cada una de ellas.

A continuación se muestra una tabla resumen con la reducción de la demanda obtenida en cada caso, así como la reducción total derivada del conjunto de ellas.

Tabla 25. Reducción de la demanda derivada de la implantación de medidas pasivas

MEDIDA	DEMANDA ACTUAL (KWh/m ²)		DEMANDA TRAS LAS MEJORAS (KWh/m ²)		MEJORA (%)	
	Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración
Medidas pasivas			24,50	8,80	79%	16%
La instalación de dobles ventanas			106,00	10,50	9%	0%
El aislamiento de la fachada y de la cubierta	116,80	10,50	43,40	8,60	63%	18%
La instalación de los toldos			117,60	9,90	-1%	6%
La ventilación forzada			83,80	9,60	28%	9%

Como se observa, la mayor reducción de la demanda viene dada por el aislamiento de la fachada y la cubierta, tanto en calefacción como en refrigeración.

En el siguiente apartado, se incluye el cálculo de la calificación energética del edificio, teniendo en consideración tanto las medidas indicadas en la tabla 25 como la sustitución de las calderas.

8.2 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Al tratarse de un edificio residencial, la simulación para la obtención calificación energética se ha realizado mediante CALENER VyP. En ella se valora solamente la demanda de calefacción y refrigeración y los consumos de calefacción, refrigeración y ACS, ya que el programa no evalúa los consumos energéticos debidos a la iluminación y otros consumos energéticos.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos no tienen por qué coincidir con los calculados a lo largo del informe, dado que CALENER VyP realiza cálculos en base a unos horarios de funcionamiento y ocupación tipo, ni teniendo éstos que coincidir con los datos empleados en base a la información facilitada tanto por los propios vecinos como por la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo.

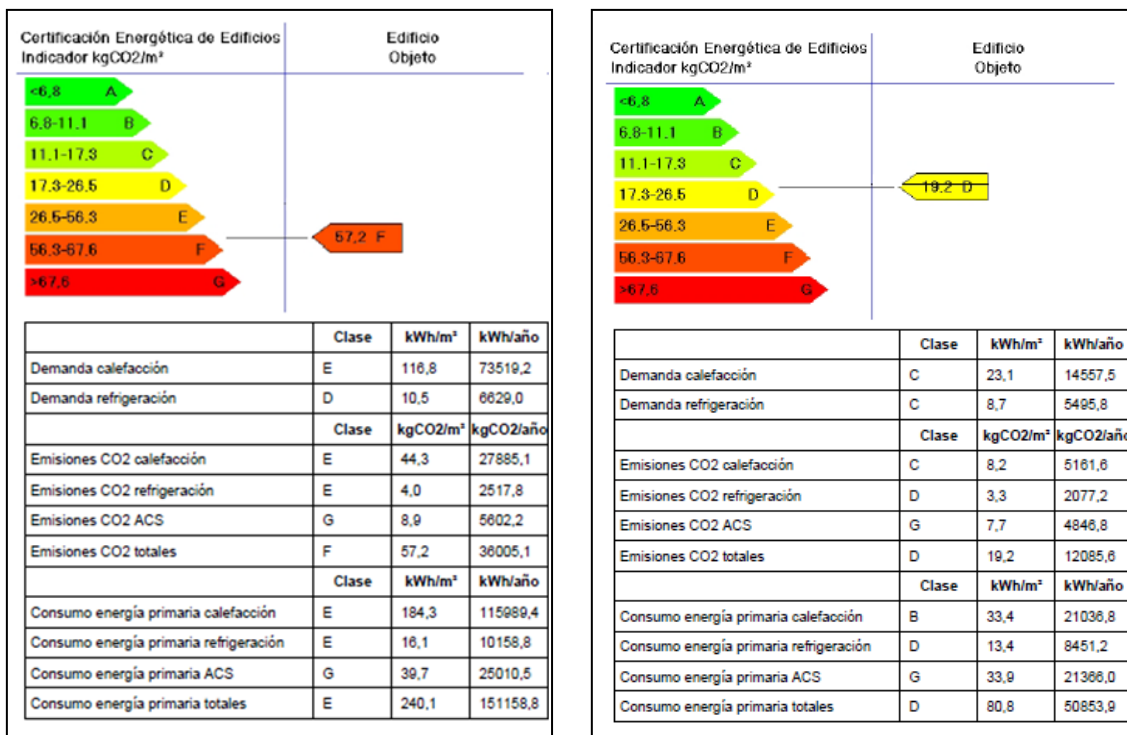


Ilustración 4. Etiqueta de certificación energética

Como se observa, antes de llevar a cabo todas las medidas comentadas a lo largo de este informe la calificación energética obtenida para el edificio de viviendas de la Calle

La del Manojito de Rosas 15 fue de "F". Sin embargo, una vez llevadas a cabo todas las medidas de ahorro, la letra calificación energética ha sufrido una variación considerable, teniendo un resultado final de "D".